ISSN 3121-2549

VOLUMEN 7

NÚMERO 1

SEPTIEMBRE - OCTUBRE 2026

Ibero Research

IBEROAMÉRICA EN LA VANGUARDIA DEL CONOCIMIENTO

Revista multidisciplinaria de acceso abierto dedicada a la difusión de investigación científica de Iberoamérica al mundo.

CIENCIA SIN FRONTERAS

Una mirada multidisciplinaria a la investigación en Iberoamérica



CIENCIA · INNOVACIÓN · IMPACTO

PERSPECTIVA IBEROAMERICANA AL MUNDO

COLABORACIÓN · DIVERSIDAD · INTEGRIDAD

OPEN ACCESS

MIAR Dialnet zenodo LivRe RESEARCHBIB OpenAIRE ESJI DORA Google Scholar

SEPTIEMBRE - OCTUBRE

Ibero Research

Revista científica multidisciplinaria para el conocimiento sin fronteras.

Miembros del Comité Editorial

Editor General del Comité Editorial
Econ. Jimmy Fabrizio Reyes Pacheco
Universidad de Guayaquil
Ecuador
https://orcid.org/0009-0008-8212-0001

Editor de Ingeniería
PhD. Luis López Quijada
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso
Chile
https://www.researchgate.net/profile/Luis-Quijada-3
https://scholar.google.com/citations?user=lGebII8AAAAJ&hl=es

Editora de Psicología Clínica y Neuropsicología
PhD. Daniela Estefanía Mackenzie Ugarte
Universidad Católica Santiago de Guayaquil
Ecuador
https://orcid.org/0009-0005-4927-3741

Editor de Educación y Pedagogía
PhD. Juan José Jaén García
Universidad César Vallejo
Ecuador
https://orcid.org/0000-0001-7938-1667
https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=PxD6WU8AAAAJ

Editor de Educación
PhD. Hugo Enrique Troya Félix
Universidad del Pacífico
Ecuador
https://orcid.org/0000-0002-8764-2748
https://scholar.google.com/citations?user=JyUyunoAAAAJ&hl=es

Editor de Ciencias Médicas y Educación
PhD. José Roberto Lema Balla
Universidad Iberoamericana del Ecuador
Ecuador
https://orcid.org/0000-0002-1401-7503
https://scholar.google.com/citations?user=KAz_4mUAAAAJ

Editor de Economía y Mercadotecnia Digital
Mgst. Roberto Murillo Valverde
UG / UTEG / MBTU
Ecuador
https://orcid.org/0000-0002-4794-4143
https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=NOWCnUwAAAAJ

Editora de Psicología y Educación
Mgst. Tatiana Aracely Torres Gallardo
Universidad Católica de Santiago de Guayaquil
Ecuador
https://orcid.org/0000-0001-6289-1038

Editor de Ingeniería Ambiental
Mgst. Kevin Abner Ortega Quispe
Universidad Continental
Perú
https://orcid.org/0000-0002-7436-2894
https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=6uoQAMoAAAAJ

Asesor Académico Internacional
Mgst. García Rojas David Hernández
Universidad de Guadalajara
México
https://orcid.org/0000-0002-3281-5840

Editor de Agropecuaria y Agronegocios
Mgst. Aarón Misael Jurado Arévalo
Universidad de Guayaquil

Ecuador
https://orcid.org/0009-0001-4439-9418

Editor de Educación
Mgst. Danny Santiago Delgado Togra
Universidad Latinoamericana en Línea
Ecuador
https://orcid.org/0000-0002-1067-3589
https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=4laK8QIAAAAJ

Editor de Educación Superior
Mgst. Elian Jamil Hernández Cueva
Universidad Nacional de Loja
Ecuador
https://orcid.org/0009-0000-1007-9929
https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=BqnzNVUAAAAJ

Editora de Medicina
Ana Victoria Alarcón Ortiz
Universidad de Buenos Aires
Argentina

Editora de Artes Visuales
Daniela Katherine López Manzaba
Universidad de las Artes
Ecuador

Editora de Ingeniería Agroindustrial
Ing. Sharon Mabel Paredes Tomalá
Universidad Agraria del Ecuador
Ecuador

Editor de Ciencias Jurídicas
Abg. Ernesto David Sánchez Silva
Universidad Católica Santiago de Guayaquil
Ecuador

Editor de Medicina
Dr. Edie Joshua Delgado Cedeño
Universidad de Guayaquil
Ecuador

Editor de Medicina
Carpio Candelario Steveen Eduardo
Universidad Casa Grande
Ecuador
https://orcid.org/0009-0007-4036-3331

Editora de Comunicación y Relaciones
Econ. Melissa Joselyne Cruz Falconi
Universidad de Guayaquil
Ecuador
https://orcid.org/0009-0003-0534-6756

Editora de Ciencias de la Salud
Dra. Isabel Margarita Rubilar Cruz
Universidad de Guayaquil
Ecuador

Editor de Anestesiología
Dr. Osman Onishi Sadud
Universidad Mayor de San Andrés
Sociedad Boliviana de Anestesiología
Bolivia
https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=zFGfBA4AAAAJ

Tabla de contenido

Inteligencia tributaria predictiva: diseño de un modelo integrado de KPI, OKR y objetivos SMART para anticipar el riesgo fiscal y transformar la gestión tributaria empresarial. 1
Predictive tax intelligence: design of an integrated KPI, OKR and SMART objectives model to anticipate fiscal risk and transform corporate tax management. 1
Inteligência tributária preditiva: desenho de um modelo integrado de KPI, OKR e objetivos SMART para antecipar o risco fiscal e transformar a gestão tributária empresarial. 1

Factores de riesgo asociados a infecciones después de osteosíntesis de fracturas de huesos largos. 41
Risk factors associated with infections after osteosynthesis of long bone fractures. 41
Fatores de risco associados a infecções após osteossíntese de fraturas de ossos longos. 41

Comparación entre fijación interna y tratamiento conservador en fracturas de clavícula desplazada. 79
Comparison between internal fixation and conservative treatment in displaced clavicle fractures. 79
Comparação entre fixação interna e tratamento conservador em fraturas deslocadas da clavícula. 79

Factores predictivos de rerrotura tras la reparación artroscópica del manguito rotador una revisión sistemática 116
Predictive factors for retear after arthroscopic rotator cuff repair a systematic review 116
Fatores preditivos de nova ruptura após o reparo artroscópico do manguito rotador uma revisão sistemática 116

Factores asociados al retorno a la actividad física posterior a la reconstrucción del ligamento cruzado anterior. 154
Factors associated with return to physical activity after anterior cruciate ligament reconstruction. 154
Fatores associados ao retorno à atividade física após reconstrução do ligamento cruzado anterior. 154

Factores asociados a la recuperación funcional en pacientes con fractura de cadera sometidos a tratamiento quirúrgico. 191
Factors associated with functional recovery in patients with hip fracture undergoing surgical treatment. 191
Fatores associados à recuperação funcional em pacientes com fratura de quadril submetidos a tratamento cirúrgico. 191

El nuevo paradigma de la fiscalización tributaria digital en Ecuador: transformación tecnológica, potestad de control y garantías del contribuyente frente a los desafíos del debido proceso. 225
The New Paradigm of Digital Tax Audit in Ecuador: Technological Transformation, Enforcement Powers, and Taxpayer Guarantees in the Face of Due Process Challenges. 225
O novo paradigma da fiscalização tributária digital no Equador: transformação tecnológica, poder de controle e garantias do contribuinte diante dos desafios do devido processo legal. 225

Ecografía pulmonar en emergencias valor diagnóstico frente a la radiografía de tórax en la identificación temprana del edema agudo de pulmón en pacientes atendidos en emergencia. 259
Lung ultrasound in emergencies: diagnostic value compared with chest radiography for early identification of acute pulmonary edema in emergency patients. 259
Ultrassonografia pulmonar em emergências: valor diagnóstico comparado à radiografia de tórax na identificação precoce do edema pulmonar agudo em pacientes de emergência. 259

Ecografía versus tomografía en abdomen agudo: rendimiento diagnóstico y correlación de hallazgos imagenológicos con el diagnóstico definitivo. 301
Ultrasound versus computed tomography in acute abdomen: diagnostic performance and correlation of imaging findings with the definitive diagnosis. 301
Ultrassonografia versus tomografia computadorizada no abdome agudo: desempenho diagnóstico e correlação dos achados de imagem com o diagnóstico definitivo. 301

Complicaciones graves en cirugía neurológica de alta complejidad en pacientes pediátricos: revisión sistemática conforme a PRISMA 2020. 339
Serious complications in high-complexity neurological surgery in pediatric patients: a systematic review according to PRISMA 2020. 339
Complicações graves em cirurgia neurológica de alta complexidade em pacientes pediátricos: revisão sistemática conforme PRISMA 2020. 339

Seguridad oncológica de la toxina botulínica y los rellenos de ácido hialurónico en dermatología: implicaciones, respuestas inflamatorias y posibles asociaciones con procesos malignos. 378
Oncological safety of botulinum toxin and hyaluronic acid fillers in dermatology: implications, inflammatory responses, and possible associations with malignant processes. 378
Segurança oncológica da toxina botulínica e dos preenchedores de ácido hialurônico em dermatologia: implicações, respostas inflamatórias e possíveis associações com processos malignos. 378

Tecnoestrés laboral y agotamiento emocional en la era de la inteligencia artificial, nuevos desafíos para la seguridad y salud en el trabajo. 417
Workplace technostress and emotional exhaustion in the age of artificial intelligence: new challenges for occupational safety and health. 417
Tecnoestresse e exaustão emocional no trabalho na era da inteligência artificial: novos desafios para a segurança e saúde ocupacional. 417

Causas del uso excesivo de la IA en la educación superior, análisis desde una perspectiva académica y pedagógica. 456
Causes of excessive AI use in higher education: an analysis from an academic and pedagogical perspective. 456
Causas do uso excessivo de IA no ensino superior: análise sob uma perspectiva acadêmica e pedagógica 456

Síndrome Cardio Renal en Pacientes con Insuficiencia Cardiaca Prevención y Reducción de la mortalidad desde el ámbito de la medicina interna y cardiología. 495
Cardiorenal Syndrome in Patients with Heart Failure: Prevention and Reduction of Mortality from the Perspective of Internal Medicine and Cardiology. 495
Síndrome cardiorrenal em pacientes com insuficiência cardíaca: prevenção e redução da mortalidade sob a perspectiva da medicina interna e da cardiologia. 495

Complicaciones de los gases tóxicos en el desarrollo de la higiene industrial desde la perspectiva técnica de la salud y seguridad ocupacional. 529
Complications of toxic gases in the development of industrial hygiene from the technical perspective of occupational health and safety. 529
Complicações dos gases tóxicos no desenvolvimento da higiene industrial sob a perspectiva técnica da saúde e segurança ocupacional. 529

Validación por juicio de expertos de instrumentos para analizar el impacto de los factores económicos en la formación académica. 578
Expert-judgment validation of instruments for analyzing the impact of economic factors on academic education. 578
Validação por especialistas de instrumentos para analisar o impacto de fatores econômicos na educação acadêmica. 578

Integración de KPIs y Medidas de Rendimiento Definidas por la Gerencia (MPMs) bajo NIIF 18: diseño de un modelo multidimensional para la medición del desempeño estratégico empresarial. 592
Integration of KPIs and Management-Defined Performance Measures (MPMs) under IFRS 18: designing a multidimensional model for strategic business performance measurement. 592
Integração de KPIs e Medidas de Desempenho Definidas pela Administração (MPMs) sob a IFRS 18: desenho de um modelo multidimensional para mensuração do desempenho estratégico empresarial. 592

Uso de redes sociales, verificación informativa y cultura política en estudiantes de bachillerato de Loja, Ecuador. 630
Use of social networks, information verification and political culture among high school students in Loja, Ecuador. 630
Uso de redes sociais, verificação da informação e cultura política em estudantes do ensino médio de Loja, Equador. 630

Conocimiento y aplicación de la economía circular en Pymes de la provincia del Guayas: diagnóstico y propuesta de una guía práctica para su implementación. 646
Knowledge and application of the circular economy in SMEs in Guayas Province: diagnosis and proposal of a practical guide for its implementation. 646
Conhecimento e aplicação da economia circular em PMEs da província de Guayas: diagnóstico e proposta de um guia prático para sua implementação. 646

Prácticas sostenibles y competitividad percibida en microempresas de Ximena y Febres Cordero, Guayaquil. 675
Sustainable practices and perceived competitiveness in microenterprises of Ximena and Febres Cordero, Guayaquil. 675
Práticas sustentáveis e competitividade percebida em microempresas de Ximena e Febres Cordero, Guayaquil. 675

Microcontenidos de influencers y su influencia percibida en hábitos y aspiraciones juveniles en Guayaquil. 697
Influencer microcontent and its perceived influence on young people’s habits and aspirations in Guayaquil. 697
Microconteúdos de influenciadores e sua influência percebida nos hábitos e nas aspirações de jovens em Guayaquil. 697

Marketing de influencers y posicionamiento digital: implicaciones para marcas locales desde una revisión integrativa. 715
Influencer marketing and digital positioning: implications for local brands based on an integrative review. 715
Marketing de influenciadores e posicionamento digital: implicações para as marcas locais a partir de uma revisão integrativa. 715

Diseño de una herramienta web para el control de inventarios en pequeños negocios de Guayaquil. 736
Design of a web tool for inventory control in small businesses in Guayaquil. 736
Projeto de uma ferramenta web para o controle de estoques em pequenos negócios de Guayaquil. 736

Inteligencia artificial, integridad académica y regulación institucional: percepciones y marco normativo en educación superior de Guayaquil. 759
Artificial intelligence, academic integrity, and institutional regulation: perceptions and regulatory framework in higher education in Guayaquil. 759
Inteligência artificial, integridade acadêmica e regulação institucional: percepções e marco normativo no ensino superior de Guayaquil. 759

Tipicidad, calificación jurídica y prohibición de analogía en el Derecho Tributario ecuatoriano: límites interpretativos de la Administración frente a la configuración del hecho generador. 781
Tax typicity, legal characterization and the prohibition of analogy in Ecuadorian tax law: interpretative limits of the Administration in defining the taxable event. 781
Tipicidade, qualificação jurídica e proibição de analogia no Direito Tributário equatoriano: limites interpretativos da Administração na configuração do fato gerador. 781

Modelo integrado de valoración empresarial bajo NIIF y fiscalidad ecuatoriana: riesgo tributario, impuestos diferidos, valor razonable y Tax-Adjusted WACC en la creación de valor corporativo. 818
Integrated business valuation model under IFRS and Ecuadorian taxation: tax risk, deferred taxes, fair value and Tax-Adjusted WACC in corporate value creation. 818
Modelo integrado de avaliação empresarial sob as IFRS e a tributação equatoriana: risco tributário, tributos diferidos, valor justo e Tax-Adjusted WACC na criação de valor corporativo. 818

EDITORIAL
Para autores y lectores:

Es motivo de especial satisfacción presentar el séptimo número de la Revista Científica Ibero Research, correspondiente al Volumen 1, Número 7, septiembre–octubre de 2026, edición que reúne 38 artículos científicos distribuidos en dos partes, cuyos aportes reflejan la diversidad de enfoques teóricos y metodológicos presentes en la investigación contemporánea, reafirmando nuestro compromiso con la producción, evaluación y difusión del conocimiento científico, la cooperación académica iberoamericana y el fortalecimiento de una cultura investigativa sustentada en el rigor, la integridad y la responsabilidad social.

La presente edición consolida el carácter multidisciplinario de nuestra revista mediante investigaciones desarrolladas en las ciencias médicas, jurídicas, económicas, administrativas, educativas y tecnológicas, abordando problemáticas vinculadas con la fiscalización tributaria, la seguridad jurídica, la gestión empresarial, la valoración financiera y la transformación digital, cuyos resultados y propuestas contribuyen al análisis de los desafíos institucionales y organizacionales, proporcionando fundamentos académicos para la formulación de estrategias, el perfeccionamiento de procesos y la toma de decisiones sustentadas en evidencia científica.

En el ámbito de las ciencias médicas y de la salud, los estudios publicados examinan factores de riesgo, procedimientos diagnósticos, complicaciones clínicas y alternativas terapéuticas, mientras que las investigaciones relacionadas con la educación, la inteligencia artificial y la comunicación digital analizan las transformaciones que experimentan los procesos formativos y las dinámicas sociales, incorporando perspectivas sobre integridad académica, innovación tecnológica y responsabilidad profesional, asimismo, los trabajos sobre sostenibilidad, seguridad ocupacional y bienestar laboral amplían la reflexión científica hacia problemáticas de creciente relevancia social.

Los manuscritos incorporan revisiones sistemáticas, estudios documentales, análisis normativos, investigaciones descriptivas, propuestas metodológicas y reportes de caso, evidenciando la pluralidad de procedimientos empleados para la construcción del conocimiento, en este contexto, la evaluación por pares constituye un componente fundamental de nuestra política editorial, orientada a fortalecer la calidad académica, la consistencia metodológica y el cumplimiento de los principios éticos que rigen la comunicación científica.

Expresamos nuestro reconocimiento a los autores por la confianza depositada en nuestra institución, al Comité Editorial y a los evaluadores externos por su compromiso con el desarrollo de esta publicación, con este séptimo número, Revista Ibero Research reafirma su propósito de consolidarse como un espacio académico de alcance internacional, promoviendo la colaboración interdisciplinaria, el acceso abierto al conocimiento y la difusión de investigaciones que contribuyan al progreso científico, profesional y social de la comunidad iberoamericana.

Econ. Jimmy Fabrizio Reyes Pacheco
Editor General
Revista Ibero Research

editor@revistaiberoresearch.org
www.revistaiberoresearch.org

Inteligencia tributaria predictiva: diseño de un modelo integrado de KPI, OKR y objetivos SMART para anticipar el riesgo fiscal y transformar la gestión tributaria empresarial.

Predictive tax intelligence: design of an integrated KPI, OKR and SMART objectives model to anticipate fiscal risk and transform corporate tax management.

Inteligência tributária preditiva: desenho de um modelo integrado de KPI, OKR e objetivos SMART para antecipar o risco fiscal e transformar a gestão tributária empresarial.

Jonathan Eduardo López Poveda
Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador
info@lopezygomez.com
https://orcid.org/0009-0009-7058-4279

Nathalie Fernanda Gómez Suárez
Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador
gerencia@lopezygomez.com
https://orcid.org/0009-0002-2227-7599

Forma de citación en APA, séptima edición.

López, J., y Gómez, N. (2026). *Inteligencia tributaria predictiva: diseño de un modelo integrado de KPI, OKR y objetivos SMART para anticipar el riesgo fiscal y transformar la gestión tributaria empresarial.* Revista Ibero Research, 1(7), 1 – 40.

Fecha de presentación: 29/08/2026 **Fecha de aceptación:** 01/09/2026 **Fecha de publicación:** 02/09/2026

Resumen

La gestión tributaria empresarial enfrenta un entorno caracterizado por digitalización, mayor trazabilidad de operaciones y controles basados en datos, el objetivo consistió en diseñar un modelo integrado de KPI, OKR y objetivos SMART orientado a anticipar señales de riesgo fiscal y convertir la gestión tributaria reactiva en un sistema preventivo de decisión, la metodología correspondió a una revisión documental integrativa y a un diseño propositivo con análisis temático de literatura reciente, normativa y antecedentes sobre fiscalización digital, conciliación fiscal, indicadores de desempeño y gobernanza de datos, los resultados organizaron cinco dimensiones de riesgo, un índice compuesto de alerta, un catálogo de indicadores, bandas de escalamiento y una ruta de implementación que vincula metas verificables con resultados clave y evidencia documental, el modelo diferencia la alerta predictiva de la determinación jurídica y exige validación humana antes de cualquier consecuencia tributaria, se concluye que la integración propuesta fortalece trazabilidad, priorización, oportunidad de respuesta y alineación estratégica, aunque requiere calibración sectorial con datos empresariales antes de utilizarse para decisiones de alto impacto.

Palabras clave: cumplimiento; analítica empresarial; control preventivo; desempeño organizacional; trazabilidad.

Abstract

Corporate tax management operates in an environment shaped by digitalization, greater transaction traceability and data driven controls, the objective was to design an integrated KPI, OKR and SMART objectives model aimed at anticipating fiscal risk signals and transforming reactive tax management into a preventive decision system, the methodology consisted of an integrative documentary review and a propositional design based on thematic analysis of recent literature, regulations and prior work on digital tax auditing, tax reconciliation, performance indicators and data governance, the results organized five risk dimensions, a composite alert index, an indicator catalogue, escalation bands and an implementation roadmap linking verifiable goals with key results and documentary evidence, the model distinguishes predictive alerts from legal determinations and requires human validation before any tax consequence, it is concluded that the proposed integration strengthens traceability, prioritization, response timing and strategic alignment, although sector specific calibration with corporate data is required before high impact decisions are supported.

Keywords: compliance; business analytics; preventive control; organizational performance; traceability.

Resumo

A gestão tributária empresarial opera em um ambiente marcado pela digitalização, maior rastreabilidade das operações e controles baseados em dados, o objetivo consistiu em desenhar um modelo integrado de KPI, OKR e objetivos SMART orientado a antecipar sinais de risco fiscal e transformar uma gestão tributária reativa em um sistema preventivo de decisão, a metodologia correspondeu a uma revisão documental integrativa e a um desenho propositivo com análise temática de literatura recente, normas e antecedentes sobre fiscalização digital, conciliação fiscal, indicadores de desempenho e governança de dados, os resultados organizaram cinco dimensões de risco, um índice composto de alerta, um catálogo de indicadores, faixas de escalonamento e uma rota de implementação que vincula metas verificáveis a resultados chave e evidência documental, o modelo diferencia o alerta preditivo da determinação jurídica e exige validação humana antes de qualquer consequência tributária, conclui-se que a integração proposta fortalece rastreabilidade, priorização, oportunidade de resposta e alinhamento estratégico, embora exija calibração setorial com dados empresariais antes de apoiar decisões de alto impacto.

Palavras-chave: conformidade; analítica empresarial; controle preventivo; desempenho organizacional; rastreabilidade.

Introducción

La gestión tributaria empresarial dejó de depender exclusivamente de cierres periódicos y verificaciones posteriores, la expansión de la facturación electrónica, los cruces automatizados, las declaraciones en línea y los repositorios digitales incrementó la velocidad con que pueden identificarse diferencias, este escenario favorece una administración basada en evidencia, pero también expone a las organizaciones a contingencias que se forman antes del momento formal de declarar cuando la información operativa, contable y tributaria no mantiene coherencia suficiente.

La transformación digital de la administración tributaria ecuatoriana amplió la capacidad institucional para registrar operaciones, contrastar declaraciones y orientar controles preventivos, la evidencia disponible muestra que la trazabilidad y la disponibilidad temprana de información fortalecen la detección de inconsistencias, aunque el efecto sobre la evasión no puede atribuirse de manera exclusiva a la tecnología debido a reformas normativas, ciclo económico, informalidad, cultura tributaria y brechas de acceso digital (Alvia Del-Castillo y Mendoza-Fernández, 2021; López y Gómez, 2026a).

La fiscalización apoyada en datos modifica la temporalidad del riesgo porque una diferencia puede ser detectada cerca del momento en que se genera y no únicamente durante una auditoría posterior, esta capacidad institucional obliga a que la empresa adopte mecanismos equivalentes de anticipación, la ausencia de monitoreo continuo provoca que la respuesta interna permanezca concentrada en correcciones tardías, pagos no previstos, reconstrucción documental y justificaciones preparadas cuando la alerta externa ya produjo costos de cumplimiento.

El riesgo fiscal empresarial comprende la posibilidad de que una operación, registro, tratamiento, plazo, documento o interpretación genere diferencias tributarias con impacto económico o procedimental, su análisis no debe reducirse a la probabilidad de una sanción porque también incluye efectos sobre liquidez, reputación, carga administrativa, continuidad operativa y confiabilidad de la información financiera, por esta razón la prevención requiere señales que conecten procesos cotidianos con consecuencias fiscales potenciales.

La conciliación tributaria demuestra que el riesgo puede surgir aun cuando la tarifa legal permanezca estable, gastos no deducibles, ingresos exentos, pérdidas, diferencias temporarias e impuesto diferido modifican la relación entre resultado contable y base imponible, una matriz mensual de conciliación y la trazabilidad de cada diferencia favorecen previsibilidad de caja y control preventivo, por lo tanto constituyen entradas naturales para un sistema de inteligencia tributaria predictiva (López y Gómez, 2026b).

Los sistemas de indicadores ofrecen una base para transformar datos dispersos en señales interpretables, la gestión basada en KPI permite monitorear variables críticas y relacionarlas con objetivos organizacionales, la experiencia documentada en gestión empresarial muestra que la ausencia de tableros centralizados mantiene decisiones apoyadas en información fragmentada y limita la identificación oportuna de desviaciones, mientras una estructura común de seguimiento favorece control, coordinación y mejora continua (Vargas et al, 2026; Vecino Rondón et al, 2023).

Un KPI aislado no constituye una estrategia porque puede medir un resultado sin explicar su prioridad, su horizonte temporal o su relación con una decisión, del mismo modo un objetivo amplio puede carecer de utilidad operativa cuando no incorpora criterios verificables, esta brecha justifica integrar tres capas complementarias, objetivos SMART para precisar qué resultado se busca, OKR para organizar aspiración y

resultados clave, y KPI para vigilar comportamiento continuo mediante métricas estables.

Los objetivos SMART aportan especificidad, medición, factibilidad, relevancia y delimitación temporal, dentro de la gestión tributaria su utilidad consiste en convertir propósitos generales como mejorar el cumplimiento en compromisos verificables relacionados con cierres, conciliaciones, documentación, correcciones y respuesta a alertas, la formulación precisa evita que una mejora sea declarada únicamente por percepción y permite definir qué evidencia demostrará el cumplimiento del objetivo dentro del periodo establecido.

Los OKR cumplen una función distinta porque articulan un objetivo cualitativo con resultados clave cuantificables, esta estructura resulta útil cuando la organización necesita movilizar áreas diferentes alrededor de una prioridad tributaria común, contabilidad, finanzas, compras, ventas, tecnología y asesoría fiscal pueden contribuir a un mismo objetivo mediante resultados verificables, sin convertir cada indicador operativo en una meta estratégica independiente ni confundir actividad con resultado.

Los KPI representan la capa de observación continua, su valor predictivo depende de que registren variables adelantadas y no solamente resultados consumados, una multa pagada describe una consecuencia pasada, mientras el porcentaje de comprobantes con inconsistencias, la antigüedad de partidas sin soporte, la variación de tasa efectiva, el número de vencimientos próximos o la proporción de diferencias sin explicación pueden advertir condiciones que preceden una contingencia y permiten intervención temprana.

La inteligencia tributaria predictiva se entiende como una arquitectura de gestión que integra información, reglas, métricas y decisiones para anticipar desviaciones relevantes antes de que se consoliden como contingencias, el término predictivo no implica

necesariamente aprendizaje automático ni una afirmación de causalidad, dentro de este estudio se utiliza para describir la capacidad de combinar señales antecedentes, umbrales, tendencias y prioridades con el fin de orientar revisiones preventivas y asignar recursos de control.

La dimensión predictiva exige cautela porque una alerta estadística no equivale a un incumplimiento, el documento previo sobre fiscalización digital advierte que los datos masivos facilitan identificar operaciones e inconsistencias pero una diferencia detectada puede responder a errores, desfases temporales u operaciones justificadas, por esta razón la automatización debe apoyar la fiscalización y no sustituir el análisis jurídico individual, principio trasladable a la gestión empresarial interna (López Poveda, 2026).

La protección de datos incorpora una segunda condición de diseño, un modelo interno puede manejar información de facturación, pagos, contratos, empleados, proveedores y clientes, por lo tanto la utilidad analítica debe coexistir con principios de finalidad, proporcionalidad, calidad y seguridad, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales establece obligaciones que justifican limitar accesos, conservar evidencia de tratamiento y definir responsables antes de escalar un sistema predictivo (Asamblea Nacional del Ecuador, 2021).

La literatura reciente sobre administración tributaria digital también destaca transparencia, revisión humana y trazabilidad como elementos de gobernanza, estos principios son relevantes incluso cuando el modelo funciona dentro de una empresa porque una alerta puede desencadenar correcciones, provisiones, retenciones de pago o investigaciones internas, la capacidad de reconstruir qué datos originaron la señal y qué validación se aplicó reduce decisiones automáticas basadas en información incompleta o desactualizada.

La problemática central se ubica en la fragmentación entre estrategia, medición y prevención, una organización puede disponer de KPI contables sin objetivos tributarios explícitos, puede formular metas fiscales sin resultados clave y puede mantener controles sin reglas de escalamiento, esta desconexión limita la anticipación porque cada herramienta opera de forma separada y la información no recorre una secuencia consistente desde la señal operativa hasta la decisión preventiva.

La relevancia del estudio se relaciona con la necesidad de transformar la gestión tributaria desde una lógica de cumplimiento al vencimiento hacia una lógica de vigilancia continua, la integración permite priorizar riesgos por materialidad y probabilidad, asignar responsables, definir tiempos de respuesta y documentar la evolución de las alertas, además favorece una conversación común entre áreas que tradicionalmente utilizan indicadores financieros, operativos y legales con criterios diferentes.

El aporte científico propuesto consiste en una arquitectura que vincula nivel estratégico, nivel táctico y nivel operativo mediante una cadena de trazabilidad, el objetivo SMART delimita la condición deseada, el OKR traduce esa dirección en resultados verificables, el KPI mide comportamiento, el índice de riesgo agrega señales, el umbral activa una respuesta y la evidencia de cierre documenta si la causa fue corregida, descartada o escalada para análisis especializado.

El objetivo general consiste en diseñar un modelo integrado de KPI, OKR y objetivos SMART para anticipar el riesgo fiscal y transformar la gestión tributaria empresarial, los objetivos específicos comprenden identificar dimensiones de riesgo susceptibles de monitoreo, estructurar indicadores adelantados y rezagados, establecer una lógica de agregación y escalamiento, vincular metas estratégicas con resultados clave y definir una ruta de implementación con controles de trazabilidad y revisión humana.

La hipótesis de diseño sostiene que una arquitectura integrada de objetivos, resultados clave e indicadores permite mejorar la capacidad de anticipación fiscal frente a esquemas fragmentados de seguimiento, debido a que la conexión entre metas, señales, umbrales y responsables reduce el tiempo entre la aparición de una desviación y su revisión, esta proposición requiere validación posterior con datos empresariales longitudinales antes de atribuir efectos causales sobre sanciones, costos o cumplimiento efectivo.

Metodología

La investigación se desarrolló mediante un enfoque cualitativo con componente cuantitativo de diseño, el núcleo cualitativo correspondió a la revisión temática de literatura, normativa y antecedentes sobre gestión tributaria digital, conciliación fiscal, indicadores de desempeño, control preventivo y gobernanza de datos, el componente cuantitativo se limitó a escalas, ponderaciones y umbrales propuestos para representar el funcionamiento del modelo sin presentarlos como mediciones observadas en una empresa real.

El tipo de investigación fue documental, descriptivo y propositivo, la fase documental permitió reunir conceptos y antecedentes pertinentes, la fase descriptiva organizó riesgos, señales y mecanismos de control, la fase propositiva integró objetivos SMART, OKR y KPI dentro de una arquitectura única de gestión, el diseño fue no experimental y transversal porque no se manipuló información empresarial ni se observaron cambios antes y después de una intervención.

La revisión se cerró al treinta y uno de agosto de dos mil veintiséis, se priorizaron fuentes publicadas entre dos mil veintiuno y dos mil veintiséis para mantener

correspondencia con la exigencia de actualidad bibliográfica, se admitieron normas vigentes de fecha anterior cuando su inclusión resultó indispensable para describir el marco jurídico aplicable, aunque las referencias académicas del cuerpo principal se concentraron en el periodo reciente.

La población documental estuvo compuesta por normativa ecuatoriana, documentos institucionales y literatura académica relacionada con cumplimiento tributario, digitalización, facturación electrónica, conciliación, diferencias contables y fiscales, gestión del desempeño y gobernanza de inteligencia artificial, la muestra analítica se estructuró con veinte fuentes principales seleccionadas por pertinencia temática, actualidad, trazabilidad y capacidad para aportar categorías vinculadas con el modelo.

Los criterios de inclusión exigieron relación directa con al menos una dimensión del estudio, disponibilidad de información suficiente para identificar propósito y hallazgos, publicación dentro del periodo definido cuando se trató de literatura científica y posibilidad de vincular el contenido con control preventivo, riesgo fiscal, medición de desempeño o gobernanza, se excluyeron materiales comerciales, opiniones sin respaldo identificable y textos sin conexión verificable con la arquitectura propuesta.

La técnica principal fue el análisis documental, se utilizó una matriz de extracción con categorías de riesgo, señal, temporalidad, fuente de datos, responsable, evidencia, decisión y mecanismo de revisión, esta matriz permitió comparar contribuciones heterogéneas sin convertir diferencias conceptuales en equivalencias automáticas, además facilitó distinguir indicadores que describen consecuencias pasadas de aquellos que pueden actuar como señales adelantadas dentro de un proceso tributario.

El diseño del modelo se ejecutó en cinco etapas secuenciales, primero se delimitaron dimensiones de riesgo fiscal empresarial, después se identificaron variables observables, luego se formularon objetivos SMART y resultados clave compatibles con cada

dimensión, posteriormente se definieron KPI con reglas de cálculo y umbrales, finalmente se estableció una lógica de agregación, clasificación, escalamiento y cierre documental para cada alerta generada.

La selección de las cinco dimensiones respondió a su presencia recurrente en los antecedentes revisados y a su utilidad para organizar fuentes internas de información, cumplimiento formal, conciliación fiscal, soporte documental, liquidez tributaria y calidad de datos representan espacios en los que una desviación puede detectarse antes de una consecuencia definitiva, la clasificación no pretende agotar todas las formas de riesgo y puede ampliarse en aplicaciones sectoriales posteriores.

La ponderación del índice compuesto se diseñó como una propuesta inicial y no como una estimación estadística, cumplimiento formal recibió treinta por ciento, conciliación fiscal veinticinco por ciento, soporte documental veinte por ciento, liquidez tributaria quince por ciento y calidad de datos diez por ciento, la asignación priorizó proximidad con obligaciones y materialidad operativa, cada peso deberá recalibrarse mediante historia de incidentes, juicio experto y validación sectorial antes de uso productivo.

Cada KPI se normalizó conceptualmente en una escala de cero a cien para permitir agregación, cuando un valor elevado representó mayor riesgo se propuso transformación directa respecto del umbral de tolerancia, cuando un valor elevado representó mejor desempeño se planteó una transformación inversa, la aplicación informática deberá documentar la fórmula específica de cada indicador y conservar el valor original para evitar que la normalización oculte el dato que originó una alerta.

El índice predictivo de riesgo fiscal se definió mediante la suma ponderada de los puntajes normalizados de las cinco dimensiones, la expresión general corresponde a IPRF igual a cero coma treinta por cumplimiento formal más cero coma veinticinco por conciliación fiscal más cero coma veinte por soporte documental más cero coma quince

por liquidez tributaria más cero coma diez por calidad de datos, la fórmula funciona como arquitectura propuesta y requiere validación empírica.

Las bandas de clasificación se establecieron en cuatro niveles, bajo de cero a veinticuatro, moderado de veinticinco a cuarenta y nueve, alto de cincuenta a setenta y cuatro y crítico de setenta y cinco a cien, estas bandas permiten organizar prioridades de revisión pero no representan probabilidades de sanción ni niveles jurídicos de incumplimiento, su función consiste en ordenar atención interna y activar tiempos de respuesta proporcionales a la intensidad de las señales acumuladas.

Los objetivos SMART se formularon en relación con resultados verificables y horizontes definidos, cada objetivo incluyó condición esperada, métrica, umbral, responsable y fecha de evaluación, esta estructura se conectó con OKR trimestrales o semestrales para evitar que el seguimiento se reduzca a una lista extensa de métricas, los resultados clave se diseñaron como cambios observables que reflejan progreso hacia el objetivo y no como actividades administrativas sin resultado medible.

Los KPI se clasificaron como adelantados, contemporáneos o rezagados, los adelantados incluyen vencimientos próximos, soportes faltantes, partidas sin conciliación y anomalías de datos, los contemporáneos incluyen cumplimiento de cronogramas y avance de revisiones, los rezagados incluyen rectificatorias, intereses, sanciones y ajustes consumados, la prioridad predictiva se asignó a las primeras dos categorías porque ofrecen mayor margen para intervención antes del efecto final.

El procedimiento de validación conceptual utilizó consistencia interna entre objetivo, resultado clave, indicador y respuesta, un KPI se consideró pertinente cuando su desviación podía asociarse con una acción concreta y con evidencia de cierre, se descartó la incorporación de métricas que no modificaran una decisión o que duplicaran

información sin aportar anticipación, este criterio buscó evitar tableros saturados que aumenten carga administrativa sin mejorar la calidad del control.

El análisis de resultados se desarrolló mediante síntesis narrativa y representación estructurada, las tablas presentan arquitectura, indicadores, bandas y ruta de implementación, los gráficos muestran ponderaciones, niveles de riesgo, madurez esperada y tiempos de respuesta, los valores representados corresponden al diseño propuesto y se identifican expresamente como parámetros iniciales, por lo tanto no deben interpretarse como estadísticas observadas ni como resultados de una muestra empresarial.

Las consideraciones éticas se concentraron en integridad de fuentes, tratamiento responsable de datos y prevención de automatización decisoria, no se recopilaron datos personales ni información confidencial de empresas, el modelo incorpora revisión humana obligatoria ante alertas altas o críticas y exige conservar evidencia sobre origen, fecha, transformación y validación de cada dato, esta condición reduce el riesgo de convertir errores de calidad en consecuencias organizacionales injustificadas.

La principal limitación metodológica corresponde a la ausencia de una base empresarial longitudinal para estimar sensibilidad, especificidad, falsos positivos y capacidad predictiva real, por esta razón el término predictivo describe una finalidad de anticipación sustentada en indicadores antecedentes y no el desempeño validado de un algoritmo, la etapa siguiente deberá utilizar datos históricos anonimizados para comparar incidentes observados con señales previas y ajustar pesos, umbrales y reglas de escalamiento.

Resultados

Los resultados se organizaron como una arquitectura de gestión preventiva y no como evidencia de impacto causal, la integración produjo una cadena que conecta objetivo SMART, OKR, KPI, índice de riesgo, nivel de alerta, responsable, acción y evidencia de cierre, esta secuencia permite que una señal tributaria mantenga relación explícita con una prioridad estratégica y evita que el tablero opere como repositorio de métricas sin criterio de decisión.

La primera salida del diseño fue la definición de una capa estratégica común, un objetivo tributario debe expresar una condición deseada con horizonte temporal y criterio de éxito, el OKR descompone esa condición en resultados clave y los KPI observan variables que pueden acelerar o comprometer su cumplimiento, la integración permite diferenciar metas de indicadores y mantiene una relación trazable entre la dirección estratégica y la operación diaria.

La Tabla 1 introduce la arquitectura funcional del modelo integrado y muestra cómo cada herramienta conserva una función diferenciada dentro del sistema, la lectura conjunta permite identificar que SMART define el resultado deseado, OKR organiza el avance estratégico y KPI mantiene observación continua, mientras el índice compuesto agrega señales para activar respuestas proporcionales sin sustituir la validación técnica o jurídica.

Tabla 1. Arquitectura funcional del modelo integrado SMART–OKR–KPI

Componente	Ejemplo tributario	Función	Evidencia
Objetivo SMART	Reducir diferencias tributarias no explicadas al cierre mensual por debajo del umbral interno dentro de seis meses	Resultado deseado, plazo y criterio verificable	Acta de aprobación del objetivo
OKR	Fortalecer la confiabilidad tributaria del cierre mensual	Alineación estratégica entre áreas	Registro trimestral de resultados clave

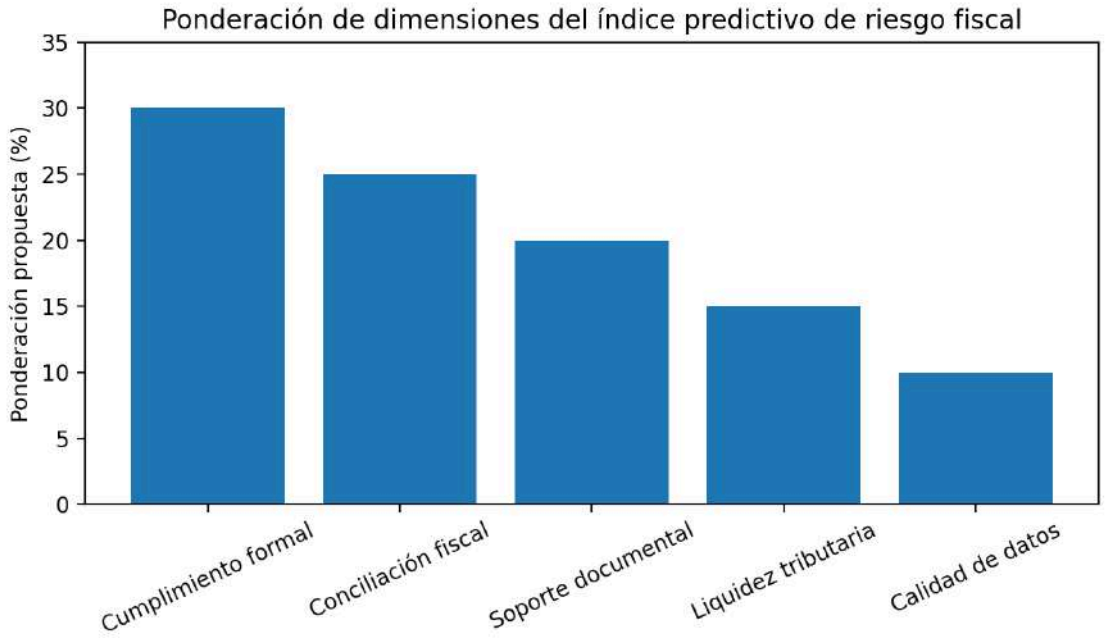
Componente	Ejemplo tributario	Función	Evidencia
KR 1	Conciliar al menos 98 % de partidas tributarias antes del quinto día hábil	Resultado clave cuantificable	Reporte de conciliación
KR 2	Resolver el 90 % de alertas altas dentro de cinco días	Velocidad de respuesta	Bitácora de alertas
KPI	Porcentaje de partidas sin conciliación, soportes faltantes, vencimientos próximos, variación de tasa efectiva	Medición continua	Dashboard y fuente original
Índice de riesgo	Agregación ponderada de cinco dimensiones en escala 0–100	Priorización preventiva	Matriz de cálculo y versión de reglas
Respuesta	Revisión, corrección, documentación, escalamiento o descarte justificado	Tratamiento proporcional	Ticket de cierre y responsable

Nota. Elaboración propia a partir del análisis documental, los ejemplos representan una estructura de diseño y deben adaptarse al contexto, materialidad, periodicidad y normativa aplicable de cada organización.

El análisis de la Tabla 1 confirma que la utilidad surge de la conexión entre niveles y no de la presencia aislada de herramientas, un KPI puede mantenerse estable y aun así ser irrelevante si no se vincula con un objetivo, un OKR puede mostrar avance aparente si sus resultados clave miden actividades en lugar de efectos, la cadena propuesta exige que toda métrica tenga una decisión asociada y que toda alerta finalice con evidencia verificable.

El Gráfico 1 presenta la ponderación inicial de las cinco dimensiones utilizadas para construir el índice predictivo de riesgo fiscal, la distribución busca concentrar mayor importancia en señales directamente vinculadas con obligaciones y conciliaciones, mientras soporte, liquidez y calidad de datos actúan como dimensiones complementarias, los porcentajes son parámetros metodológicos propuestos y no coeficientes estimados mediante una muestra empírica.

Gráfico 1. Ponderación de dimensiones del índice predictivo de riesgo fiscal



Nota. Elaboración propia, ponderaciones iniciales sujetas a calibración con evidencia histórica empresarial.

El análisis del Gráfico 1 muestra una estructura deliberadamente diversificada, cumplimiento formal y conciliación fiscal reúnen cincuenta y cinco por ciento del índice porque concentran señales cercanas a declaraciones, plazos y determinación de bases, soporte documental aporta veinte por ciento por su influencia sobre deducibilidad y defensa, liquidez añade quince por ciento y calidad de datos diez por ciento, esta distribución evita que una única métrica domine el resultado total.

La dimensión de cumplimiento formal reúne puntualidad, integridad de declaraciones, consistencia de anexos y proximidad de vencimientos, su función predictiva se concentra en detectar cargas acumuladas antes de la fecha límite y no solamente registrar atrasos consumados, un calendario integrado con semáforos de evidencia puede anticipar obligaciones cuya preparación depende de información todavía incompleta y asignar responsables antes de que la presión temporal reduzca la calidad de revisión.

La dimensión de conciliación fiscal observa diferencias entre registros contables, bases tributarias y declaraciones, su relevancia se apoya en la evidencia sobre gastos no deducibles, ingresos exentos, pérdidas y diferencias temporarias que modifican la carga efectiva, el monitoreo mensual permite identificar variaciones atípicas y documentar su causa durante el periodo en que se produce, en lugar de reconstruir explicaciones al cierre anual cuando la trazabilidad puede haberse deteriorado.

La dimensión de soporte documental mide suficiencia, antigüedad y completitud de evidencias relacionadas con operaciones de efecto fiscal, contratos, comprobantes, retenciones, autorizaciones y respaldos deben asociarse con transacciones identificables, un porcentaje creciente de partidas sin soporte constituye una señal adelantada porque la consecuencia fiscal puede todavía no haberse materializado, pero la capacidad de defender el tratamiento disminuye a medida que la documentación permanece dispersa o incompleta.

La dimensión de liquidez tributaria observa capacidad de pago, concentración de vencimientos, desviación entre provisión y obligación estimada y variaciones de flujo asociadas con tributos, esta dimensión no sustituye tesorería ni convierte dificultades financieras en incumplimiento, su propósito consiste en anticipar tensiones que podrían afectar la oportunidad del pago o exigir decisiones de caja, por lo tanto debe leerse junto con materialidad, calendario y opciones legales disponibles.

La dimensión de calidad de datos controla duplicidades, campos incompletos, inconsistencias entre sistemas, desfases de actualización y cambios no autorizados, la transformación digital incrementa dependencia de fuentes electrónicas y por ello amplifica el impacto de errores pequeños cuando se replican entre contabilidad, facturación y declaraciones, un modelo predictivo confiable necesita conocer la

procedencia del dato y mantener capacidad para corregirlo antes de que una regla automatizada genere una alerta.

La combinación de dimensiones permite distinguir causas diferentes que pueden producir una señal similar, una variación de impuesto estimado puede originarse en una diferencia fiscal legítima, un dato duplicado, una provisión incompleta o una transacción sin soporte, el índice compuesto sirve para priorizar revisión pero el diagnóstico exige regresar a los indicadores originales y a la evidencia de detalle, esta trazabilidad evita interpretar el puntaje agregado como explicación suficiente del problema.

La Tabla 2 presenta un catálogo mínimo de KPI tributarios organizado por señal, fórmula y criterio de alerta, la selección privilegia indicadores accionables y combina variables adelantadas con resultados contemporáneos, los umbrales se expresan como referencias de diseño para demostrar el funcionamiento del modelo y requieren adaptación según sector, tamaño, calendario fiscal, volumen transaccional y tolerancia de riesgo definida por la organización.

Tabla 2. Catálogo mínimo de KPI para inteligencia tributaria predictiva

Dimensión	KPI	Fórmula	Umbral inicial	Frecuencia
Cumplimiento	Obligaciones próximas sin expediente completo	Obligaciones incompletas / obligaciones próximas × 100	>10 %	Semanal
Cumplimiento	Declaraciones presentadas fuera de plazo	Declaraciones tardías / total × 100	>0 %	Mensual
Conciliación	Partidas tributarias sin conciliación	Partidas abiertas / partidas revisadas × 100	>5 %	Mensual
Conciliación	Variación no explicada de tasa efectiva	Diferencia entre tasa efectiva actual y referencia interna	>3 puntos	Mensual
Soporte	Operaciones materiales sin soporte suficiente	Operaciones sin soporte / operaciones materiales × 100	>2 %	Semanal

Dimensión	KPI	Fórmula	Umbral inicial	Frecuencia
Soporte	Antigüedad de partidas sin evidencia	Días promedio desde registro sin soporte	>15 días	Semanal
Liquidez	Cobertura de obligaciones fiscales próximas	Caja disponible asignable / tributos próximos	<1,2	Semanal
Liquidez	Desviación provisión versus obligación estimada	Diferencia absoluta / obligación estimada × 100	>10 %	Mensual
Datos	Registros con inconsistencias entre sistemas	Registros inconsistentes / registros cruzados × 100	>1 %	Diaria
Datos	Datos maestros incompletos con efecto fiscal	Registros incompletos / total revisado × 100	>1 %	Semanal
Respuesta	Alertas altas vencidas	Alertas altas fuera de SLA / alertas altas × 100	>5 %	Semanal
Respuesta	Alertas reabiertas	Alertas reabiertas / alertas cerradas × 100	>10 %	Mensual

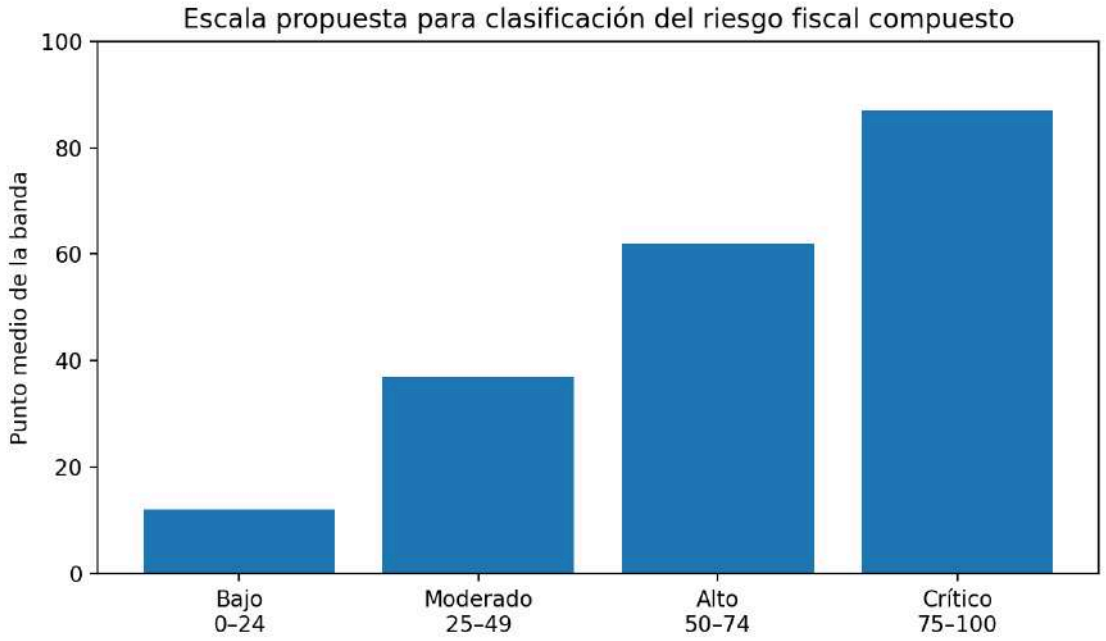
Nota. Elaboración propia, los umbrales son parámetros demostrativos y no valores normativos ni estadísticas observadas, la implementación debe calibrarlos con historia de incidentes, materialidad y criterio profesional.

El análisis de la Tabla 2 evidencia que la anticipación depende de observar condiciones previas al incumplimiento, vencimientos sin expediente completo, partidas abiertas y soportes pendientes ofrecen margen de corrección antes de una declaración o revisión, los indicadores rezagados continúan siendo necesarios para evaluar efectividad del sistema, pero su función principal consiste en retroalimentar la calibración y no en activar por sí solos una gestión preventiva.

El Gráfico 2 representa las cuatro bandas propuestas para clasificar el índice compuesto, la escala transforma un conjunto heterogéneo de señales en una prioridad común y permite asociar cada banda con protocolos diferentes, la clasificación no expresa culpabilidad, probabilidad jurídica de sanción ni materialidad económica automática, su

finalidad consiste en ordenar atención interna y reducir el tiempo de respuesta cuando varias señales convergen.

Gráfico 2. Escala propuesta para clasificación del riesgo fiscal compuesto



Nota. Elaboración propia, bandas de priorización interna en escala de cero a cien, sujetas a validación y calibración.

El análisis del Gráfico 2 indica una lógica de escalamiento progresivo, el nivel bajo mantiene monitoreo ordinario, el moderado exige revisión del responsable del proceso, el alto incorpora validación tributaria especializada y el crítico requiere intervención prioritaria con documentación de causa y decisión, esta estructura permite diferenciar la intensidad de respuesta sin convertir cualquier desviación en contingencia y favorece una asignación de recursos proporcional al conjunto de señales observadas.

La capa OKR se diseñó para reducir fragmentación entre áreas, un objetivo como fortalecer la confiabilidad del cierre tributario puede contener resultados clave sobre conciliación, documentación, respuesta y calidad de datos, cada resultado clave se alimenta de varios KPI pero conserva una medida de logro propia, esta arquitectura

impide que el éxito se defina por la simple ejecución de actividades y obliga a demostrar cambios verificables en la condición tributaria que motivó el objetivo.

La relación entre KPI y resultados clave se diseñó bajo una regla de causalidad operativa prudente, un indicador no se presenta como causa demostrada del riesgo sino como señal que puede apoyar una explicación cuando se combina con evidencia, esta distinción resulta relevante porque un soporte pendiente puede resolverse sin consecuencia, una variación de tasa efectiva puede ser legítima y una inconsistencia de datos puede provenir de un error técnico, por lo tanto toda alerta conserva una etapa obligatoria de validación.

El modelo incorpora un registro de alertas con identificador, fecha, indicador de origen, valor observado, umbral, dimensión, nivel compuesto, responsable, acción, evidencia y fecha de cierre, esta bitácora crea memoria institucional y permite analizar reincidencias, falsos positivos y tiempos de resolución, además ofrece una base para recalibrar reglas cuando un indicador genera demasiadas alertas sin efecto o cuando una contingencia aparece sin señales suficientes en el sistema.

La trazabilidad se extiende a las versiones del modelo, toda modificación de ponderaciones, umbrales o fórmulas debe registrar fecha, motivo, aprobador y efecto esperado, la conservación de versiones resulta necesaria porque un cambio puede alterar la clasificación histórica de las mismas operaciones, sin este control la organización podría perder capacidad para explicar por qué una alerta fue considerada moderada en un periodo y alta en otro aun cuando los datos originales permanezcan iguales.

La revisión humana se definió como requisito para alertas altas y críticas, la validación debe verificar calidad del dato, materialidad, contexto contractual, tratamiento contable, norma aplicable y posibilidad de diferencia temporal legítima, una aceptación automática del puntaje no cumple la función de control porque transforma una

herramienta de priorización en una decisión no explicada, el responsable conserva capacidad y obligación de apartarse del resultado cuando la evidencia lo justifique.

La gobernanza del modelo asigna funciones diferenciadas, el área tributaria define reglas y criterios, contabilidad asegura conciliación y trazabilidad, tecnología mantiene integridad y disponibilidad de datos, finanzas incorpora liquidez y materialidad, auditoría interna evalúa diseño y funcionamiento, mientras la dirección aprueba objetivos y tolerancias, esta distribución reduce dependencia de una sola unidad y permite que la calidad del sistema sea evaluada desde perspectivas complementarias.

El tablero propuesto separa tres horizontes de visualización, la vista operativa muestra alertas, vencimientos y soportes, la vista táctica presenta resultados clave y tendencias por dimensión, la vista estratégica resume objetivos, índice compuesto y evolución de exposición, esta separación evita sobrecargar a la dirección con detalles transaccionales y al mismo tiempo conserva capacidad de profundizar desde un resultado agregado hasta el dato que originó la señal.

La novedad operativa se concentra en la continuidad entre planeación y alerta, los sistemas tradicionales de KPI suelen medir desempeño sin incorporar necesariamente una ruta de decisión tributaria, mientras los marcos de objetivos pueden carecer de señales tempranas, la arquitectura integrada convierte cada resultado clave en un nodo que recibe información de indicadores y cada desviación relevante en una acción con plazo, responsable y evidencia de cierre, formando un circuito completo de aprendizaje.

La Tabla 3 sintetiza la lógica de clasificación y respuesta del índice compuesto, las bandas incorporan una acción mínima, un responsable principal y una expectativa de evidencia, el propósito consiste en impedir que el nivel de riesgo se limite a un color de tablero, cada categoría debe activar una conducta concreta y dejar registro suficiente para evaluar posteriormente si el procedimiento fue oportuno y proporcional.

Tabla 3. Bandas de riesgo y protocolo de escalamiento

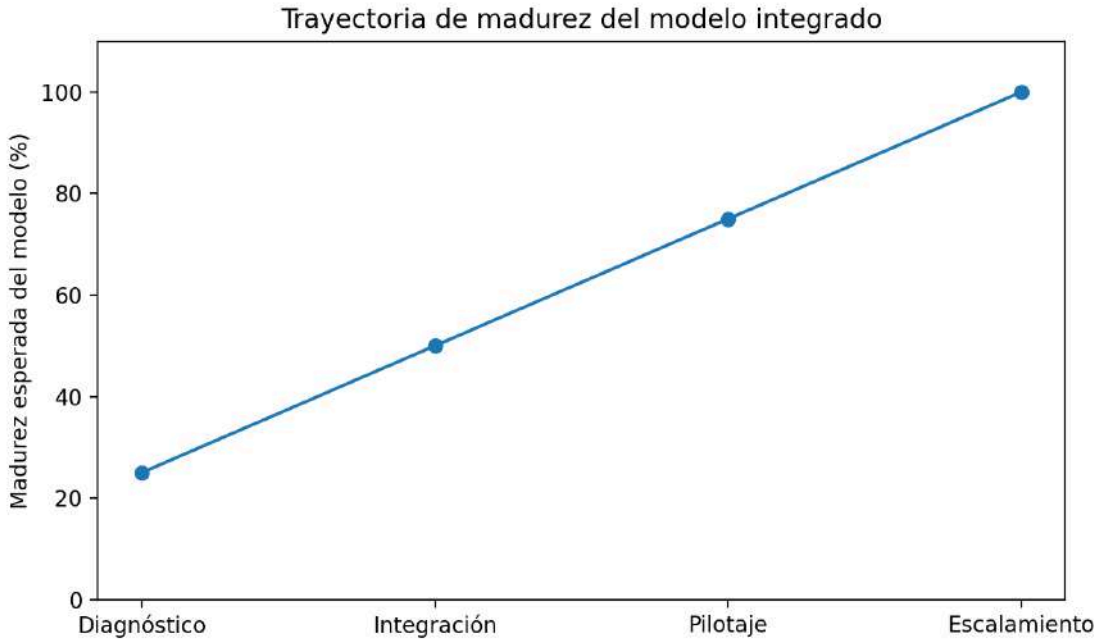
Nivel	Rango	Respuesta mínima	Responsable	Evidencia de cierre
Bajo	0–24	Monitoreo ordinario y revisión en ciclo regular	Responsable del proceso	Dashboard actualizado y revisión periódica
Moderado	25–49	Validación de causa y plan correctivo simple	Responsable + tributación	Ticket de análisis y fecha compromiso
Alto	50–74	Revisión especializada, cuantificación de exposición y corrección prioritaria	Tributación + contabilidad + finanzas	Memorando de análisis, soporte y cierre en máximo 5 días
Crítico	75–100	Escalamiento inmediato, contención, revisión jurídica y decisión directiva	Comité tributario o equivalente	Expediente completo, decisión motivada y seguimiento diario

Nota. Elaboración propia, la clasificación corresponde a una herramienta interna de priorización y no reemplaza la evaluación jurídica, contable o financiera del hecho observado.

El análisis de la Tabla 3 muestra que la madurez del sistema depende de asociar intensidad con evidencia y no únicamente con velocidad, un nivel crítico exige respuesta rápida pero también mayor profundidad documental, la proporcionalidad evita dos extremos, ignorar señales que requieren intervención o convertir desviaciones menores en procesos costosos, el criterio final debe considerar materialidad, recurrencia, calidad del dato y proximidad de una obligación o fiscalización.

El Gráfico 3 presenta una trayectoria de madurez esperada distribuida en cuatro etapas de implementación, la representación no describe un crecimiento empírico sino una meta de despliegue progresivo, cada fase añade capacidades nuevas y reduce el riesgo de intentar automatizar alertas antes de disponer de datos consistentes, reglas aprobadas y responsables capaces de interpretar los resultados generados.

Gráfico 3. Trayectoria de madurez del modelo integrado



Nota. Elaboración propia, progresión conceptual de madurez por fase de implementación, los porcentajes representan metas de diseño y no mediciones observadas.

El análisis del Gráfico 3 destaca que la automatización debe ubicarse después del diagnóstico y la integración, la primera fase identifica fuentes, responsables y brechas, la segunda conecta datos y define indicadores, el pilotaje valida umbrales y protocolos, el escalamiento incorpora gobierno, auditoría y mejora continua, esta secuencia disminuye el riesgo de construir un tablero técnicamente avanzado sobre registros incompletos o criterios tributarios no documentados.

La Tabla 4 desarrolla la ruta de implementación y vincula cada fase con productos verificables, la planificación propone un avance acumulativo donde ningún componente se considera completo por la sola instalación de una herramienta tecnológica, la evidencia de madurez se concentra en inventarios, reglas, pruebas, bitácoras, revisiones y decisiones que permitan demostrar cómo funciona el modelo bajo condiciones reales de operación.

Tabla 4. Ruta de implementación del modelo integrado

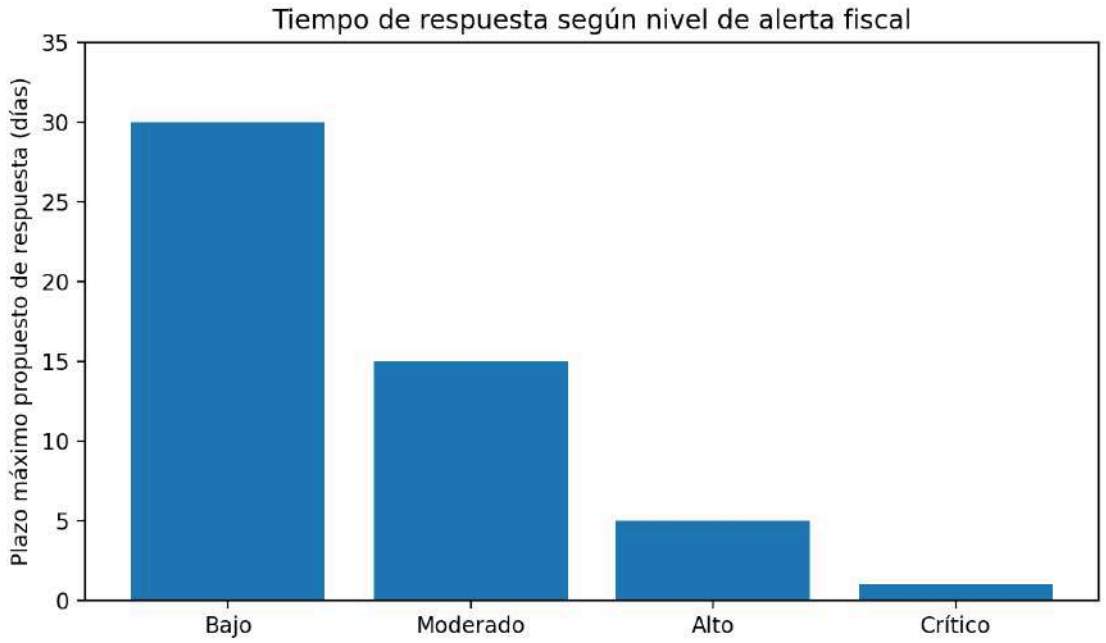
Fase	Objetivo	Productos	Criterio de avance	Control clave
1. Diagnóstico	Inventariar obligaciones, fuentes, controles e incidentes	Mapa de procesos, catálogo de datos, matriz de riesgos	100 % de procesos críticos inventariados	No automatizar decisiones
2. Integración	Conectar SMART, OKR y KPI con responsables	Diccionario de indicadores, objetivos aprobados, dashboard mínimo	100 % de KPI con fórmula, fuente y dueño	Control de calidad de datos
3. Pilotaje	Validar alertas y tiempos de respuesta	Bitácora de alertas, análisis de falsos positivos, ajustes de umbrales	≥90 % de alertas altas revisadas dentro del SLA	Revisión humana obligatoria
4. Escalamiento	Institucionalizar gobierno y mejora continua	Comité, auditoría, versionado, reporte de desempeño	Revisión trimestral de reglas y objetivos	Auditoría independiente del modelo

Nota. Elaboración propia, la secuencia puede ajustarse a la estructura de cada organización, pero mantiene como condición la validación previa de datos y reglas antes del escalamiento automatizado.

El análisis de la Tabla 4 evidencia que el modelo requiere gobierno y disciplina documental además de tecnología, el diagnóstico previene automatizar procesos desconocidos, la integración crea definiciones comunes, el pilotaje permite identificar reglas poco útiles y el escalamiento convierte el aprendizaje en política estable, esta secuencia favorece una transformación gradual de la gestión tributaria y reduce el riesgo de interpretar un dashboard como solución suficiente sin cambios en responsabilidades y procedimientos.

El Gráfico 4 relaciona el nivel de alerta con un plazo máximo propuesto de respuesta, la reducción del tiempo busca preservar capacidad de corrección antes de vencimientos o decisiones irreversibles, la escala parte de treinta días para condiciones bajas y disminuye hasta un día para alertas críticas, estos valores funcionan como acuerdos de servicio internos y deben ajustarse cuando la naturaleza de una obligación exija una reacción más inmediata.

Gráfico 4. Tiempo de respuesta según nivel de alerta fiscal



Nota. Elaboración propia, plazos máximos de referencia para protocolos internos de revisión y escalamiento.

El análisis del Gráfico 4 muestra que la inteligencia predictiva produce valor cuando transforma una señal en tiempo disponible para actuar, un indicador sin protocolo puede ser observado y aun así no generar prevención, la relación entre intensidad y plazo obliga a priorizar capacidad de respuesta, el nivel crítico requiere atención inmediata porque la combinación de señales puede acercarse a un vencimiento, una salida de caja o una contingencia cuya reversión posterior resulte más costosa.

El diseño también incorporó indicadores de efectividad del propio sistema, precisión aparente de alertas, proporción de casos descartados, recurrencia, tiempo medio de cierre y porcentaje de alertas que terminaron en corrección permiten valorar si el modelo mejora con el uso, estas métricas no se mezclan con el índice fiscal porque describen calidad del mecanismo de detección y no exposición tributaria, su análisis periódico permite ajustar reglas sin modificar silenciosamente la historia del riesgo.

La gestión de falsos positivos se consideró indispensable, un modelo demasiado sensible puede generar fatiga de alertas y desplazar recursos desde controles importantes hacia revisiones repetitivas sin efecto, por esta razón cada alerta descartada debe registrar causa y calidad del dato, una concentración de descartes en el mismo indicador sugiere revisar fórmula, umbral o fuente, mientras un aumento de contingencias no anticipadas sugiere ausencia de señales relevantes o ponderaciones insuficientes.

La materialidad se mantiene como criterio transversal y no como sustituto del riesgo, una diferencia de bajo monto puede indicar un problema sistémico de datos que afectará múltiples operaciones, mientras una operación material puede estar correctamente documentada y no requerir escalamiento, el modelo debe permitir incorporar monto, recurrencia y alcance sin convertirlos en reglas únicas, esta flexibilidad favorece una lectura contextual y reduce conclusiones automáticas basadas solo en volumen monetario.

La temporalidad constituye otra variable crítica, los indicadores deben relacionarse con el ciclo de la obligación para diferenciar una partida abierta razonable de una omisión próxima al vencimiento, el mismo soporte pendiente puede representar un riesgo bajo al inicio del mes y alto cuando se aproxima la declaración, la arquitectura permite modificar prioridad mediante proximidad temporal sin alterar el dato original, siempre que la regla utilizada permanezca documentada y auditable.

La conciliación entre impuesto corriente e impuesto diferido se integra como una fuente de señales, diferencias temporarias requieren seguimiento de reversión y recuperabilidad, mientras diferencias permanentes modifican la tasa efectiva sin reversión futura, un tablero que mezcle ambas categorías puede producir alertas engañosas, por esta razón el KPI de variación de tasa efectiva debe acompañarse de una

explicación causal y de un registro que identifique naturaleza, periodo de origen y tratamiento esperado.

La conexión con objetivos SMART permite que la mejora no dependa únicamente de reducir el índice compuesto, una empresa puede disminuir el puntaje porque bajó actividad y no porque mejoró control, por esta razón los objetivos deben incorporar resultados específicos sobre conciliación, evidencia, tiempo de respuesta y calidad, la triangulación entre varios resultados disminuye el riesgo de optimizar una sola métrica a costa de otras dimensiones necesarias para una gestión tributaria sostenible.

Discusión

Los resultados propuestos son consistentes con la transformación digital de la administración tributaria ecuatoriana descrita por López y Gómez (2026a), la disponibilidad temprana de datos incrementa capacidad de contraste y control preventivo, dentro de la empresa esta misma lógica puede utilizarse para revisar consistencia antes de que una diferencia sea detectada externamente, la contribución del modelo consiste en trasladar la oportunidad informativa hacia una arquitectura interna de decisión con metas, indicadores y protocolos explícitos.

La relación con la conciliación tributaria resulta directa porque las diferencias entre resultado contable y base fiscal contienen información adelantada sobre carga efectiva y posibles contingencias, López y Gómez (2026b) destacan la utilidad de matrices mensuales, controles de deducibilidad y seguimiento de diferencias, el modelo integrado amplía esa lógica al conectar cada variación con objetivos estratégicos, resultados clave, umbrales y responsables, evitando que la conciliación permanezca como actividad aislada del cierre.

El tratamiento del impuesto diferido también refuerza la necesidad de distinguir temporalidad y naturaleza de las señales, una diferencia temporaria puede modificar activos, pasivos y gasto por impuesto sin generar flujo simultáneo, la literatura revisada destaca que una matriz de trazabilidad por partida fortalece evaluación de recuperabilidad y consistencia de revelaciones, esta evidencia respalda que el sistema predictivo conserve detalle de origen y no agregue todas las diferencias fiscales bajo una única categoría de riesgo (López y Gómez, 2026c).

La integración de KPI coincide con antecedentes sobre gestión administrativa y desempeño, Vargas et al (2026) relacionan planificación, organización, dirección y control con indicadores capaces de respaldar decisiones, la propuesta amplía este planteamiento al añadir una capa de dirección estratégica mediante SMART y OKR, de esta forma el indicador no se limita a describir rendimiento sino que se vincula con una meta tributaria específica y con un resultado clave cuya evolución puede ser evaluada durante el ciclo.

El modelo también responde a una limitación observada en los tableros tradicionales, la disponibilidad de una métrica no garantiza que exista una acción asociada, la arquitectura diseñada exige que cada KPI tenga dueño, frecuencia, umbral, fuente y protocolo, esta condición reduce indicadores decorativos y facilita auditoría, además permite identificar cuándo una métrica perdió utilidad porque genera alertas sin acción o porque los incidentes relevantes aparecen fuera de su cobertura.

La propuesta se alinea con prácticas de administración tributaria digital que enfatizan gestión de riesgos, datos oportunos y procesos integrados, la OCDE ha señalado la importancia de incorporar gobernanza digital dentro de estructuras institucionales capaces de coordinar responsabilidades y decisiones, esta orientación favorece controles más consistentes cuando existe gobierno suficiente, el modelo empresarial adopta esa

lógica desde la perspectiva del contribuyente al integrar datos tributarios dentro del flujo ordinario de gestión y no únicamente al momento de declarar (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2021).

La literatura sobre facturación electrónica en Ecuador muestra beneficios de trazabilidad y control pero también problemas de adaptación e interoperabilidad para ciertos contribuyentes, Becerra Molina y Ojeda Orellana (2022) y Arellano Romero et al (2023) describen efectos vinculados con digitalización de comprobantes, estas contribuciones refuerzan la decisión de incluir calidad de datos dentro del índice, debido a que una infraestructura digital extensa puede aumentar capacidad de control al mismo tiempo que amplifica errores cuando la información se replica sin validación.

Los estudios sobre evasión, obligaciones y control tributario muestran que la tecnología no opera de forma aislada, Haro Orozco y Flor Mora (2024) analizan la evasión del impuesto al valor agregado dentro de un contexto más amplio, Aimacaña Crespata y Aimacaña Crespata (2025) abordan obligaciones tributarias y Amoroso Garcés (2025) revisa estrategias de control aplicables a Ecuador, estos antecedentes justifican que el modelo no prometa eliminar contingencias mediante un puntaje y que mantenga gobernanza, revisión humana y aprendizaje institucional.

La novedad del modelo se concentra en combinar tres familias de herramientas con distinta función, SMART aporta precisión del objetivo, OKR aporta alineación y ritmo estratégico, KPI aporta observación continua, la literatura de gestión suele trabajar estas herramientas por separado o dentro de marcos generales de desempeño, la integración tributaria propuesta añade una capa de riesgo que conecta señales con escalamiento, evidencia y retroalimentación, convirtiendo la medición en un circuito preventivo de gestión.

La noción de predicción utilizada requiere una interpretación restringida, no se construyó un algoritmo de aprendizaje automático ni se estimó probabilidad estadística de sanción, el resultado es un modelo de alerta anticipada basado en indicadores antecedentes y reglas documentadas, esta precisión evita sobredimensionar el alcance de una revisión documental y mantiene coherencia con la evidencia disponible, una validación predictiva en sentido estadístico requeriría datos históricos etiquetados, división de muestras y evaluación fuera de muestra.

La clasificación por bandas puede ser criticada por introducir discrecionalidad en umbrales y ponderaciones, esta limitación se reconoce expresamente y se responde mediante versionado, calibración y revisión periódica, un umbral no debe convertirse en regla inmutable porque la distribución de operaciones cambia por sector y tamaño, la utilidad del modelo depende de observar su desempeño y ajustar parámetros con evidencia, dejando registro suficiente para reconstruir por qué una modificación fue aprobada y qué efecto produjo.

La revisión humana constituye una salvaguardia técnica y jurídica, el documento previo sobre fiscalización digital sostiene que una diferencia detectada por un sistema no equivale por sí sola a una infracción y que una decisión debe apoyarse en hechos verificables, esta idea se incorpora al modelo como principio de no automatización de consecuencias, una alerta puede priorizar, recomendar o bloquear temporalmente un flujo interno, pero toda decisión material requiere validación contextual y evidencia suficiente (López Poveda, 2026).

La protección de datos introduce una dimensión adicional de responsabilidad, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales exige condiciones de tratamiento que resultan pertinentes para bases empresariales con información tributaria, la implementación del modelo debe limitar accesos por función, documentar finalidades,

evitar reutilización incompatible y conservar controles de seguridad, estas exigencias no disminuyen la capacidad predictiva, por el contrario mejoran calidad y confiabilidad de la información utilizada para generar alertas.

Los principios de gobernanza de inteligencia artificial de la UNESCO y las referencias europeas sobre gestión de riesgos resultan útiles como marco comparado aunque el modelo propuesto no dependa de inteligencia artificial avanzada, transparencia, trazabilidad, supervisión y gestión de riesgos son aplicables a cualquier sistema automatizado de priorización, la relevancia se concentra en evitar que una regla técnica se vuelva invisible para quienes deben responder por su efecto y en asegurar una ruta de corrección cuando el dato o el criterio sean inadecuados (UNESCO, 2021; Parlamento Europeo y Consejo, 2024).

La relación con gestión financiera exige preservar fronteras conceptuales, el índice de riesgo fiscal no debe utilizarse como sustituto de provisiones contables ni como estimación automática de pasivos contingentes, el reconocimiento financiero responde a normas y juicios específicos, la herramienta propuesta puede aportar información sobre exposición y documentación, pero la decisión contable requiere evaluación independiente, esta separación protege la calidad de los estados financieros y evita transformar señales gerenciales en cifras sin fundamento suficiente.

La literatura sobre diferencias contables y fiscales demuestra que una tasa efectiva diferente de la tarifa legal no constituye por sí sola una anomalía, Choi et al (2025) y Hepfer (2023) analizan book tax differences desde perspectivas de persistencia y valoración, mientras Carrera López y Suriaga Sánchez (2024) examinan gastos no deducibles, estos antecedentes respaldan que el KPI de tasa efectiva se interprete mediante conciliación causal y no como alarma automática por desviación respecto de un porcentaje legal.

La discusión sobre resultados clave también requiere evitar incentivos perversos, si un KR se define únicamente como reducir el número de alertas puede estimular ajustes de umbral o subregistro en lugar de mejorar control, por esta razón los OKR deben combinar calidad, oportunidad y resolución, una meta más robusta consiste en aumentar conciliación, reducir reincidencia y mantener trazabilidad, de modo que el éxito no dependa de silenciar señales sino de resolver las causas que las generan.

La temporalidad de los OKR permite revisar prioridades sin desmantelar el sistema de KPI, los indicadores permanecen estables para conservar comparabilidad histórica, mientras los objetivos y resultados clave pueden cambiar por ciclo estratégico, esta separación favorece aprendizaje porque una organización puede focalizar un trimestre en documentación y otro en conciliación sin perder vigilancia sobre vencimientos y datos, además evita modificar continuamente las métricas base para ajustarlas a cada iniciativa gerencial.

La principal limitación científica corresponde a la ausencia de validación empírica, los pesos, umbrales y tiempos propuestos no fueron estimados con incidentes reales, por lo tanto su utilidad reside en estructurar una hipótesis operacional y una arquitectura reproducible, la siguiente fase requiere aplicar el modelo a una base longitudinal, comparar alertas con contingencias confirmadas, calcular falsos positivos y negativos y determinar si la anticipación reduce tiempos de respuesta, costos de corrección o exposición fiscal.

Otra limitación se relaciona con cambios normativos, una regla tributaria puede modificar definiciones, plazos y materialidad, el modelo necesita un proceso de actualización que identifique qué KPI, umbrales y criterios resultan afectados por una reforma, la inteligencia tributaria predictiva no puede separarse de vigilancia normativa porque un indicador técnicamente estable puede volverse jurídicamente irrelevante o

incompleto cuando cambia el tratamiento de una operación, deducción o obligación informativa.

La generalización también requiere cautela, sectores con alto volumen transaccional, comercio exterior, regímenes especiales o estructuras internacionales pueden necesitar dimensiones adicionales, precios de transferencia, retenciones transfronterizas, beneficiario efectivo, aranceles o impuestos específicos no se incorporaron de forma separada, la arquitectura permite añadir módulos siempre que cada nuevo indicador conserve fórmula, fuente, responsable, umbral, acción y evidencia, evitando romper la trazabilidad del sistema.

La inteligencia tributaria predictiva puede entenderse finalmente como una capacidad organizacional y no como un producto tecnológico, su madurez depende de calidad de datos, disciplina de conciliación, claridad de objetivos, oportunidad de respuesta y capacidad para aprender de errores, un sistema avanzado con mala gobernanza puede amplificar inconsistencias, mientras un modelo sencillo con reglas claras y evidencia confiable puede generar mayor valor preventivo, esta conclusión desplaza el centro desde la herramienta hacia el proceso de decisión.

Conclusiones

El diseño desarrollado permite responder al objetivo general mediante una arquitectura que integra KPI, OKR y objetivos SMART dentro de una secuencia única de inteligencia tributaria predictiva, la propuesta conecta dirección estratégica, medición continua, agregación de señales, clasificación de riesgo, respuesta y evidencia de cierre, esta continuidad transforma herramientas que suelen utilizarse de manera separada en un circuito de gestión preventiva orientado a aumentar el tiempo disponible para corregir, documentar o escalar una desviación.

La anticipación fiscal se sustenta principalmente en indicadores adelantados, vencimientos con información incompleta, partidas sin conciliación, soportes pendientes, inconsistencias entre sistemas y tensiones de liquidez pueden advertir condiciones de riesgo antes de una consecuencia definitiva, el valor del modelo no consiste en afirmar que toda señal terminará en contingencia, consiste en priorizar revisión bajo reglas explícitas y conservar evidencia suficiente para distinguir un problema real de una diferencia legítima o un error de datos.

La estructura SMART aporta precisión al definir resultados, métricas y horizontes, los OKR articulan prioridades entre áreas y los KPI mantienen observación estable, esta diferenciación evita confundir metas con medidas y actividades con resultados, además permite que la mejora tributaria se evalúe desde varias dimensiones sin depender de una única cifra agregada, la conexión entre herramientas fortalece responsabilidad porque cada objetivo, indicador y alerta conserva un responsable y una evidencia esperada.

El índice predictivo de riesgo fiscal ofrece una herramienta de priorización compuesta por cumplimiento formal, conciliación fiscal, soporte documental, liquidez tributaria y calidad de datos, las ponderaciones y bandas propuestas funcionan como parámetros

iniciales de diseño y no como estimaciones empíricas, su aplicación productiva exige calibración sectorial y validación longitudinal, además debe incorporar disparadores absolutos para impedir que un riesgo crítico quede oculto por el promedio de otras dimensiones favorables.

La revisión humana constituye una condición no negociable para alertas de alto impacto, el puntaje no demuestra incumplimiento ni sustituye análisis jurídico, contable o financiero, esta salvaguardia preserva la diferencia entre priorización y determinación y resulta coherente con el principio de que una inconsistencia digital puede requerir explicación antes de producir consecuencias, la trazabilidad del dato, la versión de la regla y la decisión adoptada deben conservarse como parte del expediente interno de cada alerta.

La transformación de la gestión tributaria depende de gobierno organizacional además de tecnología, la ruta propuesta inicia con diagnóstico, continúa con integración y pilotaje y finaliza con escalamiento controlado, esta secuencia reduce el riesgo de automatizar información deficiente y permite aprender de falsos positivos, reincidencias y tiempos de cierre, la madurez se demuestra mediante reglas documentadas, responsables definidos, bitácoras completas, revisión periódica y capacidad de corregir el modelo cuando la evidencia contradice sus supuestos.

La principal contribución práctica consiste en convertir información tributaria dispersa en un sistema accionable, el tablero puede orientar reuniones por excepción, priorizar documentación, apoyar conciliación, anticipar tensiones de caja y facilitar auditoría, estas aplicaciones deben mantener fronteras claras respecto de provisiones contables, sanciones o determinaciones jurídicas, porque una alerta gerencial representa una señal para revisar y no una cifra que pueda trasladarse automáticamente a estados financieros o decisiones legales.

La limitación central corresponde a la ausencia de validación con datos empresariales longitudinales, futuras investigaciones deberán estimar sensibilidad, especificidad, falsos positivos, falsos negativos y anticipación temporal, también conviene comparar pesos por sector, tamaño y régimen tributario, evaluar si el modelo reduce costos de corrección y medir su efecto sobre puntualidad, calidad documental y reincidencia, esta agenda permitirá determinar qué componentes generan valor real y cuáles necesitan simplificación o rediseño.

La pregunta futura más relevante consiste en determinar cuánto riesgo fiscal puede anticiparse mediante señales internas antes de que una diferencia sea observada por la administración tributaria, responderla requiere datos históricos anonimizados, definición rigurosa de incidentes, seguimiento de resoluciones y comparación entre organizaciones o periodos, la arquitectura propuesta ofrece una base reproducible para esa validación y permite que la inteligencia tributaria evolucione desde un modelo conceptual hacia un sistema predictivo calibrado con evidencia.

Referencias Bibliográficas

Aimacaña Crespata, M. O., & Aimacaña Crespata, E. P. (2025). Las obligaciones tributarias en el Ecuador. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 9(4), 11305–11316. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i4.19720

Alvia Del-Castillo, D. K., & Mendoza-Fernández, V. M. (2021). Virtualización del Servicio de Rentas Internas en Ecuador, una mirada analítica retrospectiva. Polo del Conocimiento, 6(4), 371–383. https://doi.org/10.23857/pc.v6i4.2569

Amoroso-Garcés, S. M. (2025). Estrategias de control en la administración tributaria: Un análisis de las mejores prácticas globales y su aplicabilidad en Ecuador. 593

Digital Publisher CEIT, 10(1-2), 443–456. https://doi.org/10.33386/593dp.2025.1-2.3090

Arellano-Romero, N. N., Moncayo-Nieto, N. S., & Eras-Agila, R. de J. (2023). Impacto de la facturación electrónica en imprentas de la provincia de El Oro, cantones Pasaje–Machala. Polo del Conocimiento, 8(3), 2945–2964.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2021). Ley Orgánica de Protección de Datos Personales. Registro Oficial Quinto Suplemento 459.

Becerra Molina, E., & Ojeda Orellana, R. (2022). Beneficios de la facturación electrónica en las pequeñas y medianas empresas del Ecuador. Visionario Digital, 6(4), 76–97. https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v6i4.2366

Carrera López, J. S., & Suriaga Sánchez, M. A. (2024). Impacto de los gastos no deducibles en el impuesto a la renta. E-IDEA Journal of Business Sciences, 6(25), 30–41. https://doi.org/10.53734/eidea.vol6.id339

Choi, W., Lee, H., & Park, S. (2025). Book–tax differences and earnings persistence: The moderating role of sales decline. Journal of Risk and Financial Management, 18(7), 389. https://doi.org/10.3390/jrfm18070389

Haro Orozco, E. R., & Flor Mora, O. P. (2024). Evasión tributaria del impuesto al valor agregado en el Ecuador, período 2020–2023. Dominio de las Ciencias, 10(4), 1404–1420. https://doi.org/10.23857/dc.v10i4.4131

Hepfer, B. F. (2023). Are book-tax differences mispriced? The Accounting Review, 98(3), 285–306. https://doi.org/10.2308/TAR-2020-0181

López Poveda, J. E. (2026). El nuevo paradigma de la fiscalización tributaria digital en Ecuador: transformación tecnológica, potestad de control y garantías del contribuyente frente a los desafíos del debido proceso. Documento académico.

López, J., & Gómez, N. (2026a). Transformación digital de la administración tributaria ecuatoriana y reducción de la evasión fiscal mediante facturación electrónica, inteligencia artificial y control preventivo. Revista Ibero Research, 1(6), 324–363.

López, J., & Gómez, N. (2026b). Conciliación tributaria en Ecuador: análisis de las diferencias entre el resultado contable y la base imponible del impuesto a la renta y su incidencia en la determinación de la carga fiscal empresarial. Revista Ibero Research, 1(6), 746–774.

López, J., & Gómez, N. (2026c). Impuesto diferido en Ecuador: análisis de las diferencias temporarias entre la normativa tributaria y la NIC 12 y su incidencia en la información financiera empresarial. Revista Ibero Research, 1(6), 680–710.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2021). The E-Leaders Handbook on the Governance of Digital Government. OECD Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/the-e-leaders-handbook-on-the-governance-of-digital-government_ac7f2531-en.html

Parlamento Europeo y Consejo. (2024). Reglamento (UE) 2024/1689 por el que se establecen normas armonizadas en materia de inteligencia artificial. Diario Oficial de la Unión Europea.

UNESCO. (2021). Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial. UNESCO.

Vargas, J., Plaza, V., Velásquez, B., & Saltos, V. (2026). Gestión administrativa y su incidencia en los indicadores de desempeño de Digital Plaza Shop. Revista Ibero Research, 1(6), 711–745.

Vecino Rondón, U., Echevarría Quintana, J., & Cánova Herrandiz, A. (2023). Optimización del desempeño organizacional: implementación de un cuadro de mando integral. Zenodo.

Factores de riesgo asociados a infecciones después de osteosíntesis de fracturas de huesos largos.

Risk factors associated with infections after osteosynthesis of long bone fractures.

Fatores de risco associados a infecções após osteossíntese de fraturas de ossos longos.

Erik Fabrizio Noriega Moreno
Universidad Católica Santiago de Guayaquil
Médico general.
Ecuador
medicina y salud
erik.noriega@cu.ucsg.edu.ec
https://orcid.org/0009-0006-5318-3236

Forma de citación en APA, séptima edición.

Noriega, E. (2026). *Factores de riesgo asociados a infecciones después de osteosíntesis de fracturas de huesos largos*. Revista Ibero Research, 1(7), 41 – 78.

Fecha de presentación: 30/08/2026 **Fecha de aceptación:** 01/09/2026 **Fecha de publicación:** 02/09/2026

Resumen

Las infecciones posteriores a la osteosíntesis de fracturas de huesos largos representan una complicación clínica capaz de comprometer la consolidación, la estabilidad del implante y la recuperación funcional, con un origen multifactorial vinculado al huésped, la gravedad de la lesión y el tratamiento. El objetivo consistió en identificar y sintetizar los principales factores de riesgo asociados con infección después de la fijación quirúrgica. Se desarrolló una revisión sistemática con síntesis narrativa conforme a PRISMA 2020, orientada principalmente a PubMed/MEDLINE y literatura especializada, con inclusión de estudios observacionales, revisiones sistemáticas y metaanálisis en población adulta. La evidencia mostró asociaciones consistentes con fractura abierta, lesión extensa de tejidos blandos, mayor grado Gustilo-Anderson, tabaquismo, diabetes mellitus, ASA elevado, politraumatismo, traumatismo de alta energía, síndrome compartimental, fijación externa, transfusión sanguínea y procedimientos prolongados. En fracturas tibiales se añadieron asociaciones con doble incisión y sexo masculino. El riesgo debe interpretarse de forma individual, diferenciando factores potencialmente modificables de marcadores de gravedad, con prevención preoperatoria, intraoperatoria y vigilancia posoperatoria.

Palabras clave: infección relacionada con fractura; fijación interna; tabaquismo; diabetes mellitus; prevención perioperatoria.

Abstract

Infections after osteosynthesis of long bone fractures are a clinical complication that can compromise fracture healing, implant stability, and functional recovery, with a multifactorial origin related to host characteristics, injury severity, and treatment. The objective was to identify and synthesize the main risk factors associated with infection after surgical fracture fixation. A systematic review with narrative synthesis was conducted following PRISMA 2020 principles, mainly oriented to PubMed/MEDLINE and specialized literature, including observational studies, systematic reviews, and meta-analyses in adults. The evidence showed consistent associations with open fracture, extensive soft-tissue injury, higher Gustilo-Anderson grade, smoking, diabetes mellitus, higher ASA classification, polytrauma, high-energy trauma, compartment syndrome, external fixation, blood transfusion, and prolonged procedures. In tibial fractures, double-incision approaches and male sex were also reported as associated factors. Risk should be interpreted individually, distinguishing potentially modifiable factors from markers of injury severity, with prevention extending from preoperative assessment to intraoperative management and postoperative surveillance.

Keywords: fracture-related infection; internal fixation; smoking; diabetes mellitus; perioperative prevention.

Resumo

As infecções após a osteossíntese de fraturas de ossos longos constituem uma complicação clínica capaz de comprometer a consolidação, a estabilidade do implante e a recuperação funcional, com origem multifatorial relacionada ao hospedeiro, à gravidade da lesão e ao tratamento. O objetivo foi identificar e sintetizar os principais fatores de risco associados à infecção após a fixação cirúrgica. Foi realizada uma revisão sistemática com síntese narrativa segundo os princípios do PRISMA 2020, orientada principalmente ao PubMed/MEDLINE e à literatura especializada, incluindo estudos observacionais, revisões sistemáticas e metanálises em adultos. A evidência mostrou associações consistentes com fratura exposta, lesão extensa de tecidos moles, maior grau de Gustilo-Anderson, tabagismo, diabetes mellitus, ASA elevado, politrauma, trauma de alta energia, síndrome compartimental, fixação externa, transfusão sanguínea e procedimentos prolongados. Em fraturas tibiais, também foram descritas associações com dupla incisão e sexo masculino. O risco deve ser interpretado individualmente, distinguindo fatores potencialmente modificáveis de marcadores de gravidade, com prevenção pré-operatória, intraoperatória e vigilância pós-operatória.

Palavras-chave: infecção relacionada à fratura; fixação interna; tabagismo; diabetes mellitus; prevenção perioperatória.

Introducción

Las fracturas de huesos largos constituyen lesiones de elevada relevancia clínica por su capacidad de comprometer la movilidad, la autonomía y la función del segmento afectado, además de generar necesidades de atención quirúrgica, rehabilitación y seguimiento prolongado; dentro de este escenario, la osteosíntesis mediante placas, tornillos, clavos intramedulares u otros sistemas de fijación permite restituir estabilidad mecánica y favorecer la consolidación, aunque la implantación de material y la exposición quirúrgica introducen un riesgo infeccioso que adquiere especial importancia cuando existen contaminación, exposición ósea o daño extenso de tejidos blandos [10].

La infección posterior a la fijación de una fractura no debe reducirse a una alteración superficial de la herida quirúrgica, porque puede involucrar simultáneamente el hueso, los tejidos blandos y el material de osteosíntesis, modificar la estabilidad del foco de fractura y prolongar el curso terapéutico; sus consecuencias clínicas incluyen retraso de la consolidación, pseudoartrosis, pérdida de estabilidad, necesidad de nuevas intervenciones, deterioro funcional y, en situaciones graves, amputación, de modo que su prevención y reconocimiento temprano forman parte central del manejo traumatológico.

El concepto de infección relacionada con la fractura, denominado fracture-related infection o FRI en la literatura internacional, amplió el marco clásico de infección del sitio quirúrgico al establecer criterios confirmatorios específicos; entre ellos se reconocen la presencia de fístula, seno o dehiscencia con comunicación hacia el hueso o el implante, drenaje purulento, aislamiento del mismo microorganismo en múltiples muestras profundas independientes o identificación histopatológica de microorganismos

en tejido profundo, criterios desarrollados por consensos internacionales para mejorar la uniformidad diagnóstica [6,7].

La relevancia del material de osteosíntesis se relaciona también con la posibilidad de formación de biofilm, fenómeno que favorece la persistencia de microorganismos adheridos a superficies metálicas y dificulta su erradicación mediante antimicrobianos aislados; la literatura de consenso incorporada en la investigación de base plantea que el tratamiento de la FRI requiere integrar la condición del implante, la estabilidad de la fractura, el estado de los tejidos blandos, los hallazgos microbiológicos y la necesidad de estrategias quirúrgicas y antimicrobianas coordinadas [8,9].

El riesgo de infección no depende exclusivamente de una técnica quirúrgica particular, ya que la evidencia sintetizada muestra una interacción entre factores propios del huésped, características del traumatismo, daño de tejidos blandos y variables perioperatorias; diabetes mellitus, tabaquismo, estado fisiológico desfavorable, fractura abierta, mayor clasificación Gustilo-Anderson, politraumatismo, trauma de alta energía, síndrome compartimental, necesidad de fijación externa, transfusión y procedimientos prolongados aparecen de manera reiterada como variables asociadas, aunque su papel causal no es equivalente en todos los contextos.

Entre los factores relacionados con el paciente, la diabetes mellitus ocupa una posición relevante por la asociación descrita con complicaciones infecciosas y por los mecanismos biológicos consignados en la investigación, entre ellos alteración de la función leucocitaria, deterioro de la respuesta inmunitaria, compromiso de la microcirculación y dificultades de cicatrización; esta condición adquiere interés preventivo porque la evaluación metabólica preoperatoria permite reconocer un componente sistémico que puede coexistir con una lesión traumatológica compleja y aumentar la vulnerabilidad del huésped [1].

El tabaquismo representa otro componente de interés por su carácter potencialmente modificable, dado que la nicotina y otros componentes del humo pueden inducir vasoconstricción, alterar la oxigenación tisular y afectar la reparación de los tejidos; su asociación con mayor frecuencia de infección después de la fijación de fracturas se mantiene tanto en la revisión de fracturas abiertas como en la síntesis específica de fracturas tibiales, lo que justifica incorporarlo de forma sistemática en la valoración de riesgo y en las medidas de optimización preoperatoria [1,2].

El estado general del paciente se refleja parcialmente mediante la clasificación de la American Society of Anesthesiologists, utilizada como indicador de carga de comorbilidad y condición fisiológica; la revisión sobre infecciones tibiales identificó asociación entre ASA superior a 2 e infección, mientras que la cohorte multicéntrica citada también señaló un ASA elevado entre los factores independientes, de manera que la valoración integral del huésped no debe limitarse a la presencia de una sola enfermedad sino considerar el contexto sistémico en el que se realiza la fijación [2,3].

Las características de la fractura adquieren un peso particular en la estratificación, especialmente cuando existe comunicación con el ambiente externo; la fractura abierta combina contaminación bacteriana, destrucción de tejidos blandos y pérdida de cobertura, condiciones que incrementan la dificultad de control local y que pueden acompañarse de exposición ósea, necesidad de desbridamientos y estrategias escalonadas de estabilización, por lo que la evidencia sobre fracturas abiertas la sitúa entre los factores con asociación más consistente con infección [1].

La clasificación Gustilo-Anderson permite expresar parte de la gravedad de las fracturas abiertas y del compromiso de tejidos blandos, de modo que los grados superiores, particularmente las lesiones de mayor severidad, reflejan una combinación de destrucción tisular, contaminación y exposición ósea más marcada; la síntesis específica

de fracturas tibiales confirmó la asociación entre grados Gustilo-Anderson elevados e infección, lo que refuerza la necesidad de interpretar la clasificación no como un dato aislado sino como una representación clínica de la magnitud del daño [2].

Los traumatismos de alta energía y el politraumatismo constituyen asimismo escenarios de mayor complejidad, porque pueden asociarse con destrucción tisular extensa, lesión vascular, contaminación, inestabilidad fisiológica, transfusiones y procedimientos múltiples; en este contexto, la infección puede emerger de la acumulación de exposiciones y no de una sola variable, por lo que el análisis preventivo requiere reconocer que la lesión grave modifica simultáneamente las condiciones locales y sistémicas del paciente [1-3].

Las variables relacionadas con el tratamiento aportan una dimensión adicional, dado que una duración quirúrgica igual o superior a 180 minutos fue identificada como factor independiente en la cohorte multicéntrica de Wang y colaboradores, mientras que la fijación externa, la transfusión sanguínea y el síndrome compartimental mostraron asociaciones relevantes en fracturas tibiales; sin embargo, la propia investigación advierte que estas variables pueden reflejar lesiones más graves y no deben interpretarse automáticamente como causas directas de infección [2,3].

La localización tibial merece atención particular dentro de la evidencia incluida, porque la revisión sistemática y metaanálisis de Niebuhr y colaboradores reunió 42 investigaciones y describió asociaciones con síndrome compartimental, transfusión, fractura abierta, mayor grado Gustilo-Anderson, fijación externa, ASA elevado, politrauma, abordajes con doble incisión, tabaquismo, sexo masculino y trauma de alta energía; esta amplitud de factores ilustra la complejidad del riesgo en un segmento anatómico donde el estado de los tejidos blandos resulta determinante [2].

La cohorte multicéntrica publicada en 2025 aportó otra perspectiva al informar una incidencia aproximada de 1,7 % de infección después de la fijación de fracturas y señalar como factores independientes distintas categorías de índice de masa corporal, tabaquismo, ASA elevado, traumatismo de alta energía, diabetes, fractura abierta, duración quirúrgica igual o superior a 180 minutos y otros factores perioperatorios; además, Staphylococcus aureus fue el microorganismo predominante entre los casos de infección [3].

La bibliografía incorporada al documento fuente abarca, además, trabajos centrados en fracturas de tobillo, meseta tibial, clavos intramedulares en tibia abierta, fracturas de tobillo, meseta tibial y clavos intramedulares en tibia abierta, lo que permite situar la pregunta clínica en diferentes escenarios de fijación sin asumir que todos los resultados sean directamente intercambiables; la diversidad anatómica y metodológica de esos antecedentes contribuye precisamente a la heterogeneidad que justificó una síntesis narrativa en lugar de un metaanálisis propio [12-15].

El vacío de conocimiento abordado se relaciona con la necesidad de integrar factores procedentes de niveles distintos de la atención, porque una lectura fragmentada puede sobrevalorar una exposición aislada y omitir la interacción entre huésped, lesión y procedimiento; una síntesis organizada permite reconocer qué variables aparecen de manera más consistente, cuáles son potencialmente modificables, cuáles funcionan principalmente como marcadores de gravedad y en qué momentos del proceso asistencial pueden aplicarse medidas preventivas.

El objetivo general consistió en identificar y sintetizar los principales factores de riesgo asociados con la aparición de infección después de la osteosíntesis de fracturas de huesos largos, considerando factores relacionados con el paciente, la fractura, los tejidos blandos y el tratamiento quirúrgico; la fuente original no formuló objetivos específicos

independientes ni una hipótesis causal, por lo que la organización analítica se mantuvo mediante categorías de evidencia sin agregar objetivos o supuestos que no estuvieran expresamente sustentados.

Metodología

Se desarrolló una revisión sistemática de la literatura con síntesis narrativa, estructurada de acuerdo con los principios de PRISMA 2020, con el propósito de organizar de manera transparente la identificación, selección, evaluación y síntesis de la evidencia disponible; el diseño no correspondió a una investigación clínica primaria, por lo que no existió reclutamiento directo de participantes, intervención experimental ni seguimiento prospectivo de una cohorte propia, y la unidad de análisis estuvo constituida por publicaciones científicas relacionadas con infección posterior a la fijación de fracturas [4,5].

No se efectuó un metaanálisis propio debido a la heterogeneidad existente entre las poblaciones estudiadas, los tipos y localizaciones de fractura, las definiciones de infección utilizadas, las técnicas de fijación, los periodos de seguimiento y las medidas de asociación reportadas; esta decisión metodológica se mantuvo porque una combinación cuantitativa sin homogeneidad suficiente podía transmitir una precisión aparente que no estaba respaldada por la fuente, por lo que se priorizó una lectura comparativa y categorial de los factores descritos.

El enfoque de la revisión fue analítico y descriptivo, orientado a identificar patrones de asociación y a diferenciar factores del huésped, características de la fractura, condiciones de tejidos blandos y variables relacionadas con el tratamiento; la síntesis narrativa permitió discutir la consistencia de los hallazgos, su plausibilidad clínica y las

precauciones necesarias para no confundir marcadores de gravedad con factores causales, sin transformar asociaciones observacionales en relaciones de causalidad no demostradas.

La pregunta de investigación fue: ¿Cuáles son los principales factores de riesgo asociados con el desarrollo de infección después de la osteosíntesis de fracturas de huesos largos?, interrogante que delimitó el desenlace de interés y permitió organizar la revisión alrededor de exposiciones clínicas, traumáticas y terapéuticas relevantes, manteniendo como eje la infección relacionada con la fractura o la infección del sitio quirúrgico posterior a osteosíntesis.

Se utilizó una estructura PICO adaptada en la que la población correspondió a pacientes adultos con fracturas de huesos largos, la intervención o exposición se definió como la presencia de factores de riesgo relacionados con el paciente, la lesión o el tratamiento, el comparador estuvo constituido por pacientes sin el factor evaluado y el desenlace fue la infección relacionada con la fractura o la infección del sitio quirúrgico después de la fijación; la adaptación respondió a la naturaleza observacional de gran parte de la evidencia y no implicó una intervención experimental.

La búsqueda se orientó principalmente a PubMed/MEDLINE y se complementó con literatura científica especializada en traumatología y ortopedia, con prioridad para revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios observacionales y cohortes con análisis multivariable; la estrategia disponible no registró fechas exactas de ejecución para cada consulta ni una cadena reproducible completa por plataforma, circunstancia que se consideró al valorar la reproducibilidad metodológica y el alcance de la síntesis.

La estrategia conceptual combinó los términos “fracture-related infection”, “surgical site infection”, “osteosynthesis”, “internal fixation”, “long bone fracture”, “risk factors”, “infection after fracture fixation”, “tibial fracture” y “open fracture”,

vocabulario que permitió abarcar el concepto contemporáneo de infección relacionada con fractura, la terminología de infección del sitio quirúrgico y las principales modalidades de fijación; la síntesis se mantuvo dentro de los descriptores y criterios de selección documentados.

La selección de fuentes priorizó evidencia capaz de aportar información sobre asociaciones y factores de riesgo, por lo que los metaanálisis y revisiones sistemáticas tuvieron utilidad para identificar patrones repetidos entre estudios, mientras que las cohortes con análisis multivariable permitieron considerar variables independientes en poblaciones específicas; la revisión también incorporó documentos de consenso sobre definición, diagnóstico y tratamiento de FRI para sostener el marco conceptual y evitar una interpretación limitada a la infección superficial de la herida [4-9].

Los criterios de inclusión comprendieron estudios realizados en población adulta, investigaciones de pacientes sometidos a tratamiento quirúrgico de fracturas, trabajos centrados en fracturas de huesos largos, publicaciones que evaluaran infección como desenlace y estudios que identificaran factores de riesgo o variables asociadas; se consideraron revisiones sistemáticas, metaanálisis y estudios observacionales publicados en revistas científicas indexadas o en bases bibliográficas reconocidas, con el objetivo de mantener un nivel de evidencia compatible con la pregunta de investigación.

Los criterios de exclusión comprendieron estudios exclusivamente pediátricos, investigaciones centradas en prótesis articulares sin relación con fracturas, estudios experimentales en animales, comunicaciones sin información suficiente y publicaciones duplicadas; estos criterios permitieron conservar el foco en osteosíntesis por fractura y evitar la mezcla con infecciones protésicas articulares, cuya fisiopatología, población y

estrategias terapéuticas pueden compartir elementos con FRI pero corresponden a un campo clínico diferente.

Los factores identificados se organizaron en categorías relacionadas con el paciente, la fractura y los tejidos blandos, y el tratamiento quirúrgico, complementadas con una dimensión microbiológica y un apartado preventivo; dentro del huésped se incluyeron principalmente diabetes mellitus, tabaquismo y estado general expresado por la clasificación ASA, mientras que en la lesión se consideraron fractura abierta, gravedad según Gustilo-Anderson, traumatismo de alta energía y politraumatismo.

En el componente terapéutico se sintetizaron la duración de la intervención, la necesidad de fijación externa, el síndrome compartimental y la transfusión sanguínea, manteniendo la precaución interpretativa de que algunas exposiciones pueden estar vinculadas a la gravedad basal de la lesión; en el componente microbiológico se recogió el predominio de Staphylococcus aureus descrito en la cohorte multicéntrica y la relevancia del biofilm como mecanismo de persistencia sobre superficies implantadas [3,6-11].

El procesamiento de la información se realizó mediante síntesis narrativa y comparación cualitativa de hallazgos, sin que la fuente original reportara software estadístico o bibliográfico específico, cálculo de tamaños de efecto combinados, pruebas de heterogeneidad, metarregresión o análisis de sensibilidad propios; en consecuencia, no se añadieron valores p, intervalos de confianza, odds ratios, riesgos relativos ni estimaciones numéricas que no estuvieran consignadas en la investigación base.

La revisión se estructuró conforme a PRISMA 2020; los registros disponibles no incluyeron recuentos completos de referencias identificadas, duplicados eliminados, textos evaluados ni estudios finalmente incluidos, por lo que el flujo de selección se describió de manera narrativa sin atribuir cantidades no documentadas. Esta

característica limita la reproducibilidad del proceso de selección y debe considerarse al interpretar el alcance de la síntesis [4,5].

No se reportó una evaluación formal del riesgo de sesgo mediante una herramienta específica para estudios observacionales o revisiones, lo que limita la capacidad de graduar la certeza de cada asociación; en consecuencia, la interpretación se apoyó en la consistencia narrativa y en la convergencia de resultados entre fuentes, diferenciando la presencia de una asociación de la fuerza causal que requeriría evaluación metodológica estructurada.

Por tratarse de una revisión de literatura publicada, no existió intervención directa sobre pacientes ni recolección primaria de datos clínicos; la fuente no registró aprobación de comité de ética, número de protocolo o consentimiento informado, aspectos que no corresponden de la misma forma que en una investigación clínica primaria. La integridad científica se sustentó en la preservación de los datos reportados, la trazabilidad de las citas y la diferenciación entre evidencia publicada e interpretación clínica.

Resultados

La evidencia revisada mostró que la infección posterior a la osteosíntesis de fracturas de huesos largos corresponde a un fenómeno multifactorial, en el que las asociaciones más consistentes se distribuyen entre características del huésped, gravedad de la fractura y de los tejidos blandos, condición sistémica del paciente y complejidad del tratamiento; no se identificó un único predictor capaz de explicar por sí solo el desenlace, por lo que la lectura de los resultados requiere considerar acumulación e interacción de exposiciones.

Las fuentes de mayor peso dentro de la síntesis incluyeron un metaanálisis sobre fracturas abiertas, una revisión sistemática y metaanálisis específica para infecciones tibiales y una cohorte multicéntrica sobre infección posterior a la fijación de fracturas; estas publicaciones aportaron información complementaria, ya que la primera enfatizó factores de huésped y gravedad en fracturas abiertas, la segunda reunió 42 investigaciones tibiales y la tercera informó una incidencia aproximada de 1,7 % junto con factores independientes y datos microbiológicos [1-3].

Antes de detallar los factores por categoría, la Tabla 1 resume únicamente los datos explícitos disponibles en las fuentes principales descritas por la investigación, con el propósito de separar los resultados realmente documentados de cualquier estimación que no forme parte del material original.

Tabla 1. Síntesis de las principales fuentes de evidencia y datos explícitamente reportados

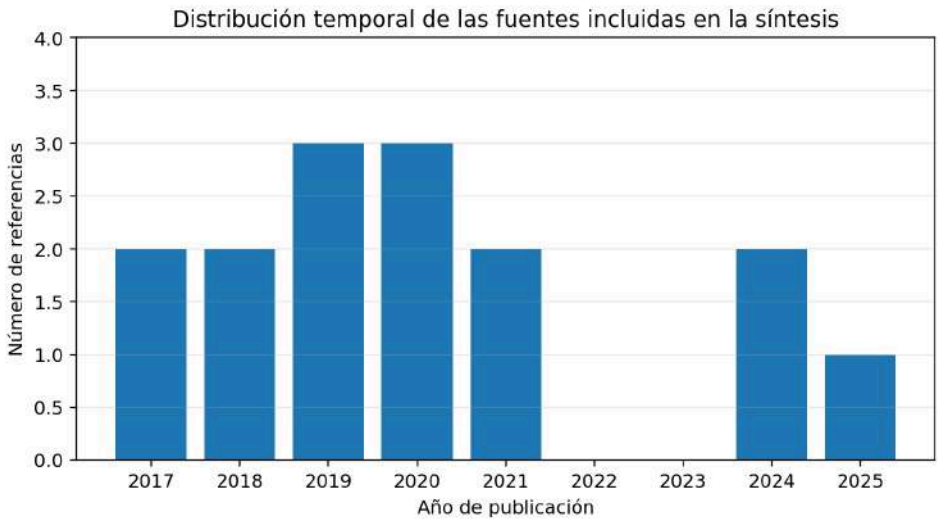
Fuente	Diseño o alcance	Dato cuantitativo disponible en la investigación	Hallazgos sintetizados
Kortram et al. [1]	Revisión sistemática y metaanálisis de fracturas abiertas	Número de estudios no reportado en la síntesis disponible.	Asociaciones con sexo masculino, diabetes, tabaquismo, fracturas de miembros inferiores, Gustilo III, contaminación y politraumatismo.
Niebuhr et al. [2]	Revisión sistemática y metaanálisis de infecciones tibiales	42 investigaciones.	Síndrome compartimental, transfusión, fractura abierta, mayor Gustilo-Anderson, fijación externa, ASA elevado, politrauma, doble incisión, tabaquismo, sexo masculino y trauma de alta energía.
Wang et al. [3]	Cohorte multicéntrica de infección tras fijación de fracturas	Incidencia aproximada de 1,7 %; duración quirúrgica ≥180 minutos como factor independiente.	Categorías de IMC, tabaquismo, ASA elevado, trauma de alta energía, diabetes, fractura abierta y variables perioperatorias; Staphylococcus aureus predominante.
PRISMA 2020 [4,5]	Guía de reporte para revisiones sistemáticas	No corresponde a un estudio de incidencia o asociación.	Marco de transparencia para identificación, selección, evaluación y síntesis de evidencia.

Nota. Elaboración a partir de la información expresamente descrita en el documento fuente; no se añadieron tamaños de efecto, intervalos de confianza ni cifras ausentes.

La tabla evidencia que los datos cuantitativos disponibles son limitados y se concentran en el número de investigaciones incluidas en la revisión tibial, la incidencia aproximada informada por la cohorte multicéntrica y el umbral de duración quirúrgica señalado por ese mismo estudio; por ello, la síntesis se apoya principalmente en la consistencia cualitativa de asociaciones y no en una comparación numérica entre tamaños de efecto.

La distribución temporal de las fuentes permite observar la concentración cronológica de la evidencia utilizada en la síntesis y contextualizar la combinación de estudios clásicos con publicaciones recientes; el recuento se construyó exclusivamente a partir de las quince referencias incluidas en la versión final, sin convertir el año de publicación en un indicador de calidad metodológica.

Gráfico 1. Distribución temporal de las fuentes incluidas en la síntesis



Fuente: Elaboración a partir de las referencias 1-15.

El patrón temporal muestra una concentración de publicaciones entre 2019 y 2021, seguida de nuevas aportaciones en 2024 y 2025; esta distribución evidencia que el marco conceptual de infección relacionada con fractura se apoya en consensos y revisiones previas, mientras que la actualización del perfil de riesgo incorpora

metaanálisis y cohortes recientes, por lo que la interpretación combina continuidad conceptual y evidencia contemporánea.

La diabetes mellitus se identificó como uno de los factores sistémicos más recurrentes, con asociación significativa en el metaanálisis de fracturas abiertas y presencia entre las variables independientes de la cohorte multicéntrica; el documento relaciona esta vulnerabilidad con alteraciones de la función leucocitaria, reducción de la respuesta inmunitaria, compromiso de la microcirculación y deterioro de la cicatrización, elementos que pueden disminuir la capacidad del huésped para controlar una contaminación bacteriana en un entorno de trauma y material implantado [1,3].

El tabaquismo presentó una asociación repetida en diferentes niveles de evidencia y fue considerado un factor potencialmente modificable, ya que sus efectos sobre vasoconstricción, oxigenación tisular y reparación de tejidos pueden coincidir con una lesión local que ya presenta edema, contusión o pérdida de cobertura; su presencia en el metaanálisis de fracturas abiertas, en la revisión tibial y en la cohorte multicéntrica refuerza la utilidad de documentarlo como parte de la valoración preoperatoria [1-3].

La clasificación ASA elevada funcionó como indicador del estado general y de la carga de comorbilidad, con asociación entre ASA superior a 2 e infección en la revisión de fracturas tibiales y presencia del ASA elevado entre los factores independientes de la cohorte multicéntrica; el hallazgo sugiere que la valoración de riesgo debe incorporar el estado fisiológico global y no limitarse a la anatomía de la fractura, porque una lesión similar puede evolucionar de forma diferente según la reserva sistémica del paciente [2,3].

El índice de masa corporal apareció en la cohorte multicéntrica a través de diferentes categorías asociadas con infección, aunque la investigación base no proporcionó los puntos de corte, los tamaños de efecto ni una síntesis equivalente en las otras fuentes

principales; por esa razón, se mantuvo como un hallazgo complementario y no se elevó al mismo nivel de consistencia que diabetes, tabaquismo o ASA, evitando extrapolar una relación cuantitativa que no estaba documentada [3].

El sexo masculino fue identificado como variable asociada tanto en la revisión de fracturas abiertas como en el metaanálisis tibial, pero la fuente no aportó una explicación causal ni datos suficientes para determinar si la asociación refleja patrones de exposición al trauma, características clínicas o factores de confusión; en consecuencia, se conserva como un marcador epidemiológico reportado y no como una variable modificable sobre la que pueda plantearse una intervención preventiva directa [1,2].

La Tabla 2 organiza los factores del huésped según su carácter modificable y el tipo de interpretación permitida por la fuente, evitando asignar magnitudes de riesgo no disponibles en el documento original.

Tabla 2. Factores del huésped asociados con infección posterior a osteosíntesis

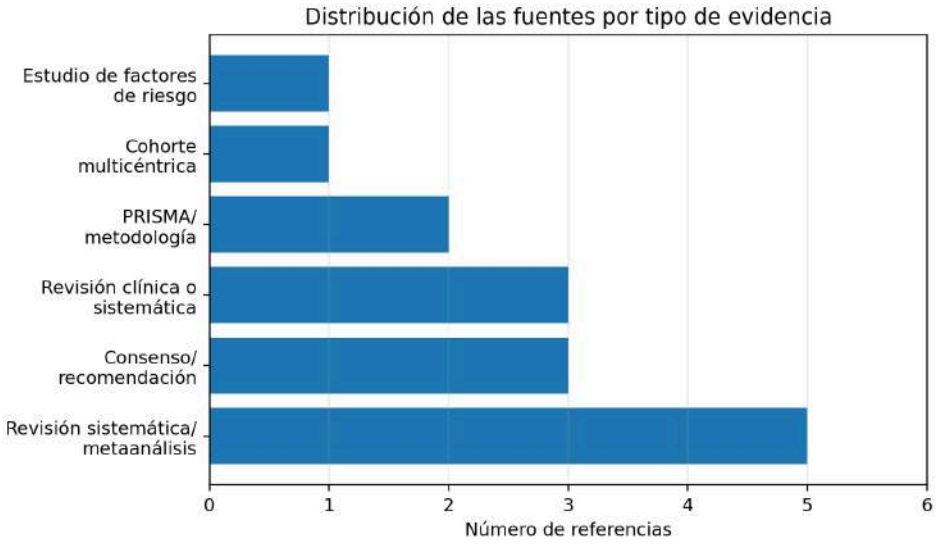
Factor	Evidencia descrita	Condición modificable	Interpretación sustentada
Diabetes mellitus	Asociación en fracturas abiertas y presencia entre factores independientes de cohorte multicéntrica [1,3].	Potencialmente optimizable mediante control metabólico.	Factor sistémico relevante para estratificación preoperatoria.
Tabaquismo	Asociación en fracturas abiertas, fracturas tibiales y cohorte multicéntrica [1-3].	Sí, potencialmente modificable.	Exposición prioritaria para prevención preoperatoria.
ASA elevado	ASA >2 asociado en revisión tibial; ASA elevado también señalado en cohorte multicéntrica [2,3].	No de forma directa; refleja comorbilidad y estado fisiológico.	Marcador de vulnerabilidad sistémica y necesidad de valoración integral.
Categorías de IMC	Señaladas como factores independientes en la cohorte multicéntrica [3].	Potencialmente modificable en determinados contextos.	Hallazgo complementario sin umbrales ni tamaños de efecto consignados.
Sexo masculino	Asociación reportada en fracturas abiertas y en revisión tibial [1,2].	No.	Marcador epidemiológico, sin atribución causal en la fuente.

Nota. La clasificación de modificabilidad corresponde a una interpretación clínica general de los factores descritos; no representa un tamaño de efecto ni una relación causal demostrada.

La síntesis del huésped muestra una diferencia relevante entre exposiciones potencialmente intervenibles y marcadores no modificables, ya que tabaquismo y control metabólico ofrecen oportunidades de optimización, mientras que sexo y ASA sirven principalmente para reconocer vulnerabilidad; esta distinción evita que la prevención se limite a enumerar factores y orienta la valoración hacia acciones concretas cuando la condición clínica permite modificarlas.

La diversidad metodológica de las fuentes se examinó para identificar qué tipos de evidencia sostienen los factores sintetizados, diferenciando revisiones sistemáticas y metaanálisis, consensos, documentos metodológicos, revisiones clínicas, cohortes y estudios de factores de riesgo; el gráfico representa el tipo de publicación de las referencias finales y no una jerarquía automática de validez.

Gráfico 2. Distribución de las fuentes por tipo de evidencia



Fuente: Elaboración a partir de las referencias 1-15.

La mayor proporción corresponde a revisiones sistemáticas y metaanálisis, acompañadas por documentos de consenso y revisiones clínicas que aportan definición, diagnóstico y principios terapéuticos; la presencia de una cohorte multicéntrica y de estudios específicos de factores de riesgo complementa la síntesis con datos

observacionales, combinación pertinente para una pregunta centrada en asociaciones clínicas más que en eficacia de una intervención única.

La fractura abierta se situó entre los factores de asociación más consistente, debido a que establece comunicación entre el foco de fractura y el ambiente externo y puede acompañarse de contaminación bacteriana, destrucción de tejidos blandos y pérdida de cobertura; esta condición apareció tanto en el metaanálisis de fracturas abiertas como en la revisión tibial y en la cohorte multicéntrica, lo que confirma su relevancia transversal dentro de poblaciones y diseños diferentes [1-3].

La gravedad según Gustilo-Anderson mostró un gradiente clínico en el que las lesiones de mayor grado se asociaron con mayor riesgo de infección, especialmente las fracturas Gustilo III y los grados superiores descritos en la revisión tibial; la interpretación debe vincularse con la magnitud de la lesión de tejidos blandos, la contaminación y la exposición ósea, porque la clasificación resume características que condicionan la posibilidad de cobertura, el manejo del foco y la necesidad de procedimientos sucesivos [1,2].

El daño de tejidos blandos funcionó como un componente transversal de la gravedad, aunque no siempre apareció expresado mediante una variable única; la destrucción tisular, la pérdida de cobertura, la lesión muscular, el edema y el compromiso vascular se relacionaron con escenarios como fractura abierta, Gustilo avanzado, trauma de alta energía y síndrome compartimental, por lo que la evaluación local del tejido adquiere un valor explicativo que complementa las categorías diagnósticas de la fractura.

El traumatismo de alta energía se asoció con infección en la cohorte multicéntrica y en la revisión tibial, y su relevancia se comprende por la posibilidad de producir destrucción extensa, lesión vascular, contaminación y politraumatismo; la variable no debe interpretarse únicamente como descripción del mecanismo, sino como un

indicador clínico de la intensidad del daño que puede condicionar tanto el estado local del miembro como la complejidad del tratamiento requerido [2,3].

El politraumatismo se identificó de forma repetida en la literatura de fracturas abiertas y tibiales, con una combinación de lesión tisular, alteraciones fisiológicas, necesidad de transfusiones, procedimientos múltiples y estabilización temporal; su asociación con infección puede representar la acumulación de exposiciones sistémicas y locales, de manera que la interpretación causal debe ser prudente y reconocer que la gravedad global del trauma puede confundir la relación entre una intervención específica y el desenlace [1,2].

El síndrome compartimental se destacó particularmente en la revisión tibial como marcador de lesión tisular, ya que puede implicar edema, compromiso vascular, daño muscular y necesidad de procedimientos adicionales; la fuente no lo presenta como un mecanismo infeccioso directo, sino como una condición que refleja mayor severidad del daño y que puede modificar el entorno biológico sobre el que se realiza la osteosíntesis [2].

La Tabla 3 sintetiza las variables de la lesión y los tejidos blandos que mostraron asociación en las fuentes principales, diferenciando su significado clínico de una interpretación causal directa.

Tabla 3. Factores relacionados con la fractura, la energía del trauma y los tejidos blandos

Factor	Base de asociación descrita	Componente clínico reflejado	Cautela interpretativa
Fractura abierta	Asociación consistente en las principales fuentes [1-3].	Contaminación, comunicación con el exterior, daño y pérdida de cobertura.	La gravedad varía según el grado de lesión y contaminación.
Gustilo-Anderson avanzado	Gustilo III y grados superiores asociados con infección [1,2].	Mayor destrucción de tejidos blandos, contaminación y exposición ósea.	La clasificación resume múltiples componentes de gravedad.
Trauma de alta energía	Asociación en revisión tibial y cohorte multicéntrica [2,3].	Mayor intensidad del daño, posible lesión vascular y politrauma.	Puede coexistir con múltiples factores de confusión.

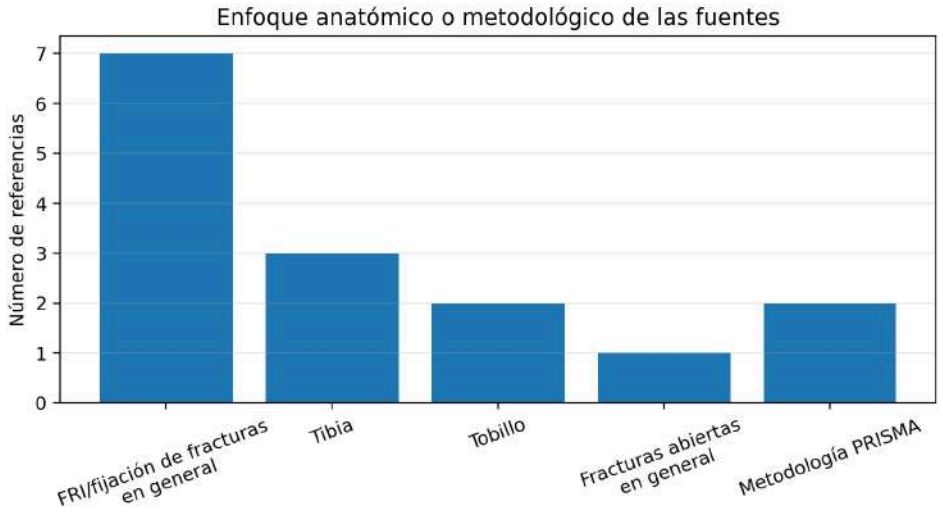
Factor	Base de asociación descrita	Componente clínico reflejado	Cautela interpretativa
Politraumatismo	Asociación en literatura de fracturas abiertas y tibiales [1,2].	Carga sistémica y local de lesión, procedimientos múltiples.	Puede actuar como marcador de severidad global.
Síndrome compartimental	Asociación relevante en fracturas tibiales [2].	Daño muscular, edema, compromiso vascular y procedimientos adicionales.	Se interpreta principalmente como marcador de lesión tisular grave.

Nota. Síntesis basada en las asociaciones descritas en la investigación; no se asignaron porcentajes o probabilidades no disponibles.

Los resultados de esta categoría muestran que la anatomía de la fractura por sí sola no explica el riesgo, porque el estado de los tejidos blandos y la energía del mecanismo condicionan la exposición bacteriana, la posibilidad de cobertura y la complejidad de la estabilización; por ello, la clasificación de la lesión debe integrarse con una valoración local detallada y con el contexto sistémico del trauma.

El enfoque anatómico y metodológico de las publicaciones se organizó para valorar hasta qué punto la evidencia procede de fracturas de huesos largos en general o de localizaciones específicas; esta clasificación se basó en el objeto explícito de cada referencia y permite visualizar la contribución de tibia, tobillo, fracturas abiertas, infección relacionada con fractura en general y documentos PRISMA.

Gráfico 3. Enfoque anatómico o metodológico de las fuentes incluidas



Fuente: Elaboración a partir de las referencias 1-15.

La mayor parte de las fuentes aborda infección relacionada con fractura o fijación de fracturas de manera general, mientras que tibia y tobillo constituyen los focos anatómicos específicos más representados; esta composición explica parte de la heterogeneidad de la revisión y justifica evitar extrapolaciones directas entre localizaciones, debido a que el estado de tejidos blandos, la energía del trauma y las estrategias de fijación difieren entre segmentos.

La duración de la intervención se relacionó con infección en la cohorte multicéntrica, donde un tiempo quirúrgico igual o superior a 180 minutos fue identificado como factor independiente; los procedimientos prolongados pueden implicar mayor exposición de tejidos, pérdida sanguínea, manipulación quirúrgica y contaminación potencial, aunque la fuente advierte que un tiempo mayor también puede reflejar fracturas más complejas y necesidades reconstructivas o de fijación más exigentes [3].

La fijación externa mostró asociación con infección en el metaanálisis de fracturas tibiales, pero su interpretación requiere cautela porque suele utilizarse en pacientes con mayor daño de tejidos blandos, fracturas abiertas o necesidad de estabilización temporal; por tanto, la asociación no permite concluir que el dispositivo externo provoque por sí mismo la infección, y puede existir confusión por indicación debido a la selección de casos más graves para este tipo de estrategia [2].

La transfusión sanguínea también fue asociada con infección en pacientes con fracturas tibiales, aunque la investigación subraya la posibilidad de confusión por indicación, ya que quienes requieren transfusión suelen presentar mayor pérdida sanguínea, lesiones de alta energía o compromiso sistémico más importante; en este escenario, la transfusión puede funcionar como marcador de gravedad clínica y no necesariamente como una exposición causal independiente [2].

Los abordajes con doble incisión aparecieron entre las variables asociadas en el metaanálisis tibial, pero la fuente base no proporcionó magnitud del efecto, localización específica dentro del espectro de fracturas tibiales ni ajuste por complejidad de la lesión; en consecuencia, se mantuvo como hallazgo específico de esa síntesis y no se generalizó a todas las fracturas de huesos largos ni se interpretó como recomendación para evitar un abordaje determinado [2].

La elección del implante y de la estrategia de fijación debe adaptarse a la estabilidad requerida, las características del hueso y el estado de los tejidos blandos, principio que adquiere relevancia cuando existe infección o elevado riesgo de desarrollarla; las recomendaciones de consenso incluidas en la bibliografía resaltan que el manejo de FRI debe integrar estabilidad, desbridamiento, cobertura y tratamiento antimicrobiano, sin depender de una sola intervención aislada [8,9].

Los estafilococos poseen relevancia dentro de la infección relacionada con la fractura por su capacidad de adherirse a superficies metálicas y formar biofilm, condición que puede reducir la eficacia de los antimicrobianos y favorecer la persistencia de microorganismos sobre el implante; la investigación base enfatiza que este mecanismo obliga a interpretar la infección como un proceso que puede involucrar simultáneamente hueso, tejidos blandos y material de osteosíntesis [6-10].

En la cohorte multicéntrica de Wang y colaboradores, Staphylococcus aureus fue el microorganismo predominante entre los casos de infección, dato que aporta una referencia microbiológica concreta dentro de una revisión centrada principalmente en factores de riesgo clínicos; sin embargo, la fuente no proporcionó la proporción exacta de aislamientos, distribución de resistencia, presencia de infección polimicrobiana ni comparación entre microorganismos, por lo que no se añadieron cifras o perfiles microbiológicos no reportados [3].

El diagnóstico de FRI debe integrar hallazgos clínicos, microbiológicos, histopatológicos e imagenológicos, evitando depender exclusivamente de cultivos superficiales; esta perspectiva es coherente con los consensos utilizados como fundamento conceptual, que diferencian criterios confirmatorios y sugieren la obtención de muestras profundas como parte de una evaluación diagnóstica estructurada, sin que la revisión actual pretenda sustituir una guía terapéutica o diagnóstica específica [6,7].

La Tabla 4 integra factores terapéuticos y microbiológicos, señalando los datos concretos que la fuente permite sostener y las principales precauciones para evitar inferencias causales no justificadas.

Tabla 4. Factores terapéuticos y microbiológicos relevantes en la síntesis

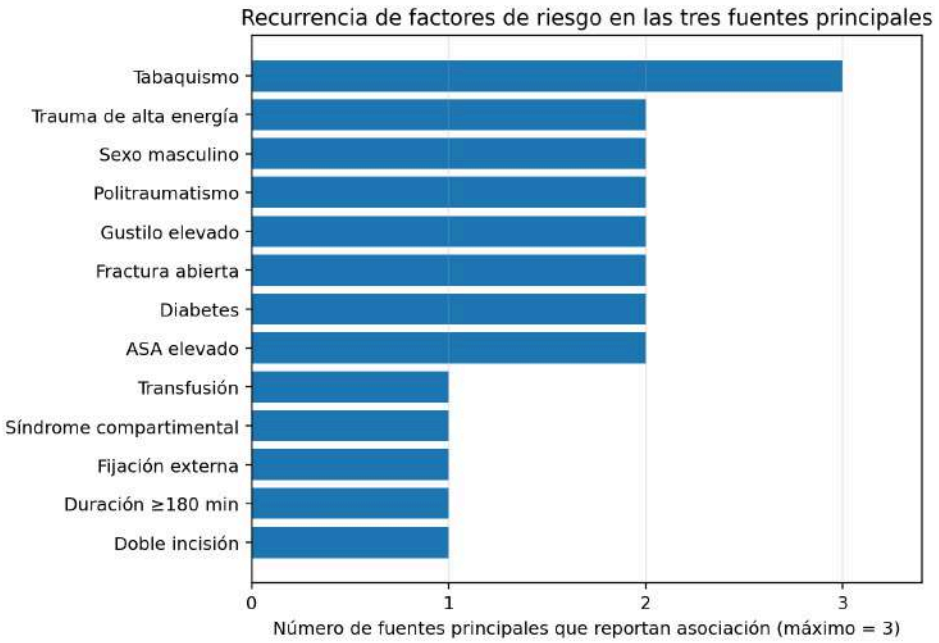
Variable	Resultado descrito	Interpretación clínica	Límite de la evidencia disponible
Duración quirúrgica	≥180 minutos como factor independiente en cohorte multicéntrica [3].	Puede reflejar exposición prolongada y mayor complejidad.	No se consignan tamaños de efecto en la fuente base.
Fijación externa	Asociada con infección en metaanálisis tibial [2].	Frecuente en lesiones graves o con daño de tejidos blandos.	Posible confusión por indicación.
Transfusión sanguínea	Asociada con infección en fracturas tibiales [2].	Puede acompañar pérdida sanguínea y trauma grave.	Posible confusión por indicación.
Doble incisión	Asociación descrita en revisión tibial [2].	Hallazgo específico del contexto tibial.	No debe generalizarse a todas las fracturas.
Staphylococcus aureus	Microorganismo predominante en la cohorte multicéntrica [3].	Relevancia microbiológica en infección posterior a fijación.	La proporción exacta no se reporta en la fuente base.
Biofilm	Mecanismo relevante por adhesión a superficies implantadas [6-10].	Favorece persistencia y dificulta erradicación.	Concepto de consenso, no resultado cuantitativo propio.

Nota. Se conservaron únicamente asociaciones y datos expresamente disponibles; las columnas interpretativas no representan pruebas de causalidad.

La integración de variables terapéuticas confirma que el tratamiento puede participar en el perfil de riesgo, pero también que muchas decisiones quirúrgicas están condicionadas por la gravedad inicial, por lo que la lectura de estos hallazgos exige distinguir exposición, indicación y complejidad; esta cautela es esencial para evitar conclusiones simplistas que penalicen una estrategia utilizada precisamente porque el paciente presenta una lesión más grave.

La recurrencia de los factores de riesgo se examinó en las tres fuentes principales de la síntesis, correspondientes al metaanálisis de fracturas abiertas, el metaanálisis tibial y la cohorte multicéntrica; el recuento expresa cuántas de estas fuentes reportaron cada asociación y no representa tamaño de efecto, riesgo relativo ni causalidad.

Gráfico 4. Recurrencia de factores de riesgo en las tres fuentes principales



Fuente: Elaboración a partir de los factores explícitamente descritos en las referencias 1-3.

El tabaquismo aparece en las tres fuentes principales y constituye la asociación más repetida dentro de este recuento, mientras que diabetes, ASA elevado, politraumatismo, trauma de alta energía, sexo masculino y mayor gravedad Gustilo-Anderson aparecen en dos; la recurrencia refuerza su utilidad para estratificación, aunque la ausencia de tamaños de efecto homogéneos impide ordenar los factores por magnitud de riesgo.

La prevención se inicia antes de la intervención mediante identificación de pacientes de alto riesgo, valoración de diabetes, tabaquismo, estado nutricional, comorbilidades, clasificación ASA y características de la lesión; el propósito no consiste en excluir automáticamente a quien presenta un factor, sino en reconocer vulnerabilidades y

optimizar los elementos modificables cuando el tiempo clínico y la urgencia de la fractura lo permiten.

En fracturas abiertas deben priorizarse la evaluación de la contaminación, la magnitud del daño de tejidos blandos, la posibilidad de cobertura, el tratamiento antibiótico oportuno y el desbridamiento apropiado; estas medidas se relacionan con la necesidad de controlar el ambiente local donde se producirá la fijación y reducir condiciones que favorezcan persistencia bacteriana, sin asumir que una sola intervención neutraliza el riesgo acumulado por la gravedad de la lesión [8-10].

Durante la cirugía se plantea reducir agresiones innecesarias a los tejidos, optimizar la duración del procedimiento cuando sea posible y mantener condiciones estrictas de asepsia, además de seleccionar el implante y la estrategia de fijación de acuerdo con la estabilidad requerida y el estado biológico del segmento; la duración quirúrgica debe entenderse como un objetivo de eficiencia compatible con una técnica segura, no como una indicación de acortar procedimientos a costa de una fijación inadecuada.

La prevención continúa después del cierre mediante seguimiento clínico temprano y evaluación inmediata ante signos de infección, dehiscencia, drenaje persistente o alteraciones de la cicatrización; la vigilancia adquiere mayor relevancia en fracturas abiertas, lesiones tibiales complejas, politraumatizados y pacientes con varios factores concurrentes, porque la identificación precoz puede facilitar decisiones diagnósticas y terapéuticas antes de que se consolide un proceso infeccioso persistente.

Discusión

La síntesis confirma que la infección posterior a la osteosíntesis debe interpretarse como el resultado potencial de múltiples dimensiones que convergen en un mismo paciente, porque la vulnerabilidad del huésped, la gravedad de la fractura, el estado de los tejidos blandos y la complejidad del tratamiento pueden coexistir y reforzarse; esta perspectiva evita buscar una causa única y favorece una estratificación en la que cada factor aporta información sobre el riesgo global, sin que todas las asociaciones tengan la misma capacidad explicativa o causal.

La consistencia observada para fracturas abiertas y lesiones de mayor gravedad representa uno de los hallazgos centrales, ya que la comunicación con el exterior, la contaminación, la exposición ósea y la destrucción de tejidos blandos generan un entorno local desfavorable desde el momento inicial del trauma; el metaanálisis de Kortram y colaboradores ubicó la gravedad de la fractura, la contaminación y el politraumatismo junto con diabetes y tabaquismo entre los factores de mayor relevancia, lo que ilustra la interacción entre estado del huésped y daño local [1].

La revisión de Niebuhr y colaboradores amplió esta interpretación en el contexto tibial al reunir 42 investigaciones y describir una red de asociaciones que incluye síndrome compartimental, transfusión, fractura abierta, Gustilo-Anderson elevado, fijación externa, ASA elevado, politrauma, doble incisión, tabaquismo, sexo masculino y trauma de alta energía; la diversidad de estas variables muestra que el riesgo tibial no se concentra en un solo momento del proceso, sino que se distribuye desde la lesión inicial hasta la estrategia quirúrgica y la condición sistémica [2].

La cohorte multicéntrica de Wang y colaboradores aporta un contraste útil porque examinó infección posterior a la fijación desde un diseño observacional multicéntrico y

reportó una incidencia aproximada de 1,7 %, además de factores independientes como tabaquismo, diabetes, ASA elevado, trauma de alta energía, fractura abierta y duración quirúrgica igual o superior a 180 minutos; la coincidencia de varios factores con las revisiones previas refuerza su relevancia para la estratificación, aunque la magnitud exacta de cada asociación no está disponible en el documento base [3].

La aplicabilidad regional debe interpretarse con cautela porque las fuentes incluidas en la síntesis no aportan una serie ecuatoriana específica que permita estimar incidencia local o contrastar magnitudes de asociación; en consecuencia, los factores se emplean como marco de estratificación sustentado en evidencia internacional y no como una predicción numérica para una institución determinada. Esta ausencia de estimaciones locales respalda la necesidad de registros prospectivos que documenten infección relacionada con fractura mediante definiciones uniformes y permitan comparar el comportamiento de los factores en distintos sistemas de salud.

La diabetes merece una interpretación que combine evidencia clínica y plausibilidad biológica, porque la alteración de la respuesta inmunitaria, la microcirculación y la cicatrización puede disminuir la capacidad de controlar un inóculo bacteriano y reparar tejidos traumatizados; sin embargo, la presencia de diabetes no determina por sí sola el desenlace, por lo que su utilidad principal radica en reconocer una condición sistémica que puede optimizarse y que debe considerarse junto con el control de la lesión, la estabilidad y la cobertura de tejidos [1,3].

El tabaquismo presenta un perfil diferente por tratarse de una exposición potencialmente modificable con asociación repetida en las fuentes principales, lo que le confiere relevancia preventiva; la vasoconstricción, la reducción de oxigenación tisular y el deterioro de la reparación descritos en la investigación proporcionan una explicación coherente con el mayor riesgo observado, aunque la revisión no permite establecer

cuánto disminuye el riesgo tras suspender el consumo ni definir un periodo mínimo de abstinencia, datos que requerirían estudios específicos [1-3].

La clasificación ASA elevada representa más un indicador agregado de vulnerabilidad que una exposición única, por lo que su asociación con infección puede reflejar múltiples comorbilidades, menor reserva fisiológica o mayor complejidad perioperatoria; este carácter de marcador integrado resulta clínicamente útil porque permite identificar pacientes en los que una fractura compleja se suma a una condición sistémica desfavorable, pero no debe interpretarse como una explicación etiológica aislada ni como un objetivo terapéutico independiente [2,3].

La fractura abierta constituye probablemente el ejemplo más claro de una variable que integra exposición al ambiente, daño tisular y complejidad terapéutica, de modo que su asociación repetida en distintas fuentes resulta consistente con la fisiopatología del proceso infeccioso; la gravedad según Gustilo-Anderson añade una gradación de la lesión que ayuda a contextualizar el riesgo, aunque la clasificación no reemplaza la valoración directa del tejido, la contaminación y las necesidades de cobertura o reconstrucción [1-3].

El papel del traumatismo de alta energía debe interpretarse dentro del mismo marco, porque un mecanismo intenso puede traducirse en daño extenso de tejidos blandos, lesión vascular y politraumatismo, condiciones que a su vez condicionan transfusión, estabilización temporal y cirugías más complejas; por esta razón, atribuir la infección exclusivamente al mecanismo de trauma sería simplificar una cadena de exposiciones que se superponen y que pueden explicar parte de la asociación observada [2,3].

El politraumatismo refuerza esta idea de acumulación, ya que combina alteraciones fisiológicas sistémicas con lesiones locales y múltiples necesidades terapéuticas; una persona politraumatizada puede requerir transfusiones, procedimientos sucesivos y

estrategias de control de daño, de modo que la infección posterior a una osteosíntesis aparece dentro de un contexto asistencial más complejo y no como un evento desvinculado del estado general, lo que justifica vigilancia más estrecha y planificación perioperatoria individualizada [1,2].

La asociación entre fijación externa e infección ilustra con especial claridad el problema de la confusión por indicación, porque la fijación externa se utiliza con frecuencia precisamente cuando la lesión es más grave, existe compromiso de tejidos blandos o se requiere estabilización temporal; por ello, el hallazgo no autoriza a concluir que la técnica deba evitarse de manera general, y una interpretación adecuada debe separar el efecto potencial del procedimiento de la severidad que motivó su elección [2].

La transfusión sanguínea presenta una dificultad interpretativa similar, pues puede acompañar hemorragia, trauma de alta energía y procedimientos prolongados, de modo que su asociación puede reflejar el estado del paciente más que un mecanismo infeccioso directo; la investigación base reconoce expresamente esta posibilidad y constituye un ejemplo de por qué los resultados observacionales deben formularse como asociaciones, reservando la causalidad para diseños y análisis capaces de controlar adecuadamente los factores de confusión [2].

La duración quirúrgica igual o superior a 180 minutos fue un hallazgo independiente en la cohorte multicéntrica y tiene relevancia práctica porque el tiempo operatorio puede relacionarse con exposición, manipulación y pérdida sanguínea, aunque también puede ser una consecuencia de fracturas complejas; la respuesta clínica no debería consistir en reducir artificialmente el tiempo de cirugía, sino en planificar el procedimiento, disponer de recursos adecuados y evitar demoras prevenibles sin comprometer la calidad de la fijación ni el manejo de tejidos [3].

El síndrome compartimental aporta una dimensión local de gravedad y daño biológico, especialmente en fracturas tibiales, debido a la combinación de edema, compromiso vascular, lesión muscular y necesidad de intervenciones adicionales; su asociación con infección resulta coherente con un entorno tisular desfavorable, pero la fuente no permite separar la contribución del síndrome de la lesión inicial o de los procedimientos derivados, por lo que debe conservarse la interpretación como marcador de severidad [2].

La microbiología introduce otra capa de análisis, porque la presencia de Staphylococcus aureus como microorganismo predominante en la cohorte multicéntrica se integra con la relevancia general de los estafilococos en infecciones de implantes; la capacidad de formar biofilm explica por qué una infección puede persistir pese al tratamiento y por qué la estrategia terapéutica debe considerar estabilidad, desbridamiento, cobertura y antimicrobianos de forma coordinada, principios recogidos en los consensos incluidos en la bibliografía [3,6-11].

La prevención preoperatoria se deriva de la posibilidad de reconocer y optimizar componentes modificables, especialmente tabaquismo y control metabólico, además de valorar estado nutricional, comorbilidades y ASA; en el contexto de trauma urgente, algunas intervenciones pueden estar limitadas por el tiempo disponible, pero la identificación temprana sigue siendo útil para adaptar vigilancia, manejo de glucemia, soporte sistémico y planificación quirúrgica, sin convertir la optimización en una causa de retraso injustificado del tratamiento.

En fracturas abiertas, la prevención requiere integrar contaminación, desbridamiento, antibióticos oportunos y cobertura de tejidos blandos, porque el riesgo surge de un entorno local que combina exposición bacteriana y pérdida de barreras; la revisión no proporciona comparaciones cuantitativas entre protocolos de antibióticos, tiempos de

desbridamiento o técnicas de cobertura, por lo que estas medidas se presentan como principios generales derivados de la literatura incluida y no como umbrales terapéuticos nuevos [8-10].

La prevención intraoperatoria se relaciona con técnica cuidadosa, reducción de agresiones innecesarias a tejidos, control de la duración cuando sea posible, asepsia y elección de una estrategia de fijación compatible con estabilidad y biología local; la aplicación de estos principios debe individualizarse porque una lesión compleja puede requerir más tiempo o procedimientos escalonados, y una conducta preventiva adecuada no consiste en aplicar una regla rígida sino en reducir exposiciones evitables sin comprometer objetivos mecánicos y reconstructivos.

Entre las fortalezas del trabajo se encuentra la integración de evidencia procedente de revisiones sistemáticas, metaanálisis, cohortes y consensos internacionales, junto con una clasificación clínica que diferencia huésped, lesión y tratamiento; esta estructura permite reconocer convergencias entre fuentes y evita reducir el riesgo a una sola dimensión, además de mantener una declaración explícita de transparencia que prohíbe inventar recuentos PRISMA o datos cuantitativos ausentes.

Las limitaciones son relevantes y condicionan el alcance de las conclusiones, porque existe heterogeneidad en la definición de infección, población, localización anatómica, tipo de implante y seguimiento, además de un predominio de evidencia observacional; estas diferencias impiden asumir equivalencia entre todos los estudios y limitan la posibilidad de establecer causalidad, especialmente cuando las variables de tratamiento pueden estar condicionadas por la gravedad inicial de la lesión.

La ausencia de una estrategia de búsqueda completa y reproducible, fechas exactas por base de datos, diagrama PRISMA con recuentos reales, tabla integral de estudios incluidos y evaluación formal del riesgo de sesgo constituye una limitación

metodológica adicional; PRISMA 2020 mejora la transparencia del reporte, pero no sustituye esos componentes, por lo que una futura versión de revisión sistemática formal debería completar la documentación sin reconstruir retrospectivamente datos que no fueron registrados [4,5].

La falta de tamaños de efecto comparables también impide establecer una jerarquía cuantitativa entre factores, de modo que expresiones como “mayor riesgo” deben interpretarse a partir de las asociaciones descritas en las fuentes y no como una diferencia uniforme aplicable a todas las fracturas; la heterogeneidad anatómica y metodológica justifica esta precaución y explica por qué se optó por una síntesis narrativa en lugar de combinar resultados de forma estadística.

Las futuras investigaciones deberían avanzar hacia definiciones uniformes de FRI, registro prospectivo de factores del huésped y de la lesión, documentación precisa de tiempos quirúrgicos, transfusiones, estrategias de fijación y estado de tejidos blandos, además de análisis multivariable capaces de distinguir factores independientes de marcadores de gravedad; estas condiciones permitirían desarrollar modelos predictivos clínicamente útiles y comparar su rendimiento en diferentes localizaciones de huesos largos.

En conjunto, la evidencia respalda un enfoque preventivo continuo que inicia con la valoración del paciente y de la lesión, continúa durante la planificación y ejecución de la fijación y se prolonga en el seguimiento; la utilidad de la revisión reside menos en proponer una regla única que en mostrar cómo diferentes exposiciones se acumulan y exigen decisiones individualizadas, con especial atención a factores modificables y a escenarios de lesión grave.

Conclusiones

La infección posterior a la osteosíntesis de fracturas de huesos largos constituye una complicación multifactorial en la que convergen características del huésped, gravedad de la fractura, daño de tejidos blandos y variables vinculadas al tratamiento, por lo que el riesgo no debe estimarse mediante un único predictor; la evidencia sintetizada muestra mayor consistencia para fractura abierta, Gustilo-Anderson avanzado, lesión extensa de tejidos blandos, tabaquismo, diabetes mellitus, ASA elevado, politraumatismo, trauma de alta energía, síndrome compartimental, fijación externa, transfusión y procedimientos quirúrgicos prolongados.

Los factores del huésped aportan oportunidades de prevención diferenciadas, porque el tabaquismo y el control metabólico son potencialmente modificables, mientras que el ASA elevado, el sexo y otros marcadores epidemiológicos sirven principalmente para reconocer vulnerabilidad; esta distinción permite orientar la valoración preoperatoria hacia acciones posibles sin confundir la presencia de una variable con una relación causal inevitable.

La fractura abierta y la gravedad del daño de tejidos blandos ocupan una posición central en la estratificación, debido a la combinación de contaminación, exposición ósea, pérdida de cobertura y complejidad terapéutica, mientras que el trauma de alta energía, el politraumatismo y el síndrome compartimental reflejan escenarios donde se acumulan lesiones locales y alteraciones sistémicas; la evaluación debe integrar mecanismo, clasificación y condición real de los tejidos.

Las variables terapéuticas requieren interpretación prudente, porque la duración quirúrgica igual o superior a 180 minutos mostró asociación independiente en una cohorte multicéntrica, mientras que fijación externa y transfusión se asociaron con

infección en fracturas tibiales, aunque estas últimas pueden actuar como marcadores de lesiones más graves; en consecuencia, no se justifica atribuir causalidad directa ni evitar una estrategia necesaria únicamente por su asociación observacional.

La prevención debe comenzar desde la valoración inicial, continuar durante el manejo quirúrgico y mantenerse en el seguimiento posoperatorio, con optimización de factores modificables, evaluación rigurosa de fracturas abiertas y tejidos blandos, técnica cuidadosa, planificación de la fijación, asepsia y vigilancia temprana de signos compatibles con infección; los pacientes con múltiples factores concurrentes requieren una atención particularmente individualizada.

La revisión mantiene limitaciones derivadas de la heterogeneidad de estudios, predominio de diseños observacionales, ausencia de metaanálisis propio y falta de documentación completa de la estrategia de búsqueda, recuentos PRISMA y riesgo de sesgo; por ello, las conclusiones expresan asociaciones y no causalidad, y una futura revisión formal deberá completar esos elementos, incorporar extracción cuantitativa reproducible y validar modelos de estratificación sin fabricar datos ausentes.

Referencias Bibliográficas

1. Kortram K, Bezstarosti H, Metsemakers WJ, Raschke MJ, Van Lieshout EMM, Verhofstad MHJ. Risk factors for infectious complications after open fractures; a systematic review and meta-analysis. International Orthopaedics. 2017;41(10):1965-1982. doi:10.1007/s00264-017-3556-5.

2. Niebuhr D, Mattson T, Jensen NM, Viberg B, Jensen SS. Risk factors for tibial infections following osteosynthesis: A systematic review and meta-analysis.

Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma. 2024;50:102376. doi:10.1016/j.jcot.2024.102376.

3. Wang B, Zhang J, Han W, Tang X, Tian F. Incidence and risk factors of infection after fracture fixation: A multicenter cohort study. Orthopaedic Surgery. 2025;17(1):151-162. doi:10.1111/os.14278.

4. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.

5. Page MJ, Moher D, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. PRISMA 2020 explanation and elaboration: Updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n160.

6. Metsemakers WJ, Morgenstern M, Senneville E, Borens O, Govaert GAM, Onsea J, et al. Fracture-related infection: A consensus on definition from an international expert group. Injury. 2018;49(3):505-510. doi:10.1016/j.injury.2017.08.040.

7. McNally M, Govaert G, Dudareva M, Morgenstern M, Metsemakers WJ. Definition and diagnosis of fracture-related infection. EFORT Open Reviews. 2020;5(10):614-619. doi:10.1302/2058-5241.5.190072.

8. Metsemakers WJ, Kuehl R, Moriarty TF, Richards RG, Verhofstad MHJ, Borens O, et al. General treatment principles for fracture-related infection: Recommendations from an international expert group. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. 2020;140(8):1013-1027. doi:10.1007/s00402-019-03287-4.

9. Depypere M, Kuehl R, Metsemakers WJ, Senneville E, McNally MA, Obremskey WT, et al. Recommendations for systemic antimicrobial therapy in fracture-related infection: A consensus from an international expert group.

Journal of Orthopaedic Trauma. 2020;34(1):30-41. doi:10.1097/BOT.0000000000001626.

10. Steinmetz S, Wernly D, Stricher L, Trampuz A, Borens O. Infection after fracture fixation. EFORT Open Reviews. 2019;4(7):353-363. doi:10.1302/2058-5241.4.180093.
11. Bezstarosti H, van Lieshout EMM, Voskamp LW, Kortram K, Obremskey WT, McNally MA, et al. Insights into treatment and outcome of fracture-related infection: A systematic literature review. Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery. 2019;139(1):61-72. doi:10.1007/s00402-018-3048-0.
12. Whiting PS, Galat DD, Zirkle LG, Obremskey WT, Bhandari M. Risk factors for infection after intramedullary nailing of open tibial shaft fractures in low- and middle-income countries. Journal of Orthopaedic Trauma. 2019;33(6):e234-e239. doi:10.1097/BOT.0000000000001441.
13. Yin C, Sun L. Risk factors contributing to postoperative surgical site infections in patients undergoing ankle fracture fixation: A systematic review and meta-analysis. International Wound Journal. 2024;21(4):e14639. doi:10.1111/iwj.14639.
14. Zhang Y, Hou Z, Wang Y, Li X, Tan X. Risk factors for surgical site infection following operative treatment of ankle fractures: A systematic review and meta-analysis. International Journal of Surgery. 2018;56:124-132. doi:10.1016/j.ijsu.2018.06.018.
15. Zhang Y, Sun Y, Wang Y, Zhao X, Liu S. Incidence and risk factors for surgical site infection after open reduction and internal fixation of tibial plateau fracture: A systematic review and meta-analysis. International Journal of Surgery. 2017.

Comparación entre fijación interna y tratamiento conservador en fracturas de clavícula desplazada.

Comparison between internal fixation and conservative treatment in displaced clavicle fractures.

Comparação entre fixação interna e tratamento conservador em fraturas deslocadas da clavícula.

Erik Fabrizio Noriega Moreno
Universidad Católica Santiago de Guayaquil
Médico general.
Ecuador
medicina y salud
erik.noriega@cu.ucsg.edu.ec
https://orcid.org/0009-0006-5318-3236

Forma de citación en APA, séptima edición.

Noriega, E. (2026). *Comparación entre fijación interna y tratamiento conservador en fracturas de clavícula desplazada*. Revista Ibero Research, 1(7), 79 – 115.

Fecha de presentación: 30/08/2026 **Fecha de aceptación:** 01/09/2026 **Fecha de publicación:** 02/09/2026

Resumen

Las fracturas desplazadas de clavícula, en especial las localizadas en el tercio medio, mantienen una controversia terapéutica por el equilibrio entre consolidación, recuperación funcional y complicaciones; el objetivo fue comparar la eficacia y seguridad de la fijación interna frente al tratamiento conservador en adultos. Se desarrolló una revisión sistemática estructurada conforme a PRISMA 2020 y una pregunta PICO, integrando ensayos comparativos, revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios pronósticos y guías clínicas. La evidencia mostró mayor consolidación y menor pseudoartrosis con fijación interna, además de recuperación funcional inicial más rápida, mientras que a largo plazo las diferencias funcionales fueron pequeñas. El metaanálisis de 2025 incluido en la síntesis, con 11 estudios y 1.084 pacientes, reportó una odds ratio de 0,23 para pseudoartrosis con tratamiento quirúrgico frente al no quirúrgico. La cirugía presentó mayor exposición a irritación del implante y reintervención, por lo que el tratamiento conservador permaneció como alternativa válida en pacientes seleccionados. Se concluyó que la decisión debe individualizarse según desplazamiento, acortamiento, conminución, demanda funcional, riesgo de pseudoartrosis y preferencias del paciente.

Palabras clave: osteosíntesis; pseudoartrosis; consolidación ósea; función del hombro; reintervención.

Abstract

Displaced clavicle fractures, especially those involving the midshaft, remain therapeutically controversial because treatment must balance bone union, functional recovery, and complications; the objective was to compare the efficacy and safety of internal fixation versus conservative treatment in adults. A structured systematic review was developed in accordance with PRISMA 2020 and a PICO question, integrating comparative trials, systematic reviews, meta-analyses, prognostic studies, and clinical guidelines. Evidence showed higher union rates and lower nonunion with internal fixation, together with faster early functional recovery, whereas long-term functional differences were small. The 2025 meta-analysis included in the synthesis, comprising 11 studies and 1,084 patients, reported an odds ratio of 0.23 for nonunion with surgical treatment compared with nonoperative treatment. Surgery was associated with greater exposure to implant irritation and reoperation, while conservative management remained a valid alternative for selected patients. It was concluded that treatment should be individualized according to displacement, shortening, comminution, functional demand, nonunion risk, and patient preferences.

Keywords: osteosynthesis; nonunion; bone healing; shoulder function; reoperation.

Resumo

As fraturas deslocadas da clavícula, especialmente as localizadas no terço médio, mantêm controvérsia terapêutica devido ao equilíbrio entre consolidação, recuperação funcional e complicações; o objetivo foi comparar a eficácia e a segurança da fixação interna com o tratamento conservador em adultos. Foi desenvolvida uma revisão sistemática estruturada conforme o PRISMA 2020 e uma pergunta PICO, integrando ensaios comparativos, revisões sistemáticas, metanálises, estudos prognósticos e diretrizes clínicas. As evidências mostraram maior consolidação e menor pseudoartrose com fixação interna, além de recuperação funcional inicial mais rápida, enquanto as diferenças funcionais em longo prazo foram pequenas. A metanálise de 2025 incluída na síntese, com 11 estudos e 1.084 pacientes, relatou odds ratio de 0,23 para pseudoartrose com tratamento cirúrgico em comparação ao não cirúrgico. A cirurgia apresentou maior exposição à irritação do implante e reintervenção, mantendo-se o tratamento conservador como alternativa válida em pacientes selecionados. Concluiu-se que a decisão deve ser individualizada conforme deslocamento, encurtamento, cominuição, demanda funcional, risco de pseudoartrose e preferências do paciente.

Palavras-chave: osteossíntese; pseudoartrose; consolidação óssea; função do ombro; reintervenção.

Introducción

Las fracturas de clavícula constituyen una lesión frecuente de la cintura escapular y presentan una distribución epidemiológica vinculada con traumatismos de diversa energía, práctica deportiva, accidentes de tránsito y caídas, con predominio del compromiso del tercio medio debido a sus características anatómicas y biomecánicas; esta localización concentra la mayor parte de los casos descritos y explica que la controversia terapéutica se haya desarrollado principalmente alrededor de las fracturas diafisarias desplazadas, cuya evolución puede diferir de las fracturas no desplazadas o de aquellas ubicadas en los extremos medial y lateral [1,2].

Durante varias décadas predominó el tratamiento conservador mediante cabestrillo, inmovilización y rehabilitación progresiva, sustentado en la capacidad de consolidación de la clavícula y en resultados funcionales aceptables para una proporción importante de pacientes; sin embargo, la acumulación de observaciones clínicas mostró que el desplazamiento marcado, la pérdida de contacto cortical y el acortamiento podían relacionarse con dolor persistente, deformidad, alteraciones biomecánicas y mayor riesgo de pseudoartrosis, lo que modificó gradualmente la percepción de que todas las fracturas del tercio medio podían manejarse de forma no quirúrgica [3-7].

La fijación interna surgió como alternativa destinada a restaurar longitud y alineación, aportar estabilidad al foco de fractura y permitir una movilización funcional más temprana, mediante placas anatómicas o dispositivos intramedulares seleccionados según el patrón de lesión y la experiencia quirúrgica; los ensayos comparativos modernos demostraron que la estabilización quirúrgica puede reducir la pseudoartrosis y la consolidación viciosa, a la vez que puede mejorar los resultados reportados durante

los primeros meses, aunque el beneficio funcional tiende a disminuir cuando el seguimiento se prolonga [8-12].

La síntesis de ensayos aleatorizados y estudios comparativos ha reforzado la existencia de una ventaja radiográfica a favor de la fijación interna, especialmente en términos de consolidación, mientras que la magnitud de la superioridad funcional permanente resulta menos consistente; metaanálisis y revisiones sistemáticas han señalado que la reducción de pseudoartrosis constituye el efecto más reproducible, pero también han advertido que la cirugía incorpora complicaciones propias del implante, necesidad de retiro de material, infección, alteraciones sensitivas y procedimientos secundarios que no forman parte del manejo conservador [13-21].

La guía clínica de la American Academy of Orthopaedic Surgeons resume esta tensión al reconocer mejores tasas de consolidación y resultados tempranos favorables con tratamiento quirúrgico en adultos con fracturas desplazadas del tercio medio, al mismo tiempo que admite resultados funcionales y satisfacción similares a largo plazo en grupos seleccionados; este planteamiento desplaza la discusión desde una pregunta dicotómica sobre superioridad absoluta hacia un enfoque de selección de pacientes, en el que el patrón radiográfico, la demanda funcional, la probabilidad de pseudoartrosis y las preferencias individuales adquieren relevancia clínica [22].

La formulación metodológica mediante PICO permite delimitar la comparación con claridad, estableciendo como población a adultos con fracturas desplazadas de clavícula, como intervención la fijación interna mediante placa o dispositivo intramedular, como comparación el tratamiento conservador y como desenlaces la consolidación, pseudoartrosis, función, dolor, complicaciones y reintervención; la organización de la evidencia conforme a PRISMA 2020 favorece una presentación transparente de la selección y síntesis, aun cuando la heterogeneidad de diseños y

definiciones impida realizar estimaciones combinadas adicionales sin datos homogéneos [23,24].

La evidencia más reciente incluida en el documento base mantiene el patrón descrito por investigaciones previas, ya que una revisión sistemática y metaanálisis publicada en 2025 reunió 11 estudios y 1.084 pacientes, mostrando una reducción significativa de la pseudoartrosis con tratamiento quirúrgico y una odds ratio de 0,23 frente al manejo no quirúrgico, mientras que las diferencias en la escala DASH no alcanzaron significación estadística; otra revisión del mismo año coincidió en la ventaja inicial de consolidación y función, junto con resultados funcionales tardíos comparables [25,26].

El riesgo de pseudoartrosis no se distribuye de manera uniforme entre todas las fracturas desplazadas, por lo que la valoración de desplazamiento, acortamiento, conminución y pérdida de contacto entre fragmentos resulta esencial para interpretar el beneficio esperado de la cirugía; estudios pronósticos han contribuido a identificar factores asociados con falta de consolidación y han permitido comprender que la reducción del riesgo absoluto puede variar considerablemente entre individuos, razón por la cual una intervención eficaz a nivel poblacional no necesariamente produce el mismo balance beneficio-riesgo en cada caso clínico [4,27].

La seguridad del tratamiento quirúrgico requiere un análisis separado de la eficacia radiográfica, porque la presencia de placa o implante intramedular puede generar prominencia, irritación local, molestias con el uso de correas o prendas, alteraciones sensitivas, infección, fallo mecánico o refractura después del retiro del material; las series clásicas y las revisiones de complicaciones han mostrado que una parte de las reintervenciones se relaciona más con el implante que con ausencia de consolidación, situación que debe incorporarse a la decisión compartida y a la información preoperatoria [28,29].

La elección entre placa y fijación intramedular tampoco representa un problema exclusivamente técnico, debido a que la conminución, la configuración del trazo, la calidad ósea, la cobertura de partes blandas y la experiencia del cirujano modifican la factibilidad y el perfil de complicaciones de cada opción; las revisiones comparativas de técnicas quirúrgicas han descrito resultados clínicos globalmente semejantes en determinados escenarios, aunque la placa ofrece ventajas de control mecánico cuando existe conminución y el enclavado puede reducir la prominencia del material en pacientes seleccionados [2,30].

La relevancia clínica de la controversia aumenta en pacientes jóvenes, deportistas y trabajadores manuales, para quienes la velocidad de retorno a las actividades puede representar un desenlace tan importante como la consolidación radiográfica, mientras que en personas con menor demanda funcional, comorbilidades relevantes o preferencia por evitar cirugía el manejo conservador puede mantener una relación beneficio-riesgo favorable; de este modo, el concepto de mejor tratamiento depende del valor atribuido a la recuperación temprana, a la prevención de pseudoartrosis y a la aceptación de complicaciones quirúrgicas potenciales [12-14,22].

En este contexto, se planteó como objetivo general comparar la eficacia y seguridad de la fijación interna frente al tratamiento conservador en adultos con fracturas desplazadas de clavícula, considerando como objetivos específicos contrastar la consolidación y pseudoartrosis, valorar la recuperación funcional y el dolor, examinar la consolidación viciosa, describir complicaciones y reintervenciones, y analizar el retorno laboral o deportivo junto con la satisfacción; se sostuvo como hipótesis de trabajo que la fijación interna ofrece ventajas tempranas y radiográficas, sin garantizar una superioridad funcional sostenida para todos los pacientes.

Metodología

Se desarrolló una revisión sistemática estructurada de literatura clínica y metodológica sobre fracturas desplazadas de clavícula en adultos, con énfasis en lesiones del tercio medio y comparación entre fijación interna y tratamiento conservador; la pregunta clínica se formuló mediante el esquema PICO, definiéndose como población los adultos con fractura desplazada, como intervención la fijación mediante placa o dispositivo intramedular, como comparación el manejo no quirúrgico y como resultados de interés la consolidación, pseudoartrosis, consolidación viciosa, función del hombro, dolor, retorno a actividades, complicaciones, reintervención y satisfacción.

La revisión se organizó conforme a los principios de PRISMA 2020 para garantizar coherencia en la identificación, selección, evaluación y síntesis de la evidencia, sin efectuar un metaanálisis de novo debido a la heterogeneidad de diseños, desenlaces, tiempos de seguimiento y formas de reportar los resultados; el documento base estableció PubMed/MEDLINE, Embase, Cochrane Library, Scopus y Web of Science como fuentes prioritarias, y la ampliación bibliográfica mantuvo como criterio central la inclusión de literatura biomédica reconocida y directamente relacionada con la comparación terapéutica [23,24].

La estrategia conceptual utilizó términos en inglés y español equivalentes a “clavicle fracture”, “midshaft clavicle fracture”, “displaced clavicle fracture”, “internal fixation”, “plate fixation”, “intramedullary fixation”, “operative treatment”, “nonoperative treatment” y “conservative treatment”, combinados mediante operadores AND y OR para recuperar estudios comparativos, revisiones sistemáticas, metaanálisis, trabajos pronósticos y documentos de práctica clínica; se priorizaron términos MeSH y

vocabulario clínico habitual cuando resultaron aplicables, evitando ampliar la búsqueda hacia fracturas no desplazadas o lesiones exclusivamente pediátricas.

El corpus final abarcó publicaciones comprendidas entre 1997 y 2025, con mayor peso interpretativo para guías, revisiones sistemáticas y metaanálisis contemporáneos, sin excluir estudios clásicos cuando aportaban información fundamental sobre evolución natural, factores de pseudoartrosis, resultados funcionales o complicaciones del material; la selección final utilizada para la síntesis y las representaciones gráficas quedó compuesta por 30 referencias, integradas por ensayos clínicos y estudios comparativos, investigaciones observacionales o pronósticas, revisiones sistemáticas y metaanálisis, además de guías y documentos metodológicos.

Se incluyeron estudios con participantes adultos mayores de 18 años, fracturas desplazadas de clavícula, predominio de lesiones del tercio medio, comparación directa o síntesis comparativa entre tratamiento quirúrgico y conservador, y reporte de al menos uno de los desenlaces predefinidos; también se incorporaron revisiones sistemáticas y metaanálisis para contextualizar la consistencia de los hallazgos, trabajos pronósticos relevantes para estimar riesgo de no consolidación y guías clínicas de sociedades científicas cuando aportaban recomendaciones sustentadas en evaluación formal de evidencia.

Se excluyeron investigaciones exclusivamente pediátricas, fracturas no desplazadas, reportes de caso, series sin grupo de comparación cuando no aportaban información específica necesaria para seguridad, fracturas patológicas, estudios puramente biomecánicos y trabajos que no permitían separar los resultados del tratamiento quirúrgico de los correspondientes al manejo conservador; también se evitó extrapolar conclusiones generadas para fracturas laterales o mediales hacia las lesiones del tercio medio, debido a diferencias anatómicas, biomecánicas y terapéuticas relevantes.

La extracción de información se orientó hacia diseño, año de publicación, población o tipo de evidencia, tratamiento evaluado, consolidación, pseudoartrosis, consolidación viciosa, escalas funcionales, dolor, retorno a actividades, complicaciones, reintervención y satisfacción, conservándose las unidades y medidas informadas por las fuentes cuando existían; en ausencia de datos numéricos homogéneos se aplicó síntesis narrativa, evitando calcular tasas combinadas, diferencias estandarizadas o efectos agrupados que no pudieran sustentarse con denominadores y definiciones equivalentes.

La calidad metodológica se interpretó según el tipo de estudio, considerando como marcos de referencia los dominios de RoB 2 para ensayos aleatorizados y ROBINS-I para investigaciones no aleatorizadas, aunque no se asignaron puntuaciones artificiales cuando las fuentes disponibles no proporcionaban información suficiente para una valoración completa; adicionalmente, se consideraron la consistencia entre estudios, la precisión de los desenlaces, la duración del seguimiento y la aplicabilidad de los resultados a adultos con fracturas desplazadas del tercio medio.

La síntesis cuantitativa utilizada en los gráficos se restringió a datos explícitos y verificables dentro del corpus, incluyendo el año de publicación de las 30 referencias, la odds ratio de 0,23 para pseudoartrosis reportada por el metaanálisis de 2025, la dirección comparativa de nueve desenlaces resumidos en el documento base y la clasificación de las fuentes según tipo de evidencia; los gráficos se elaboraron con Python y Matplotlib a partir de estas variables, sin imputaciones, simulaciones ni estimaciones de efectos adicionales.

El análisis mantuvo un carácter descriptivo y comparativo, diferenciando eficacia radiográfica, recuperación funcional y seguridad para evitar que un único desenlace determinara por sí solo la conclusión terapéutica; por tratarse de una revisión de datos previamente publicados, sin intervención directa en seres humanos ni acceso a

información identificable, no correspondió una aprobación ética adicional para la elaboración del manuscrito, manteniéndose el respeto a la atribución de fuentes y la presentación transparente de resultados.

Resultados

La síntesis mostró un patrón estable a lo largo de la literatura incluida, con ventaja de la fijación interna en consolidación y prevención de pseudoartrosis, mejor recuperación funcional durante la etapa inicial y una reducción de la consolidación viciosa, mientras que la función y la satisfacción a largo plazo tendieron a aproximarse entre estrategias; en sentido contrario, la cirugía concentró las complicaciones vinculadas con el implante y una proporción importante de reintervenciones, de modo que el beneficio observado dependió del desenlace considerado y del perfil de riesgo del paciente [8-22,25,26].

La evolución del conocimiento no se concentró en un único diseño, sino que combinó trabajos epidemiológicos, ensayos comparativos, estudios pronósticos, revisiones sistemáticas, metaanálisis y guías clínicas; esta diversidad permitió contrastar la eficacia bajo condiciones experimentales con resultados de práctica clínica y con síntesis de mayor nivel, aunque también introdujo heterogeneidad en los criterios de desplazamiento, técnicas quirúrgicas, protocolos de rehabilitación, escalas funcionales y definición temporal de pseudoartrosis.

La primera síntesis tabular reúne investigaciones y documentos de referencia que explican la evolución desde el manejo conservador tradicional hacia una selección terapéutica individualizada, con especial atención a estudios comparativos y revisiones que evaluaron consolidación, función y seguridad.

Tabla 1. Estudios y documentos clave para la comparación terapéutica

Fuente	Diseño	Comparación o foco	Aporte principal
Postacchini et al., 2002 [1]	Epidemiológico	Fracturas de clavícula	Describe distribución y relevancia del tercio medio.
COTS, 2007 [8]	Ensayo multicéntrico aleatorizado	Placa vs. no quirúrgico	Favorece cirugía en consolidación y resultados tempranos.
Smekal et al., 2009 [9]	Ensayo aleatorizado	Clavo intramedular vs. no quirúrgico	Apoya estabilización interna en fracturas desplazadas.
Virtanen et al., 2012 [10]	Ensayo comparativo	Cabestrillo vs. placa	Contrasta función y consolidación entre estrategias.
Robinson et al., 2013 [11]	Ensayo comparativo	Placa vs. no quirúrgico	Confirma ventajas radiográficas y recuperación inicial.
Kong et al., 2014 [15]	Metaanálisis	Operativo vs. no operativo	Sintetiza ensayos aleatorizados.
Wang et al., 2015 [17]	Metaanálisis	Operativo vs. no operativo	Refuerza menor pseudoartrosis con cirugía.
Woltz et al., 2017 [13]	Metaanálisis de ECA	Placa vs. no quirúrgico	Ventaja en pseudoartrosis; valora operaciones secundarias.
Ahrens et al., 2017 [12]	Ensayo multicéntrico aleatorizado	Operativo vs. no operativo	Aporta evidencia contemporánea sobre resultados clínicos.
Smeeing et al., 2017 [14]	Revisión y metaanálisis	Cirugía vs. no cirugía	Integra ensayos y estudios observacionales.
Martin et al., 2021 [20]	Revisión sistemática y metaanálisis en red	Opciones terapéuticas	Compara efectividad entre alternativas.
AAOS, 2023 [22]	Guía de práctica clínica	Manejo de fracturas de clavícula	Recomienda individualización y reconoce ventaja temprana.
Elsenosy et al., 2025 [25]	Revisión sistemática y metaanálisis	Cirugía vs. no cirugía	11 estudios, 1.084 pacientes; OR de pseudoartrosis 0,23.
Borg et al., 2025 [26]	Revisión sistemática	Operativo vs. no operativo	Confirma beneficios tempranos y similitud funcional tardía.

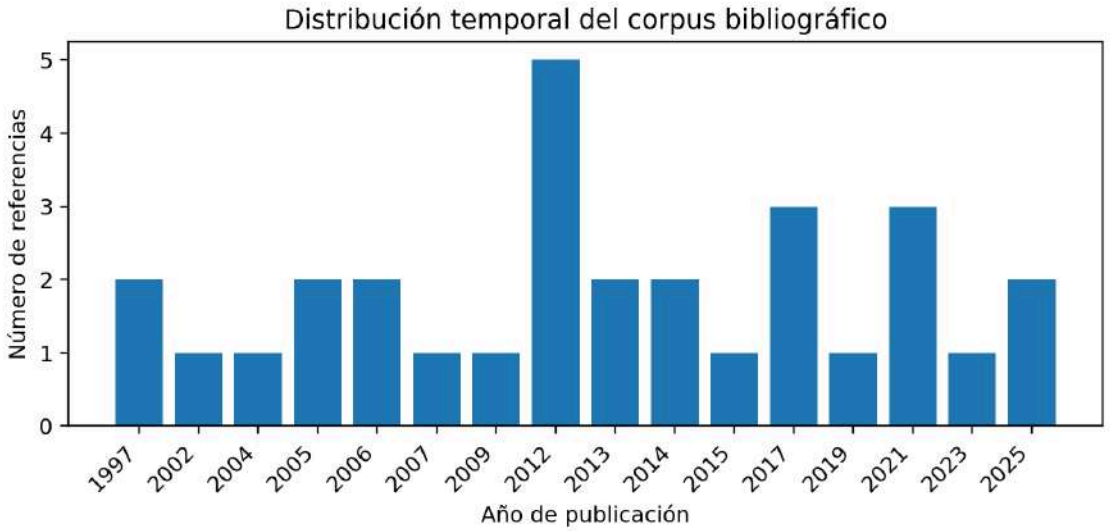
Fuente: elaboración a partir de las referencias incluidas en la revisión [1,8-17,20,22,25,26].

La Tabla 1 evidencia una continuidad entre ensayos y metaanálisis, ya que los estudios comparativos aportaron la señal inicial de mayor consolidación con estabilización interna y las síntesis posteriores confirmaron que la reducción de pseudoartrosis es el hallazgo más consistente; la incorporación de la guía de 2023 y de revisiones de 2025

añadió un enfoque clínico centrado en selección de pacientes, porque la ventaja temprana no se tradujo de manera uniforme en superioridad funcional sostenida [13,20,22,25,26].

La distribución temporal del corpus permite observar que la controversia se apoya tanto en estudios clásicos sobre evolución natural y complicaciones como en síntesis recientes, aspecto relevante para interpretar por qué la práctica actual conserva hallazgos históricos sobre pseudoartrosis y acortamiento, pero los integra con recomendaciones contemporáneas de decisión compartida.

Gráfico 1. Distribución temporal de las 30 referencias utilizadas en la síntesis



Fuente: elaboración propia a partir del año de publicación de las 30 referencias bibliográficas incluidas.

El Gráfico 1 muestra una concentración de publicaciones alrededor de 2012 y una nueva acumulación de evidencia entre 2017 y 2025, lo que coincide con la expansión de ensayos multicéntricos, metaanálisis y guías de práctica clínica; la presencia de publicaciones anteriores se relaciona con estudios epidemiológicos, pronósticos y de complicaciones que continúan siendo relevantes para comprender la evolución natural de la fractura y los riesgos asociados con la fijación mediante placa [1,3-7,28,29].

Al comparar los desenlaces centrales, la fijación interna presentó un perfil de beneficio principalmente radiográfico y temprano, mientras que el tratamiento conservador evitó

eventos propios del material de osteosíntesis; esta relación se resume de forma cualitativa para impedir que diferencias en escalas, seguimientos y definiciones entre estudios sean convertidas artificialmente en un único efecto cuantitativo.

Tabla 2. Comparación cualitativa de los principales desenlaces clínicos y radiográficos

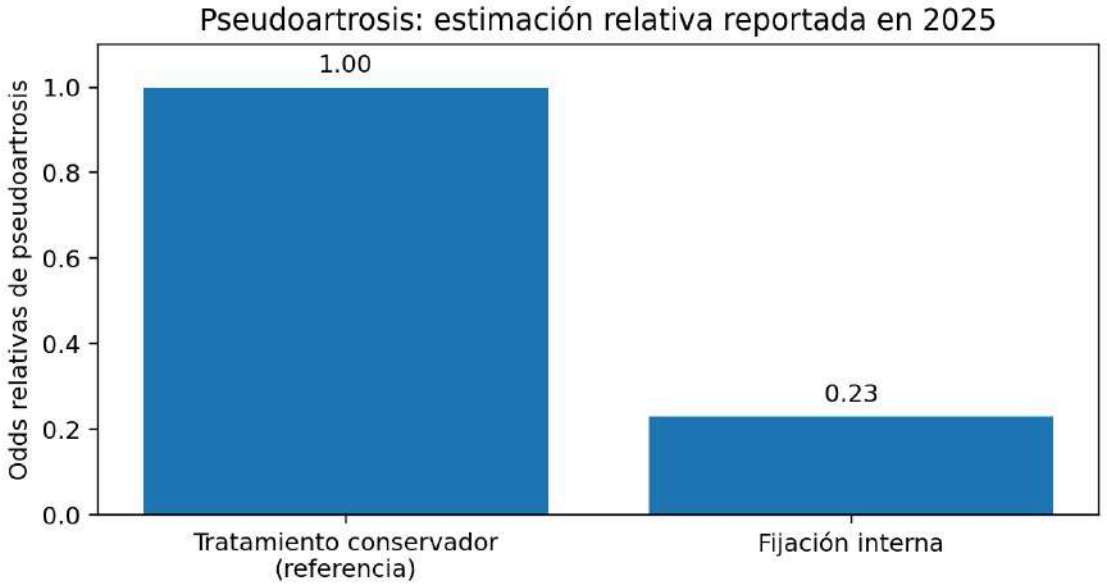
Desenlace	Fijación interna	Tratamiento conservador	Síntesis
Consolidación ósea	Mayor	Menor en fracturas de alto riesgo	Ventaja quirúrgica
Pseudoartrosis	Menor	Mayor	Ventaja quirúrgica
Consolidación viciosa	Menor	Mayor	Ventaja quirúrgica
Recuperación funcional temprana	Generalmente más rápida	Generalmente más lenta	Ventaja quirúrgica
Función a largo plazo	Buena	Buena	Diferencia pequeña
Dolor a largo plazo	Similar en muchos estudios	Similar	Sin superioridad consistente
Irritación del implante	Mayor	No aplicable	Desventaja quirúrgica
Reintervención	Mayor en determinados estudios	Menor	Desventaja quirúrgica
Satisfacción a largo plazo	Similar	Similar	Sin diferencia consistente

Fuente: elaboración a partir de la síntesis del documento base y de revisiones comparativas [13-22,25,26].

La Tabla 2 permite diferenciar cuatro desenlaces con ventaja quirúrgica, tres con resultados tardíos semejantes y dos en los que la ausencia de implante favorece al manejo conservador; esta distribución confirma que la fijación interna no puede calificarse como superior de forma global, porque el mayor beneficio se concentra en consolidación, pseudoartrosis, deformidad y velocidad de recuperación, mientras que el costo clínico aparece en irritación del material y posibilidad de procedimientos secundarios.

La magnitud cuantitativa más clara dentro de la evidencia reciente corresponde a la pseudoartrosis, desenlace con importancia clínica debido a su asociación con dolor persistente, incapacidad y eventual cirugía tardía; el metaanálisis de 2025 informó una odds ratio de 0,23 con tratamiento quirúrgico frente al no quirúrgico, valor que se representa respecto de la categoría conservadora utilizada como referencia [25].

Gráfico 2. Odds relativas de pseudoartrosis con fijación interna frente a tratamiento conservador



Fuente: elaboración a partir de Elsenosy et al. [25], quienes reportaron OR = 0,23 para pseudoartrosis con tratamiento quirúrgico frente al no quirúrgico.

El Gráfico 2 muestra una reducción marcada de las odds de pseudoartrosis asociada con fijación interna en la síntesis de 2025, sin implicar que todos los pacientes tengan el mismo beneficio absoluto; la relevancia práctica depende del riesgo basal, por lo que una fractura con gran desplazamiento, acortamiento o pérdida de contacto cortical puede obtener mayor ganancia clínica que una lesión desplazada con características favorables para consolidación [4,22,25,27].

La seguridad quirúrgica se concentró en eventos vinculados con el implante y con la necesidad potencial de una segunda intervención, por lo que la evaluación de resultados requirió separar las complicaciones relacionadas con la osteosíntesis de aquellas

derivadas de falta de consolidación o deformidad del tratamiento conservador; la siguiente tabla organiza los principales eventos descritos y su relevancia para la decisión terapéutica.

Tabla 3. Perfil comparativo de complicaciones y eventos secundarios

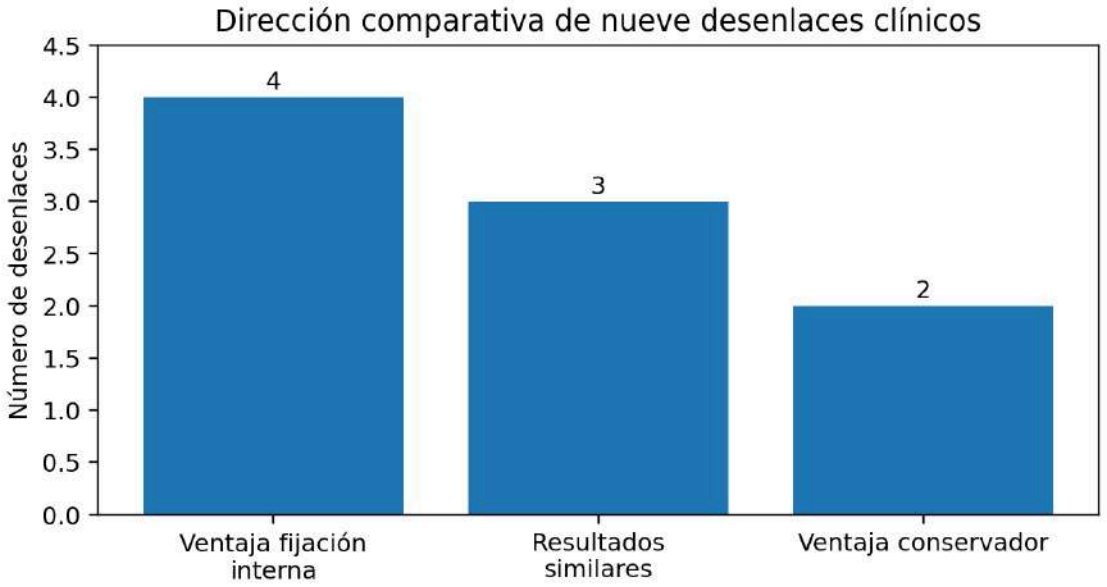
Evento	Asociación principal	Significado clínico	Implicación
Irritación del material	Fijación interna	Frecuente motivo de consulta y retiro de implante	Puede conducir a reintervención.
Prominencia de placa	Fijación interna	Molestia local y conflicto con tejidos superficiales	Más relevante en pacientes delgados o activos.
Infección	Fijación interna	Complicación quirúrgica	Puede requerir antibióticos o cirugía adicional.
Alteración sensitiva / lesión neurovascular	Fijación interna	Evento quirúrgico infrecuente pero relevante	Debe considerarse en consentimiento.
Fallo o pérdida de reducción	Fijación interna	Compromete estabilidad	Puede necesitar revisión.
Refractura tras retiro	Fijación interna	Evento posterior al retiro del material	Condiciona seguimiento y retorno progresivo.
Pseudoartrosis	Más relacionada con conservador	Ausencia de consolidación	Puede requerir cirugía diferida.
Consolidación viciosa sintomática	Más relacionada con conservador	Deformidad y posible alteración biomecánica	No toda deformidad radiográfica es clínicamente significativa.

Fuente: elaboración a partir de estudios de complicaciones, ensayos, revisiones y guía clínica [13,22,25,26,28,29].

La Tabla 3 evidencia que los dos tratamientos presentan riesgos de naturaleza distinta, ya que el manejo conservador concentra el problema de pseudoartrosis y consolidación viciosa en fracturas de alto riesgo, mientras que la cirugía desplaza parte de la carga hacia eventos propios del implante; por ello, una reducción de pseudoartrosis no debe interpretarse como eliminación de complicaciones, sino como intercambio de perfiles de riesgo que debe valorarse según la probabilidad de cada evento y su importancia para el paciente.

La dirección global de los nueve desenlaces resumidos en la comparación cualitativa se representó mediante el número de resultados que favorecieron a cada estrategia o que mostraron similitud, evitando ponderaciones arbitrarias y sin asumir que todos los desenlaces poseen la misma importancia clínica.

Gráfico 3. Dirección comparativa de los nueve desenlaces principales



Fuente: elaboración propia a partir de la síntesis comparativa presentada en la Tabla 2.

El Gráfico 3 confirma que la fijación interna domina en cuatro desenlaces, mientras que tres resultados de seguimiento prolongado muestran similitud y dos desenlaces de seguridad favorecen al tratamiento conservador; esta representación refuerza la necesidad de una lectura multidimensional, porque contar desenlaces no sustituye la valoración clínica de su peso relativo, pero permite visualizar por qué las conclusiones modernas favorecen la individualización en lugar de una indicación quirúrgica universal.

La selección terapéutica se vinculó de forma consistente con factores radiográficos y clínicos que modifican el riesgo de no consolidación o el valor de una recuperación temprana, por lo que la última tabla integra los elementos utilizados para contextualizar la decisión sin convertirlos en umbrales rígidos no sustentados por el corpus.

Tabla 4. Factores para individualizar la elección entre fijación interna y tratamiento conservador

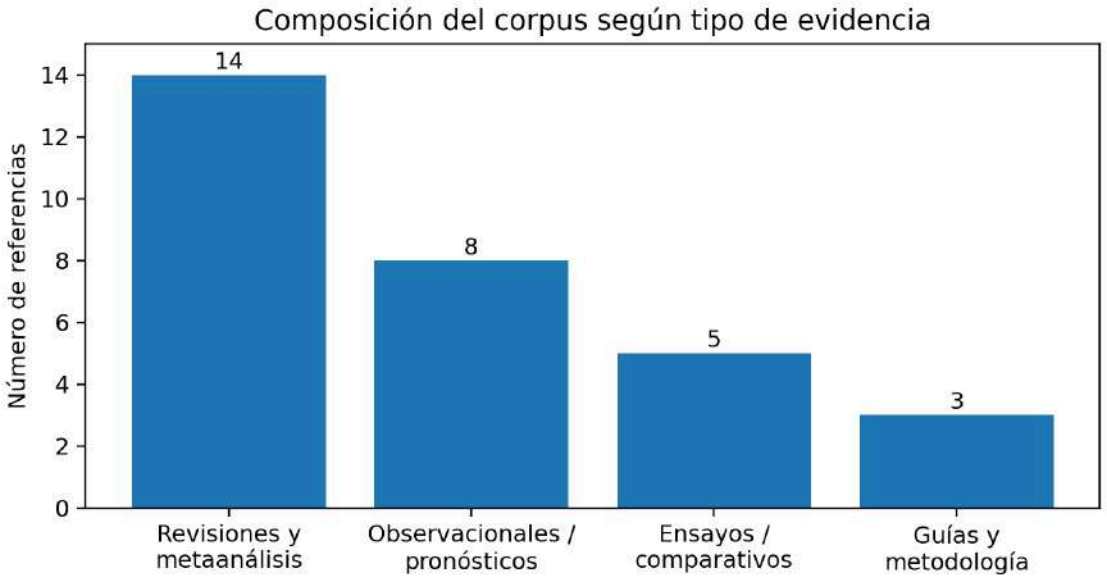
Factor	Relevancia	Orientación clínica
Desplazamiento marcado	Aumenta preocupación por no consolidación y deformidad	Mayor consideración de fijación interna.
Pérdida de contacto cortical	Reduce estabilidad biológica y mecánica	Favorece valoración quirúrgica.
Acortamiento importante	Puede asociarse con alteración biomecánica y síntomas	Incrementa peso de la opción quirúrgica.
Conminución	Dificulta estabilidad y mantenimiento de longitud	La placa puede ofrecer mejor control mecánico.
Alta demanda laboral o deportiva	Aumenta valor de recuperación temprana	Puede inclinar la decisión hacia cirugía.
Baja demanda funcional	Reduce impacto de una ganancia temprana	Puede favorecer manejo conservador.
Comorbilidades o contraindicación quirúrgica	Eleva riesgo perioperatorio	Favorece manejo conservador.
Preferencia informada del paciente	Modifica aceptación de cirugía, implante o riesgo de pseudoartrosis	Elemento central de decisión compartida.

Fuente: elaboración a partir de estudios pronósticos, revisiones y recomendaciones clínicas [2,4,22,27,30].

La Tabla 4 muestra que la recomendación no depende de una sola característica, sino de la combinación entre riesgo biológico y mecánico de pseudoartrosis, necesidad funcional de recuperación rápida, riesgos quirúrgicos y preferencias; la conminución y el desplazamiento aumentan el interés por restaurar la anatomía, mientras que la baja demanda, las comorbilidades o la preferencia por evitar una intervención pueden mantener al tratamiento conservador como opción razonable [22,27].

La composición del corpus también resultó relevante para valorar la fortaleza de las conclusiones, dado que la presencia de revisiones y metaanálisis amplía la capacidad de síntesis, pero la interpretación final depende de la calidad de los estudios primarios incluidos y de la heterogeneidad de sus definiciones; por esta razón se clasificaron las 30 referencias según su función principal dentro de la evidencia.

Gráfico 4. Composición de las referencias según tipo de evidencia



Fuente: elaboración propia mediante clasificación metodológica de las 30 referencias bibliográficas incluidas.

El Gráfico 4 muestra predominio de revisiones y metaanálisis, acompañados por investigaciones observacionales, ensayos comparativos y documentos de guía o metodología; esta combinación favorece una visión amplia del problema, porque las síntesis de alto nivel permiten estimar consistencia, los ensayos sustentan la comparación causal, los estudios pronósticos ayudan a estratificar riesgo y las guías traducen la evidencia hacia decisiones clínicas, aunque la repetición de estudios primarios dentro de varias revisiones exige evitar sumar sus poblaciones como si fueran independientes.

En conjunto, los resultados establecieron una ventaja consistente de la fijación interna para consolidación y pseudoartrosis, un beneficio funcional concentrado en las fases

tempranas y una similitud progresiva de función y satisfacción durante seguimientos más prolongados; la cirugía presentó un costo adicional en complicaciones del implante y reintervención, mientras que el tratamiento conservador mantuvo utilidad en pacientes con menor riesgo de pseudoartrosis, menor demanda funcional o preferencia por evitar una intervención [13,20-22,25,26].

El retorno al trabajo y al deporte fue interpretado como un desenlace dependiente del contexto, debido a que la estabilidad aportada por la fijación puede facilitar una progresión rehabilitadora más temprana, pero el valor clínico de esa ventaja varía según la actividad habitual; en un deportista competitivo o trabajador manual la reducción del tiempo hasta la función útil puede ser decisiva, mientras que en actividades de baja demanda la diferencia inicial puede no compensar la posibilidad de irritación del material o retiro posterior [12,22].

La función del hombro mostró una tendencia semejante, con mejores resultados iniciales en escalas como Constant-Murley y una reducción posterior de las diferencias, mientras que DASH presentó resultados tardíos cercanos entre tratamientos; esta convergencia indica que la prevención de pseudoartrosis constituye un beneficio real, pero no necesariamente se transforma en una diferencia proporcional de función percibida cuando la fractura conservadoramente tratada consolida y el paciente completa una rehabilitación adecuada [13,20,25,26].

Discusión

La principal interpretación derivada de la síntesis consiste en que la fijación interna ofrece una ventaja terapéutica clara cuando el objetivo prioritario es reducir pseudoartrosis y favorecer una consolidación anatómica más predecible, mientras que la

superioridad funcional permanente es mucho menos uniforme; esta separación entre resultados radiográficos y resultados percibidos por el paciente explica buena parte de la controversia contemporánea, porque una intervención puede mejorar de manera consistente la unión ósea sin producir una diferencia equivalente en dolor, función o satisfacción varios meses después [13-22,25,26].

Los primeros estudios que cuestionaron el manejo conservador universal identificaron una proporción clínicamente relevante de secuelas después de fracturas desplazadas, especialmente cuando persistían acortamiento, deformidad o ausencia de consolidación; estos hallazgos modificaron una tradición terapéutica basada en tasas históricas de unión consideradas favorables y permitieron reconocer que la categoría "fractura de clavícula" agrupaba lesiones con pronósticos diferentes, de modo que el desplazamiento y la pérdida de contacto cortical debían incorporarse a la estimación del riesgo [3-7].

Los ensayos aleatorizados posteriores proporcionaron un sustento más sólido para la fijación interna al demostrar menores tasas de pseudoartrosis y mejor recuperación inicial, aunque también expusieron la necesidad de valorar procedimientos secundarios y complicaciones propias del implante; esta dualidad se mantiene en los metaanálisis, que reproducen la ventaja de consolidación pero encuentran diferencias funcionales pequeñas o variables, especialmente cuando se excluyen del análisis los pacientes que desarrollaron pseudoartrosis sintomática o requirieron cirugía tardía [8-18].

La revisión de Woltz et al. resulta particularmente relevante porque sintetizó ensayos clínicos aleatorizados y confirmó una reducción importante de pseudoartrosis con placa, sin omitir la frecuencia de operaciones secundarias; esta forma de interpretar el beneficio evita presentar la cirugía como una intervención libre de costos clínicos y coincide con la evidencia de complicaciones del material, donde la irritación y

prominencia de la placa pueden llevar a retiro aun cuando la consolidación haya sido satisfactoria [13,28,29].

La evidencia de 2025 refuerza la estabilidad del hallazgo sobre pseudoartrosis, ya que la odds ratio de 0,23 reportada para tratamiento quirúrgico representa una disminución significativa respecto del manejo no quirúrgico, al mismo tiempo que las diferencias en DASH fueron limitadas; esta combinación indica que la unión ósea y la función subjetiva no son desenlaces intercambiables, por lo que la evaluación de efectividad debe considerar ambos niveles y evitar inferir una superioridad funcional amplia únicamente a partir de resultados radiográficos favorables [25].

La concordancia entre la revisión de 2025 y la guía de la AAOS fortalece la interpretación de que la principal ganancia funcional de la cirugía se concentra en la recuperación temprana, mientras que el seguimiento prolongado tiende a mostrar convergencia; esta convergencia puede explicarse porque una elevada proporción de pacientes conservadoramente tratados finalmente consolida y recupera una función satisfactoria, mientras que la ventaja quirúrgica se mantiene especialmente en aquellos que habrían presentado pseudoartrosis, deformidad sintomática o retraso significativo de recuperación [22,25,26].

La consolidación viciosa debe interpretarse con especial cautela, ya que una deformidad radiográfica puede existir sin una discapacidad clínicamente importante, y la relación entre acortamiento, alteración escapular y síntomas no es idéntica en todos los pacientes; por ello, aunque la cirugía reduzca la deformidad residual, la indicación no puede basarse únicamente en la apariencia radiográfica, sino en la interacción entre desplazamiento, síntomas, demanda funcional y probabilidad de que la alteración anatómica produzca una limitación relevante [2,6,22].

Los estudios pronósticos aportan un elemento esencial para esta individualización, debido a que el riesgo de pseudoartrosis aumenta con determinadas características de la fractura y del paciente, y una reducción relativa similar puede traducirse en beneficios absolutos muy distintos; cuando el riesgo basal es alto, la prevención quirúrgica de no consolidación adquiere mayor valor, mientras que en un caso con buena probabilidad de unión espontánea puede resultar menos razonable aceptar riesgos quirúrgicos para obtener una ganancia absoluta pequeña [4,27].

El acortamiento ha recibido atención histórica como posible determinante de síntomas y alteración funcional, aunque su relevancia no puede separarse de desplazamiento, conminución, morfología del paciente y nivel de actividad; la literatura clásica mostró asociaciones entre acortamiento y resultados menos favorables, pero la evidencia contemporánea favorece una valoración integrada en lugar de umbrales aislados, porque convertir una medida radiográfica en indicación absoluta puede conducir a sobretratamiento [6,22].

La conminución modifica tanto el pronóstico conservador como la selección de técnica quirúrgica, ya que dificulta mantener longitud y alineación y puede reducir la estabilidad del foco; en este escenario la placa ofrece una ventaja mecánica al permitir puenteo y control de fragmentos, mientras que el enclavado intramedular puede ser menos conveniente cuando no existe un segmento central suficientemente estable, lo que concuerda con recomendaciones que reservan la elección del implante para una valoración del patrón y no para preferencias uniformes [22,30].

La comparación entre placa e implante intramedular no altera la conclusión principal de la revisión, porque ambas modalidades representan formas de fijación interna y comparten el objetivo de estabilizar la fractura, aunque difieren en exposición quirúrgica, prominencia, necesidad de retiro y control de la conminución; la selección

técnica debe depender de anatomía, experiencia, disponibilidad y perfil del paciente, sin asumir que una modalidad elimina las complicaciones asociadas con la presencia de material [2,30].

La irritación del implante constituye una desventaja especialmente importante porque puede generar una segunda intervención electiva después de una consolidación exitosa, situación que modifica la percepción de éxito cuando se considera todo el recorrido terapéutico; un tratamiento puede lograr unión rápida y función temprana favorable, pero requerir posteriormente retiro de placa, lo que añade anestesia, recuperación, costos y riesgo de refractura, por lo que la tasa de reintervención debe considerarse junto con la tasa de consolidación [13,28,29].

La infección y las complicaciones neurovasculares son menos frecuentes que la irritación del material, pero poseen mayor gravedad potencial, razón por la cual deben formar parte de la información previa a cirugía; el balance clínico no depende únicamente de la frecuencia, sino también de la severidad y reversibilidad de cada evento, mientras que en el tratamiento conservador el principal riesgo grave se relaciona con pseudoartrosis sintomática que puede requerir una operación tardía técnicamente más compleja que la fijación primaria [22,28,29].

El retorno laboral adquiere una dimensión económica y social que no siempre queda reflejada en las escalas funcionales, debido a que algunos pacientes necesitan fuerza, resistencia o movilidad completa antes de reincorporarse a tareas manuales; una diferencia de varias semanas en recuperación puede ser poco relevante para actividades sedentarias, pero muy importante para ocupaciones físicas, de modo que la demanda laboral debe considerarse un modificador del valor clínico y no simplemente una característica demográfica [12,22].

Una lógica semejante se aplica al deporte, porque el atleta competitivo puede priorizar estabilidad, rehabilitación estructurada y retorno predecible, mientras que el deportista recreacional puede aceptar un proceso conservador más lento si permite evitar cirugía; esta heterogeneidad de preferencias demuestra que la mejor estrategia no puede definirse exclusivamente con promedios poblacionales, pues el mismo cambio en una escala funcional puede tener consecuencias muy distintas según el calendario deportivo y las exigencias del miembro superior [12,14].

La satisfacción a largo plazo similar entre grupos no contradice la ventaja quirúrgica en pseudoartrosis, sino que refleja la capacidad de ambos tratamientos para producir un resultado aceptable cuando la evolución es favorable; los pacientes que consolidan con tratamiento conservador pueden alcanzar niveles funcionales comparables a los operados, mientras que la cirugía reduce la probabilidad de pertenecer al subgrupo con no consolidación, a costa de introducir un subgrupo diferente expuesto a molestias del implante y reintervención [13,20,22,25].

La interpretación de DASH y Constant-Murley requiere reconocer que estas escalas capturan dimensiones diferentes y pueden presentar efectos techo en pacientes jóvenes con alta capacidad funcional; una diferencia estadísticamente pequeña puede no alcanzar importancia clínica, al mismo tiempo que una recuperación temprana puede resultar valiosa aunque desaparezca en el seguimiento, por lo que la lectura debe integrar magnitud, momento de medición y contexto funcional en lugar de limitarse a la presencia o ausencia de significación estadística [13,20,25].

La heterogeneidad metodológica observada representa una limitación importante para comparaciones exactas, ya que los estudios utilizan distintos criterios de desplazamiento, técnicas de fijación, protocolos de inmovilización, calendarios de rehabilitación y definiciones de pseudoartrosis; además, la duración del seguimiento

puede favorecer la detección de determinadas complicaciones y ocultar otras, por lo que la síntesis narrativa resulta más apropiada que un metaanálisis adicional construido sin acceso a datos homogéneos de cada estudio [13-21,25,26].

La inclusión de revisiones sistemáticas y metaanálisis mejora la amplitud de la evidencia, pero introduce el riesgo de doble contabilización conceptual de los mismos ensayos primarios cuando varias síntesis incluyen poblaciones compartidas; por esta razón, los gráficos bibliométricos del presente artículo describen referencias y tipos de evidencia, pero no suman sus tamaños muestrales para estimar una población total, evitando crear un denominador artificialmente inflado que podría transmitir una precisión inexistente.

La literatura se concentra predominantemente en fracturas desplazadas del tercio medio, por lo que las conclusiones no deben extrapolarse de manera automática a lesiones laterales o mediales, donde la estabilidad ligamentaria, la vascularización, la mecánica y las indicaciones quirúrgicas son diferentes; esta delimitación incrementa la validez interna de la comparación, aunque reduce la generalización hacia toda fractura de clavícula y obliga a mantener el título y la interpretación centrados en el patrón estudiado [1,2,22].

La edad también puede modificar el balance terapéutico, debido a diferencias en demanda funcional, calidad ósea, comorbilidad y riesgo perioperatorio, aunque el corpus se orientó a adultos en general y no permitió establecer recomendaciones específicas por estratos etarios; por ello, la edad debe entenderse como parte del contexto clínico y no como criterio aislado, integrándose con la capacidad funcional previa y con las características radiográficas que influyen en la probabilidad de consolidación.

La decisión compartida constituye la aplicación práctica más importante de la síntesis, porque permite explicar que la cirugía reduce de manera consistente la pseudoartrosis y puede acelerar la recuperación, pero también implica cicatriz, anestesia, infección, alteraciones sensitivas, irritación del implante y posible retiro; el tratamiento conservador evita esos riesgos inmediatos, aunque acepta una mayor probabilidad de no consolidación o deformidad en fracturas de alto riesgo, por lo que las preferencias informadas deben incorporarse explícitamente [22,25,26].

En términos de novedad, la organización simultánea de eficacia radiográfica, función, seguridad y contexto funcional permite superar interpretaciones simplificadas basadas en un único desenlace, mostrando que cuatro de nueve resultados comparativos favorecen la fijación interna, tres presentan similitud y dos favorecen al manejo conservador por ausencia de complicaciones del material; esta representación no pretende asignar el mismo peso a cada resultado, sino visualizar la estructura del balance clínico que sustenta una recomendación individualizada.

La relevancia de la pseudoartrosis merece especial énfasis porque no representa solamente un hallazgo radiográfico, sino una condición que puede asociarse con dolor, limitación, pérdida de fuerza y necesidad de cirugía secundaria; la reducción de este evento constituye una ventaja clínicamente significativa, particularmente cuando el perfil de fractura sugiere alta probabilidad de no consolidación, y justifica que la cirugía se considere con mayor fuerza en casos seleccionados aun cuando las escalas funcionales promedio converjan a largo plazo [4,22,25,27].

La consolidación temprana y la estabilidad mecánica también pueden facilitar una rehabilitación más predecible, aunque la movilidad no debe acelerarse de manera uniforme sin considerar la técnica utilizada, la calidad de fijación y el control radiográfico; el beneficio potencial de movilización temprana debe interpretarse dentro

de protocolos clínicos estructurados y no como autorización para retorno inmediato a cargas elevadas, ya que la refractura o el fracaso del implante siguen siendo posibles cuando se exceden las capacidades del constructo [22,28].

El tratamiento conservador conserva una función terapéutica relevante porque evita riesgos quirúrgicos y puede producir resultados satisfactorios cuando existe menor riesgo de pseudoartrosis, adecuada tolerancia a la inmovilización y expectativas funcionales compatibles con una recuperación progresiva; esta alternativa resulta especialmente razonable cuando las comorbilidades incrementan el riesgo perioperatorio o cuando una preferencia informada se orienta a evitar implantes, siempre que se mantenga seguimiento clínico y radiográfico para identificar evolución desfavorable [22].

La posibilidad de conversión tardía a cirugía después de una pseudoartrosis debe discutirse desde el inicio, ya que el fracaso del manejo conservador no implica ausencia de opciones posteriores, pero puede prolongar el tiempo total de incapacidad y requerir procedimientos de reconstrucción; esta consideración aumenta el valor de una estimación pronóstica temprana y explica por qué los factores de riesgo de no consolidación tienen consecuencias prácticas más allá de la predicción estadística [4,27].

La fortaleza principal de la revisión radica en la convergencia de distintos niveles de evidencia alrededor de una conclusión común sobre consolidación, con apoyo de ensayos, metaanálisis y guías; además, la separación explícita entre resultados tempranos y tardíos reduce el riesgo de presentar la recuperación acelerada como una superioridad permanente, mientras que la inclusión de complicaciones y reintervención evita una valoración incompleta del tratamiento quirúrgico [8-22,25,26].

Entre las limitaciones se encuentra la diversidad temporal del corpus, porque estudios clásicos reflejan implantes, técnicas y protocolos que pueden diferir de la práctica actual, aunque continúan aportando información sobre evolución natural y complicaciones; también existe heterogeneidad en la definición de desplazamiento y en los umbrales de acortamiento, lo que dificulta trasladar un criterio radiográfico universal hacia todos los contextos clínicos y refuerza la necesidad de interpretación individual.

Otra limitación corresponde a la disponibilidad desigual de datos numéricos en las fuentes sintetizadas, situación que impidió construir efectos combinados adicionales sin riesgo de mezclar denominadores, seguimientos o definiciones incompatibles; por esta razón, las tablas y gráficos se limitaron a información explícita y a clasificaciones transparentes, evitando estimaciones no respaldadas, lo que reduce la capacidad de cuantificar algunos desenlaces pero aumenta la trazabilidad de los datos presentados.

La aplicabilidad clínica resulta alta para adultos con fracturas desplazadas del tercio medio, particularmente en escenarios donde existe discusión entre placa, fijación intramedular y manejo no quirúrgico; sin embargo, las decisiones deben ajustarse a disponibilidad de recursos, experiencia del equipo, adherencia a rehabilitación y acceso a seguimiento, factores que pueden modificar tanto la seguridad quirúrgica como la capacidad de detectar tempranamente una evolución conservadora desfavorable.

En el contexto latinoamericano, la extrapolación requiere considerar disponibilidad de implantes, costos, tiempos de acceso a traumatología, capacidad de rehabilitación y seguimiento, aunque la fisiopatología de la fractura y los factores de riesgo mantienen relevancia; la decisión compartida adquiere especial importancia cuando el retiro de material o una reintervención representan cargas económicas adicionales, por lo que el

beneficio de una consolidación más predecible debe analizarse junto con los recursos necesarios para todo el proceso terapéutico.

Las futuras investigaciones deberían priorizar modelos pronósticos validados que estimen el riesgo individual de pseudoartrosis, comparaciones con medidas funcionales centradas en actividades relevantes para cada paciente y estudios de costo-efectividad que incorporen retorno laboral, reintervención y retiro de implantes; también resulta necesario uniformar definiciones de desplazamiento, consolidación y complicaciones para facilitar metaanálisis más precisos y comparaciones directas entre técnicas quirúrgicas y estrategias conservadoras.

La incorporación de resultados reportados por pacientes con umbrales de diferencia clínicamente importante permitiría distinguir con mayor claridad una variación estadística de un cambio perceptible, especialmente en escalas como DASH y Constant-Murley; asimismo, el seguimiento prolongado debe registrar no solo consolidación y función, sino molestias del material, cirugía secundaria, satisfacción y retorno a actividades, porque estos componentes determinan la experiencia completa del tratamiento.

En síntesis, la discusión confirma que la fijación interna tiene una superioridad objetiva para la consolidación y la reducción de pseudoartrosis, pero no una superioridad universal en todas las dimensiones del resultado clínico; la función a largo plazo, el dolor y la satisfacción pueden ser semejantes, mientras que la cirugía incorpora complicaciones propias, por lo que la elección debe basarse en el riesgo individual de no consolidación, la necesidad de recuperación temprana, las comorbilidades y la aceptación informada de cada perfil de riesgo [22,25,26].

Conclusiones

La comparación de la evidencia permitió establecer que la fijación interna ofrece una ventaja consistente frente al tratamiento conservador para reducir la pseudoartrosis y aumentar la probabilidad de consolidación en adultos con fracturas desplazadas del tercio medio de la clavícula, especialmente cuando existen características radiográficas asociadas con mayor riesgo de no unión; esta superioridad constituye el hallazgo más estable entre ensayos, revisiones sistemáticas, metaanálisis y recomendaciones clínicas.

La recuperación funcional inicial tiende a ser más rápida después de la estabilización quirúrgica, aspecto que puede adquirir importancia en pacientes jóvenes, deportistas y trabajadores con alta demanda del miembro superior, aunque las diferencias disminuyen con el seguimiento y no demuestran una superioridad funcional permanente para todos los casos; por ello, la velocidad de recuperación debe interpretarse como un beneficio contextual y no como evidencia suficiente para indicar cirugía de manera rutinaria.

El tratamiento conservador mantiene validez clínica en pacientes adecuadamente seleccionados, porque puede alcanzar función, dolor y satisfacción a largo plazo comparables cuando la fractura consolida y el riesgo basal de pseudoartrosis es bajo; su principal ventaja consiste en evitar complicaciones relacionadas con el implante y procedimientos secundarios, mientras que su principal desventaja se concentra en una mayor probabilidad de pseudoartrosis y consolidación viciosa en patrones de alto riesgo.

La fijación interna presenta un perfil de seguridad condicionado por irritación y prominencia del material, infección, alteraciones sensitivas, fracaso del implante, refractura después del retiro y necesidad de reintervención, por lo que el éxito no debe definirse únicamente por la consolidación radiográfica; la valoración completa requiere

considerar todo el recorrido terapéutico, incluida la posibilidad de retiro del material aun después de una unión satisfactoria.

La decisión terapéutica debe individualizarse mediante integración de desplazamiento, pérdida de contacto cortical, acortamiento, conminución, demanda funcional, comorbilidades, riesgo quirúrgico y preferencias del paciente, evitando utilizar un único criterio radiográfico como indicación absoluta; en fracturas con mayor riesgo de pseudoartrosis y alta necesidad de recuperación temprana, la fijación interna adquiere mayor justificación, mientras que en perfiles de menor riesgo puede preservarse razonablemente el manejo conservador.

La selección de la técnica quirúrgica debe responder al patrón de fractura, calidad ósea, conminución, partes blandas, experiencia del cirujano y disponibilidad del implante, sin asumir que placa o enclavado intramedular poseen superioridad universal; la placa ofrece control mecánico útil en fracturas conminutas, mientras que las alternativas intramedulares pueden resultar apropiadas en configuraciones seleccionadas, siempre dentro de una indicación quirúrgica previamente establecida.

El aporte principal de la revisión consiste en mostrar que el concepto de mejor tratamiento depende del desenlace priorizado, porque la fijación interna domina en consolidación, pseudoartrosis, deformidad y recuperación temprana, los resultados tardíos pueden ser semejantes y el tratamiento conservador evita complicaciones del material; esta estructura de beneficios y riesgos respalda una decisión compartida basada en evidencia y expectativas individuales.

Referencias Bibliográficas

1. Postacchini F, Gumina S, De Santis P, Albo F. Epidemiology of clavicle fractures. J Shoulder Elbow Surg. 2002;11(5):452-456.
2. van der Meijden OAJ, Gaskill TR, Millett PJ. Treatment of clavicle fractures: current concepts review. J Shoulder Elbow Surg. 2012;21(3):423-429.
3. Hill JM, McGuire MH, Crosby LA. Closed treatment of displaced middle-third fractures of the clavicle gives poor results. J Bone Joint Surg Br. 1997;79(4):537-539.
4. Robinson CM, Court-Brown CM, McQueen MM, Wakefield AE. Estimating the risk of nonunion following nonoperative treatment of a clavicular fracture. J Bone Joint Surg Am. 2004;86(7):1359-1365.
5. Nowak J, Holgersson M, Larsson S. Sequelae from clavicular fractures are common: a prospective study of 222 patients. Acta Orthop. 2005;76(4):496-502.
6. Lazarides S, Zafiropoulos G. Conservative treatment of fractures at the middle third of the clavicle: the relevance of shortening and clinical outcome. J Shoulder Elbow Surg. 2006;15(2):191-194.
7. McKee MD, Pedersen EM, Jones C, Stephen DJG, Kreder HJ, Schemitsch EH, et al. Deficits following nonoperative treatment of displaced midshaft clavicular fractures. J Bone Joint Surg Am. 2006;88(1):35-40.
8. Canadian Orthopaedic Trauma Society. Nonoperative treatment compared with plate fixation of displaced midshaft clavicular fractures: a multicenter, randomized clinical trial. J Bone Joint Surg Am. 2007;89(1):1-10.
9. Smekal V, Irenberger A, Struve P, Wambacher M, Krappinger D, Kralinger FS. Elastic stable intramedullary nailing versus nonoperative treatment of displaced

midshaft clavicular fractures: a randomized, controlled, clinical trial. J Orthop Trauma. 2009;23(2):106-112.

10. Virtanen KJ, Remes V, Pajarinen J, Savolainen V, Björkenheim JM, Paavola M. Sling compared with plate osteosynthesis for treatment of displaced midshaft clavicular fractures. Acta Orthop. 2012;83(5):506-511.
11. Robinson CM, Goudie EB, Murray IR, Jenkins PJ, Ahktar MA, Read EO, et al. Open reduction and end-to-end compression plating versus nonoperative treatment for displaced midshaft clavicular fractures. J Bone Joint Surg Am. 2013;95(17):1576-1584.
12. Ahrens PM, Garlick NI, Barber J, Tims EM; Clavicle Trial Collaborative Group. The Clavicle Trial: a multicenter randomized controlled trial comparing operative with nonoperative treatment of displaced midshaft clavicle fractures. J Bone Joint Surg Am. 2017;99(16):1345-1354.
13. Woltz S, Krijnen P, Schipper IB. Plate fixation versus nonoperative treatment for displaced midshaft clavicular fractures: a meta-analysis of randomized controlled trials. J Bone Joint Surg Am. 2017;99(12):1051-1057.
14. Smeeing DPJ, van der Ven DJC, Hietbrink F, Timmers TK, van Heijl M, Kruyt MC, et al. Surgical versus nonsurgical treatment for midshaft clavicle fractures in patients aged 16 years and older: a systematic review, meta-analysis, and comparison of randomized controlled trials and observational studies. Am J Sports Med. 2017;45(8):1937-1945.
15. Kong L, Zhang Y, Wang Y. Operative versus nonoperative treatment for displaced midshaft clavicular fractures: a meta-analysis of randomized clinical trials. Arch Orthop Trauma Surg. 2014;134:1457-1463.

16. Rehn CH, Kirkegaard M, Viberg B, Larsen MS, Jensen SL. Operative versus non-operative treatment of displaced midshaft clavicle fractures in adults: a systematic review. Eur J Orthop Surg Traumatol. 2014;24:1043-1049.

17. Wang XH, Cheng XH, Li JJ, et al. Operative versus nonoperative treatment for displaced midshaft clavicle fractures: a meta-analysis based on current evidence. Clinics. 2015;70(8):584-592.

18. Virtanen KJ, Malmivaara AO, Remes VM, Paavola MP. Operative and nonoperative treatment of clavicle fractures in adults: a systematic review and meta-analysis. Acta Orthop. 2012;83(1):65-73.

19. Zlowodzki M, Zelle BA, Cole PA, Jeray K, McKee MD. Treatment of acute midshaft clavicle fractures: systematic review of 2144 fractures. J Orthop Trauma. 2005;19(7):504-507.

20. Martin JR, Saunders PE, Phillips M, Mitchell SM, McKee MD, Schemitsch EH, Dehghan N. Comparative effectiveness of treatment options for displaced midshaft clavicle fractures: a systematic review and network meta-analysis. Bone Jt Open. 2021;2(8):646-654.

21. Lenza M, Buchbinder R, Johnston RV, Belloti JC, Faloppa F. Surgical versus conservative interventions for treating fractures of the middle third of the clavicle. Cochrane Database Syst Rev. 2019;1(1):CD009363.

22. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Management of clavicle fractures: clinical practice guideline. Rosemont (IL): American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2023.

23. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n71.

24. Page MJ, Moher D, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n160.

25. Elsenosy AM, Hassan E, Al-Alawi M, Yousef AS, Elbagory W, Muthian S. Surgical versus non-surgical management of displaced midshaft clavicle fractures: a systematic review and meta-analysis. Cureus. 2025;17(10):e93902.

26. Borg A, et al. Operative versus non-operative management of displaced midshaft clavicle fractures: a systematic review of the latest literature. Cureus. 2025;17:e88596.

27. Murray IR, Foster CJ, Eros A, Robinson CM. Risk factors for nonunion after nonoperative treatment of displaced midshaft fractures of the clavicle. J Bone Joint Surg Am. 2013;95(13):1153-1158.

28. Bostman O, Manninen M, Pihlajamaki H. Complications of plate fixation in fresh displaced midclavicular fractures. J Trauma. 1997;43(5):778-783.

29. Wijdicks FJG, Van der Meijden OAJ, Millett PJ, Verleisdonk EJMM, Houwert RM. Systematic review of the complications of plate fixation of clavicle fractures. Arch Orthop Trauma Surg. 2012;132(5):617-625.

30. Houwert RM, Wijdicks FJG, Steins Bisschop C, Verleisdonk EJMM, Kruyt MC. Plate fixation versus intramedullary fixation for displaced mid-shaft clavicle fractures: a systematic review. Int Orthop. 2012;36(3):579-585.

Factores predictivos de rerrotura tras la reparación artroscópica del manguito rotador una revisión sistemática

Predictive factors for retear after arthroscopic rotator cuff repair a systematic review

Fatores preditivos de nova ruptura após o reparo artroscópico do manguito rotador uma revisão sistemática

Erik Fabrizio Noriega Moreno
Universidad Católica Santiago de Guayaquil
Médico general.
Ecuador
medicina y salud
erik.noriega@cu.ucsg.edu.ec
https://orcid.org/0009-0006-5318-3236

Forma de citación en APA, séptima edición.

Noriega, E. (2026).Factores predictivos de rerrotura tras la reparación artroscópica del manguito rotador una revisión sistemática. Revista Ibero Research, 1(7), 116 - 153.

Fecha de presentación: 30/08/2026 **Fecha de aceptación:** 01/09/2026 **Fecha de publicación:** 02/09/2026

Resumen

La rerrotura constituye una de las principales limitaciones estructurales después de la reparación artroscópica del manguito rotador y su aparición responde a la interacción de condiciones del paciente, características de la lesión, calidad musculotendinosa y morfología del hombro. El objetivo consistió en identificar y sintetizar los factores predictivos asociados con falla estructural posterior a la reparación artroscópica. Se desarrolló una revisión sistemática orientada por PRISMA 2020, con una estrategia basada en PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase y Cochrane Library, mediante términos relacionados con rotator cuff repair, retear, prognostic factors, fatty infiltration, tear size, tendon retraction, diabetes, smoking y variables radiológicas. La síntesis mostró mayor consistencia para edad avanzada, tamaño de la rotura, retracción tendinosa, infiltración grasa y atrofia muscular; diabetes mellitus y tabaquismo destacaron como factores potencialmente modificables, mientras que la distancia acromiohumeral y el ángulo crítico del hombro aportaron información complementaria. Se concluyó que la predicción clínica debe integrar múltiples variables y evitar decisiones basadas en un único marcador, favoreciendo estratificación preoperatoria, optimización de riesgos modificables y seguimiento individualizado.

Palabras clave: cicatrización tendinosa; falla estructural; infiltración grasa; factores pronósticos; riesgo posoperatorio.

Abstract

Retear is one of the main structural limitations after arthroscopic rotator cuff repair, and its occurrence results from the interaction of patient-related conditions, lesion characteristics, muscle-tendon quality, and shoulder morphology. The objective was to identify and synthesize predictive factors associated with structural failure after arthroscopic repair. A systematic review guided by PRISMA 2020 was developed, using a strategy based on PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase, and the Cochrane Library, with terms related to rotator cuff repair, retear, prognostic factors, fatty infiltration, tear size, tendon retraction, diabetes, smoking, and radiological variables. The synthesis showed greater consistency for advanced age, tear size, tendon retraction, fatty infiltration, and muscle atrophy; diabetes mellitus and smoking stood out as potentially modifiable factors, whereas acromiohumeral distance and critical shoulder angle provided complementary information. It was concluded that clinical prediction should integrate multiple variables and avoid decisions based on a single marker, supporting preoperative risk stratification, optimization of modifiable factors, and individualized follow-up.

Keywords: tendon healing; structural failure; fatty infiltration; prognostic factors; postoperative risk.

Resumo

A nova ruptura constitui uma das principais limitações estruturais após o reparo artroscópico do manguito rotador, e sua ocorrência resulta da interação entre condições do paciente, características da lesão, qualidade musculotendínea e morfologia do ombro. O objetivo foi identificar e sintetizar os fatores preditivos associados à falha estrutural após o reparo artroscópico. Desenvolveu-se uma revisão sistemática orientada pelo PRISMA 2020, com estratégia baseada em PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase e Cochrane Library, empregando termos relacionados a rotator cuff repair, retear, prognostic factors, fatty infiltration, tear size, tendon retraction, diabetes, smoking e variáveis radiológicas. A síntese mostrou maior consistência para idade avançada, tamanho da ruptura, retração tendínea, infiltração gordurosa e atrofia muscular; diabetes mellitus e tabagismo destacaram-se como fatores potencialmente modificáveis, enquanto a distância acromioumeral e o ângulo crítico do ombro forneceram informação complementar. Concluiu-se que a predição clínica deve integrar múltiplas variáveis e evitar decisões baseadas em um único marcador, favorecendo estratificação pré-operatória, otimização de riscos modificáveis e acompanhamento individualizado.

Palavras-chave: cicatrização tendínea; falha estrutural; infiltração gordurosa; fatores prognósticos; risco pós-operatório.

Introducción

Las roturas del manguito rotador representan una causa frecuente de dolor, debilidad y limitación funcional del hombro en población adulta, con una carga clínica que aumenta progresivamente a medida que se acumulan cambios degenerativos relacionados con la edad. La reparación artroscópica se consolidó como una alternativa habitual para restablecer la continuidad tendinosa, tratar lesiones asociadas y favorecer recuperación funcional, aunque la integridad anatómica no siempre se mantiene durante el seguimiento y la rerrotura continúa condicionando la calidad del resultado estructural.

La magnitud del problema se aprecia en la variabilidad de tasas comunicadas entre series y revisiones, determinada por diferencias en edad, tamaño de lesión, técnica quirúrgica, método de imagen y duración del seguimiento. Diebold et al. estimaron una tasa global cercana al 22,1 % al analizar 38 estudios y 3.072 pacientes, además de demostrar un incremento progresivo del riesgo conforme avanza la edad, hallazgo que convirtió esta variable en uno de los predictores clínicos más reproducibles de falla posterior a la reparación (1).

Una síntesis posterior de tasas de rerrotura confirmó que la integridad del tendón depende de múltiples componentes y que la comparación entre estudios exige considerar el momento de la evaluación, la técnica de reparación y el tamaño inicial de la lesión. La revisión de Longo et al. mostró la persistencia de heterogeneidad entre estudios de reparación del manguito rotador y reforzó la necesidad de interpretar la falla estructural como un resultado complejo, no reducible a un único determinante biológico o técnico (2).

La identificación de factores predictivos adquirió relevancia porque permite trasladar la evidencia desde la descripción de tasas globales hacia la estimación individual de

riesgo. El metaanálisis de Wu et al. integró diferentes variables relacionadas con rerrotura y señaló asociaciones clínicas, anatómicas y radiológicas que pueden ser utilizadas durante la planificación preoperatoria, mientras que revisiones más recientes han reforzado el peso de la calidad tisular y de la magnitud de la lesión como componentes centrales de la cicatrización (3).

Entre los elementos estructurales, el tamaño de la rotura, la retracción tendinosa y la infiltración grasa muestran especial consistencia. Darbandi et al. sintetizaron evidencia reciente y destacaron precisamente estas tres variables como factores significativos para rerrotura después de reparación artroscópica, lo cual resulta coherente con la relación biológica existente entre cronicidad, menor movilidad del tendón, degeneración muscular y tensión requerida para lograr la reinserción anatómica (4).

La reparabilidad y el riesgo de falla comparten varios determinantes, aunque representan resultados diferentes y no deben considerarse equivalentes. Hsu et al. identificaron variables asociadas con la posibilidad de reparación de roturas del manguito, incluyendo características anatómicas y degenerativas que también participan en la estabilidad de la reparación durante el seguimiento; esta convergencia indica que la evaluación preoperatoria debe contemplar simultáneamente la factibilidad técnica de la reinserción y la probabilidad biológica de cicatrización (5).

La necesidad de integrar variables impulsó el desarrollo de herramientas predictivas multicomponente. El Rotator Cuff Healing Index propuesto por Kwon et al. constituye un ejemplo de aproximación clínica que combina factores preoperatorios para estimar el riesgo de falta de cicatrización, enfoque que supera la interpretación aislada de la edad o del tamaño de lesión y que facilita una comunicación más precisa del pronóstico, siempre que la puntuación se utilice como apoyo y no como sustituto del juicio clínico (6).

La magnitud de la lesión mantiene una asociación estrecha con la falla estructural, especialmente cuando la rotura compromete múltiples tendones, presenta gran retracción o requiere movilización extensa. En una serie de 1.000 reparaciones consecutivas, Le et al. analizaron factores relacionados con rerrotura y demostraron la utilidad de integrar características del paciente y de la lesión para explicar la variabilidad de la cicatrización, perspectiva que continúa siendo consistente con la literatura contemporánea (7).

La evidencia acumulada también ha mostrado que integridad anatómica y resultado clínico no son conceptos idénticos. McElvany et al. revisaron los factores vinculados con integridad de la reparación y desenlaces clínicos, evidenciando que una falla estructural puede coexistir con mejoría sintomática y funcional; por ello, la rerrotura debe considerarse un desenlace relevante para fuerza, durabilidad y pronóstico, pero su presencia no implica necesariamente ausencia absoluta de beneficio clínico (8).

Las roturas grandes y masivas constituyen un escenario particularmente complejo porque concentran retracción, peor calidad tendinosa, infiltración grasa y atrofia. Chung et al. analizaron resultados de reparación artroscópica en roturas masivas y observaron que la falla de cicatrización y la función posoperatoria están influenciadas por características estructurales y musculares, mientras que Sugaya et al. mostraron la importancia del control por imagen para diferenciar resultado clínico de integridad anatómica (9,10).

Las primeras series de reparación artroscópica de roturas extensas ya advertían que la restauración anatómica podía deteriorarse durante el seguimiento pese a una mejoría clínica inicial. Galatz et al. documentaron el comportamiento de reparaciones grandes y masivas y contribuyeron a establecer la necesidad de evaluar la integridad con métodos

de imagen, especialmente en pacientes con lesión avanzada, debido a que la extensión de la rotura y la calidad del tejido condicionan el mantenimiento de la reparación (11).

La infiltración grasa representa un marcador de cronicidad con implicaciones sobre fuerza, calidad muscular y capacidad de recuperación. Goutallier et al. demostraron la relevancia de la degeneración grasa para resultados anatómicos y funcionales después de reparación, mientras que Gladstone et al. señalaron que la infiltración grasa y la atrofia tienden a persistir y se relacionan con peor función cuando se encuentran en grados avanzados, lo que limita la reversibilidad de los cambios musculares establecidos (12,13).

La fisiopatología de estas alteraciones incluye cambios musculares que aparecen después de la pérdida de continuidad tendinosa y que pueden progresar con la demora en la reparación. Los experimentos y observaciones estructurales de Gerber et al. mostraron que la liberación tendinosa y el retraso de la reparación modifican la arquitectura muscular, proporcionando una base biológica para comprender por qué la retracción crónica y la degeneración muscular reducen el potencial de recuperación aun cuando se consiga una reparación técnicamente adecuada (14).

La retracción tendinosa se evalúa con frecuencia mediante la clasificación de Patte, que permite ordenar el desplazamiento medial del tendón y aporta una referencia reproducible para estimar severidad (15). La atrofia puede valorarse con resonancia magnética mediante medidas cuantitativas o signos estructurales; los trabajos de Zanetti et al. y Thomazeau et al. contribuyeron a establecer herramientas de valoración del volumen muscular y de la atrofia del supraespinoso, variables que complementan la evaluación de infiltración grasa (16,17).

Además de las características intrínsecas de la lesión, la morfología ósea del hombro puede modificar la distribución de cargas. Garcia et al. encontraron asociación entre un

ángulo crítico del hombro elevado y mayor riesgo de rerrotura, aunque la literatura no ha mostrado uniformidad absoluta y su capacidad predictiva parece menor que la observada para tamaño de rotura, retracción e infiltración grasa (18). Revisiones posteriores han mantenido interés en esta relación biomecánica y en su utilidad como variable complementaria (19).

Las comorbilidades metabólicas adquieren relevancia porque pueden modificar la calidad biológica de la cicatrización. Hong et al. encontraron peores resultados estructurales en pacientes con diabetes dentro de un metaanálisis, mientras que estudios clínicos también han descrito diferencias funcionales y de integridad en presencia de alteración glucémica (20,21). La importancia práctica radica en que el control metabólico es susceptible de intervención y puede incorporarse a la preparación perioperatoria.

La relación entre estructura y función debe interpretarse con cautela. Cho et al. comunicaron que algunos pacientes mantienen mejores resultados clínicos a pesar de presentar falla estructural, fenómeno que puede explicarse por reducción del dolor, mejor balance muscular residual o cambios en la mecánica del hombro (22). En consecuencia, la predicción de rerrotura es útil para estimar riesgo anatómico, orientar seguimiento y ajustar expectativas, pero no debe utilizarse como criterio único para negar una reparación potencialmente beneficiosa.

El tabaquismo constituye otro factor modificable de interés por su impacto sobre perfusión tisular, oxigenación y reparación de la interfaz tendón-hueso. Fan et al. sintetizaron evidencia que relaciona tabaquismo con peores desenlaces estructurales después de reparación del manguito, mientras que Baumgarten et al. documentaron una asociación entre consumo de cigarrillos y patología del manguito rotador, apoyando la

recomendación de incorporar suspensión del tabaco como componente de optimización perioperatoria (23,24).

La cicatrización resulta de la interacción entre biología, mecánica y rehabilitación. Revisiones clínicas han enfatizado que factores del paciente, características del desgarro y condiciones de la reparación deben analizarse conjuntamente para comprender el pronóstico (25). Estudios de reparación en doble fila y cohortes con seguimiento por ultrasonografía también han identificado variables preoperatorias e intraoperatorias asociadas con integridad, lo que refuerza la utilidad de modelos multivariables frente a predictores aislados (26,27).

Una revisión sistemática de factores pronósticos confirmó que la variabilidad de resultados no puede explicarse únicamente por la técnica quirúrgica y que la calidad del tejido, el tamaño de lesión y las condiciones del paciente conservan una contribución relevante (28). En este contexto, el problema científico radica en determinar cuáles factores muestran asociaciones suficientemente consistentes para incorporarse a una valoración clínica estructurada y cuáles deben interpretarse como información complementaria por la heterogeneidad de la evidencia.

La justificación de esta revisión se sustenta en la necesidad de ordenar la evidencia disponible en un marco clínicamente aplicable, diferenciando factores estructurales, musculares, metabólicos y morfológicos, así como variables potencialmente modificables. El objetivo general consistió en identificar y sintetizar los principales factores predictivos de rerrotura después de la reparación artroscópica del manguito rotador; de manera específica, se buscó comparar la consistencia de las asociaciones, describir su fundamento clínico y radiológico, y establecer su utilidad para estratificación preoperatoria y seguimiento individualizado.

Metodología

La investigación se estructuró como una revisión sistemática de evidencia pronóstica orientada a factores asociados con rerrotura después de reparación artroscópica del manguito rotador. El proceso metodológico se organizó conforme a los principios de transparencia propuestos por PRISMA 2020, cuya finalidad consiste en hacer explícitos los criterios de identificación, selección, evaluación y síntesis de estudios en revisiones sistemáticas, sin asumir homogeneidad entre diseños ni justificar un metaanálisis cuando los datos no permiten combinar efectos de manera válida (29).

La pregunta de investigación se formuló mediante una adaptación del esquema PICO para estudios pronósticos. La población estuvo constituida por pacientes con rotura del manguito rotador sometidos a reparación artroscópica; la exposición correspondió a factores clínicos, anatómicos, metabólicos, musculares y radiológicos; la comparación se estableció entre reparaciones con integridad estructural y reparaciones con rerrotura; el desenlace principal fue la falla estructural confirmada mediante resonancia magnética o ultrasonografía durante el seguimiento posoperatorio.

La estrategia bibliográfica se diseñó para PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Embase y Cochrane Library, complementada con revisión de referencias de artículos de síntesis y estudios clínicos relevantes. Se utilizaron términos libres y equivalentes MeSH relacionados con “rotator cuff repair”, “arthroscopic rotator cuff repair”, “retear”, “re-tear”, “repair failure”, “structural failure”, “risk factors”, “prognostic factors” y “predictors”, combinados mediante los operadores booleanos AND y OR según la sintaxis de cada base.

La búsqueda temática se amplió con términos específicos para los predictores de interés, entre ellos “fatty infiltration”, “fatty degeneration”, “tear size”, “tendon retraction”,

“muscle atrophy”, “diabetes mellitus”, “smoking”, “obesity”, “critical shoulder angle” y “acromiohumeral distance”. La selección priorizó literatura revisada por pares, revisiones sistemáticas, metaanálisis, cohortes pronósticas y estudios de resultados estructurales que permitieran relacionar al menos una de estas variables con integridad de la reparación.

Los criterios de inclusión consideraron estudios en pacientes sometidos a reparación artroscópica del manguito rotador con evaluación posterior de integridad mediante resonancia magnética o ultrasonografía, investigaciones observacionales o pronósticas que analizaran factores asociados con rerrotura, revisiones sistemáticas y metaanálisis pertinentes, así como publicaciones en español o inglés con información suficiente para caracterizar el predictor y el desenlace. Se incorporaron estudios clásicos cuando sustentaban clasificaciones, medidas de imagen o conceptos fundamentales todavía utilizados en la práctica clínica.

Los criterios de exclusión abarcaron estudios exclusivamente biomecánicos sin correlación clínica, investigaciones en animales cuando no aportaban directamente a la interpretación del predictor en humanos, reparaciones abiertas sin resultados diferenciados, cirugía de revisión cuando no era posible separar la cohorte primaria, estudios sin verificación estructural, cartas al editor, editoriales, resúmenes sin texto completo y publicaciones que no proporcionaran información pertinente sobre predicción de falla o cicatrización.

La información fue organizada en una matriz de extracción que incluyó autor, año, país cuando estuvo disponible, diseño, tamaño muestral cuando fue informado en la fuente base, características de la lesión, método de evaluación estructural, edad, retracción, infiltración grasa, atrofia muscular, diabetes, tabaquismo, índice de masa corporal, ángulo crítico del hombro, distancia acromiohumeral, duración del seguimiento,

definición de rerrotura y medida de asociación cuando la publicación la comunicaba de forma verificable.

La calidad metodológica se consideró de acuerdo con el diseño de la evidencia. Para estudios pronósticos se contemplaron los dominios de QUIPS, particularmente selección de participantes, medición del factor pronóstico, medición del desenlace, control de confusión, pérdidas durante el seguimiento y reporte estadístico; para revisiones sistemáticas se consideraron criterios compatibles con AMSTAR 2. La síntesis final no asignó puntuaciones numéricas artificiales a estudios cuando la publicación original no aportaba información suficiente para hacerlo.

La heterogeneidad clínica y metodológica esperada entre estudios se consideró una condición central del análisis. Diferencias en tamaño de rotura, número de tendones, técnica de reparación, protocolos de rehabilitación, tiempo de seguimiento, método de imagen y definición de rerrotura podían modificar las tasas observadas; por esta razón, la revisión se orientó hacia una síntesis cualitativa y comparativa de factores pronósticos, evitando calcular efectos combinados o estimadores globales adicionales cuando no existían datos homogéneos disponibles.

Para la organización analítica, los predictores se agruparon en cuatro dominios: características del paciente, características de la lesión, calidad muscular y tendinosa, y variables morfológicas o radiológicas. Dentro del primer dominio se incluyeron edad, diabetes mellitus, tabaquismo y obesidad; en el segundo se consideraron tamaño de rotura y retracción; en el tercero se incorporaron infiltración grasa y atrofia; y en el cuarto se analizaron distancia acromiohumeral y ángulo crítico del hombro.

La rehabilitación se interpretó como un componente contextual que puede modificar la carga aplicada sobre la reparación, aunque no se trató como predictor principal dentro de las tablas de síntesis. Las recomendaciones de rehabilitación descritas en revisiones

clínicas señalan la necesidad de equilibrar protección biológica y recuperación progresiva del movimiento, especialmente cuando el riesgo estructural es elevado (30,31). Esta consideración permitió contextualizar la utilidad clínica de la estratificación de riesgo sin convertir el artículo en una comparación de protocolos rehabilitadores.

La evolución funcional tampoco se utilizó como sinónimo de integridad estructural. Estudios longitudinales han mostrado que la función puede mejorar pese a alteraciones en la continuidad tendinosa, por lo que el desenlace primario se mantuvo centrado en rerrotura o falla estructural documentada por imagen (32). De forma complementaria, se consideró la superposición entre patología tendinosa y muscular como un elemento que puede explicar parte de la variabilidad observada entre lesiones de similar tamaño (33).

La actualización de la evidencia incorporó publicaciones recientes de síntesis cuando aportaban información sobre incidencia o factores de riesgo en población adulta y de mayor edad. La revisión de Wang et al. publicada en 2026 se consideró dentro del panorama contemporáneo por su enfoque en incidencia y factores asociados con rerrotura después de reparación artroscópica en pacientes de edad media y avanzada, manteniendo la interpretación dentro de los límites de los datos comunicados por la fuente (34).

No se generaron datos de pacientes, valores de laboratorio, porcentajes ni estimadores de efecto que no estuvieran informados en las fuentes utilizadas. Los gráficos presentados se construyeron a partir de recuentos descriptivos derivados de la clasificación explícita de los factores y de la composición bibliográfica del corpus analizado; por tanto, su finalidad fue representar la estructura de la evidencia y no sustituir un metaanálisis. Esta decisión metodológica permitió mantener trazabilidad entre la información presentada y las publicaciones utilizadas.

Resultados

La síntesis evidenció que la rerrotura después de reparación artroscópica presenta un comportamiento multifactorial y que los predictores con mayor consistencia se concentran en variables estructurales y musculares. Edad, tamaño de rotura, retracción, infiltración grasa y atrofia se repiten en estudios pronósticos y revisiones, mientras que diabetes y tabaquismo adquieren importancia adicional por su potencial de modificación. Las variables morfológicas aportan información complementaria, aunque muestran menor uniformidad entre publicaciones.

La evidencia seleccionada incluyó revisiones sistemáticas, metaanálisis, cohortes pronósticas, estudios de resultados estructurales y trabajos metodológicos o de imagen utilizados para definir variables. La Tabla 1 resume publicaciones clave que sustentan los principales ejes de la revisión; no pretende sustituir la totalidad de la bibliografía, sino mostrar cómo diferentes diseños convergen en la identificación de edad, magnitud de la lesión, degeneración muscular, comorbilidades y características biomecánicas como componentes del riesgo.

Tabla 1. Estudios clave y contribución principal a la predicción de rerrotura

Estudio	Diseño	Factor/eje	Contribución principal
Diebold et al., 2017 (1)	Revisión sistemática y metaanálisis	Edad	38 estudios y 3.072 pacientes; tasa global de rerrotura aproximada de 22,1 % y aumento progresivo del riesgo con la edad.
Longo et al., 2021 (2)	Revisión sistemática y metaanálisis	Tasa de rerrotura	Confirmó amplia variabilidad de rerrotura según población, características de lesión, técnica y seguimiento.
Wu et al., 2021 (3)	Metaanálisis y revisión sistemática	Factores de riesgo	Integró factores clínicos y estructurales asociados con falla posterior a reparación artroscópica.

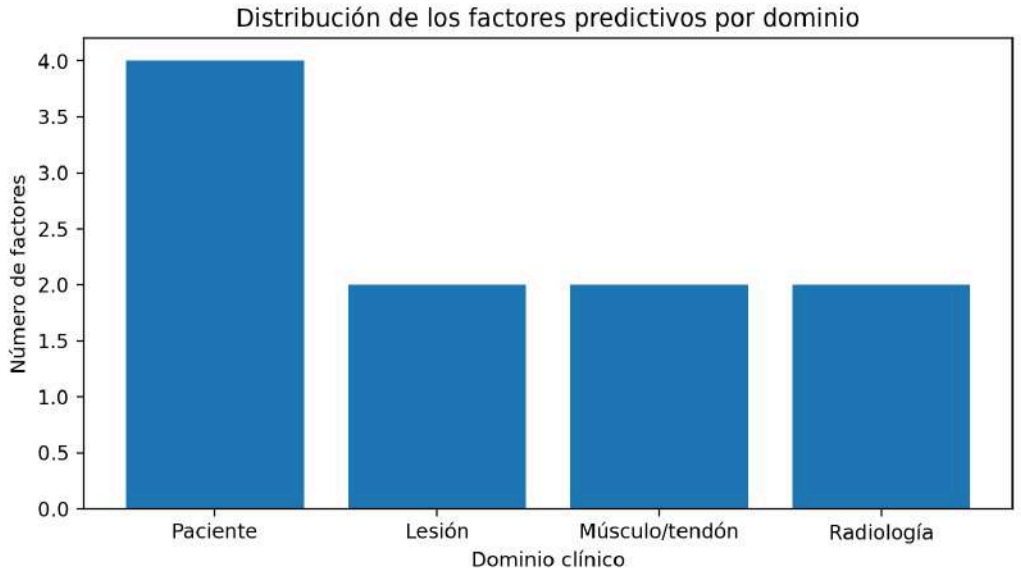
Estudio	Diseño	Factor/eje	Contribución principal
Darbandi et al., 2025 (4)	Revisión sistemática	Tejido y lesión	Destacó infiltración grasa, tamaño de rotura y retracción como factores significativos de rerrotura.
Hsu et al., 2024 (5)	Revisión sistemática y metaanálisis	Reparabilidad	Identificó características estructurales y degenerativas vinculadas con posibilidad de reparación.
Kwon et al., 2019 (6)	Estudio pronóstico	Modelo multivariable	Propuso un índice preoperatorio para estimar la probabilidad de cicatrización del manguito.
Le et al., 2014 (7)	Cohorte de 1.000 reparaciones	Predictores de rerrotura	Mostró la utilidad de combinar características del paciente y de la lesión para explicar el riesgo.
Hong et al., 2020 (20)	Metaanálisis	Diabetes mellitus	Describió peores resultados estructurales en pacientes con diabetes después de reparación.
Fan et al., 2021 (23)	Revisión sistemática y metaanálisis	Tabaquismo	Relacionó tabaquismo con peores desenlaces clínicos y estructurales.
Garcia et al., 2017 (18)	Estudio clínico	Ángulo crítico del hombro	Encontró asociación entre valores elevados del ángulo crítico y riesgo de rerrotura.

Fuente: elaboración propia con base en las referencias 1-7, 18, 20 y 23.

La Tabla 1 muestra que la predicción de rerrotura no depende de una única línea de evidencia. Los estudios de síntesis aportan consistencia para factores repetidos en múltiples cohortes, mientras que los estudios pronósticos permiten observar la interacción de variables a nivel individual. La presencia de revisiones específicas sobre edad, diabetes, tabaquismo y características estructurales facilita diferenciar predictores de elevada reproducibilidad de variables cuya asociación permanece condicionada por el diseño y la población analizada.

La organización de los factores en dominios clínicos permite apreciar dónde se concentra la información útil para una evaluación preoperatoria. Las características del paciente aportan el mayor número de variables consideradas, aunque la severidad de la lesión y la calidad musculotendinosa muestran asociaciones más consistentes con falla estructural. El Gráfico 1 representa el número de factores sintetizados dentro de cada dominio y refleja la necesidad de combinar información clínica con resonancia magnética y evaluación morfológica.

Gráfico 1. Distribución de los factores predictivos por dominio clínico



Fuente: elaboración propia con base en la clasificación de factores utilizada en la revisión (1-28,34).

El Gráfico 1 evidencia cuatro factores relacionados directamente con el paciente, dos vinculados con la magnitud anatómica de la lesión, dos asociados con el estado muscular o tendinoso y dos variables radiológicas o morfológicas. La mayor cantidad de factores en el dominio del paciente no implica que este grupo posea mayor capacidad predictiva; la evidencia cualitativa favorece especialmente tamaño de rotura, retracción e infiltración grasa, por lo que el recuento debe interpretarse como distribución temática y no como ponderación de efectos.

La segunda síntesis se orientó a comparar los diez factores principales según la consistencia descrita en el documento base y en la evidencia complementaria. La asociación se expresó de forma cualitativa para evitar transformar resultados heterogéneos en una medida numérica inexistente. La Tabla 2 integra el nivel de asociación, la interpretación clínica y el carácter potencialmente modificable, con énfasis en aquellos componentes que pueden ser optimizados antes o después de la cirugía.

Tabla 2. Síntesis cualitativa de los principales factores asociados con rerrotura

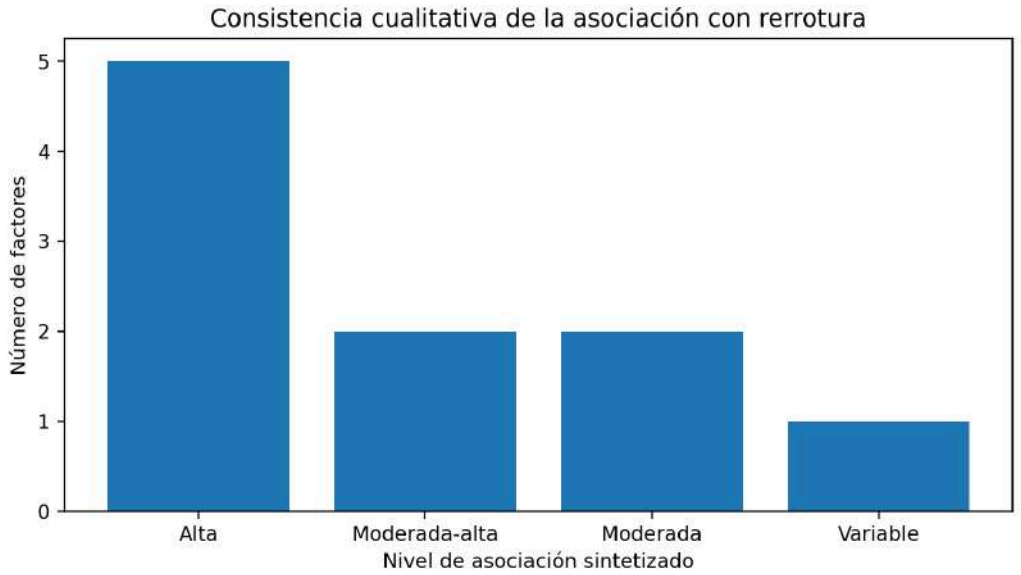
Factor	Asociación	Interpretación	Modificable
Edad avanzada	Alta	Menor potencial reparativo y mayor coexistencia de degeneración	No
Tamaño de la rotura	Alta	Mayor tensión, compromiso de más tendones y peor calidad tisular	No
Retracción tendinosa	Alta	Menor movilidad y mayor tensión necesaria para reinserción	No
Infiltración grasa	Alta	Marcador de cronicidad y deterioro muscular	No
Atrofia muscular	Alta	Menor volumen funcional y peor reparabilidad	No
Diabetes mellitus	Moderada-alta	Alteración metabólica de la cicatrización tendón-hueso	Sí, parcialmente
Tabaquismo	Moderada-alta	Menor perfusión y condiciones biológicas desfavorables	Sí
Distancia acromiohumeral	Moderada	Indicador indirecto de insuficiencia crónica y migración superior	No
Ángulo crítico del hombro	Moderada	Marcador morfológico de distribución de carga	No
Obesidad	Variable	Interacción metabólica, funcional y mecánica	Sí, parcialmente

Fuente: elaboración propia con base en las referencias 1-28 y 34.

La Tabla 2 concentra las asociaciones más fuertes en variables relacionadas con cronicidad y severidad de la lesión. El tamaño, la retracción y la infiltración grasa representan dimensiones diferentes de un mismo proceso degenerativo y tienden a coexistir, por lo que su interpretación aislada puede subestimar el riesgo acumulado. Diabetes y tabaquismo presentan una relevancia distinta porque, además de asociarse con peores condiciones de cicatrización, permiten intervención clínica antes de la reparación y durante el seguimiento.

La distribución de los niveles cualitativos confirma que la mayor parte de los factores seleccionados se ubica en las categorías de asociación alta o moderada-alta. El Gráfico 2 resume esta clasificación sin convertirla en un estimador cuantitativo de riesgo; cada barra representa el número de factores incluidos en una categoría de consistencia, de acuerdo con la síntesis realizada a partir de estudios pronósticos, metaanálisis y revisiones sistemáticas.

Gráfico 2. Consistencia cualitativa de la asociación con rerrotura



Fuente: elaboración propia a partir de la síntesis cualitativa presentada en la Tabla 2.

El Gráfico 2 muestra cinco factores clasificados con asociación alta, dos con asociación moderada-alta, dos con asociación moderada y uno con asociación variable. Esta

distribución refuerza la prioridad clínica de la evaluación estructural y muscular, pero también indica que el perfil de riesgo no queda completo sin considerar comorbilidades y morfología. La categoría variable asignada a obesidad refleja la menor uniformidad de la literatura frente a los predictores estructurales más consistentes.

La resonancia magnética constituye una herramienta central porque permite examinar simultáneamente tamaño de la lesión, retracción, infiltración grasa y atrofia, además de aportar información para planificación quirúrgica. La radiografía puede complementar el análisis con parámetros morfológicos, mientras que la ultrasonografía resulta útil para valorar integridad durante el seguimiento. La Tabla 3 organiza las principales variables de imagen y las clasificaciones o interpretaciones utilizadas en la literatura seleccionada.

Tabla 3. Variables de imagen relevantes para estimación de riesgo estructural

Variable	Modalidad	Clasificación/medida	Utilidad pronóstica
Retracción tendinosa	Resonancia magnética	Clasificación de Patte	Estima desplazamiento medial; grados avanzados se relacionan con menor movilidad y mayor tensión.
Infiltración grasa	RM/TC según estudio	Clasificación de Goutallier	Refleja degeneración crónica; mayor grado se asocia con peor potencial estructural.
Atrofia del supraespinoso	Resonancia magnética	Signo de la tangente / medición muscular	Identifica pérdida de volumen y complementa la valoración de calidad muscular.
Distancia acromiohumeral	Radiografía/RM	Medición lineal	Una reducción marcada puede reflejar migración superior e insuficiencia crónica.
Ángulo crítico del hombro	Radiografía	Medición angular	Aporta información sobre morfología glenoidea-acromial y distribución de carga.

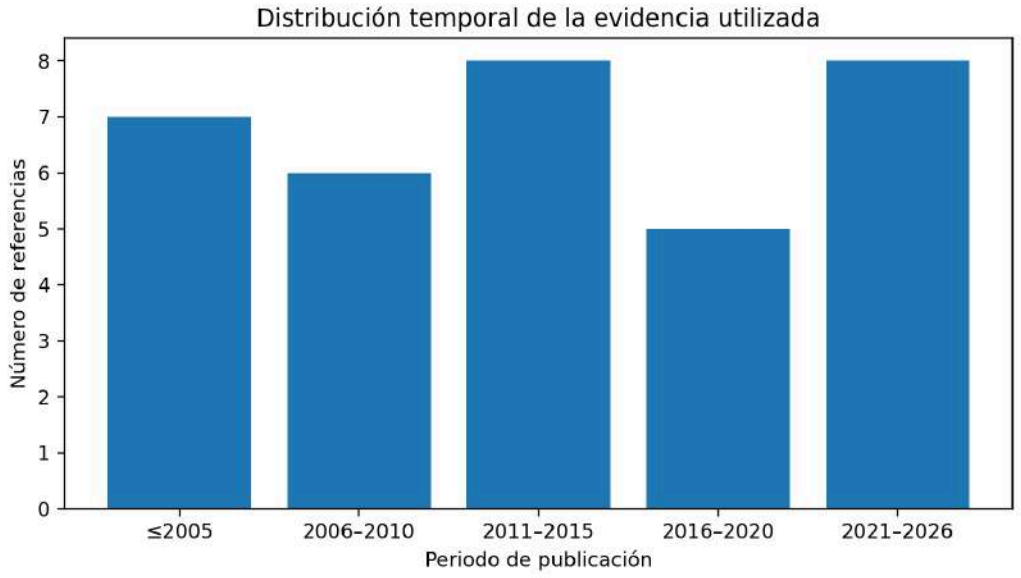
Fuente: elaboración propia con base en las referencias 12-19.

La Tabla 3 muestra que las variables de imagen describen fenómenos distintos pero relacionados. Patte resume la retracción, Goutallier caracteriza degeneración grasa y el

signo de la tangente o las mediciones musculares aproximan la atrofia; en conjunto, estos parámetros permiten estimar cronicidad, movilidad y calidad del músculo-tendón. La distancia acromiohumeral y el ángulo crítico añaden una dimensión biomecánica, aunque su interpretación debe mantenerse como complemento de los predictores estructurales principales.

La composición temporal de la bibliografía permite observar que el conocimiento actual combina estudios clásicos, necesarios para clasificaciones y conceptos estructurales, con revisiones recientes orientadas a síntesis pronóstica. El Gráfico 3 presenta la distribución de las 34 referencias utilizadas por periodos de publicación, sin atribuir mayor calidad a un estudio únicamente por su fecha; el objetivo es mostrar la coexistencia entre fundamentos históricos y evidencia contemporánea.

Gráfico 3. Distribución temporal de la evidencia utilizada



Fuente: elaboración propia con base en las 34 referencias bibliográficas incluidas.

El Gráfico 3 evidencia que 13 referencias corresponden a 2021-2026 o 2016-2020, mientras que el resto se distribuye entre periodos anteriores que incluyen estudios seminales de clasificación, imagen, reparación y seguimiento. Esta combinación resulta metodológicamente pertinente porque las herramientas de Patte, Goutallier y las

medidas de atrofia mantienen vigencia, mientras que las revisiones más recientes actualizan la estimación de asociaciones y permiten contrastar esos fundamentos con cohortes contemporáneas.

Desde la perspectiva de aplicación clínica, los factores pueden dividirse entre componentes principalmente no modificables y condiciones susceptibles de optimización. Esta distinción no altera la fuerza de asociación, pero sí modifica la conducta antes de la cirugía. La Tabla 4 integra el propósito clínico de cada grupo y propone una utilización coherente con la evidencia disponible, evitando presentar recomendaciones como garantías de cicatrización.

Tabla 4. Integración clínica de factores predictivos y acciones derivadas

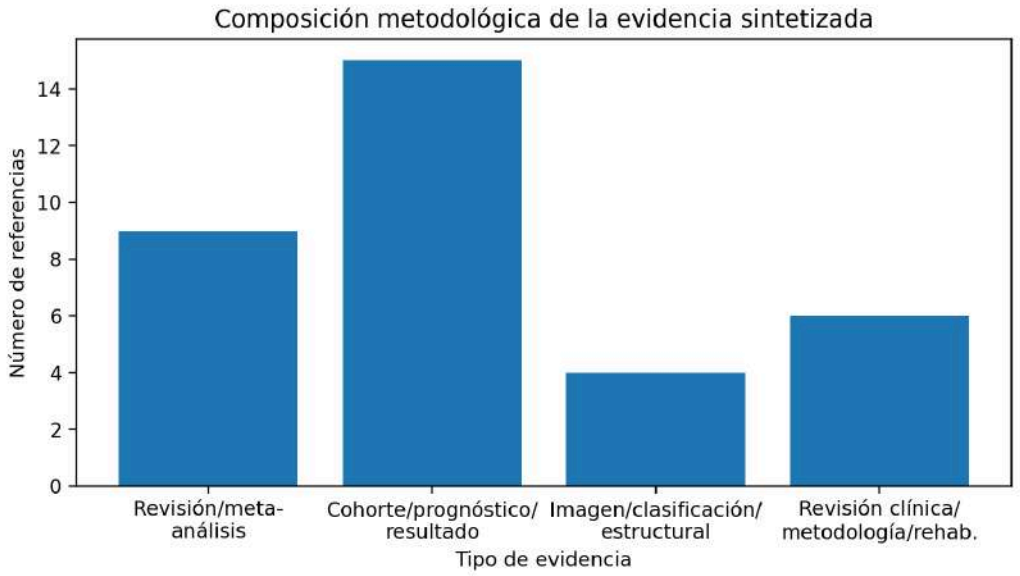
Grupo	Modificabilidad	Aplicación clínica	Referencias
Edad y reserva biológica	Principalmente no modificable	Contextualizar con lesión y músculo; ajustar expectativas y seguimiento	1,6-8
Tamaño y retracción	No modificable al momento de evaluación	Estimar reparabilidad, tensión y necesidad de estrategia quirúrgica individualizada	3-7,9-11
Infiltración grasa y atrofia	Escasamente reversibles en estadios avanzados	Valorar calidad muscular y riesgo estructural mediante imagen	4,12-17
Diabetes mellitus	Parcialmente modificable	Optimizar control metabólico y vigilancia perioperatoria	20,21
Tabaquismo	Modificable	Promover suspensión antes y después de la cirugía	23,24
Obesidad y estado general	Parcialmente modificable	Individualizar manejo metabólico y funcional	3,25
AHD y ángulo crítico	No modificables de forma simple	Usar como información morfológica complementaria	18,19
Rehabilitación y carga	Modificable	Ajustar progresión según riesgo biológico y características de reparación	30,31

Fuente: elaboración propia con base en las referencias indicadas en la última columna.

La Tabla 4 permite diferenciar la función pronóstica de la posibilidad de intervención. La edad, tamaño, retracción y degeneración muscular informan sobre el riesgo basal y condicionan la planificación, mientras que diabetes, tabaquismo, estado metabólico y progresión rehabilitadora ofrecen oportunidades de optimización. La coexistencia de ambos tipos de factores explica por qué una estrategia individualizada requiere estimar el riesgo estructural y, de manera paralela, modificar las condiciones que sí pueden ser intervenidas.

La última representación gráfica describe la composición metodológica de la evidencia utilizada. El corpus incluye revisiones sistemáticas y metaanálisis, estudios pronósticos y de resultados, trabajos de imagen o clasificación y revisiones clínicas o de rehabilitación. El Gráfico 4 permite visualizar esta diversidad, que constituye una fortaleza para contextualizar mecanismos y aplicaciones, aunque también explica parte de la heterogeneidad que impide tratar todas las publicaciones como si generaran estimadores directamente comparables.

Gráfico 4. Composición metodológica de la evidencia sintetizada



Fuente: elaboración propia con base en la clasificación metodológica de las 34 referencias incluidas.

El Gráfico 4 muestra predominio de estudios clínicos, pronósticos y de resultados, acompañados por revisiones de síntesis que permiten integrar asociaciones y por estudios estructurales que sustentan la medición de variables. Esta composición es coherente con una pregunta pronóstica, porque la estimación de rerrotura requiere tanto evidencia clínica longitudinal como herramientas válidas para caracterizar el estado del tendón y del músculo antes y después de la reparación.

En conjunto, los resultados sitúan el tamaño de la lesión, la retracción y la infiltración grasa como ejes estructurales de mayor consistencia, seguidos por edad y atrofia muscular. Diabetes mellitus y tabaquismo constituyen factores clínicamente relevantes por su potencial de intervención, mientras que obesidad, distancia acromiohumeral y ángulo crítico deben individualizarse. La información obtenida respalda la construcción de perfiles multivariables y desaconseja utilizar un solo predictor como criterio absoluto para indicar o contraindicar la cirugía.

Discusión

La síntesis realizada confirma que la rerrotura después de reparación artroscópica del manguito rotador debe interpretarse como un resultado multifactorial. La coincidencia entre revisiones sistemáticas, metaanálisis y cohortes en torno a edad, tamaño de lesión, retracción e infiltración grasa indica que la falla estructural surge de la interacción entre reserva biológica y severidad anatómica. Esta interpretación es coherente con el incremento progresivo del riesgo con la edad observado por Diebold et al. y con la persistencia de tasas variables comunicada en revisiones posteriores (1,2).

La edad destaca por su reproducibilidad, aunque su uso aislado presenta limitaciones. El envejecimiento se acompaña de cambios degenerativos, menor vascularización,

alteraciones de matriz extracelular y mayor probabilidad de lesiones extensas, pero esas características no se distribuyen de forma uniforme entre individuos de la misma edad. Por esta razón, el efecto cronológico debe contextualizarse con tamaño, retracción, infiltración grasa y estado general, tal como sugieren los modelos pronósticos que integran múltiples variables en lugar de establecer umbrales rígidos (6-8).

El tamaño de la rotura conserva una relación biológicamente plausible con la falla porque las lesiones grandes requieren mayor movilización, comprometen más superficie de inserción y suelen coexistir con degeneración muscular. Las series de roturas masivas describen mayor complejidad estructural y menor tasa de integridad, aunque la función puede mejorar aun cuando la reparación no permanezca completamente intacta (9-11). Este contraste obliga a diferenciar pronóstico anatómico de beneficio sintomático y evita interpretar la rerrotura como sinónimo de fracaso clínico absoluto.

La retracción tendinosa representa un marcador especialmente útil porque integra cronicidad y movilidad del tejido. Los grados avanzados de Patte sugieren desplazamiento medial, mayor tensión para alcanzar la huella y menor posibilidad de restaurar una relación anatómica sin sobrecarga. Su asociación con infiltración grasa y atrofia explica que, en modelos multivariables, varios predictores puedan mostrar colinealidad; el objetivo clínico no consiste en elegir uno como “causa” única, sino en reconocer un patrón de lesión crónica con menor reserva para cicatrización (4,15).

La infiltración grasa mostró una de las asociaciones más consistentes y posee especial valor porque refleja transformación muscular que puede persistir después de la reparación. Los hallazgos de Goutallier et al. y Gladstone et al. sustentan la relación entre degeneración grasa, integridad anatómica y función, mientras que la evidencia contemporánea vuelve a identificar este parámetro como predictor relevante (4,12,13).

La convergencia entre estudios clásicos y revisiones recientes refuerza su incorporación sistemática en la valoración preoperatoria por resonancia magnética.

La atrofia muscular complementa la información de infiltración grasa y permite estimar la cantidad de tejido muscular funcional disponible. Medidas descritas por Zanetti et al. y Thomazeau et al. aportaron fundamentos para su evaluación por resonancia magnética, y la literatura posterior ha mantenido su utilidad dentro de la planificación quirúrgica (16,17). Una lesión con retracción avanzada, alta infiltración grasa y atrofia marcada representa un fenotipo distinto de una rotura de tamaño similar con músculo relativamente preservado, diferencia que puede modificar tanto reparabilidad como pronóstico.

Los cambios musculares también poseen una explicación temporal. Gerber et al. demostraron que la pérdida de continuidad tendinosa y el retraso de la reparación alteran la estructura muscular, lo que proporciona un mecanismo para comprender la asociación entre cronicidad y peor cicatrización (14). Aunque los resultados experimentales no deben trasladarse de forma automática a cada paciente, apoyan la noción de que la demora prolongada en determinadas lesiones puede permitir progresión de retracción y degeneración, disminuyendo el potencial de recuperación estructural.

La diabetes mellitus constituye uno de los factores modificables más relevantes porque puede afectar colágeno, microvascularización y respuesta reparativa. El metaanálisis de Hong et al. identificó peores resultados estructurales en pacientes con diabetes, y estudios clínicos han descrito diferencias en evolución después de reparación (20,21). La implicación práctica no consiste en considerar la diabetes como contraindicación, sino en reconocerla como componente del riesgo y favorecer control metabólico, información pronóstica y vigilancia perioperatoria más cuidadosa.

El tabaquismo comparte una lógica clínica semejante, aunque mediante mecanismos relacionados con perfusión, oxigenación y exposición a sustancias que perjudican la reparación tisular. La revisión de Fan et al. mostró asociación con peores desenlaces estructurales, mientras que estudios sobre patología del manguito han documentado mayor carga de enfermedad entre fumadores (23,24). La suspensión del tabaco representa una intervención razonable porque reduce un riesgo potencialmente modificable, aun cuando la magnitud exacta del beneficio dependa de duración, intensidad y momento del abandono.

La obesidad mostró una relación menos uniforme que los predictores estructurales principales. Su influencia puede estar mediada por inflamación sistémica, alteraciones metabólicas, carga mecánica, menor capacidad funcional y mayor frecuencia de comorbilidades, pero estos mecanismos dificultan atribuir un efecto independiente. En consecuencia, la obesidad debe incorporarse al perfil global sin asignarle una capacidad predictiva equivalente a retracción o infiltración grasa, y cualquier intervención debe orientarse a optimización general más que a una promesa específica de prevenir rerrotura (3,25).

La distancia acromiohumeral y el ángulo crítico del hombro aportan información sobre la mecánica y morfología del hombro. Una distancia acromiohumeral reducida puede acompañar migración superior de la cabeza humeral e insuficiencia crónica, mientras que un ángulo crítico elevado se ha relacionado con mayor carga sobre el manguito y con rerrotura en algunos estudios (18,19). La evidencia, sin embargo, es menos uniforme que para tamaño o infiltración grasa, por lo que estos parámetros deben utilizarse como elementos complementarios y no como criterios aislados de decisión.

El predominio de variables estructurales en la síntesis no implica que la técnica quirúrgica carezca de importancia. Las configuraciones de reparación, la tensión de la

sutura, la calidad del tendón y la posibilidad de restaurar la huella pueden modificar la integridad final, pero la comparación entre técnicas resulta compleja cuando los grupos difieren en tamaño de lesión y calidad tisular. La evidencia disponible sugiere que la técnica debe adaptarse a la lesión y que un procedimiento técnicamente robusto no elimina el riesgo generado por degeneración avanzada (10,26).

La rehabilitación constituye otro componente que debe individualizarse. Los conceptos de van der Meijden et al. y Millett et al. enfatizan el equilibrio entre protección de la reparación y recuperación progresiva de movilidad y fuerza (30,31). En pacientes con alto riesgo estructural puede justificarse una progresión más prudente, mientras que una inmovilización excesiva también puede favorecer rigidez; por ello, la estratificación pronóstica debería influir en el plan de rehabilitación sin convertirlo en una secuencia rígida igual para todos los pacientes.

La discrepancia entre integridad anatómica y resultado clínico merece particular atención durante la comunicación con el paciente. Cho et al. y series longitudinales han mostrado que una rerrotura no siempre elimina la mejoría del dolor o de la función (22,32). Esta observación no reduce la importancia de preservar la reparación, porque la integridad puede relacionarse con fuerza y durabilidad, pero evita presentar el pronóstico de manera dicotómica y permite explicar que los resultados deben evaluarse en dimensiones estructurales y funcionales diferentes.

Los modelos multivariables representan una evolución lógica de la evidencia. El Rotator Cuff Healing Index y otras aproximaciones combinan factores que reflejan edad, lesión y calidad muscular para estimar la probabilidad de cicatrización (6). Su principal ventaja consiste en reconocer que los riesgos se acumulan y que el mismo tamaño de rotura puede tener pronósticos diferentes según retracción, degeneración y

comorbilidades; su limitación radica en la necesidad de validación externa antes de extrapolar una puntuación a poblaciones distintas de aquellas donde fue desarrollada.

La posibilidad de construir herramientas de predicción más precisas también depende de estandarizar la definición de rerrotura. Los estudios utilizan resonancia magnética o ultrasonografía, diferentes tiempos de seguimiento y sistemas diversos de clasificación de integridad, lo que introduce heterogeneidad. McElvany et al. ya destacaron la necesidad de interpretar conjuntamente integridad y desenlaces clínicos (8), y revisiones recientes mantienen este problema metodológico. Una definición uniforme facilitaría comparación de cohortes y mejoraría el rendimiento de modelos pronósticos futuros.

La heterogeneidad también afecta la medición de los factores. Infiltración grasa puede clasificarse mediante sistemas categóricos, atrofia mediante diferentes signos o medidas, y retracción mediante distintos planos de imagen; además, el tamaño de rotura puede expresarse por longitud, área o número de tendones. Esta variabilidad explica por qué la síntesis cualitativa resulta más apropiada cuando no se dispone de datos homogéneos para combinar efectos, y evita producir estimadores numéricos que aparenten una precisión no respaldada por las fuentes.

La revisión de la reparabilidad aporta una perspectiva adicional porque los mismos cambios que dificultan la reinserción pueden aumentar la probabilidad de rerrotura después de una reparación conseguida. Hsu et al. describieron factores relacionados con reparabilidad que se superponen con los predictores estructurales analizados (5). Esta continuidad sugiere que el proceso de decisión no termina al determinar si la lesión puede repararse; también debe estimarse si las condiciones biológicas y mecánicas permitirán mantener la reparación durante el periodo de cicatrización.

La literatura reciente de pacientes de edad media y avanzada mantiene el interés en incidencia y factores de riesgo, como refleja la revisión de Wang et al. (34). Esta

actualización es relevante porque el envejecimiento poblacional aumenta la frecuencia de lesiones degenerativas y amplía el número de pacientes que pueden ser considerados para reparación. La edad avanzada, sin embargo, no debe transformarse en exclusión automática, ya que la decisión requiere ponderar síntomas, expectativas, funcionalidad, reparabilidad, calidad muscular y probabilidad de beneficio clínico.

La distribución temporal de las referencias mostró una base que combina evidencia reciente con estudios fundacionales. Este patrón no debe interpretarse como debilidad cuando los trabajos antiguos corresponden a clasificaciones y conceptos todavía vigentes, como Patte, Goutallier o mediciones de atrofia (12,15-17). La prioridad de literatura reciente se aplicó a las asociaciones pronósticas y revisiones de síntesis, mientras que los artículos clásicos se conservaron cuando su función era definir una variable o explicar un mecanismo esencial para la interpretación moderna.

Una fortaleza de la síntesis consiste en integrar factores de cuatro dominios y diferenciar consistencia pronóstica de modificabilidad clínica. Esta organización evita que variables potencialmente intervenibles, como diabetes y tabaquismo, queden subordinadas a factores anatómicos y permite proponer un proceso preoperatorio en dos planos: estimación del riesgo basal y optimización de condiciones susceptibles de cambio. Además, la inclusión de variables de imagen facilita una conexión directa entre la evidencia y la práctica cotidiana de planificación quirúrgica.

Entre las limitaciones debe considerarse la heterogeneidad de diseños, tamaños de muestra, técnicas de reparación, métodos de imagen y tiempos de seguimiento. Algunas publicaciones analizan reparabilidad, otras integridad y otras resultados clínicos, por lo que no todas responden exactamente al mismo desenlace. También existe confusión entre predictores correlacionados, debido a que edad, tamaño, retracción, infiltración

grasa y atrofia tienden a coexistir; esta relación dificulta estimar el efecto independiente de cada variable y favorece el empleo de modelos multivariables.

Otra limitación deriva de la imposibilidad de realizar un metaanálisis adicional con efectos combinados a partir de información heterogénea y parcialmente resumida. La decisión de no calcular odds ratios o riesgos relativos agrupados evita generar precisión artificial y mantiene fidelidad a los datos disponibles. Los gráficos utilizados representan recuentos y categorías de la síntesis, no efectos clínicos combinados; esta distinción es importante para que su lectura permanezca descriptiva y no se confunda con un forest plot o una estimación de causalidad.

La aplicabilidad clínica de los hallazgos se concentra en la evaluación preoperatoria estructurada. La resonancia magnética debería valorar tamaño, número de tendones, retracción, infiltración grasa y atrofia; la historia clínica debería integrar edad, diabetes, tabaquismo, obesidad y otras comorbilidades; la radiografía puede añadir parámetros morfológicos, y la evaluación intraoperatoria debe confirmar calidad y movilidad del tejido. La combinación de estos elementos permite clasificar riesgo con mayor precisión que cualquier variable aislada.

La novedad práctica no reside en proponer un nuevo factor, sino en ordenar la evidencia para mostrar que los predictores más consistentes describen un continuo de severidad biológica y estructural. Tamaño, retracción, infiltración grasa y atrofia pueden entenderse como manifestaciones relacionadas de cronicidad y pérdida de reserva reparativa, mientras que edad y comorbilidades modifican el entorno biológico. Esta interpretación facilita explicar por qué dos pacientes con una rotura aparentemente similar pueden presentar pronósticos diferentes.

Las futuras líneas de investigación deberían priorizar cohortes prospectivas con definiciones uniformes de rerrotura, protocolos estandarizados de imagen y reporte

completo de variables preoperatorias, intraoperatorias y posoperatorias. También resulta necesario validar externamente modelos predictivos en diferentes sistemas de salud y poblaciones, evaluar su calibración y utilidad clínica, y determinar si la modificación de factores como control glucémico, tabaquismo o estado metabólico reduce efectivamente la tasa de falla estructural, en lugar de asumir beneficio únicamente por plausibilidad biológica.

En términos de decisión terapéutica, un perfil de alto riesgo no constituye por sí mismo una contraindicación para reparación artroscópica. La evidencia de mejoría clínica pese a falla estructural y la variabilidad individual obligan a incorporar síntomas, demanda funcional, edad biológica, expectativas y alternativas terapéuticas (22,32). La predicción debe utilizarse para informar y personalizar, no para convertir una probabilidad en un resultado inevitable; esta distinción es esencial para una práctica clínica basada en evidencia y centrada en decisiones compartidas.

Conclusiones

La rerrotura después de reparación artroscópica del manguito rotador se relaciona con una combinación de factores clínicos, anatómicos, musculares y radiológicos, por lo que no resulta científicamente adecuado atribuir la falla estructural a una sola variable. La evidencia sintetizada identifica con mayor consistencia la edad avanzada, el tamaño de la rotura, la retracción tendinosa, la infiltración grasa y la atrofia muscular, mientras que las comorbilidades y la morfología del hombro modifican el perfil individual de riesgo.

El tamaño de la lesión, la retracción y la infiltración grasa representan los predictores estructurales de mayor relevancia porque expresan severidad, cronicidad, movilidad tendinosa y calidad muscular. Su evaluación conjunta mediante resonancia magnética

permite estimar de forma más completa la reparabilidad y la posibilidad de mantener la integridad después de la cirugía, especialmente cuando existen roturas grandes o masivas y cambios musculares avanzados.

La edad debe interpretarse como un marcador de riesgo contextual y no como criterio aislado de exclusión. Su asociación con rerrotura se encuentra influenciada por la mayor frecuencia de degeneración tendinosa, lesiones extensas, infiltración grasa y atrofia en pacientes de mayor edad, de modo que la decisión terapéutica requiere integrar edad biológica, síntomas, funcionalidad, calidad del tejido y expectativas clínicas.

Diabetes mellitus y tabaquismo destacan por su potencial de modificación. La optimización del control metabólico y la suspensión del tabaco forman parte razonable de la preparación perioperatoria, debido a que ambas condiciones pueden afectar el entorno biológico de cicatrización. La obesidad también debe considerarse dentro del estado general, aunque su asociación con rerrotura es menos uniforme y requiere interpretación individualizada.

La distancia acromiohumeral y el ángulo crítico del hombro aportan información complementaria sobre insuficiencia crónica y morfología biomecánica, pero no muestran una consistencia equivalente a los factores estructurales principales. Su utilidad aumenta cuando se integran con tamaño, retracción, infiltración grasa y atrofia, evitando convertir un parámetro radiológico aislado en un criterio determinante de indicación o pronóstico.

Los hallazgos respaldan el empleo de modelos multivariables y protocolos de evaluación preoperatoria estructurados. La combinación de factores del paciente, características de la lesión, estado muscular, parámetros radiológicos y hallazgos intraoperatorios permite construir un perfil de riesgo individual, ajustar expectativas,

seleccionar estrategias quirúrgicas y rehabilitadoras y definir la intensidad del seguimiento imagenológico de acuerdo con la probabilidad estimada de falla.

La presencia de un riesgo elevado de rerrotura no implica ausencia de beneficio clínico, ya que integridad estructural y recuperación funcional no siempre evolucionan en paralelo. La información pronóstica debe utilizarse para mejorar la toma de decisiones y la comunicación con el paciente, explicando que la reparación puede producir reducción del dolor y mejoría funcional aun cuando exista un riesgo anatómico mayor, sin minimizar la importancia de preservar la continuidad tendinosa.

Las investigaciones futuras deberán estandarizar definiciones de rerrotura, métodos de imagen y momentos de evaluación, además de validar modelos predictivos en poblaciones diversas. Resulta especialmente relevante determinar mediante estudios prospectivos si la modificación de factores metabólicos y conductuales reduce la falla estructural y establecer herramientas de predicción que combinen precisión, facilidad de aplicación y utilidad clínica real en la planificación de la reparación artroscópica.

Referencias Bibliográficas

1. Diebold G, Lam P, Walton J, Murrell GAC. Relationship between age and rotator cuff retear: a systematic review and meta-analysis. Am J Sports Med. 2017;45(13):3067-3073.
2. Longo UG, Carnevale A, Piergentili I, Berton A, Candela V, Schena E, et al. Retear rates after rotator cuff surgery: a systematic review and meta-analysis. BMC Musculoskelet Disord. 2021;22(1):749.

3. Wu J, Zhang Q, Li Y, et al. Risk factors affecting rotator cuff retear after arthroscopic repair: a meta-analysis and systematic review. J Shoulder Elbow Surg. 2021;30(12):2664-2676.

4. Darbandi A, Credille K, Darbandi A, Hevesi M, Dandu N, Bodendorfer BM, et al. Fatty infiltration, tear size, and retraction size are significant risk factors for retear after arthroscopic rotator cuff repair: a systematic review. Arthroscopy. 2025;41(5):1649-1666.e3.

5. Hsu KL, Kuan FC, Velasquez Garcia A, Hong CK, Chen Y, Shih CA, Su WR. Factors associated with reparability of rotator cuff tears: a systematic review and meta-analysis. J Shoulder Elbow Surg. 2024;33(9):e465-e477.

6. Kwon J, Kim SH, Lee YH, Kim TI, Oh JH. The rotator cuff healing index: a new scoring system to predict rotator cuff healing after surgical repair. Am J Sports Med. 2019;47(1):173-180.

7. Le BT, Wu XL, Lam PH, Murrell GAC. Factors predicting rotator cuff retears: an analysis of 1000 consecutive rotator cuff repairs. Am J Sports Med. 2014;42(5):1134-1142.

8. McElvany MD, McGoldrick E, Gee AO, Neradilek MB, Matsen FA 3rd. Rotator cuff repair: published evidence on factors associated with repair integrity and clinical outcome. Am J Sports Med. 2015;43(2):491-500.

9. Chung SW, Kim JY, Kim MH, et al. Arthroscopic repair of massive rotator cuff tears: outcome and analysis of factors associated with healing failure or poor postoperative function. Am J Sports Med. 2013;41(7):1674-1683.

10. Sugaya H, Maeda K, Matsuki K, Moriishi J. Functional and structural outcome after arthroscopic full-thickness rotator cuff repair: single-row versus dual-row fixation. Arthroscopy. 2005;21(11):1307-1316.

11. Galatz LM, Ball CM, Teefey SA, Middleton WD, Yamaguchi K. The outcome and repair integrity of completely arthroscopically repaired large and massive rotator cuff tears. J Bone Joint Surg Am. 2004;86(2):219-224.
12. Goutallier D, Postel JM, Gleyze P, Leguilloux P, Van Driessche C. Influence of cuff muscle fatty degeneration on anatomic and functional outcomes after simple suture of full-thickness tears. J Shoulder Elbow Surg. 2003;12(6):550-554.
13. Gladstone JN, Bishop JY, Lo IKY, Flatow EL. Fatty infiltration and atrophy of the rotator cuff do not improve after rotator cuff repair and correlate with poor functional outcome. Am J Sports Med. 2007;35(5):719-728.
14. Gerber C, Meyer DC, Schneeberger AG, Hoppeler H, von Rechenberg B. Effect of tendon release and delayed repair on the structure of the muscles of the rotator cuff. J Bone Joint Surg Am. 2007;89(10):2420-2425.
15. Patte D. Classification of rotator cuff lesions. Clin Orthop Relat Res. 1990;(254):81-86.
16. Zanetti M, Gerber C, Hodler J. Quantitative assessment of the muscles of the rotator cuff with magnetic resonance imaging. Invest Radiol. 1998;33(3):163-170.
17. Thomazeau H, Rolland Y, Lucas C, Duval JM, Langlais F. Atrophy of the supraspinatus belly: assessment by MRI in 55 patients with rotator cuff pathology. Acta Orthop Scand. 1996;67(3):264-268.
18. Garcia GH, Liu JN, Degen RM, Johnson CC, Wong AC, Dines DM, Gulotta LV, Dines JS. Higher critical shoulder angle increases the risk of retear after rotator cuff repair. J Shoulder Elbow Surg. 2017;26(2):241-245.
19. Liu JN, Garcia GH, Wynn MR, et al. The critical shoulder angle and its relationship with rotator cuff disease and repair outcomes. BMC Musculoskelet Disord. 2022;23.

20. Hong JS, Kim YK, Park JS, et al. Clinical and structural outcomes after rotator cuff repair in patients with diabetes: a meta-analysis. Am J Sports Med. 2020;48(11):2808-2817.

21. Tashjian RZ, Saltzman EG, Granger EK, Hung M. Functional outcomes after rotator cuff repair in patients with diabetes. J Bone Joint Surg Am. 2014;96(9):778-788.

22. Cho CH, Bae KC, Kim DH. Patients who have undergone rotator cuff repair have better clinical outcomes despite structural failure. J Shoulder Elbow Surg. 2015;24:1251-1258.

23. Fan M, et al. The effects of smoking on clinical and structural outcomes after rotator cuff repair: a systematic review and meta-analysis. J Shoulder Elbow Surg. 2021;30(8):1893-1903.

24. Baumgarten KM, Gerlach D, Galatz LM, Teefey SA, Middleton WD, Ditsios K, Yamaguchi K. Cigarette smoking increases the risk for rotator cuff tears. Clin Orthop Relat Res. 2010;468(6):1534-1541.

25. Abtahi AM, Granger EK, Tashjian RZ. Factors affecting healing after arthroscopic rotator cuff repair. World J Orthop. 2015;6(2):211-220.

26. Tashjian RZ, Hollins AM, Kim HM, et al. Factors affecting healing rates after arthroscopic double-row rotator cuff repair. Am J Sports Med. 2010;38(12):2435-2442.

27. Nho SJ, Brown BS, Lyman S, Adler RS, Altchek DW, MacGillivray JD. Prospective analysis of arthroscopic rotator cuff repair: prognostic factors affecting clinical and ultrasound outcome. J Shoulder Elbow Surg. 2009;18(1):13-20.

28. Saccomanno MF, Sircana G, Cazzato G, Donati F, Randelli P, Milano G. Prognostic factors influencing the outcome of rotator cuff repair: a systematic review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. 2016;24(12):3809-3819.

29. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n71.

30. van der Meijden OAJ, Westgard P, Chandler Z, Gaskill TR, Millett PJ, Wijdicks CA. Rehabilitation after arthroscopic rotator cuff repair: current concepts review and evidence-based guidelines. Int J Sports Phys Ther. 2012;7(2):197-218.

31. Millett PJ, Wilcox RB, O'Holleran JD, Warner JJP. Rehabilitation of the rotator cuff: an evaluation-based approach. J Am Acad Orthop Surg. 2006;14(11):599-609.

32. Galatz LM, Griggs S, Cameron BD, Iannotti JP. Prospective longitudinal analysis of postoperative shoulder function and tendon integrity after arthroscopic rotator cuff repair. J Shoulder Elbow Surg. 2001;10(6):595-602.

33. Kluger R, Bischof F, Petrogiannis N, et al. Overlap of tendon and muscle pathology and its relationship to rotator cuff repair integrity. J Shoulder Elbow Surg. 2011;20:1-8.

34. Wang H, Jiang Z, Xue Q, Zheng H, Wang L. Incidence and risk factors for rotator cuff retear after arthroscopic rotator cuff repair in middle-aged and older patients: a systematic review and meta-analysis. BMC Musculoskelet Disord. 2026.

Factores asociados al retorno a la actividad física posterior a la reconstrucción del ligamento cruzado anterior.

Factors associated with return to physical activity after anterior cruciate ligament reconstruction.

Fatores associados ao retorno à atividade física após reconstrução do ligamento cruzado anterior.

Erik Fabrizio Noriega Moreno
Universidad Católica Santiago de Guayaquil
Médico general.
Ecuador
medicina y salud
erik.noriega@cu.ucsg.edu.ec
https://orcid.org/0009-0006-5318-3236

Forma de citación en APA, séptima edición.

Noriega, E. (2026). *Factores asociados al retorno a la actividad física posterior a la reconstrucción del ligamento cruzado anterior*. Revista Ibero Research, 1(7), 154 - 190.

Fecha de presentación: 30/08/2026 **Fecha de aceptación:** 01/09/2026 **Fecha de publicación:** 02/09/2026

Resumen

La reconstrucción del ligamento cruzado anterior restablece la estabilidad mecánica de la rodilla, pero no garantiza por sí sola la recuperación del nivel previo de actividad física. El objetivo fue sintetizar los factores asociados con el retorno posterior a la reconstrucción primaria del ligamento cruzado anterior. Se desarrolló una revisión sistemática de la evidencia con criterios PRISMA 2020, integrando estudios longitudinales, cohortes, casos y controles, revisiones sistemáticas y metaanálisis sobre variables físicas, funcionales, psicológicas, deportivas y de rehabilitación. La evidencia mostró que el retorno depende de la interacción entre fuerza del cuádriceps, desempeño funcional, estabilidad, nivel deportivo previo y preparación psicológica; la autoeficacia elevada y la menor kinesiofobia se asociaron de forma consistente con el retorno, mientras que el regreso precoz a deportes de alta demanda, especialmente antes de nueve meses en atletas jóvenes, se relacionó con mayor riesgo de una segunda lesión. Se concluye que la decisión de retorno debe sustentarse en criterios multidimensionales e individualizados, combinando tiempo, fuerza, función, estabilidad, preparación psicológica y demandas específicas del deporte.

Palabras clave: reintegración deportiva; fuerza muscular; preparación psicológica; kinesiofobia; rehabilitación.

Abstract

Anterior cruciate ligament reconstruction restores mechanical knee stability, but it does not by itself ensure recovery of the preinjury level of physical activity. The objective was to synthesize factors associated with return after primary anterior cruciate ligament reconstruction. A systematic review of the evidence was developed using PRISMA 2020 criteria, integrating longitudinal studies, cohort studies, case-control studies, systematic reviews, and meta-analyses addressing physical, functional, psychological, sport-related, and rehabilitation variables. The evidence showed that return depends on the interaction among quadriceps strength, functional performance, stability, previous sport level, and psychological readiness; higher self-efficacy and lower kinesiophobia were consistently associated with return, whereas early return to high-demand sports, especially before nine months in young athletes, was related to a greater risk of a second injury. It is concluded that return-to-activity decisions should be based on multidimensional and individualized criteria that combine time, strength, function, stability, psychological readiness, and sport-specific demands.

Keywords: sport reintegration; muscle strength; psychological readiness; kinesiophobia; rehabilitation.

Resumo

A reconstrução do ligamento cruzado anterior restabelece a estabilidade mecânica do joelho, porém não garante, por si só, a recuperação do nível prévio de atividade física. O objetivo foi sintetizar os fatores associados ao retorno após reconstrução primária do ligamento cruzado anterior. Desenvolveu-se uma revisão sistemática da evidência com critérios PRISMA 2020, integrando estudos longitudinais, coortes, casos e controles, revisões sistemáticas e metanálises sobre variáveis físicas, funcionais, psicológicas, esportivas e de reabilitação. A evidência mostrou que o retorno depende da interação entre força do quadríceps, desempenho funcional, estabilidade, nível esportivo prévio e prontidão psicológica; maior autoeficácia e menor cinesiofobia apresentaram associação consistente com o retorno, enquanto o retorno precoce a esportes de alta demanda, especialmente antes de nove meses em atletas jovens, relacionou-se a maior risco de segunda lesão. Conclui-se que a decisão de retorno deve basear-se em critérios multidimensionais e individualizados, combinando tempo, força, função, estabilidade, prontidão psicológica e demandas específicas do esporte.

Palavras-chave: reintegração esportiva; força muscular; prontidão psicológica; cinesiofobia; reabilitação.

Introducción

La lesión del ligamento cruzado anterior constituye una de las alteraciones traumáticas de mayor relevancia funcional en personas físicamente activas, debido a que compromete la estabilidad rotacional y anteroposterior de la rodilla y condiciona la capacidad para ejecutar saltos, desaceleraciones, cambios rápidos de dirección y movimientos de pivote. La reconstrucción quirúrgica procura restaurar la estabilidad articular y facilitar la recuperación funcional, aunque la resolución anatómica del problema no equivale necesariamente a recuperar el desempeño previo, por lo que el retorno a la actividad física debe considerarse un resultado clínico complejo y diferenciado de la simple ausencia de inestabilidad.

La magnitud de esta diferencia se observa en la síntesis publicada por Ardern y colaboradores, en la que aproximadamente el 81 % de los pacientes retornó a algún nivel de actividad deportiva, el 65 % alcanzó el nivel previo a la lesión y solo el 55 % regresó al deporte competitivo [1]. Esta gradación demuestra que el concepto de retorno cambia según la exigencia del desenlace utilizado, debido a que reiniciar una actividad recreativa supone demandas distintas a recuperar la frecuencia, intensidad y nivel competitivo previos, circunstancia que obliga a definir con precisión qué resultado se pretende alcanzar durante la rehabilitación.

El nivel de práctica deportiva también modifica la interpretación del pronóstico, dado que una revisión de atletas de élite informó un retorno al deporte previo cercano al 83 % [2]. La diferencia respecto de poblaciones heterogéneas no debe interpretarse como una comparación causal directa, porque los atletas de alto rendimiento suelen disponer de mayor exposición al entrenamiento, seguimiento especializado y recursos de rehabilitación, pero permite reconocer que el contexto deportivo, la motivación, las

demandas ocupacionales y la disponibilidad de apoyo profesional influyen en la trayectoria posterior a la cirugía.

La recuperación de la fuerza del cuádriceps representa uno de los determinantes físicos más estudiados, ya que este grupo muscular participa en la absorción de cargas, la desaceleración, el control dinámico y la producción de fuerza durante tareas deportivas. El metaanálisis de Ithurburn y colaboradores mostró que la extremidad reconstruida puede mantener una fuerza inferior a la de controles sanos durante los primeros seis meses, entre seis y dieciocho meses y hasta cuatro años después del procedimiento [3], hallazgo que cuestiona la utilización del tiempo posoperatorio como único marcador de recuperación y destaca la necesidad de valorar capacidad muscular real.

La simetría entre extremidades se utiliza con frecuencia para orientar la progresión, especialmente mediante índices de simetría y pruebas de salto, sin embargo, una cifra igual o superior al 90 % no garantiza que la fuerza absoluta se haya normalizado, porque la extremidad contralateral puede experimentar descondicionamiento durante el periodo de inactividad. La interpretación funcional exige integrar medidas relativas, valores absolutos, control neuromuscular y calidad del movimiento, evitando que un resultado simétrico oculte déficits bilaterales que puedan limitar el rendimiento o aumentar la exposición a mecanismos potencialmente lesivos.

Las variables psicológicas han adquirido un peso creciente en la explicación del retorno, debido a que la recuperación de la confianza y la percepción de seguridad no evolucionan necesariamente al mismo ritmo que la estabilidad clínica. Xiao y colaboradores analizaron 16 estudios con 3.744 pacientes y observaron que quienes retornaron al deporte presentaron mayor preparación psicológica, mayor autoeficacia y menor kinesiofobia, con una diferencia media de 20,8 puntos en la escala ACL-RSI

respecto de quienes no regresaron [4]. La ausencia de diferencias clínicamente importantes en IKDC entre ambos grupos refuerza la idea de que una rodilla funcionalmente aceptable puede coexistir con barreras psicológicas decisivas.

El miedo a una nueva lesión puede modificar la conducta motora, reducir la intensidad del entrenamiento y limitar la exposición progresiva a movimientos que reproducen el mecanismo lesional, por lo que la kinesiofobia no representa únicamente un fenómeno subjetivo, sino una variable capaz de alterar la adherencia y la participación deportiva. La evidencia sintetizada en revisiones recientes mantiene la preparación psicológica como un componente relevante del proceso de rehabilitación y retorno [5,6], mientras que la evolución temporal de las puntuaciones ACL-RSI muestra que la disposición psicológica puede cambiar a lo largo del seguimiento y requiere evaluación repetida [6].

La seguridad del momento elegido para regresar al deporte constituye otro eje central, especialmente en atletas jóvenes expuestos a deportes de pivote y alta demanda. Beischer y colaboradores reportaron que quienes retornaban antes de nueve meses presentaban una tasa de nueva lesión siete veces mayor que quienes retrasaban el regreso [7]. Esta asociación no convierte al noveno mes en un umbral universal de seguridad, pero demuestra que el tiempo biológico debe formar parte de una decisión más amplia, acompañada de criterios de fuerza, función, estabilidad, preparación psicológica y tolerancia progresiva a las demandas específicas.

La evidencia contemporánea ha desplazado el paradigma basado exclusivamente en cronología hacia modelos pronósticos multidimensionales. La revisión sistemática de van Haren y colaboradores examinó factores pronósticos y modelos de predicción relacionados con el retorno después de reconstrucción primaria del ligamento cruzado anterior [8], mientras que otras revisiones han resaltado la elevada tasa de reinjuria en

pacientes jóvenes [9] y la necesidad de integrar criterios clínicos de alta antes de la exposición plena al deporte [10,11]. En conjunto, estos hallazgos favorecen una valoración que combine variables complementarias y no un único resultado aislado.

La rehabilitación constituye el entorno en el que estos factores pueden ser evaluados y modificados de forma progresiva, mediante recuperación del rango articular, control del derrame, fortalecimiento de cuádriceps e isquiotibiales, entrenamiento neuromuscular, equilibrio, carrera, saltos, aterrizajes, cambios de dirección y tareas específicas del deporte. Las guías basadas en evidencia han promovido una progresión por criterios y una exposición gradual a las demandas deportivas [12], mientras que los programas de fortalecimiento progresivo han mostrado capacidad para recuperar valores musculares dentro de rangos funcionales en distintos momentos de seguimiento [13].

El problema científico no radica únicamente en determinar si una persona vuelve a practicar deporte, sino en establecer qué combinación de factores permite un retorno exitoso, seguro y sostenible. La literatura utiliza definiciones heterogéneas que incluyen retorno a cualquier actividad física, retorno al deporte, retorno al nivel previo, retorno competitivo y retorno sin nueva lesión, por lo que comparar estudios exige reconocer el desenlace exacto utilizado. Esta heterogeneidad afecta la estimación de tasas y dificulta establecer un criterio universal, situación que justifica una síntesis orientada a identificar factores comunes y a ordenar su relevancia clínica.

La relevancia práctica de este análisis se sustenta en que una decisión prematura puede exponer a cargas para las cuales la recuperación neuromuscular, psicológica o biológica todavía resulta insuficiente, mientras que un retraso no justificado puede prolongar restricciones y afectar participación, motivación y calidad de vida. El enfoque contemporáneo propone que la decisión se apoye en la relación entre tiempo, fuerza,

función, estabilidad, preparación psicológica y demandas deportivas, combinación que permite adaptar la recomendación al perfil individual y al contexto de práctica, en lugar de aplicar un único umbral temporal a todos los casos [14].

El objetivo general fue identificar y sintetizar los principales factores asociados con el retorno a la actividad física posterior a la reconstrucción primaria del ligamento cruzado anterior. De manera específica, se procuró organizar la evidencia sobre fuerza y función, describir la contribución de la preparación psicológica y la kinesiofobia, examinar el papel de la edad, el nivel deportivo y el momento del retorno, y estructurar un modelo multidimensional que integre variables clínicas, musculares, funcionales, psicológicas y deportivas. Por tratarse de una revisión de evidencia, no se formuló una hipótesis causal experimental, sino una pregunta orientada a reconocer asociaciones consistentes entre dominios pronósticos y retorno.

Metodología

Se desarrolló una revisión sistemática de la evidencia orientada a identificar factores asociados con el retorno a la actividad física después de una reconstrucción primaria del ligamento cruzado anterior. La organización metodológica siguió los principios de transparencia y reproducibilidad de PRISMA 2020 [15], con una síntesis cualitativa centrada en asociaciones pronósticas, resultados funcionales, preparación psicológica, criterios de retorno y riesgo de nueva lesión. El diseño se mantuvo acorde con el documento base, evitando tratar la evidencia como si procediera de un ensayo experimental único y diferenciando los resultados de estudios primarios, revisiones sistemáticas y metaanálisis.

Las fuentes bibliográficas definidas fueron PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Cochrane Library y PEDro, seleccionadas por su cobertura de medicina, rehabilitación, ciencias del deporte y fisioterapia. La estrategia conceptual combinó términos en inglés relacionados con reconstrucción del ligamento cruzado anterior, retorno al deporte, retorno a actividad física, retorno al juego, factores pronósticos, preparación psicológica, kinesiofobia, fuerza del cuádriceps, pruebas funcionales y rehabilitación, mediante operadores booleanos AND y OR. La selección de términos respondió al carácter multidimensional del desenlace y a la necesidad de recuperar evidencia clínica, funcional y psicosocial.

La elegibilidad se restringió a participantes adultos o adolescentes físicamente activos sometidos a reconstrucción primaria del ligamento cruzado anterior, con evaluación explícita de retorno a actividad física, deporte, nivel previo o competencia y análisis de al menos un factor potencialmente pronóstico. Se consideraron estudios longitudinales, cohortes, casos y controles, revisiones sistemáticas y metaanálisis publicados en revistas científicas con revisión por pares, en español o inglés. Este criterio permitió integrar diferentes niveles de evidencia sin mezclar reconstrucciones de revisión con procedimientos primarios cuando los resultados no podían distinguirse.

Se excluyeron investigaciones exclusivamente biomecánicas que no informaran un desenlace de retorno, estudios en animales, trabajos pediátricos sin resultados diferenciados, publicaciones en las que las reconstrucciones de revisión no pudieran separarse de las primarias y documentos sin evaluación de actividad física posterior. También se excluyeron editoriales, cartas al editor y opiniones de expertos carentes de datos originales. La aplicación de estos criterios buscó mantener correspondencia entre la pregunta de investigación y el contenido de la evidencia sintetizada, reduciendo la

incorporación de estudios clínicamente relacionados pero no pertinentes al desenlace principal.

La selección documental se organizó en una primera valoración de título y resumen y una segunda lectura de texto completo, siguiendo el procedimiento metodológico previsto en el documento base. La información disponible se contrastó con el propósito de distinguir evidencia sobre fuerza, simetría funcional, pruebas de salto, preparación psicológica, autoeficacia, kinesiofobia, edad, nivel deportivo, tiempo hasta el retorno, adherencia y componentes de rehabilitación. No se generaron recuentos de identificación, duplicados o exclusiones que no estuvieran documentados, por lo que la síntesis se concentró en el corpus bibliográfico explícitamente consignado y en los datos cuantitativos verificables contenidos en ese material.

La extracción de información consideró autor y año, diseño, características generales de la población cuando se encontraban disponibles, definición del retorno, factor evaluado, instrumento de medición, tasa de retorno, presencia de segunda lesión y conclusión principal. Las variables se agruparon en dominios físicos, funcionales, psicológicos, demográficos, deportivos y de rehabilitación, lo que permitió comparar estudios con desenlaces distintos sin asumir equivalencia estadística entre ellos. Cuando una publicación informaba un resultado cuantitativo específico, este se mantuvo con su unidad y contexto original; cuando solo se describía una asociación cualitativa, no se transformó artificialmente en una medida numérica.

La fuerza del cuádriceps se consideró un indicador físico central, complementado por fuerza de isquiotibiales y valores absolutos de rendimiento. La dimensión funcional incorporó índices de simetría, salto monopodal, triple salto, salto cruzado, salto cronometrado, carrera y cambios de dirección. La dimensión psicológica comprendió

preparación psicológica mediante ACL-RSI, autoeficacia y kinesiofobia, mientras que el componente deportivo incluyó nivel previo, posición, carga y demandas específicas. El estado clínico se representó mediante dolor, derrame, rango articular y estabilidad, de acuerdo con el modelo de evaluación derivado de la evidencia revisada.

La evaluación del riesgo de sesgo se planteó de acuerdo con el diseño de cada fuente, utilizando herramientas específicas para estudios observacionales y AMSTAR 2 como referencia para revisiones sistemáticas, mientras que la certeza global podía valorarse mediante GRADE cuando la naturaleza y homogeneidad de los datos lo permitieran. Dado que la evidencia integró diseños heterogéneos, no se calculó un efecto combinado nuevo ni se efectuó un metaanálisis secundario, porque la ausencia de estimaciones comparables y definiciones uniformes de retorno habría introducido una precisión artificial no sustentada por los datos disponibles.

La síntesis se realizó de forma narrativa y tabular, priorizando patrones consistentes entre estudios y manteniendo separadas las magnitudes que correspondían a desenlaces distintos. Los datos cuantitativos utilizados en los gráficos procedieron exclusivamente de resultados expresamente reportados en las fuentes consignadas en el documento base, entre ellos las tasas de retorno de 81 %, 65 % y 55 %, el 61,8 % de retorno en el metaanálisis psicológico, el multiplicador de riesgo de siete veces para retorno antes de nueve meses y el incremento de cuatro veces asociado con no cumplir criterios clínicos de alta. No se imputaron valores ausentes ni se estimaron medidas no publicadas.

La interpretación se orientó a establecer asociaciones y utilidad clínica, no causalidad. Las diferencias entre poblaciones generales y atletas de élite se presentaron como descripciones de contextos distintos, sin asumir que el nivel deportivo fuese la causa única de las tasas observadas. Del mismo modo, los multiplicadores de riesgo

procedentes de estudios diferentes se mostraron en un mismo gráfico únicamente para visualizar la magnitud reportada, indicando que los desenlaces y poblaciones no eran directamente intercambiables. Esta cautela permitió conservar la validez de la síntesis y evitar comparaciones estadísticas que la evidencia original no autorizaba.

Por tratarse de una revisión de literatura publicada, no existió intervención directa sobre participantes ni recolección de datos clínicos identificables. En consecuencia, la síntesis se apoyó en información ya publicada y en las consideraciones éticas descritas por las investigaciones originales. La redacción final mantuvo trazabilidad entre afirmaciones, tablas, gráficos y referencias, de modo que cada dato cuantitativo pudiera vincularse con una fuente concreta, y se preservó el principio de no introducir participantes, resultados, aprobaciones éticas, fechas o medidas estadísticas no documentadas.

Resultados

La evidencia sintetizada confirmó que el retorno a la actividad física posterior a la reconstrucción del ligamento cruzado anterior constituye un desenlace multifactorial. Los estudios disponibles abordaron dimensiones complementarias y utilizaron definiciones de retorno con diferente nivel de exigencia, por lo que la lectura conjunta mostró un gradiente entre reiniciar alguna actividad, recuperar el nivel previo, volver a la competencia y hacerlo sin una segunda lesión. La organización de los hallazgos permitió reconocer factores con asociación consistente, especialmente fuerza del cuádriceps, desempeño funcional, preparación psicológica, edad, nivel deportivo y momento de retorno.

La Tabla 1 resume las principales contribuciones de las fuentes que sustentaron la síntesis, conservando el tipo de evidencia y los resultados cuantitativos cuando estos

estuvieron explícitamente disponibles. La heterogeneidad de diseños impidió tratar todas las publicaciones como unidades equivalentes, pero permitió identificar convergencia en torno a tres ejes: persistencia de déficits físicos, relevancia de la preparación psicológica y necesidad de criterios de retorno que reduzcan la exposición prematura a cargas de alta demanda.

Tabla 1. Síntesis de estudios clave sobre retorno a la actividad física después de reconstrucción del LCA

Fuente	Tipo de evidencia	Factor o desenlace	Resultado principal disponible
Ardern et al., 2014 [1]	Revisión sistemática y metaanálisis	Nivel de retorno deportivo	81 % a algún deporte; 65 % al nivel previo; 55 % a competencia.
Lai et al., 2018 [2]	Revisión sistemática	Atletas de élite	83 % retornó al deporte previo a la lesión.
Ithurburn et al., 2021 [3]	Revisión sistemática y metaanálisis	Fuerza del cuádriceps	Déficits frente a controles hasta 48 meses.
Xiao et al., 2023 [4]	Revisión sistemática y metaanálisis	Preparación psicológica	16 estudios, 3.744 pacientes; 61,8 % retornó; mayor ACL-RSI y autoeficacia, menor kinesiofobia.
Beischer et al., 2020 [7]	Estudio de atletas jóvenes	Momento del retorno	Retorno antes de 9 meses asociado con tasa de nueva lesión 7 veces mayor.
van Haren et al., 2025 [8]	Revisión sistemática	Factores y modelos pronósticos	Apoyo a modelos multidimensionales de retorno.
Kyritsis et al., 2016 [11]	Estudio de criterios de alta	Ruptura del injerto	No cumplir seis criterios clínicos se asoció con riesgo 4 veces mayor.
van Melick et al., 2016 [12]	Guía basada en revisión y consenso	Rehabilitación	Progresión por criterios y rehabilitación estructurada.

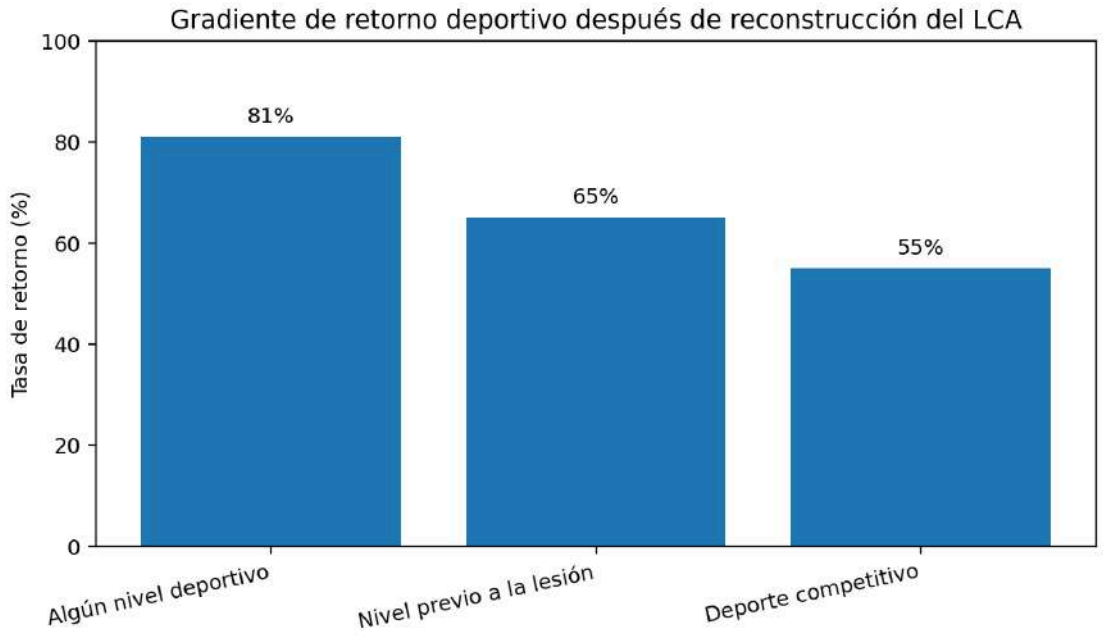
Fuente: elaboración a partir de las fuentes incluidas en la revisión [1-4,7,8,11,12].

La síntesis mostró que el retorno deportivo no se comportó como un resultado binario uniforme, sino como una secuencia de niveles de exigencia. Las tasas descendieron

conforme el desenlace pasó de cualquier práctica deportiva a la recuperación del nivel previo y finalmente a la competencia, mientras que los estudios de fuerza y psicología evidenciaron déficits o barreras que podían persistir aun cuando la estabilidad articular estuviera recuperada. Los hallazgos de seguridad añadieron un componente temporal y de criterios de alta, al asociar el retorno prematuro o la falta de criterios clínicos con mayor riesgo de lesión posterior.

La representación gráfica de las tasas reportadas por Ardern y colaboradores permite visualizar la pérdida progresiva de participantes a medida que aumenta la exigencia del desenlace. El gráfico no expresa fracaso quirúrgico, sino diferencias entre definiciones de retorno, porque una persona puede haber retomado alguna actividad sin recuperar su nivel previo o sin volver a competir, distinción esencial para interpretar los resultados de rehabilitación y para comunicar expectativas realistas durante el seguimiento clínico.

Gráfico 1. Gradiente de retorno deportivo después de reconstrucción del LCA



Fuente: elaboración a partir de Ardern et al. [1].

El patrón gráfico mostró una reducción de 26 puntos porcentuales entre el retorno a algún nivel deportivo y el retorno competitivo, con una posición intermedia para la

recuperación del nivel previo. Esta distribución respalda la necesidad de declarar el desenlace específico en cada investigación, debido a que una tasa global de retorno puede parecer elevada cuando incluye cualquier actividad, pero disminuye al exigir equivalencia con el desempeño anterior o participación competitiva. Por tanto, la comparación entre estudios requiere mantener constante la definición del resultado.

La segunda agrupación de resultados correspondió a los factores asociados con mayor o menor probabilidad de retorno. La Tabla 2 integra variables físicas, funcionales, psicológicas, demográficas, deportivas y de rehabilitación, señalando el patrón de asociación descrito en la evidencia sin convertir asociaciones cualitativas en coeficientes numéricos. Esta organización permitió observar que ningún dominio aislado explicó el desenlace por sí mismo y que las variables psicológicas podían diferenciar a pacientes con función clínica aparentemente semejante.

Tabla 2. Dominios de factores asociados con el retorno y forma de evaluación

Dominio	Variables principales	Patrón observado	Evaluación clínica o funcional
Físico	Fuerza de cuádriceps e isquiotibiales	La debilidad persistente se relaciona con recuperación incompleta.	Dinamometría, fuerza absoluta y comparación con referencias.
Funcional	Simetría, hop tests, carrera, salto y cambios de dirección	Mejor desempeño apoya la progresión, pero la simetría aislada puede sobreestimar recuperación.	LSI, pruebas de salto y tareas específicas.
Psicológico	ACL-RSI, autoeficacia, kinesiofobia	Mayor preparación y autoeficacia, junto con menor miedo, se asocian con retorno.	ACL-RSI y escalas de miedo al movimiento.
Demográfico	Edad	La juventud se relaciona con un contexto de mayor riesgo de segunda lesión.	Edad y perfil de exposición deportiva.
Deportivo	Nivel previo, posición y demanda	El nivel previo influye en expectativa y exigencia del retorno.	Historia deportiva y análisis de demanda.

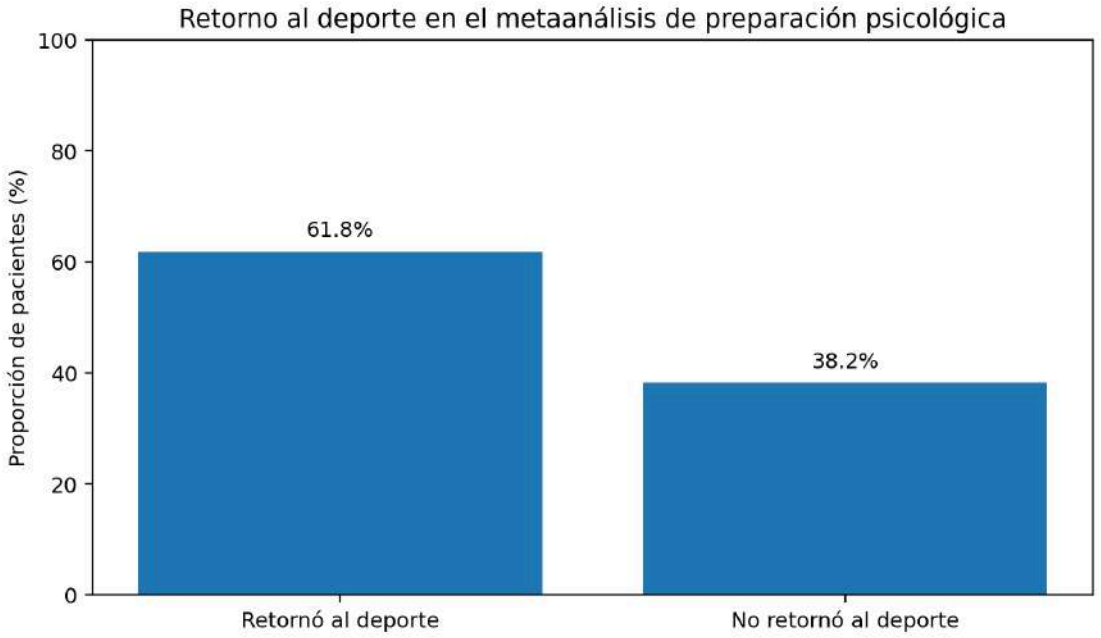
Dominio	Variables principales	Patrón observado	Evaluación clínica o funcional
Rehabilitación	Adherencia y progresión de carga	La recuperación requiere exposición gradual y específica.	Seguimiento del programa y criterios de progresión.

Fuente: elaboración a partir de la síntesis de evidencia [3-9,12-14,16].

El dominio psicológico destacó por su capacidad para explicar diferencias entre personas con resultados físicos semejantes. Una puntuación funcional aceptable no eliminó necesariamente el miedo a una nueva lesión, y la kinesiofobia pudo limitar la exposición a tareas de pivote o contacto pese a una rodilla estable. De forma paralela, la fuerza del cuádriceps mostró una recuperación potencialmente prolongada, por lo que los índices de simetría debieron interpretarse junto con valores absolutos y referencias externas, evitando que el descondicionamiento bilateral generara una falsa impresión de normalización.

El metaanálisis de Xiao y colaboradores proporcionó el resultado cuantitativo más amplio sobre preparación psicológica dentro del corpus analizado, con 3.744 pacientes procedentes de 16 estudios. La proporción de retorno fue del 61,8 %, mientras que el grupo que regresó mostró mayor preparación psicológica y autoeficacia, además de menor kinesiofobia. Para visualizar únicamente la distribución del desenlace, el Gráfico 2 presenta la proporción de retorno y su complemento, sin introducir estimaciones adicionales ni transformar las escalas psicológicas en valores no informados.

Gráfico 2. Proporción de retorno al deporte en el metaanálisis de preparación psicológica



Fuente: elaboración a partir de Xiao et al. [4]. La categoría "no retornó" corresponde al complemento aritmético de 61,8 %.

La distribución mostró que aproximadamente cuatro de cada diez participantes del conjunto analizado no retornaron al deporte, pese a tratarse de personas sometidas a reconstrucción primaria. La relevancia del hallazgo no se limita a la tasa, porque quienes sí regresaron presentaron una diferencia media de 20,8 puntos en ACL-RSI respecto de quienes no lo hicieron, además de mayor autoeficacia y menor kinesiofobia. La ausencia de diferencias clínicamente importantes en IKDC entre los grupos indicó que la disposición psicológica aportó información adicional a la función clínica convencional.

La seguridad del retorno se examinó mediante criterios temporales y clínicos, debido a que la exposición a deportes de alta demanda antes de una recuperación suficiente puede aumentar el riesgo de nueva lesión. La Tabla 3 reúne los criterios cuantitativos más relevantes y las precauciones interpretativas derivadas de la evidencia, con énfasis en que ningún umbral debe aplicarse como regla única. La información muestra que el

tiempo, la simetría y las pruebas de alta funcionan mejor cuando se combinan con fuerza, función y preparación psicológica.

Tabla 3. Criterios relacionados con seguridad del retorno y riesgo de nueva lesión

Criterio o hallazgo	Dato reportado	Implicación para la decisión	Precaución
Retorno antes de nueve meses en atletas jóvenes [7]	7 veces mayor tasa de nueva lesión.	Evitar retorno precoz sin recuperación suficiente.	No convierte nueve meses en garantía universal de seguridad.
Cumplimiento de criterios clínicos de alta [11]	No cumplir seis criterios: riesgo 4 veces mayor de ruptura del injerto.	Usar batería de alta y no solo cronología.	Los criterios deben corresponder a población y deporte.
Índice de simetría de extremidades	≥90 % se usa como referencia en algunos protocolos.	Útil como componente funcional.	Puede ser engañoso si ambos miembros están débiles.
Tiempo posoperatorio	Debe acompañar la maduración y progresión.	Aporta contexto biológico.	No debe actuar como criterio independiente.

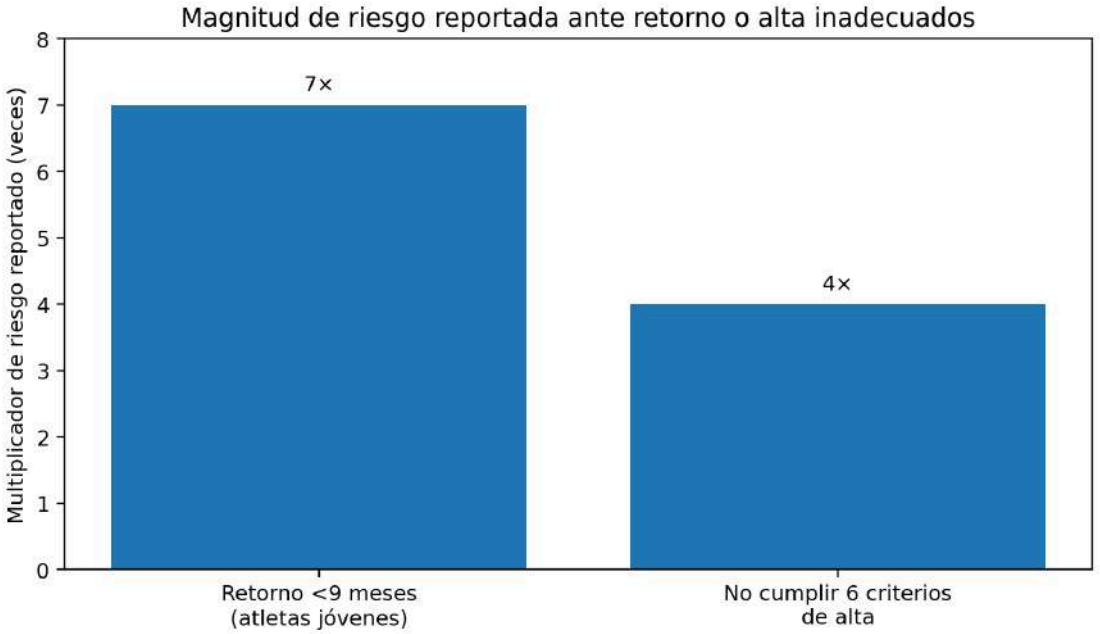
Fuente: elaboración a partir de Beischer et al. [7], Kyritsis et al. [11] y evidencia funcional sintetizada [3,12,14].

Los criterios resumidos evidenciaron que la seguridad depende tanto de evitar una exposición demasiado temprana como de demostrar capacidad suficiente para tolerar las tareas deportivas. La referencia de nueve meses adquirió relevancia por la asociación con segunda lesión en atletas jóvenes, mientras que los criterios de alta aportaron una evaluación más amplia del estado funcional. El índice de simetría, aunque útil para seguir la evolución, necesitó complementarse con fuerza absoluta, control neuromuscular y comparación con referencias apropiadas para evitar decisiones basadas en una simetría aparente.

El Gráfico 3 representa dos multiplicadores de riesgo comunicados en estudios diferentes, uno relacionado con retorno antes de nueve meses en atletas jóvenes y otro con incumplimiento de seis criterios clínicos antes del retorno. La representación conjunta no implica equivalencia de desenlaces ni permite combinar estadísticamente

ambos resultados, sino que muestra la magnitud relativa con la que cada estudio describió un escenario de mayor riesgo. Esta distinción resulta necesaria porque un nuevo evento del LCA y una ruptura del injerto no son resultados idénticos.

Gráfico 3. Magnitud de riesgo reportada ante retorno precoz o alta sin criterios suficientes



Fuente: elaboración a partir de Beischer et al. [7] y Kyritsis et al. [11]; los resultados proceden de estudios distintos y no son directamente combinables.

La mayor magnitud correspondió al retorno antes de nueve meses en atletas jóvenes, con una tasa de nueva lesión siete veces mayor respecto de quienes retrasaron el regreso, mientras que el incumplimiento de seis criterios de alta se asoció con un riesgo cuatro veces mayor de ruptura del injerto. El patrón común fue la relación entre retorno sin suficiente maduración o sin criterios funcionales y un peor desenlace de seguridad, lo que reforzó la utilidad de una decisión basada en múltiples dominios y no en una autorización determinada exclusivamente por calendario.

La integración de los hallazgos permitió estructurar un modelo de evaluación compuesto por cinco dominios clínicamente complementarios. La Tabla 4 presenta el modelo propuesto en el documento base, que combina estado clínico, fuerza,

desempeño funcional, preparación psicológica y características deportivas. Su propósito no es convertir la decisión en una puntuación rígida, sino asegurar que ninguna dimensión relevante quede sin valorar antes de exponer nuevamente a la persona a las demandas propias de entrenamiento o competencia.

Tabla 4. Modelo multidimensional propuesto para valorar el retorno a la actividad física

Dominio	Variables	Propósito en la decisión
Clínico	Dolor, derrame, rango articular y estabilidad.	Confirmar resolución clínica suficiente para progresar carga.
Fuerza	Cuádriceps, isquiotibiales y fuerza absoluta.	Verificar capacidad para producir y absorber fuerza.
Funcional	Hop tests, carrera, salto y cambios de dirección.	Valorar control neuromuscular y rendimiento dinámico.
Psicológico	ACL-RSI, autoeficacia y kinesiofobia.	Determinar confianza, disposición y miedo a nueva lesión.
Deportivo	Nivel previo, posición, carga y demandas específicas.	Ajustar criterios a la exposición real del deporte.

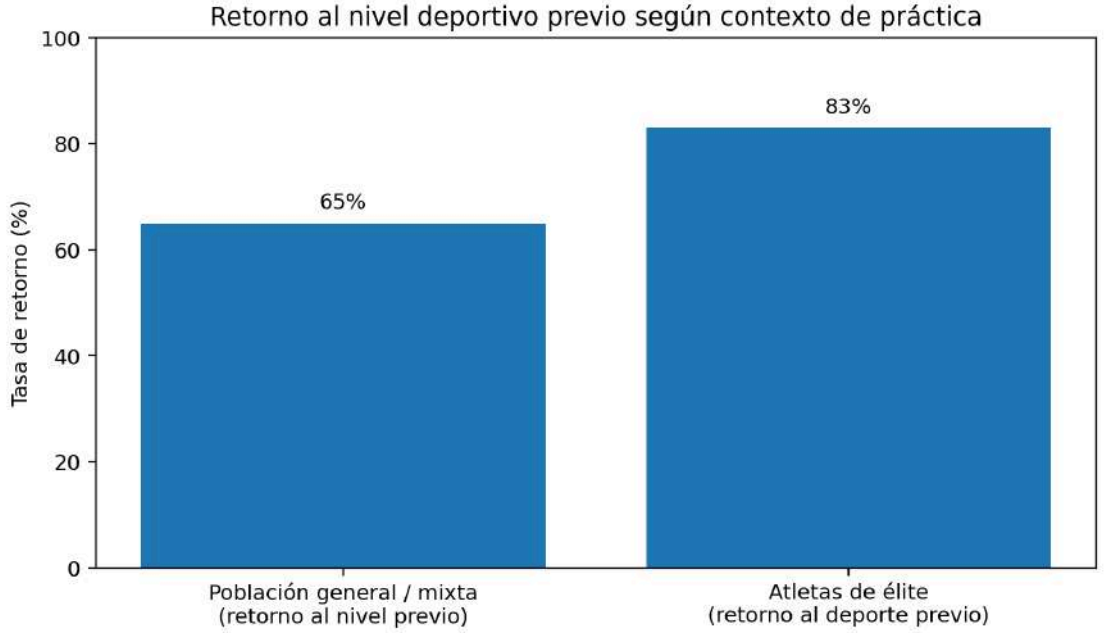
Fuente: elaboración a partir del modelo de cinco dominios sintetizado en la investigación base y de la evidencia citada [3-14,16].

El modelo mostró que una rodilla clínicamente estable no resulta suficiente cuando persisten debilidad, alteraciones funcionales, baja preparación psicológica o una diferencia marcada entre las capacidades actuales y las demandas reales del deporte. La decisión final requiere que cada dominio alcance un nivel compatible con la tarea prevista y que la progresión sea individualizada, especialmente en actividades que implican salto, aterrizaje, desaceleración, cambio de dirección y contacto. El valor principal del modelo radica en ordenar la evaluación y favorecer una decisión explícitamente sustentada en criterios complementarios.

El último contraste descriptivo consideró el nivel deportivo previo, debido a que la literatura informó una tasa del 83 % de retorno al deporte previo en atletas de élite [2],

frente al 65 % de retorno al nivel previo en la síntesis general de Ardern y colaboradores [1]. Estas cifras proceden de poblaciones y revisiones diferentes, por lo que no constituyen una comparación causal, pero permiten visualizar que el contexto de práctica puede acompañarse de tasas distintas y debe formar parte de la interpretación del pronóstico individual.

Gráfico 4. Retorno al nivel deportivo previo según contexto de práctica



Fuente: elaboración a partir de Ardern et al. [1] y Lai et al. [2]; comparación descriptiva entre revisiones con poblaciones diferentes.

La diferencia descriptiva de 18 puntos porcentuales favoreció al grupo de atletas de élite, aunque la heterogeneidad de poblaciones, definiciones y recursos de rehabilitación impidió atribuirla exclusivamente al nivel deportivo. El hallazgo apoyó la inclusión del contexto de práctica dentro de la valoración, debido a que el retorno depende de la relación entre capacidades recuperadas y exigencias reales. En un atleta de alto nivel, la demanda funcional puede ser superior, pero también pueden existir mayores recursos terapéuticos, experiencia de entrenamiento y motivación para completar una rehabilitación intensiva.

En conjunto, la fuerza del cuádriceps se mantuvo como el principal factor físico transversal a las diferentes etapas de recuperación. La persistencia de déficits hasta 48 meses frente a controles sanos indicó que el paso del tiempo no garantizó normalización espontánea y que la valoración debía incluir medidas objetivas. La evidencia también mostró que la comparación exclusiva con la extremidad contralateral podía ocultar un descondicionamiento bilateral, por lo que la combinación de valores absolutos, simetría y referencias externas ofreció una interpretación más robusta del estado muscular [3].

Las pruebas funcionales aportaron información sobre potencia, control y tolerancia a tareas dinámicas, especialmente mediante salto monopodal, triple salto, salto cruzado y salto cronometrado. Su utilidad aumentó cuando se integraron con observación de calidad de movimiento y con tareas específicas de carrera y cambio de dirección. El resultado principal no fue la identificación de una prueba única capaz de predecir el retorno, sino la necesidad de una batería que represente diferentes capacidades y que se interprete junto con fuerza, síntomas, estabilidad y demandas reales del deporte [12,14].

La preparación psicológica presentó una asociación particularmente consistente con el retorno. La mayor puntuación ACL-RSI, la autoeficacia elevada y la menor kinesiofobia caracterizaron a quienes regresaron al deporte en el metaanálisis disponible [4], mientras que otras revisiones confirmaron que los factores psicológicos influyen en la rehabilitación y en los resultados posteriores [5,16]. El patrón observado indicó que la evaluación psicológica no debía reservarse para el momento final de alta, sino repetirse durante la progresión para detectar barreras que pudieran limitar la exposición y el desempeño.

La edad y el nivel deportivo se comportaron como variables contextuales y no como criterios aislados. Los pacientes jóvenes constituyeron un grupo de especial atención

por la elevada exposición a deportes de pivote y por la tasa de reinjuria descrita en esta población [7,9]. El nivel deportivo previo influyó en la expectativa de retorno y en la magnitud de las demandas, mientras que la experiencia competitiva y el acceso a rehabilitación especializada pudieron acompañarse de una mayor probabilidad de recuperar el nivel previo, aunque la evidencia disponible no permitió atribuir causalidad a un único factor [2].

La rehabilitación apareció como un proceso de progresión acumulativa, no como una secuencia limitada a recuperar rango articular y fuerza básica. Los componentes descritos incluyeron control del derrame, fortalecimiento de cuádriceps e isquiotibiales, entrenamiento neuromuscular, equilibrio, carrera progresiva, saltos, aterrizajes, cambios de dirección y ejercicios específicos del deporte [12,13]. La individualización resultó necesaria porque la carga requerida para una actividad recreativa difiere de la exigida por un deporte competitivo de pivote, lo que modifica tanto el criterio de retorno como el tiempo necesario para alcanzarlo.

La evidencia no apoyó un único umbral temporal como criterio universal. El tiempo posoperatorio conservó valor como marcador de maduración y exposición progresiva, pero necesitó integrarse con resultados clínicos y funcionales. La asociación entre retorno temprano y nueva lesión en atletas jóvenes reforzó la importancia de retrasar la exposición cuando la recuperación resultaba incompleta, mientras que el cumplimiento de criterios de alta aportó una señal complementaria de seguridad [7,10,11]. De esta manera, el retorno se configuró como una decisión de riesgo-beneficio fundamentada en múltiples señales concordantes.

La heterogeneidad en la definición del desenlace explicó parte de la variabilidad entre tasas. Retornar a actividad física, retornar al deporte, recuperar el nivel previo, volver a

competir y retornar sin nueva lesión representan resultados distintos y no deben utilizarse como sinónimos. La síntesis cuantitativa de Ardern y colaboradores mostró precisamente una disminución de la tasa conforme aumentó la exigencia del desenlace [1], por lo que los resultados de cada estudio requieren interpretación en función de la definición utilizada y del contexto clínico o deportivo al que se pretenden aplicar.

No se identificó evidencia suficiente para justificar un metaanálisis nuevo a partir del corpus disponible, debido a que las definiciones de retorno, los instrumentos, los tiempos de seguimiento y los factores evaluados fueron heterogéneos. La síntesis cualitativa permitió, en cambio, reconocer consistencia conceptual entre dominios y construir un modelo aplicable a la valoración clínica. Este resultado evitó producir un efecto combinado artificial y mantuvo la interpretación dentro de los límites de la evidencia, especialmente cuando los estudios informaron medidas de riesgo o tasas en poblaciones no directamente comparables.

Discusión

Los hallazgos confirman que el retorno a la actividad física después de reconstrucción del ligamento cruzado anterior debe interpretarse como un proceso multidimensional y no como una consecuencia automática de la cirugía. La diferencia entre estabilidad articular y recuperación deportiva constituye el punto de partida de esta interpretación, debido a que la rodilla puede presentar un resultado clínico favorable mientras persisten déficit de fuerza, alteraciones neuromusculares, menor confianza o miedo a una nueva lesión. Esta separación explica por qué las tasas de retorno disminuyen cuando el desenlace exige recuperar el nivel previo o regresar a la competencia [1].

La evidencia de Ardern y colaboradores resulta especialmente útil para comprender la importancia de definir el desenlace, porque el 81 % de retorno a algún nivel deportivo podría interpretarse como un resultado muy favorable si se analiza de forma aislada, mientras que el 55 % de retorno competitivo muestra que una proporción considerable no recupera el máximo nivel de participación [1]. Esta diferencia no implica necesariamente fracaso terapéutico, dado que las decisiones personales, cambios de prioridades, oportunidades deportivas y percepción de riesgo también pueden modificar la elección de volver a competir.

La mayor tasa descrita en atletas de élite [2] introduce una perspectiva contextual relevante. Un deportista profesional o de alto rendimiento suele disponer de objetivos de retorno más definidos, supervisión especializada y exposición sistemática a programas de fuerza y acondicionamiento, factores que podrían facilitar el proceso. Sin embargo, las demandas competitivas también son superiores y pueden aumentar la exposición a mecanismos de reinjuria, por lo que el porcentaje de retorno no debe interpretarse de forma aislada como indicador de seguridad o de recuperación biológica completa.

El papel del cuádriceps se mantiene como uno de los hallazgos físicos más consistentes. La persistencia de debilidad frente a controles durante meses e incluso años [3] indica que la recuperación muscular puede avanzar a una velocidad diferente a la resolución de síntomas y a la estabilidad del injerto. Desde una perspectiva funcional, esta debilidad puede reducir la capacidad de desacelerar, absorber impacto y controlar el centro de masa durante tareas de alta demanda, lo que justifica mantener entrenamiento de fuerza y valoración objetiva incluso después de que la persona haya recuperado actividades cotidianas.

Las pruebas de salto continúan siendo útiles porque reproducen demandas de potencia y control unilateral que no se observan durante la marcha o actividades de baja intensidad. No obstante, su interpretación aislada puede simplificar en exceso el retorno, dado que la capacidad para completar un salto no reproduce por completo las exigencias de fatiga, velocidad, incertidumbre, contacto o cambio de dirección presentes en deportes reales. Por ello, la progresión debería incluir tareas de complejidad creciente y exposición específica, manteniendo la coherencia con guías de rehabilitación basadas en evidencia [12].

El hallazgo psicológico adquiere especial relevancia porque el metaanálisis de Xiao y colaboradores mostró diferencias claras en ACL-RSI, autoeficacia y kinesiofobia entre quienes retornaron y quienes no lo hicieron, pese a que las diferencias en IKDC no fueran clínicamente importantes [4]. Esta aparente discordancia ilustra que la función clínica y la disposición para volver al deporte representan constructos distintos. La confianza para realizar movimientos asociados con la lesión puede convertirse en una barrera independiente y modificar la conducta aun cuando el examen clínico resulte satisfactorio.

La evolución de la preparación psicológica a lo largo del tiempo también impide tratarla como una característica fija. La revisión de Losciale y colaboradores examinó la trayectoria de ACL-RSI después de la reconstrucción [6], lo que apoya una valoración repetida en diferentes fases. La medición seriada permite reconocer si la confianza aumenta con la exposición progresiva o si el miedo persiste a pesar de la mejoría física, situación que podría requerir ajustes en la rehabilitación, educación sobre riesgo, entrenamiento gradual de tareas temidas y estrategias dirigidas a la autoeficacia.

La revisión de Nedder y colaboradores [5] y la síntesis de Everhart y colaboradores [16] coinciden en destacar la contribución de variables psicológicas a los resultados posteriores. Esta convergencia refuerza la necesidad de integrar el componente mental dentro de la atención habitual y evita interpretaciones que atribuyan la falta de retorno exclusivamente a debilidad o inestabilidad. En términos clínicos, una persona puede haber alcanzado criterios físicos aceptables y, sin embargo, decidir no regresar por temor, expectativas modificadas o percepción de insuficiente seguridad, aspectos que deben reconocerse sin invalidar el resultado funcional alcanzado.

El momento del retorno plantea una de las decisiones de mayor impacto sobre seguridad. La asociación descrita por Beischer y colaboradores entre retorno antes de nueve meses y una tasa de nueva lesión siete veces mayor en atletas jóvenes [7] es consistente con la necesidad de respetar procesos de recuperación biológica y neuromuscular. Sin embargo, convertir nueve meses en una regla universal sería una simplificación, porque el riesgo depende también de edad, deporte, nivel competitivo, fuerza, control motor, exposición, historia previa y preparación psicológica.

Los criterios clínicos de alta añaden una dimensión funcional a la cronología. Kyritsis y colaboradores mostraron que no cumplir seis criterios antes del retorno se asociaba con un riesgo cuatro veces mayor de ruptura del injerto [11]. Aunque las baterías específicas pueden variar entre programas, el principio general resulta coherente: la autorización debería exigir evidencia de capacidad suficiente y no limitarse a constatar que ha transcurrido un determinado periodo. La combinación de criterios temporales y funcionales permite reducir la probabilidad de exponer a una persona aún no preparada a cargas máximas.

La población joven requiere atención diferenciada. Webster y Feller analizaron la elevada tasa de reinjuria en pacientes más jóvenes [9], circunstancia que puede relacionarse con mayor exposición deportiva, retorno a disciplinas de pivote, intensidad competitiva y características del comportamiento de riesgo. La edad, por tanto, no debe interpretarse como una contraindicación para retornar, sino como un elemento que modifica la estimación de riesgo y justifica criterios más rigurosos, educación específica y seguimiento prolongado durante la transición entre rehabilitación y participación deportiva plena.

La rehabilitación basada en criterios descrita por van Melick y colaboradores [12] proporciona un marco para integrar los hallazgos físicos y funcionales. El proceso comienza con control de síntomas y recuperación del rango, continúa con fortalecimiento y control neuromuscular y progresa hacia carrera, saltos, aterrizajes y cambios de dirección. Esta secuencia permite aumentar gradualmente la especificidad de las tareas, observar la respuesta de la rodilla y reducir la distancia entre las pruebas clínicas y las demandas reales del deporte.

El fortalecimiento progresivo también debe considerarse una intervención continua y no una fase temprana que se abandona una vez recuperada la marcha. Welling y colaboradores [13] mostraron que un programa progresivo puede restaurar fuerza de cuádriceps e isquiotibiales dentro de valores funcionales, lo que refuerza la necesidad de dosis suficiente y seguimiento. La persistencia de déficit descrita en el metaanálisis de Ithurburn [3] sugiere que parte de la variabilidad entre pacientes puede reflejar diferencias en exposición a fuerza, adherencia, intensidad del programa y criterios utilizados para progresar.

La relación entre simetría y fuerza absoluta merece una consideración metodológica adicional. Los índices de simetría facilitan el seguimiento y ofrecen una referencia individual, pero pueden perder sensibilidad cuando la extremidad contralateral también reduce su rendimiento. Incorporar valores absolutos y referencias de población o de desempeño previo permitiría identificar déficits que una comparación bilateral no detecta. Esta lógica es consistente con la propuesta de optimizar el paradigma de retorno y avanzar desde pruebas aisladas hacia un perfil de rendimiento más completo [14].

El modelo de cinco dominios sintetizado en esta revisión ofrece una forma práctica de ordenar la información sin pretender reemplazar el juicio clínico. El dominio clínico confirma la ausencia de síntomas limitantes y la estabilidad, el dominio de fuerza cuantifica capacidad muscular, el funcional examina tareas dinámicas, el psicológico valora disposición y miedo, y el deportivo contextualiza el nivel de demanda. La decisión se vuelve más robusta cuando estos dominios convergen, mientras que una discrepancia importante indica la necesidad de prolongar o modificar la preparación antes del retorno pleno.

La heterogeneidad de definiciones constituye una limitación transversal de la literatura y afecta tanto las tasas como la identificación de factores pronósticos. Un estudio que define éxito como volver a cualquier actividad captura un resultado distinto de otro que exige igualar el nivel competitivo previo. La revisión de van Haren y colaboradores [8] refuerza la necesidad de modelos pronósticos con definiciones claras, debido a que la capacidad predictiva de un factor depende del desenlace utilizado y del momento en que se mide.

La falta de uniformidad también dificulta la síntesis estadística. Diferentes tiempos de seguimiento, técnicas quirúrgicas, protocolos de rehabilitación, instrumentos de

medición y poblaciones deportivas reducen la comparabilidad directa. Por esta razón, la presente síntesis no calculó efectos combinados nuevos, ya que hacerlo habría supuesto asumir homogeneidad no demostrada. La decisión metodológica preserva la validez de los resultados y mantiene el énfasis en patrones reproducidos por diferentes fuentes, en lugar de producir una cifra global con aparente precisión pero escaso sustento.

La interpretación de los factores pronósticos debe evitar confundir asociación con causalidad. Una mayor ACL-RSI puede acompañar el retorno porque la confianza facilita la participación, pero también puede aumentar como consecuencia de una progresión exitosa. Del mismo modo, los atletas de élite pueden retornar con mayor frecuencia por motivación y recursos, aunque también pueden ser seleccionados por características previas de rendimiento. Los diseños observacionales predominantes limitan la posibilidad de establecer direcciones causales definitivas y justifican estudios prospectivos con mediciones repetidas.

La preparación psicológica ofrece una posible vía de intervención, pero la evidencia disponible todavía no define con precisión qué estrategia produce el mayor beneficio. La exposición progresiva a tareas temidas, el establecimiento de metas, la educación sobre riesgo y el fortalecimiento de la autoeficacia son enfoques conceptualmente coherentes, aunque la comparación entre intervenciones requiere investigación específica. La principal implicación actual consiste en medir la dimensión psicológica de forma sistemática y reconocerla como un componente de la decisión, evitando asumir que mejorará automáticamente al normalizarse la fuerza.

La comparación entre los multiplicadores de riesgo de Beischer y Kyritsis debe mantenerse dentro de sus contextos originales. Ambos resultados señalan escenarios de mayor riesgo, pero uno se refiere a nueva lesión en atletas jóvenes que retornan

precozmente y el otro a ruptura del injerto en relación con criterios de alta. La coincidencia conceptual fortalece la idea de que la exposición sin preparación suficiente es problemática, aunque no autoriza sumar, promediar o comparar directamente las magnitudes como si procedieran de un mismo diseño o población.

La diferencia entre retorno y retorno seguro representa una de las contribuciones conceptuales más importantes de la evidencia. Un paciente puede cumplir el desenlace de haber vuelto a jugar y aun así presentar una vulnerabilidad elevada a una segunda lesión. Por ello, los estudios futuros deberían informar no solo si ocurrió el retorno, sino también el nivel alcanzado, el tiempo hasta el retorno, la exposición posterior y la presencia de eventos de reinjuria, lo que permitiría evaluar de forma más completa la calidad del resultado y no únicamente su ocurrencia inicial.

Entre las fortalezas de la síntesis se encuentra la integración de evidencia física, funcional y psicológica, así como la diferenciación explícita entre niveles de retorno. También se preservó la trazabilidad de los datos cuantitativos utilizados en tablas y gráficos, evitando estimaciones no publicadas o metaanálisis artificiales. Esta aproximación es especialmente importante cuando la literatura presenta heterogeneidad, porque permite mantener utilidad clínica sin exceder lo que los estudios realmente demuestran y ofrece una estructura que puede adaptarse a diferentes deportes y perfiles de pacientes.

Las limitaciones se relacionan principalmente con la heterogeneidad metodológica, la variabilidad en las definiciones de retorno, las diferencias entre instrumentos y tiempos de seguimiento y el predominio de diseños observacionales. La extremidad contralateral puede no representar un control completamente sano, la preparación psicológica se mide con escalas diversas y no existe consenso absoluto sobre qué combinación de

criterios garantiza seguridad. Además, los resultados de poblaciones jóvenes, atletas de élite o deportes de pivote no deben generalizarse de forma automática a todas las personas sometidas a reconstrucción.

La literatura futura debería desarrollar modelos pronósticos prospectivos que integren variables continuas, seguimiento de exposición deportiva y resultados de segunda lesión. Resulta particularmente relevante evaluar cómo cambian la fuerza, la preparación psicológica y el control neuromuscular en el tiempo y determinar si ciertas combinaciones de criterios ofrecen mayor capacidad predictiva que cada variable por separado. También se requieren investigaciones que distingan claramente retorno recreativo, retorno al nivel previo, retorno competitivo y retorno seguro, para mejorar comparabilidad y utilidad clínica.

Conclusiones

El retorno a la actividad física posterior a la reconstrucción primaria del ligamento cruzado anterior depende de la interacción entre factores físicos, funcionales, psicológicos y deportivos. La recuperación de la estabilidad articular constituye una condición necesaria, pero no suficiente para restablecer el desempeño previo, debido a que pueden persistir déficit de fuerza, limitaciones neuromusculares o barreras psicológicas aun cuando el examen clínico sea favorable. La síntesis responde al objetivo general al identificar un conjunto de dominios que deben valorarse de manera conjunta antes de autorizar una exposición deportiva completa.

La fuerza del cuádriceps se consolidó como uno de los factores físicos más relevantes, debido a la persistencia de déficits durante periodos prolongados después de la cirugía. La simetría funcional y las pruebas de salto aportan información útil, aunque su

interpretación aislada puede sobreestimar la recuperación cuando la extremidad contralateral también presenta descondicionamiento. La evaluación muscular debe integrar valores absolutos, simetría y rendimiento dinámico, con una progresión que reproduzca de forma gradual las demandas de carrera, salto, aterrizaje y cambio de dirección propias de la actividad objetivo.

La preparación psicológica representa un componente indispensable del retorno. La mayor ACL-RSI, la autoeficacia elevada y la menor kinesiofobia se asociaron con mayor probabilidad de regresar al deporte, incluso cuando las diferencias en medidas clínicas tradicionales fueron pequeñas. Este resultado demuestra que la capacidad física y la disposición para volver no son equivalentes, por lo que la evaluación psicológica debe incorporarse durante la rehabilitación y no únicamente al final del proceso, especialmente cuando persiste miedo a reproducir el mecanismo de lesión.

El tiempo transcurrido desde la cirugía no debe utilizarse como criterio independiente. La asociación entre retorno antes de nueve meses y mayor tasa de segunda lesión en atletas jóvenes, junto con el incremento del riesgo observado cuando no se cumplen criterios clínicos de alta, respalda una decisión basada en maduración y capacidad demostrada. La cronología conserva utilidad como referencia biológica, pero requiere concordancia con fuerza, función, estabilidad, preparación psicológica y tolerancia a las demandas específicas del deporte.

La evidencia permite proponer un modelo de cinco dominios compuesto por estado clínico, fuerza, función, preparación psicológica y características deportivas. La utilidad del modelo radica en ordenar la evaluación y evitar que un resultado favorable en un solo componente oculte déficits relevantes en otros. El retorno debería autorizarse cuando exista una recuperación suficiente y coherente entre los dominios aplicables al

deporte de destino, con progresión individualizada y seguimiento durante la transición desde la rehabilitación hacia la participación plena.

La heterogeneidad de definiciones exige diferenciar entre retorno a actividad física, retorno al deporte, recuperación del nivel previo, retorno competitivo y retorno sin nueva lesión. Esta distinción mejora la interpretación de las tasas y permite comunicar resultados con mayor precisión. Las futuras investigaciones deberían utilizar desenlaces claramente definidos, seguimiento prospectivo y modelos pronósticos validados que integren exposición deportiva, medidas objetivas de fuerza y función y evolución de la preparación psicológica.

El aporte principal de la revisión consiste en sustentar que la decisión de retorno no puede reducirse a una fecha ni a una sola prueba. La combinación de tiempo, fuerza, función, estabilidad, preparación psicológica y demandas deportivas ofrece una base más completa para individualizar la progresión, disminuir la exposición prematura a cargas elevadas y orientar expectativas realistas.

Referencias Bibliográficas

1. Ardern CL, Taylor NF, Feller JA, Webster KE. Fifty-five per cent return to competitive sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: an updated systematic review and meta-analysis including aspects of physical functioning and contextual factors. Br J Sports Med. 2014;48(21):1543-1552. doi:10.1136/bjsports-2013-093398.
2. Lai CCH, Ardern CL, Feller JA, Webster KE. Eighty-three per cent of elite athletes return to preinjury sport after anterior cruciate ligament reconstruction. Br J Sports Med. 2018;52(2):128-138.

3. Ithurburn MP, et al. Quadriceps strength after anterior cruciate ligament reconstruction compared with uninjured matched controls: a systematic review and meta-analysis. Am J Sports Med. 2021;49(11):3047-3058.

4. Xiao M, van Niekerk M, Trivedi NN, Hwang CE, Sherman SL, Safran MR, et al. Patients who return to sport after primary anterior cruciate ligament reconstruction have significantly higher psychological readiness: a systematic review and meta-analysis of 3744 patients. Am J Sports Med. 2023;51(10):2774-2783. doi:10.1177/03635465221102420.

5. Nedder VJ, Raju AG, Moyal AJ, Calcei JG, Voos JE. Impact of psychological factors on rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review. Sports Health. 2025;17(2):291-298.

6. Losciale JM, et al. Anterior cruciate ligament return to sport after injury scale scores over time after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review with meta-analysis. Sports Med Open. 2024;10.

7. Beischer S, Gustavsson L, Hamrin Senorski E, Karlsson J, Thomeé C, Samuelsson K, et al. Young athletes who return to sport before 9 months after anterior cruciate ligament reconstruction have a rate of new injury 7 times that of those who delay return. J Orthop Sports Phys Ther. 2020;50(2):83-90.

8. van Haren IEPM, van der Worp MP, van Rijn R, Stubbe JH, van Cingel REH, Verbeek ALM, et al. Return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction—prognostic factors and prognostic models: a systematic review. Ann Phys Rehabil Med. 2025;68(3):101921. doi:10.1016/j.rehab.2024.101921.

9. Webster KE, Feller JA. Exploring the high reinjury rate in younger patients undergoing anterior cruciate ligament reconstruction. Am J Sports Med. 2021;49(6):1423-1432.

10. Grindem H, Snyder-Mackler L, Moksnes H, Engebretsen L, Risberg MA. Simple decision rules can reduce reinjury risk after anterior cruciate ligament reconstruction. Br J Sports Med. 2016;50(13):804-808.

11. Kyritsis P, Bahr R, Landreau P, Miladi R, Witvrouw E. Likelihood of ACL graft rupture: not meeting six clinical discharge criteria before return to sport is associated with a four times greater risk of rupture. Br J Sports Med. 2016;50(15):946-951.

12. van Melick N, van Cingel REH, Brooijmans F, Neeter C, van Tienen T, Hullegie W, et al. Evidence-based clinical practice update: practice guidelines for anterior cruciate ligament rehabilitation based on a systematic review and multidisciplinary consensus. Br J Sports Med. 2016;50(24):1506-1515.

13. Welling W, Benjaminse A, Lemmink K, Gokeler A, Otten E. Progressive strength training restores quadriceps and hamstring muscle strength within normal values in patients after anterior cruciate ligament reconstruction. Clin Biomech. 2018;55:68-74.

14. Dingenen B, Gokeler A. Optimization of the return-to-sport paradigm after anterior cruciate ligament reconstruction: a critical step back to move forward. Sports Med. 2017;47:1487-1500.

15. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.

16. Everhart JS, Best TM, Flanigan DC, Petrigliano FA. Psychological predictors of anterior cruciate ligament reconstruction outcomes: a systematic review. Orthop J Sports Med. 2019;7.

Factores asociados a la recuperación funcional en pacientes con fractura de cadera sometidos a tratamiento quirúrgico.

Factors associated with functional recovery in patients with hip fracture undergoing surgical treatment.

Fatores associados à recuperação funcional em pacientes com fratura de quadril submetidos a tratamento cirúrgico.

Erik Fabrizio Noriega Moreno
Universidad Católica Santiago de Guayaquil
Médico general.
Ecuador
medicina y salud
erik.noriega@cu.ucsg.edu.ec
https://orcid.org/0009-0006-5318-3236

Forma de citación en APA, séptima edición.

Noriega, E. (2026). *Factores asociados a la recuperación funcional en pacientes con fractura de cadera sometidos a tratamiento quirúrgico*. Revista Ibero Research, 1(7), 191 – 224.

Fecha de presentación: 30/08/2026 **Fecha de aceptación:** 01/09/2026 **Fecha de publicación:** 02/09/2026

Resumen

La fractura de cadera constituye una causa relevante de discapacidad y pérdida de independencia en adultos mayores, y la estabilización quirúrgica no garantiza por sí sola el retorno al nivel funcional previo. El objetivo fue analizar los factores asociados con la recuperación funcional después del tratamiento quirúrgico e identificar elementos pronósticos útiles para orientar la rehabilitación. Se desarrolló una revisión narrativa estructurada de 15 fuentes científicas y normativas publicadas entre 2005 y 2026, con énfasis en revisiones sistemáticas, metaanálisis, guías clínicas, rehabilitación y atención ortogeriátrica. La síntesis mostró que la función previa a la fractura representa uno de los predictores más consistentes; además, el estado cognitivo, fragilidad, fuerza muscular, comorbilidades, nutrición, anemia y complicaciones posoperatorias condicionan la trayectoria funcional. Entre los factores susceptibles de intervención destacaron la optimización clínica, movilización temprana, posibilidad de carga, prevención del delirium y complicaciones, soporte nutricional y rehabilitación multidisciplinaria continuada. Se concluye que la recuperación funcional es multifactorial y requiere valoración pronóstica temprana, objetivos individualizados y continuidad asistencial desde el ingreso hasta el periodo posterior al alta.

Palabras clave: adulto mayor; movilidad; fragilidad; pronóstico; rehabilitación multidisciplinaria.

Abstract

Hip fracture is a major cause of disability and loss of independence in older adults, and surgical stabilization alone does not ensure return to the pre-fracture functional level. The objective was to analyze factors associated with functional recovery after surgical treatment and to identify prognostic elements useful for guiding rehabilitation. A structured narrative review of 15 scientific and guideline sources published between 2005 and 2026 was conducted, emphasizing systematic reviews, meta-analyses, clinical guidelines, rehabilitation, and orthogeriatric care. The synthesis showed that pre-fracture function is one of the most consistent predictors; cognitive status, frailty, muscle strength, comorbidities, nutritional status, anemia, and postoperative complications also shape the functional trajectory. Potentially modifiable factors included clinical optimization, early mobilization, weight-bearing capacity, prevention of delirium and other complications, nutritional support, and continued multidisciplinary rehabilitation. Functional recovery is therefore multifactorial and requires early prognostic assessment, individualized goals, and continuity of care from admission through the post-discharge period.

Keywords: older adult; mobility; frailty; prognosis; multidisciplinary rehabilitation.

Resumo

A fratura de quadril constitui causa relevante de incapacidade e perda de independência em idosos, e a estabilização cirúrgica isolada não garante o retorno ao nível funcional prévio. O objetivo foi analisar os fatores associados à recuperação funcional após o tratamento cirúrgico e identificar elementos prognósticos úteis para orientar a reabilitação. Foi realizada uma revisão narrativa estruturada de 15 fontes científicas e normativas publicadas entre 2005 e 2026, com ênfase em revisões sistemáticas, metanálises, diretrizes clínicas, reabilitação e cuidado ortogeriátrico. A síntese mostrou que a função pré-fratura é um dos preditores mais consistentes; estado cognitivo, fragilidade, força muscular, comorbidades, estado nutricional, anemia e complicações pós-operatórias também condicionam a trajetória funcional. Entre os fatores potencialmente modificáveis destacaram-se otimização clínica, mobilização precoce, possibilidade de apoio, prevenção de delirium e complicações, suporte nutricional e reabilitação multidisciplinar contínua. Conclui-se que a recuperação funcional é multifatorial e exige avaliação prognóstica precoce, metas individualizadas e continuidade assistencial desde a admissão até o período após a alta.

Palavras-chave: idoso; mobilidade; fragilidade; prognóstico; reabilitação multidisciplinar.

Introducción

La fractura de cadera representa un problema clínico de elevada trascendencia por la interacción entre lesión traumática, vulnerabilidad geriátrica y pérdida acelerada de autonomía. En la población adulta mayor, el episodio suele producirse sobre un contexto de osteoporosis, fragilidad, sarcopenia, alteraciones del equilibrio y enfermedades crónicas que reducen la reserva fisiológica.

Tras el evento, el desenlace relevante no se limita a la consolidación ósea o a la supervivencia, sino que incluye la posibilidad de recuperar la marcha, las actividades básicas de la vida diaria, la participación social y el retorno al entorno habitual.

Las revisiones disponibles coinciden en que la discapacidad posterior puede persistir durante meses y que la trayectoria funcional presenta una variabilidad marcada entre pacientes con lesiones aparentemente semejantes (1-4).

El tratamiento quirúrgico constituye el estándar terapéutico para la mayoría de las fracturas de cadera en adultos mayores porque permite controlar el dolor, estabilizar la lesión y crear condiciones para la movilización. Sin embargo, la cirugía debe interpretarse como una etapa dentro de un proceso asistencial más amplio.

El resultado funcional depende del estado previo al traumatismo, del impacto fisiológico de la fractura, de la respuesta perioperatoria, de las complicaciones, de la capacidad de carga y de la rehabilitación. Los modelos de atención centrados únicamente en el procedimiento quirúrgico resultan insuficientes cuando no se integran la optimización médica, la prevención de eventos adversos y la recuperación de la función como objetivos simultáneos (5,6).

La capacidad funcional antes de la fractura destaca de manera reiterada entre los factores pronósticos. La independencia para caminar, realizar transferencias y completar

actividades cotidianas refleja una reserva funcional que condiciona tanto la tolerancia al estrés quirúrgico como la posibilidad de participar activamente en la rehabilitación.

Un paciente previamente independiente dispone de un punto de partida diferente al de quien ya utilizaba ayudas técnicas, requería asistencia o presentaba dependencia para actividades básicas. Por esta razón, la evaluación prefractura no constituye un antecedente accesorio, sino una referencia esencial para estimar el potencial de recuperación y establecer objetivos terapéuticos realistas (1,2).

La edad avanzada se relaciona con una recuperación más lenta, aunque su valor pronóstico no debe interpretarse de manera aislada. La edad cronológica agrupa fenómenos heterogéneos, entre ellos fragilidad, carga de comorbilidad, deterioro cognitivo, pérdida de masa muscular y reducción de la reserva cardiorrespiratoria. Dos personas de la misma edad pueden presentar niveles muy distintos de autonomía y tolerancia al esfuerzo.

En consecuencia, la estimación del pronóstico requiere desplazar el énfasis desde la edad como dato único hacia una valoración multidimensional que considere la condición funcional y fisiológica del individuo (1-3).

El estado cognitivo constituye otro componente central. Las alteraciones cognitivas pueden dificultar la comprensión de indicaciones, el aprendizaje de patrones de marcha, el uso seguro de dispositivos de asistencia y la adherencia a ejercicios repetitivos. A esto se suma el riesgo de delirium durante la hospitalización, un evento que interrumpe la movilización, incrementa la necesidad de supervisión y puede prolongar la dependencia.

La presencia de deterioro cognitivo no debe interpretarse como una contraindicación para rehabilitar, sino como una razón para adaptar el entorno, simplificar instrucciones,

incorporar rutinas consistentes y aumentar la participación de cuidadores y del equipo multidisciplinario (1,3).

La fragilidad y la fuerza muscular aportan información adicional sobre la reserva física. La fragilidad expresa vulnerabilidad ante un estresor agudo y se asocia con mayor probabilidad de complicaciones, menor tolerancia al ejercicio y recuperación incompleta. La fuerza de prensión manual se ha propuesto como un marcador sencillo de reserva muscular y puede complementar la apreciación clínica.

La inmovilización posterior a la fractura acelera la pérdida de masa y fuerza, de modo que el periodo de reposo puede transformar una debilidad moderada en una limitación funcional considerable. Esta relación sustenta la importancia de minimizar la inactividad y de integrar fortalecimiento progresivo desde fases tempranas (2,3).

Las comorbilidades modifican la capacidad para participar en la recuperación. Enfermedades cardiovasculares, respiratorias, metabólicas, neurológicas y renales pueden limitar la tolerancia al esfuerzo, aumentar el riesgo anestésico y favorecer complicaciones que retrasan la marcha. No obstante, la mera presencia de diagnósticos no describe por completo su impacto; resulta necesario considerar la severidad, el control clínico, la interacción farmacológica y el grado de afectación funcional.

La atención perioperatoria debe orientarse a estabilizar condiciones reversibles sin introducir demoras innecesarias, ya que la inmovilización prolongada también genera efectos adversos sobre el sistema muscular, respiratorio y cardiovascular (3,5).

El estado nutricional y la anemia representan áreas especialmente relevantes porque combinan valor pronóstico y posibilidad de intervención. La ingesta insuficiente, la pérdida de peso y la baja reserva proteica pueden agravar la sarcopenia, comprometer la cicatrización y reducir la tolerancia a las sesiones de rehabilitación. La anemia puede

contribuir a fatiga, disnea de esfuerzo y menor capacidad de entrenamiento por reducción del transporte de oxígeno.

La identificación temprana de estas condiciones permite orientar medidas individualizadas, aunque su corrección debe basarse en causas clínicas específicas y no en intervenciones uniformes para todos los pacientes (1,2).

Los modelos ortogeriátricos amplían esta lógica al integrar traumatología y geriatría con otros profesionales desde el ingreso. El objetivo no consiste únicamente en tratar enfermedades concomitantes, sino en coordinar decisiones que afectan directamente a la función: control del dolor, prevención del delirium, manejo de anemia y nutrición, reducción de complicaciones, movilización y planificación de recursos posteriores al alta.

Las revisiones y ensayos sobre atención geriátrica integral muestran que la organización del cuidado puede modificar resultados clínicos relevantes y ofrece un marco adecuado para tratar la fractura de cadera como un síndrome geriátrico complejo, además de una lesión ortopédica (7,8).

La movilización precoz y la rehabilitación estructurada se sitúan entre las estrategias más consistentes para limitar las consecuencias de la inmovilidad. La progresión desde ejercicios en cama hacia transferencias, bipedestación, marcha y actividades de la vida diaria requiere coordinación entre analgesia, estabilidad hemodinámica, capacidad de carga, fuerza y estado cognitivo.

La evidencia sobre rehabilitación multidisciplinaria respalda una aproximación que combine fisioterapia, cuidados de enfermería, manejo médico y planificación del alta, con continuidad posterior cuando persisten déficits de fuerza, equilibrio o independencia (9).

El momento de la intervención quirúrgica y la estabilidad conseguida influyen sobre la posibilidad de iniciar carga y movilización. Las guías de práctica clínica recomiendan evitar retrasos innecesarios y favorecer la cirugía temprana cuando el estado médico lo permite, con el propósito de reducir el periodo de inmovilización y facilitar la recuperación.

Sin embargo, la asociación entre demora quirúrgica y función puede estar confundida por la condición clínica que originó el retraso. De forma semejante, la elección entre osteosíntesis y artroplastia responde al patrón de fractura y a las características del paciente; desde la perspectiva funcional, el objetivo compartido consiste en lograr una estabilidad que permita movilizar con seguridad (10-12).

La recuperación continúa después del alta hospitalaria. El retorno al domicilio no equivale necesariamente a recuperación completa, ya que pueden persistir dependencia para bañarse, vestirse, subir escaleras, caminar fuera de casa o realizar actividades instrumentales. La continuidad de los programas comunitarios, la adherencia al ejercicio y el apoyo de familiares o cuidadores pueden condicionar la consolidación de los logros alcanzados durante la hospitalización.

La evidencia reciente sobre rehabilitación comunitaria y adherencia refuerza la necesidad de considerar barreras ambientales, motivacionales y sociales como parte del pronóstico funcional, especialmente en personas con fragilidad o dependencia previa (4,13-15).

La literatura presenta una dificultad metodológica importante: la recuperación funcional no se mide de una única manera. Algunos estudios priorizan independencia para la marcha, otros utilizan escalas de actividades básicas, destino al alta, velocidad de marcha, fuerza, calidad de vida o retorno al domicilio. Los periodos de seguimiento

también varían, lo que limita la comparación directa y la construcción de un modelo pronóstico universal.

Esta heterogeneidad exige interpretar los factores asociados como componentes de una trayectoria clínica compleja, evitando atribuir causalidad a asociaciones observacionales sin considerar variables de confusión y diferencias en las definiciones de resultado (1-4).

En este contexto, la presente revisión tuvo como objetivo general analizar los principales factores asociados con la recuperación funcional en pacientes adultos con fractura de cadera sometidos a tratamiento quirúrgico.

De manera específica, se buscó organizar los factores según su relación con el estado previo, la condición clínica, la atención quirúrgica y la rehabilitación; distinguir elementos no modificables, parcialmente modificables y modificables; y sintetizar implicaciones útiles para la valoración inicial, la estratificación del riesgo y la planificación de intervenciones orientadas a preservar o recuperar la independencia funcional.

Metodología

Se desarrolló una revisión narrativa estructurada con análisis crítico de la evidencia disponible sobre factores asociados con la recuperación funcional después del tratamiento quirúrgico de la fractura de cadera. El enfoque se mantuvo deliberadamente narrativo porque el material de investigación de base no documentó un proceso de búsqueda y selección reproducible con los componentes necesarios para una revisión sistemática formal.

En consecuencia, no se efectuó metaanálisis ni se calcularon estimaciones combinadas de efecto; la síntesis se orientó a integrar factores pronósticos, características asistenciales y elementos de rehabilitación con utilidad clínica.

La unidad documental estuvo constituida por 15 fuentes científicas y normativas incluidas en el material base, publicadas entre 2005 y 2026. El conjunto comprendió revisiones sistemáticas y metaanálisis, una revisión Cochrane, revisiones clínicas o críticas, un ensayo clínico controlado, guías de práctica clínica y un estándar de calidad.

Se priorizaron las fuentes que abordaron función, movilidad, marcha, discapacidad, atención ortogeriátrica, recuperación después del alta y factores pronósticos, de manera que la síntesis permaneciera centrada en el desenlace funcional y no únicamente en mortalidad o complicaciones quirúrgicas.

La estrategia conceptual de recuperación documental se articuló con los términos en inglés “hip fracture”, “functional recovery”, “functional outcome”, “hip fracture surgery”, “rehabilitation”, “mobility”, “gait recovery”, “prognostic factors”, “older adults”, “frailty”, “cognitive impairment” y “nutritional status”, combinados mediante los operadores booleanos AND y OR. Estos términos fueron complementados por equivalentes conceptuales en español durante la organización del contenido.

Debido al carácter narrativo de la revisión, la estrategia se utilizó para estructurar el campo temático y no para declarar un flujo PRISMA que no estuviera documentado en la investigación original.

Se consideraron elegibles publicaciones referidas a pacientes adultos con fractura de cadera sometidos a tratamiento quirúrgico que analizaran recuperación funcional, movilidad, marcha, independencia o factores pronósticos asociados con estos resultados. También se incluyeron guías y documentos de calidad cuando sus

recomendaciones se relacionaban con tiempo hasta la cirugía, carga, movilización, rehabilitación o coordinación asistencial.

Se excluyeron estudios exclusivamente pediátricos, investigaciones sin evaluación funcional, trabajos centrados solo en biomecánica y publicaciones en las que la fractura de cadera no constituyera la población principal.

La extracción de información se organizó en diez dominios definidos en el material base: factores demográficos; estado funcional previo; estado cognitivo; fragilidad y fuerza muscular; comorbilidades; estado nutricional; anemia; características quirúrgicas; complicaciones posoperatorias; y movilización y rehabilitación. Durante la síntesis, estos dominios se desagregaron cuando era necesario para diferenciar tiempo hasta la cirugía, posibilidad de carga y continuidad rehabilitadora.

La dirección de las asociaciones se expresó cualitativamente, evitando atribuir tamaños de efecto no disponibles de forma homogénea entre las fuentes.

Para el análisis descriptivo de la evidencia se registraron el año de publicación y el tipo general de cada fuente.

Se construyó una matriz de factores pronósticos con tres categorías de modificabilidad: no modificables, cuando el elemento no podía alterarse en el episodio agudo; parcialmente modificables, cuando podía optimizarse pero dependía de una condición basal o del patrón de fractura; y modificables, cuando existían acciones asistenciales directas susceptibles de implementación durante la trayectoria de cuidado.

Esta clasificación se utilizó con finalidad organizativa y no como escala validada de riesgo.

La síntesis de resultados se presentó mediante cuatro tablas y cuatro gráficos. Las tablas organizaron las características de las fuentes, los dominios pronósticos, los factores potencialmente modificables y los componentes de la evaluación inicial. Los gráficos

describieron la distribución temporal de las fuentes, su tipo de evidencia, la clasificación de los dominios según modificabilidad y la distribución de elementos de evaluación por dimensión clínica.

Todos los recuentos gráficos procedieron de la bibliografía y de las categorías explícitamente identificadas en el documento base; no se utilizaron datos simulados ni se estimaron porcentajes de pacientes.

La calidad de la interpretación se reforzó mediante triangulación entre revisiones sistemáticas, guías clínicas y estudios de atención geriátrica o rehabilitación. Se concedió mayor peso argumental a las conclusiones que aparecían de forma convergente en varias fuentes, especialmente la relevancia de la función previa, el deterioro cognitivo, la fragilidad, la movilización temprana y la rehabilitación.

Cuando la literatura mostraba incertidumbre, como en la relación directa entre tiempo quirúrgico y recuperación funcional, se mantuvo una formulación prudente y se consideró el posible efecto de variables de confusión.

Por tratarse de una revisión de literatura y documentos clínicos publicados, no se realizó intervención sobre seres humanos, no se accedió a historias clínicas ni se procesaron datos personales identificables. El análisis se limitó a información documental.

Asimismo, no se atribuyeron aprobaciones éticas, registros de protocolo o procesos de selección independientes que no estuvieran documentados en el material base, en concordancia con el principio de no incorporar información metodológica inexistente.

Resultados

La síntesis documental confirmó que la recuperación funcional posterior a la fractura de cadera no depende de un único determinante. Las 15 fuentes revisadas cubrieron distintos niveles de evidencia y permitieron ordenar el problema desde los factores pronósticos basales hasta la organización del cuidado y la rehabilitación posterior al alta.

En conjunto, la evidencia mostró una concentración temática en tres ejes: reserva funcional previa, vulnerabilidad clínica y capacidad del sistema asistencial para limitar la inmovilidad y facilitar la rehabilitación (1-15).

La primera aproximación consistió en caracterizar las fuentes empleadas, ya que el tipo de diseño condiciona el alcance de las conclusiones. La Tabla 1 resume el año, naturaleza metodológica y contribución principal de cada documento. La diversidad de diseños permitió integrar pronóstico, práctica clínica y organización asistencial sin convertir la revisión en un metaanálisis, dado que los desenlaces, escalas y periodos de seguimiento no fueron homogéneos.

Tabla 1. Características de las fuentes incluidas en la síntesis de evidencia

N.º	Año	Tipo de fuente	Contribución principal
1	2018	Revisión sistemática	Factores pronósticos del resultado funcional después de cirugía; respalda el papel de función previa, cognición y anemia.
2	2022	Revisión sistemática	Factores pronósticos a corto y largo plazo; integra fragilidad, función basal, estado clínico y recuperación funcional.
3	2019	Revisión sistemática	Predictores de malos resultados funcionales y mortalidad; enfatiza vulnerabilidad clínica y comorbilidad.
4	2016	Revisión crítica	Discapacidad a largo plazo después de fractura de cadera y heterogeneidad de desenlaces funcionales.
5	2012	Revisión clínica	Manejo adaptado al paciente mayor; integra cirugía, condiciones médicas y objetivos funcionales.

N.º	Año	Tipo de fuente	Contribución principal
6	2005	Revisión de mejores prácticas	Principios de atención integral del adulto mayor con fractura de cadera.
7	2022	Revisión sistemática y metaanálisis	Efectos de modelos ortogeriátricos sobre resultados clínicos y organización del cuidado.
8	2015	Ensayo controlado aleatorizado	Atención geriátrica integral frente a modelos convencionales en pacientes con fractura de cadera.
9	2021	Revisión Cochrane	Rehabilitación multidisciplinaria en personas mayores con fractura de cadera.
10	2021	Guía de práctica clínica	Recomendaciones basadas en evidencia para manejo de fracturas de cadera en adultos mayores.
11	2023	Guía clínica	Manejo de fractura de cadera, incluida cirugía oportuna y movilización.
12	2023	Estándar de calidad	Indicadores de calidad asistencial aplicables al proceso de atención de la fractura de cadera.
13	2020	Revisión sistemática y metaanálisis	Rehabilitación intensificada o mejorada después de fractura de cadera.
14	2026	Revisión sistemática y metaanálisis en red	Comparación de programas comunitarios de rehabilitación y recuperación funcional.
15	2026	Revisión sistemática de métodos mixtos	Barreras y facilitadores de adherencia al ejercicio de rehabilitación.

Fuente: elaboración propia a partir de las referencias incluidas en la investigación base (1-15).

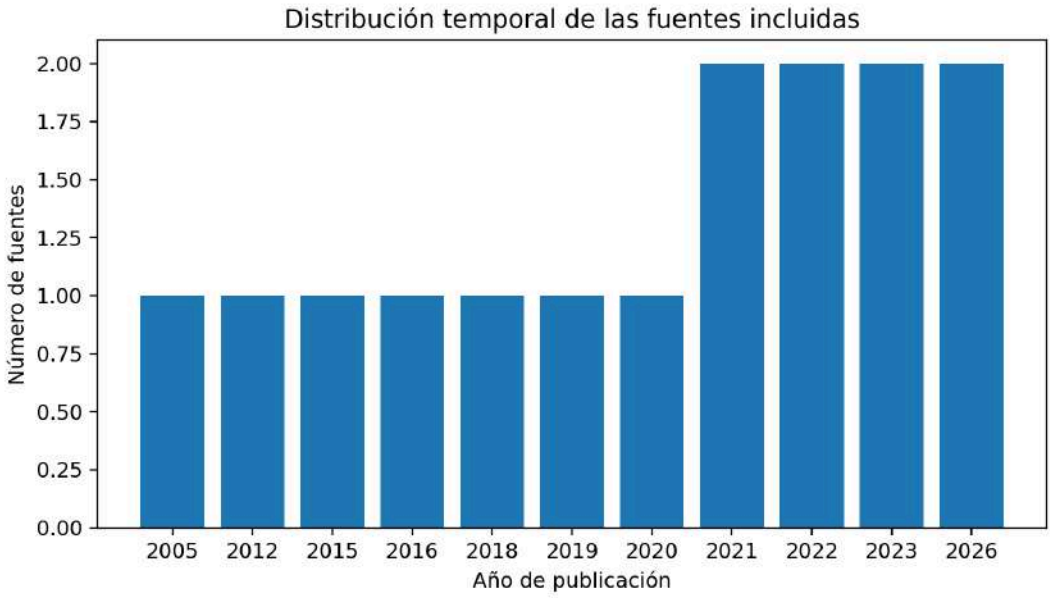
La Tabla 1 muestra que la evidencia central no procede de una única línea de investigación. Ocho de las 15 fuentes corresponden a revisiones sistemáticas o metaanálisis, tres a guías o estándares, una a un ensayo controlado y tres a revisiones clínicas o críticas.

Esta composición favorece una lectura de conjunto: las revisiones pronósticas permiten identificar variables asociadas con el desenlace, mientras las guías y los estudios de modelos asistenciales aportan criterios para actuar sobre factores modificables. La heterogeneidad metodológica, sin embargo, impide traducir la síntesis en una jerarquía numérica universal de predictores.

La distribución temporal aporta información adicional sobre la construcción del campo. Aunque se conservaron trabajos previos por su carácter de referencia clínica, la serie

incluye documentos recientes de 2021 a 2026 que actualizan rehabilitación, atención ortogeriátrica, estándares de calidad y continuidad comunitaria. El Gráfico 1 representa el número de fuentes por año de publicación, sin interpretar la frecuencia temporal como medida de calidad o fuerza de evidencia.

Gráfico 1. Distribución temporal de las fuentes incluidas



Fuente: elaboración propia a partir del año de publicación de las 15 referencias incluidas (1-15).

El Gráfico 1 evidencia una mayor concentración de documentos en 2021, 2022, 2023 y 2026, con dos fuentes en cada uno de esos años, mientras los años anteriores aportan referencias individuales. Este patrón refleja que la revisión combina fundamentos clínicos previos con actualizaciones recientes sobre rehabilitación y modelos de atención.

El recuento no estima tendencias epidemiológicas ni cambios en incidencia; su función es documentar la actualidad relativa del cuerpo bibliográfico utilizado y mostrar que más de la mitad de las fuentes corresponden a 2021 o años posteriores.

A partir de esta caracterización se examinó el contenido pronóstico. La Tabla 2 sintetiza los dominios asociados con recuperación funcional, la dirección general descrita por la

evidencia, el grado de modificabilidad utilizado en esta revisión y su interpretación clínica.

La clasificación evita convertir factores complejos en variables dicotómicas y reconoce que algunos elementos, como la fragilidad o el estado cognitivo, pueden modificarse parcialmente pero también reflejan una condición basal persistente.

Tabla 2. Dominios pronósticos asociados con la recuperación funcional

Factor	Dirección general	Modificabilidad	Interpretación clínica	Fuentes
Función previa a la fractura	Mayor independencia previa se asocia con mejor recuperación	No modificable en el episodio	Define reserva funcional y objetivos realistas	1,2,4
Edad	Edad avanzada se relaciona con recuperación más lenta	No modificable	Debe interpretarse junto con fragilidad y comorbilidad	1-3
Estado cognitivo	Deterioro cognitivo dificulta participación y aprendizaje	Parcialmente modificable	Requiere estrategias adaptadas y prevención de delirium	1,3
Fragilidad y fuerza muscular	Menor reserva y debilidad se relacionan con peor trayectoria	Parcialmente modificable	Orienta intensidad y progresión del entrenamiento	2,3
Comorbilidades	Mayor carga clínica puede reducir tolerancia al esfuerzo	Parcialmente modificable	Exige optimización individual y rehabilitación segura	3,5
Estado nutricional	Desnutrición favorece pérdida muscular y menor tolerancia	Modificable	Justifica tamizaje e intervención nutricional	1,2
Anemia	Puede asociarse con fatiga y peor desempeño funcional	Modificable	Requiere identificar causas reversibles y manejo individual	1,2
Tiempo hasta la cirugía	Retrasos pueden prolongar inmovilidad; asociación funcional no uniforme	Modificable	Evitar demoras innecesarias cuando el estado médico lo permite	10-12
Tipo de cirugía y posibilidad de carga	La estabilidad que permite carga favorece movilización	Parcialmente modificable	La técnica depende del patrón de fractura y del paciente	10,11
Complicaciones posoperatorias	Interrumpen movilización y rehabilitación	Modificable	Priorizar prevención, detección y tratamiento precoz	5,7,10-12
Movilización temprana	Favorece preservación de fuerza y recuperación de marcha	Modificable	Iniciar cuando sea clínicamente posible	9-13
Rehabilitación continuada	Facilita recuperación de marcha, equilibrio y actividades	Modificable	Mantener después del alta según necesidad	9,13-15

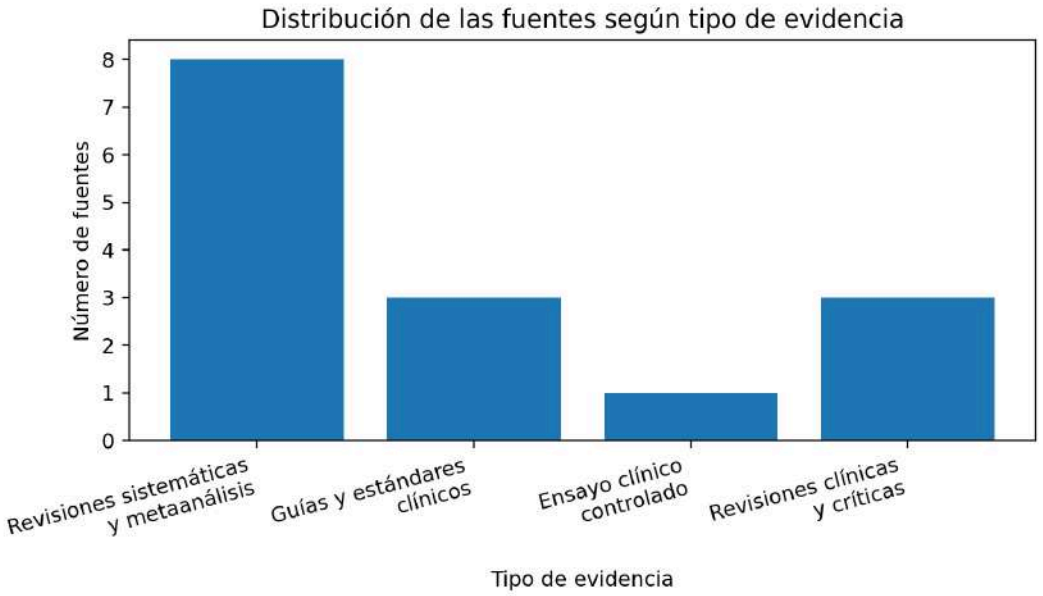
Fuente: elaboración propia con base en la síntesis de factores pronósticos y asistenciales (1-15).

La Tabla 2 confirma que la función prefractura ocupa una posición distinta respecto de la mayoría de los factores hospitalarios: no puede modificarse una vez ocurrido el evento, pero condiciona la interpretación de todos los resultados posteriores. La edad presenta una situación semejante, aunque su asociación con la función se encuentra mediada por variables clínicas. En contraste, nutrición, anemia, complicaciones, movilización y rehabilitación ofrecen oportunidades de intervención directa.

El valor clínico de la matriz radica en combinar predicción y acción, evitando que la valoración pronóstica se limite a describir riesgo sin orientar decisiones.

La diversidad de fuentes también condiciona la robustez de cada dominio. Los factores pronósticos aparecen principalmente en revisiones sistemáticas, mientras los procesos asistenciales se sustentan además en guías, estándares, un ensayo de atención geriátrica y revisiones de rehabilitación. El Gráfico 2 organiza las 15 fuentes según su tipo general de evidencia, con el propósito de mostrar la predominancia de síntesis secundarias y documentos normativos dentro del conjunto utilizado.

Gráfico 2. Distribución de las fuentes según tipo de evidencia



Fuente: elaboración propia a partir de la clasificación metodológica de las referencias incluidas (1-15).

El Gráfico 2 muestra que las revisiones sistemáticas y metaanálisis constituyen el grupo más numeroso, con ocho documentos. Las guías y estándares aportan tres fuentes, las revisiones clínicas o críticas otras tres y el ensayo controlado una.

La predominancia de síntesis de evidencia resulta coherente con el objetivo de identificar factores asociados a partir de literatura existente; al mismo tiempo, explica por qué el análisis prioriza la convergencia de hallazgos sobre la estimación de un

efecto combinado. La presencia de guías facilita traducir la evidencia pronóstica en acciones asistenciales concretas.

Una vez identificados los factores, se examinó cuáles podían ser objeto de intervención durante la trayectoria de cuidado. La Tabla 3 integra los principales elementos potencialmente modificables, el mecanismo por el que pueden influir en la función, la acción clínica coherente con la evidencia y las fuentes que respaldan su inclusión. Se evitó asignar porcentajes de beneficio o efectos cuantitativos porque las fuentes emplean desenlaces y diseños heterogéneos.

Tabla 3. Factores potencialmente modificables y acciones clínicas relacionadas

Factor	Mecanismo funcional	Acción clínica	Fuentes
Nutrición	Déficit energético-proteico, pérdida muscular y menor tolerancia al ejercicio	Tamizaje desde el ingreso y soporte individualizado	1,2
Anemia	Fatiga y reducción de la capacidad de transporte de oxígeno	Evaluar etiología y corregir causas reversibles según condición clínica	1,2
Dolor	Limita transferencias, bipedestación y participación en terapia	Analgesia suficiente para permitir movilización segura	5,10-12
Delirium	Interfiere con atención, aprendizaje motor y cooperación	Prevención multifactorial, detección precoz y entorno orientador	1,5,7
Complicaciones médicas	Interrumpen sesiones y prolongan inmovilidad	Prevención, vigilancia y tratamiento oportuno	3,5,7,10-12
Tiempo quirúrgico	Demoras innecesarias prolongan el periodo de inmovilidad	Optimización rápida y cirugía temprana cuando sea clínicamente posible	10-12
Movilización y carga	La inactividad acelera pérdida de fuerza y dependencia	Transferencias, bipedestación y marcha precoz según estabilidad	9-13
Rehabilitación y continuidad	El déficit de fuerza, equilibrio y marcha persiste después del alta	Programa multidisciplinario y continuidad comunitaria adaptada	9,13-15

Fuente: elaboración propia a partir de la evidencia sobre pronóstico, guías y rehabilitación (1,2,3,5,7,9-15).

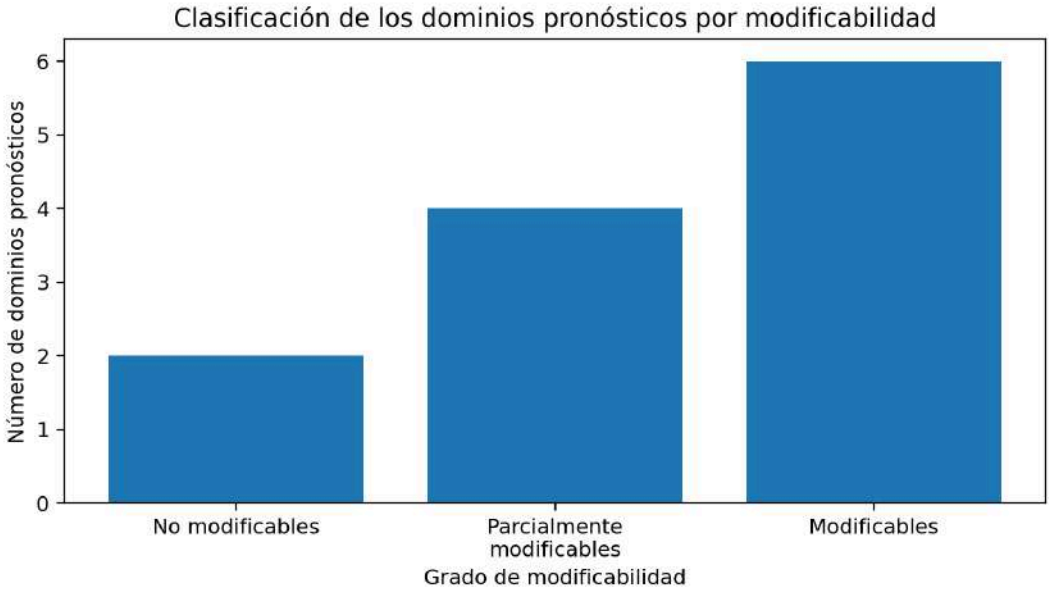
La Tabla 3 evidencia que las intervenciones potencialmente modificables actúan sobre mecanismos distintos pero interdependientes. La analgesia facilita la movilización; la movilización reduce la exposición a inmovilidad; una nutrición adecuada contribuye a sostener la recuperación muscular; y la prevención de delirium o complicaciones preserva la posibilidad de participar en terapia.

Por ello, la eficacia clínica no depende de una acción aislada, sino de la coordinación temporal de medidas que mantengan al paciente en condiciones de rehabilitar. Esta

interacción sustenta los modelos multidisciplinarios y ortogeriátricos descritos en la literatura (7-9).

Con fines descriptivos, los 12 dominios de la Tabla 2 se clasificaron según su grado de modificabilidad. Esta clasificación no pretende constituir una escala pronóstica validada, sino visualizar cuántos factores ofrecen una oportunidad directa o parcial de intervención. El Gráfico 3 presenta dos dominios no modificables, cuatro parcialmente modificables y seis modificables dentro del marco analítico utilizado.

Gráfico 3. Clasificación de los dominios pronósticos según grado de modificabilidad



Fuente: elaboración propia a partir de los 12 dominios sintetizados en la Tabla 2; la clasificación es organizativa y no corresponde a una escala validada.

El Gráfico 3 muestra que la mayoría de los dominios analizados posee algún grado de modificabilidad. Seis fueron clasificados como directamente modificables y cuatro como parcialmente modificables, frente a dos no modificables. Este resultado refuerza una interpretación clínica relevante: aun cuando edad y función previa delimitan el pronóstico, existe un conjunto mayor de elementos sobre los que la atención puede actuar.

La clasificación no implica que todos los factores tengan el mismo peso ni que su modificación garantice recuperación; indica, en cambio, que la estratificación del riesgo debe acompañarse de un plan de intervención.

La traducción de esta síntesis a la práctica exige una valoración inicial que capture tanto el potencial de recuperación como los obstáculos previsibles. La Tabla 4 organiza once componentes de evaluación mencionados en el material base, agrupando información funcional, física, neurocognitiva, clínica y social.

La finalidad es mostrar cómo los factores pronósticos pueden convertirse en preguntas y medidas concretas durante el ingreso, sin proponer un instrumento nuevo ni sustituir escalas validadas disponibles en cada institución.

Tabla 4. Componentes de la evaluación inicial orientada al pronóstico funcional

Componente	Qué documentar	Momento	Utilidad funcional
Función prefractura	Nivel de independencia para actividades básicas	Al ingreso mediante entrevista clínica o informante	Establece la referencia funcional y el objetivo de recuperación
Capacidad de marcha	Marcha independiente, ayudas técnicas y distancia habitual	Al ingreso	Permite estimar reserva de movilidad y necesidades de apoyo
Fragilidad	Vulnerabilidad fisiológica global	Evaluación inicial	Identifica menor reserva y mayor riesgo de recuperación limitada
Fuerza muscular	Reserva física; puede incluir fuerza de prensión cuando esté disponible	Evaluación inicial y seguimiento	Orienta fortalecimiento y progresión de carga
Estado cognitivo	Comprensión, orientación y capacidad para seguir indicaciones	Desde el ingreso	Permite adaptar estrategias de rehabilitación
Comorbilidades	Carga y estabilidad de enfermedades crónicas	Evaluación médica perioperatoria	Define tolerancia al esfuerzo y necesidades de optimización
Estado nutricional	Riesgo de desnutrición e ingesta insuficiente	Desde el ingreso y durante hospitalización	Detecta un factor modificable relacionado con fuerza y cicatrización
Hemoglobina	Presencia y evolución de anemia	Según evaluación clínica y perioperatoria	Relaciona fatiga y tolerancia al ejercicio con causas tratables
Dolor	Intensidad y efecto sobre movimiento	Repetidamente durante hospitalización	Permite ajustar analgesia para facilitar movilidad
Riesgo de delirium	Vulnerabilidad neurocognitiva y factores precipitantes	Desde el ingreso y vigilancia continua	Favorece prevención y detección temprana
Apoyo familiar y social	Disponibilidad de cuidador, entorno y recursos	Antes del alta	Condiciona continuidad de rehabilitación y retorno al domicilio

Fuente: elaboración propia con base en las implicaciones clínicas descritas en la investigación base y la evidencia incluida (1-15).

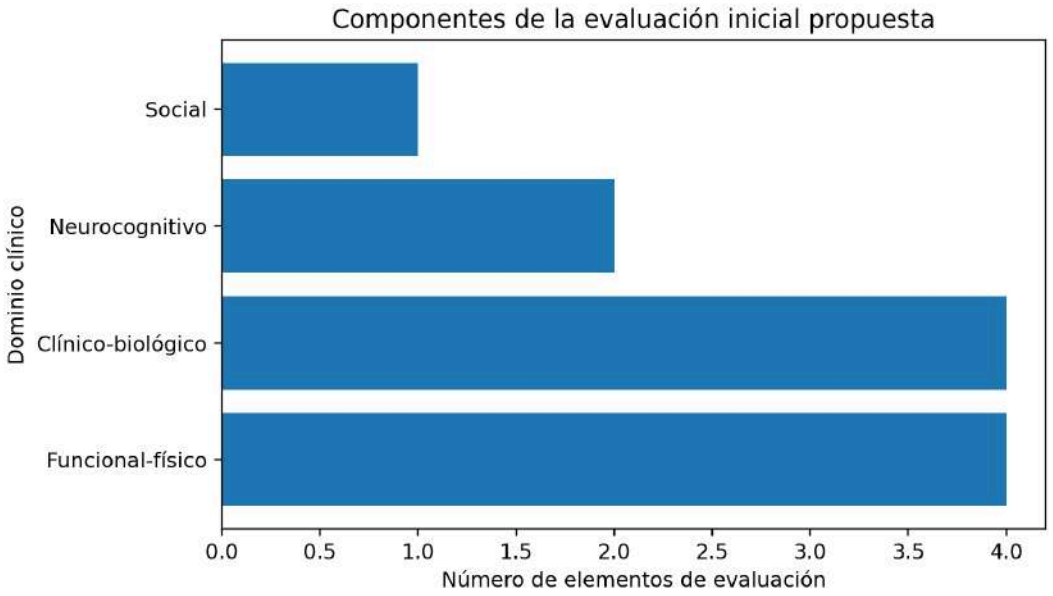
La Tabla 4 integra la valoración pronóstica en una secuencia clínica. Cuatro elementos pertenecen al dominio funcional-físico, cuatro al clínico-biológico, dos al

neurocognitivo y uno al social. Esta distribución muestra que la recuperación no puede estimarse exclusivamente mediante variables quirúrgicas o biomédicas.

La información sobre marcha previa, cognición y soporte social influye en la selección de ayudas, en la intensidad de supervisión y en la planificación del alta con una relevancia comparable a la de parámetros clínicos tradicionales.

El Gráfico 4 representa la distribución de esos once componentes por dimensión. El recuento se deriva exclusivamente de la propuesta de evaluación contenida en la síntesis y sirve para visualizar el equilibrio entre dominios. No corresponde a frecuencias de pacientes ni a prevalencias de factores de riesgo.

Gráfico 4. Distribución de los componentes de la evaluación inicial por dominio clínico



Fuente: elaboración propia a partir de los once componentes de evaluación sintetizados en la Tabla 4.

El Gráfico 4 muestra un predominio conjunto de los dominios funcional-físico y clínico-biológico, con cuatro componentes cada uno; el dominio neurocognitivo aporta dos y el social uno. El patrón apoya una valoración multidimensional: la función previa y la fuerza informan el potencial físico, mientras comorbilidades, nutrición, hemoglobina y dolor identifican barreras clínicas susceptibles de optimización.

El componente social, aunque representado por un solo ítem, adquiere particular importancia para la continuidad del proceso después del alta.

En síntesis, los resultados permiten describir una trayectoria funcional condicionada desde antes del traumatismo y modificada durante la hospitalización y la rehabilitación.

Discusión

La principal interpretación de la evidencia es que la recuperación funcional después de una fractura de cadera sometida a tratamiento quirúrgico debe entenderse como un proceso multifactorial y longitudinal. La estabilización quirúrgica resuelve un componente anatómico indispensable, pero el retorno a la independencia emerge de la interacción entre reserva previa, vulnerabilidad clínica, complicaciones y oportunidades de rehabilitación.

Esta lectura coincide con las revisiones pronósticas que describen múltiples determinantes y con la literatura sobre discapacidad a largo plazo, en la que la heterogeneidad de resultados persiste aun después de un tratamiento quirúrgico técnicamente adecuado (1-4).

La función prefractura aparece como el referente más estable para interpretar el pronóstico. Su importancia es clínicamente plausible porque resume de forma indirecta fuerza, equilibrio, cognición, comorbilidad, confianza para caminar y adaptación al entorno. Un paciente que realizaba actividades básicas de manera independiente dispone de una reserva diferente a la de quien ya dependía de otra persona.

Esta observación también evita establecer metas uniformes: recuperar el nivel funcional previo puede constituir un objetivo apropiado en muchos casos, mientras en otros la

meta realista puede centrarse en transferencias seguras, marcha asistida o reducción de la dependencia (1,2).

La edad debe situarse en este marco y no utilizarse como criterio aislado para limitar la rehabilitación. Las revisiones muestran asociación entre edad avanzada y peores resultados, pero también señalan la influencia de fragilidad, deterioro cognitivo, comorbilidad y función previa. Desde el punto de vista clínico, esta interacción favorece una valoración basada en capacidad y reserva en lugar de decisiones fundamentadas únicamente en años de vida.

El enfoque es coherente con el manejo individualizado del paciente mayor propuesto en revisiones clínicas y guías, donde la intensidad terapéutica se adapta a la condición global y no a un umbral cronológico (3,5,10).

El deterioro cognitivo plantea uno de los retos más complejos porque afecta la forma en que se administra la rehabilitación. La dificultad para comprender instrucciones o recordar secuencias puede reducir el rendimiento en programas convencionales, pero no elimina el potencial de recuperación.

La adaptación de consignas, la repetición, la simplificación de tareas, el uso de rutinas y la participación de cuidadores pueden mejorar la capacidad de involucrarse en actividades funcionales. La prevención del delirium resulta complementaria, ya que un episodio agudo de alteración atencional puede interrumpir temporalmente la marcha y aumentar la necesidad de supervisión (1,3,7).

La fragilidad y la debilidad muscular ayudan a explicar por qué algunos pacientes pierden rápidamente independencia durante la hospitalización. El traumatismo, el dolor y el reposo reducen la actividad en un organismo que con frecuencia ya presenta sarcopenia o baja reserva.

La inmovilización genera así un mecanismo de retroalimentación: menos actividad produce mayor pérdida de fuerza, la debilidad dificulta las transferencias y la marcha, y la dependencia resultante prolonga la inactividad. La valoración de fuerza y fragilidad aporta información pronóstica y, al mismo tiempo, identifica un objetivo terapéutico para el programa de rehabilitación (2,3,13).

El estado nutricional se relaciona estrechamente con este mecanismo. Una ingesta insuficiente durante un periodo de catabolismo puede acelerar la pérdida de masa muscular y reducir la tolerancia a las sesiones de ejercicio. La síntesis no permite establecer una magnitud única de beneficio para la suplementación, porque las fuentes no emplean protocolos homogéneos; sin embargo, sí respalda considerar el riesgo nutricional como parte del manejo integral.

La intervención debe individualizarse y coordinarse con el tratamiento de comorbilidades, de modo que la alimentación y la rehabilitación no se manejen como procesos desconectados (1,2).

La anemia comparte la característica de ser un factor potencialmente modificable, pero exige prudencia interpretativa. Su asociación con peores resultados funcionales puede reflejar tanto un efecto fisiológico directo, mediante menor transporte de oxígeno y mayor fatiga, como la severidad global del paciente o las pérdidas asociadas al episodio quirúrgico.

Por ello, la presencia de anemia no debe traducirse automáticamente en una intervención uniforme; el valor clínico reside en reconocerla, investigar causas reversibles y considerar su impacto sobre tolerancia al esfuerzo dentro de la valoración individual (1,2).

La relación entre tiempo hasta la cirugía y recuperación funcional requiere una interpretación igualmente cuidadosa. Las guías recomiendan cirugía temprana cuando el

estado médico lo permite, principalmente para evitar inmovilización prolongada y reducir complicaciones. No obstante, los pacientes con mayor inestabilidad clínica pueden necesitar optimización y, al mismo tiempo, presentar un pronóstico funcional peor por su propia condición basal.

Esta posibilidad de confusión impide atribuir todos los resultados desfavorables al retraso en sí mismo. El objetivo práctico consiste en evitar demoras organizativas innecesarias sin sacrificar una estabilización clínica razonable (10-12).

El tipo de procedimiento quirúrgico tampoco puede analizarse fuera del patrón de fractura y de las características del paciente. Osteosíntesis y artroplastia responden a indicaciones diferentes, por lo que una comparación simple puede estar afectada por selección. Desde la perspectiva funcional, el elemento transversal es la estabilidad suficiente para permitir la progresión de carga y movilidad según las indicaciones del equipo tratante.

Cuando la restricción de carga se prolonga, el entrenamiento de la marcha puede complicarse, especialmente en pacientes con deterioro cognitivo o debilidad que tienen dificultad para respetar descargas parciales (10,11).

La movilización temprana ocupa un lugar central porque actúa sobre varios mecanismos simultáneamente. Levantarse de la cama, realizar transferencias, alcanzar bipedestación y comenzar marcha reducen el tiempo de inactividad y ofrecen estímulos para preservar fuerza, equilibrio y confianza. Para que esta estrategia sea viable deben resolverse barreras como dolor, hipotensión, delirium, anemia sintomática o inestabilidad médica.

En consecuencia, la movilización temprana no es responsabilidad exclusiva de fisioterapia; depende de decisiones coordinadas de analgesia, enfermería, manejo médico y cirugía (9-13).

La evidencia sobre rehabilitación multidisciplinaria refuerza la necesidad de continuidad. Los déficits funcionales no desaparecen al momento del alta, y la recuperación puede prolongarse durante meses. Los programas que incluyen fortalecimiento, equilibrio, entrenamiento de marcha y práctica de actividades cotidianas responden directamente a los componentes que se deterioran después de la fractura.

La revisión Cochrane y las síntesis de rehabilitación mejorada apoyan el uso de modelos organizados, aunque la diversidad de intervenciones y desenlaces obliga a individualizar frecuencia, intensidad y duración (9,13).

Los estudios más recientes sobre programas comunitarios y adherencia amplían el enfoque más allá del hospital. El beneficio potencial de un plan de ejercicio depende de que pueda mantenerse en el entorno real del paciente. Barreras como miedo a caer, dolor persistente, falta de supervisión, baja comprensión de las indicaciones o limitaciones de acceso pueden reducir la adherencia.

De forma inversa, el acompañamiento, la adaptación de ejercicios y la disponibilidad de apoyo social pueden facilitar la continuidad. Este componente explica por qué el soporte familiar y social aparece en la evaluación inicial propuesta, aun cuando no sea una variable quirúrgica (14,15).

La atención ortogeriátrica ofrece una estructura organizativa coherente con la naturaleza multifactorial del problema. La coordinación entre traumatología, geriatría, enfermería, fisioterapia, nutrición y trabajo social permite intervenir de manera simultánea sobre dolor, delirium, comorbilidades, estado nutricional, movilidad y planificación del alta.

La revisión sistemática de modelos ortogeriátricos y el ensayo de atención geriátrica integral respaldan la idea de que la organización del cuidado puede influir en resultados,

aunque los modelos concretos varían entre sistemas sanitarios y deben adaptarse a recursos locales (7,8).

La principal novedad analítica de esta síntesis reside en ordenar los factores no solo según su asociación con el pronóstico, sino también según su potencial de modificación. Esta distinción evita una visión determinista basada en edad o dependencia previa. Dos dominios se consideraron no modificables durante el episodio, cuatro parcialmente modificables y seis directamente modificables.

La clasificación no pretende asignar peso estadístico, pero permite vincular la estratificación de riesgo con acciones concretas. Un paciente con alta vulnerabilidad puede necesitar más intervención coordinada, no menos oportunidad de rehabilitación.

La propuesta de evaluación inicial también refleja esta lógica. Incorporar función previa, marcha, fragilidad, fuerza, cognición, comorbilidades, nutrición, hemoglobina, dolor, riesgo de delirium y apoyo social permite construir un perfil clínico más completo que una valoración centrada en la radiografía o el procedimiento. La utilidad práctica reside en identificar desde el ingreso qué barreras pueden impedir la movilización y qué recursos serán necesarios después del alta.

Esta información puede mejorar la comunicación entre disciplinas y facilitar objetivos funcionales compartidos.

La comparación internacional de la evidencia debe realizarse con cautela porque las rutas asistenciales, disponibilidad de rehabilitación y recursos comunitarios difieren entre países. Las guías de AAOS y NICE ofrecen recomendaciones aplicables a contextos con sistemas organizados de atención de fractura de cadera, mientras los modelos ortogeriátricos estudiados pueden requerir adaptación en instituciones con menor disponibilidad de geriatría o rehabilitación.

La relevancia del marco, sin embargo, se mantiene: cirugía oportuna, prevención de complicaciones, movilización y continuidad son principios que pueden traducirse a distintos niveles de recursos mediante protocolos locales (7,10-12).

En el contexto nacional y local, el material base no aporta una serie clínica propia ni datos epidemiológicos institucionales que permitan comparar prevalencias, tiempos quirúrgicos o porcentajes de recuperación. Por ello, cualquier estimación local habría excedido la evidencia disponible y no se incorporó.

Esta ausencia constituye un vacío pertinente para futuras investigaciones: la validación de factores pronósticos en poblaciones locales permitiría conocer si la magnitud de las asociaciones y las barreras de rehabilitación observadas internacionalmente se reproducen bajo condiciones asistenciales específicas.

Una fortaleza de la revisión es la integración de fuentes con funciones complementarias. Las revisiones sistemáticas aportan una visión de predictores y resultados; las guías traducen evidencia a recomendaciones; el ensayo de atención geriátrica aporta un componente de intervención; y las revisiones recientes de rehabilitación comunitaria incorporan continuidad y adherencia.

La convergencia entre estas fuentes respalda la interpretación de que la recuperación funcional requiere un continuo asistencial y no una serie de decisiones aisladas (1-15).

La principal limitación deriva del carácter narrativo de la investigación. No se dispuso de una búsqueda reproducible documentada por bases de datos, de un diagrama PRISMA, de selección independiente de estudios ni de evaluación formal de riesgo de sesgo para todas las fuentes. Además, las investigaciones incluidas emplean distintas definiciones de función, escalas y periodos de seguimiento, lo que impide comparar directamente resultados o calcular un efecto combinado.

Estas condiciones obligan a interpretar los hallazgos como una síntesis clínica estructurada y no como una estimación cuantitativa definitiva.

Otra limitación corresponde a la posibilidad de confusión entre factores. Edad, fragilidad, función previa, cognición y comorbilidad se relacionan entre sí; por tanto, una asociación observada puede no representar un efecto independiente. Algo semejante ocurre con el retraso quirúrgico, que puede ser consecuencia de una condición médica más grave.

La práctica clínica debe evitar decisiones basadas en un predictor único y favorecer perfiles multidimensionales, mientras futuras investigaciones deberían utilizar modelos ajustados, definiciones estandarizadas y resultados funcionales comunes que permitan comparaciones más robustas (1-4).

Las implicaciones clínicas se concentran en tres momentos. Durante el ingreso, resulta prioritario documentar la función previa, identificar fragilidad, cognición, nutrición, anemia y riesgo de complicaciones. En el periodo perioperatorio, el objetivo es lograr estabilidad médica y quirúrgica suficiente para iniciar movilización segura sin retrasos evitables. Después de la cirugía y del alta, la prioridad se desplaza hacia fuerza, equilibrio, marcha, actividades cotidianas y adherencia.

Esta continuidad permite transformar la información pronóstica en un plan asistencial dinámico.

Las futuras líneas de investigación deberían avanzar hacia resultados funcionales estandarizados y seguimiento suficiente para distinguir recuperación temprana de recuperación sostenida. También sería útil validar herramientas pronósticas que integren función previa, fragilidad, cognición, fuerza y variables clínicas sin perder aplicabilidad a pie de cama. En contextos locales, los estudios prospectivos podrían identificar

barreras organizativas para movilización y rehabilitación, así como evaluar modelos de continuidad posterior al alta.

El objetivo no debería ser únicamente predecir quién tendrá peor resultado, sino determinar qué componentes modificables ofrecen la mejor oportunidad de intervención.

En conjunto, la discusión confirma que la recuperación funcional constituye un resultado clínico complejo que se construye a lo largo de todo el episodio de atención. Los factores basales permiten anticipar necesidades, pero no sustituyen la acción terapéutica; los factores modificables ofrecen oportunidades de reducir deterioro evitable, pero no anulan la influencia de la reserva previa.

La estrategia más coherente con la evidencia es una atención individualizada, multidisciplinaria y orientada a la función desde el ingreso, con continuidad suficiente para acompañar la recuperación después del hospital.

Conclusiones

La recuperación funcional después de una fractura de cadera tratada quirúrgicamente es un proceso multifactorial determinado por la interacción entre reserva previa, vulnerabilidad clínica, condiciones perioperatorias y rehabilitación.

El análisis permite responder al objetivo general al identificar que la capacidad funcional antes de la fractura constituye uno de los indicadores pronósticos más relevantes, pero su efecto se integra con edad, estado cognitivo, fragilidad, fuerza muscular, comorbilidades, nutrición, anemia y complicaciones.

La distinción entre factores no modificables y modificables aporta una orientación práctica. La edad y la función previa no pueden alterarse durante el episodio agudo y

sirven principalmente para contextualizar el pronóstico. En cambio, nutrición, anemia, dolor, prevención del delirium y otras complicaciones, tiempo quirúrgico evitable, movilización precoz y continuidad rehabilitadora representan áreas donde la atención puede intervenir.

La cirugía debe entenderse como una condición necesaria pero no suficiente para recuperar la independencia. Su contribución funcional depende de conseguir estabilidad y una posibilidad de carga compatible con la movilización, mientras el equipo clínico controla barreras que pueden impedirla. La coordinación entre traumatología, medicina geriátrica o clínica, enfermería, fisioterapia, nutrición y trabajo social permite actuar de forma simultánea sobre los diferentes determinantes de la trayectoria funcional.

La valoración inicial debe documentar función y marcha prefractura, fragilidad, fuerza, cognición, comorbilidades, estado nutricional, hemoglobina, dolor, riesgo de delirium y apoyo social. Esta información facilita la estratificación del riesgo, el establecimiento de metas realistas y la planificación temprana del alta. El estado funcional alcanzado durante la hospitalización debe considerarse una referencia para decidir la intensidad y duración del seguimiento posterior.

La rehabilitación precoz y continuada constituye el eje modificable más directamente relacionado con el objetivo de recuperar movilidad e independencia. Su implementación requiere resolver dolor, inestabilidad clínica y complicaciones que interrumpen la participación.

El aporte principal de esta revisión consiste en integrar factores pronósticos y oportunidades de intervención dentro de una misma trayectoria asistencial. La evidencia disponible respalda un modelo centrado en la persona, con valoración multidimensional, movilización temprana y rehabilitación multidisciplinaria.

Para fortalecer la aplicabilidad futura se requieren investigaciones prospectivas con desenlaces funcionales estandarizados y datos locales que permitan estimar la contribución independiente de los factores y evaluar estrategias de continuidad asistencial sin asumir efectos que la evidencia actual no permite cuantificar.

Referencias Bibliográficas

1. Sheehan KJ, Williamson L, Alexander J, Filliter C, Sobolev B, Guy P, et al. Prognostic factors of functional outcome after hip fracture surgery: a systematic review. Age Ageing. 2018;47(5):661-670. doi:10.1093/ageing/afy057.
2. Araiza-Nava B, Méndez-Sánchez L, Clark P, Peralta-Pedrero ML, Javaid MK, Calo M, et al. Short- and long-term prognostic factors associated with functional recovery in elderly patients with hip fracture: a systematic review. Osteoporos Int. 2022;33:1-17.
3. Xu BY, Yan S, Low LL, Vasanwala FF, Low SG. Predictors of poor functional outcomes and mortality in patients with hip fracture: a systematic review. BMC Musculoskelet Disord. 2019;20:568.
4. Dyer SM, Crotty M, Fairhall N, Magaziner J, Beaupre LA, Cameron ID, et al. A critical review of the long-term disability outcomes following hip fracture. BMC Geriatr. 2016;16:158.
5. Hung WW, Egol KA, Zuckerman JD, Siu AL. Hip fracture management: tailoring care for the older patient. JAMA. 2012;307(20):2185-2194.
6. Beaupre LA, Jones CA, Johnston DWC, Wilson DM, Majumdar SR. Best practices for elderly hip fracture patients. J Gen Intern Med. 2005;20:1013-1018.

7. Van Heghe A, Mordant G, Dupont J, Dejaeger M, Laurent MR, Gielen E. Effects of orthogeriatric care models on outcomes of hip fracture patients: a systematic review and meta-analysis. Calcif Tissue Int. 2022;110(2):162-184.

8. Prestmo A, Hagen G, Sletvold O, Helbostad JL, Thingstad P, Taraldsen K, et al. Comprehensive geriatric care for patients with hip fractures: a prospective, randomised, controlled trial. Lancet. 2015;385(9978):1623-1633.

9. Handoll HHG, Cameron ID, Mak JCS, Finnegan TP. Multidisciplinary rehabilitation for older people with hip fractures. Cochrane Database Syst Rev. 2021.

10. American Academy of Orthopaedic Surgeons. Management of Hip Fractures in Older Adults: Evidence-Based Clinical Practice Guideline. Rosemont: AAOS; 2021.

11. National Institute for Health and Care Excellence. Hip fracture: management. NICE guideline CG124. London: NICE; 2023.

12. National Institute for Health and Care Excellence. Hip fracture in adults: Quality Standard QS16. London: NICE; 2023.

13. Smith T, Hameed YA, Cross J, et al. Enhanced rehabilitation for older people following hip fracture: systematic review and meta-analysis. Clin Rehabil. 2020.

14. Liang S, Ying Z, Ji Y, Meng X, Chen Y, et al. Comparative effectiveness of community-based rehabilitation programs on functional recovery after hip fracture in older adults: systematic review and network meta-analysis. BMC Geriatr. 2026;26:157.

15. Sheng W, Yang X, Zhang Q. Barriers and facilitators to rehabilitation exercise adherence in older adults with hip fractures: a mixed-methods systematic review. BMC Geriatr. 2026;26:668.

El nuevo paradigma de la fiscalización tributaria digital en Ecuador: transformación tecnológica, potestad de control y garantías del contribuyente frente a los desafíos del debido proceso.

The New Paradigm of Digital Tax Audit in Ecuador: Technological Transformation, Enforcement Powers, and Taxpayer Guarantees in the Face of Due Process Challenges.

O novo paradigma da fiscalização tributária digital no Equador: transformação tecnológica, poder de controle e garantias do contribuinte diante dos desafios do devido processo legal.

Jonathan Eduardo López Poveda
Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador
info@lopezygomez.com
https://orcid.org/0009-0009-7058-4279

Nathalie Fernanda Gómez Suárez
Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador
gerencia@lopezygomez.com
https://orcid.org/0009-0002-2227-7599

Forma de citación en APA, séptima edición.

López, J., y Gómez, N. (2026). *El nuevo paradigma de la fiscalización tributaria digital en Ecuador: transformación tecnológica, potestad de control y garantías del contribuyente frente a los desafíos del debido proceso*. Revista Ibero Research, 1(7), 225 - 258.

Fecha de presentación: 01/09/2026 **Fecha de aceptación:** 02/09/2026 **Fecha de publicación:** 04/09/2026

Resumen

La digitalización de la fiscalización tributaria amplía la capacidad estatal para cruzar información, gestionar expedientes y comunicar actuaciones, pero también incrementa la necesidad de preservar garantías procesales verificables. El objetivo fue analizar cómo la fiscalización tributaria digital puede desarrollarse en Ecuador sin menoscabar el debido proceso, con atención a la motivación, defensa, notificación, trazabilidad y protección de datos. Se aplicó un análisis documental jurídico de enfoque cualitativo sobre un corpus de veinte fuentes normativas, jurisprudenciales, institucionales y académicas, organizadas mediante una matriz temática. Los resultados muestran que la eficiencia tecnológica no constituye fundamento suficiente para una determinación o sanción; la decisión individual debe vincular hechos verificables con normas aplicables, permitir contradicción efectiva y dejar constancia reconstruible de accesos, comunicaciones y documentos. La revisión también evidencia que la protección de datos y la supervisión humana adquieren especial relevancia cuando intervienen sistemas de clasificación o análisis automatizado. Se concluye que la legitimidad de la fiscalización digital depende de integrar capacidad tecnológica con competencia jurídica, motivación suficiente, trazabilidad documental, acceso oportuno al expediente y mecanismos efectivos de revisión.

Palabras clave: garantías procesales; expediente electrónico; motivación administrativa; trazabilidad; protección de datos.

Abstract

The digitalization of tax auditing expands the State's capacity to cross-check information, manage files, and communicate administrative actions, while increasing the need to preserve verifiable procedural safeguards. The objective was to analyze how digital tax auditing can be developed in Ecuador without undermining due process, with emphasis on reasoning, defense rights, notification, traceability, and data protection. A qualitative legal documentary analysis was conducted on a corpus of twenty normative, jurisprudential, institutional, and academic sources organized through a thematic matrix. The results show that technological efficiency alone is not sufficient grounds for a tax assessment or sanction; each individual decision must connect verifiable facts with applicable rules, allow effective contradiction, and preserve reconstructable records of access, communications, and documents. The review also indicates that data protection and human oversight become particularly relevant when classification or automated analytical systems intervene. It is concluded that the legitimacy of digital tax auditing depends on integrating technological capacity with legal competence, sufficient reasoning, documentary traceability, timely access to the file, and effective review mechanisms.

Keywords: procedural safeguards; electronic case file; administrative reasoning; traceability; data protection.

Resumo

A digitalização da fiscalização tributária amplia a capacidade estatal de cruzar informações, administrar expedientes e comunicar atos, mas também aumenta a necessidade de preservar garantias processuais verificáveis. O objetivo foi analisar como a fiscalização tributária digital pode desenvolver-se no Equador sem comprometer o devido processo, com atenção à motivação, defesa, notificação, rastreabilidade e proteção de dados. Realizou-se análise documental jurídica qualitativa de um corpus de vinte fontes normativas, jurisprudenciais, institucionais e acadêmicas, organizadas em uma matriz temática. Os resultados mostram que a eficiência tecnológica não constitui fundamento suficiente para uma determinação ou sanção; a decisão individual deve relacionar fatos verificáveis às normas aplicáveis, permitir contraditório efetivo e conservar registros reconstruíveis de acessos, comunicações e documentos. A revisão também evidencia que a proteção de dados e a supervisão humana ganham especial relevância quando intervêm sistemas de classificação ou análise automatizada. Conclui-se que a legitimidade da fiscalização digital depende da integração entre capacidade tecnológica, competência jurídica, motivação suficiente, rastreabilidade documental, acesso oportuno ao expediente e mecanismos efetivos de revisão.

Palavras-chave: garantias processuais; expediente eletrônico; motivação administrativa; rastreabilidade; proteção de dados.

Introducción

La fiscalización tributaria atraviesa una transformación asociada con la facturación electrónica, las declaraciones en línea, los cruces automatizados de información y los expedientes digitales. Estas herramientas permiten procesar volúmenes de datos que antes requerían revisiones manuales extensas, detectar inconsistencias con mayor rapidez y orientar recursos hacia operaciones con señales de riesgo. En Ecuador, esa capacidad tecnológica convive con garantías constitucionales y administrativas que no pierden vigencia por el cambio de soporte: toda actuación que produzca efectos tributarios continúa sometida a competencia, procedimiento, motivación, defensa y revisión, porque la tecnología modifica la forma de operar, pero no sustituye el marco jurídico de validez (Asamblea Nacional Constituyente, 2008; OECD, 2020).

La información utilizada para iniciar una revisión puede provenir de comprobantes electrónicos, retenciones, declaraciones, anexos y registros de terceros. Una diferencia entre bases no equivale por sí misma a un incumplimiento, pues puede responder a anulaciones, desfases temporales, errores de carga o documentación pendiente. La evidencia comparada muestra que la digitalización tributaria puede mejorar la capacidad de verificación y reducir fricciones administrativas, pero sus beneficios dependen de la calidad de los datos y del diseño institucional (Bellon et al., 2022; Kochanova et al., 2020). Por ello, la detección automatizada debe operar como un insumo de fiscalización y no como una decisión autosuficiente, de modo que el expediente permita comprobar origen, fecha, contexto y relación del dato con la obligación examinada (Asamblea Nacional del Ecuador, 2019; OECD, 2022).

La motivación constituye uno de los puntos más sensibles. La Corte Constitucional del Ecuador ha desarrollado un estándar según el cual una decisión debe contener

fundamentación normativa y fáctica suficiente para comprender la razón de lo resuelto (Corte Constitucional del Ecuador, 2021). En el contexto digital, esta exigencia impide confundir la salida de un sistema con la justificación jurídica del acto. Un indicador de riesgo, una alerta de inconsistencia o una clasificación automatizada puede orientar el control, pero la determinación concreta necesita explicar qué hechos fueron verificados, qué normas resultan aplicables y cómo se estableció el vínculo entre ambos elementos.

El derecho a la defensa exige que la persona conozca oportunamente el objeto de la actuación y disponga de una oportunidad real para aportar documentos, formular observaciones y cuestionar la información utilizada. La jurisprudencia interamericana refuerza la aplicación de garantías del debido proceso en actuaciones estatales capaces de afectar derechos (Corte Interamericana de Derechos Humanos, 2020). En un expediente digital, esa garantía se relaciona con la claridad de los periodos examinados, el acceso a los antecedentes y la certeza sobre los términos. La notificación electrónica, aunque rápida, requiere constancia verificable del contenido, la fecha de disponibilidad, el mecanismo utilizado y el inicio del plazo; de lo contrario, una falla de plataforma o un archivo inaccesible puede convertirse en un problema procesal (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017, 2018).

La protección de datos personales incorpora una exigencia adicional porque la fiscalización maneja información patrimonial, económica y transaccional. La Ley Orgánica de Protección de Datos Personales y su reglamento establecen criterios de finalidad, pertinencia, seguridad y responsabilidad que resultan relevantes cuando distintas bases se integran, se construyen perfiles de riesgo o se concentran registros en plataformas institucionales (Asamblea Nacional del Ecuador, 2021; Presidencia de la República del Ecuador, 2023). En términos comparados, la gobernanza de sistemas automatizados también resalta trazabilidad, explicabilidad y supervisión humana,

especialmente cuando una herramienta influye de manera significativa en una decisión pública (UNESCO, 2021).

La literatura sobre administración automatizada advierte que la opacidad tecnológica puede trasladar problemas tradicionales del procedimiento a una capa menos visible. El debido proceso tecnológico exige que la persona pueda identificar la base relevante de una decisión, corregir datos erróneos y obtener revisión por una autoridad responsable (Citron, 2008). La transparencia algorítmica, a su vez, no supone publicar indiscriminadamente todos los detalles técnicos, sino proporcionar información suficiente para evaluar legalidad, evidencia y razonabilidad de la decisión concreta (Coglianese & Lehr, 2019; Zalnieriute et al., 2019). En materia tributaria, los estudios sobre facturación y presentación electrónica confirman que la digitalización puede fortalecer la capacidad administrativa, aunque funciona mejor cuando se integra con reglas claras, confianza y mecanismos de control (Okunogbe & Pouliquen, 2022; Dom et al., 2022).

La investigación se justifica por la necesidad de articular estas dimensiones dentro del contexto ecuatoriano. Aunque el ordenamiento reconoce garantías generales y reglas sobre administración electrónica, persiste un espacio analítico respecto de cómo deben operar conjuntamente motivación, defensa, trazabilidad, notificación y protección de datos cuando la fiscalización se apoya en sistemas digitales. El objetivo general consistió en analizar las condiciones jurídicas que permiten desarrollar la fiscalización tributaria digital en Ecuador con respeto efectivo al debido proceso. Como objetivos específicos se establecieron identificar las garantías relevantes, examinar los riesgos procesales asociados con las principales etapas digitales y sistematizar criterios que permitan compatibilizar eficiencia de control y protección del contribuyente. Por tratarse de un análisis jurídico-documental, no se formuló una hipótesis estadística; la

proposición orientadora sostuvo que la legitimidad del control digital depende de verificabilidad, motivación, contradicción, trazabilidad y revisión efectiva.

Metodología

Se desarrolló un estudio jurídico de enfoque cualitativo, con diseño documental, alcance analítico y finalidad aplicada. El objeto de examen estuvo constituido por la relación entre fiscalización tributaria digital y garantías de debido proceso en Ecuador. La unidad de análisis no estuvo formada por contribuyentes ni expedientes individuales, sino por documentos normativos, decisiones jurisprudenciales, informes institucionales y trabajos académicos capaces de aportar criterios sobre control tributario, administración digital, motivación, defensa, trazabilidad, protección de datos y revisión de decisiones automatizadas o apoyadas en tecnología.

El corpus se delimitó mediante selección intencional de veinte fuentes verificables por su autoridad, pertinencia temática y contribución al problema. Se incorporaron siete instrumentos normativos ecuatorianos, dos decisiones jurisprudenciales, cinco documentos institucionales de alcance internacional y seis estudios académicos o empíricos. La selección privilegió materiales recientes entre 2021 y 2025, aunque se mantuvieron fuentes anteriores cuando resultaban indispensables por su carácter constitucional, procedimental o seminal en materia de debido proceso tecnológico. Esta decisión permitió conservar el marco jurídico vigente sin eliminar antecedentes necesarios para interpretar la transformación digital.

Entre las fuentes ecuatorianas se incluyeron la Constitución de la República, el Código Orgánico Administrativo, la Ley Orgánica para la Optimización y Eficiencia de Trámites Administrativos, la Ley Orgánica de Simplificación y Progresividad

Tributaria, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, la Ley Orgánica de Eficiencia Económica y Generación de Empleo y el Reglamento General a la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales. La dimensión jurisprudencial se integró con la Sentencia No. 1158-17-EP/21 de la Corte Constitucional y con el caso Petro Urrego vs. Colombia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos, por su utilidad para examinar motivación, garantías sancionadoras y revisión.

La dimensión comparada se completó con documentos de la OECD sobre transformación digital de las administraciones tributarias, el enfoque del Banco Mundial sobre innovaciones para el cumplimiento fiscal y la Recomendación de la UNESCO sobre ética de la inteligencia artificial. También se incorporaron trabajos empíricos sobre facturación electrónica, presentación electrónica y capacidad estatal, junto con literatura jurídica sobre debido proceso tecnológico, transparencia de sistemas automatizados y Estado de derecho. Estos materiales no se utilizaron para trasladar mecánicamente soluciones extranjeras a Ecuador, sino para contrastar riesgos y salvaguardas compatibles con el marco nacional.

La técnica principal fue el análisis de contenido jurídico mediante una matriz de extracción. Para cada documento se registraron año, tipo de fuente, ámbito, problema abordado y aportes a ocho categorías previamente definidas: competencia y legalidad, motivación o explicabilidad, defensa y contradicción, notificación y términos, trazabilidad documental, protección de datos, revisión o impugnación y eficiencia de la administración digital. La codificación se realizó en forma binaria para identificar presencia temática relevante, complementada con notas cualitativas para evitar interpretar la frecuencia como medida de importancia normativa.

El procedimiento comprendió cuatro momentos. Primero, se reconstruyó el argumento del documento base y se identificaron los núcleos jurídicos recurrentes. Segundo, se

amplió el marco de análisis con fuentes externas directamente relacionadas con transformación digital tributaria, gobernanza de datos y decisiones administrativas apoyadas en tecnología. Tercero, se clasificaron los riesgos según la etapa del procedimiento en la que pueden materializarse: detección de inconsistencias, notificación, conformación y acceso al expediente, decisión y revisión. Cuarto, se contrastaron esos riesgos con las garantías y salvaguardas reconocidas en el corpus.

Los resultados cuantitativos presentados corresponden exclusivamente a frecuencias descriptivas de la codificación documental y no representan prevalencias, tasas de incumplimiento ni efectos causales. La frecuencia indica cuántas fuentes del corpus aportaron de manera sustantiva a una categoría determinada. Del mismo modo, los recuentos por etapa procesal reflejan el número de riesgos identificados en la matriz analítica. Esta precisión fue necesaria para impedir que una síntesis documental se interprete como medición empírica de la conducta de contribuyentes o de la administración tributaria.

El análisis se efectuó con una hoja de codificación estructurada y procedimientos de revisión cruzada de consistencia entre categorías. No se aplicaron pruebas estadísticas inferenciales debido a la naturaleza jurídica y no probabilística del corpus. Los gráficos se construyeron a partir de los recuentos derivados de la matriz, mientras las tablas combinaron datos bibliográficos, clasificación de fuentes y síntesis de hallazgos. La interpretación siguió criterios de coherencia normativa, jerarquía de fuentes y correspondencia entre riesgo digital y garantía procesal.

En el plano ético, el estudio utilizó exclusivamente documentos públicos y literatura publicada, sin intervención sobre personas, datos personales identificables ni expedientes tributarios individuales. Por esa razón, no se requirió consentimiento informado ni manejo de información confidencial. Se mantuvo como criterio de

integridad la diferenciación entre hechos documentados, resultados de investigaciones externas y conclusiones derivadas del análisis, evitando atribuir a las fuentes afirmaciones que excedieran su alcance y sin generar datos tributarios inexistentes.

Resultados

El análisis del corpus permitió ordenar la evidencia en torno a la pregunta central: qué condiciones convierten la digitalización en una herramienta compatible con el debido proceso y qué circunstancias pueden transformar una ventaja operativa en un riesgo jurídico. Los hallazgos se presentan mediante cuatro tablas y cuatro gráficos intercalados. Los recuentos se refieren a documentos examinados y a categorías de análisis; no describen frecuencia real de vulneraciones ni desempeño estadístico de la administración tributaria.

La primera síntesis identifica la composición del corpus y el aporte concreto de cada fuente al problema de investigación. Esta clasificación permite distinguir el marco jurídico ecuatoriano de los referentes jurisprudenciales, técnicos y académicos utilizados para ampliar la interpretación sin sustituir las normas nacionales.

Tabla 1. Composición y aporte del corpus documental analizado

Fuente	Año	Tipo	Aporte principal
Constitución de la República del Ecuador	2008	Normativa ecuatoriana	Debido proceso, seguridad jurídica, defensa, protección de derechos y principios del régimen tributario.
Código Orgánico Administrativo	2017	Normativa ecuatoriana	Reglas de actuación administrativa, motivación, notificación, expediente y medios de impugnación.
Ley Orgánica para la Optimización y Eficiencia de Trámites Administrativos	2018	Normativa ecuatoriana	Simplificación, interoperabilidad y uso de medios administrativos electrónicos.
Ley Orgánica de Simplificación y Progresividad Tributaria	2019	Normativa ecuatoriana	Modernización y ajustes del sistema tributario vinculados con control y gestión.

Fuente	Año	Tipo	Aporte principal
Ley Orgánica de Protección de Datos Personales	2021	Normativa ecuatoriana	Finalidad, pertinencia, seguridad y derechos en el tratamiento de datos personales.
Ley Orgánica de Eficiencia Económica y Generación de Empleo	2023	Normativa ecuatoriana	Reformas tributarias y mecanismos de eficiencia en la gestión y cumplimiento.
Reglamento General a la LOPDP	2023	Normativa ecuatoriana	Desarrollo de obligaciones de seguridad, responsabilidad y gobernanza del tratamiento.
Sentencia No. 1158-17-EP/21	2021	Jurisprudencia	Parámetros de motivación suficiente y control de decisiones públicas.
Petro Urrego vs. Colombia	2020	Jurisprudencia	Garantías del debido proceso frente a potestades estatales de carácter sancionador.
Tax Administration 3.0	2020	Institucional internacional	Transformación digital de la administración tributaria e integración de procesos y datos.
Tax Administration 2022	2022	Institucional internacional	Comparación de capacidades, servicios digitales, datos y gestión tributaria.
Tax Administration 2025	2025	Institucional internacional	Evolución reciente de digitalización, analítica, servicios y administración de riesgos.
Innovations in Tax Compliance	2022	Institucional internacional	Cumplimiento, confianza, diseño institucional y adaptación de reformas tributarias.
Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence	2021	Institucional internacional	Transparencia, supervisión humana, trazabilidad, protección de datos y rendición de cuentas.
Digitalization to improve tax compliance	2022	Académica/empírica	Evidencia sobre facturación electrónica, información verificable y cumplimiento tributario.
Technology, taxation, and corruption	2022	Académica/empírica	Efectos de la presentación electrónica sobre interacción administrativa y riesgos de corrupción.
Does e-government improve government capacity?	2020	Académica/empírica	Asociaciones entre gobierno electrónico, costos de cumplimiento y capacidad estatal.
Technological due process	2008	Académica/jurídica	Garantías de conocimiento, corrección y revisión en sistemas administrativos automatizados.

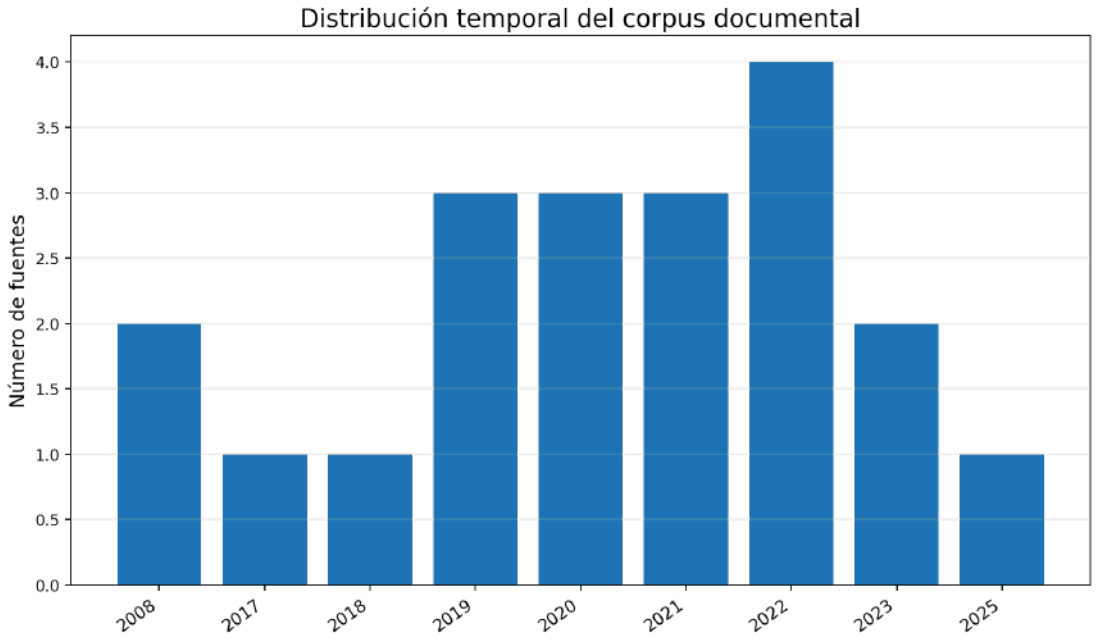
Fuente	Año	Tipo	Aporte principal
Transparency and algorithmic governance	2019	Académica/jurídica	Transparencia funcional y revisión de decisiones apoyadas en algoritmos.
The Rule of Law and Automation of Government Decision-Making	2019	Académica/jurídica	Estado de derecho, legalidad, control y responsabilidad en automatización pública.

Fuente: elaboración propia con base en las veinte fuentes incluidas en el corpus documental.

La composición del corpus refleja un predominio de fuentes recientes, pero conserva normas y trabajos anteriores indispensables para el sustento constitucional y conceptual. La presencia combinada de normas ecuatorianas, jurisprudencia, informes técnicos y literatura académica permitió evitar una lectura exclusivamente tecnológica o exclusivamente dogmática. La tabla muestra que la discusión sobre fiscalización digital no depende de un único cuerpo normativo, sino de la interacción entre potestad tributaria, procedimiento administrativo, protección de datos y criterios contemporáneos de gobernanza digital.

La distribución temporal permite observar el peso de la literatura reciente dentro del corpus, al mismo tiempo que evidencia la conservación de fuentes históricas necesarias para el fundamento constitucional y el concepto de debido proceso tecnológico.

Gráfico 1. Distribución temporal del corpus documental



Fuente: elaboración propia a partir del año de publicación o expedición de las fuentes analizadas.

El mayor agrupamiento de documentos se ubica entre 2020 y 2023, periodo en el que convergen reformas ecuatorianas de protección de datos, jurisprudencia sobre motivación, informes sobre administración tributaria digital y estudios empíricos de digitalización. Las fuentes de 2008, 2017, 2018 y 2019 se conservaron por su carácter estructural o seminal; por ello, la gráfica debe interpretarse como composición del corpus y no como una tendencia de producción científica exhaustiva.

La segunda matriz organiza las garantías y dimensiones que se repiten en el análisis, relacionando cada exigencia con el riesgo digital correspondiente y con el tipo de fuente que le proporciona sustento.

Tabla 2. Garantías del debido proceso y riesgos asociados con la fiscalización digital

Dimensión	Exigencia	Riesgo digital	Sustento documental
Competencia y legalidad	La herramienta tecnológica debe operar dentro de una potestad atribuida por norma y con finalidad tributaria legítima.	Automatizar actuaciones sin delimitar la base legal o extender el control más allá del objeto comunicado.	Constitución; COA; normativa tributaria; principios de Estado de derecho.
Motivación / explicabilidad	La decisión debe exponer hechos, norma aplicable y conexión argumentativa comprensible.	Tratar la alerta o salida del sistema como fundamento suficiente de una determinación o sanción.	Sentencia 1158-17-EP/21; literatura sobre transparencia y automatización.

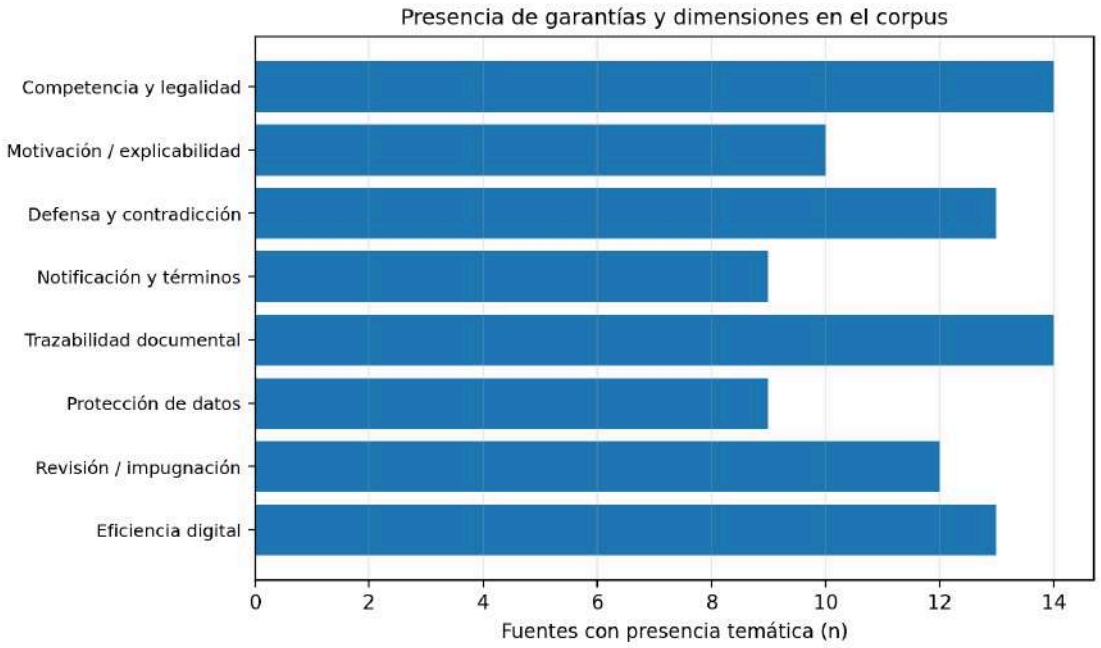
Dimensión	Exigencia	Riesgo digital	Sustento documental
Defensa y contradicción	Debe existir acceso oportuno a la observación, antecedentes y oportunidad real de responder.	Comunicar diferencias sin revelar datos relevantes o sin permitir aportar documentación correctiva.	Constitución; COA; Corte IDH; debido proceso tecnológico.
Notificación y términos	La comunicación electrónica debe permitir acreditar fecha, contenido, disponibilidad y comienzo del plazo.	Iniciar términos con registros ambiguos, archivos inaccesibles o fallas de plataforma no documentadas.	COA; normativa de trámites; estándares de trazabilidad.
Trazabilidad documental	El expediente debe reconstruir origen, incorporación, accesos, comunicaciones y cambios relevantes.	Fragmentación entre plataformas o ausencia de registros que impidan verificar qué información fue utilizada.	COA; gestión digital; OECD; principios de auditabilidad.
Protección de datos	El tratamiento debe observar finalidad, pertinencia, proporcionalidad, seguridad y control de acceso.	Concentrar o reutilizar información económica para fines incompatibles o sin salvaguardas suficientes.	LOPDP; Reglamento; UNESCO.
Revisión / impugnación	La persona debe disponer de vías efectivas para cuestionar hechos, interpretación y decisión.	Convertir la automatización en una barrera práctica para obtener revisión humana y corrección de errores.	COA; jurisprudencia; literatura de Estado de derecho.
Eficiencia digital	La tecnología debe reducir cargas y mejorar capacidad sin disminuir garantías.	Medir éxito únicamente por velocidad, recaudación o volumen de casos procesados.	Normativa de simplificación; OECD; evidencia empírica de digitalización.

Fuente: elaboración propia a partir de la Constitución, COA, LOPDP, jurisprudencia e instrumentos comparados incluidos en el corpus.

La codificación temática confirmó que la trazabilidad y la legalidad aparecen con una presencia especialmente amplia en el corpus, seguidas por defensa, eficiencia y revisión. La motivación y la protección de datos también ocupan un lugar significativo, aunque en fuentes de naturaleza distinta: la primera se concentra en jurisprudencia y literatura sobre decisiones públicas, mientras la segunda se desarrolla principalmente en normas de tratamiento de datos y marcos de gobernanza digital. La distribución apoya una lectura integrada del procedimiento, porque ninguna garantía aislada resuelve por sí sola los riesgos de una fiscalización apoyada en sistemas.

La frecuencia temática resume cuántas fuentes aportaron contenido sustantivo a cada categoría de la matriz. El recuento no establece jerarquías jurídicas, pero ayuda a reconocer qué dimensiones son transversales a distintos tipos de documentos.

Gráfico 2. Presencia de garantías y dimensiones en el corpus documental



Fuente: elaboración propia mediante codificación binaria de veinte fuentes; una fuente puede contribuir a más de una categoría.

La trazabilidad y la competencia o legalidad alcanzaron la mayor presencia documental, seguidas por defensa, eficiencia digital y revisión. La motivación, notificación y protección de datos mostraron frecuencias menores pero concentradas en fuentes de elevada relevancia jurídica. El resultado refuerza que la fiscalización digital debe analizarse como una cadena de garantías interdependientes y no como una discusión limitada a la exactitud del cruce de datos.

El análisis por etapas permitió trasladar las garantías generales a situaciones concretas del procedimiento. Se identificaron riesgos diferenciados desde la detección inicial hasta la impugnación, con salvaguardas específicas para cada momento.

Tabla 3. Riesgos procesales y salvaguardas por etapa de fiscalización tributaria digital

Etapa	Riesgos codificados (n)	Riesgos identificados	Salvaguarda principal
Detección de inconsistencias	4	Datos desactualizados; cruces sin contexto; falsos positivos; selección opaca.	Verificación previa, delimitación del objeto y separación entre alerta y decisión.
Notificación electrónica	5	Falla de acceso; fecha incierta; documento incompleto; canal	Constancia verificable del contenido, disponibilidad, acceso y contingencias técnicas.

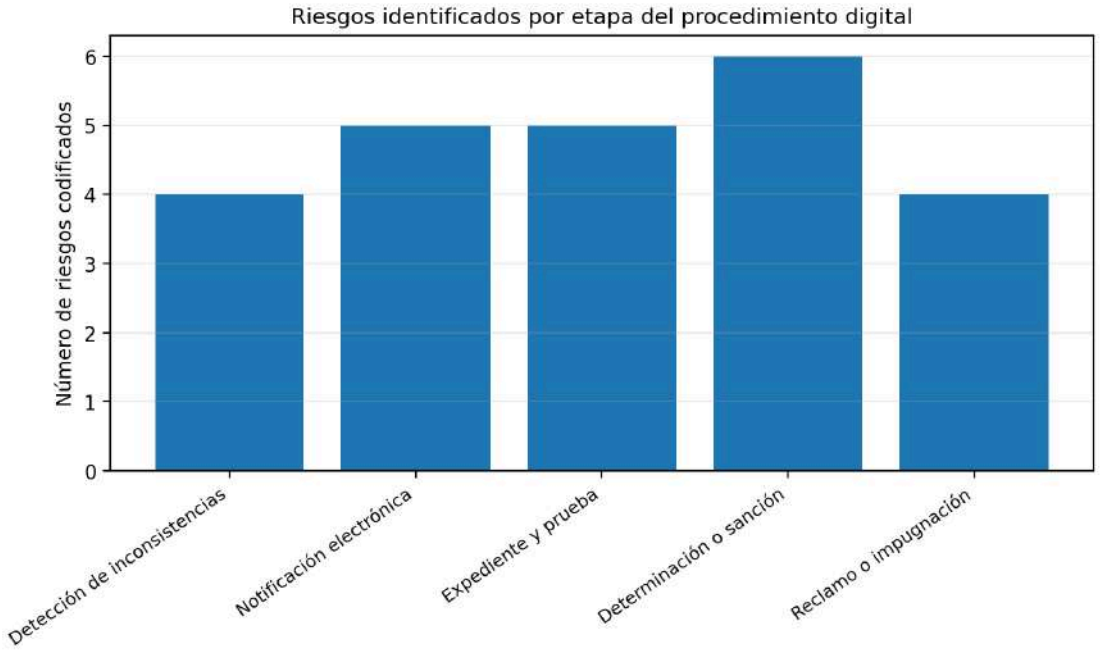
Etapa	Riesgos codificados (n)	Riesgos identificados	Salvaguarda principal
		defectuoso; cómputo dudoso del término.	
Expediente y prueba	5	Origen no identificado; documentos fragmentados; versiones divergentes; acceso tardío; falta de registro de aportes.	Integridad, orden, metadatos, disponibilidad y trazabilidad de incorporaciones.
Determinación o sanción	6	Automatismo; motivación aparente; norma incorrecta; dato no contrastado; ausencia de supervisión; falta de proporcionalidad.	Motivación individual, revisión humana responsable y correspondencia entre hechos y norma.
Reclamo o impugnación	4	Expediente incompleto; imposibilidad de reproducir cálculo; barrera técnica; revisión meramente formal.	Acceso completo, reproducibilidad, canal alternativo y revisión efectiva de hechos y derecho.

Fuente: elaboración propia a partir de la matriz de análisis documental.

La clasificación por etapas evidencia que el mayor número de riesgos analíticos se concentra en el momento de la decisión, seguido por la notificación y la gestión de la prueba. Este patrón no significa que tales problemas ocurran con mayor frecuencia en la práctica, sino que esas etapas acumulan más puntos de posible afectación jurídica dentro de la matriz. La decisión concentra el tránsito desde un dato o alerta hacia un efecto tributario concreto, mientras la notificación y el expediente determinan si el contribuyente puede comprender y controvertir oportunamente el contenido de la actuación.

El recuento de riesgos por etapa permite visualizar dónde se concentran los puntos de control procedimental dentro de la matriz construida. La lectura es analítica y no representa frecuencia real de incidentes administrativos.

Gráfico 3. Riesgos identificados por etapa del procedimiento digital



Fuente: elaboración propia con base en los riesgos enumerados en la Tabla 3.

La determinación o sanción reúne seis riesgos codificados porque concentra la conversión de información digital en una consecuencia jurídica individual. Notificación y expediente reúnen cinco riesgos cada una debido a su incidencia directa en términos, conocimiento oportuno y disponibilidad probatoria. La detección y la revisión presentan cuatro riesgos cada una, asociados respectivamente con la calidad del dato y con la posibilidad de reproducir y corregir el razonamiento administrativo.

La cuarta tabla sintetiza la evidencia externa utilizada para contrastar el marco ecuatoriano. El propósito no fue importar modelos completos, sino identificar hallazgos que ayuden a interpretar la relación entre digitalización, capacidad administrativa, transparencia y garantías.

Tabla 4. Síntesis comparada de evidencia externa relevante para la fiscalización digital

Fuente	Enfoque	Hallazgo o aporte	Implicación para el análisis
OECD, 2020	Transformación digital tributaria	Propone una administración integrada con procesos y datos digitales.	La integración tecnológica requiere gobernanza, trazabilidad y diseño centrado en el ciclo de cumplimiento.

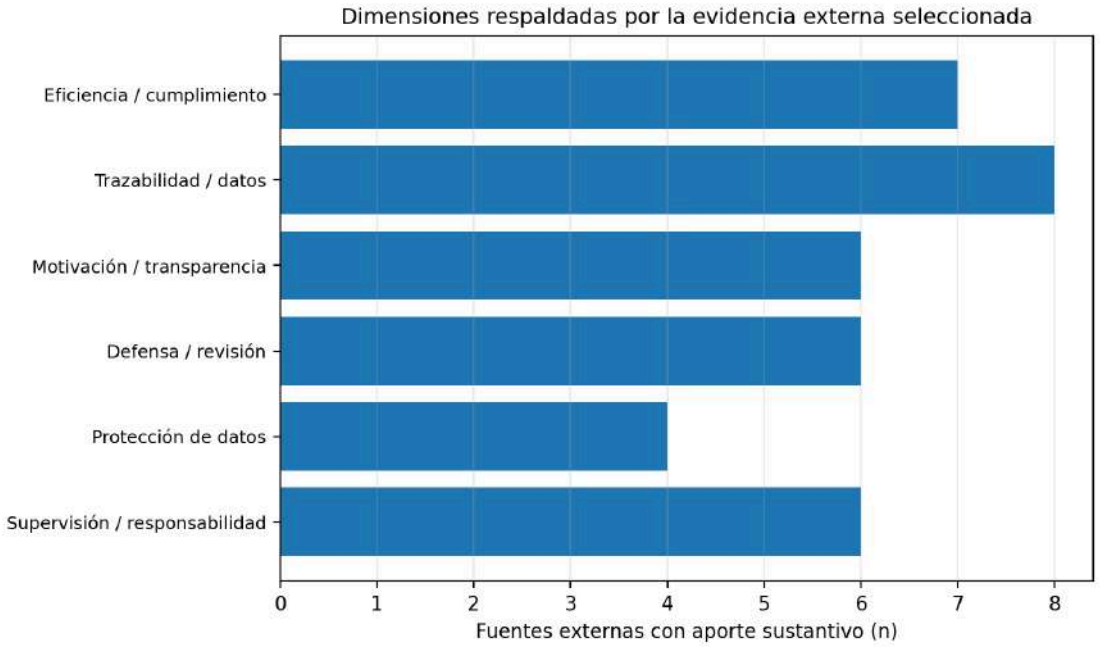
Fuente	Enfoque	Hallazgo o aporte	Implicación para el análisis
OECD, 2022	Administración tributaria comparada	Documenta expansión de servicios digitales y uso de datos en administraciones tributarias.	La madurez digital debe acompañarse por controles institucionales y calidad de información.
OECD, 2025	Administración tributaria comparada	Actualiza tendencias de administración tributaria, autoservicio digital e incorporación acelerada de inteligencia artificial.	La modernización amplía eficiencia y servicios, pero incrementa la necesidad de gobernanza, supervisión y trazabilidad de sistemas.
Dom et al., 2022	Reforma y cumplimiento tributario	Relaciona capacidad administrativa con confianza, incentivos y diseño de reformas.	La tecnología funciona mejor cuando se integra con instituciones y estrategias de cumplimiento legítimas.
Bellon et al., 2022	Facturación electrónica	Muestra que la digitalización puede fortalecer información de terceros y cumplimiento.	El valor de los datos aumenta cuando son verificables y se incorporan a procesos de control consistentes.
Okunogbe & Pouliquen, 2022	Presentación electrónica	Examina la reducción de interacciones presenciales y sus efectos sobre la administración tributaria.	Digitalizar puede reducir fricciones, pero requiere canales accesibles y reglas claras.
Kochanova et al., 2020	Gobierno electrónico	Encuentra asociaciones entre adopción digital, capacidad estatal y costos de cumplimiento.	La eficiencia no elimina la necesidad de controles procedimentales y calidad institucional.
UNESCO, 2021	Ética de sistemas de IA	Destaca transparencia, supervisión humana, auditabilidad y protección de datos.	Estos criterios son útiles cuando la fiscalización incorpora clasificación o analítica automatizada.
Citron, 2008	Debido proceso tecnológico	Plantea garantías frente a decisiones administrativas mediadas por sistemas informáticos.	Debe ser posible conocer, corregir y revisar la base de una decisión que afecta derechos.
Coglianese & Lehr, 2019	Gobernanza algorítmica	Distingue transparencia útil de divulgación técnica indiscriminada.	La explicación debe permitir control de legalidad y comprensión de la decisión concreta.
Zalnieriute et al., 2019	Estado de derecho y automatización	Examina legalidad, responsabilidad y revisión de decisiones públicas automatizadas.	La automatización debe mantener autoridad responsable y mecanismos efectivos de control.

Fuente: elaboración propia con base en OECD (2020, 2022, 2025), Dom et al. (2022), Bellon et al. (2022), Okunogbe y Pouliquen (2022), Kochanova et al. (2020), UNESCO (2021), Citron (2008), Coglianese y Lehr (2019) y Zalnieriute et al. (2019).

La evidencia externa converge en dos direcciones complementarias. Por un lado, la digitalización puede mejorar disponibilidad de información, reducir costos operativos y fortalecer la gestión de riesgos; por otro, los marcos de administración pública y Estado de derecho insisten en que la legitimidad de una decisión depende de su revisabilidad, transparencia suficiente y atribución de responsabilidad. La combinación de ambas perspectivas evita asumir que la eficiencia y el debido proceso compiten necesariamente: el problema surge cuando la primera se persigue mediante procedimientos que hacen imposible verificar el dato, conocer la razón de la actuación o cuestionar el resultado.

Finalmente, la codificación de las once fuentes externas muestra cuáles dimensiones reciben respaldo comparado más frecuente. Este recuento complementa la tabla anterior al distinguir el tipo de contribución que esas fuentes realizan al problema ecuatoriano.

Gráfico 4. Dimensiones respaldadas por la evidencia externa seleccionada



Fuente: elaboración propia mediante codificación temática de once fuentes externas incluidas en la Tabla 4.

La trazabilidad y la gobernanza de datos constituyen la dimensión más reiterada entre las fuentes externas, seguida por eficiencia o cumplimiento. La motivación, la defensa,

la revisión y la responsabilidad humana aparecen con una presencia relevante, lo que muestra que la literatura contemporánea no trata la digitalización como un proceso exclusivamente técnico. La protección de datos presenta una frecuencia menor porque se concentra en fuentes especializadas, aunque su carácter normativo en Ecuador le otorga un peso jurídico que no depende de la cantidad de documentos que la mencionan. En síntesis, los resultados documentales permiten identificar un estándar funcional para la fiscalización tributaria digital: la tecnología puede seleccionar, ordenar y contrastar información, pero la consecuencia tributaria individual debe estar sostenida por una autoridad competente, hechos verificables, motivación jurídica, acceso a antecedentes, trazabilidad del expediente, protección de datos y vías de revisión. El análisis no encontró fundamento para considerar que la digitalización reduzca la intensidad de esas garantías; por el contrario, la dependencia de registros y plataformas hace necesario que los mecanismos de constancia y explicación sean más robustos.

Discusión

Los hallazgos confirman que el principal desafío de la fiscalización tributaria digital no consiste en decidir si la administración debe utilizar tecnología, sino en establecer bajo qué condiciones esa tecnología se integra válidamente al procedimiento. La transformación digital amplía la capacidad de detectar diferencias y administrar información, pero también desplaza parte de la actividad hacia capas técnicas que pueden resultar poco visibles para el contribuyente. En este punto, la coincidencia entre el marco ecuatoriano y la literatura comparada es clara: el sistema puede apoyar la decisión, pero la responsabilidad jurídica sigue perteneciendo a la autoridad que la

adopta y debe expresarse en un acto motivado y revisable (Corte Constitucional del Ecuador, 2021; OECD, 2025).

Esta conclusión matiza una visión puramente instrumental de la fiscalización. Si la eficiencia se mide únicamente mediante rapidez, reducción de costos o capacidad de procesar más registros, existe el riesgo de considerar exitoso un procedimiento que no permite reconstruir por qué se seleccionó un caso, qué datos fueron utilizados o cómo se descartaron explicaciones alternativas. Los documentos de la OECD muestran que la evolución de las administraciones tributarias se orienta hacia ecosistemas de datos y servicios integrados, mientras la literatura de capacidad estatal indica que la digitalización puede generar beneficios reales (OECD, 2020, 2022; Kochanova et al., 2020). El aporte jurídico consiste en agregar un criterio de calidad procesal a esa evaluación.

La distinción entre alerta y decisión resulta especialmente relevante. Los sistemas de riesgo pueden organizar grandes volúmenes de información y priorizar recursos, pero un puntaje, cruce o señal no contiene necesariamente la explicación jurídica suficiente para producir un efecto individual. Esta diferencia coincide con la teoría del debido proceso tecnológico, que advierte sobre la posibilidad de que decisiones administrativas aparentemente objetivas oculten errores de datos, reglas de procesamiento o supuestos no examinados (Citron, 2008). En el ámbito tributario, ello obliga a contrastar la inconsistencia y a documentar las razones por las que una determinada explicación del contribuyente se acepta o se rechaza.

La motivación aparece así como puente entre infraestructura digital y legalidad. La Sentencia No. 1158-17-EP/21 aporta un criterio útil porque exige una estructura argumentativa que no se satisface con afirmaciones conclusivas. Trasladado al control tributario, un acto que se limite a indicar que “el sistema detectó una diferencia” no

permite conocer el razonamiento que conecta la información con la obligación exigida. La explicación debe identificar el periodo, la operación relevante, la norma utilizada y la forma en que se trató la documentación incorporada al expediente. Este estándar no requiere revelar código fuente ni criterios sensibles de gestión de riesgos cuando ello no sea pertinente, pero sí exige explicar el caso concreto (Coglianese & Lehr, 2019).

La transparencia funcional es preferible a una concepción absoluta de transparencia técnica. En ciertos contextos, revelar todos los criterios de selección podría afectar la eficacia del control o facilitar estrategias de evasión; sin embargo, esa reserva no puede extenderse hasta impedir que una persona comprenda la actuación que produce efectos sobre su situación tributaria. Zalnieriute et al. (2019) muestran que el Estado de derecho frente a la automatización exige mecanismos de responsabilidad y revisión, no necesariamente una apertura irrestricta de cada componente técnico. Para la fiscalización ecuatoriana, esto significa separar la confidencialidad legítima de ciertos parámetros operativos de la obligación de motivar cada determinación o sanción.

La defensa depende de la calidad de la información disponible. Una respuesta efectiva solo es posible cuando la observación está delimitada y el expediente contiene los antecedentes que sostienen la diferencia. La jurisprudencia interamericana ha consolidado la necesidad de garantías en actuaciones estatales que pueden desembocar en sanciones o afectaciones relevantes (Corte Interamericana de Derechos Humanos, 2020). En un entorno digital, esa garantía se materializa mediante acceso oportuno, formatos legibles, disponibilidad de documentos y posibilidad de aportar evidencia dentro del término. Por ello, la accesibilidad tecnológica debe considerarse parte del procedimiento y no un asunto meramente operativo.

La notificación electrónica ilustra de manera directa esa interdependencia. Su ventaja es evidente cuando permite comunicación rápida y registro automático, pero su valor

jurídico depende de la calidad de la constancia. El Código Orgánico Administrativo y la normativa sobre eficiencia de trámites permiten entender que el uso de medios electrónicos debe facilitar la relación administrativa, no generar incertidumbre sobre el momento en que comienza un término (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017, 2018). Una plataforma que registra únicamente un evento genérico de envío, sin permitir identificar el documento, la fecha de disponibilidad o una incidencia técnica, debilita la posibilidad de reconstruir el procedimiento.

La trazabilidad, por tanto, no es un requisito accesorio. En un expediente de papel, la secuencia de documentos puede observarse físicamente; en un entorno digital, esa continuidad depende de metadatos, registros de incorporación, versiones, accesos y comunicaciones. Los hallazgos documentales situaron esta dimensión entre las más recurrentes porque conecta varias garantías a la vez. Sirve para verificar una notificación, demostrar la presentación oportuna de un escrito, identificar la versión de un documento y conocer qué información estaba disponible al momento de decidir. Además, permite que una autoridad revisora reproduzca el itinerario del caso sin depender de explicaciones posteriores.

La protección de datos introduce límites sustantivos al uso de la información. La administración tributaria tiene competencias legítimas para tratar datos necesarios para sus funciones, pero la existencia de una finalidad pública no convierte cualquier tratamiento en ilimitado. La LOPDP y su reglamento exigen condiciones de finalidad, pertinencia, seguridad y responsabilidad que adquieren mayor importancia cuando distintas bases se integran en perfiles o modelos de riesgo (Asamblea Nacional del Ecuador, 2021; Presidencia de la República del Ecuador, 2023). La discusión no debe reducirse a confidencialidad: también importa la calidad del dato, su actualización, la proporcionalidad del tratamiento y la posibilidad de corregir información errónea.

Los principios de la UNESCO sobre ética de la inteligencia artificial son útiles como referencia comparada cuando la administración incorpora analítica avanzada, aunque no sustituyen la normativa ecuatoriana (UNESCO, 2021). La supervisión humana, la trazabilidad y la rendición de cuentas contribuyen a evitar que una herramienta de clasificación se convierta en una autoridad de facto. En fiscalización tributaria, la supervisión humana no debe entenderse como una firma formal al final del proceso, sino como capacidad real de revisar los datos, apartarse de la recomendación tecnológica cuando existen razones y asumir responsabilidad por la decisión emitida.

Los estudios empíricos incluidos muestran que la digitalización puede fortalecer la capacidad de cumplimiento. Bellon et al. (2022) evidencian el valor de la facturación electrónica para producir información verificable que puede apoyar la administración del IVA, mientras Okunogbe y Pouliquen (2022) examinan cómo la presentación electrónica modifica la interacción entre contribuyentes y administración. Estos resultados apoyan la utilidad de las herramientas digitales, pero no autorizan a extrapolar automáticamente sus efectos a cualquier diseño institucional. El desempeño depende de calidad de datos, accesibilidad, reglas de operación y mecanismos de resolución de controversias.

La comparación con el enfoque del Banco Mundial también permite advertir que el cumplimiento tributario no es una función exclusivamente tecnológica. Dom et al. (2022) relacionan las reformas con confianza, incentivos, capacidad administrativa y adaptación al contexto. En consecuencia, una fiscalización digital que produzca decisiones difíciles de comprender o impugnar puede deteriorar la legitimidad aun cuando aumente la velocidad del control. El debido proceso posee entonces una dimensión instrumental adicional: además de proteger derechos, puede contribuir a la

aceptación de la administración al mostrar que el uso intensivo de datos está sometido a reglas y controles.

La normativa ecuatoriana ofrece piezas suficientes para construir este estándar, aunque se encuentran distribuidas en cuerpos distintos. La Constitución aporta seguridad jurídica, defensa y debido proceso; el COA organiza la actuación administrativa; la legislación de trámites impulsa la digitalización; la normativa tributaria define competencias y mecanismos de gestión; y la LOPDP regula el tratamiento de información personal. El desafío consiste en evitar interpretaciones fragmentadas. Una actuación tributaria digital no debería evaluarse únicamente desde la ley tributaria, porque su validez también depende del procedimiento administrativo y de la gobernanza de los datos utilizados.

La frecuencia temática obtenida en la matriz no debe confundirse con jerarquía. Que una garantía aparezca en menos documentos no significa que tenga menor importancia. La motivación, por ejemplo, puede concentrarse en menos fuentes que la eficiencia, pero posee un peso jurídico determinante cuando se emite una decisión individual. De igual manera, la protección de datos puede no ser el objeto central de un informe tributario y, sin embargo, constituir un límite vinculante cuando se integran registros económicos. La utilidad del recuento fue mostrar la transversalidad de ciertas categorías y localizar cuáles requieren un diálogo más intenso entre disciplinas.

El análisis por etapas permite formular implicaciones prácticas. En la detección, conviene asegurar calidad del dato y evitar que la selección equivalga a culpabilidad. En la notificación, el objetivo debe ser generar una constancia completa y comprensible. En el expediente, la prioridad es preservar integridad y acceso. En la decisión, el punto central es la motivación individual y la supervisión responsable. En la revisión, la autoridad debe poder reproducir el caso y corregir tanto errores jurídicos como técnicos.

Esta secuencia convierte el debido proceso en un criterio de diseño del sistema y no únicamente en una defensa posterior frente a una decisión ya tomada.

También surgen implicaciones para la arquitectura tecnológica. Un sistema compatible con el debido proceso debería registrar de manera consistente las fuentes de datos utilizadas, los cambios relevantes, la fecha de generación de alertas y las actuaciones posteriores. No se trata de exigir que todo componente sea visible al contribuyente, sino de garantizar que exista una huella auditiva suficiente para que la administración y los órganos de revisión puedan reconstruir el caso. La trazabilidad técnica fortalece la motivación porque permite comprobar los hechos y fortalece la defensa porque facilita identificar dónde se originó una diferencia.

La interoperabilidad merece una consideración similar. Integrar bases puede reducir solicitudes repetitivas de documentos y simplificar trámites, como pretende la normativa de eficiencia administrativa, pero también puede propagar errores entre sistemas. Un dato incorrecto replicado automáticamente puede adquirir una apariencia de certeza por aparecer en múltiples registros. Por ello, la interoperabilidad debe acompañarse de mecanismos de calidad, identificación de origen y corrección. Este punto conecta directamente con la LOPDP y con la lógica de debido proceso tecnológico: el administrado necesita una vía para cuestionar el dato cuando este se convierte en fundamento de una actuación.

La posibilidad de contingencias tecnológicas exige reglas claras. Una indisponibilidad temporal, un archivo corrupto o una falla de autenticación puede afectar el ejercicio de defensa si ocurre cerca del vencimiento de un plazo. El análisis del corpus muestra que la trazabilidad de incidentes debe formar parte del diseño procesal. La administración necesita registros que permitan verificar la incidencia y mecanismos alternativos que eviten que el contribuyente soporte íntegramente el riesgo de una plataforma pública.

Esta solución es compatible con la finalidad de simplificación porque preserva la validez del canal digital sin convertirlo en una barrera absoluta.

En relación con la automatización, la literatura jurídica aconseja distinguir diferentes niveles de intervención tecnológica. No presenta el mismo riesgo un sistema que ordena documentos que uno que recomienda una clasificación de riesgo, ni este último es equivalente a una herramienta que genera directamente una propuesta de liquidación. Cuanto mayor sea la influencia del sistema sobre el resultado, mayor debe ser la capacidad de auditoría, explicación y revisión humana. Esta gradación permite aplicar proporcionalmente los controles y evita tanto la prohibición indiscriminada de tecnología como la aceptación acrítica de cualquier nivel de automatización.

La novedad del análisis reside en integrar estas dimensiones dentro de una matriz procesal específica para la fiscalización tributaria digital ecuatoriana. El documento base ya señalaba la importancia de motivación, defensa, trazabilidad y protección de información; la ampliación documental permite mostrar que esos elementos no son preocupaciones aisladas, sino componentes de un mismo modelo de gobernanza. La evidencia comparada sobre digitalización tributaria aporta razones para mantener y mejorar la tecnología, mientras la doctrina sobre automatización explica por qué la eficiencia debe estar acompañada de procedimientos revisables.

Entre las fortalezas se encuentra la utilización conjunta de fuentes primarias ecuatorianas, jurisprudencia y evidencia comparada. Esta combinación permite formular conclusiones vinculadas con el ordenamiento nacional y, al mismo tiempo, contrastarlas con experiencias de transformación digital. Otra fortaleza es la separación expresa entre frecuencias documentales y datos empíricos de cumplimiento, lo que reduce el riesgo de presentar como estadística tributaria aquello que en realidad corresponde a una síntesis

jurídica. Asimismo, el enfoque por etapas facilita trasladar los hallazgos a decisiones de diseño de procedimiento y de gestión de expedientes.

Las limitaciones derivan de la naturaleza documental. No se analizaron expedientes tributarios reales, registros de incidencias de plataformas, tiempos de resolución ni percepciones de contribuyentes, por lo que no es posible estimar la frecuencia efectiva de los riesgos identificados. Tampoco se evaluó un algoritmo concreto ni se realizó auditoría técnica de sistemas del Servicio de Rentas Internas. En consecuencia, los resultados permiten definir criterios jurídicos y preguntas de control, pero no afirmar que una determinada herramienta ecuatoriana incumpla o cumpla tales estándares sin un examen específico.

Estas limitaciones abren líneas de investigación. Resultaría pertinente analizar muestras anonimizadas de expedientes digitales para estudiar calidad de motivación, integridad de metadatos y tiempos de acceso a la información; también podría evaluarse la experiencia del contribuyente con notificaciones y contingencias técnicas. Si se utilizan sistemas de riesgo avanzados, una línea adicional consistiría en diseñar protocolos de auditoría algorítmica compatibles con la reserva tributaria y la protección de datos. La investigación futura debería conservar la distinción entre transparencia necesaria para el control jurídico y divulgación que pueda comprometer legítimamente estrategias de fiscalización.

En términos de política pública, el equilibrio identificado no exige desacelerar la transformación digital. Más bien propone orientar la innovación hacia sistemas que produzcan mejores registros, explicaciones y mecanismos de revisión. La tecnología puede convertirse en aliada del debido proceso cuando facilita acceso remoto al expediente, conserva huellas de auditoría, reduce pérdida de documentos y permite comprobar con precisión la secuencia de actuaciones. El conflicto aparece únicamente

cuando la automatización elimina contexto, dificulta la contradicción o transforma decisiones probabilísticas en consecuencias jurídicas sin intervención responsable.

Por último, el análisis permite sostener que la seguridad jurídica en la fiscalización digital depende menos del soporte material del expediente y más de la capacidad para comprender y reconstruir el procedimiento. El paso del papel a plataformas modifica la evidencia disponible, pero no la necesidad de que el contribuyente sepa qué se le atribuye, por qué, con base en qué información y mediante qué vías puede cuestionarlo. La combinación de competencia, motivación, defensa, trazabilidad, protección de datos y revisión ofrece un estándar coherente para evaluar la legitimidad de nuevas herramientas sin impedir su desarrollo.

El principio de proporcionalidad también ofrece un criterio útil para calibrar la intensidad de las salvaguardas. No toda herramienta digital plantea el mismo nivel de riesgo: una función de archivo o búsqueda tiene consecuencias distintas de un modelo que prioriza contribuyentes o propone ajustes. Cuando la influencia tecnológica sobre la decisión aumenta, resulta razonable exigir mayor documentación del funcionamiento relevante, mejores controles de calidad, supervisión humana más sustantiva y vías de revisión capaces de cuestionar tanto el dato como el razonamiento. Esta aproximación evita respuestas binarias y permite alinear innovación con riesgo jurídico concreto.

La accesibilidad completa el marco porque un procedimiento formalmente disponible puede resultar inefectivo si el canal digital impide comprender o ejercer derechos. La simplificación administrativa debe considerar formatos legibles, mecanismos de contingencia y alternativas razonables cuando existen problemas técnicos. Esta dimensión no contradice la digitalización; por el contrario, la fortalece al reducir la probabilidad de que una falla de acceso se convierta en controversia sobre plazos o indefensión. En términos de diseño, la mejor tecnología para una administración de

derechos no es solo la que procesa más rápido, sino la que permite demostrar con claridad qué ocurrió en cada etapa y cómo puede corregirse un error.

Conclusiones

La fiscalización tributaria digital puede fortalecer la capacidad de control en Ecuador sin afectar el debido proceso cuando la tecnología se utiliza como soporte de una actuación jurídicamente atribuida y no como sustituto de la decisión administrativa. El análisis permite concluir que la eficiencia, los cruces de información y la automatización de tareas poseen valor legítimo siempre que la consecuencia tributaria concreta se fundamente en hechos verificables, normas aplicables y una explicación comprensible.

La motivación constituye una garantía central porque transforma el resultado técnico en una decisión jurídicamente controlable. Una alerta, diferencia o clasificación de riesgo puede iniciar una revisión, pero no basta para sostener por sí sola una determinación o sanción. La autoridad debe individualizar el caso, identificar la información considerada, explicar la relación entre los datos y la norma, y dejar constancia de la valoración efectuada sobre los documentos aportados.

El derecho a la defensa requiere acceso oportuno al objeto de la fiscalización, a los periodos revisados y a los antecedentes incorporados al expediente. La notificación electrónica solo cumple adecuadamente su función cuando permite acreditar contenido, fecha, disponibilidad y comienzo de los términos. Las contingencias tecnológicas deben ser registrables y contar con respuestas procedimentales que impidan que una falla de plataforma se convierta en una pérdida automática de oportunidades de contradicción o impugnación.

La trazabilidad documental es una condición estructural del expediente tributario digital. El origen de los datos, la fecha de incorporación, las versiones de archivos, las comunicaciones y los accesos relevantes deben poder reconstruirse, ya que esa información sostiene simultáneamente la motivación, la defensa y la revisión. La protección de datos complementa este estándar mediante exigencias de finalidad, pertinencia, seguridad y responsabilidad en el tratamiento de información económica, patrimonial y transaccional.

La revisión documental también confirma que la transformación digital puede producir beneficios de cumplimiento y capacidad administrativa, pero tales beneficios dependen del diseño institucional. La confianza en una fiscalización intensiva en datos aumenta cuando la persona puede comprender la actuación, corregir información errónea y obtener revisión efectiva. Por ello, la supervisión humana y la responsabilidad de la autoridad adquieren mayor importancia a medida que crece la influencia de sistemas de clasificación o análisis automatizado.

El aporte principal consiste en proponer una lectura integrada del control tributario digital: competencia y legalidad delimitan el poder; la motivación explica su ejercicio; la defensa y la notificación permiten contradicción; la trazabilidad preserva la historia del procedimiento; la protección de datos limita el tratamiento de información; y la revisión permite corregir errores. Futuras investigaciones pueden aplicar este marco a expedientes reales, incidentes de plataformas y herramientas específicas de análisis de riesgo, con el fin de medir cómo estas garantías operan en la práctica sin desnaturalizar las ventajas de la administración digital.

Referencias Bibliográficas

Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial 449, 20 de octubre de 2008.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). Código Orgánico Administrativo. Registro Oficial Segundo Suplemento 31, 7 de julio de 2017.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2018). Ley Orgánica para la Optimización y Eficiencia de Trámites Administrativos. Registro Oficial Suplemento 353, 23 de octubre de 2018.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2019). Ley Orgánica de Simplificación y Progresividad Tributaria. Registro Oficial Suplemento 111, 31 de diciembre de 2019.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2021). Ley Orgánica de Protección de Datos Personales. Registro Oficial Quinto Suplemento 459, 26 de mayo de 2021.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2023). Ley Orgánica de Eficiencia Económica y Generación de Empleo. Registro Oficial Suplemento 461, 20 de diciembre de 2023.

Bellon, M., Dabla-Norris, E., Khalid, S., & Lima, F. (2022). Digitalization to improve tax compliance: Evidence from VAT e-Invoicing in Peru. Journal of Public Economics, 210, 104661. https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2022.104661

Citron, D. K. (2008). Technological due process. Washington University Law Review, 85(6), 1249-1313.

Coglianese, C., & Lehr, D. (2019). Transparency and algorithmic governance. Administrative Law Review, 71(1), 1-56.

Corte Constitucional del Ecuador. (2021). Sentencia No. 1158-17-EP/21, 20 de octubre de 2021.

Corte Interamericana de Derechos Humanos. (2020). Caso Petro Urrego vs. Colombia. Excepciones preliminares, fondo, reparaciones y costas. Sentencia de 8 de julio de 2020. Serie C No. 406.

Dom, R., Custers, A., Davenport, S., & Prichard, W. (2022). Innovations in tax compliance: Building trust, navigating politics, and tailoring reform. World Bank. https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1755-7

Kochanova, A., Hasnain, Z., & Larson, B. (2020). Does e-government improve government capacity? Evidence from tax compliance costs, tax revenue, and public procurement competitiveness. The World Bank Economic Review, 34(1), 101-120. https://doi.org/10.1093/wber/lhx024

OECD. (2020). Tax Administration 3.0: The digital transformation of tax administration. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/ca274cc5-en

OECD. (2022). Tax Administration 2022: Comparative information on OECD and other advanced and emerging economies. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/1e797131-en

OECD. (2025). Tax Administration 2025: Comparative information on OECD and other advanced and emerging economies. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/cc015ce8-en

Okunogbe, O., & Pouliquen, V. (2022). Technology, taxation, and corruption: Evidence from the introduction of electronic tax filing. American Economic Journal: Economic Policy, 14(1), 341-372. https://doi.org/10.1257/pol.20200123

Presidencia de la República del Ecuador. (2023). Reglamento General a la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales. Decreto Ejecutivo 904. Registro Oficial Tercer Suplemento 435, 13 de noviembre de 2023.

UNESCO. (2021). Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence. UNESCO.

Zalnieriute, M., Moses, L. B., & Williams, G. (2019). The rule of law and automation of government decision-making. The Modern Law Review, 82(3), 425-455. https://doi.org/10.1111/1468-2230.12412

Ecografía pulmonar en emergencias valor diagnóstico frente a la radiografía de tórax en la identificación temprana del edema agudo de pulmón en pacientes atendidos en emergencia.

Lung ultrasound in emergencies: diagnostic value compared with chest radiography for early identification of acute pulmonary edema in emergency patients.

Ultrassonografia pulmonar em emergências: valor diagnóstico comparado à radiografia de tórax na identificação precoce do edema pulmonar agudo em pacientes de emergência.

Erick Washington Balladares Giler
Universidad de Guayaquil
Ecuador
erickballadares11@hotmail.com
https://orcid.org/0009-0001-4617-8993

Forma de citación en APA, séptima edición.

Balladares, E. (2026). *Ecografía pulmonar en emergencias valor diagnóstico frente a la radiografía de tórax en la identificación temprana del edema agudo de pulmón en pacientes atendidos en emergencia*. Revista Ibero Research, 1(7), 259 - 300.

Fecha de presentación: 01/09/2026 **Fecha de aceptación:** 03/09/2026 **Fecha de publicación:** 04/09/2026

Resumen

El edema agudo de pulmón constituye una causa crítica de disnea cuyo reconocimiento temprano condiciona la oportunidad terapéutica en emergencia. El objetivo fue analizar el valor diagnóstico de la ecografía pulmonar frente a la radiografía de tórax para la identificación temprana del edema agudo de pulmón en pacientes atendidos en servicios de emergencia. Se realizó una revisión narrativa estructurada de literatura biomédica, con búsqueda y verificación en PubMed/MEDLINE, Cochrane Library y documentos de consenso, priorizando estudios comparativos, metaanálisis y guías clínicas. La evidencia mostró una sensibilidad consistentemente mayor de la ecografía pulmonar, con estimaciones comparativas de 88,0% frente a 73,0% y de 91,8% frente a 76,5%, mientras la especificidad fue generalmente comparable y dependiente del contexto clínico. Los estudios recientes confirmaron ventajas de rapidez a pie de cama y capacidad de exclusión, aunque las líneas B permanecen inespecíficas y dependientes del operador. Se concluye que la ecografía pulmonar posee alto valor para la evaluación inicial y debe integrarse con clínica, ecocardiografía, biomarcadores y radiografía cuando aporte información anatómica adicional.

Palabras clave: líneas B; insuficiencia cardiaca aguda; disnea; ultrasonografía a pie de cama; congestión pulmonar.

Abstract

Acute pulmonary edema is a critical cause of dyspnea in which early recognition determines timely treatment in the emergency setting. The objective was to analyze the diagnostic value of lung ultrasound compared with chest radiography for the early identification of acute pulmonary edema in patients treated in emergency departments. A structured narrative review of biomedical literature was conducted, with search and verification in PubMed/MEDLINE, the Cochrane Library, and consensus documents, prioritizing comparative studies, meta-analyses, and clinical guidelines. The evidence showed consistently higher sensitivity for lung ultrasound, with comparative estimates of 88.0% versus 73.0% and 91.8% versus 76.5%, while specificity was generally comparable and dependent on the clinical context. Recent studies confirmed advantages in bedside speed and rule-out capability, although B-lines remain nonspecific and operator dependent. It is concluded that lung ultrasound has high value for initial assessment and should be integrated with clinical evaluation, echocardiography, biomarkers, and chest radiography when additional anatomic information is required.

Keywords: B-lines; acute heart failure; dyspnea; point-of-care ultrasonography; pulmonary congestion.

Resumo

O edema pulmonar agudo constitui causa crítica de dispneia, cujo reconhecimento precoce condiciona a oportunidade terapêutica na emergência. O objetivo foi analisar o valor diagnóstico da ultrassonografia pulmonar em comparação com a radiografia de tórax para a identificação precoce do edema pulmonar agudo em pacientes atendidos em serviços de emergência. Foi realizada revisão narrativa estruturada da literatura biomédica, com busca e verificação em PubMed/MEDLINE, Cochrane Library e documentos de consenso, priorizando estudos comparativos, metanálises e diretrizes clínicas. As evidências mostraram sensibilidade consistentemente maior da ultrassonografia pulmonar, com estimativas comparativas de 88,0% versus 73,0% e 91,8% versus 76,5%, enquanto a especificidade foi geralmente comparável e dependente do contexto clínico. Estudos recentes confirmaram vantagens de rapidez à beira do leito e capacidade de exclusão, embora as linhas B permaneçam inespecíficas e dependentes do operador. Conclui-se que a ultrassonografia pulmonar apresenta alto valor na avaliação inicial e deve ser integrada à clínica, ecocardiografia, biomarcadores e radiografia quando houver necessidade de informação anatômica adicional.

Palavras-chave: linhas B; insuficiência cardíaca aguda; dispneia; ultrassonografia à beira do leito; congestão pulmonar.

Introducción

La disnea aguda representa un síndrome de alta prioridad en los servicios de emergencia por su asociación con insuficiencia respiratoria, descompensación cardiovascular y necesidad de decisiones terapéuticas inmediatas. Dentro de sus causas, la insuficiencia cardiaca aguda y el edema pulmonar cardiogénico ocupan un lugar relevante, debido a que la congestión puede progresar con rapidez y coexistir con neumonía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma, tromboembolismo pulmonar o alteraciones metabólicas, lo cual disminuye la precisión de la valoración clínica aislada. Las guías contemporáneas mantienen la evaluación integrada de síntomas, signos, electrocardiograma, biomarcadores e imagen como fundamento del diagnóstico inicial de insuficiencia cardiaca aguda (1-4).

El edema agudo de pulmón cardiogénico se produce, de forma predominante, por incremento de las presiones de llenado del corazón izquierdo y de la presión hidrostática capilar pulmonar, situación que favorece el desplazamiento de líquido hacia el intersticio y, cuando se supera la capacidad de drenaje linfático, hacia los espacios alveolares. Este proceso altera la relación aire-líquido, deteriora el intercambio gaseoso y genera hipoxemia, aumento del trabajo respiratorio y, en los cuadros graves, insuficiencia respiratoria aguda. La identificación durante los primeros minutos de atención permite orientar oxigenoterapia, ventilación no invasiva, vasodilatación o diuresis según el fenotipo clínico y la condición hemodinámica.

La radiografía de tórax ha formado parte del abordaje tradicional de la disnea porque permite valorar cardiomegalia, redistribución vascular, edema intersticial, opacidades alveolares, derrame pleural y diagnósticos alternativos. Sin embargo, la expresión radiográfica depende del momento evolutivo, la posición del paciente, la técnica

empleada, el volumen circulante y la interpretación del observador, de modo que una radiografía sin signos inequívocos de congestión no excluye insuficiencia cardiaca aguda. Esta limitación resulta especialmente importante durante las fases iniciales, cuando la necesidad clínica consiste en reconocer cambios antes de que la congestión sea anatómicamente evidente.

La ecografía pulmonar a pie de cama modificó este escenario al permitir la exploración inmediata de la interfaz pleuropulmonar. El protocolo BLUE demostró que la combinación de deslizamiento pleural y un patrón anterior bilateral de múltiples líneas B podía identificar edema pulmonar con sensibilidad aproximada de 97% y especificidad de 95% en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda (5). Posteriormente, las recomendaciones internacionales estandarizaron conceptos, técnica, patrones y aplicaciones del ultrasonido pulmonar, consolidando su utilización como herramienta point-of-care en contextos de emergencia y cuidados críticos (6).

Las líneas B son artefactos verticales hiperecogénicos que nacen en la línea pleural, alcanzan el borde profundo de la imagen sin atenuarse y se desplazan con el movimiento respiratorio cuando existe deslizamiento pleural. Su incremento refleja aumento de densidad subpleural y pérdida relativa de aireación, por lo que el hallazgo de múltiples líneas B bilaterales y difusas es compatible con síndrome intersticial. Las guías de práctica de ultrasonografía point-of-care han reforzado la necesidad de reconocer el patrón en conjunto con la distribución, el aspecto pleural y el contexto clínico, evitando atribuir a un artefacto una etiología única (7).

La actualización internacional publicada en 2026 revisó literatura de 2012 a 2025 y evaluó 1.775 publicaciones nuevas mediante un proceso Delphi con 21 expertos, del cual surgieron 83 declaraciones de consenso sobre signos, aspectos técnicos,

monitorización y aplicaciones clínicas (8). Este volumen de evidencia confirma que la ultrasonografía pulmonar ha dejado de ser una técnica exploratoria para convertirse en una herramienta estructurada, aunque el mismo consenso subraya la necesidad de integrarla con otros ultrasonidos por órgano y con modalidades diagnósticas complementarias cuando la pregunta clínica excede la capacidad de la técnica.

En insuficiencia cardiaca, el consenso de la European Association of Cardiovascular Imaging considera la cuantificación de líneas B una expresión dinámica de congestión pulmonar, útil tanto en cuadros agudos como durante el seguimiento, y enfatiza la estandarización de la adquisición e interpretación (9). La aplicación práctica admite protocolos de diferente extensión, desde evaluaciones amplias hasta esquemas reducidos para pacientes inestables, siempre que se mantengan criterios reproducibles. La presencia de líneas B bilaterales, el derrame pleural y otros hallazgos ecográficos pueden aumentar la probabilidad de congestión, pero su significado debe contrastarse con síntomas, presión arterial, antecedentes cardiovasculares, función ventricular y biomarcadores.

La principal fortaleza diagnóstica de la ecografía pulmonar deriva de su sensibilidad para detectar cambios de densidad pulmonar relacionados con líquido extravascular. Las líneas B pueden coexistir con líneas A y variar durante el tratamiento, por lo que su interpretación no debe limitarse a una dicotomía normal-anormal. La técnica posibilita además identificar consolidaciones subpleurales, derrame pleural, ausencia de deslizamiento y signos orientadores de neumotórax, lo que amplía su utilidad en la disnea indiferenciada. Una guía práctica reciente resume que la valoración por zonas y el reconocimiento de perfiles ecográficos permiten adaptar la exploración a la urgencia sin perder el vínculo con el diagnóstico diferencial (10).

La comparación cuantitativa con la radiografía ha sido evaluada en metaanálisis de exactitud diagnóstica. Maw et al. incluyeron seis estudios y 1.827 pacientes y estimaron para la ecografía pulmonar sensibilidad de 88% y especificidad de 90%, frente a sensibilidad de 73% y especificidad de 90% para radiografía de tórax, con una razón relativa de sensibilidad significativamente favorable a la ecografía (11). Este hallazgo mostró que la diferencia entre ambas pruebas se concentraba principalmente en la capacidad de detectar congestión, no en una superioridad uniforme de especificidad.

Una síntesis posterior amplió la evidencia a ocho estudios con 2.787 participantes y documentó sensibilidad de 91,8% y especificidad de 92,3% para ecografía pulmonar, en comparación con 76,5% y 87,0% para radiografía, respectivamente (12). Más recientemente, un metaanálisis de 38 estudios y 6.783 pacientes informó sensibilidad agrupada de 92%, especificidad de 90% y exactitud de 96% para ultrasonografía pulmonar en el diagnóstico de insuficiencia cardiaca, con razón de verosimilitud negativa de 0,14, dato que respalda su capacidad para reducir la probabilidad diagnóstica cuando el examen es negativo (13).

La evidencia de alta sensibilidad no es exclusiva de comparaciones directas. Un metaanálisis de ocho estudios y 1.301 pacientes estimó sensibilidad de 97% y especificidad de 98% para la detección de edema pulmonar agudo mediante ultrasonografía y líneas B (14). Aunque las poblaciones, protocolos y estándares de referencia variaron, el resultado estableció un fundamento cuantitativo para considerar la ecografía pulmonar en pacientes críticos. Esta heterogeneidad también obliga a evitar la traslación mecánica de una cifra a todos los servicios, debido a que la prevalencia de insuficiencia cardiaca, la selección de pacientes y la experiencia del operador modifican los valores predictivos.

Los estudios realizados directamente en servicios de emergencia permiten aproximar mejor la utilidad clínica cotidiana. Ghauri et al. evaluaron 225 pacientes con disnea aguda y encontraron sensibilidad de 91,05% y especificidad de 91,18% para ecografía, mientras la radiografía alcanzó 60,16% y 66,67%, respectivamente (15). En otro estudio prospectivo con 99 pacientes, la ecografía mostró sensibilidad de 96% frente a 65% de la radiografía, y 16 de 18 pacientes con radiografía negativa y diagnóstico final de edema pulmonar presentaron ultrasonido positivo, lo cual evidenció el potencial de detectar congestión no reconocida inicialmente en la imagen convencional (16).

La utilidad se ha observado también en pacientes mayores, población en la que la disnea suele coexistir con comorbilidad cardiopulmonar. Nakao et al. evaluaron 81 pacientes y documentaron sensibilidad de 92,5% y especificidad de 85,7% para ecografía pulmonar, frente a 63,6% y 92,9% para radiografía (17). El resultado ilustra un patrón relevante: la ecografía tiende a ganar sensibilidad, mientras la radiografía puede conservar una especificidad elevada en determinados grupos, por lo que el valor clínico de cada prueba depende de la finalidad inmediata, ya sea excluir congestión, confirmar hallazgos anatómicos o explorar diagnósticos alternativos.

Los estudios de 2025 añaden matices que impiden presentar la ecografía como sustituto universal de la radiografía. Keranović et al., en 242 pacientes con disnea aguda, observaron sensibilidad de 95,3% y valor predictivo negativo de 90,8% para ultrasonido, con resultados disponibles en una mediana de 10 minutos frente a 62,5 minutos para radiografía, aunque la especificidad ecográfica fue de 51,8% y la radiográfica de 65,8% (18). El hallazgo destaca la rapidez y la capacidad de exclusión, al mismo tiempo que demuestra que una elevada sensibilidad puede acompañarse de mayor proporción de falsos positivos si el patrón se interpreta sin suficiente contexto.

En una cohorte prospectiva de 240 pacientes no críticos con disnea, Miger et al. encontraron que la incorporación del derrame pleural al criterio ecográfico mejoró el área bajo la curva a 0,82, con sensibilidad de 80% y especificidad de 84%, mientras la radiografía alcanzó sensibilidad de 68% y especificidad de 91% (19). La radiografía mostró mejor desempeño en pacientes sin historia previa de insuficiencia cardiaca, mientras ambas modalidades fueron comparables en quienes presentaban insuficiencia cardiaca crónica. Estos resultados apoyan una lectura contextual y explican por qué la superioridad de la ecografía no puede definirse únicamente a partir de promedios globales.

La inespecificidad de las líneas B constituye el principal límite conceptual. Un patrón intersticial puede aparecer en síndrome de dificultad respiratoria aguda, neumonía intersticial, fibrosis pulmonar, contusión y otras alteraciones que aumentan líquido o tejido en regiones subpleurales. La distribución focal, la irregularidad pleural, las consolidaciones y los hallazgos cardiovasculares ayudan a diferenciar causas, pero no eliminan por completo la incertidumbre. Por esa razón, la utilidad clínica aumenta cuando la ecografía pulmonar forma parte de una evaluación cardiopulmonar que integre ecocardiografía focal, vena cava inferior cuando corresponda, electrocardiograma, péptidos natriuréticos, función renal y valoración clínica.

En el contexto latinoamericano y ecuatoriano, la disponibilidad desigual de equipamiento radiológico, tiempos de traslado, carga asistencial y presencia de pacientes inestables otorga relevancia a una herramienta que puede realizarse junto a la camilla. Sin embargo, la implementación no depende únicamente de adquirir dispositivos portátiles, debido a que la calidad del examen requiere formación, supervisión, criterios de competencia y protocolos de documentación. El valor potencial

reside en reducir demoras sin reducir el rigor diagnóstico, evitando que la rapidez se convierta en una fuente de sobreinterpretación de hallazgos inespecíficos.

El problema científico se sitúa, por tanto, en determinar hasta qué punto la ecografía pulmonar ofrece una ventaja diagnóstica temprana frente a la radiografía sin perder de vista las limitaciones de ambas modalidades. La evidencia disponible sugiere una ganancia consistente de sensibilidad y de oportunidad temporal, pero muestra variaciones de especificidad relacionadas con población, protocolo y referencia diagnóstica. Esta tensión justifica una síntesis centrada en el servicio de emergencia, donde la decisión no consiste solamente en establecer cuál prueba es más exacta, sino en definir cómo se complementan para reducir incertidumbre durante los primeros minutos de atención.

El objetivo general fue analizar el valor diagnóstico de la ecografía pulmonar frente a la radiografía de tórax en la identificación temprana del edema agudo de pulmón en pacientes atendidos en servicios de emergencia. De forma específica se buscó comparar sensibilidad y especificidad, describir la contribución de las líneas B y otros hallazgos ecográficos, examinar la rapidez y el impacto potencial sobre la conducta clínica, e identificar las principales limitaciones que condicionan la interpretación. La hipótesis de trabajo sostuvo que la ecografía pulmonar presenta mayor sensibilidad para la detección temprana de congestión, con especificidad dependiente del contexto, por lo que su mayor utilidad se alcanza dentro de una estrategia multimodal.

Metodología

Se desarrolló una revisión narrativa estructurada de literatura científica orientada a la exactitud diagnóstica y a la utilidad clínica de la ecografía pulmonar frente a la radiografía de tórax en adultos con disnea aguda, sospecha de insuficiencia cardiaca o edema pulmonar atendidos en servicios de emergencia. El enfoque se mantuvo coherente con el documento base, pero se amplió mediante búsqueda bibliográfica externa y verificación individual de datos, con el propósito de actualizar la evidencia hasta el 4 de septiembre de 2026 sin convertir la revisión en un metaanálisis nuevo ni atribuir resultados combinados no calculados.

La búsqueda principal se efectuó en PubMed/MEDLINE y se complementó con consultas dirigidas en Cochrane Library y documentos de sociedades científicas internacionales, priorizando publicaciones biomédicas indexadas, guías de práctica clínica, consensos, revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios prospectivos y ensayos controlados. Se revisaron además los registros bibliográficos enlazados a los artículos relevantes para verificar autores, año, revista, volumen, páginas, DOI y PMID cuando estuvieron disponibles. No se utilizaron blogs, páginas comerciales, contenido de redes sociales ni fuentes sin respaldo científico como fundamento de los resultados.

La estrategia combinó términos MeSH y texto libre en inglés y español. Se emplearon expresiones equivalentes a “lung ultrasound”, “point-of-care ultrasound”, “B-lines”, “pulmonary edema”, “acute heart failure”, “acute decompensated heart failure”, “chest radiography”, “chest X-ray”, “acute dyspnea” y “emergency department”, vinculadas mediante operadores AND y OR. También se realizaron búsquedas específicas por autor y título para corroborar referencias del documento original y resolver discordancias

bibliográficas, especialmente cuando una cifra diagnóstica se encontraba atribuida a una publicación diferente de la fuente primaria verificable.

Se incluyeron estudios en población adulta que evaluaran ecografía pulmonar en disnea aguda, edema pulmonar cardiogénico o insuficiencia cardiaca aguda; investigaciones con comparación directa frente a radiografía de tórax; metaanálisis de exactitud diagnóstica; estudios que aportaran tiempos de disponibilidad, impacto sobre la decisión clínica o respuesta terapéutica; y consensos o guías que describieran técnica, interpretación y estandarización. Se permitió la inclusión de estudios seminales anteriores a cinco años cuando su aporte resultó necesario para fundamentar el protocolo BLUE, la definición de líneas B, la comparación directa histórica o la evolución de las recomendaciones internacionales.

Se excluyeron estudios exclusivamente pediátricos, reportes de caso aislados, investigaciones sin relación directa con congestión pulmonar o insuficiencia cardiaca, publicaciones centradas únicamente en patología pulmonar no cardiogénica sin utilidad para el diagnóstico diferencial, y documentos cuya información bibliográfica no pudiera ser verificada. En los trabajos que analizaron poblaciones mixtas se extrajeron únicamente los datos pertinentes a la pregunta de revisión. La selección se orientó por pertinencia clínica y calidad de la fuente, sin asignar un número PRISMA de registros debido a que el diseño correspondió a una revisión narrativa estructurada y no a una revisión sistemática exhaustiva.

Las variables principales fueron sensibilidad y especificidad de la ecografía pulmonar y de la radiografía de tórax. Como variables secundarias se consideraron tamaño de muestra, diseño, entorno de atención, definición del patrón ecográfico, valor predictivo cuando se encontraba disponible, tiempo hasta obtención del resultado, cambio en la

conducta clínica, cuantificación de líneas B y utilidad para monitorización. La exactitud se interpretó respecto del estándar de referencia definido por cada estudio, que incluyó adjudicación clínica experta, diagnóstico de alta, combinación de pruebas cardiológicas o tomografía de baja dosis en investigaciones específicas.

Los datos de los estudios comparativos se extrajeron de los resúmenes PubMed, textos disponibles y registros bibliográficos verificables. Se comprobaron las cifras incluidas en el documento base y se corrigieron las atribuciones cuando la fuente primaria identificada no coincidía con el autor citado originalmente, sin modificar la pregunta de investigación. En particular, la comparación de sensibilidad de 96% para ecografía frente a 65% para radiografía, junto con 16 resultados ecográficos positivos entre 18 radiografías inicialmente negativas, se vinculó con el estudio prospectivo de Wooten et al., mientras la síntesis de 2.787 pacientes se vinculó con Chiu et al.

La síntesis fue descriptiva y comparativa. No se calcularon sensibilidades agrupadas nuevas, razones de verosimilitud combinadas ni efectos resumen, debido a la heterogeneidad entre protocolos ecográficos, criterios radiográficos, prevalencia de insuficiencia cardiaca, poblaciones y estándares de referencia. Las diferencias en sensibilidad utilizadas en los gráficos se obtuvieron mediante resta aritmética de porcentajes publicados en estudios que evaluaron ambas modalidades dentro de la misma investigación, sin inferir significación estadística cuando el artículo fuente no la proporcionó.

Las cuatro tablas se diseñaron para resumir características metodológicas, rendimiento diagnóstico, impacto clínico y recomendaciones de consenso. Los cuatro gráficos se construyeron con datos publicados y verificados, utilizando Python 3 y la biblioteca Matplotlib en un entorno de análisis local. La representación gráfica se limitó a

porcentajes y diferencias derivados directamente de los artículos seleccionados; no se imputaron valores faltantes, no se transformaron datos individuales y no se generaron participantes sintéticos. Cada elemento visual mantuvo una fuente explícita para permitir trazabilidad.

La evaluación crítica consideró heterogeneidad clínica, dependencia del operador, tamaño muestral, carácter prospectivo o metaanalítico, composición de la población, definición de positividad de líneas B y riesgo de incorporar la misma información diagnóstica en el estándar final. Se concedió mayor peso interpretativo a metaanálisis, consensos y estudios prospectivos comparativos, sin asumir que todos fueran directamente intercambiables. La revisión mantuvo una distinción entre capacidad para detectar síndrome intersticial y capacidad para establecer etiología cardiogénica, debido a que ambas preguntas no son equivalentes.

Por tratarse de una revisión de literatura basada exclusivamente en información publicada y datos agregados de acceso científico, no existió contacto con pacientes, intervención clínica, recolección de datos personales ni modificación de historias clínicas. En consecuencia, no se generó un nuevo protocolo de investigación en seres humanos ni se atribuyó aprobación de un comité institucional inexistente. Se respetaron principios de integridad científica mediante verificación de referencias, conservación de los resultados originales y exclusión de datos que no pudieran asociarse con una fuente identificable.

Resultados

La evidencia seleccionada mostró un patrón general favorable a la ecografía pulmonar para la detección temprana de congestión, aunque la magnitud de la ventaja varió según el diseño y la población. Los estudios comparativos abarcaron desde cohortes

prospectivas de menos de cien participantes hasta metaanálisis con varios miles de pacientes, lo cual permitió observar la consistencia del hallazgo en diferentes escenarios. La radiografía mantuvo utilidad diagnóstica, especialmente por su especificidad en algunas poblaciones y por la información anatómica adicional que aporta, por lo que los resultados se interpretaron como comparación de desempeño y no como sustitución automática.

La Tabla 1 presenta las características de los estudios utilizados para la comparación directa. Se incluyeron dos metaanálisis y cuatro estudios prospectivos recientes o clínicamente representativos, con tamaños muestrales que oscilaron entre 81 y 2.787 pacientes. Las diferencias en edad, estabilidad clínica, referencia diagnóstica y definición de congestión explican parte de la variabilidad observada y deben considerarse antes de trasladar una estimación puntual a un servicio de emergencia distinto.

Tabla 1. Características metodológicas de estudios comparativos seleccionados

Estudio	Diseño	n	Población/comparación	Referencia diagnóstica
Maw et al., 2019 (11)	Revisión sistemática y metaanálisis	1.827; 6 estudios	Adultos con disnea; LUS y CXR en evaluación inicial	Diagnóstico experto de ADHF o combinación de ecocardiografía/BNP
Chiu et al., 2022 (12)	Revisión sistemática y metaanálisis	2.787; 8 estudios	Disnea y sospecha de ADHF	Estándar definido por cada estudio incluido
Ghauri et al., 2021 (15)	Estudio diagnóstico en emergencia	225	Disnea aguda; LUS y CXR	Diagnóstico clínico final
Nakao et al., 2021 (17)	Cohorte diagnóstica	81	Pacientes mayores con disnea	Diagnóstico final de insuficiencia cardiaca aguda
Keranović et al., 2025 (18)	Estudio prospectivo diagnóstico	242	Disnea aguda ≤3 días; LUS, CXR y NT-proBNP	Adjudicación clínica experta, ciega a LUS
Miger et al., 2025 (19)	Estudio prospectivo multimodal	240	Pacientes ≥50 años, no críticos, con disnea	Adjudicación cardiológica; LDCT como comparador objetivo

Fuente: elaboración a partir de Maw et al. (11), Chiu et al. (12), Ghauri et al. (15), Nakao et al. (17), Keranović et al. (18) y Miger et al. (19).

La tabla evidencia que la superioridad de sensibilidad de la ecografía se ha observado tanto en síntesis de múltiples estudios como en cohortes individuales. Al mismo tiempo, los diseños no son equivalentes: Maw y Chiu integraron investigaciones con distintos

estándares de referencia, mientras los estudios más recientes incorporaron adjudicación clínica o tomografía de baja dosis. Esta diversidad fortalece la validez externa del patrón general, pero limita cualquier comparación directa entre porcentajes como si provinieran de una sola población homogénea.

Para visualizar la capacidad de detección se comparó la sensibilidad publicada en seis investigaciones que reportaron resultados para ambas modalidades. La selección del Gráfico 1 no pretende combinar estadísticamente los estudios, sino mostrar la dirección y magnitud de las diferencias observadas dentro de cada fuente, conservando el porcentaje original y evitando estimaciones agregadas artificiales.

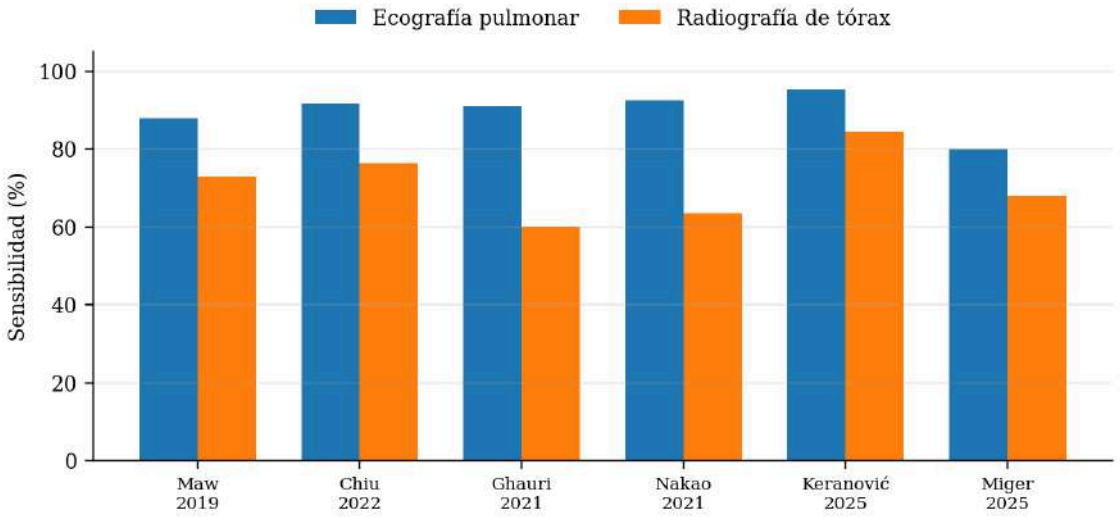


Gráfico 1. Sensibilidad de ecografía pulmonar y radiografía de tórax en estudios comparativos

Fuente: elaboración con porcentajes publicados en Maw et al. (11), Chiu et al. (12), Ghauri et al. (15), Nakao et al. (17), Keranović et al. (18) y Miger et al. (19).

El Gráfico 1 muestra una sensibilidad mayor de la ecografía pulmonar en las seis comparaciones. Las diferencias fueron amplias en Ghauri y Nakao, superiores a veintiocho puntos porcentuales, mientras el estudio de Keranović mostró una separación menor debido al aumento de sensibilidad radiográfica dentro de una cohorte contemporánea. Incluso en Miger, donde se analizaron pacientes no críticos y se utilizó

un criterio ecográfico enriquecido con derrame pleural, la sensibilidad se mantuvo por encima de la radiografía, aunque con una diferencia más moderada.

La Tabla 2 resume simultáneamente sensibilidad y especificidad, lo cual resulta necesario porque una mayor detección no equivale a una mayor capacidad de confirmación. La lectura conjunta permite reconocer escenarios en los que la ecografía reduce falsos negativos a costa de una especificidad inferior, así como estudios en los que ambas medidas permanecen altas. Los metaanálisis de Maw y Chiu aportan las comparaciones de mayor tamaño, mientras las cohortes recientes ofrecen información sobre el comportamiento de la técnica en poblaciones específicas.

Tabla 2. Rendimiento diagnóstico comparativo de ecografía pulmonar y radiografía de tórax

Estudio	Sens. LUS (%)	Esp. LUS (%)	Sens. CXR (%)	Esp. CXR (%)	Δ sens. (pp)
Maw et al., 2019 (11)	88	90	73	90	15.0
Chiu et al., 2022 (12)	91.8	92.3	76.5	87	15.3
Ghauri et al., 2021 (15)	91.05	91.18	60.16	66.67	30.9
Nakao et al., 2021 (17)	92.5	85.7	63.6	92.9	28.9
Keranović et al., 2025 (18)	95.3	51.8	84.4	65.8	10.9
Miger et al., 2025 (19)	80	84	68	91	12.0

Fuente: elaboración con datos publicados en las referencias (11), (12), (15), (17), (18) y (19). LUS: ecografía pulmonar; CXR: radiografía de tórax; pp: puntos porcentuales.

En la síntesis comparativa, Maw et al. observaron una diferencia de quince puntos porcentuales en sensibilidad con especificidad idéntica de 90%, mientras Chiu et al. encontraron una diferencia de 15,3 puntos y una especificidad también favorable a la ecografía. Ghauri et al. mostraron la separación más marcada tanto en sensibilidad como en especificidad. En contraste, Nakao, Keranović y Miger documentaron una especificidad radiográfica superior, hallazgo que demuestra que el contexto clínico y el umbral ecográfico influyen de manera importante sobre los falsos positivos.

El Gráfico 2 representa la especificidad de las mismas comparaciones. Este indicador permite valorar la capacidad de cada prueba para identificar correctamente a los

pacientes sin insuficiencia cardiaca o edema pulmonar según el estándar empleado, y resulta especialmente relevante porque las líneas B pueden aparecer en enfermedades no cardiogénicas. La heterogeneidad de especificidad es mayor que la observada para sensibilidad, por lo que el resultado negativo y el resultado positivo de la ecografía no deben recibir el mismo peso clínico en todos los escenarios.

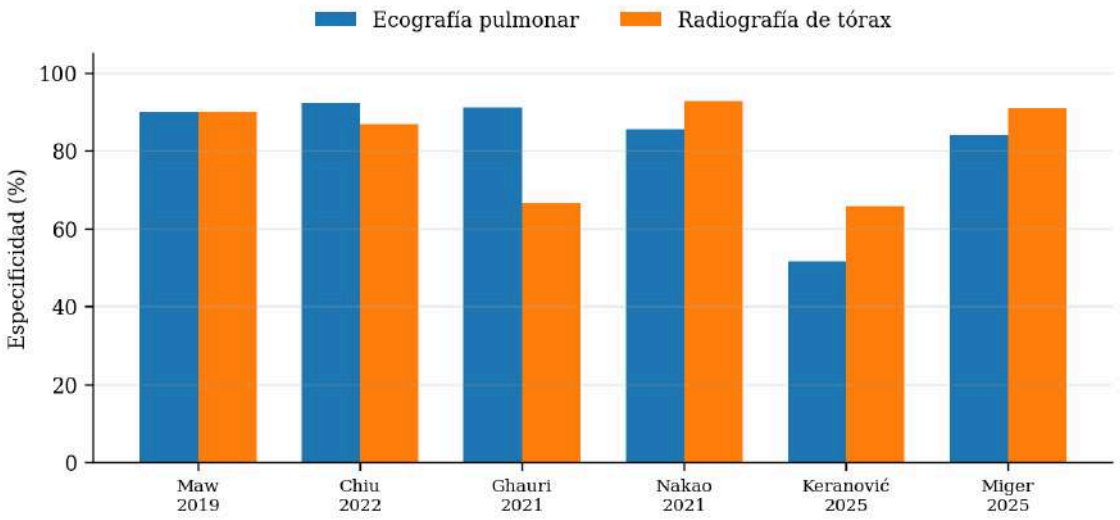


Gráfico 2. Especificidad de ecografía pulmonar y radiografía de tórax en estudios comparativos
Fuente: elaboración con porcentajes publicados en las referencias (11), (12), (15), (17), (18) y (19).

El Gráfico 2 confirma que la especificidad no presenta una dirección uniforme. En Maw fue equivalente, en Chiu y Ghauri favoreció a la ecografía, mientras en Nakao, Keranović y Miger favoreció a la radiografía. La especificidad de 51,8% observada por Keranović resulta particularmente ilustrativa: un protocolo sensible y rápido puede ser excelente para reducir la probabilidad de insuficiencia cardiaca cuando es negativo, pero requiere confirmación contextual cuando es positivo. Esta variación impide formular una regla universal basada únicamente en la presencia de líneas B.

Además de la exactitud, la utilidad de una prueba en emergencia depende de su capacidad para modificar la decisión clínica sin retrasar la estabilización. La evidencia prehospitalaria y los ensayos de integración de ecografía han evaluado este componente.

Un metaanálisis de ocho estudios prehospitalarios con 691 pacientes estimó sensibilidad de 86,7% y especificidad de 87,5% para ecografía pulmonar en insuficiencia cardiaca descompensada, demostrando que la técnica puede conservar rendimiento fuera del hospital cuando existe entrenamiento adecuado (20).

En un estudio prospectivo prehospitalario con 264 pacientes, la incorporación de ecografía aumentó la sensibilidad diagnóstica de los paramédicos de 23% a 71%, mantuvo especificidad cercana a 96% y elevó la proporción de pacientes con insuficiencia cardiaca que recibieron tratamiento antes de llegar al hospital de 14% a 53%. La mediana de tiempo hasta tratamiento disminuyó de 169 a 21 minutos, lo cual proporciona una medida clínica del potencial de la información ecográfica cuando está disponible de forma inmediata (21).

En el ámbito hospitalario, el ensayo aleatorizado de Pivetta et al. incluyó 518 pacientes con disnea aguda y encontró que la integración de ecografía pulmonar con la evaluación clínica alcanzó un área bajo la curva de 0,95, superior al abordaje clínico aislado y al esquema que incorporaba radiografía y NT-proBNP, además de reducir errores diagnósticos (22). En contraste, el ensayo piloto BLUSHED-AHF no demostró diferencia significativa en su desenlace primario de congestión a las seis horas ni en días vivos y fuera del hospital a 30 días, aunque observó mayor reducción de líneas B a las 48 horas (23).

La Tabla 3 organiza estos resultados de implementación y permite diferenciar exactitud diagnóstica de impacto sobre el proceso asistencial. La rapidez de disponibilidad constituye una ventaja operativa de la ecografía, pero no garantiza por sí sola mejores desenlaces clínicos, debido a que la respuesta depende del tratamiento elegido, la severidad, el tiempo de intervención y múltiples factores posteriores al diagnóstico.

Tabla 3. Impacto de la ecografía pulmonar sobre diagnóstico, tiempo y conducta clínica

Estudio	n	Comparación	Hallazgo principal	Implicación
Pivetta et al., 2019 (22)	518	LUS + clínica frente a estrategias diagnósticas convencionales	AUC 0,95 con LUS + clínica; reducción de errores diagnósticos	Ventaja en precisión diagnóstica integrada
Pang et al., 2021 (23)	130	Manejo en emergencia guiado por LUS frente a cuidado habitual	Sin diferencia significativa en el desenlace primario a 6 h; mayor reducción de líneas B a 48 h	No demuestra beneficio clínico universal por guiar tratamiento
Russell et al., 2024 (21)	264	Diagnóstico paramédico con y sin LUS	Sensibilidad 23% sin LUS y 71% con LUS; tratamiento de AHF 14% vs 53%	Mediana hasta tratamiento: 169 vs 21 min
Keranović et al., 2025 (18)	242	LUS frente a CXR y NT-proBNP	LUS: sensibilidad 95,3% y VPN 90,8%	Resultado LUS 10,0 min frente a CXR 62,5 min

Fuente: elaboración a partir de Pivetta et al. (22), Pang et al. (23), Russell et al. (21) y Keranović et al. (18). AHF: insuficiencia cardiaca aguda; VPN: valor predictivo negativo.

Los datos indican que el beneficio más consistente se concentra en la información diagnóstica temprana y en el inicio de decisiones, mientras los desenlaces clínicos duros requieren evidencia adicional. La reducción de tiempo observada en el entorno prehospitalario y en Keranović es coherente con la naturaleza point-of-care de la técnica. El ensayo BLUSHED-AHF recuerda que disminuir líneas B no necesariamente se traduce en una diferencia inmediata de resultados centrados en el paciente, por lo que la ecografía debe considerarse una herramienta de decisión y monitorización, no una intervención terapéutica independiente.

El Gráfico 3 expresa la ganancia absoluta de sensibilidad de la ecografía frente a la radiografía en los seis estudios comparativos. Esta diferencia se calculó a partir de los porcentajes publicados dentro de cada fuente y no representa un efecto combinado. La finalidad es identificar cuánto aumentó la detección en cada contexto y mostrar si la ventaja depende de uno o dos trabajos extremos o aparece de manera repetida en la literatura.

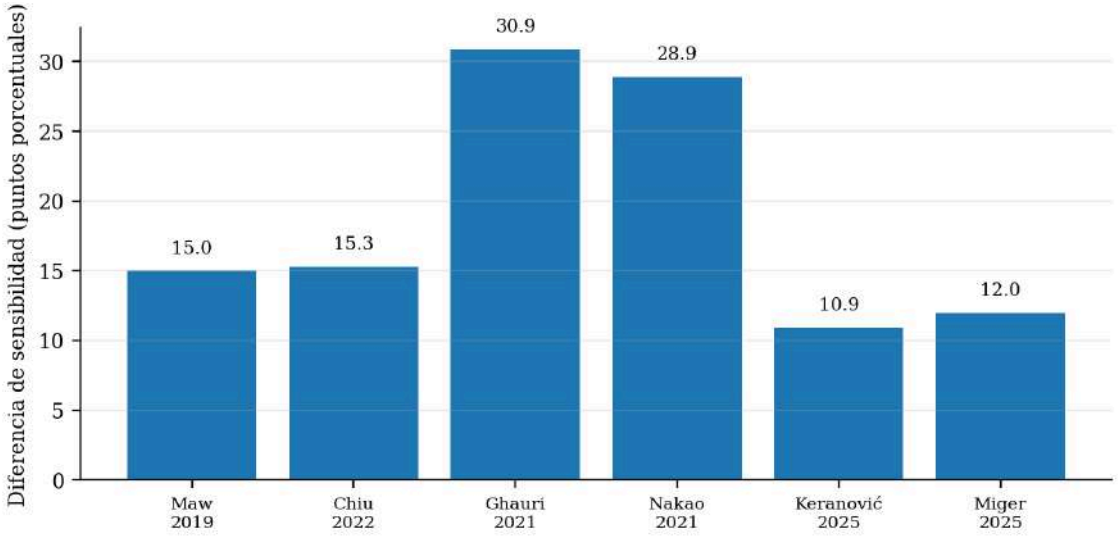


Gráfico 3. Ganancia absoluta de sensibilidad de la ecografía pulmonar frente a radiografía

Fuente: cálculo descriptivo a partir de porcentajes publicados en las referencias (11), (12), (15), (17), (18) y (19); diferencia = sensibilidad LUS - sensibilidad CXR, sin combinación metaanalítica.

La ganancia de sensibilidad fue positiva en todos los estudios, con valores aproximados entre 10,9 y 30,9 puntos porcentuales. Las mayores diferencias correspondieron a Ghauri y Nakao, mientras las menores se observaron en Keranović y Miger. La consistencia direccional respalda el uso de ecografía cuando el objetivo inmediato es minimizar falsos negativos de congestión, aunque la amplitud variable vuelve a señalar que la magnitud del beneficio depende de selección de pacientes, experiencia del operador y desempeño local de la radiografía.

El fundamento fisiológico de la monitorización se estableció tempranamente mediante la relación entre artefactos comet-tail, presión de enclavamiento y agua pulmonar extravascular, mostrando que el contenido pulmonar de líquido puede reflejarse ecográficamente (24). Posteriormente, documentos de consenso propusieron listas de reporte y criterios de cuantificación para reducir variabilidad en número de zonas, configuración del equipo y forma de contar líneas B (25). Estas iniciativas son relevantes porque una prueba altamente sensible pierde reproducibilidad si cada operador utiliza un umbral o esquema de exploración diferente.

Una revisión sistemática de 2018 sobre líneas B en emergencia reunió siete estudios con 1.861 pacientes y estimó sensibilidad de 82,5% y especificidad de 83,6% para insuficiencia cardiaca aguda descompensada, confirmando utilidad pero también heterogeneidad (26). En un protocolo combinado de ultrasonografía pulmonar y cardiaca, Russell et al. mostraron sensibilidad y especificidad de 83% y una mejora de la exactitud clínica respecto de la impresión inicial, además de cambios en el manejo de una proporción relevante de pacientes (27).

El estudio multicéntrico SIMEU de 1.005 pacientes reforzó el valor de la integración: el diagnóstico que incorporaba ecografía pulmonar alcanzó sensibilidad de 97% y especificidad de 97,4%, mientras la radiografía aislada presentó sensibilidad de 69,5% y especificidad de 82,1% (28). Un metaanálisis de diagnóstico de insuficiencia cardiaca aguda en emergencia estimó para la presencia ecográfica de edema pulmonar una razón de verosimilitud positiva de 7,4 y negativa de 0,16, parámetros que respaldan su capacidad para modificar probabilidad preprueba cuando se interpreta apropiadamente (29).

Comparaciones tempranas entre ecografía y radiografía ya sugerían una mayor capacidad de la primera para reconocer edema cuando la imagen convencional todavía era negativa o equívoca (30). La literatura posterior y los documentos educativos de POCUS han mantenido esta conclusión, pero insisten en que la competencia debe incluir física básica, artefactos, identificación de errores y relación con ecocardiografía focal, en lugar de limitarse a contar líneas verticales (31). Esta exigencia de entrenamiento adquiere mayor importancia conforme aumenta el uso de equipos portátiles por profesionales de diferentes especialidades.

La evolución de las líneas B durante el tratamiento aporta una dimensión dinámica ausente en la radiografía seriada rutinaria. En pacientes hospitalizados por insuficiencia cardiaca aguda, las líneas A y B pueden coexistir, pero la carga de líneas B se relaciona con congestión y desenlaces, mientras las líneas A no muestran la misma asociación pronóstica (32). Un estudio de 2024 encontró que una puntuación ecográfica igual o superior a siete al alta presentó sensibilidad de 95,5% y especificidad de 87,5% para predecir visita a emergencia o reingreso a 30 días, con una exploración promedio inferior a tres minutos (33).

La evidencia clínica reciente también ha explorado la relación entre líneas B, biomarcadores y presión de llenado. En una investigación bicéntrica publicada en 2025, la ecografía pulmonar mostró sensibilidad de 94,2% y especificidad de 77,5% para insuficiencia cardiaca aguda, con correlación positiva entre número de líneas B y NT-proBNP, así como una relación fuerte entre congestión ecográfica y presión auricular izquierda (34). Estos datos respaldan el valor fisiopatológico de la técnica y, al mismo tiempo, favorecen su integración con medidas cardiovasculares cuando se busca atribuir el patrón intersticial a una causa cardiogénica.

La Tabla 4 sintetiza recomendaciones y consensos que contextualizan los resultados diagnósticos. La progresión desde el consenso internacional de 2012 hasta la actualización de 2026 muestra una transición desde la definición y estandarización inicial hacia un uso más amplio en diagnóstico, monitorización y escenarios críticos, con una advertencia constante: la ecografía pulmonar debe realizarse mediante protocolos reproducibles y su resultado debe integrarse con la pregunta clínica y otros métodos cuando exista incertidumbre etiológica.

Tabla 4. Consensos y recomendaciones relevantes para la utilización de ecografía pulmonar

Documento	Tipo	Aporte relevante	Implicación para emergencia
Volpicelli et al., 2012 (6)	Consenso internacional POCUS	Estandarización inicial de signos, técnica y aplicaciones	Uso basado en indicación clínica y entrenamiento
Jarman et al., 2023 (7)	Guía EFSUMB POCUS	Aplicaciones cardiacas y pulmonares comunes; práctica estructurada	Necesidad de competencia y protocolos reproducibles
Gargani et al., 2023 (9)	Consenso EACVI en insuficiencia cardiaca	Cuantificación de líneas B para congestión aguda y crónica	Interpretar carga de congestión junto con datos cardiovasculares
Volpicelli et al., 2026 (8)	Actualización internacional basada en Delphi	1.775 publicaciones revisadas; 83 declaraciones consensuadas	PoCLUS útil como herramienta definida e integrable con otras modalidades

Fuente: elaboración a partir de las recomendaciones y consensos internacionales (6-9).

Las recomendaciones coinciden en tres principios: adquisición estandarizada, interpretación contextual e integración multimodal. Ningún documento relevante plantea que una línea B aislada confirme edema cardiogénico ni que la radiografía deba abandonarse de forma indiscriminada. La actualización internacional de 2026, sustentada en una revisión de 1.775 publicaciones, refuerza el valor de PoCLUS como herramienta independiente para preguntas definidas y reconoce de manera explícita la necesidad de combinarla con otros ultrasonidos y modalidades diagnósticas, enfoque coherente con la evidencia comparativa obtenida.

Finalmente, el Gráfico 4 resume la estabilidad temporal de las estimaciones metaanalíticas de sensibilidad y especificidad de la ecografía pulmonar. Se incluyeron cuatro síntesis publicadas entre 2018 y 2025; las poblaciones y criterios no son idénticos, por lo que las líneas no representan una tendencia epidemiológica formal, sino una comparación visual de la magnitud de los estimadores agrupados reportados a lo largo del desarrollo de la evidencia.

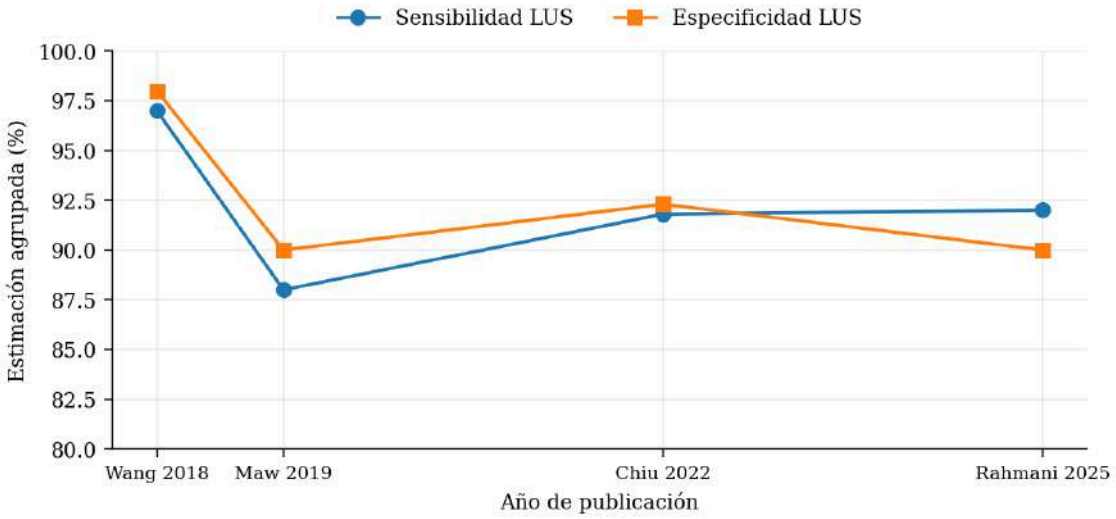


Gráfico 4. Estimaciones metaanalíticas publicadas de sensibilidad y especificidad de ecografía pulmonar

Fuente: elaboración con estimaciones agrupadas reportadas por Wang et al. (14), Maw et al. (11), Chiu et al. (12) y Rahmani et al. (13). Los estudios difieren en población y método; no representa un metaanálisis nuevo.

Las estimaciones agrupadas se mantuvieron en rangos altos, con sensibilidad entre 88% y 97% y especificidad entre 90% y 98%. La disminución respecto del metaanálisis de 2018 no debe interpretarse como deterioro de la técnica, porque los metaanálisis posteriores incluyeron poblaciones y preguntas diagnósticas diferentes. La estabilidad alrededor de 90% en síntesis más amplias sugiere que el rendimiento realista de la ecografía es elevado, pero no perfecto, y que la principal ventaja comparativa frente a radiografía continúa siendo la sensibilidad y la disponibilidad inmediata.

Discusión

Los resultados confirman que la ecografía pulmonar posee un valor diagnóstico relevante para la identificación temprana del edema pulmonar y la insuficiencia cardiaca aguda en pacientes con disnea atendidos en emergencia. La característica más consistente fue la mayor sensibilidad frente a la radiografía de tórax, observada tanto en metaanálisis como en estudios prospectivos. Esta ventaja tiene una consecuencia clínica

directa: disminuye la probabilidad de que una congestión pulmonar presente durante la evaluación inicial permanezca sin reconocer cuando la radiografía todavía no muestra signos concluyentes.

La explicación fisiopatológica se relaciona con la forma en que cada técnica representa el aumento de líquido pulmonar. La radiografía reconoce cambios anatómicos y de densidad que dependen de proyección, posición y magnitud de la congestión, mientras la ecografía detecta alteraciones de la interfaz aire-líquido mediante artefactos que pueden aparecer cuando se incrementa el contenido intersticial. Por esta razón, una radiografía negativa en una fase temprana no tiene el mismo valor de exclusión que un examen ecográfico adecuadamente realizado y negativo en un paciente con probabilidad clínica intermedia.

La superioridad de sensibilidad no significa que la ecografía establezca por sí misma la etiología. Las líneas B son un signo de pérdida de aireación periférica y aumento de densidad, no un marcador exclusivo de presión hidrostática elevada. La diferenciación entre edema cardiogénico y enfermedad intersticial, neumonía o síndrome de dificultad respiratoria depende de distribución, simetría, línea pleural, consolidaciones, derrame y hallazgos cardiovasculares. Esta distinción explica por qué la especificidad varió de forma importante entre estudios, con cifras superiores a 90% en algunas cohortes y cercanas a 50% en otras.

El metaanálisis de Maw et al. constituye una referencia central porque comparó ambas modalidades en los mismos estudios y demostró que la diferencia estadísticamente significativa se concentraba en sensibilidad, mientras la especificidad permanecía prácticamente idéntica (11). La síntesis de Chiu et al. amplió el número de participantes y encontró una ventaja adicional de especificidad para ecografía (12). Considerados en

conjunto, ambos análisis respaldan una conclusión prudente: la ecografía reduce falsos negativos de forma consistente y puede mantener buena especificidad, pero el grado de confirmación depende del protocolo y de la población.

Los estudios de Ghauri y Wooten ilustran el valor en emergencia, donde una diferencia de sensibilidad de alrededor de treinta puntos puede tener repercusión sobre el tiempo de tratamiento (15,16). La observación de Wooten, con ecografía positiva en 16 de 18 pacientes que presentaron radiografía inicialmente negativa y diagnóstico final de edema, es especialmente pertinente para el concepto de identificación temprana. La relevancia no reside en demostrar que la radiografía sea inútil, sino en reconocer que su negatividad inicial puede coexistir con un cuadro clínico en el que ya existe suficiente modificación intersticial para generar un patrón ecográfico.

La población de adultos mayores analizada por Nakao refuerza esta interpretación, debido a que la sensibilidad ecográfica superó ampliamente a la radiográfica, mientras la especificidad de la radiografía fue mayor (17). En pacientes con múltiples comorbilidades, esta combinación puede ser clínicamente útil: un ultrasonido negativo reduce la probabilidad de congestión y una radiografía positiva puede aportar información anatómica confirmatoria o identificar diagnósticos alternativos. El rendimiento complementario favorece una secuencia diagnóstica adaptada a la estabilidad del paciente y a la información ya disponible.

Keranović aporta una dimensión operativa contemporánea al mostrar una mediana de diez minutos para resultado ecográfico frente a más de una hora para radiografía, con sensibilidad de 95,3% (18). Esta diferencia temporal puede ser decisiva en un servicio congestionado o ante un paciente que no tolera traslado, pero la especificidad moderada obliga a evitar tratamientos agresivos basados únicamente en líneas B. La rapidez tiene

valor cuando reduce incertidumbre y acelera una decisión razonada, no cuando reemplaza la evaluación diferencial por una interpretación binaria.

El estudio de Miger demuestra además que el desempeño cambia con la historia previa de insuficiencia cardiaca y la incorporación de derrame pleural (19). La ecografía fue comparable a la radiografía en pacientes con insuficiencia cardiaca crónica, mientras la radiografía se comportó mejor en pacientes sin antecedentes. Esta diferencia puede relacionarse con la persistencia de hallazgos ecográficos, la presencia de enfermedades pulmonares concomitantes y el valor de signos radiográficos estructurales cuando se enfrenta un primer episodio. El resultado constituye una de las razones más sólidas para evitar afirmaciones de sustitución universal.

Los metaanálisis de ultrasonografía sin comparación directa también sostienen una elevada exactitud. Wang et al. informaron cifras cercanas a 97-98%, mientras Rahmani et al. obtuvieron estimaciones de 92% de sensibilidad y 90% de especificidad en una base mucho más amplia (13,14). La diferencia entre ambos resultados puede reflejar expansión de la población estudiada, variación de definiciones, mayor inclusión de escenarios menos seleccionados y efectos de heterogeneidad. La estimación más amplia alrededor de 90% probablemente representa mejor el rendimiento esperado cuando la técnica se utiliza en práctica clínica diversa.

La razón de verosimilitud negativa agrupada de 0,14 descrita por Rahmani tiene una interpretación clínica relevante: un resultado ecográfico negativo puede disminuir de manera importante la probabilidad de insuficiencia cardiaca cuando la probabilidad previa no es extrema (13). Esta capacidad coincide con los estudios recientes que describen altos valores predictivos negativos. Sin embargo, ningún valor predictivo es transportable sin considerar prevalencia, por lo que la utilidad de exclusión será mayor

en ciertas poblaciones y menor cuando la sospecha preprueba sea muy alta o existan limitaciones de ventana acústica.

La ecografía también aporta información en el seguimiento, porque las líneas B pueden disminuir con la descongestión. La relación descrita históricamente con agua pulmonar extravascular y presiones de llenado proporciona un fundamento fisiológico para utilizar la técnica de manera seriada (24). Los trabajos contemporáneos sobre líneas A y B y sobre puntuación al alta sugieren que la congestión ecográfica residual puede relacionarse con eventos posteriores (32,33). Esta capacidad dinámica es difícil de reproducir con radiografías repetidas debido a exposición acumulada, logística y menor sensibilidad para cambios intersticiales sutiles.

No obstante, la monitorización ecográfica no debe confundirse con una estrategia terapéutica validada para todos los pacientes. El ensayo BLUSHED-AHF mostró que una estrategia guiada por ultrasonido no produjo una diferencia significativa en el desenlace primario a seis horas ni en días vivos y fuera del hospital, aunque sí se observó mayor reducción de líneas B a las 48 horas (23). El hallazgo separa dos conceptos: una prueba puede medir congestión con precisión y ser útil para decisiones, pero demostrar beneficio en desenlaces requiere que la información se traduzca en intervenciones efectivas y seguras.

El ensayo de Pivetta muestra de forma más clara la ventaja diagnóstica de integrar ecografía con la valoración clínica, con área bajo la curva de 0,95 y reducción de errores respecto de estrategias basadas en radiografía y NT-proBNP (22). La palabra clave es integración. El ultrasonido no compite solamente con una imagen, sino que modifica una probabilidad generada por historia, examen físico y otros estudios. Cuando se

utiliza de esa forma, el patrón de líneas B adquiere un significado probabilístico y se evita el error de asumir que todo síndrome intersticial representa edema cardiogénico.

La experiencia prehospitalaria amplía las implicaciones para sistemas de emergencia. El incremento de sensibilidad paramédica y la reducción del tiempo a tratamiento observados por Russell et al. muestran que la ecografía portátil puede acercar información diagnóstica al primer contacto asistencial (21). El metaanálisis prehospitalario confirma un rendimiento global favorable (20). La expansión a este nivel exige programas de entrenamiento específicos, control de calidad, almacenamiento de imágenes y criterios claros de derivación, porque la utilidad disminuye si la técnica se realiza de forma ocasional o sin retroalimentación experta.

La dependencia del operador continúa siendo una limitación central. La adquisición de una imagen técnicamente aceptable suele ser más sencilla que la integración diagnóstica completa, pero ambos componentes requieren competencia. Variaciones en profundidad, ganancia, frecuencia del transductor, posición, número de zonas y definición de una región positiva pueden modificar la cantidad de líneas B. Los consensos de reporte y las guías EFSUMB buscan disminuir esta fuente de heterogeneidad mediante protocolos y terminología común (7,25). La actualización de 2026 mantiene la estandarización como requisito para la expansión responsable de PoCLUS (8).

Las condiciones anatómicas también limitan el examen. Obesidad, enfisema subcutáneo o pulmonar, vendajes, heridas, incapacidad para acceder a determinadas regiones y agitación pueden reducir la ventana acústica. La radiografía presenta limitaciones distintas, como proyección anteroposterior en pacientes supinos, artefactos técnicos, demora y menor sensibilidad inicial. La comparación entre pruebas no debe idealizar

ninguna de las dos; la elección depende de cuál limitación sea menos relevante para la pregunta clínica y el estado del paciente.

La ecografía ofrece una ventaja adicional al explorar diagnósticos diferenciales visibles desde la pleura, como consolidación, derrame y neumotórax, pero no caracteriza todas las lesiones torácicas. La radiografía conserva un campo anatómico global y puede mostrar cardiomegalia, dispositivos, patrones centrales o hallazgos no accesibles por ultrasonido. La tomografía continúa siendo superior cuando se requiere caracterización anatómica detallada. Por tanto, una estrategia escalonada puede comenzar con evaluación point-of-care y reservar imagen adicional para incertidumbre, discordancia o sospecha de una entidad que exceda la capacidad de LUS.

Los hallazgos tienen relevancia para servicios con recursos variables. Un ecógrafo portátil puede estar disponible junto al paciente y utilizarse repetidamente sin radiación, lo cual favorece su adopción en áreas de reanimación, observación y unidades de cuidados críticos. Sin embargo, la inversión principal no es solamente tecnológica; incluye formación inicial, evaluación de competencia, mantenimiento de habilidades y mecanismos de auditoría. Un protocolo institucional debe especificar indicaciones, número de zonas, definición de positividad, integración con ecocardiografía y circunstancias en las que la radiografía o la tomografía continúan siendo necesarias.

En Ecuador, la aplicación potencial debe considerar diferencias entre hospitales en disponibilidad de radiología, ultrasonido y personal entrenado. No se identificó evidencia comparativa nacional robusta que permitiera afirmar que los porcentajes internacionales se reproducen sin variación en servicios ecuatorianos, por lo que los valores sintetizados deben funcionar como referencia científica y no como estimadores locales. Esta ausencia de evidencia específica representa un vacío de investigación y

justifica estudios prospectivos nacionales con estándares de referencia definidos, capacitación documentada y evaluación de tiempos diagnósticos.

Una fortaleza de la presente revisión fue la actualización y verificación de las referencias del documento base mediante fuentes biomédicas externas. Este proceso permitió conservar el tema original y, al mismo tiempo, corregir atribuciones bibliográficas que podían generar interpretaciones erróneas. La comparación de 96% frente a 65% correspondió al estudio de Wooten y no al trabajo de Laursen, mientras la síntesis de ocho estudios y 2.787 pacientes correspondió a Chiu. Esta depuración mejora la trazabilidad de las cifras y evita reproducir errores secundarios en nuevas versiones del artículo.

Otra fortaleza consistió en separar rendimiento diagnóstico, implementación clínica y recomendaciones de consenso. Esta distinción evita tratar un aumento de sensibilidad como evidencia directa de reducción de mortalidad o ingreso hospitalario. Los datos muestran con claridad que LUS mejora detección y puede reducir tiempos, pero los efectos sobre desenlaces dependen de la intervención terapéutica posterior. El enfoque permite formular una conclusión proporcional a la evidencia: la ecografía es una herramienta diagnóstica de alto valor, no un tratamiento ni una prueba etiológica absoluta.

Entre las limitaciones se encuentra el carácter narrativo estructurado de la revisión, que no reproduce una estrategia sistemática con conteo exhaustivo de registros, evaluación formal de riesgo de sesgo para cada estudio y metaanálisis propio. Las diferencias entre estándares de referencia, prevalencia de insuficiencia cardiaca y protocolos de líneas B impidieron combinar de forma válida las cifras en un nuevo estimador. Los gráficos se

diseñaron con datos publicados para facilitar la comparación, pero no deben interpretarse como análisis estadístico conjunto ni como prueba de tendencia temporal.

También debe considerarse que varios estudios comparan edema pulmonar, insuficiencia cardiaca aguda o insuficiencia cardiaca descompensada, conceptos relacionados pero no idénticos. La ecografía detecta principalmente el componente pulmonar de congestión, de modo que una insuficiencia cardiaca sin congestión pulmonar marcada puede producir un examen diferente. De igual manera, el edema no cardiogénico puede generar líneas B extensas. Esta variación semántica y fisiopatológica explica parte de la heterogeneidad de sensibilidad y especificidad entre estudios y exige precisión en la pregunta clínica.

La novedad práctica derivada de la evidencia actual es la consolidación de una secuencia diagnóstica orientada por probabilidad. En un paciente con disnea, signos de congestión y líneas B bilaterales simétricas, la probabilidad de edema cardiogénico aumenta y puede justificarse una intervención temprana mientras se completan estudios. En un paciente con ecografía negativa técnicamente adecuada y probabilidad inicial baja o intermedia, la insuficiencia cardiaca se vuelve menos probable. En escenarios discordantes, la radiografía, ecocardiografía, biomarcadores o tomografía deben resolver la incertidumbre.

Las futuras investigaciones deberían evaluar algoritmos combinados en servicios de emergencia latinoamericanos, con desenlaces que incluyan tiempo hasta tratamiento apropiado, errores diagnósticos, necesidad de imagen adicional, duración de estancia y eventos adversos. También resulta pertinente definir curvas de aprendizaje y criterios de competencia que aseguren reproducibilidad entre médicos de emergencia. El desarrollo

de inteligencia artificial para conteo de líneas B podría disminuir variabilidad, pero su utilidad debe validarse frente a operadores entrenados y no sustituir el juicio clínico.

En síntesis, la discusión de la evidencia no apoya una oposición absoluta entre ecografía y radiografía. La ecografía ofrece mayor sensibilidad, rapidez, repetibilidad y ausencia de radiación; la radiografía conserva especificidad en ciertos contextos y aporta información anatómica global. La estrategia más sólida utiliza las fortalezas de ambas de acuerdo con la probabilidad clínica y la estabilidad del paciente, situando a la ecografía como herramienta inicial o complemento temprano y a la radiografía como estudio adicional cuando la anatomía, el diagnóstico diferencial o la discordancia clínica lo requieran.

Conclusiones

La evidencia analizada permite concluir que la ecografía pulmonar presenta un alto valor diagnóstico para la identificación temprana del edema agudo de pulmón y de la congestión asociada con insuficiencia cardiaca aguda en pacientes atendidos en emergencia. La ventaja más consistente frente a la radiografía de tórax se concentra en la sensibilidad, lo que favorece el reconocimiento de pacientes cuya radiografía puede permanecer negativa o poco expresiva durante las fases iniciales.

La detección de múltiples líneas B bilaterales y difusas constituye un hallazgo útil para reconocer síndrome intersticial, pero no confirma por sí misma una etiología cardiogénica. La interpretación debe considerar distribución, características pleurales, derrame, consolidaciones y contexto cardiovascular, debido a que fibrosis, neumonía y otras enfermedades pulmonares pueden producir artefactos similares. La especificidad

observada en la literatura varía de manera suficiente para impedir una lectura aislada del patrón ecográfico.

La ecografía pulmonar ofrece ventajas operativas relevantes: puede realizarse junto al paciente, repetirse sin radiación y proporcionar resultados en minutos. Estas características resultan especialmente útiles ante inestabilidad, dificultad para traslado o necesidad de reevaluar la respuesta a la descongestión. La rapidez debe acompañarse de entrenamiento y protocolos estandarizados, porque el beneficio disminuye cuando la adquisición, el umbral de positividad o la interpretación difieren entre operadores.

La radiografía de tórax mantiene utilidad y no debe considerarse obsoleta. Su capacidad para aportar una visión anatómica general, identificar cardiomegalia, dispositivos, opacidades y diagnósticos alternativos sigue siendo relevante, y en determinadas poblaciones puede conservar una especificidad superior a la ecografía. La elección entre estudios debe responder a la pregunta clínica, no a una sustitución tecnológica predeterminada.

El objetivo general se cumple al establecer que la ecografía pulmonar supera de forma consistente a la radiografía en sensibilidad temprana, mientras la especificidad depende de población, protocolo y estándar de referencia. Los objetivos específicos muestran, además, que las líneas B constituyen el principal marcador de congestión, que la disponibilidad point-of-care puede reducir tiempos diagnósticos y que la integración con valoración clínica mejora el rendimiento respecto del uso aislado de una prueba.

El aporte principal reside en proponer una interpretación multimodal sustentada en evidencia actualizada. La ecografía pulmonar puede ocupar una posición de primera línea o de complemento inmediato durante la evaluación inicial de la disnea, acompañada de ecocardiografía, electrocardiograma, péptidos natriuréticos y radiografía

cuando exista necesidad de información adicional. Este modelo conserva la rapidez de LUS sin perder la capacidad confirmatoria y diferencial de otros métodos.

La implementación en servicios de emergencia requiere programas formales de formación, definición de zonas de exploración, criterios de positividad, documentación de imágenes y auditoría de calidad. También se requieren estudios prospectivos en Ecuador y otros países latinoamericanos para medir exactitud, tiempos de atención y efecto sobre decisiones clínicas en condiciones locales. La evidencia disponible permite incorporar la ecografía pulmonar con fundamento científico, siempre que su uso mantenga criterios de competencia y se integre al razonamiento clínico.

Referencias Bibliográficas

Servicio de Rentas Internas. (s. f.). ¿Qué derechos tengo como contribuyente? https://www.sri.gob.ec/que-derechos-tengo-como-contribuyente

1. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. Eur Heart J. 2021;42(36):3599-3726. doi:10.1093/eurheartj/ehab368.
2. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al. 2023 Focused Update of the 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. Eur Heart J. 2023;44(37):3627-3639. doi:10.1093/eurheartj/ehad195.
3. Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, Allen LA, Byun JJ, Colvin MM, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure. J Card Fail. 2022;28(5):e1-e167. doi:10.1016/j.cardfail.2022.02.010.

4. Masip J, Peacock WF, Arrigo M, Rossello X, Platz E, Cullen L, et al. Acute Heart Failure in the 2021 ESC Heart Failure Guidelines: a scientific statement from the Association for Acute CardioVascular Care of the European Society of Cardiology. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care. 2022;11(2):173-185. doi:10.1093/ehjacc/zuab122.

5. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. Chest. 2008;134(1):117-125. doi:10.1378/chest.07-2800.

6. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. Intensive Care Med. 2012;38(4):577-591. doi:10.1007/s00134-012-2513-4.

7. Jarman RD, McDermott C, Colclough A, Bøtker M, Knudsen L, Harris T, et al. EFSUMB Clinical Practice Guidelines for Point-of-Care Ultrasound: Part One (Common Heart and Pulmonary Applications) LONG VERSION. Ultraschall Med. 2023;44(1):e1-e24. doi:10.1055/a-1882-5615.

8. Volpicelli G, Gargani L, Zieleskiewicz L, Tuinman PR, Kimura BJ, Zisis G, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound: 2025 focused update of the 2012 recommendations. Intensive Care Med. 2026;52(7):1415-1446. doi:10.1007/s00134-026-08487-2.

9. Gargani L, Girerd N, Platz E, Pellicori P, Stankovic I, Palazzuoli A, et al. Lung ultrasound in acute and chronic heart failure: a clinical consensus statement of the European Association of Cardiovascular Imaging. Eur Heart J Cardiovasc Imaging. 2023;24(12):1569-1582. doi:10.1093/ehjci/jead169.

10. Iwakura K, Onishi T. A practical guide to the lung ultrasound for the assessment of congestive heart failure. J Echocardiogr. 2021;19(4):195-204. doi:10.1007/s12574-021-00528-7.

11. Maw AM, Hassanin A, Ho PM, McInnes MDF, Moss A, Juarez-Colunga E, et al. Diagnostic accuracy of point-of-care lung ultrasonography and chest radiography in adults with symptoms suggestive of acute decompensated heart failure: a systematic review and meta-analysis. JAMA Netw Open. 2019;2(3):e190703. doi:10.1001/jamanetworkopen.2019.0703.

12. Chiu L, Jairam MP, Chow R, Chiu N, Shen M, Alhassan A, et al. Meta-Analysis of Point-of-Care Lung Ultrasonography Versus Chest Radiography in Adults With Symptoms of Acute Decompensated Heart Failure. Am J Cardiol. 2022;174:89-95. doi:10.1016/j.amjcard.2022.03.022.

13. Rahmani E, et al. Accuracy of Lung Ultrasonography for Diagnosis of Heart Failure; a Systematic Review and Meta-analysis. Arch Acad Emerg Med. 2025;13(1):e33. doi:10.22037/aaemj.v13i1.2555.

14. Wang Y, Shen Z, Lu X, Zhen Y, Li H. Sensitivity and specificity of ultrasound for the diagnosis of acute pulmonary edema: a systematic review and meta-analysis. Med Ultrason. 2018;20(1):32-36. doi:10.11152/mu-1223.

15. Ghauri SK, Mustafa KJ, Javaeed A, Khan AS. Accuracy of lung ultrasound and chest X-rays in diagnosing acute pulmonary oedema in patients presenting with acute dyspnoea in emergency department. J Pak Med Assoc. 2021;71(10):2423-2425. doi:10.47391/JPMA.03-453.

16. Wooten WM, Shaffer LET, Hamilton LA. Bedside Ultrasound Versus Chest Radiography for Detection of Pulmonary Edema: A Prospective Cohort Study. J Ultrasound Med. 2019;38(4):967-973. doi:10.1002/jum.14781.

17. Nakao S, Vaillancourt C, Taljaard M, Nemnom MJ, Woo MY, Stiell IG. Diagnostic Accuracy of Lung Point-Of-Care Ultrasonography for Acute Heart Failure Compared With Chest X-Ray Study Among Dyspneic Older Patients in the Emergency Department. J Emerg Med. 2021;61(2):161-168. doi:10.1016/j.jemermed.2021.02.019.

18. Keranović A, Kudrna Prašek K, Gornik I. Lung Ultrasound Offers Fast and Reliable Exclusion of Heart Failure in the Emergency Department: A Prospective Diagnostic Study. Diagnostics (Basel). 2025;15(24):3100. doi:10.3390/diagnostics15243100.

19. Miger KC, Olesen ASO, Grand J, Boesen MP, Thune JJ, Nielsen OW. Lung Ultrasound Versus Chest Radiography for Acute Heart Failure: Impact of Heart Failure History and Pleural Effusion. Diagnostics (Basel). 2025;15(23):3047. doi:10.3390/diagnostics15233047.

20. Russell FM, Harrison NE, Hobson O, Montelauro N, Vetter CJ, Brenner D, et al. Diagnostic accuracy of prehospital lung ultrasound for acute decompensated heart failure: A systematic review and meta-analysis. Am J Emerg Med. 2024;80:91-98. doi:10.1016/j.ajem.2024.03.021.

21. Russell FM, Supples M, Tamhankar O, Liao M, Finnegan P. Prehospital lung ultrasound in acute heart failure: Impact on diagnosis and treatment. Acad Emerg Med. 2024;31(1):42-48. doi:10.1111/acem.14811.

22. Pivetta E, Goffi A, Nazerian P, Castagno D, Tozzetti C, Tizzani P, et al. Lung ultrasound integrated with clinical assessment for the diagnosis of acute decompensated heart failure in the emergency department: a randomized controlled trial. Eur J Heart Fail. 2019;21(6):754-766. doi:10.1002/ejhf.1379.

23. Pang PS, Russell FM, Ehrman R, Ferre R, Gargani L, Levy PD, et al. Lung Ultrasound-Guided Emergency Department Management of Acute Heart Failure (BLUSHED-AHF): A Randomized Controlled Pilot Trial. JACC Heart Fail. 2021;9(9):638-648. doi:10.1016/j.jchf.2021.05.008.

24. Agricola E, Bove T, Oppizzi M, Marino G, Zangrillo A, Margonato A, et al. Ultrasound comet-tail images: a marker of pulmonary edema: a comparative study with wedge pressure and extravascular lung water. Chest. 2005;127(5):1690-1695. doi:10.1378/chest.127.5.1690.

25. Platz E, Jhund PS, Girerd N, Pivetta E, McMurray JJV, Peacock WF, et al. Expert consensus document: Reporting checklist for quantification of pulmonary congestion by lung ultrasound in heart failure. Eur J Heart Fail. 2019;21(7):844-851. doi:10.1002/ejhf.1499.

26. McGivery K, Atkinson P, Lewis D, Taylor L, Harris T, Gadd K, et al. Emergency department ultrasound for the detection of B-lines in the early diagnosis of acute decompensated heart failure: a systematic review and meta-analysis. CJEM. 2018;20(3):343-352. doi:10.1017/cem.2018.27.

27. Russell FM, Ehrman RR, Cosby K, Ansari A, Tseeng S, Christain E, et al. Diagnosing acute heart failure in patients with undifferentiated dyspnea: a lung and cardiac ultrasound (LuCUS) protocol. Acad Emerg Med. 2015;22(2):182-191. doi:10.1111/acem.12570.

28. Pivetta E, Goffi A, Lupia E, Tizzani M, Porrino G, Ferreri E, et al. Lung Ultrasound-Implemented Diagnosis of Acute Decompensated Heart Failure in the ED: A SIMEU Multicenter Study. Chest. 2015;148(1):202-210. doi:10.1378/chest.14-2608.

29. Martindale JL, Wakai A, Collins SP, Levy PD, Diercks D, Hiestand BC, et al. Diagnosing Acute Heart Failure in the Emergency Department: A Systematic Review and Meta-analysis. Acad Emerg Med. 2016;23(3):223-242. doi:10.1111/acem.12878.

30. Martindale JL, Noble VE, Liteplo A. Diagnosing pulmonary edema: lung ultrasound versus chest radiography. Eur J Emerg Med. 2013;20(5):356-360. doi:10.1097/MEJ.0b013e32835c2b88.

31. Kim DJ, Sheppard G, Lewis D, Buchanan IM, Jelic T, Thavanathan R, et al. POCUS literature primer: key papers on cardiac and lung POCUS. CJEM. 2024;26(10):713-720. doi:10.1007/s43678-024-00755-8.

32. Johannessen Ø, Claggett B, Lewis EF, Groarke JD, Swamy V, Lindner M, et al. A-lines and B-lines in patients with acute heart failure. Eur Heart J Acute Cardiovasc Care. 2021;10(8):909-917. doi:10.1093/ehjacc/zuab046.

33. Ferreira AH, Zoppi DC, Miranda CH, Muglia VF, Pazin-Filho A. Lung Ultrasound Score at Hospital Discharge as a Predictor of Emergency Department Visit and Hospital Readmission in Patients With Acute Heart Failure. Cureus. 2024;16(6):e63051. doi:10.7759/cureus.63051.

34. Bouzidi H, Hammami S, Zairi I, Kammoun S, Kraiem S, Jabeur M, et al. Role of pulmonary ultrasonography in diagnosis of acute heart failure. Curr Probl Cardiol. 2025;50(1):102910. doi:10.1016/j.cpcardiol.2024.102910.

Ecografía versus tomografía en abdomen agudo: rendimiento diagnóstico y correlación de hallazgos imagenológicos con el diagnóstico definitivo.

Ultrasound versus computed tomography in acute abdomen: diagnostic performance and correlation of imaging findings with the definitive diagnosis.

Ultrassonografia versus tomografia computadorizada no abdome agudo: desempenho diagnóstico e correlação dos achados de imagem com o diagnóstico definitivo.

Erick Washington Balladares Giler
Universidad de Guayaquil
Ecuador
erickballadares11@hotmail.com
https://orcid.org/0009-0001-4617-8993

Forma de citación en APA, séptima edición.

Balladares, E. (2026). *Ecografía versus tomografía en abdomen agudo: rendimiento diagnóstico y correlación de hallazgos imagenológicos con el diagnóstico definitivo*. Revista Ibero Research, 1(7), 301 - 338.

Fecha de presentación: 01/09/2026 **Fecha de aceptación:** 03/09/2026 **Fecha de publicación:** 04/09/2026

Resumen

El abdomen agudo exige decisiones diagnósticas rápidas porque múltiples enfermedades comparten manifestaciones clínicas y pueden evolucionar hacia complicaciones graves. El objetivo fue comparar el rendimiento diagnóstico de la ecografía abdominal y la tomografía computarizada, con énfasis en apendicitis, colecistitis, diverticulitis y obstrucción intestinal, y establecer su correlación con el diagnóstico definitivo. Se desarrolló una revisión sistemática cualitativa de evidencia de exactitud diagnóstica, estructurada con PRISMA 2020, principios del Cochrane Handbook y criterios de riesgo de sesgo de QUADAS-2, sin efectuar un metaanálisis de novo. La tomografía mostró mayor rendimiento en apendicitis, con sensibilidad de 97,2 % y especificidad de 95,6 %, frente a 82,1 % y 85,9 % para ecografía; en colecistitis las diferencias fueron menores, mientras que en diverticulitis y obstrucción la ecografía alcanzó valores elevados para detección, pero la tomografía aportó mayor capacidad para caracterizar extensión, etiología y complicaciones. Se concluyó que ambas modalidades son complementarias, con una estrategia escalonada que favorece ecografía inicial en escenarios seleccionados y tomografía ante incertidumbre, diagnóstico diferencial amplio o sospecha de enfermedad complicada.

Palabras clave: sensibilidad; especificidad; apendicitis; colecistitis; obstrucción intestinal.

Abstract

Acute abdomen requires rapid diagnostic decisions because multiple diseases share clinical manifestations and may progress to severe complications. The objective was to compare the diagnostic performance of abdominal ultrasound and computed tomography, with emphasis on appendicitis, cholecystitis, diverticulitis, and intestinal obstruction, and to establish their correlation with the definitive diagnosis. A qualitative systematic review of diagnostic accuracy evidence was developed, structured according to PRISMA 2020, Cochrane Handbook principles, and QUADAS-2 risk-of-bias criteria, without performing a de novo meta-analysis. Computed tomography showed higher performance in appendicitis, with 97.2% sensitivity and 95.6% specificity, compared with 82.1% and 85.9% for ultrasound; in cholecystitis the differences were smaller, whereas in diverticulitis and obstruction ultrasound achieved high detection performance, but computed tomography provided greater ability to characterize extent, etiology, and complications. It was concluded that both modalities are complementary, supporting a stepwise strategy that favors initial ultrasound in selected scenarios and computed tomography when uncertainty, a broad differential diagnosis, or suspected complicated disease is present.

Keywords: sensitivity; specificity; appendicitis; cholecystitis; intestinal obstruction.

Resumo

O abdome agudo exige decisões diagnósticas rápidas porque múltiplas doenças compartilham manifestações clínicas e podem evoluir para complicações graves. O objetivo foi comparar o desempenho diagnóstico da ultrassonografia abdominal e da tomografia computadorizada, com ênfase em apendicite, colecistite, diverticulite e obstrução intestinal, e estabelecer sua correlação com o diagnóstico definitivo. Foi desenvolvida uma revisão sistemática qualitativa de evidências de acurácia diagnóstica, estruturada conforme o PRISMA 2020, os princípios do Cochrane Handbook e os critérios de risco de viés do QUADAS-2, sem realização de metanálise de novo. A tomografia apresentou maior desempenho na apendicite, com sensibilidade de 97,2% e especificidade de 95,6%, frente a 82,1% e 85,9% da ultrassonografia; na colecistite as diferenças foram menores, enquanto na diverticulite e na obstrução a ultrassonografia mostrou elevada capacidade de detecção, porém a tomografia ofereceu maior caracterização da extensão, etiologia e complicações. Concluiu-se que as modalidades são complementares, sustentando estratégia escalonada com ultrassonografia inicial em cenários selecionados e tomografia diante de incerteza, amplo diagnóstico diferencial ou suspeita de doença complicada.

Palavras-chave: sensibilidade; especificidade; apendicite; colecistite; obstrução intestinal.

Introducción

El abdomen agudo constituye un síndrome clínico de elevada relevancia en los servicios de emergencia, debido a la amplitud del diagnóstico diferencial y a la posibilidad de progresión rápida hacia sepsis, perforación, isquemia, hemorragia o compromiso hemodinámico. La valoración inicial exige integrar antecedentes, examen físico, pruebas de laboratorio e imagen, porque múltiples enfermedades comparten manifestaciones clínicas y la utilidad de cada prueba depende de la probabilidad pretest y del escenario anatómico [1-3].

La imagen diagnóstica permite confirmar o descartar causas tratables, establecer la extensión de la enfermedad y reconocer diagnósticos alternativos que modifican la conducta. La tomografía computarizada ofrece una evaluación panorámica del abdomen y la pelvis, mientras que la ecografía proporciona una exploración dinámica, repetible y exenta de radiación ionizante, con ventajas cuando la sospecha se concentra en estructuras accesibles al ultrasonido o cuando se desea limitar exposición radiológica [1,2,4-6].

La selección entre ecografía y tomografía no puede reducirse a una comparación aislada de sensibilidad y especificidad, porque el rendimiento depende de la enfermedad, edad, embarazo, constitución corporal, estabilidad clínica, experiencia del operador y disponibilidad tecnológica. La ecografía puede disminuir su calidad por obesidad, meteorismo o ventanas acústicas limitadas, mientras que la tomografía ofrece mayor campo de visión y mejor caracterización de colecciones, perforación, obstrucción, alteraciones vasculares y diagnósticos alternativos [2,5,6].

En apendicitis aguda, la ecografía identifica aumento del diámetro apendicular, ausencia de compresibilidad, engrosamiento parietal, hiperemia, líquido periapendicular o

apendicolito, pero su principal limitación es la no visualización completa del apéndice. Las guías WSES favorecen estrategias escalonadas en niños, jóvenes y embarazo, con tomografía selectiva cuando persiste incertidumbre, mientras que en adultos la evidencia comparativa muestra una mayor estabilidad diagnóstica de la tomografía [10-16].

El metaanálisis de Dizon y colaboradores informó sensibilidad agrupada de 97,2 % y especificidad de 95,6 % para tomografía en apendicitis, frente a 82,1 % y 85,9 % para ecografía [11]. Esta diferencia contrasta con la colecistitis, donde un metaanálisis de 2024 estimó sensibilidad de 83,9 % para tomografía y 79,0 % para ecografía, con especificidades cercanas a 94,0 % y 93,6 %, respectivamente, sin una superioridad absoluta en las comparaciones directas [17].

La ecografía conserva un papel de primera línea en patología biliar por su capacidad para demostrar litiasis, distensión vesicular, engrosamiento de la pared, líquido perivesicular y signo de Murphy ecográfico. La tomografía adquiere mayor utilidad ante duda diagnóstica, sospecha de gangrena, perforación, absceso u otra causa abdominal, por lo que revisiones sistemáticas, criterios de Tokio y recomendaciones radiológicas respaldan una elección basada en la presentación clínica y la necesidad de identificar complicaciones [18-22].

En diverticulitis aguda, la ecografía puede detectar engrosamiento de la pared intestinal, divertículos inflamados y cambios de la grasa pericólica, con elevada exactitud en enfermedad no complicada, mientras que la tomografía conserva ventajas para mostrar aire extraluminal, abscesos, fístulas, obstrucción y extensión de la inflamación. La evidencia comparativa y las guías contemporáneas sostienen que la necesidad de clasificar complicaciones condiciona la elección de la modalidad [23-27].

La obstrucción intestinal también ilustra la complementariedad entre pruebas. La ecografía puede demostrar asas dilatadas, cambios en la motilidad y, en algunos casos, el punto de transición, con metaanálisis que informan sensibilidad y especificidad alrededor de 92 % y 93 % para obstrucción del intestino delgado [28,29]. La tomografía añade información sobre etiología, localización, estrangulación, isquemia o perforación, aspectos que adquieren prioridad cuando la pregunta clínica trasciende la simple detección [30,31].

La comparación metodológicamente válida de pruebas diagnósticas requiere considerar sensibilidad y especificidad de manera conjunta, además del estándar de referencia y la heterogeneidad entre poblaciones, protocolos y operadores. PRISMA 2020, el Cochrane Handbook para exactitud diagnóstica y QUADAS-2 aportan criterios para la transparencia, la síntesis y la evaluación del riesgo de sesgo, evitando interpretar una cifra aislada como una medida universal de utilidad clínica [7-9].

El problema científico se concentra en determinar cuándo la superioridad técnica de una modalidad se traduce en una ventaja clínica y cuándo una prueba menos invasiva puede resolver la incertidumbre con suficiente precisión. El objetivo general fue comparar el rendimiento diagnóstico de la ecografía abdominal frente a la tomografía computarizada en pacientes con abdomen agudo y determinar cuál modalidad presenta mayor correlación con el diagnóstico definitivo; de forma específica se compararon apendicitis, colecistitis, diverticulitis y obstrucción intestinal, se examinaron sensibilidad y especificidad, se identificaron factores asociados con resultados falsos y se valoraron ventajas y limitaciones clínicas.

Metodología

Se desarrolló una revisión sistemática cualitativa orientada a la exactitud diagnóstica, con una síntesis comparativa de ecografía abdominal y tomografía computarizada en pacientes con sospecha de abdomen agudo. El proceso se estructuró con los principios de PRISMA 2020 para el reporte transparente y con las recomendaciones metodológicas del Cochrane Handbook para revisiones de pruebas diagnósticas, evitando realizar un metaanálisis de novo cuando los datos procedían de revisiones heterogéneas o no se disponía de tablas individuales de dos por dos [7,8].

La pregunta diagnóstica se formuló con una estructura PICO adaptada, en la que la población correspondió a pacientes adultos o pediátricos con sospecha clínica de abdomen agudo, la intervención o prueba índice de interés fue la tomografía computarizada abdominal, el comparador fue la ecografía abdominal y los desenlaces incluyeron sensibilidad, especificidad, precisión diagnóstica, identificación de complicaciones y correlación con el diagnóstico definitivo. El análisis mantuvo como entidades clínicas principales la apendicitis, colecistitis, diverticulitis y obstrucción intestinal.

La base documental principal estuvo constituida por la investigación proporcionada para el desarrollo del artículo, la cual contenía una selección de revisiones sistemáticas, metaanálisis, guías clínicas, estudios de exactitud diagnóstica y documentos metodológicos relevantes. Para fortalecer la contextualización se integraron fuentes complementarias ampliamente reconocidas sobre diagnóstico por imágenes en dolor abdominal agudo, criterios de selección de pruebas y guías específicas por patología, preservando el enfoque original y sin sustituir los resultados cuantitativos centrales del documento base.

Se consideraron elegibles estudios originales prospectivos o retrospectivos de exactitud diagnóstica, revisiones sistemáticas, metaanálisis y guías con información directamente aplicable a la selección de ecografía o tomografía en abdomen agudo. Se requirió que los trabajos evaluaran al menos una de las modalidades y emplearan un estándar de referencia clínico, quirúrgico, anatomopatológico o de seguimiento suficientemente definido, además de reportar sensibilidad, especificidad, valores predictivos, datos para derivar medidas de exactitud o información clínica sobre detección de complicaciones.

Se excluyeron publicaciones de opinión, cartas al editor, estudios exclusivamente experimentales, investigaciones sin población compatible con abdomen agudo, documentos que no describieran la prueba de imagen evaluada y trabajos sin un estándar diagnóstico interpretable. También se descartó la extrapolación de resultados de técnicas no comparables con ecografía o tomografía, porque la finalidad fue analizar dos estrategias de imagen concretas y su relación con el diagnóstico definitivo, no realizar una revisión general de todas las modalidades disponibles.

La estrategia conceptual de búsqueda se organizó mediante términos en inglés y español relacionados con acute abdomen, acute abdominal pain, ultrasound, ultrasonography, computed tomography, diagnostic accuracy, sensitivity, specificity, appendicitis, cholecystitis, diverticulitis y small bowel obstruction. Los operadores booleanos AND y OR se combinaron de acuerdo con la pregunta clínica, mientras que los términos específicos de cada patología permitieron identificar evidencia con mayor homogeneidad diagnóstica. La priorización temporal se concentró en literatura reciente, manteniendo estudios clásicos cuando constituían referencias fundamentales o metaanálisis seminales.

Las bases científicas contempladas en el marco metodológico fueron PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Cochrane Library y repositorios de guías

clínicas, junto con rastreo de referencias de publicaciones relevantes. Para la presente síntesis se conservaron únicamente datos cuantitativos que se encontraban respaldados por las fuentes incluidas y claramente identificados en el documento base o en referencias complementarias, por lo que no se asignaron valores cuando una revisión no aportaba una cifra comparable o cuando las estimaciones dependían de umbrales diferentes.

La extracción de información consideró autor, año, patología, tipo de evidencia, modalidad evaluada, población general de interés, estándar de referencia cuando se describía, sensibilidad, especificidad y capacidad para detectar complicaciones. Se registraron además variables clínicas asociadas con la utilidad práctica de cada prueba, entre ellas exposición a radiación, dependencia del operador, repetibilidad, costo relativo, rendimiento en pediatría o embarazo y capacidad para identificar diagnósticos alternativos, ya que estos elementos condicionan la selección de la modalidad más allá de la exactitud estadística.

La evaluación crítica se apoyó en los dominios propuestos por QUADAS-2, sin generar una clasificación artificial de riesgo para estudios cuyo texto completo no fue reevaluado de forma individual. Se prestó atención a posibles sesgos de selección, verificación y flujo, además de la aplicabilidad de la prueba índice y del estándar de referencia, porque una ecografía realizada por operadores expertos puede presentar un comportamiento diferente al observado en centros con menor entrenamiento, mientras que la tomografía varía según protocolo, contraste, dosis y experiencia interpretativa [9,33].

La síntesis se organizó de forma narrativa y tabular, con énfasis en estimaciones agrupadas publicadas previamente. En apendicitis se adoptaron como cifras centrales las estimaciones del metaanálisis de Dizon y colaboradores; para colecistitis se utilizaron

los valores del metaanálisis comparativo de 2024; para diverticulitis se conservaron las estimaciones de la revisión comparativa clásica y se contrastaron con evidencia reciente; en obstrucción intestinal se emplearon las estimaciones agrupadas de ecografía reportadas en la literatura disponible [11,17,19,23,28].

No se calcularon efectos combinados nuevos ni intervalos de confianza a partir de datos incompletos, porque esa práctica habría implicado mezclar poblaciones, protocolos y estándares de referencia heterogéneos. Los cálculos derivados se limitaron a diferencias absolutas entre porcentajes ya publicados para facilitar la comparación visual, sin modificar las estimaciones originales, y se expresaron en puntos porcentuales. Esta decisión mantuvo la distinción entre síntesis descriptiva y metaanálisis formal, conforme con las recomendaciones para revisiones de exactitud diagnóstica [8].

Los cuatro gráficos se generaron con Python 3.13.5 y Matplotlib 3.10.8 a partir de datos numéricos publicados en las fuentes seleccionadas, sin simulación ni imputación. Las tablas se construyeron mediante extracción estructurada de la evidencia y se utilizaron abreviaturas únicamente cuando su significado podía especificarse con claridad. La secuencia de presentación se diseñó para alternar tablas y gráficos, de manera que cada elemento visual respondiera a una pregunta analítica distinta y evitara la repetición decorativa de información.

El análisis se centró en la sensibilidad como capacidad para detectar enfermedad y en la especificidad como capacidad para descartar correctamente a quienes no presentan la entidad, interpretadas conjuntamente con el contexto clínico. Se evitó jerarquizar una modalidad solo por un valor aislado, porque la utilidad de una prueba también depende de la frecuencia de resultados no concluyentes, de su capacidad para mostrar complicaciones y del impacto potencial sobre la conducta clínica, especialmente en escenarios de alta gravedad o diagnóstico diferencial amplio.

No se requirió intervención directa sobre seres humanos, acceso a historias clínicas identificables ni manejo de muestras biológicas, dado que la unidad de análisis estuvo constituida por publicaciones científicas y documentos de acceso académico. En consecuencia, el desarrollo correspondió a una síntesis secundaria de evidencia y no implicó procedimientos experimentales ni modificación de tratamientos. Se mantuvo el principio de trazabilidad mediante la citación de las fuentes originales de los datos utilizados en tablas, gráficos y comparaciones.

La metodología reconoció como limitación inherente la heterogeneidad de la literatura diagnóstica, especialmente cuando una patología incluye diferentes espectros de severidad o cuando la experiencia del operador modifica la visualización ecográfica. Por esta razón, los resultados se interpretaron como estimaciones aplicables al contexto descrito por cada fuente y no como valores universales, mientras que la comparación global se utilizó para identificar patrones consistentes de complementariedad entre ecografía y tomografía, en lugar de construir una jerarquía absoluta para todo abdomen agudo.

Resultados

La síntesis de la evidencia mostró que el rendimiento relativo de ecografía y tomografía depende de la patología y de la pregunta clínica que debe resolverse. La mayor diferencia cuantitativa se observó en apendicitis adulta, mientras que en colecistitis las estimaciones fueron mucho más próximas; en diverticulitis la ecografía alcanzó valores elevados para detección de enfermedad, aunque la tomografía mostró mayor especificidad, y en obstrucción intestinal la ecografía presentó un desempeño favorable para identificar la presencia de obstrucción [11,17,19,28].

El conjunto de fuentes cuantitativas seleccionadas incluyó metaanálisis y revisiones sistemáticas centradas en las cuatro entidades principales, complementadas con guías y estudios de imagen aplicables a la práctica de emergencia. La Tabla 1 resume el núcleo de evidencia utilizado para organizar los resultados, diferenciando la contribución de cada publicación y evitando atribuirle datos que no estuvieran explícitamente disponibles en la fuente correspondiente.

Tabla 1. Características de la evidencia principal utilizada en la síntesis diagnóstica

Autor	Año	Patología	Tipo de evidencia	Modalidad	Contribución principal
Dizon et al.	2022	Apendicitis	Revisión sistemática y metaanálisis	Ecografía y TC	Comparación de sensibilidad y especificidad en adultos
Oliveira et al.	2024	Colecistitis	Revisión sistemática y metaanálisis	Ecografía y TC	Comparación directa de rendimiento diagnóstico
Laméris et al.	2008	Diverticulitis	Metaanálisis de exactitud	Ecografía y TC	Estimaciones comparativas de sensibilidad y especificidad
Shokoohi et al.	2025	Diverticulitis	Revisión sistemática y metaanálisis	Ecografía	Actualización del rendimiento ecográfico
Lin et al.	2021	Obstrucción intestinal	Revisión sistemática y metaanálisis	Ecografía	Estimación agrupada para obstrucción del intestino delgado
Motavaselian et al.	2024	Obstrucción intestinal	Revisión sistemática y metaanálisis	Ecografía	Síntesis contemporánea del desempeño ultrasonográfico

Fuente: elaboración con base en las referencias [11], [17], [19], [23], [28] y [29].

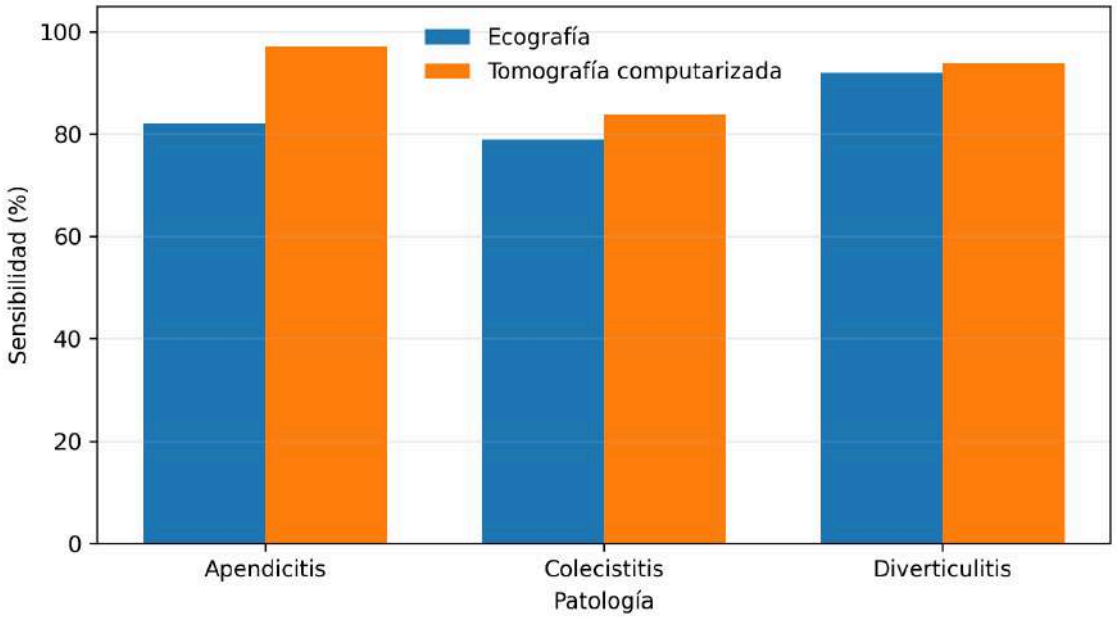
La Tabla 1 evidencia que la comparación no se sustentó en una única fuente ni en una sola enfermedad, sino en varios cuerpos de evidencia con objetivos diagnósticos distintos. El mayor nivel de comparabilidad directa se encontró en apendicitis y colecistitis, mientras que en diverticulitis y obstrucción intestinal la interpretación necesitó considerar la finalidad clínica de la prueba, porque detectar enfermedad no

equivale necesariamente a caracterizar extensión, etiología o presencia de complicaciones.

En apendicitis, la estructura de la evidencia permitió una comparación cuantitativa amplia entre modalidades, con 47 estudios agrupados en el metaanálisis de Dizon, distribuidos entre tomografía, ecografía y estudios que evaluaron ambas pruebas. Para las otras patologías se conservaron los resultados agregados publicados por las revisiones pertinentes, sin reconstruir tamaños muestrales no documentados en el material disponible, lo que mantuvo la trazabilidad de la síntesis [11,17,19,28].

La primera comparación gráfica se orientó a sensibilidad, porque la omisión de una enfermedad potencialmente quirúrgica puede traducirse en retraso terapéutico. Se incluyeron únicamente las patologías para las que el documento base ofrecía estimaciones comparables de ecografía y tomografía, de forma que la visualización representara diferencias reales y no combinaciones inferidas a partir de fuentes no equivalentes.

Gráfico 1. Sensibilidad comparativa de ecografía y tomografía en patologías seleccionadas



Fuente: elaboración a partir de Dizon et al. [11], Oliveira et al. [17] y Laméris et al. [19].

El Gráfico 1 muestra una separación marcada en apendicitis, donde la sensibilidad de la tomografía superó en 15,1 puntos porcentuales a la ecografía, mientras que la brecha fue de 4,9 puntos en colecistitis y de aproximadamente 2 puntos en diverticulitis. El patrón confirma que la ventaja de la tomografía no se distribuye de manera uniforme entre todas las causas de abdomen agudo y que la magnitud del beneficio depende de la enfermedad evaluada [11,17,19].

La sensibilidad ecográfica más alta dentro de las comparaciones directas correspondió a diverticulitis, seguida por apendicitis y colecistitis, aunque estos valores procedieron de cuerpos de evidencia distintos y no deben interpretarse como una clasificación universal entre enfermedades. La variabilidad puede relacionarse con ventanas acústicas, localización de la lesión, criterios diagnósticos y experiencia del operador, factores que se vuelven especialmente relevantes cuando un resultado negativo se utiliza para decidir si se requieren pruebas adicionales.

Para integrar sensibilidad y especificidad sin perder la trazabilidad de los datos, la Tabla 2 reúne las estimaciones centrales extraídas de las fuentes cuantitativas utilizadas. En obstrucción intestinal se consignaron únicamente los valores de ecografía respaldados por el metaanálisis correspondiente, debido a que la síntesis base no proporcionó una estimación agrupada equivalente de tomografía que pudiera compararse sin recurrir a una construcción artificial.

Tabla 2. Estimaciones de sensibilidad y especificidad utilizadas en la comparación

Patología	Sensibilidad US (%)	Especificidad US (%)	Sensibilidad TC (%)	Especificidad TC (%)	Fuente
Apendicitis	82,1	85,9	97,2	95,6	Dizon et al. [11]
Colecistitis	79,0	93,6	83,9	94,0 aprox.	Oliveira et al. [17]
Diverticulitis	92,0 aprox.	90,0 aprox.	94,0 aprox.	99,0 aprox.	Laméris et al. [19]
Obstrucción intestinal	92,0 aprox.	93,0 aprox.	NR	NR	Lin et al. [28]

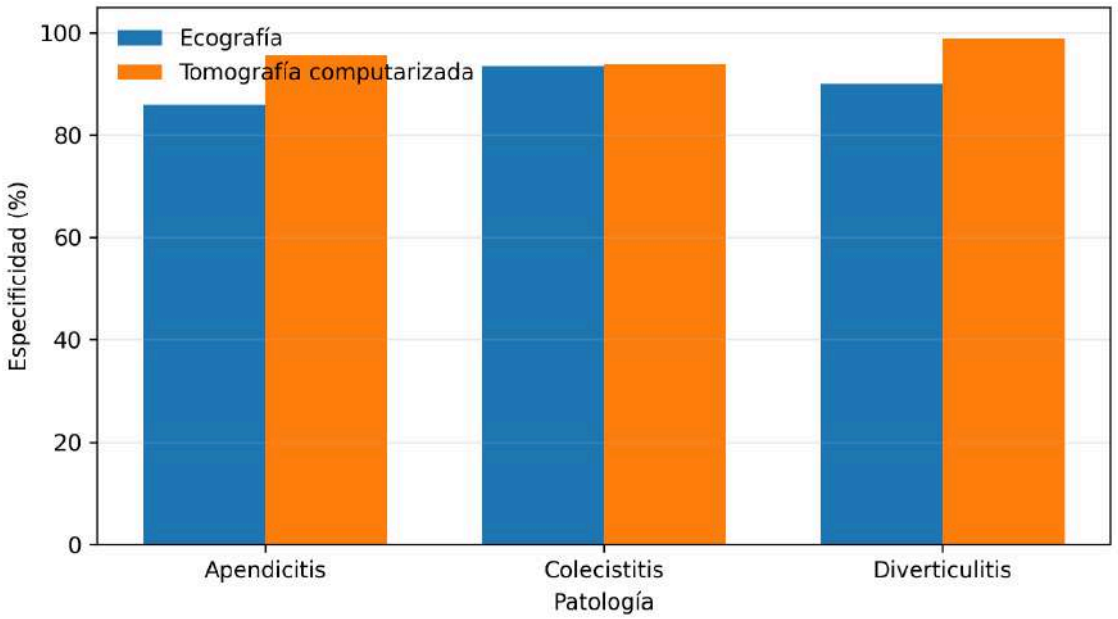
Fuente: elaboración con datos publicados en las referencias indicadas; NR: no reportado como estimación agrupada comparable en la síntesis base.

La Tabla 2 confirma que la apendicitis presenta la mayor diferencia simultánea en sensibilidad y especificidad a favor de la tomografía, mientras que en colecistitis las cifras de especificidad son prácticamente equivalentes. En diverticulitis, las sensibilidades resultan cercanas, pero la especificidad agrupada de tomografía supera a la ecografía, una diferencia relevante cuando el objetivo es reducir falsos positivos y establecer con mayor seguridad la extensión anatómica del proceso [11,17,19].

La obstrucción intestinal constituye un ejemplo de por qué la ausencia de una cifra comparativa de tomografía no debe interpretarse como menor utilidad de esta modalidad. La ecografía alcanzó sensibilidad de 92 % y especificidad de 93 % para detectar obstrucción del intestino delgado, pero la tomografía aporta información adicional sobre punto de transición, etiología, signos de asa cerrada, isquemia o perforación, elementos que no se resumen adecuadamente mediante una sola medida de exactitud [28-31].

La siguiente representación se concentró en especificidad, porque la confirmación de un diagnóstico radiológico debe minimizar resultados falsos positivos que podrían conducir a intervenciones innecesarias o a una búsqueda diagnóstica mal dirigida. Al igual que en el gráfico anterior, solo se utilizaron estimaciones comparables provenientes de las fuentes cuantitativas seleccionadas.

Gráfico 2. Especificidad comparativa de ecografía y tomografía en patologías seleccionadas



Fuente: elaboración a partir de Dizon et al. [11], Oliveira et al. [17] y Laméris et al. [19].

El Gráfico 2 muestra que la especificidad de la tomografía fue superior en las tres patologías comparadas, aunque con magnitudes muy diferentes. La brecha fue de 9,7 puntos porcentuales en apendicitis, de aproximadamente 0,4 puntos en colecistitis y de 9 puntos en diverticulitis, de modo que la equivalencia práctica entre modalidades resulta mucho más evidente en el escenario biliar que en las otras dos entidades [11,17,19].

La proximidad de las especificidades en colecistitis respalda la utilización de ecografía como estudio inicial cuando la sospecha clínica y los hallazgos son concordantes. En contraste, la diferencia observada en diverticulitis sugiere que una estrategia basada exclusivamente en ecografía puede requerir confirmación tomográfica cuando la presentación es atípica, existen dudas sobre extensión o se sospechan complicaciones, porque el objetivo clínico trasciende la identificación de inflamación localizada.

Los resultados cuantitativos se complementaron con una comparación clínica global, ya que una prueba puede presentar buen rendimiento estadístico y aun así resultar menos

conveniente en determinados pacientes. La Tabla 3 integra características relacionadas con seguridad, reproducibilidad, capacidad de caracterización y utilidad en poblaciones especiales, utilizando únicamente propiedades ampliamente establecidas y descritas en las fuentes de la revisión.

Tabla 3. Comparación clínica global entre ecografía abdominal y tomografía computarizada

Variable	Ecografía	Tomografía computarizada
Radiación ionizante	No	Sí
Dependencia del operador	Alta	Menor durante la adquisición
Apendicitis	Buena; limitada por no visualización	Excelente en adultos
Colecistitis	Excelente como primera prueba	Excelente; útil ante complicaciones
Diverticulitis	Buena en casos seleccionados	Excelente para extensión y complicaciones
Obstrucción intestinal	Buena para detección	Excelente para caracterización
Perforación y abscesos profundos	Limitada	Alta capacidad de detección
Evaluación vascular	Variable	Alta con protocolo apropiado
Pediatría y embarazo	Muy favorable	Uso selectivo
Diagnóstico alternativo	Más limitado	Elevado campo de evaluación
Repetibilidad	Alta	Condicionada por radiación
Costo relativo	Generalmente menor	Generalmente mayor

Fuente: síntesis cualitativa basada en la evidencia y recomendaciones citadas [1], [5], [6], [10], [17], [19], [28] y [30].

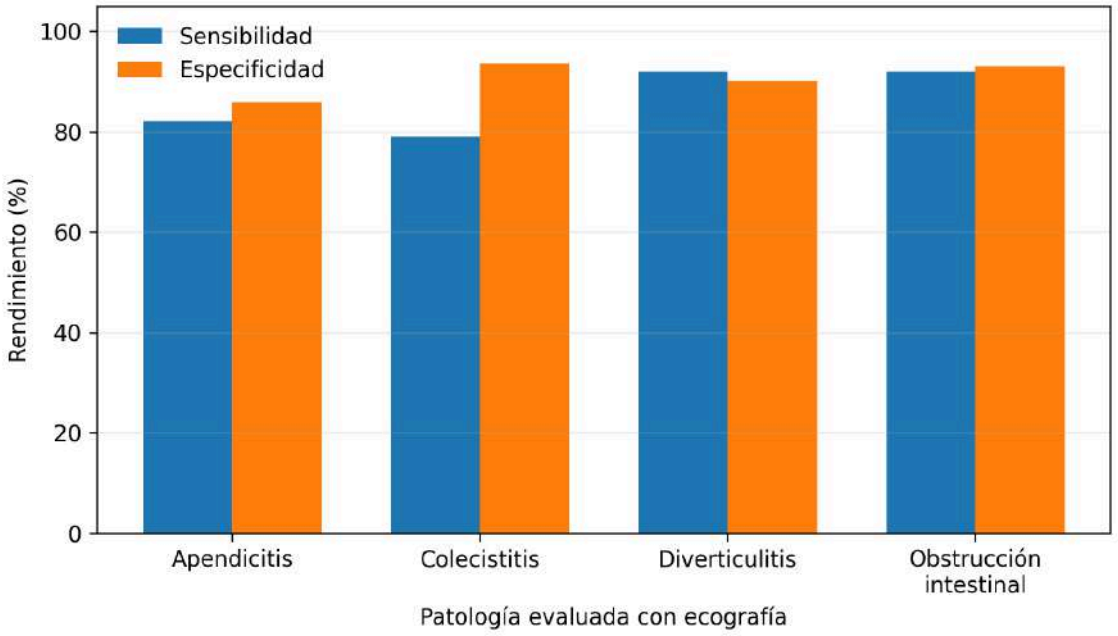
La Tabla 3 evidencia que la ecografía concentra ventajas en seguridad radiológica, repetibilidad y uso en población pediátrica o embarazo, mientras que la tomografía destaca por la caracterización de perforación, abscesos profundos, compromiso vascular y diagnósticos alternativos. Estas diferencias explican por qué una única modalidad no satisface con igual eficacia todas las necesidades diagnósticas del abdomen agudo y por qué la selección debe relacionarse con el riesgo y la pregunta clínica concreta [1,5,6].

La dependencia del operador constituye la principal limitación transversal de la ecografía, porque la obtención e interpretación de imágenes ocurren de manera simultánea y pueden verse afectadas por experiencia, obesidad o meteorismo. En tomografía, la adquisición es más estandarizada, aunque la precisión también puede

variar con el protocolo, el uso de contraste, el grosor de corte y la interpretación radiológica; por tanto, la menor dependencia del operador no equivale a ausencia de variabilidad diagnóstica.

Para valorar de manera integrada el comportamiento de la ecografía en las cuatro patologías principales, el Gráfico 3 reúne sensibilidad y especificidad publicadas, incluyendo la obstrucción intestinal. Esta visualización no compara directamente con tomografía en todos los casos, sino que muestra en qué escenarios la ecografía alcanza un rendimiento suficientemente alto como para desempeñar una función inicial relevante dentro de una estrategia escalonada.

Gráfico 3. Perfil de sensibilidad y especificidad de la ecografía en cuatro causas de abdomen agudo



Fuente: elaboración a partir de Dizon et al. [11], Oliveira et al. [17], Laméris et al. [19] y Lin et al. [28].

El Gráfico 3 muestra que la ecografía alcanza sensibilidad de 92 % tanto en diverticulitis como en obstrucción intestinal, mientras que la especificidad se mantiene alrededor de 90 % o más en colecistitis, diverticulitis y obstrucción. Apendicitis presenta el perfil ecográfico menos favorable entre los cuadros comparados, con

sensibilidad de 82,1 % y especificidad de 85,9 %, lo que coincide con la dificultad de excluir enfermedad cuando el apéndice no se visualiza adecuadamente [11,17,19,28].

El perfil de colecistitis resulta particular porque la sensibilidad ecográfica es menor que en diverticulitis u obstrucción, pero su especificidad es elevada y se combina con la capacidad directa de demostrar litiasis, engrosamiento parietal, líquido perivesicular y Murphy ecográfico. Esta relación ayuda a explicar por qué la ecografía continúa como prueba de primera línea en sospecha biliar, incluso cuando la tomografía presenta una sensibilidad numéricamente superior en determinados metaanálisis [17,18,20-22].

En obstrucción intestinal, el rendimiento ecográfico para detectar la presencia de obstrucción es elevado, pero la utilidad clínica de la tomografía se mantiene cuando se requiere determinar la causa y la gravedad. En términos de decisión, una ecografía positiva puede orientar rápidamente la sospecha, mientras que una tomografía aporta un mapa anatómico más completo para reconocer estrangulación, isquemia, perforación o una etiología que modifique el manejo quirúrgico [28-31].

La variabilidad diagnóstica fue organizada en la Tabla 4 mediante factores capaces de generar falsos negativos, falsos positivos o resultados no concluyentes. La síntesis diferencia limitaciones inherentes a la técnica de aquellas relacionadas con el paciente o con el contexto de adquisición, porque su reconocimiento permite interpretar de forma más prudente un resultado discordante con la probabilidad clínica.

Tabla 4. Factores que condicionan resultados no concluyentes y utilidad clínica por modalidad

Factor	Ecografía	Tomografía computarizada	Implicación diagnóstica
No visualización de la estructura diana	Frecuente en apéndice profundo o ventana limitada	Menos frecuente por mayor cobertura anatómica	Un resultado ecográfico negativo puede requerir segunda línea
Obesidad y meteorismo	Pueden reducir penetración y ventana acústica	Menor impacto relativo	Aumenta probabilidad de ecografía no concluyente
Experiencia del operador	Influencia elevada en adquisición e interpretación	Influencia menor en adquisición; persiste en interpretación	Debe considerarse al extrapolar exactitud

Factor	Ecografía	Tomografía computarizada	Implicación diagnóstica
Protocolo técnico	Transductor, compresión y ventana condicionan calidad	Contraste, dosis, fase y reconstrucción condicionan calidad	La estandarización mejora reproducibilidad
Enfermedad complicada	Capacidad variable para absceso profundo, perforación o isquemia	Mayor caracterización anatómica	La sospecha de complicación favorece TC
Población radiosensible	Ventaja por ausencia de radiación	Debe justificarse el beneficio	Favorece estrategia ecografía primero
Diagnóstico diferencial amplio	Campo de evaluación más focal	Amplio campo anatómico	La incertidumbre global favorece TC

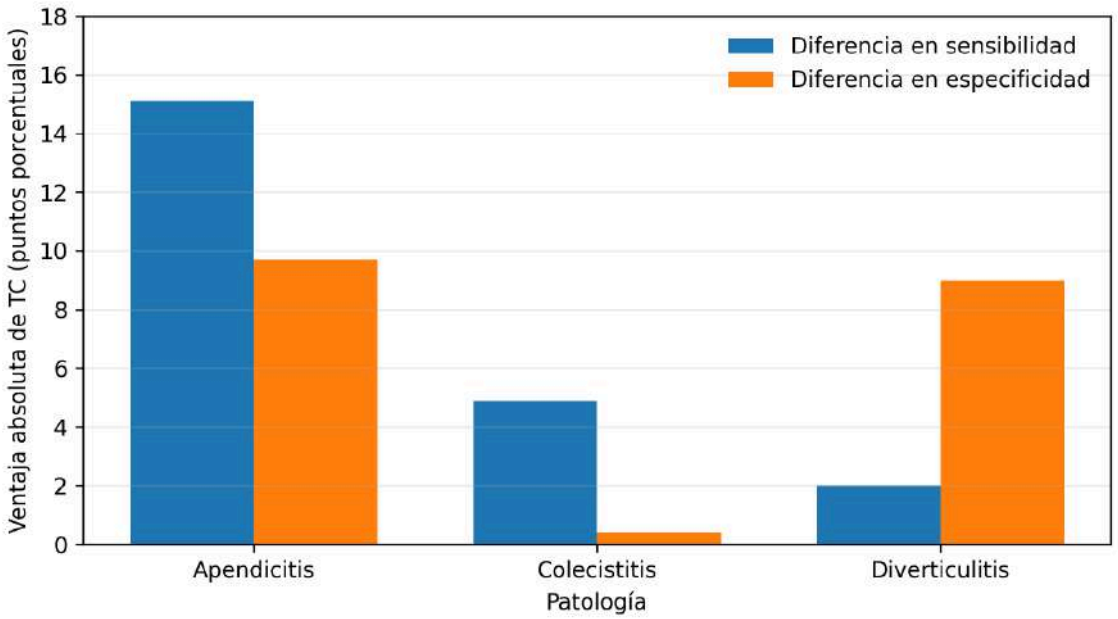
Fuente: síntesis de los factores metodológicos y clínicos descritos en [1], [6], [9], [10], [30] y [33].

La Tabla 4 muestra que los falsos negativos ecográficos se relacionan principalmente con no visualización de la estructura diana, gas intestinal, obesidad, lesiones profundas o experiencia limitada, mientras que en tomografía pueden intervenir protocolos inadecuados, ausencia de contraste cuando resulta necesario, enfermedad muy temprana o interpretaciones ambiguas. Los falsos positivos también dependen del contexto, porque cambios inflamatorios inespecíficos pueden simular enfermedad y deben correlacionarse con la presentación clínica y el estándar de referencia.

La principal consecuencia práctica de estos factores es que un resultado negativo no tiene el mismo significado en todos los pacientes. Cuando la probabilidad pretest es elevada, una ecografía no concluyente o negativa puede requerir tomografía, especialmente en apendicitis adulta o ante sospecha de complicación; en cambio, una ecografía concluyente en un cuadro biliar típico puede ser suficiente para orientar la conducta inicial, reduciendo exposición innecesaria a radiación [10,20-22].

El último gráfico cuantificó la brecha absoluta entre tomografía y ecografía en las tres patologías con estimaciones directamente comparables. La diferencia se calculó como el porcentaje de tomografía menos el porcentaje de ecografía para sensibilidad y especificidad, sin efectuar ponderación, combinación de estudios ni estimación de efecto nuevo, por lo que el resultado representa únicamente una transformación descriptiva de datos previamente publicados.

Gráfico 4. Brecha absoluta de rendimiento a favor de tomografía en comparaciones directas



Fuente: cálculo descriptivo a partir de porcentajes publicados en [11], [17] y [19]; diferencia expresada en puntos porcentuales.

El Gráfico 4 confirma que la mayor ventaja absoluta de la tomografía se concentra en apendicitis, tanto para sensibilidad como para especificidad. En colecistitis la diferencia es pequeña, especialmente para especificidad, y en diverticulitis la brecha se concentra más en especificidad que en sensibilidad, lo que ayuda a diferenciar una ventaja de detección de una ventaja de confirmación y caracterización [11,17,19].

La distribución de las brechas permite reconocer tres patrones clínicos: superioridad diagnóstica consistente de la tomografía en apendicitis adulta, equivalencia relativa en colecistitis no complicada y complementariedad en diverticulitis, donde la ecografía puede identificar enfermedad pero la tomografía mejora la evaluación de extensión y complicaciones. La obstrucción intestinal se integra como un cuarto patrón, con buen rendimiento ecográfico para detección y predominio tomográfico para caracterización anatómica y etiológica.

En conjunto, los hallazgos sostienen un modelo de uso escalonado. La ecografía se posiciona como primera línea cuando la patología sospechada es biliar, cuando el

paciente pertenece a una población sensible a radiación o cuando se requiere una evaluación rápida y repetible; la tomografía adquiere prioridad cuando existe incertidumbre diagnóstica persistente, sospecha de apendicitis adulta con diagnóstico diferencial amplio, diverticulitis complicada, obstrucción con riesgo de isquemia o necesidad de identificar una causa alternativa.

La correlación con el diagnóstico definitivo no depende únicamente de que una imagen sea positiva, sino de que el hallazgo represente la enfermedad clínicamente relevante y permita anticipar complicaciones. La tomografía muestra una correlación global más consistente en escenarios complejos por su capacidad anatómica, mientras que la ecografía puede correlacionarse de forma suficiente con el diagnóstico final en cuadros seleccionados, particularmente cuando los hallazgos son característicos y la exploración ha sido técnicamente adecuada.

Discusión

Los resultados permiten establecer que la comparación entre ecografía y tomografía en abdomen agudo no admite una conclusión uniforme para todas las patologías. La tomografía presenta el rendimiento más sólido cuando la enfermedad requiere visualización profunda, caracterización anatómica amplia o búsqueda de complicaciones, mientras que la ecografía conserva un valor decisivo como herramienta inicial en escenarios bien definidos. Esta interpretación coincide con las estrategias modernas de imagen, que priorizan la pregunta clínica y el riesgo individual antes que una jerarquía absoluta entre tecnologías [1-5].

La diferencia más clara se concentra en apendicitis adulta. La sensibilidad de 97,2 % y especificidad de 95,6 % de la tomografía frente a 82,1 % y 85,9 % de ecografía

representan una ventaja suficientemente amplia para influir en la probabilidad postprueba, sobre todo cuando la clínica es atípica o el diagnóstico diferencial es extenso [11]. La evidencia de otras revisiones también ha mostrado mayor consistencia de la tomografía, aunque la ecografía mantiene utilidad cuando se seleccionan adecuadamente los pacientes [12-15].

La principal explicación para el menor rendimiento ecográfico en apendicitis se relaciona con la visualización del apéndice. Un estudio técnicamente no concluyente no equivale a una prueba verdaderamente negativa, por lo que la interpretación debe diferenciar ausencia de signos patológicos de ausencia de visualización. Esta distinción es fundamental en niños y adultos jóvenes, porque una estrategia escalonada puede reducir radiación sin aceptar un riesgo excesivo de omisión diagnóstica, tal como plantean las guías WSES y recomendaciones radiológicas [10,16].

La tomografía ofrece además la posibilidad de identificar absceso, perforación, flemón o diagnósticos alternativos, de modo que su beneficio excede la simple confirmación de apendicitis. En un paciente con dolor en fosa ilíaca derecha, la pregunta clínica puede incluir enfermedad ileal, diverticulitis derecha, patología urinaria o procesos ginecológicos, y la amplitud anatómica de la tomografía permite responder simultáneamente a varias hipótesis, reduciendo la incertidumbre residual cuando la presentación no es clásica [1,16].

La situación cambia en colecistitis, donde las diferencias entre modalidades son pequeñas y la ecografía conserva ventajas prácticas que no se reflejan completamente en la sensibilidad agrupada. La especificidad cercana a la de la tomografía se acompaña de visualización directa de cálculos, engrosamiento parietal, distensión, líquido perivesicular y Murphy ecográfico, hallazgos que integran anatomía y respuesta clínica

durante la exploración. El metaanálisis comparativo de 2024 refuerza la idea de que la tomografía no posee una superioridad universal [17].

La utilidad de la ecografía como primera línea en patología biliar es coherente con la evidencia previa y con los criterios de Tokio, que integran manifestaciones locales, respuesta inflamatoria sistémica e imagen. Aunque la tomografía puede detectar inflamación y complicaciones, la presencia de litiasis y la evaluación de la vía biliar siguen favoreciendo el ultrasonido en la valoración inicial, especialmente cuando la clínica es típica y el estudio resulta concluyente [18-22].

La tomografía adquiere mayor relevancia en colecistitis cuando la presentación es atípica o existen sospechas de gangrena, perforación, absceso, enfisema o una causa abdominal alternativa. Esta función explica por qué dos modalidades con cifras similares de especificidad no son necesariamente intercambiables en todos los casos, porque la información anatómica adicional puede modificar la conducta incluso cuando el diagnóstico básico de inflamación vesicular ya es probable.

En diverticulitis, la sensibilidad cercana entre ecografía y tomografía sugiere que la primera puede identificar con eficacia enfermedad no complicada en centros con experiencia. La revisión clásica de Laméris y la evidencia reciente muestran que el ultrasonido puede reconocer engrosamiento intestinal e inflamación pericólica, pero la especificidad superior de la tomografía y su capacidad para demostrar aire extraluminal o colecciones profundas explican su papel predominante cuando la gravedad es incierta [19,23,24].

Las guías WSES y el American College of Physicians han incorporado una visión más selectiva del uso de imagen en diverticulitis, reconociendo que la presentación clínica y el antecedente del paciente influyen en la necesidad de confirmar el diagnóstico y estratificar complicaciones [25,26]. Sin embargo, cuando se requiere clasificar

extensión, descartar absceso o planificar una intervención, la tomografía continúa ofreciendo información difícil de sustituir mediante ecografía, en especial si la inflamación se localiza en segmentos profundos o existe abundante gas intestinal.

La especificidad aproximada de 99 % descrita para tomografía frente a 90 % de ecografía en la revisión comparativa clásica debe interpretarse con cautela por la evolución tecnológica y por la heterogeneidad entre estudios. No obstante, la dirección del efecto sigue siendo clínicamente coherente con la capacidad de la tomografía para delimitar la extensión de la inflamación y mostrar complicaciones. La evidencia de 2025 sobre ecografía confirma un alto potencial diagnóstico, pero no elimina la necesidad de tomografía en enfermedad complicada [23,24].

La obstrucción intestinal aporta un ejemplo adicional de complementariedad. Una sensibilidad y especificidad ecográficas alrededor de 92 % y 93 % indican que el ultrasonido puede reconocer la presencia de obstrucción con alta exactitud, particularmente mediante identificación de asas dilatadas y alteraciones de la motilidad [28,29]. Sin embargo, la decisión clínica suele requerir determinar el punto de transición, la causa, la presencia de asa cerrada y la viabilidad intestinal, preguntas para las que la tomografía posee ventajas anatómicas claras [30,31].

La detección temprana de isquemia o perforación en una obstrucción modifica la urgencia del tratamiento, por lo que un estudio ecográfico positivo no siempre completa la evaluación. La tomografía permite integrar pared intestinal, mesenterio, vasos y cavidad peritoneal en una misma adquisición, facilitando la identificación de signos indirectos de compromiso vascular. En consecuencia, la elección de modalidad debe diferenciar entre confirmar que existe obstrucción y caracterizar si esa obstrucción amenaza la viabilidad intestinal.

La exposición a radiación constituye el principal argumento para limitar el uso indiscriminado de tomografía. La preocupación es mayor en niños, embarazo y adultos jóvenes, donde el beneficio de una estrategia ecográfica inicial puede ser considerable si el rendimiento es suficiente para la patología sospechada. Esta lógica no implica rechazar la tomografía, sino utilizarla de forma selectiva cuando el resultado ecográfico es no concluyente, la probabilidad clínica permanece alta o existen signos que sugieren una enfermedad complicada [6,10].

La estrategia escalonada también puede mejorar la eficiencia diagnóstica porque evita que la elección de la primera prueba dependa exclusivamente de disponibilidad tecnológica. Una ecografía bien indicada y técnicamente adecuada puede resolver una proporción de cuadros sin necesidad de radiación, mientras que la tomografía puede reservarse para pacientes en quienes la información adicional cambiará la conducta. Este enfoque es compatible con estudios sobre estrategias de imagen y con la comparación entre uso rutinario y selectivo de tomografía en dolor abdominal agudo [3,4,32].

La dependencia del operador sigue siendo una limitación importante de la ecografía. El rendimiento observado en centros con radiólogos o ecografistas experimentados puede no reproducirse de manera idéntica en instituciones con menor entrenamiento, lo que introduce heterogeneidad y limita la generalización directa de una cifra agrupada. El problema se intensifica en apendicitis, donde la no visualización del apéndice puede ser frecuente, y en diverticulitis, donde la profundidad de la lesión condiciona la ventana acústica [9].

La tomografía tampoco está exenta de variabilidad. La utilización o no de contraste, la fase de adquisición, la dosis, el protocolo específico, la calidad de reconstrucción y la experiencia interpretativa pueden modificar la capacidad para reconocer hallazgos

sutiles. Por ello, la menor dependencia del operador durante la adquisición no debe confundirse con una técnica infalible, y la correlación con la clínica continúa siendo necesaria, especialmente en enfermedad temprana o cuando los hallazgos son inespecíficos.

El estándar de referencia representa otra fuente de heterogeneidad. Los estudios que verifican mediante cirugía solo a pacientes con pruebas positivas pueden introducir sesgo de verificación, mientras que aquellos que utilizan seguimiento clínico pueden clasificar de manera diferente casos autolimitados o diagnósticos alternativos. QUADAS-2 fue diseñado precisamente para explorar estos dominios y enfatiza que la exactitud diagnóstica debe interpretarse dentro del flujo real de pacientes y de la relación temporal entre prueba índice y referencia [9,33].

La ausencia de un metaanálisis de novo constituye una decisión metodológica deliberada y no una limitación que deba resolverse mediante combinación artificial de cifras. Las estimaciones seleccionadas provienen de metaanálisis previos con criterios y poblaciones propios, por lo que volver a agruparlas sin extraer tablas individuales habría generado una apariencia de precisión no sustentada. La síntesis cualitativa permite, en cambio, comparar direcciones de efecto y magnitudes sin ignorar la heterogeneidad señalada por el Cochrane Handbook [8].

El uso de diferencias absolutas en los gráficos facilita comunicar la magnitud clínica de la ventaja de una modalidad. La brecha de 15,1 puntos de sensibilidad en apendicitis es sustancialmente mayor que la diferencia de 4,9 puntos en colecistitis, lo que permite visualizar por qué una recomendación uniforme sería inadecuada. Esta representación no sustituye intervalos de confianza ni pruebas de heterogeneidad, pero ayuda a contextualizar la relevancia de cifras publicadas en escenarios clínicos diferentes.

La correlación con el diagnóstico definitivo debe entenderse como la capacidad de la modalidad para concordar con el estándar final y, al mismo tiempo, aportar información suficiente para orientar la conducta. La tomografía muestra una correlación global más consistente cuando existen complicaciones o diagnósticos alternativos, pero la ecografía puede alcanzar una correlación muy adecuada cuando la enfermedad es accesible, los signos son característicos y la técnica se realiza por personal experimentado.

En la práctica, el valor predictivo de un resultado depende de la prevalencia y de la probabilidad pretest, por lo que sensibilidad y especificidad no deben interpretarse de forma aislada. Un resultado ecográfico negativo en un adulto con alta sospecha de apendicitis requiere una conducta diferente a un resultado negativo en un paciente de bajo riesgo, mientras que una ecografía positiva con signos típicos de colecistitis puede tener una relevancia suficiente para iniciar manejo sin recurrir inmediatamente a tomografía.

El enfoque por escenarios también reduce el riesgo de utilizar la tecnología como sustituto del razonamiento clínico. La imagen debe responder a hipótesis formuladas a partir de localización del dolor, evolución, signos inflamatorios, estabilidad hemodinámica y antecedentes, de manera que la modalidad elegida maximice la información útil. La tomografía es particularmente valiosa cuando el diagnóstico diferencial es amplio, pero la ecografía puede ser superior como primera prueba cuando la sospecha es focal y la radiación constituye una preocupación prioritaria.

Las guías de dolor abdominal no localizado y de cuadrantes específicos respaldan esta adaptación por contexto. En dolor de cuadrante superior derecho, la ecografía ocupa una posición central; en dolor de fosa ilíaca derecha de adultos, la tomografía puede ser apropiada con mayor frecuencia; en dolor de cuadrante inferior izquierdo, la necesidad de caracterizar diverticulitis complicada favorece el uso de tomografía en determinados

pacientes [1,16,22,27]. Esta diversidad normativa coincide con el patrón observado en los resultados.

La novedad práctica de la síntesis consiste en presentar de forma integrada cuatro patologías frecuentes y mostrar que la superioridad de una modalidad cambia según el desenlace considerado. El análisis distingue detección de enfermedad, confirmación, caracterización de gravedad y seguridad del paciente, evitando reducir la decisión a una sola cifra. Esta perspectiva resulta útil para protocolos de emergencia porque permite diseñar rutas de imagen escalonadas con criterios clínicos explícitos.

Entre las fortalezas se encuentra la utilización de metaanálisis y guías reconocidas, la separación clara entre datos publicados y cálculos descriptivos derivados, y la negativa a generar estimaciones combinadas cuando no existía homogeneidad suficiente. Asimismo, la alternancia de tablas y gráficos facilita revisar la evidencia desde dimensiones cuantitativas y clínicas, mientras que la inclusión de poblaciones especiales incorpora factores de seguridad que son relevantes para la selección de la prueba.

Las limitaciones derivan principalmente de la heterogeneidad de la literatura, de la dependencia del operador en ecografía y de la diferencia temporal entre algunas fuentes. Parte de la evidencia comparativa clásica conserva relevancia por su valor metodológico, pero los equipos, protocolos y entrenamiento han evolucionado, por lo que las cifras antiguas deben interpretarse junto con revisiones recientes. También existe variabilidad en estándares de referencia y criterios de severidad, lo que restringe la comparación directa entre patologías.

Otra limitación es que la síntesis se concentra en cuatro causas frecuentes de abdomen agudo y no pretende extrapolar sus resultados a perforación gastrointestinal, pancreatitis, isquemia mesentérica, patología ginecológica o urológica. La utilidad relativa de ecografía y tomografía puede ser diferente en esos cuadros, por lo que

cualquier protocolo general debe mantener flexibilidad diagnóstica. El objetivo fue comparar modalidades dentro de escenarios con evidencia disponible, no establecer una regla universal para todo dolor abdominal.

La aplicabilidad clínica es mayor cuando se adopta una ruta escalonada. En sospecha biliar, la ecografía puede funcionar como primera prueba y la tomografía reservarse para dudas o complicaciones; en apendicitis pediátrica o embarazo, una estrategia ecográfica inicial reduce radiación; en adultos con alta sospecha y diagnóstico diferencial amplio, la tomografía puede ofrecer mayor rendimiento inicial; en diverticulitis y obstrucción, la necesidad de caracterizar extensión o gravedad inclina la decisión hacia tomografía.

La implementación de estas rutas requiere considerar la disponibilidad local y la experiencia profesional. Un servicio con ecografía inmediata y personal entrenado puede resolver más casos sin tomografía que un centro con menor capacidad ecográfica, mientras que el acceso rápido a tomografía puede reducir demoras en pacientes complejos. Por ello, los protocolos deben combinar evidencia de exactitud con recursos institucionales, sin sacrificar seguridad ni retrasar la identificación de enfermedad complicada.

Las futuras investigaciones deberían priorizar comparaciones prospectivas directas entre modalidades bajo protocolos contemporáneos, con estándares de referencia homogéneos y reporte transparente de resultados no concluyentes. También sería útil evaluar desenlaces centrados en el paciente, como tiempo hasta diagnóstico, exposición acumulada a radiación, cambios de conducta, necesidad de pruebas adicionales y costo total de la estrategia, porque la exactitud estadística no captura por sí sola todo el impacto clínico de una modalidad.

La integración de inteligencia clínica, ultrasonido a pie de cama y tomografía de dosis optimizada representa una línea de evolución relevante. La ecografía puede ampliar su disponibilidad mediante entrenamiento estructurado y protocolos focales, mientras que la tomografía puede reducir riesgos mediante selección adecuada y optimización de dosis. El objetivo no debe ser desplazar una técnica por otra, sino lograr que cada modalidad se utilice donde su relación entre beneficio diagnóstico y riesgo sea más favorable [6].

En síntesis, la evidencia comparada favorece a la tomografía cuando se requiere máxima consistencia diagnóstica y caracterización anatómica, especialmente en apendicitis adulta y enfermedad complicada. La ecografía mantiene una función indispensable por su seguridad, accesibilidad y rendimiento en escenarios seleccionados, de modo que la decisión óptima se apoya en complementariedad, secuenciación y adaptación al riesgo individual, más que en una competencia entre técnicas mutuamente excluyentes.

Conclusiones

La comparación del rendimiento diagnóstico permite concluir que la tomografía computarizada ofrece una exactitud global más consistente que la ecografía abdominal en varios escenarios de abdomen agudo, con la diferencia más marcada en apendicitis adulta. Su capacidad para visualizar estructuras profundas, detectar diagnósticos alternativos y caracterizar perforación, abscesos, isquemia o extensión anatómica incrementa la correlación con el diagnóstico definitivo cuando la presentación clínica es compleja o existe sospecha de enfermedad complicada.

La ecografía mantiene un valor fundamental como estudio inicial, debido a la ausencia de radiación ionizante, la posibilidad de repetición y su utilidad en población pediátrica, embarazo, adultos jóvenes y patología biliar. El rendimiento observado en colecistitis demuestra que una menor complejidad tecnológica no implica necesariamente una reducción importante de exactitud, mientras que en diverticulitis no complicada y obstrucción intestinal la ecografía puede identificar enfermedad con resultados elevados cuando la exploración es técnicamente adecuada.

En apendicitis, la mayor sensibilidad y especificidad de la tomografía respaldan su utilización cuando la ecografía es no concluyente, cuando el apéndice no se visualiza o cuando el diagnóstico diferencial es amplio. En colecistitis, la proximidad entre modalidades y la capacidad ecográfica para demostrar litiasis y cambios vesiculares justifican mantenerla como primera línea. En diverticulitis, la tomografía adquiere mayor valor al definir extensión y complicaciones, y en obstrucción intestinal permite establecer localización, etiología y signos de compromiso vascular o perforación.

Los objetivos específicos relacionados con sensibilidad, especificidad y factores de error muestran que la utilidad diagnóstica depende de la enfermedad y del contexto. La obesidad, el meteorismo, la profundidad anatómica y la experiencia del operador pueden reducir la calidad ecográfica, mientras que la tomografía puede verse condicionada por protocolos, contraste, fase de adquisición o interpretación. Por esta razón, un resultado de imagen debe correlacionarse con la probabilidad clínica pretest y con el estándar definitivo, evitando decisiones basadas en cifras aisladas.

El aporte principal se concentra en un modelo complementario y escalonado de selección de imagen. La ecografía puede utilizarse como primera prueba cuando la pregunta clínica es focal, la población es sensible a radiación o la patología posee un patrón ecográfico característico, mientras que la tomografía debe priorizarse cuando

persiste incertidumbre, existe inestabilidad diagnóstica, se necesita una evaluación anatómica amplia o se sospechan complicaciones que podrían modificar de manera inmediata la conducta terapéutica.

La síntesis respalda que la elección óptima no corresponde necesariamente a la modalidad con mayor sensibilidad global, sino a la prueba capaz de responder la pregunta clínica concreta con el mejor equilibrio entre exactitud, seguridad, disponibilidad y capacidad de modificar decisiones. La estandarización de rutas diagnósticas, el fortalecimiento del entrenamiento ecográfico y la optimización de protocolos tomográficos pueden mejorar la eficiencia de la atención, reducir estudios innecesarios y preservar la detección oportuna de enfermedad grave.

Las futuras líneas de investigación deberían favorecer comparaciones prospectivas directas, criterios diagnósticos homogéneos y reporte sistemático de resultados no concluyentes, además de incorporar desenlaces como tiempo de atención, exposición acumulada a radiación, necesidad de pruebas adicionales, cambios de manejo y costo de la estrategia. La evidencia disponible permite sostener una práctica individualizada, en la que ecografía y tomografía se integran de forma secuencial y racional para aumentar la certeza diagnóstica sin utilizar recursos o radiación de manera indiscriminada.

Referencias Bibliográficas

Servicio de Rentas Internas. (s. f.). ¿Qué derechos tengo como contribuyente? https://www.sri.gob.ec/que-derechos-tengo-como-contribuyente

1. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria® Acute Nonlocalized Abdominal Pain. Reston (VA): American College of Radiology; 2018.

2. Stoker J, van Randen A, Laméris W, Boermeester MA. Imaging patients with acute abdominal pain. Radiology. 2009;253(1):31-46. doi:10.1148/radiol.2531090302.

3. Laméris W, van Randen A, van Es HW, van Heesewijk JPM, van Ramshorst B, Bouma WH, et al. Imaging strategies for detection of urgent conditions in patients with acute abdominal pain: diagnostic accuracy study. BMJ. 2009;338:b2431. doi:10.1136/bmj.b2431.

4. van Randen A, Laméris W, van Es HW, van Heesewijk JPM, van Ramshorst B, ten Hove W, et al. A comparison of the accuracy of ultrasound and computed tomography in common diagnoses causing acute abdominal pain. Eur Radiol. 2011;21(7):1535-1545. doi:10.1007/s00330-011-2087-5.

5. Gans SL, Pols MA, Stoker J, Boermeester MA. Guideline for the diagnostic pathway in patients with acute abdominal pain. Dig Surg. 2015;32(1):23-31. doi:10.1159/000371583.

6. Kameda T, Taniguchi N. Overview of point-of-care abdominal ultrasound in emergency and critical care. J Intensive Care. 2016;4:53. doi:10.1186/s40560-016-0175-y.

7. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.

8. Deeks JJ, Bossuyt PM, Leeflang MM, Takwoingi Y, editors. Cochrane handbook for systematic reviews of diagnostic test accuracy. Version 2.0. Cochrane; 2023.

9. Whiting PF, Rutjes AWS, Westwood ME, Mallett S, Deeks JJ, Reitsma JB, et al. QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. Ann Intern Med. 2011;155(8):529-536. doi:10.7326/0003-4819-155-8-201110180-00009.

10. Di Saverio S, Podda M, De Simone B, Ceresoli M, Augustin G, Gori A, et al. Diagnosis and treatment of acute appendicitis: 2020 update of the WSES Jerusalem guidelines. World J Emerg Surg. 2020;15:27. doi:10.1186/s13017-020-00306-3.

11. Dizon JM, et al. Diagnostic accuracy of computed tomography and ultrasound for the diagnosis of acute appendicitis: a systematic review and meta-analysis. Radiography (Lond). 2022. doi:10.1016/j.radi.2022.08.012.

12. Fu J, Zhou X, Chen L, Lu B. Abdominal ultrasound and its diagnostic accuracy in diagnosing acute appendicitis: a meta-analysis. Int J Clin Pract. 2021.

13. Rud B, Vejborg TS, Rappeport ED, Reitsma JB, Wille-Jørgensen P. Computed tomography for diagnosis of acute appendicitis in adults. Cochrane Database Syst Rev. 2019;2019(11):CD009977. doi:10.1002/14651858.CD009977.pub2.

14. Doria AS, Moineddin R, Kellenberger CJ, Epelman M, Beyene J, Schuh S, et al. US or CT for diagnosis of appendicitis in children and adults? A meta-analysis. Radiology. 2006;241(1):83-94. doi:10.1148/radiol.2411050913.

15. Weston AR, Jackson TJ, Blamey S. Diagnosis of appendicitis in adults by ultrasonography or computed tomography: a systematic review and meta-analysis. Int J Technol Assess Health Care. 2005;21(3):368-379.

16. Expert Panel on Gastrointestinal Imaging. ACR Appropriateness Criteria® Right Lower Quadrant Pain: 2022 Update. J Am Coll Radiol. 2022;19(11S):S445-S461.

17. Oliveira GS de, Torri GB, Gandolfi FE, et al. Computed tomography versus ultrasound for the diagnosis of acute cholecystitis: a systematic review and meta-analysis. Eur Radiol. 2024;34(11):6967-6979. doi:10.1007/s00330-024-10783-8.

18. Lien WC, et al. Diagnostic performance of ultrasound in acute cholecystitis: a systematic review and meta-analysis. World J Emerg Surg. 2023.

19. Kiewiet JJ, Leeuwenburgh MM, Bipat S, Bossuyt PMM, Stoker J, Boermeester MA. A systematic review and meta-analysis of diagnostic performance of imaging in acute cholecystitis. Radiology. 2012;264(3):708-720.

20. Yokoe M, Hata J, Takada T, Strasberg SM, Asbun HJ, Wakabayashi G, et al. Tokyo Guidelines 2018: diagnostic criteria and severity grading of acute cholecystitis. J Hepatobiliary Pancreat Sci. 2018;25(1):41-54. doi:10.1002/jhbp.515.

21. Trowbridge RL, Rutkowski NK, Shojania KG. Does this patient have acute cholecystitis? JAMA. 2003;289(1):80-86.

22. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria® Right Upper Quadrant Pain: 2022 Update. J Am Coll Radiol. 2023;20(5S):S235-S243.

23. Shokoohi H, Peksa GD, Hutchison A, et al. Ultrasound accuracy in acute diverticulitis: a systematic review and meta-analysis. Am J Emerg Med. 2025;92:96-103.

24. Laméris W, van Randen A, Bipat S, Bossuyt PMM, Boermeester MA, Stoker J. Graded compression ultrasonography and computed tomography in acute colonic diverticulitis: meta-analysis of test accuracy. Eur Radiol. 2008;18(11):2498-2511. doi:10.1007/s00330-008-1018-6.

25. Sartelli M, Weber DG, Kluger Y, Ansaloni L, Coccolini F, Abu-Zidan F, et al. 2020 update of the WSES guidelines for the management of acute colonic diverticulitis in the emergency setting. World J Emerg Surg. 2020;15:32. doi:10.1186/s13017-020-00313-4.

26. Qaseem A, Etxeandia-Ikobaltzeta I, Lin JS, Fitterman N, Shamliyan T, Wilt TJ. Diagnosis and management of acute left-sided colonic diverticulitis: a clinical

guideline from the American College of Physicians. Ann Intern Med. 2022;175(3):399-415.

27. American College of Radiology. ACR Appropriateness Criteria® Left Lower Quadrant Pain: 2023 Update. J Am Coll Radiol. 2023.

28. Lin YC, Yu YC, Huang YT, et al. Diagnostic accuracy of ultrasound for small bowel obstruction: a systematic review and meta-analysis. Eur J Radiol. 2021;136:109565. doi:10.1016/j.ejrad.2021.109565.

29. Motavaselian M, et al. Diagnostic performance of ultrasonography for identification of small bowel obstruction: a systematic review and meta-analysis. Arch Acad Emerg Med. 2024;12(1).

30. ten Broek RPG, Krielen P, Di Saverio S, Coccolini F, Biffl WL, Ansaloni L, et al. Bologna guidelines for diagnosis and management of adhesive small bowel obstruction (ASBO): 2017 update of the evidence-based guidelines from the World Society of Emergency Surgery ASBO working group. World J Emerg Surg. 2018;13:24. doi:10.1186/s13017-018-0185-2.

31. Paulson EK, Thompson WM. Review of small-bowel obstruction: the diagnosis and when to worry. Radiology. 2015;275(2):332-342.

32. Khan S, et al. Early routine versus selective computed tomography for acute abdominal pain: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. Int J Surg. 2022.

33. Whiting P, Rutjes AWS, Reitsma JB, Bossuyt PMM, Kleijnen J. The development of QUADAS: a tool for the quality assessment of studies of diagnostic accuracy included in systematic reviews. BMC Med Res Methodol. 2003;3:25. doi:10.1186/1471-2288-3-25.

Complicaciones graves en cirugía neurológica de alta complejidad en pacientes pediátricos: revisión sistemática conforme a PRISMA 2020.

Serious complications in high-complexity neurological surgery in pediatric patients: a systematic review according to PRISMA 2020.

Complicações graves em cirurgia neurológica de alta complexidade em pacientes pediátricos: revisão sistemática conforme PRISMA 2020.

Leonela Estefany Peña Choez
Universidad de Guayaquil
Ecuador
leonelapena42@gmail.com
https://orcid.org/0009-0005-4296-7732

Steveen Eduardo Carpio Candelario
Universidad Casa Grande
Ecuador
steveen.carpio@casagrande.edu.ec
https://orcid.org0009-0007-4036-3331

Forma de citación en APA, séptima edición.

Peña, L., y Carpio, S. (2026). *Complicaciones graves en cirugía neurológica de alta complejidad en pacientes pediátricos: revisión sistemática conforme a PRISMA 2020*. Revista Ibero Research, 1(7), 339 - 377.

Fecha de presentación: 20/08/2026 **Fecha de aceptación:** 03/09/2026 **Fecha de publicación:** 04/09/2026

Resumen

La cirugía neurológica pediátrica de alta complejidad exige controlar riesgos derivados de la inmadurez fisiológica, la localización anatómica y la naturaleza del procedimiento. El objetivo fue analizar sistemáticamente las complicaciones graves perioperatorias y posoperatorias, sus factores asociados y las estrategias preventivas en pacientes menores de 18 años. Se desarrolló una revisión sistemática con síntesis cualitativa conforme a PRISMA 2020, utilizando el documento base y una actualización bibliográfica verificable en literatura biomédica indexada hasta 2026, sin combinar estadísticamente resultados heterogéneos. La evidencia mostró perfiles diferenciados: 3,5 % de complicaciones intraoperatorias en una serie de 1.807 procedimientos, 9,8 % de eventos en craneosinostosis, 8,39 % de déficit neurológico persistente tras cirugía tumoral en una cohorte y reducción del riesgo de infección con derivaciones impregnadas con antibióticos. La edad temprana, la cirugía prolongada, la pérdida sanguínea, la localización infratentorial, la manipulación vascular, las comorbilidades y la posición quirúrgica modificaron el riesgo. Se concluyó que la seguridad depende de prevención multimodal, neuroanestesia especializada, estandarización de resultados y vigilancia posoperatoria intensiva.

Palabras clave: seguridad perioperatoria; neuroanestesia; eventos adversos; cuidados intensivos; morbilidad quirúrgica.

Abstract

High-complexity pediatric neurological surgery requires control of risks arising from physiological immaturity, anatomical location, and procedure characteristics. The objective was to systematically analyze severe perioperative and postoperative complications, associated factors, and preventive strategies in patients younger than 18 years. A systematic review with qualitative synthesis was conducted according to PRISMA 2020, using the base document and a verifiable update of indexed biomedical literature through 2026, without statistically pooling heterogeneous outcomes. The evidence showed distinct risk profiles: 3.5% intraoperative complications in a series of 1,807 procedures, 9.8% adverse events in craniosynostosis, 8.39% persistent neurological deficit after tumor surgery in one cohort, and reduced infection risk with antibiotic-impregnated shunts. Young age, prolonged surgery, blood loss, infratentorial location, vascular manipulation, comorbidities, and surgical position modified risk. Safety therefore depends on multimodal prevention, specialized neuroanesthesia, standardized outcome reporting, and intensive postoperative surveillance.

Keywords: perioperative safety; neuroanesthesia; adverse events; intensive care; surgical morbidity.

Resumo

A cirurgia neurológica pediátrica de alta complexidade exige controle de riscos decorrentes da imaturidade fisiológica, da localização anatômica e das características do procedimento. O objetivo foi analisar sistematicamente as complicações graves perioperatórias e pós-operatórias, seus fatores associados e as estratégias preventivas em pacientes menores de 18 anos. Foi realizada revisão sistemática com síntese qualitativa conforme PRISMA 2020, utilizando o documento-base e atualização bibliográfica verificável da literatura biomédica indexada até 2026, sem combinar estatisticamente resultados heterogêneos. A evidência mostrou perfis distintos: 3,5% de complicações intraoperatórias em 1.807 procedimentos, 9,8% de eventos em craniossinostose, 8,39% de déficit neurológico persistente após cirurgia tumoral em uma coorte e menor risco de infecção com derivações impregnadas com antibióticos. Idade precoce, cirurgia prolongada, perda sanguínea, localização infratentorial, manipulação vascular, comorbidades e posição cirúrgica modificaram o risco. Concluiu-se que a segurança depende de prevenção multimodal, neuroanestesia especializada, padronização dos desfechos e vigilância pós-operatória intensiva.

Palavras-chave: segurança perioperatória; neuroanestesia; eventos adversos; terapia intensiva; morbidade cirúrgica.

Introducción

La neurocirugía pediátrica de alta complejidad reúne procedimientos en los que una alteración perioperatoria puede traducirse en secuelas neurológicas, dependencia funcional o mortalidad por la proximidad de estructuras elocuentes y la menor reserva fisiológica infantil. La seguridad del paciente exige prevención y respuesta organizada al daño evitable, mientras que las diferencias pediátricas en volemia, autorregulación, metabolismo y respuesta a hipotensión e hipoxemia impiden extrapolar de forma directa la experiencia adulta (1).

La variabilidad en la definición de complicación también condiciona la comparación entre centros. El consenso del Canadian Pediatric Neurosurgery Study Group propuso criterios específicos para mejorar el registro de morbilidad, reintervención y secuelas (2). En 1.807 procedimientos se documentaron 3,5 % de complicaciones intraoperatorias y mortalidad de 0,17 %; bases multicéntricas y cohortes prospectivas posteriores ampliaron la medición hacia readmisión y revisión, con 9,2 % de eventos quirúrgicos en 1.008 pacientes, mientras ClassIntra relacionó mayor gravedad intraoperatoria con peor recuperación (3-6).

La neuroanestesia modifica el riesgo, especialmente en procedimientos prolongados y de fosa posterior, donde posición, retorno venoso, ventilación y estabilidad hemodinámica requieren control continuo; se han descrito complicaciones tanto en posición sentada como park-bench (7). La craneosinostosis muestra un perfil hemorrágico particular: una revisión de 33 manuscritos estimó 9,8 % de eventos, 7,2 % tras cirugía endoscópica y 13,5 % después de reconstrucción abierta, con transfusión por pérdida sanguínea en 35,7 % (8).

La neuro-oncología concentra déficit neurológico, alteraciones del líquido cefalorraquídeo, infección y reintervención. En 477 procedimientos se observó mortalidad a 30 días de 1,26 % y déficit persistente de 8,39 %; una cohorte nacional informó 34,2 % de morbilidad significativa, mientras revisiones de indicadores señalaron falta de uniformidad y una cohorte prospectiva registró eventos significativos en 27,4 % de 285 procedimientos. Estos hallazgos muestran que la mortalidad aislada no representa toda la carga posoperatoria (9-12).

En tumores de fosa posterior, el síndrome de mutismo cerebeloso posoperatorio puede dejar secuelas que superan la recuperación del habla. Un metaanálisis de 2.276 pacientes relacionó el síndrome con invasión del cuarto ventrículo, tronco cerebral, pedúnculo cerebeloso superior, meduloblastoma e incisión del vermis; una revisión de 2026 confirmó factores anatómicos y tumorales semejantes, y otra síntesis mostró alteraciones prolongadas de velocidad de procesamiento, función psicomotora y funciones ejecutivas (13-15).

La cirugía de epilepsia farmacorresistente exige balancear control de crisis y riesgo neurológico. Las revisiones muestran heterogeneidad marcada en la medición de calidad de vida, cognición, conducta y complicaciones (16,17). En espasmos epilépticos la libertad de crisis fue cercana a 68,8 %, mientras una síntesis de cirugía realizada antes de los seis meses informó 65,6 % de libertad de crisis y 27,7 % de complicaciones; los abordajes tempranos pueden ser favorables cuando la selección se realiza en centros especializados (18-20).

La hidrocefalia agrega riesgos por infección, obstrucción y dependencia del dispositivo. Las infecciones de shunt se estiman aproximadamente entre 5 % y 15 %, y los catéteres impregnados con antibióticos reducen el riesgo frente a sistemas convencionales en metaanálisis; la menor edad y ciertas comorbilidades incrementan la vulnerabilidad

(21-24). La comparación entre ventriculostomía endoscópica y derivación ventriculoperitoneal muestra perfiles diferentes, y una cohorte de Lima identificó la infección como principal causa de fallo durante el primer año (25,26).

Las infecciones del sitio quirúrgico fuera de los shunts también producen morbilidad importante. En 9.296 procedimientos se registró una frecuencia de 2,7 %, con mayor carga de sepsis, readmisión y reintervención en infecciones profundas, y el análisis de factores asociados respaldó el ajuste por complejidad para comparar instituciones (27,28). La anemia posoperatoria completa este perfil de vulnerabilidad, porque la pérdida sanguínea y la transfusión tienen repercusión proporcionalmente mayor en niños con menor volumen circulante (29).

La prevención requiere integrar comunicación, verificación del procedimiento, disponibilidad de hemoderivados, anticipación de vía aérea difícil, profilaxis antimicrobiana y planes de rescate. La lista de seguridad quirúrgica de la Organización Mundial de la Salud proporciona un marco adaptable a neurocirugía pediátrica, al que deben añadirse neuroanestesia especializada, monitorización fisiológica y neurofisiológica cuando corresponda, conservación sanguínea y vigilancia posoperatoria intensiva (30).

El problema de investigación no se limita a enumerar complicaciones, sino a determinar cómo se distribuyen entre procedimientos con mecanismos de riesgo diferentes y qué factores modificables pueden reducir su impacto. El objetivo general fue analizar sistemáticamente la evidencia sobre complicaciones graves asociadas con cirugía neurológica de alta complejidad en pacientes pediátricos, identificando eventos intraoperatorios y posoperatorios, factores de riesgo, diferencias por procedimiento, estrategias preventivas y repercusión sobre morbilidad, mortalidad y recuperación neurológica.

Metodología

Se desarrolló una revisión sistemática con síntesis predominantemente cualitativa y orientación a seguridad quirúrgica pediátrica. La organización del reporte siguió los principios de PRISMA 2020, que establece criterios para transparentar la pregunta, las fuentes de información, la selección, la extracción, la evaluación crítica y la síntesis de la evidencia, sin asumir que el cumplimiento del reporte sustituye la valoración metodológica de cada estudio (31,32).

La pregunta se estructuró mediante una estrategia PICO adaptada a estudios de seguridad. La población correspondió a pacientes menores de 18 años sometidos a neurocirugía, la intervención o exposición incluyó procedimientos neuroquirúrgicos de alta complejidad, la comparación comprendió técnicas, posiciones, estrategias perioperatorias o grupos de riesgo cuando estaban disponibles, y los desenlaces abarcaron complicaciones intraoperatorias y posoperatorias graves, hemorragia, infección, déficit neurológico, crisis convulsivas, eventos anestésicos, reintervención y mortalidad.

El documento de investigación proporcionado se utilizó como base principal para conservar el tema, la pregunta, los objetivos, las categorías clínicas, las cifras previamente seleccionadas y el enfoque PRISMA. La actualización bibliográfica se extendió hasta septiembre de 2026 y priorizó PubMed/MEDLINE, registros de PubMed Central, páginas oficiales de revistas científicas y documentos de la Organización Mundial de la Salud, con verificación cruzada de DOI, año, volumen, páginas y datos cuantitativos cuando se encontraban disponibles.

La estrategia conceptual combinó términos libres y vocabulario biomédico relacionado con pediatric neurosurgery, neurosurgical complications, postoperative complications,

intraoperative adverse events, pediatric brain tumor, posterior fossa, craniosynostosis, hydrocephalus, shunt infection, epilepsy surgery, hemorrhage, blood transfusion, neurological deficit, cerebellar mutism, anesthesia complications, morbidity y mortality. Se emplearon operadores AND y OR para vincular población, procedimiento y desenlaces, y se realizaron búsquedas dirigidas adicionales para estrategias preventivas y resultados específicos.

Se priorizaron publicaciones en inglés o español con población pediátrica o análisis separable de menores de 18 años, estudios observacionales, cohortes prospectivas o retrospectivas, estudios multicéntricos, revisiones sistemáticas, metaanálisis y documentos normativos pertinentes. Se incluyeron trabajos que aportaran información verificable sobre incidencia, frecuencia, gravedad, factores de riesgo, intervenciones preventivas o resultados funcionales relacionados directamente con procedimientos neuroquirúrgicos pediátricos de alta complejidad.

Se excluyeron estudios exclusivamente adultos, publicaciones sin resultados relacionados con complicaciones, documentos sin información metodológica suficiente, reportes aislados sin aporte relevante a la síntesis, estudios animales y materiales no científicos. Cuando varias publicaciones abordaban la misma pregunta, se priorizaron las revisiones sistemáticas recientes y las cohortes de mayor tamaño, sin eliminar estudios previos cuando aportaban definiciones consensuadas, bases nacionales o cifras fundamentales para contextualizar la evolución del conocimiento.

La selección bibliográfica se efectuó por pertinencia temática, relación directa con los objetivos y capacidad de aportar datos reproducibles. Para disminuir el riesgo de incorporar referencias inexactas, cada fuente utilizada en la versión final se contrastó mediante registro bibliográfico disponible, identificador DOI o ficha de PubMed cuando correspondía. No se incorporaron autores, tamaños muestrales, porcentajes, intervalos

de confianza ni efectos estadísticos que no estuvieran respaldados por el documento base o por una publicación verificable.

La extracción de información consideró autor y año, diseño, país o contexto, número de pacientes o procedimientos, diagnóstico principal, tipo de cirugía, duración o posición cuando estaban reportadas, complicaciones intraoperatorias, complicaciones posoperatorias, hemorragia, transfusión, infección, déficit neurológico, crisis, eventos respiratorios y cardiovasculares, reintervención, mortalidad, seguimiento, factores de riesgo y estrategias de prevención. Se conservaron las unidades y medidas de efecto originales de las publicaciones.

La valoración metodológica fue cualitativa y consideró diseño prospectivo o retrospectivo, tamaño muestral, procedencia unicéntrica o multicéntrica, claridad de las definiciones, duración del seguimiento, ajuste estadístico y consistencia de los desenlaces. Los metaanálisis se utilizaron cuando ofrecían estimaciones publicadas con intervalos de confianza, pero no se realizó un nuevo metaanálisis porque la combinación de tumores, craneosinostosis, hidrocefalia, epilepsia, cirugía vascular y anestesia generaba heterogeneidad clínica y metodológica incompatible con una medida global única.

Los resultados se organizaron por perfiles de riesgo y no por una jerarquía artificial de procedimientos. Se construyeron cuatro tablas con síntesis de estudios, evidencia hemorrágica, resultados neuro-oncológicos y evidencia sobre hidrocefalia e infección, acompañadas por cuatro gráficos derivados únicamente de datos publicados. Los gráficos descriptivos no se interpretaron como estimaciones combinadas y las diferencias entre estudios se mantuvieron explícitas para evitar comparaciones causales inadecuadas.

El primer gráfico resumió frecuencias publicadas de eventos adversos seleccionados con denominadores y definiciones diferentes, por lo que su finalidad fue mostrar la amplitud de la morbilidad informada y no establecer superioridad entre procedimientos. El segundo representó magnitudes de reducción de pérdida sanguínea o transfusión con ácido tranexámico comunicadas por metaanálisis independientes, mientras que el tercero reprodujo odds ratios publicados para factores de mutismo cerebeloso y el cuarto comparó complicaciones entre ventriculostomía endoscópica y derivación ventriculoperitoneal dentro de una misma síntesis.

No se calcularon incidencias globales propias ni efectos combinados adicionales, debido a que los desenlaces no compartían definiciones, ventanas de seguimiento ni poblaciones equivalentes. Cuando una fuente informaba más de un resultado, se seleccionó el indicador que respondía mejor al objetivo de seguridad quirúrgica. Los valores se expresaron como porcentajes, riesgos relativos, odds ratios, diferencias medias o intervalos de confianza según la medida original, sin transformar resultados para aumentar artificialmente su comparabilidad.

La revisión utilizó exclusivamente información publicada y datos agregados, sin intervención sobre pacientes ni acceso a historias clínicas identificables. La dimensión ética se centró en fidelidad de la extracción, trazabilidad de las fuentes, ausencia de fabricación de datos y respeto de la autoría científica. La interpretación se mantuvo dentro del alcance de la evidencia disponible, especialmente cuando los estudios eran retrospectivos, unicéntricos o presentaban desenlaces definidos de forma heterogénea.

Resultados

La síntesis confirmó que la expresión 'complicación grave' abarca eventos con mecanismos y consecuencias diferentes, desde una lesión vascular intraoperatoria hasta infección, hidrocefalia, deterioro neurológico persistente o reintervención. La frecuencia publicada cambia de acuerdo con la definición utilizada, el procedimiento, la edad, el seguimiento y la complejidad institucional, por lo que los porcentajes deben interpretarse dentro de cada estudio y no como una tasa única aplicable a toda neurocirugía pediátrica.

La Tabla 1 reúne estudios representativos que permiten observar la amplitud de los desenlaces. Las cohortes generales aportan una visión transversal de seguridad, mientras que los estudios de neuro-oncología, craneosinostosis, epilepsia y prevención de infección muestran perfiles específicos. La combinación de fuentes prospectivas, retrospectivas y metaanalíticas fue útil para reconocer patrones sin confundir diferencias de diseño con diferencias verdaderas de riesgo.

Tabla 1. Estudios representativos y magnitud de complicaciones en neurocirugía pediátrica de alta complejidad

Estudio	Diseño / población	Procedimiento	Resultado principal
van Lindert et al. (2016) (3)	Serie, 1.807 procedimientos	Neurocirugía pediátrica diversa	3,5 % complicaciones intraoperatorias; mortalidad 0,17 %
Lenga et al. (2025) (5)	Prospectivo, 1.008 pacientes	Neurocirugía pediátrica diversa	9,2 % eventos quirúrgicos; 5,2 % revisión; mortalidad 0,4 %
Radu et al. (2024) (7)	Retrospectivo, 41 pacientes	Fosa posterior	Complicaciones anestésicas 71,78 % sentada y 88,89 % park-bench
Bashiryan et al. (2025) (8)	RS/metaanálisis, 33 manuscritos	Craneosinostosis	9,8 % eventos; 7,2 % endoscópica; 13,5 % abierta
Foster et al. (2021) (9)	477 procedimientos / 335 pacientes	Tumor cerebral	Mortalidad 30 d 1,26 %; déficit persistente 8,39 %
Henriksen et al. (2024) (10)	473 procedimientos / 349 niños	Tumor SNC	Morbilidad significativa 34,2 %; déficit 41,4 %
Campbell et al. (2025) (12)	Prospectivo, 285 procedimientos	Tumor cerebral	27,4 % con ≥1 evento significativo; reoperación 11,6 %

Makridis et al. (2022) (19)	RS/metaanálisis, 158 lactantes	Cirugía de epilepsia ≤6 meses	27,7 % complicaciones; hidrocefalia 14,71 %
Sherrod y Rocque (2017) (27)	Base nacional, 9.296 procedimientos	Neurocirugía sin shunt	2,7 % infección del sitio quirúrgico

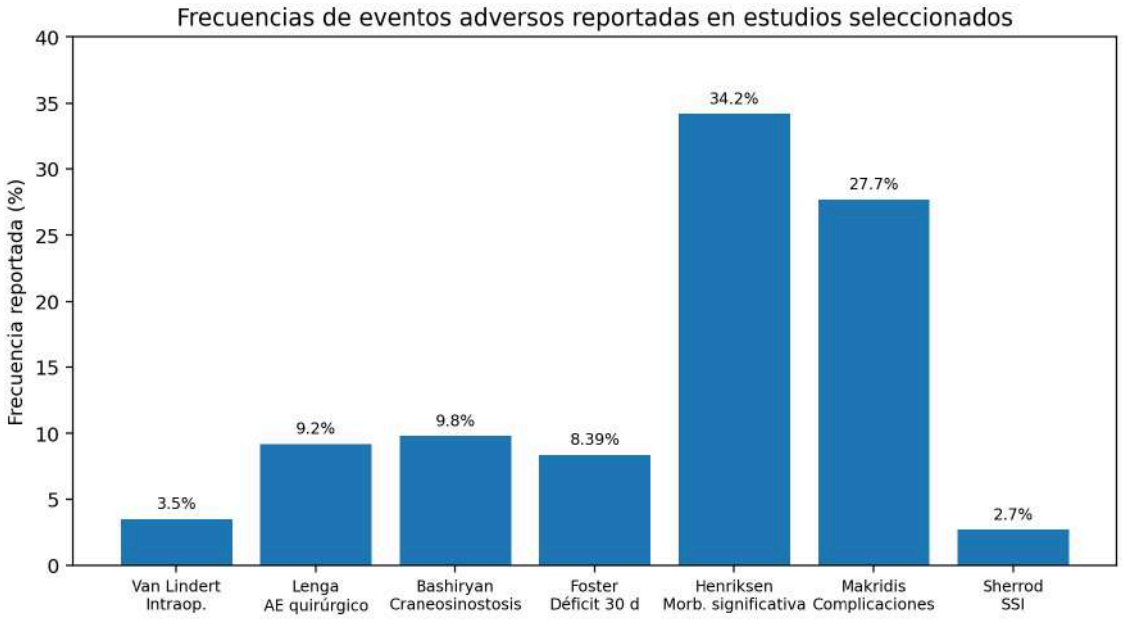
Fuente: elaboración a partir de los estudios citados (3,5,7-10,12,19,27). RS: revisión sistemática; SNC: sistema nervioso central; d: días.

La tabla evidencia que la magnitud del evento cambia sustancialmente según lo que se mida. La tasa de 3,5 % de complicaciones intraoperatorias de van Lindert et al. corresponde a eventos ocurridos durante la intervención, mientras que la morbilidad significativa de 34,2 % de Henriksen et al. incluye complicaciones que requirieron anestesia general, ingreso a cuidados intensivos, déficit persistente o muerte. Esta diferencia metodológica impide ordenar los estudios como si describieran un mismo desenlace.

Las cohortes prospectivas recientes muestran que la vigilancia sistemática modifica la capacidad para capturar eventos. Lenga et al. registraron 9,2 % de eventos relacionados con cirugía y 5,2 % de revisiones en una población amplia, mientras que Campbell et al. documentaron eventos significativos en más de una cuarta parte de procedimientos tumorales. En ambos casos, la utilidad principal radica en describir el recorrido perioperatorio completo y no solamente la mortalidad.

Para visualizar la variación de frecuencias publicadas, el Gráfico 1 presenta indicadores seleccionados sin combinar sus denominadores. Se mantuvo en cada barra el desenlace originalmente informado, lo que permite apreciar que la frecuencia aumenta cuando la definición incluye morbilidad posoperatoria amplia, mientras que es menor cuando el indicador se restringe a un evento específico, como infección del sitio quirúrgico.

Gráfico 1. Frecuencias de eventos adversos reportadas en estudios seleccionados



Fuente: elaboración a partir de datos publicados en van Lindert et al. (3), Lenga et al. (5), Bashiryan et al. (8), Foster et al. (9), Henriksen et al. (10), Makridis et al. (19) y Sherrod y Rocque (27). Los desenlaces no son homogéneos y no representan un metaanálisis.

El Gráfico 1 muestra un rango aproximado entre 2,7 % y 34,2 % en los indicadores seleccionados, pero esa amplitud no representa una distribución epidemiológica común. La cifra de 34,2 % corresponde a morbilidad significativa en cirugía tumoral, el 27,7 % a complicaciones en lactantes sometidos a cirugía de epilepsia, y el 2,7 % a infección de sitio quirúrgico en procedimientos no relacionados con shunt. La lectura correcta exige conservar el contexto clínico y la definición de cada estudio.

El componente hemorrágico adquirió especial relevancia en craneosinostosis y cirugía de bóveda craneal. La revisión de Bashiryan et al. confirmó mayor incidencia global de eventos en reconstrucción abierta que en cirugía endoscópica, y la transfusión por pérdida sanguínea fue el evento quirúrgico más frecuente. La evidencia contemporánea ha evaluado protocolos de manejo sanguíneo y ácido tranexámico como estrategias para reducir exposición a hemoderivados sin suponer que una intervención aislada elimina todo el riesgo.

La Tabla 2 resume datos cuantitativos de la revisión de complicaciones y de estudios centrados en conservación sanguínea. Un protocolo prospectivo de manejo hematológico que integró optimización preoperatoria, antifibrinolíticos y recuperación intraoperatoria de sangre redujo de forma significativa la pérdida estimada y los requerimientos transfusionales frente a una cohorte control, con 194 pacientes evaluados (33).

Tabla 2. Evidencia sobre hemorragia, transfusión y conservación sanguínea en cirugía de craneosinostosis

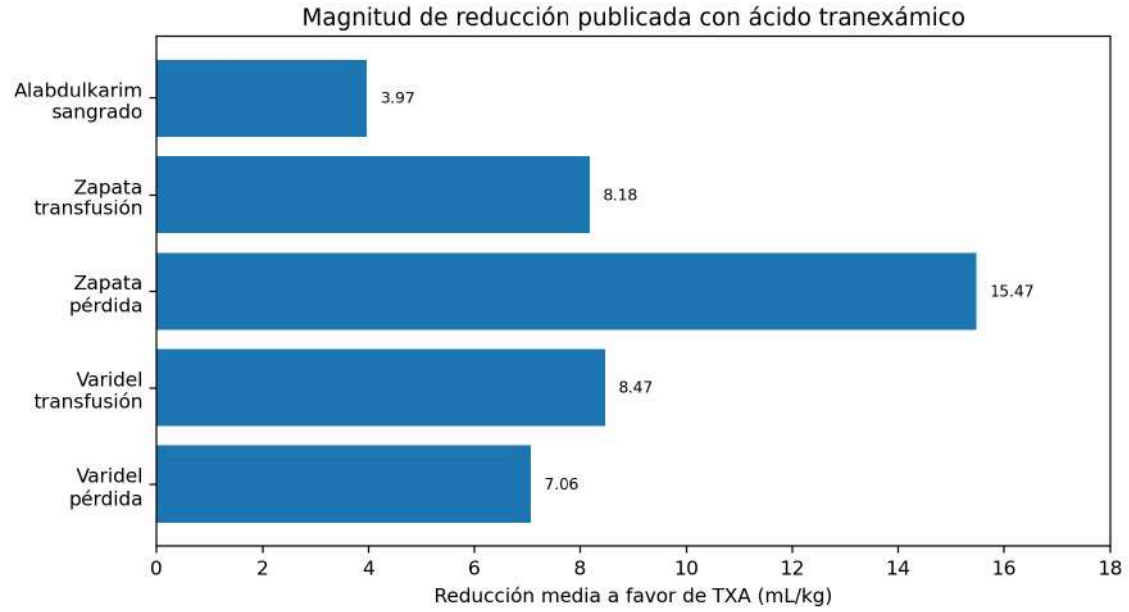
Fuente	Población / evidencia	Indicador	Resultado
Bashiryan et al. (2025) (8)	33 manuscritos	Eventos globales	9,8 %; endoscópica 7,2 %; abierta 13,5 %
Bashiryan et al. (2025) (8)	Síntesis de complicaciones	Transfusión por pérdida sanguínea	35,7 %
Moore et al. (2025) (33)	194 pacientes; protocolo vs control	Pérdida y transfusión	Reducción significativa de EBL y transfusión, p<0,01
Varidel y Marucci (2022) (34)	7 ensayos; 258 recibieron TXA	Pérdida sanguínea	Reducción 7,06 mL/kg (IC95% 5,15-8,97)
Varidel y Marucci (2022) (34)	Metaanálisis	Transfusión	Reducción 8,47 mL/kg (IC95% 6,04-10,90)
Zapata-Copete et al. (2022) (35)	11 estudios; 752 pacientes	Pérdida / transfusión	MD -15,47 / -8,18 mL/kg
Alabdulkarim et al. (2023) (36)	18 estudios; 1.564 operaciones	Sangrado perioperatorio	WMD -3,97 mL/kg (IC95% -5,29 a -2,28)

Fuente: elaboración a partir de Bashiryan et al. (8), Moore et al. (33), Varidel y Marucci (34), Zapata-Copete et al. (35) y Alabdulkarim et al. (36). TXA: ácido tranexámico; EBL: pérdida sanguínea estimada; MD/WMD: diferencia media/diferencia media ponderada.

Los metaanálisis de ácido tranexámico fueron consistentes en la dirección del efecto, aunque difirieron en número de estudios, técnicas quirúrgicas, esquemas de dosis y forma de medir el sangrado. Varidel y Marucci identificaron una reducción media de pérdida sanguínea de 7,06 mL/kg y de transfusión de 8,47 mL/kg, Zapata-Copete et al. estimaron reducciones de 15,47 mL/kg y 8,18 mL/kg respectivamente, y Alabdulkarim et al. comunicaron una diferencia media ponderada de 3,97 mL/kg para sangrado (34-36).

La consistencia de los resultados apoya la utilidad del ácido tranexámico dentro de protocolos de conservación sanguínea, pero los intervalos y magnitudes no deben combinarse de nuevo porque cada metaanálisis utilizó criterios de inclusión y conjuntos de estudios distintos. El Gráfico 2 conserva las estimaciones originales como reducciones absolutas a favor de la intervención, con una finalidad comparativa descriptiva.

Gráfico 2. Magnitud de reducción publicada con ácido tranexámico en craneosinostosis



Fuente: elaboración a partir de estimaciones publicadas por Varidel y Marucci (34), Zapata-Copete et al. (35) y Alabdulkarim et al. (36). Las barras representan metaanálisis independientes y no se combinaron entre sí.

El Gráfico 2 muestra que todas las estimaciones representadas favorecieron al ácido tranexámico, con reducciones publicadas entre 3,97 y 15,47 mL/kg según el desenlace y la revisión. La dispersión de magnitudes refleja heterogeneidad entre estudios y no invalida la dirección consistente del efecto; por el contrario, indica que la eficacia cuantitativa depende del procedimiento, la técnica anestésica, el protocolo transfusional y la forma de calcular la pérdida hemática.

En neuro-oncología, el riesgo se concentró en déficit neurológico, alteraciones del líquido cefalorraquídeo, reintervención, infección y complicaciones específicas de la

fosa posterior. Las cohortes de diferentes países coincidieron en que la localización anatómica y el objetivo quirúrgico condicionan la morbilidad, aunque las tasas varían según el sistema de clasificación. La Tabla 3 integra esta evidencia y agrega la información del síndrome de mutismo cerebeloso como resultado funcional de especial relevancia pediátrica.

Tabla 3. Morbilidad neuro-oncológica y síndrome de mutismo cerebeloso posoperatorio

Estudio	Muestra	Desenlace	Hallazgo
Foster et al. (2021) (9)	477 procedimientos	Mortalidad / déficit 30 d	1,26 % / 8,39 %
Henriksen et al. (2024) (10)	473 procedimientos	Morbilidad global / significativa	66,0 % / 34,2 %
Sletvold et al. (2023) (11)	82 pacientes + RS	Indicadores 30 d	Reoperación 9,8 %; readmisión 14,6 %; SSI 3,7 %
Campbell et al. (2025) (12)	285 procedimientos	Eventos significativos	27,4 %; reoperación 11,6 %; SSI 2,8 %
Pettersson et al. (2022) (13)	28 estudios; 2.276 pacientes	pCMS - factores de riesgo	4.º ventrículo OR 12,84; tronco OR 4,28; vermis OR 5,44
Salman et al. (2026) (14)	61 estudios; 5.653 pacientes	pCMS - factores	Midline, meduloblastoma, pedúnculo superior y variables de resección
Horne et al. (2026) (15)	16 estudios; 252 pCMS vs 590 sin pCMS	Neurocognición	Peor velocidad de procesamiento, función psicomotora y ejecutiva

Fuente: elaboración a partir de estudios neuro-oncológicos y revisiones sistemáticas citadas (9-15). pCMS: síndrome de mutismo cerebeloso posoperatorio; SSI: infección del sitio quirúrgico; OR: odds ratio.

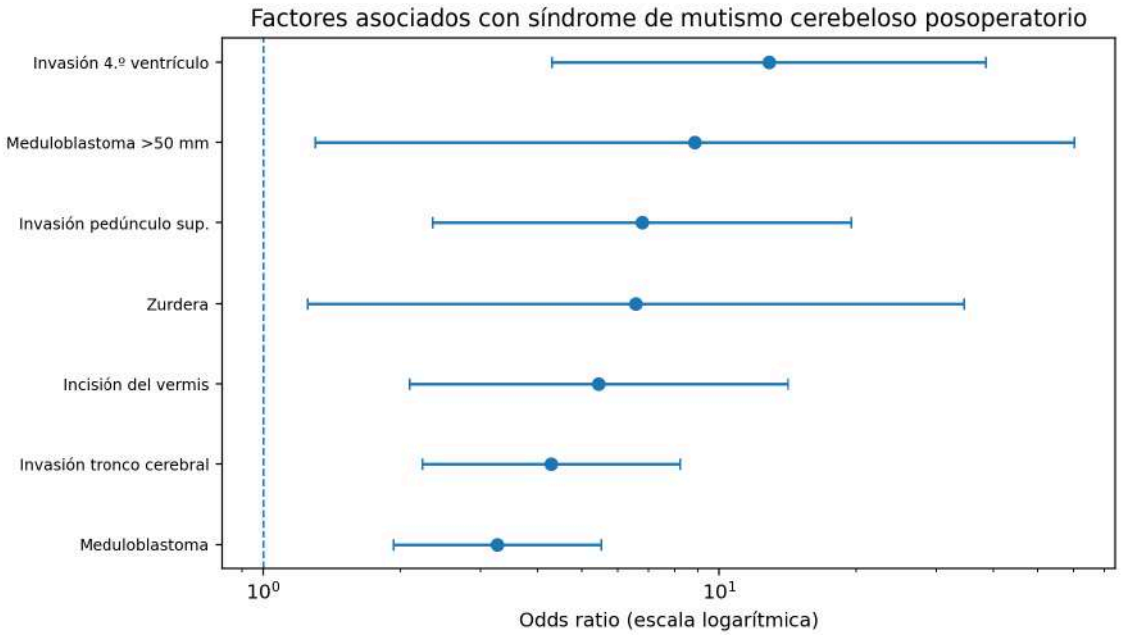
Los datos neuro-oncológicos muestran que la mortalidad a corto plazo puede ser baja al mismo tiempo que persiste una carga relevante de déficits, reoperaciones y trastornos del líquido cefalorraquídeo. Foster et al. registraron 1,26 % de mortalidad a 30 días, pero 8,39 % de déficit persistente; Henriksen et al. informaron 34,2 % de morbilidad significativa; y Campbell et al. identificaron eventos significativos en 27,4 % de las operaciones. Esto respalda el uso de indicadores multidimensionales.

El síndrome de mutismo cerebeloso representa un ejemplo de complicación en la que la magnitud no se describe adecuadamente con mortalidad o estancia hospitalaria. Los factores anatómicos publicados por Pettersson et al. muestran asociaciones de gran

magnitud para invasión del cuarto ventrículo, pedúnculo cerebeloso superior, tronco cerebral e incisión del vermis, y la revisión de Salman et al. confirmó que la localización media y la biología tumoral siguen apareciendo de forma consistente en la literatura (13,14).

El Gráfico 3 reproduce los odds ratios combinados publicados por Pettersson et al. para factores seleccionados, conservando los intervalos de confianza originales. No se efectuó un nuevo metaanálisis ni se añadieron pesos, por lo que la figura funciona como representación visual de una síntesis previamente publicada y permite observar tanto la dirección del riesgo como la incertidumbre de algunas estimaciones.

Gráfico 3. Factores asociados con síndrome de mutismo cerebeloso posoperatorio



Fuente: elaboración gráfica a partir de odds ratios e IC95% publicados por Pettersson et al. (13): invasión del cuarto ventrículo 12,84 (4,29-38,44), meduloblastoma >50 mm 8,85 (1,30-60,16), invasión del pedúnculo cerebeloso superior 6,77 (2,35-19,48), zurdera 6,57 (1,25-34,44), incisión del vermis 5,44 (2,09-14,16), invasión del tronco 4,28 (2,23-8,23) y meduloblastoma 3,26 (1,93-5,52).

La invasión del cuarto ventrículo presentó la estimación puntual más alta entre los factores representados, con OR 12,84, seguida por meduloblastoma mayor de 50 mm, invasión del pedúnculo cerebeloso superior, zurdera, incisión del vermis, invasión del tronco cerebral y diagnóstico de meduloblastoma. Los intervalos amplios en algunas

variables indican imprecisión y desaconsejan interpretar la magnitud puntual como una predicción individual determinista.

La evidencia funcional complementa estas asociaciones anatómicas. Una revisión sobre perfusión cerebral y mutismo cerebeloso posoperatorio describió alteraciones en redes cerebelo-cerebrales relacionadas con la aparición del síndrome, mientras que revisiones de lenguaje y neurocognición han mostrado déficits persistentes que abarcan procesamiento, funciones ejecutivas y comunicación, incluso después de la fase de mutismo evidente (37,38).

En hidrocefalia, las complicaciones se relacionaron principalmente con infección, obstrucción, fallo del dispositivo, sobredrenaje y necesidad de revisión. Los sistemas impregnados con antibióticos mostraron reducción de infección en metaanálisis, pero el beneficio tecnológico no sustituye la técnica estéril, el control de factores de riesgo y el seguimiento. La Tabla 4 integra resultados sobre infección y comparación de estrategias de derivación.

Tabla 4. Evidencia sobre infección, fallo de derivación y alternativas en hidrocefalia pediátrica

Fuente	Diseño / muestra	Resultado	Estimación
Konrad et al. (2023) (21)	Revisión clínica	Infección de shunt	Aproximadamente 5-15 %
Qiu y Wu (2020) (22)	13 estudios; 7.952 pacientes	Shunt impregnado vs convencional	RR 0,42 (IC95% 0,33-0,53)
Zhou et al. (2021) (23)	19 estudios; 10.105 operaciones	Infección	8,13 % convencional vs 4,09 % impregnado
Wathoni et al. (2025) (24)	Metaanálisis	Factores de infección	Edad temprana y comorbilidades entre factores asociados
Minta et al. (2024) (25)	RS/metaanálisis	Complicaciones ETV vs VPS	4,6 % vs 27,1 %
Castillo-Huerta et al. (2025) (26)	61 pacientes, Lima	Complicaciones a 1 año	24 eventos; infección 50 % de fallos

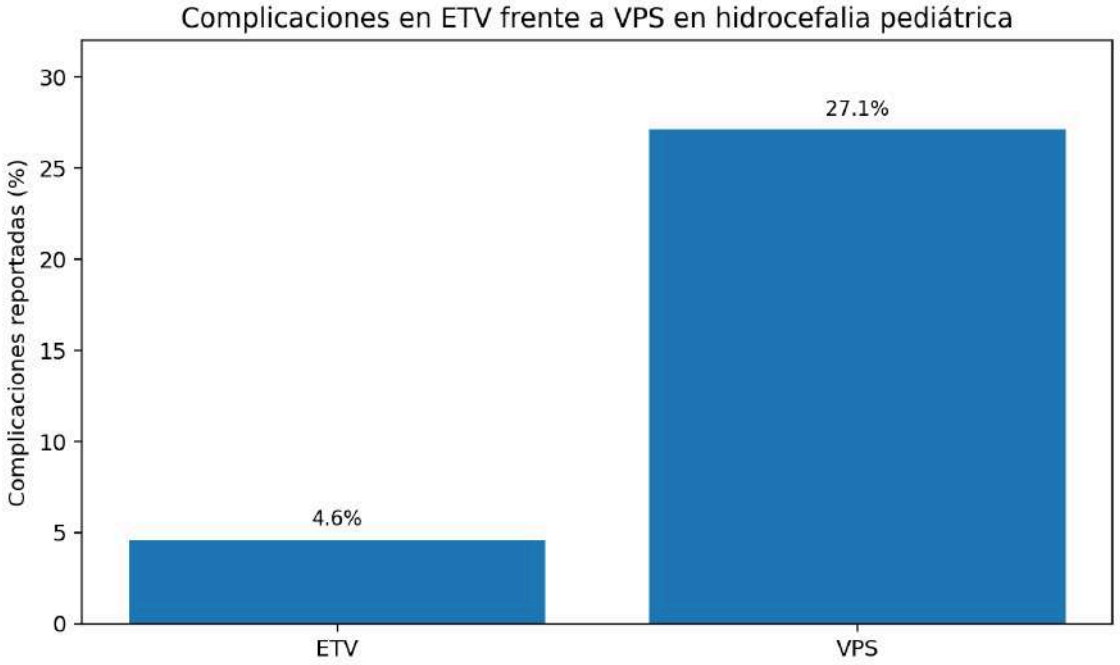
Fuente: elaboración a partir de Konrad et al. (21), Qiu y Wu (22), Zhou et al. (23), Wathoni et al. (24), Minta et al. (25) y Castillo-Huerta et al. (26). ETV: ventriculostomía endoscópica del tercer ventrículo; VPS: derivación ventriculoperitoneal.

La Tabla 4 muestra que el riesgo de infección de shunt permanece clínicamente relevante, con estimaciones generales de 5 % a 15 % en revisiones contemporáneas y reducciones significativas asociadas con catéteres impregnados con antibióticos. Qiu y Wu informaron RR 0,42 en población pediátrica, mientras que Zhou et al. describieron una reducción de 8,13 % a 4,09 % en una síntesis de operaciones de hidrocefalia, resultados que apuntan en la misma dirección pese a diferencias en población y diseño (22,23).

La experiencia de Lima mostró que la infección explicó 50 % de los fallos registrados durante el primer año después de una primera derivación ventriculoperitoneal, un hallazgo relevante para contextos de ingresos medios. Al comparar alternativas, el metaanálisis de Minta et al. reportó 4,6 % de complicaciones para ventriculostomía endoscópica del tercer ventrículo y 27,1 % para derivación ventriculoperitoneal dentro de los estudios incluidos, diferencia que debe interpretarse según selección etiológica y edad (25,26).

El Gráfico 4 representa la comparación publicada entre ventriculostomía endoscópica y derivación ventriculoperitoneal. La figura no implica que toda hidrocefalia deba tratarse mediante una misma técnica, porque la indicación de ventriculostomía depende de la etiología, la anatomía y la edad, pero sí evidencia que el tipo de intervención modifica el perfil de complicaciones y la dependencia posterior de un dispositivo.

Gráfico 4. Complicaciones en ventriculostomía endoscópica frente a derivación ventriculoperitoneal



Fuente: elaboración a partir de Minta et al. (25), revisión sistemática y metaanálisis de hidrocefalia pediátrica. ETV: ventriculostomía endoscópica del tercer ventrículo; VPS: derivación ventriculoperitoneal.

La diferencia mostrada en el Gráfico 4 favorece a la ventriculostomía endoscópica en la frecuencia global de complicaciones informada por la revisión utilizada, pero el resultado no debe extrapolarse a etiologías no comparables. La selección adecuada puede reducir la exposición a fallos mecánicos e infección de derivaciones, mientras que una indicación inadecuada de ventriculostomía puede conducir a fracaso y necesidad de tratamiento adicional.

De manera transversal, los factores de riesgo identificados se agruparon en cinco dominios. En el paciente destacaron edad temprana, bajo peso, prematuridad, comorbilidades, anemia y deterioro neurológico previo; en la enfermedad, tumores vascularizados, lesiones de fosa posterior, hidrocefalia, epilepsia farmacorresistente y proximidad a áreas elocuentes; en la cirugía, duración, extensión, hemorragia, manipulación vascular, posición y reintervención; en anestesia, ventilación difícil,

hipotensión, hipoxemia y embolia aérea; y en el entorno institucional, disponibilidad de especialistas, cuidados intensivos, protocolos y comunicación.

Los resultados sobre epilepsia reforzaron que la seguridad debe interpretarse junto con el beneficio funcional. Los lactantes intervenidos antes de los seis meses presentaron 27,7 % de complicaciones en una síntesis, pero también 65,6 % de libertad de crisis; en espasmos epilépticos la libertad de crisis fue cercana a 68,8 %. Estas cifras no justifican retrasar o adelantar una intervención de forma automática, sino que muestran la necesidad de individualizar el balance riesgo-beneficio en centros especializados (18,19).

La síntesis sobre anemia, hemorragia, infección y eventos anestésicos indica que una proporción importante de factores son potencialmente modificables mediante planificación. La optimización hematológica, el uso racional de antifibrinolíticos, la disponibilidad de hemoderivados, la profilaxis antimicrobiana, el control de temperatura y ventilación, la monitorización hemodinámica y neurofisiológica, y la vigilancia posoperatoria estructurada constituyen medidas convergentes para disminuir la probabilidad de daño grave.

La diversidad de resultados también mostró un problema de calidad de la evidencia. Estudios de gran tamaño pueden utilizar definiciones administrativas, mientras que cohortes prospectivas pequeñas describen con mayor detalle el evento y su gravedad. Las revisiones sistemáticas dependen de esa heterogeneidad primaria y, aunque permiten identificar patrones, no eliminan la necesidad de registros prospectivos estandarizados que incluyan resultados neurológicos, funcionales y neurocognitivos a largo plazo.

Discusión

La evidencia integrada confirma que las complicaciones graves en cirugía neurológica pediátrica de alta complejidad son multifactoriales y específicas del procedimiento. No se identificó una única complicación dominante para toda la especialidad, porque la cirugía cerebrovascular y tumoral concentra lesión vascular y déficit neurológico, la craneosinostosis concentra hemorragia y transfusión, la hidrocefalia concentra infección y fallo del dispositivo, y la cirugía de epilepsia combina riesgos neurológicos con la expectativa de mejorar el control de crisis.

La frecuencia de 3,5 % de complicaciones intraoperatorias descrita en 1.807 procedimientos sigue siendo un punto de referencia importante, pero los datos prospectivos de 2025 aportan una lectura más amplia al incluir eventos relacionados con cirugía durante 30 días. La diferencia entre 3,5 % y 9,2 % no debe interpretarse como un aumento temporal del riesgo, porque las ventanas y definiciones son distintas; demuestra, en cambio, cómo la metodología de vigilancia modifica la detección (3,5).

La relación entre gravedad intraoperatoria y recuperación posoperatoria adquiere particular importancia con sistemas como ClassIntra. El aumento de tiempos quirúrgicos y la asociación entre eventos mayores, deterioro neurológico y readmisión observados prospectivamente sugieren que la documentación intraoperatoria puede funcionar como señal temprana para ajustar la intensidad de vigilancia después de la cirugía. Esta aproximación complementa los registros clásicos que catalogan únicamente el diagnóstico final de la complicación (6).

La edad apareció repetidamente como modificador de riesgo, aunque con mecanismos diferentes según el procedimiento. En cohortes generales, una mayor edad redujo la probabilidad de eventos adversos; en neuro-oncología, la menor edad se asoció con

complicaciones de líquido cefalorraquídeo; y en hidrocefalia, los lactantes presentan mayor vulnerabilidad a infección de shunt. La explicación incluye menor reserva fisiológica, inmadurez inmunológica, menor volemia y características anatómicas que condicionan la técnica (5,10,24).

La anemia y la pérdida sanguínea son especialmente relevantes en lactantes porque una pérdida absoluta pequeña puede representar una fracción importante del volumen circulante. La evidencia de craneosinostosis muestra que la cirugía abierta se acompaña de mayor frecuencia de eventos que los abordajes endoscópicos, pero la decisión técnica depende de edad, tipo de sinostosis y objetivos reconstructivos. El hallazgo principal no es que una técnica sea universalmente superior, sino que el riesgo hemorrágico debe anticiparse de manera diferenciada (8).

Los metaanálisis de ácido tranexámico coinciden en una reducción de pérdida sanguínea y transfusión, aunque las magnitudes varían por heterogeneidad. La concordancia direccional entre Varidel, Zapata-Copete y Alabdulkarim fortalece la plausibilidad clínica del beneficio, mientras que el protocolo prospectivo de manejo sanguíneo de Moore et al. muestra que el mayor efecto práctico puede obtenerse al integrar la farmacología con optimización de hemoglobina, recuperación de sangre y criterios transfusionales estandarizados (33-36).

La interpretación de estos resultados requiere evitar dos extremos. La presencia de evidencia favorable no autoriza a generalizar un esquema de dosis sin considerar edad, peso, riesgo trombótico, protocolo anestésico y características del centro; al mismo tiempo, la heterogeneidad no invalida una estrategia cuando múltiples síntesis muestran reducción consistente del sangrado. La aplicación clínica debe insertarse en protocolos institucionales y evaluación individual del riesgo.

En cirugía tumoral, la diferencia entre mortalidad y morbilidad demuestra por qué los indicadores de resultado deben ir más allá de la supervivencia. Foster et al. documentaron mortalidad baja pero déficit neurológico persistente en una proporción mayor, Henriksen et al. mostraron morbilidad significativa en aproximadamente un tercio de procedimientos y Campbell et al. confirmaron mediante vigilancia prospectiva una carga relevante de eventos significativos. Los tres estudios convergen en la necesidad de medir función y reintervención (9,10,12).

La localización infratentorial emergió como factor clínicamente consistente. La fosa posterior concentra núcleos, pedúnculos cerebelosos, pares craneales y vías largas en un espacio reducido, y la resección puede alterar circuitos cerebelo-tálamo-corticales. El vínculo entre invasión del cuarto ventrículo, pedúnculo cerebeloso superior, tronco cerebral e incisión del vermis con mutismo cerebeloso ofrece una explicación anatómica de por qué determinadas lesiones producen secuelas desproporcionadas respecto al tamaño de la resección (13,14).

La evidencia neurocognitiva reciente amplía el concepto de gravedad. El síndrome de mutismo cerebeloso no termina cuando reaparece el habla, porque pueden persistir alteraciones ejecutivas, psicomotoras y de velocidad de procesamiento. Los estudios de perfusión y las revisiones de lenguaje sugieren que el daño funcional involucra redes distribuidas, por lo que el seguimiento debe incluir neuropsicología, lenguaje, desempeño escolar y participación social, no solamente examen motor y control radiológico (15,37,38).

La heterogeneidad de las escalas en cirugía de epilepsia plantea un problema semejante. La libertad de crisis se informa casi universalmente, mientras que la calidad de vida y los resultados neuropsicológicos aparecen con menor frecuencia y mediante múltiples instrumentos. Una cirugía puede reducir de forma importante la carga epiléptica y, al

mismo tiempo, producir o revelar déficits que requieren rehabilitación; por ello, la evaluación integral debe considerar control de crisis, desarrollo, cognición, conducta, medicación y complicaciones (16,17).

Los resultados de cirugía temprana de epilepsia ilustran un balance clínico complejo. En lactantes muy pequeños la tasa de complicaciones no es trivial, pero la posibilidad de controlar crisis en una etapa crítica del neurodesarrollo puede ofrecer beneficios sustanciales. Los metaanálisis sobre espasmos y cirugía en los primeros meses apoyan la derivación temprana a centros especializados cuando existe una lesión resecable o una indicación bien establecida, sin confundir rapidez diagnóstica con precipitación quirúrgica (18-20).

La hidrocefalia muestra cómo un tratamiento efectivo puede introducir una nueva categoría de riesgo crónico. La derivación ventriculoperitoneal controla la presión y permite supervivencia y desarrollo, pero crea dependencia de un sistema susceptible a infección, obstrucción, migración y sobredrenaje. Los datos de infección entre 5 % y 15 % y la experiencia latinoamericana con infección como principal causa de fallo muestran que la prevención debe mantenerse durante todo el proceso, desde la implantación hasta el reconocimiento temprano de síntomas (21,26).

Los catéteres impregnados con antibióticos constituyen una intervención preventiva con respaldo metaanalítico, pero el efecto no debe interpretarse como sustituto de la técnica estéril. La reducción relativa observada por Qiu y Wu y por Zhou et al. resulta coherente con una disminución de colonización inicial, mientras que los factores de riesgo identificados en estudios observacionales muestran que la vulnerabilidad del paciente y las condiciones perioperatorias siguen influyendo en la aparición de infección (22-24).

La comparación entre ventriculostomía endoscópica y derivación ventriculoperitoneal introduce además la necesidad de seleccionar el tratamiento de acuerdo con etiología. La menor proporción de complicaciones informada para ventriculostomía en la revisión de Minta et al. es relevante, pero la técnica no es aplicable a toda hidrocefalia. La indicación adecuada requiere valorar edad, anatomía, causa de obstrucción, experiencia endoscópica y probabilidad de fracaso, evitando convertir una diferencia agregada en una regla universal (25).

La carga de infección no relacionada con shunts confirma que la seguridad infecciosa atraviesa toda la neurocirugía pediátrica. Aunque la tasa de 2,7 % puede parecer menor que otras formas de morbilidad, las infecciones profundas producen reingresos, sepsis y reintervenciones, por lo que su prevención tiene impacto clínico y económico desproporcionado. El ajuste por factores de riesgo es esencial para comparar resultados institucionales de manera justa (27,28).

Las complicaciones anestésicas y relacionadas con la posición merecen una lectura integrada con la cirugía. La posición sentada facilita determinados accesos a la fosa posterior, pero puede acompañarse de cambios hemodinámicos y embolia aérea; la posición park-bench tampoco elimina la posibilidad de eventos. Los datos disponibles, incluidos estudios con muestras pequeñas, respaldan la selección individualizada y la monitorización de retorno venoso, presión arterial, ventilación, temperatura y signos de embolia (7).

La prevención efectiva, por tanto, tiene naturaleza multimodal. Antes de la cirugía se requiere identificar anemia, trastornos de coagulación, vía aérea compleja, comorbilidades y riesgo de sangrado; durante el procedimiento se necesita comunicación, disponibilidad de sangre, monitorización fisiológica y neurofisiológica cuando está indicada, control de temperatura y respuesta rápida ante lesión vascular;

después de la cirugía se requiere evaluación neurológica seriada, vigilancia respiratoria, balance hídrico y detección de hipertensión intracraneal.

Las listas de verificación quirúrgica aportan un marco de comunicación que puede disminuir omisiones en entornos de alta complejidad. Su utilidad no radica en convertir la seguridad en una secuencia burocrática, sino en asegurar que identidad, procedimiento, disponibilidad de recursos, profilaxis, riesgo hemorrágico y planes de contingencia sean compartidos por el equipo antes de puntos irreversibles. La adaptación a neurocirugía pediátrica debe incorporar necesidades específicas de neuroanestesia y cuidados intensivos (30).

La estandarización de definiciones es una prioridad porque la variación terminológica afecta investigación, auditoría y comunicación clínica. El consenso pediátrico y los trabajos recientes sobre indicadores de calidad muestran que el mismo evento puede clasificarse de forma distinta entre instituciones, lo que dificulta establecer umbrales de desempeño. Un registro multicéntrico útil debería combinar definiciones consensuadas, gravedad, temporalidad, relación causal, reintervención, discapacidad y recuperación funcional (2,11).

La fortaleza principal de la evidencia integrada radica en combinar grandes cohortes, registros nacionales, estudios prospectivos y metaanálisis específicos. Esta triangulación permite reconocer patrones que se repiten en diseños diferentes: mayor vulnerabilidad de edades tempranas, importancia de la localización anatómica, impacto del sangrado, papel de la infección y necesidad de seguimiento funcional. La consistencia cualitativa aumenta la confianza en esos patrones incluso cuando no puede calcularse un efecto global.

La principal limitación corresponde a la heterogeneidad clínica y metodológica. La agregación conceptual incluye tumores, craneosinostosis, hidrocefalia, epilepsia, cirugía

vascular y procedimientos de fosa posterior, cada uno con mecanismos de riesgo diferentes. Además, una proporción importante de la literatura sigue siendo retrospectiva o unicéntrica, y las ventanas de seguimiento varían desde el intraoperatorio hasta 30 días, un año o evaluaciones neurocognitivas de largo plazo.

Otra limitación procede de la imposibilidad de reconstruir retrospectivamente, con trazabilidad completa, los conteos de identificación, duplicación y exclusión de todas las bases originalmente proyectadas en el documento base. Para preservar integridad metodológica se evitó atribuir números de flujo no documentados y se utilizó PRISMA 2020 como marco de reporte de la síntesis y de la actualización verificable, sin fabricar un diagrama cuantitativo. Esta decisión reduce apariencia de exhaustividad, pero aumenta la transparencia.

También debe considerarse que algunos resultados cuantitativos proceden de metaanálisis que comparten estudios primarios, por lo que no representan observaciones independientes. Esta situación es especialmente relevante para ácido tranexámico, catéteres impregnados y cirugía de epilepsia. Por ello, los gráficos presentados no combinaron nuevamente efectos ni calcularon promedios entre revisiones, y se conservaron las estimaciones originales como información descriptiva.

La comparación internacional evidencia además diferencias en recursos y trayectorias asistenciales. Revisiones recientes sobre hidrocefalia pediátrica en África y Asia muestran variaciones de etiología, acceso, estrategia de tratamiento y resultados, lo que limita la transferencia automática de cifras provenientes de centros de altos ingresos. La experiencia de Lima refuerza la importancia de producir datos latinoamericanos y de evaluar prevención de infección dentro de las condiciones reales de cada sistema sanitario (39,40).

En el contexto latinoamericano, la disponibilidad de neurocirugía pediátrica especializada, cuidados intensivos, hemoderivados, neuroimagen avanzada y seguimiento rehabilitador puede ser heterogénea. La aplicación de evidencia internacional debe acompañarse de registros locales que permitan identificar barreras, tiempos de derivación, disponibilidad de insumos y resultados funcionales. Esta necesidad no modifica el tema central de la revisión, sino que define una línea de investigación para adaptar la seguridad a contextos concretos.

La novedad de la síntesis consiste en organizar las complicaciones graves por mecanismo y procedimiento, manteniendo simultáneamente una visión de proceso continuo. El riesgo comienza antes de la incisión con condiciones del paciente y de la enfermedad, se expresa durante la intervención mediante sangrado, lesión vascular o inestabilidad, continúa después con edema, déficit, infección o crisis, y puede prolongarse mediante secuelas neurocognitivas. Esta continuidad permite diseñar prevención en varios puntos y no solamente responder al evento final.

Las futuras investigaciones deberían priorizar cohortes prospectivas multicéntricas con definiciones estandarizadas y seguimiento suficiente para distinguir déficits transitorios de secuelas persistentes. Se requiere además incorporar resultados reportados por pacientes y familias, medidas de función neurocognitiva, calidad de vida, reintegración escolar y carga de reintervención. La integración de estos indicadores permitiría evaluar con mayor precisión el costo clínico real de una complicación y la efectividad de los programas de mejora.

La investigación futura también debería evaluar modelos de predicción específicos por procedimiento, evitando algoritmos que mezclen riesgos no equivalentes. En craneosinostosis serían prioritarios edad, peso, hemoglobina y técnica; en tumores, localización, volumen y relación con estructuras críticas; en hidrocefalia, edad, etiología

y antecedentes infecciosos; en cirugía de epilepsia, extensión, etiología y edad. Los modelos solo serían útiles si se validan externamente y se integran con juicio clínico.

En conjunto, los hallazgos respaldan una concepción de seguridad basada en especialización, anticipación y medición. La tecnología quirúrgica por sí sola no elimina el riesgo, pero puede disminuirlo cuando se integra con experiencia pediátrica, protocolos de sangre, prevención de infección, monitorización y cuidados intensivos. Del mismo modo, una tasa baja de mortalidad no debe interpretarse como ausencia de daño si persisten déficits neurológicos, reintervenciones o alteraciones neurocognitivas de largo plazo.

Conclusiones

La evidencia analizada permitió establecer que las complicaciones graves en cirugía neurológica pediátrica de alta complejidad constituyen un fenómeno multifactorial cuyo perfil cambia según la enfermedad, la anatomía y el procedimiento. La hemorragia, la lesión vascular, la isquemia, el edema, la hipertensión intracraneal, los nuevos déficits neurológicos, las crisis convulsivas, el mutismo cerebeloso, las alteraciones respiratorias y cardiovasculares, la infección y la reintervención concentran la mayor relevancia clínica.

El objetivo general se respondió al demostrar que no existe una tasa única representativa de toda neurocirugía pediátrica. Los procedimientos cerebrovasculares y tumorales presentan especial vulnerabilidad a lesión vascular y déficit neurológico, la craneosinostosis mantiene un componente hemorrágico y transfusional destacado, la fosa posterior incorpora el riesgo de mutismo cerebeloso y secuelas neurocognitivas, y

la hidrocefalia concentra infección y fallo de dispositivos, mientras que la cirugía de epilepsia exige balancear complicaciones frente al beneficio de controlar crisis.

Los factores asociados con mayor riesgo incluyen edad temprana, bajo peso, comorbilidades, anemia, complejidad anatómica, localización infratentorial, proximidad a estructuras elocuentes, cirugía prolongada, pérdida sanguínea, manipulación vascular, determinadas posiciones y necesidad de reintervención. La interacción entre factores del paciente, de la enfermedad, quirúrgicos, anestésicos e institucionales explica por qué el riesgo no puede atribuirse a una sola variable y requiere evaluación multidisciplinaria.

La prevención debe comenzar antes de la cirugía mediante optimización hematológica, planificación de vía aérea, disponibilidad de hemoderivados y anticipación de complicaciones, continuar durante el procedimiento con neuroanestesia especializada, monitorización, técnica microquirúrgica, manejo racional de antifibrinolíticos y comunicación del equipo, y mantenerse después mediante vigilancia neurológica, respiratoria y hemodinámica. Los beneficios del ácido tranexámico y de los shunts impregnados con antibióticos deben integrarse en estrategias multimodales y no sustituir las medidas básicas de seguridad.

La estandarización de definiciones y resultados constituye un requisito para mejorar la comparación entre centros. La mortalidad aislada es insuficiente, por lo que los registros deberían incorporar gravedad de la complicación, reintervención, readmisión, déficit persistente, función neurocognitiva y calidad de vida. La utilización de indicadores comparables permitiría identificar oportunidades de mejora y evaluar intervenciones preventivas con mayor validez clínica.

El principal aporte de la revisión consiste en integrar la seguridad como un proceso continuo que comienza en la evaluación preoperatoria y se extiende hasta la recuperación neurológica y funcional de largo plazo. El desarrollo de registros

multicéntricos prospectivos, la validación de modelos de riesgo específicos por procedimiento y la generación de evidencia latinoamericana permitirán precisar factores modificables y orientar programas de mejora adaptados a la realidad de cada sistema de salud.

Referencias Bibliográficas

1. World Health Organization. Global patient safety action plan 2021-2030: towards eliminating avoidable harm in health care. Geneva: World Health Organization; 2021.

2. Drake JM, Singhal A, Kulkarni AV, deVeber G, Cochrane DD; Canadian Pediatric Neurosurgery Study Group. Consensus definitions of complications for accurate recording and comparisons of surgical outcomes in pediatric neurosurgery. J Neurosurg Pediatr. 2012;10(2):89-95. doi:10.3171/2012.3.PEDS11233.

3. van Lindert EJ, Arts S, Blok LM, Hendriks MP, Tielens L, van Bilsen M, et al. Intraoperative complications in pediatric neurosurgery: review of 1807 cases. J Neurosurg Pediatr. 2016;18(3):363-371. doi:10.3171/2016.3.PEDS15679.

4. Kuo BJ, Vissoci JRN, Egger JR, Smith ER, Grant GA, Haglund MM, et al. Perioperative outcomes for pediatric neurosurgical procedures: analysis of the National Surgical Quality Improvement Program-Pediatrics. J Neurosurg Pediatr. 2017;19(3):361-371. doi:10.3171/2016.10.PEDS16414.

5. Lenga P, Issa M, Abushamsieh H, Zittel S, Engel M, Scherer M, et al. Prospective insights into pediatric neurosurgery: transforming care through adverse event analysis. J Neurosurg Pediatr. 2025;36(3):369-378. doi:10.3171/2025.2.PEDS24508.

6. Middelkamp M, Drexler R, Groth FS, Sauvigny T, Ricklefs FL, Kammler G, et al. Evaluation of intraoperative adverse events and perioperative outcomes in pediatric neurosurgery. World Neurosurg. 2025;203:124434. doi:10.1016/j.wneu.2025.124434.

7. Radu OM, Balaci GM, Leucuta DC, Florian IS. Exploring anesthesia-related complications in pediatric neurosurgery: a comparative analysis of the sitting and park-bench positions. Med Pharm Rep. 2024;97(4):540-548. doi:10.15386/mpr-2788.

8. Bashiryan BA, Satanin LA, Gadzhieva OA, Danilov GV, Strunina YV, Kokaeva IK, et al. Perioperative complications in surgery for craniosynostosis in children: a systematic review and meta-analysis. Zh Vopr Neirokhir Im N N Burdenko. 2025;89(3):114-121. doi:10.17116/neiro202589031114.

9. Foster MT, Hennigan D, Grayston R, van Baarsen K, Sunderland G, Millward CP, et al. Reporting morbidity associated with pediatric brain tumor surgery: are the available scoring systems sufficient? J Neurosurg Pediatr. 2021;27(5):556-565. doi:10.3171/2020.9.PEDS20556.

10. Henriksen KA, Brix N, Jakubauskaite R, von Oettingen G, Rathe M, Skjoth-Rasmussen J, et al. Thirty-day surgical morbidity and risk factors in pediatric brain tumor surgery: a 10-year nationwide retrospective study. J Neurosurg Pediatr. 2024;33(2):165-173. doi:10.3171/2023.9.PEDS23351.

11. Sletvold TP, Boland S, Schipmann S, Mahesparan R. Quality indicators for evaluating the 30-day postoperative outcome in pediatric brain tumor surgery: a 10-year single-center study and systematic review of the literature. J Neurosurg Pediatr. 2023;31(2):109-123. doi:10.3171/2022.10.PEDS22308.

12. Campbell E, Todd L, Amato-Watkins A, O'Kane R, Sangra M, Canty M. Prospective review of 30-day morbidity and mortality following surgery for brain tumours in children. Childs Nerv Syst. 2025;41(1):162. doi:10.1007/s00381-025-06817-1.

13. Pettersson SD, Kitlinski M, Miekisiak G, Ali S, Krakowiak M, Szmuda T. Risk factors for postoperative cerebellar mutism syndrome in pediatric patients: a systematic review and meta-analysis. J Neurosurg Pediatr. 2022;29(4):467-475. doi:10.3171/2021.11.PEDS21445.

14. Salman A, Fahim MAA, Sohail A, Bashir HH, Haizel-Cobbina J, Dewan MC, et al. Pre-operative and intra-operative risk factors of post-operative cerebellar mutism syndrome in pediatric patients undergoing posterior fossa tumor surgery: a systematic review. Childs Nerv Syst. 2026;42(1):36. doi:10.1007/s00381-025-07109-4.

15. Horne BM, Attanayake AA, Aquilina K, Murphy T, Malcolm CP. Neurocognitive outcomes following postoperative paediatric cerebellar mutism syndrome: a systematic review. Dev Med Child Neurol. 2026;68(1):29-48. doi:10.1111/dmcn.16483.

16. Chisolm PF, Warner JD, Hale AT, Estevez-Ordonez D, Murdaugh D, Rozzelle CJ, et al. Quantifying and reporting outcome measures in pediatric epilepsy surgery: a systematic review. Epilepsia. 2022;63(11):2754-2781. doi:10.1111/epi.17369.

17. Romanowski EF, McNamara N. Surgery for intractable epilepsy in pediatrics, a systematic review of outcomes other than seizure freedom. Semin Pediatr Neurol. 2021;39:100928. doi:10.1016/j.spen.2021.100928.

18. Kolosky T, Goldstein Shipper A, Sun K, Tozduman B, Bentzen S, Moosa AN, et al. Epilepsy surgery for children with epileptic spasms: a systematic review and

meta-analysis with focus on predictors and outcomes. Epilepsia Open. 2024;9(4):1136-1147. doi:10.1002/epi4.13007.

19. Makridis KL, Atalay DA, Thomale UW, Tietze A, Elger CE, Kaindl AM. Epilepsy surgery in the first six months of life: a systematic review and meta-analysis. Seizure. 2022;96:109-117. doi:10.1016/j.seizure.2022.02.009.
20. Frank NA, Greuter L, Guzman R, Soleman J. Early surgical approaches in pediatric epilepsy - a systematic review and meta-analysis. Childs Nerv Syst. 2023;39(3):677-688. doi:10.1007/s00381-022-05699-x.
21. Konrad E, Robinson JL, Hawkes MT. Cerebrospinal fluid shunt infections in children. Arch Dis Child. 2023;108(9):693-697. doi:10.1136/archdischild-2022-324559.
22. Qiu Y, Wu Y. Efficacy of antibiotic-impregnated shunt versus conventional shunts to reduce cerebrospinal fluid infections in children: a systematic review and meta-analysis. Exp Ther Med. 2020;20(4):3775-3781. doi:10.3892/etm.2020.9122.
23. Zhou WX, Hou WB, Zhou C, Yin YX, Lu ST, Liu G, et al. Systematic review and meta-analysis of antibiotic-impregnated shunt catheters on anti-infective effect of hydrocephalus shunt. J Korean Neurosurg Soc. 2021;64(2):297-308. doi:10.3340/jkns.2019.0219.
24. Wathoni RTZ, Suryaningtyas W, Utomo B, Parenrengi MA, Turchan A, Fauzi AA. Risk factors for cerebrospinal fluid shunt infection in pediatrics: a meta-analysis. Surg Neurol Int. 2025;16:16. doi:10.25259/SNI_848_2024.
25. Minta KJ, Kannan S, Kaliaperumal C. Outcomes of endoscopic third ventriculostomy and ventriculoperitoneal shunt in the treatment of paediatric

hydrocephalus: systematic review and meta-analysis. Childs Nerv Syst. 2024;40(4):1045-1052. doi:10.1007/s00381-023-06225-3.

26. Castillo-Huerta NM, Torres-Garcia ON, Vargas Aymituma A. Postoperative complications of ventriculoperitoneal shunt in children: experience from a middle-income referral hospital in Lima, Peru. Childs Nerv Syst. 2025;41(1):342. doi:10.1007/s00381-025-06971-6.
27. Sherrod BA, Rocque BG. Morbidity associated with 30-day surgical site infection following nonshunt pediatric neurosurgery. J Neurosurg Pediatr. 2017;19(4):421-427. doi:10.3171/2016.11.PEDS16455.
28. Sherrod BA, Arynchyna AA, Johnston JM, Rozzelle CJ, Blount JP, Oakes WJ, et al. Risk factors for surgical site infection following nonshunt pediatric neurosurgery: a review of 9296 procedures from a national database and comparison with a single-center experience. J Neurosurg Pediatr. 2017;19(4):407-420. doi:10.3171/2016.11.PEDS16454.
29. Naik S, Nirale A, Bharadwaj S, Sangeetha RP, Shukla D, Kamath S. Post-operative anemia in children undergoing elective neurosurgery: an analysis of incidence, risk factors, and outcomes. J Neurosci Rural Pract. 2024;15(1):29-33. doi:10.25259/JNRP_338_2023.
30. World Health Organization. Implementation manual WHO surgical safety checklist 2009: safe surgery saves lives. Geneva: World Health Organization; 2009.
31. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.

32. Page MJ, Moher D, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n160. doi:10.1136/bmj.n160.

33. Moore R, Pfershy H, Pletcher J, Boville B, Girotto JA, Carlson AR. Effective pediatric blood management in craniosynostosis surgery: a long-term update. J Craniofac Surg. 2025;36(1):111-114. doi:10.1097/SCS.0000000000010682.

34. Varidel A, Marucci D. Tranexamic acid in craniosynostosis surgery: a systematic review and meta-analysis. J Craniofac Surg. 2022;33(1):146-150. doi:10.1097/SCS.0000000000008123.

35. Zapata-Copete JA, Gomez-Ospina JC, Garcia-Perdomo HA, Caycedo DJ. Role of tranexamic acid in craniosynostosis surgery: systematic review and meta-analysis. J Plast Reconstr Aesthet Surg. 2022;75(4):1389-1398. doi:10.1016/j.bjps.2021.11.064.

36. Alabdulkarim A, Al Qurashi AA, Odeh NB, Hashemi ASA, Arbili LM, AlSwealh MS, et al. Effect of tranexamic acid on the reduction of blood loss in craniosynostosis surgery: a systematic review and meta-analysis. Plast Reconstr Surg Glob Open. 2023;11(6):e5021. doi:10.1097/GOX.0000000000005021.

37. Ahmadian N, van Baarsen KM, Robe PAJT, Hoving EW. Association between cerebral perfusion and paediatric postoperative cerebellar mutism syndrome after posterior fossa surgery - a systematic review. Childs Nerv Syst. 2021;37(9):2743-2751. doi:10.1007/s00381-021-05225-5.

38. Svaldi C, Ntemou E, Jonkers R, Kohnen S, de Aguiar V. Language outcomes in children who underwent surgery for the removal of a posterior fossa tumor: a systematic review. Eur J Paediatr Neurol. 2024;48:129-141. doi:10.1016/j.ejpn.2023.12.005.

39. Darko K, Guirguis M, Kakulamarri S, Farid M, Venkatesh P, Osei Adjei EK, et al. Presentation, management, and outcomes of pediatric hydrocephalus in Africa: a systematic review and meta-analysis of 12,355 patients. J Neurosurg Pediatr. 2024;34(4):315-327. doi:10.3171/2024.5.PEDS23595.

40. Ferris E, Kynaston J, Dalle DU, Ng YJ, Leahy P, Hassan U, et al. The etiology of pediatric hydrocephalus across Asia: a systematic review and meta-analysis. J Neurosurg Pediatr. 2024;33(4):323-333. doi:10.3171/2023.11.PEDS23389.

Seguridad oncológica de la toxina botulínica y los rellenos de ácido hialurónico en dermatología: implicaciones, respuestas inflamatorias y posibles asociaciones con procesos malignos.

Oncological safety of botulinum toxin and hyaluronic acid fillers in dermatology: implications, inflammatory responses, and possible associations with malignant processes.

Segurança oncológica da toxina botulínica e dos preenchedores de ácido hialurônico em dermatologia: implicações, respostas inflamatórias e possíveis associações com processos malignos.

Kevin Horacio Illescas Ochoa
Redux Clínica Avalon
Ecuador
kevin.illescas@gmail.com
https://orcid.org/0000-0003-2272-6104

Steveen Eduardo Carpio Candelario
Universidad Casa Grande
Ecuador
steveen.carpio@casagrande.edu.ec
https://orcid.org/0009-0007-4036-3331

Forma de citación en APA, séptima edición.

Illescas, K., y Carpio, S. (2026). *Seguridad oncológica de la toxina botulínica y los rellenos de ácido hialurónico en dermatología: implicaciones, respuestas inflamatorias y posibles asociaciones con procesos malignos*. Revista Ibero Research, 1(7), 378 – 416.

Fecha de presentación: 20/08/2026 **Fecha de aceptación:** 03/09/2026 **Fecha de publicación:** 04/09/2026

Resumen

La expansión de los procedimientos dermatológicos mínimamente invasivos y el aumento de supervivientes de cáncer han intensificado el interés por la seguridad oncológica de la toxina botulínica tipo A y los rellenos dérmicos de ácido hialurónico. El objetivo fue analizar sistemáticamente la evidencia clínica y mecanística sobre eventos adversos, respuestas inflamatorias tardías y posibles asociaciones con carcinogénesis o progresión tumoral. Se efectuó una revisión sistemática documental basada en PRISMA 2020, con búsqueda principal en PubMed/MEDLINE, actualización bibliográfica hasta septiembre de 2026 y consulta de documentos científicos y regulatorios verificables. La evidencia mostró un perfil de seguridad favorable para ambas intervenciones, con eventos predominantemente locales y transitorios; las reacciones inflamatorias tardías por ácido hialurónico fueron infrecuentes y presentaron estimaciones variables según metodología y tecnología del producto. No se identificó evidencia clínica consistente de aumento de incidencia de cáncer, recurrencia tumoral o transformación maligna atribuible a estos procedimientos. El hialuronano endógeno participa en el microambiente tumoral, pero este mecanismo no demuestra carcinogenicidad del ácido hialurónico reticulado. En pacientes oncológicos, la indicación requiere valoración individual del estado inmunológico, hematológico, terapéutico y tisular.

Palabras clave: seguridad clínica; medicina estética; farmacovigilancia; inmunología; supervivencia oncológica.

Abstract

The expansion of minimally invasive dermatologic procedures and the growing population of cancer survivors have increased interest in the oncologic safety of botulinum toxin type A and hyaluronic acid dermal fillers. This study systematically analyzed clinical and mechanistic evidence on adverse events, delayed inflammatory responses, and possible associations with carcinogenesis or tumor progression. A documentary systematic review was conducted under PRISMA 2020, with a primary PubMed/MEDLINE search, an updated literature search through September 2026, and consultation of verifiable scientific and regulatory documents. The evidence showed a favorable safety profile for both interventions, with predominantly local and transient adverse events; delayed inflammatory reactions to hyaluronic acid were uncommon and incidence estimates varied according to methodology and filler technology. No consistent clinical evidence was identified for increased cancer incidence, tumor recurrence, or malignant transformation attributable to these procedures. Endogenous hyaluronan participates in the tumor microenvironment, but this mechanism does not establish carcinogenicity of cross-linked hyaluronic acid fillers. In oncology patients, indications should be individualized according to immunologic, hematologic, therapeutic, and tissue status.

Keywords: clinical safety; aesthetic medicine; pharmacovigilance; immunology; cancer survivorship.

Resumo

A expansão dos procedimentos dermatológicos minimamente invasivos e o aumento de sobreviventes de câncer intensificaram o interesse pela segurança oncológica da toxina botulínica tipo A e dos preenchedores dérmicos de ácido hialurônico. O objetivo foi analisar sistematicamente evidências clínicas e mecanísticas sobre eventos adversos, respostas inflamatórias tardias e possíveis associações com carcinogênese ou progressão tumoral. Realizou-se revisão sistemática documental baseada no PRISMA 2020, com busca principal no PubMed/MEDLINE, atualização bibliográfica até setembro de 2026 e consulta a documentos científicos e regulatórios verificáveis. As evidências mostraram perfil de segurança favorável para ambas as intervenções, com eventos predominantemente locais e transitórios; as reações inflamatórias tardias ao ácido hialurônico foram incomuns e apresentaram estimativas variáveis conforme metodologia e tecnologia do produto. Não foi identificada evidência clínica consistente de aumento da incidência de câncer, recorrência tumoral ou transformação maligna atribuível a esses procedimentos. O hialuronano endógeno participa do microambiente tumoral, porém esse mecanismo não demonstra carcinogenicidade do ácido hialurônico reticulado. Em pacientes oncológicos, a indicação requer avaliação individual do estado imunológico, hematológico, terapêutico e tecidual.

Palavras-chave: segurança clínica; medicina estética; farmacovigilância; imunologia; sobrevivência oncológica.

Introducción

La dermatología estética mantiene una expansión sostenida de procedimientos mínimamente invasivos, especialmente neuromoduladores y rellenos dérmicos, lo que incrementa la exposición repetida de millones de personas a productos inyectables. La International Society of Aesthetic Plastic Surgery estimó para 2024 cerca de 7,89 millones de procedimientos con toxina botulínica y 6,34 millones con ácido hialurónico, cifras 26,9% y 56,4% superiores a las de 2020, respectivamente, de modo que la seguridad a corto y largo plazo constituye una cuestión clínica de alcance mundial [1].

La toxina botulínica tipo A es un medicamento biológico de acción neuromuscular localizada, mientras el ácido hialurónico se emplea en formulaciones reticuladas como relleno dérmico absorbible, por lo que sus mecanismos y riesgos no son equivalentes. La Food and Drug Administration describe para los rellenos reacciones frecuentes como edema, eritema, dolor y equimosis, además de inflamación tardía, nódulos, granulomas e infección, junto con complicaciones vasculares raras capaces de producir necrosis, alteración visual, ceguera o accidente cerebrovascular [2].

La dimensión oncológica adquiere relevancia por el aumento de supervivientes de cáncer interesados en corregir cicatrices, asimetrías, pérdida de volumen y secuelas de cirugía o tratamientos sistémicos. Una revisión sistemática reciente reunió 42 estudios sobre medicina estética en pacientes con cáncer y concluyó que toxina botulínica, rellenos y otras intervenciones pueden considerarse en escenarios seleccionados, siempre que se valoren tratamiento antineoplásico, capacidad de reparación tisular, interacciones y condición clínica individual [3].

La evidencia de seguridad de la toxina botulínica tipo A procede de revisiones sistemáticas y metaanálisis amplios. Cavallini y colaboradores integraron 35 estudios

con 8.787 participantes y describieron principalmente ptosis palpebral o de ceja, alteraciones sensitivas y asimetrías transitorias [4], mientras Zargaran y colaboradores analizaron 24 estudios y observaron una tasa global de complicaciones de 16%, dominada por cefalea, reacciones cutáneas y síntomas neuromusculares [5]. Otros metaanálisis con 9.669 y 5.298 participantes confirmaron un incremento de determinados eventos locales frente a placebo sin identificar nuevas señales sistémicas o un patrón clínico de transformación maligna [6,7].

Una actualización de 2025 basada en 20 ensayos aleatorizados estimó un riesgo relativo global de 1,22 para eventos adversos con toxina botulínica frente a placebo y diferencias por región facial, sin que la mayor frecuencia relativa implicara gravedad oncológica [8]. La revisión de 2026 sobre líneas de la parte superior del rostro mantuvo una valoración favorable de eficacia y seguridad, aunque con heterogeneidad entre estudios [9]. En conjunto, la literatura diferencia claramente efectos farmacológicos o técnicos previsibles de desenlaces como aparición de neoplasia o recurrencia tumoral.

Para los rellenos de ácido hialurónico, la seguridad depende de concentración, tecnología de reticulación, propiedades reológicas, volumen, plano anatómico, técnica y características del huésped. Una revisión de 48 ensayos controlados mostró predominio de reacciones transitorias del sitio de inyección y baja frecuencia de eventos graves [10], mientras metaanálisis de rellenos faciales y labiales confirmaron edema, dolor, eritema, equimosis, firmeza y sensibilidad como manifestaciones habituales, con variación según producto y región tratada [11,12].

Las reacciones inflamatorias tardías constituyen el principal punto de conexión aparente entre rellenos e interrogantes oncológicos, porque pueden presentarse meses o años después. Chung y colaboradores estimaron aproximadamente 1,1% anual para estas reacciones y 0,06% anual para posible hipersensibilidad retardada [13], mientras Seo y

colaboradores, en un metaanálisis de 242 estudios publicado en 2026, estimaron 0,0005 eventos por paciente-año, equivalente a 0,05% anual, con variación por tecnología de reticulación y una mediana de inicio de tres meses [14]. Esta diferencia evidencia que definiciones, denominadores y tecnologías condicionan la frecuencia observada.

La etiología de la inflamación tardía es multifactorial y comprende características del producto, degradación, impurezas, activación inmunitaria, infección, biofilm, técnica y factores del huésped [15-17]. Infección o vacunación por SARS-CoV-2 se han descrito como posibles desencadenantes en series y revisiones de casos, sin que estos reportes permitan estimar incidencia poblacional ni establecer relación con malignidad [18-20]. A su vez, las complicaciones vasculares por rellenos representan un problema distinto y potencialmente grave; revisiones recientes documentan pérdida visual asociada principalmente con inyección accidental intravascular y embolización retrógrada [21-23].

La cuestión carcinogénica exige separar evidencia clínica de plausibilidad biológica. En toxina botulínica no se ha demostrado una señal causal de cáncer y existen incluso investigaciones preclínicas sobre aplicaciones antitumorales que no pueden extrapolarse al uso estético [24]. En ácido hialurónico, el hialuronano endógeno participa en el microambiente tumoral mediante CD44 y otras vías relacionadas con inflamación, angiogénesis, plasticidad y resistencia terapéutica [25-31], pero estos procesos ocurren dentro de tejidos tumorales con metabolismo dinámico y no demuestran que un gel de ácido hialurónico reticulado implantado en tejido no neoplásico sea carcinogénico.

El vacío de conocimiento se concentra en el seguimiento oncológico prolongado y en la escasez de estudios con cáncer como desenlace primario, por lo que la ausencia de señales clínicas consistentes no equivale a riesgo cero. Conforme a PRISMA 2020 y PRISMA-S [32,33], el objetivo fue analizar sistemáticamente la seguridad oncológica

de la toxina botulínica tipo A y los rellenos de ácido hialurónico, sus respuestas inflamatorias y complicaciones, la distinción entre hialuronano tumoral y relleno reticulado, y los criterios de interpretación clínica en pacientes oncológicos.

Metodología

Se realizó una revisión sistemática documental de literatura científica, con síntesis cualitativa y actualización de la evidencia disponible hasta el 4 de septiembre de 2026. El diseño mantuvo el enfoque de la investigación base y se reportó conforme a PRISMA 2020, con atención adicional a los criterios de PRISMA-S para describir de manera transparente las fuentes de información y las combinaciones de términos utilizadas [32,33]. El protocolo no fue registrado previamente en PROSPERO, condición que se mantuvo explícita para evitar atribuir al estudio un registro prospectivo inexistente.

La pregunta se estructuró mediante PICO/PECO. La población estuvo constituida por adultos sometidos a procedimientos dermatológicos o estéticos con toxina botulínica tipo A o rellenos de ácido hialurónico, incluyendo personas con antecedentes de cáncer; la exposición correspondió a aplicación intradérmica, subdérmica o intramuscular según producto y técnica; la comparación comprendió placebo, ausencia de tratamiento, otros procedimientos o población no oncológica; los desenlaces incluyeron eventos adversos, inflamación, hipersensibilidad, granulomas, infección, complicaciones vasculares, seguridad en oncología, aparición de neoplasias, recurrencia tumoral y evidencia de carcinogénesis.

La búsqueda principal se orientó a PubMed/MEDLINE por su cobertura biomédica, complementada con rastreo de referencias de revisiones sistemáticas, acceso a artículos

indexados disponibles en sitios editoriales y consulta de documentos oficiales de la Food and Drug Administration y de la International Society of Aesthetic Plastic Surgery. La actualización externa se concentró en publicaciones entre 2021 y septiembre de 2026, aunque se conservaron investigaciones anteriores cuando aportaban datos fundacionales de seguridad, incidencia o biología tumoral que continuaban siendo relevantes para responder la pregunta.

Se utilizaron términos en inglés y sus equivalentes conceptuales en español vinculados con botulinum toxin, botulinum toxin A, BoNT-A, cancer, oncology, malignancy, carcinogenesis, hyaluronic acid, dermal filler, delayed inflammatory reaction, granuloma, hypersensitivity, tumor microenvironment, cancer survivor y aesthetic medicine. Las combinaciones principales fueron (botulinum toxin OR botulinum toxin A OR BoNT-A) AND (cancer OR oncology OR malignancy OR carcinogenesis), y (hyaluronic acid filler OR dermal filler OR hyaluronic acid) AND (inflammation OR delayed inflammatory reaction OR granuloma OR hypersensitivity), además de hyaluronic acid AND tumor microenvironment.

Se incluyeron ensayos clínicos, estudios observacionales, revisiones sistemáticas, metaanálisis, consensos clínicos y revisiones mecanísticas con relación directa con la seguridad de toxina botulínica tipo A, rellenos de ácido hialurónico, reacciones inflamatorias tardías, pacientes oncológicos o mecanismos del hialuronano en cáncer. También se incorporaron documentos regulatorios y estadísticas profesionales cuando aportaban contexto de utilización o advertencias de seguridad verificables. Se priorizaron publicaciones indexadas, con autoría, revista, año y DOI o PMID comprobables cuando estos identificadores estaban disponibles.

Se excluyeron documentos comerciales sin soporte científico, opiniones sin referencias verificables, publicaciones duplicadas, trabajos centrados en indicaciones no

dermatológicas sin información aplicable a seguridad, estudios en los que no era posible identificar el producto o la intervención y comunicaciones con información insuficiente para interpretar los resultados. Los estudios mecanísticos se utilizaron exclusivamente para explicar plausibilidad biológica y no se consideraron evidencia clínica de carcinogenicidad de los rellenos dérmicos.

La selección se realizó mediante valoración de pertinencia temática a partir de título y resumen, seguida de revisión del contenido disponible y extracción de variables relevantes. Debido a que el documento base no conservó un registro prospectivo completo del número de resultados de cada consulta, duplicados y motivos individualizados de exclusión, no se reconstruyó un diagrama PRISMA mediante cifras estimadas. Esta decisión mantuvo la prohibición metodológica de introducir números artificiales y priorizó la reproducibilidad de las estrategias descritas sobre una apariencia de precisión no respaldada por registros reales.

La extracción de datos contempló autor y año, diseño, número de estudios o participantes, producto evaluado, región anatómica, periodo de seguimiento cuando estaba disponible, tipo de evento adverso, estimaciones de frecuencia o efecto, características de inflamación tardía, complicaciones vasculares, resultados específicos de oncología y principales conclusiones. Para la literatura mecanística se registraron las funciones atribuidas al hialuronano en la matriz extracelular y el microambiente tumoral, diferenciando explícitamente hialuronano endógeno de ácido hialurónico reticulado implantado como relleno.

La evaluación de calidad se interpretó según el diseño de cada fuente y la jerarquía de evidencia. Se tomaron como marcos de referencia RoB 2 para ensayos aleatorizados, Newcastle-Ottawa Scale para estudios observacionales y AMSTAR 2 para revisiones sistemáticas, sin asignar puntuaciones retrospectivas inexistentes cuando las

publicaciones o el documento base no ofrecían información suficiente. Se otorgó mayor peso interpretativo a metaanálisis, revisiones sistemáticas de ensayos, estudios con denominadores explícitos y documentos oficiales, mientras los reportes de caso se utilizaron para caracterizar eventos raros y no para estimar causalidad.

No se efectuó un metaanálisis nuevo porque existió heterogeneidad sustancial en productos, formulaciones, regiones anatómicas, definiciones de evento adverso, duración del seguimiento y poblaciones. Las cifras cuantitativas presentadas corresponden a estimaciones publicadas por los estudios originales o a cálculos descriptivos directos de datos oficiales, sin combinar efectos de forma artificial. Cuando dos revisiones proporcionaron estimaciones diferentes para reacciones inflamatorias tardías, ambas se conservaron y se interpretaron en función de sus métodos, denominadores y periodos de observación.

Para los gráficos se utilizaron exclusivamente valores publicados y verificables. El primer gráfico comparó el volumen mundial de procedimientos con toxina botulínica y ácido hialurónico en 2020 y 2024 según ISAPS [1]; el segundo representó riesgos relativos de eventos adversos publicados por Zhang y colaboradores [8]; el tercero comparó las estimaciones anuales de reacciones inflamatorias tardías de Chung y Seo [13,14]; el cuarto describió la distribución temática del corpus final de 34 referencias, asignando cada fuente a un único dominio primario de contribución para evitar doble conteo.

La síntesis oncológica se realizó mediante un principio de congruencia causal. Una señal fue considerada clínicamente pertinente para malignidad solo si aportaba información sobre aparición de neoplasia, transformación maligna, recurrencia, progresión tumoral o un mecanismo directamente extrapolable al producto implantado. La presencia de inflamación, granuloma o participación del hialuronano en señalización

tumoral no se interpretó por sí sola como evidencia de carcinogénesis, dado que estas categorías representan fenómenos biológicos diferentes y requieren demostración clínica independiente.

Al tratarse de una revisión de información pública y publicada, sin intervención directa en seres humanos, reclutamiento, acceso a historias clínicas identificables ni procesamiento de muestras biológicas, no correspondió solicitar consentimiento informado ni aprobación de un comité de ética para la elaboración documental. Se mantuvieron criterios de integridad científica mediante verificación de autores, títulos, revistas, años, identificadores y cifras antes de incorporarlos, y se evitó completar campos bibliográficos no confirmados mediante inferencias.

La redacción final integró la investigación base con la actualización externa sin modificar el objeto de estudio. Las limitaciones metodológicas fueron tratadas dentro de la discusión, especialmente la ausencia de ensayos diseñados para evaluar cáncer como desenlace primario, la diversidad de formulaciones y técnicas, la escasez de seguimiento oncológico prolongado y la imposibilidad de establecer recomendaciones universales para todos los tumores, estadios y tratamientos antineoplásicos.

Resultados

La evidencia recuperada se organizó en cuatro dominios: seguridad general de toxina botulínica tipo A, seguridad de rellenos de ácido hialurónico, respuestas inflamatorias tardías y relación entre los productos, el cáncer y los pacientes oncológicos. La revisión mostró que los estudios específicamente diseñados para evaluar carcinogénesis posterior a procedimientos estéticos son escasos; en consecuencia, la interpretación oncológica depende de la ausencia de señales clínicas consistentes, de la evidencia indirecta y de la

plausibilidad biológica, sin convertir esta ausencia en una afirmación absoluta de riesgo cero.

La evidencia de mayor nivel para toxina botulínica se concentra en ensayos aleatorizados y metaanálisis de seguridad, mientras para ácido hialurónico coexisten ensayos de eficacia y seguridad, revisiones de complicaciones, series de eventos raros y consensos clínicos. En pacientes oncológicos, el volumen de información es considerablemente menor y se apoya en una revisión sistemática reciente que integra distintos procedimientos estéticos. Esta asimetría entre poblaciones obliga a separar la seguridad general demostrada en estética de la certeza específica disponible para cáncer activo o supervivencia oncológica.

La primera síntesis comparó las fuentes con mayor capacidad para caracterizar seguridad clínica y alcance de la evidencia, con énfasis en tamaño de los conjuntos analizados, tipo de procedimiento y naturaleza de los eventos adversos.

Tabla 1. Estudios de mayor nivel de evidencia sobre seguridad de BoNT-A y rellenos de ácido hialurónico

Fuente	Diseño / tamaño	Intervención o foco	Hallazgo principal de seguridad
Cavallini et al., 2014 [4]	Revisión sistemática; 35 estudios; 8.787 participantes	BoNT-A estética	Eventos principalmente locales y reversibles; blefaroptosis 2,5%, ptosis de ceja 3,1%, trastornos sensitivos oculares 3,0%.
Zargaran et al., 2022 [5]	Revisión y metaanálisis; 24 estudios; 4.268 sesiones BoNT-A y 1.234 placebo	BoNT-A glabela/frente	Tasa global de complicaciones 16%; predominio de cefalea, reacciones cutáneas y síntomas neuromusculares; mayoría leves y transitorios.
Gostimir et al., 2023 [6]	Metaanálisis; 32 ECA; 9.669 pacientes	BoNT-A vs placebo	RR 1,53 para cualquier evento relacionado con tratamiento; perfil global considerado aceptable.
Brin et al., 2024 [7]	Metaanálisis de 18 estudios; 5.298 participantes	OnabotulinumtoxinA en líneas faciales	42,1% presentó algún evento frente a 35,8% con placebo en población doble ciego; sin nuevas señales de seguridad.
Zhang et al., 2025 [8]	Metaanálisis; 20 ECA; 9.827 participantes	BoNT-A rejuvenecimiento facial	RR global de eventos adversos 1,22 frente a placebo; incremento relativo localizado, con baja incidencia de eventos graves.
Kyriazidis et al., 2024 [10]	Revisión sistemática; 48 ECA de alto nivel	Rellenos de AH	Predominio de reacciones transitorias del sitio de inyección; eventos graves raros.

Fuente	Diseño / tamaño	Intervención o foco	Hallazgo principal de seguridad
Wen et al., 2026 [12]	Revisión y metaanálisis; 16 ECA	AH en aumento labial	Eventos frecuentes de edema, firmeza, equimosis y sensibilidad; eventos graves infrecuentes.
Barone et al., 2026 [3]	Revisión sistemática; 42 estudios	Medicina estética en pacientes oncológicos	Uso posible en pacientes seleccionados; necesidad de considerar tratamiento antineoplásico, interacciones y cicatrización.

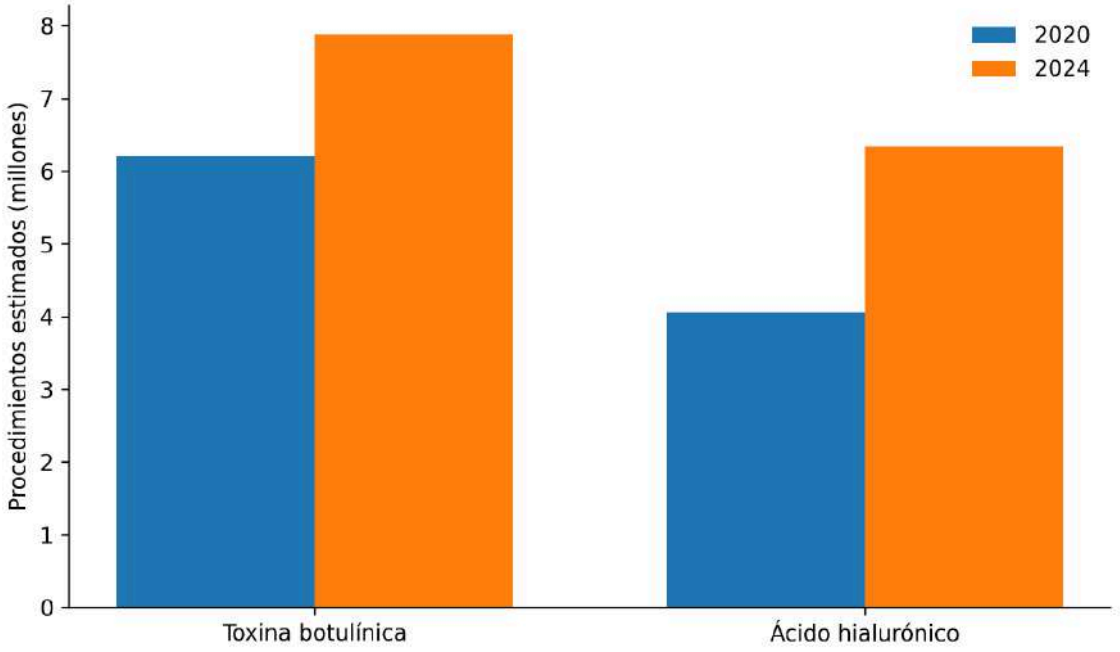
Fuente: elaboración a partir de las fuentes [3-12].

La Tabla 1 muestra una convergencia consistente: la toxina botulínica tipo A presenta una frecuencia medible de eventos adversos, pero estos se concentran en manifestaciones locales, neuromusculares y transitorias, mientras los rellenos de ácido hialurónico se asocian principalmente con reacciones del sitio de inyección y una proporción reducida de complicaciones graves. La revisión de pacientes con cáncer no identificó una señal que permita calificar estas intervenciones como carcinógenas; su principal mensaje fue la necesidad de selección clínica y evaluación del tratamiento antineoplásico [3-12].

La magnitud global de utilización ayuda a contextualizar por qué incluso eventos poco frecuentes adquieren relevancia sanitaria. La comparación temporal de ISAPS permite observar un crecimiento sustancial de ambas categorías entre 2020 y 2024, con una expansión particularmente marcada para ácido hialurónico. Este aumento no aporta información causal sobre cáncer, pero incrementa la exposición poblacional y, por tanto, la capacidad de los sistemas de farmacovigilancia y tecnovigilancia para detectar señales raras si estas existieran.

La evolución del volumen mundial de procedimientos se representó con datos oficiales de ISAPS, utilizando los años 2020 y 2024 para observar el cambio acumulado en la exposición global a las dos intervenciones de interés.

Gráfico 1. Volumen mundial estimado de procedimientos con toxina botulínica y ácido hialurónico, 2020 y 2024



Fuente: International Society of Aesthetic Plastic Surgery, Global Survey 2024 [1].

El Gráfico 1 evidencia que los procedimientos con toxina botulínica pasaron de aproximadamente 6,21 a 7,89 millones entre 2020 y 2024, mientras los procedimientos con ácido hialurónico aumentaron de 4,05 a 6,34 millones [1]. En términos relativos, el incremento fue de 26,9% para toxina botulínica y 56,4% para ácido hialurónico. La amplitud de la exposición mundial contrasta con la ausencia de una señal clínica reproducible de carcinogenicidad, aunque no sustituye el seguimiento específico de desenlaces oncológicos a largo plazo.

El análisis clínico de eventos adversos confirmó que ambas intervenciones tienen perfiles diferenciados. La toxina botulínica se relaciona con efectos derivados de la modulación neuromuscular y de la difusión local, mientras el ácido hialurónico añade fenómenos asociados con la implantación de material, respuesta tisular, persistencia, infección, características reológicas y riesgo vascular. Esta separación resulta esencial porque una reacción granulomatosa o inflamatoria de un relleno no puede interpretarse mediante el mismo modelo fisiopatológico que una ptosis palpebral secundaria a neuromodulación.

La siguiente comparación organizó los eventos por mecanismo y momento de aparición, con el propósito de diferenciar los efectos previsibles de la inyección de aquellos que requieren diagnóstico específico o intervención urgente.

Tabla 2. Perfil comparativo de eventos adversos y su significado clínico

Evento o dominio	Toxina botulínica tipo A	Rellenos de ácido hialurónico	Interpretación clínica
Reacciones locales inmediatas	Dolor, edema, equimosis, reacción en sitio de inyección [4-8]	Edema, eritema, dolor, equimosis, sensibilidad, firmeza [10-12]	Generalmente autolimitadas y relacionadas con inyección, técnica o farmacología.
Alteraciones neuromusculares	Ptosis, paresia facial, asimetría, cefalea [4-7]	No constituyen el patrón típico	Relacionadas con difusión local o localización anatómica, no con malignidad.
Inflamación tardía	Poco característica en uso estético habitual	DIR, edema, eritema, nódulos, induración, granulomas [13-17]	Requiere diferenciar inflamación, infección, hipersensibilidad y cuerpo extraño.
Infección / biofilm	No constituye el evento predominante	Descritos como posibles componentes de nódulos o reacciones tardías [15-17,34]	La sospecha infecciosa modifica el abordaje y no debe etiquetarse como hipersensibilidad.
Complicación vascular	Excepcional y no característica del mecanismo	Oclusión, necrosis, pérdida visual, accidente cerebrovascular en casos raros [2,21-23]	Evento tiempo-dependiente, potencialmente irreversible y no oncológico.
Carcinogenicidad clínica	No demostrada	No demostrada	Ausencia de señal clínica consistente; no equivale a demostración absoluta de riesgo cero.

Fuente: elaboración a partir de las fuentes [2,4-17,21-23,34].

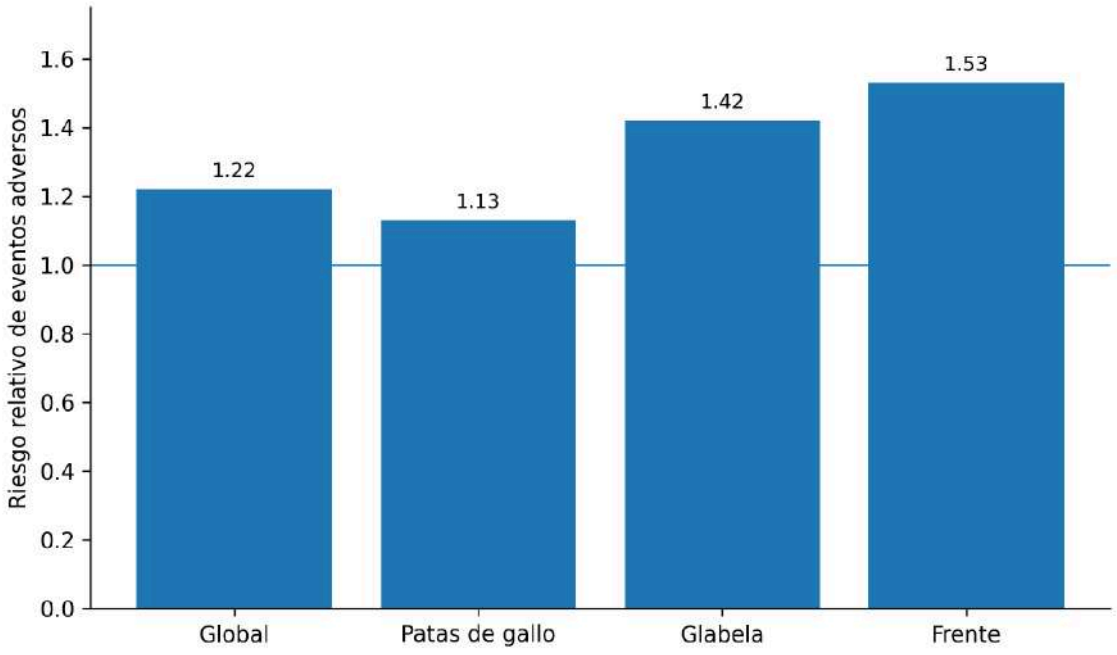
La Tabla 2 permite distinguir entre frecuencia, gravedad y significado oncológico. Los eventos inmediatos frecuentes suelen ser autolimitados; las alteraciones neuromusculares de BoNT-A son compatibles con su mecanismo farmacológico; las reacciones tardías del ácido hialurónico requieren una clasificación clínica más amplia; y las complicaciones vasculares, aunque raras, pueden ser graves y permanentes. Ninguno de estos grupos constituye por sí mismo una señal de carcinogénesis, por lo que la evaluación de malignidad exige desenlaces específicos y no una equivalencia entre inflamación y cáncer.

La cuantificación del riesgo relativo con toxina botulínica frente a placebo muestra un incremento modesto de eventos adversos en los ensayos de rejuvenecimiento facial. Para representar esta diferencia sin introducir cálculos nuevos se utilizaron los riesgos

relativos publicados en el metaanálisis de Zhang y colaboradores, correspondientes al desenlace global y a tres regiones faciales.

Los riesgos relativos publicados para rejuvenecimiento facial permitieron representar la magnitud de diferencia entre BoNT-A y placebo sin recalcular efectos ni combinar estudios fuera del metaanálisis original.

Gráfico 2. Riesgo relativo de eventos adversos con BoNT-A frente a placebo en rejuvenecimiento facial



Fuente: Zhang et al., 2025 [8].

El Gráfico 2 muestra riesgos relativos superiores a uno para el conjunto de eventos adversos y para las tres regiones evaluadas, con la mayor estimación en líneas de la frente y la menor en patas de gallo [8]. La lectura correcta es que la intervención aumenta la probabilidad de ciertos eventos respecto de placebo, no que estos eventos sean graves ni que exista un efecto carcinogénico. Los metaanálisis contemporáneos mantienen la conclusión de seguridad aceptable cuando la indicación, dosis, anatomía y técnica son apropiadas [6-9].

En ácido hialurónico, la mayor incertidumbre temporal se concentra en las reacciones inflamatorias tardías. La literatura utiliza términos como delayed inflammatory reaction,

late-onset reaction, delayed-onset nodule e hipersensibilidad retardada, pero no siempre aplica definiciones equivalentes. La revisión de la evidencia mostró que la inflamación tardía puede involucrar edema, eritema, induración, dolor, nódulos y granulomas, y que los desencadenantes propuestos incluyen activación inmune sistémica, infección, biofilm, degradación del producto y factores técnicos [13-20,34].

Las reacciones inflamatorias tardías se sintetizaron mediante estudios que aportaron incidencia, series clínicas, desencadenantes inmunológicos o modelos etiológicos, evitando equiparar porcentajes obtenidos con denominadores diferentes.

Tabla 3. Evidencia clínica sobre reacciones inflamatorias tardías asociadas con rellenos de ácido hialurónico

Fuente	Base de evidencia	Dato cuantitativo o patrón	Aporte para interpretación
Chung et al., 2020 [13]	Prospectivos, retrospectivos y casos	DIR: 1,1% por año; posible DTH: 0,06% por año; ~5% de DTH reportadas demostradas	Estableció una estimación temprana y diferenció DIR de verdadera hipersensibilidad.
Bachour et al., 2022 [18]	Revisión sistemática; 19 pacientes	3 reacciones tras infección y 16 tras vacunación SARS-CoV-2	Apoya la activación inmune sistémica como desencadenante en casos seleccionados.
Goodman et al., 2023 [17]	Consenso multidisciplinario	Consenso en 16 de 20 preguntas	Propone interacción entre relleno, patógenos e inflamación para nódulos tardíos.
Wu et al., 2024 [19]	Revisión sistemática; 26 estudios, 139 pacientes	DIR en 68 pacientes (48,92% de los casos reportados en esa revisión)	Describe la distribución entre casos seleccionados; no representa incidencia poblacional.
Lee et al., 2024 [15]	Revisión etiológica	Producto, huésped, infección/biofilm y técnica como mecanismos	Sustenta un modelo multifactorial y la importancia del tamaño del bolo y del estado inmune.
Bhatia et al., 2025 [20]	Revisión sistemática; 6 publicaciones, 25 mujeres	Inicio desde horas hasta semanas tras exposición viral	Confirma que el fenómeno post-viral es raro y basado principalmente en evidencia de casos.
Seo et al., 2026 [14]	Metaanálisis; 242 estudios + 71 reportes de casos	0,0005 eventos/paciente-año; mediana de inicio 3 meses	Actualiza la incidencia y muestra variación por tecnología de reticulación.

Fuente: elaboración a partir de las fuentes [13-20].

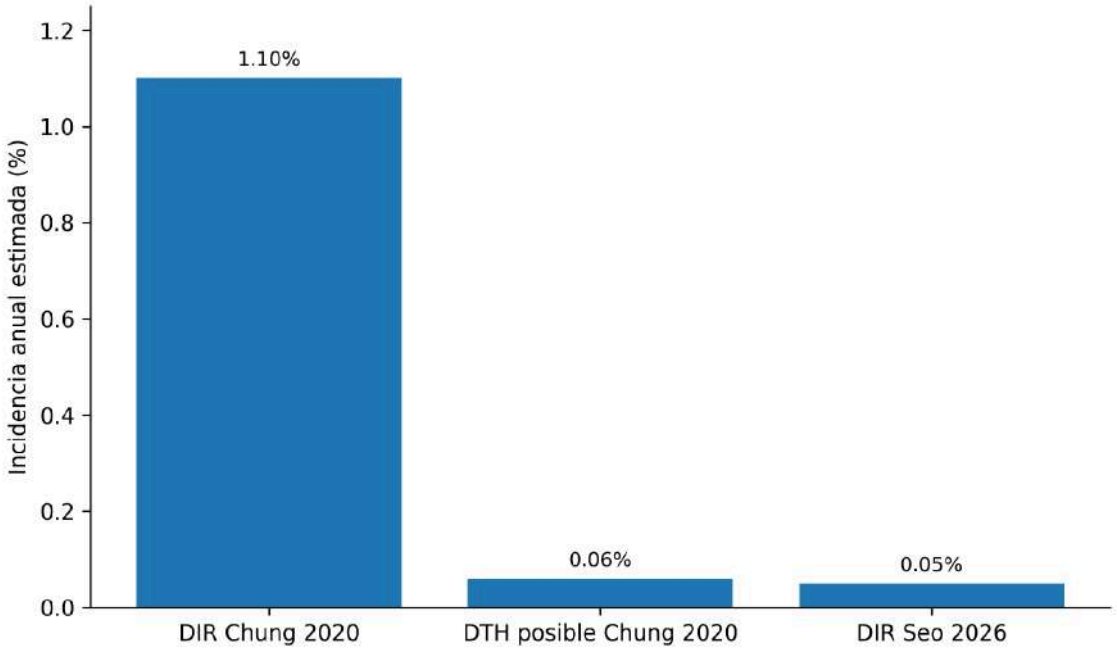
La Tabla 3 demuestra que la aparente variabilidad de frecuencia depende del tipo de evidencia. El 48,92% informado por Wu y colaboradores corresponde a la proporción de pacientes con DIR dentro de una revisión de casos de complicaciones relacionadas con SARS-CoV-2, por lo que no representa el riesgo entre todas las personas inyectadas [19]. En contraste, Chung y Seo utilizaron denominadores aptos para estimar incidencia

y obtuvieron valores anuales bajos, aunque diferentes por diseño, periodo y tecnologías incluidas [13,14].

Para evitar una comparación engañosa, las estimaciones anuales se representaron de forma descriptiva y no se combinaron en un único efecto. El objetivo fue mostrar la amplitud entre la estimación histórica de DIR, la posible hipersensibilidad retardada y el metaanálisis más reciente, manteniendo visible que la definición y el denominador no son idénticos.

La variabilidad de las estimaciones anuales se mostró de forma descriptiva para destacar que la evolución metodológica y las definiciones de caso modifican la frecuencia observada.

Gráfico 3. Estimaciones publicadas de incidencia anual de reacciones inflamatorias tardías por ácido hialurónico



Fuente: Chung et al., 2020 [13], y Seo et al., 2026 [14].

El Gráfico 3 evidencia una reducción notable entre la estimación de DIR de Chung de 1,1% anual y la incidencia agrupada de 0,05% por paciente-año publicada por Seo en 2026 [13,14]. La posible hipersensibilidad retardada de 0,06% anual se aproxima a la estimación contemporánea de DIR, pero representa un concepto clínico distinto. Esta

heterogeneidad respalda la necesidad de definiciones estandarizadas y seguimiento basado en paciente-año antes de comparar productos o establecer riesgos individuales.

Los estudios sobre eventos vasculares aportaron otra dimensión de seguridad del ácido hialurónico. La revisión de Doyon y colaboradores identificó 365 nuevos casos de pérdida visual publicados, con la nariz, la frente y la glabela como sitios de mayor riesgo y recuperación visual completa en una minoría [21]. Estas cifras provienen de casos publicados y no permiten estimar incidencia poblacional, pero confirman que la inyección intravascular accidental constituye una complicación de alta gravedad y exige entrenamiento anatómico, reconocimiento inmediato y protocolos de derivación [2,22,23].

La síntesis específicamente oncológica no identificó evidencia clínica consistente de incremento de incidencia de cáncer después de BoNT-A, aumento de recurrencia tumoral atribuido a BoNT-A, transformación maligna causada por rellenos de ácido hialurónico, incremento demostrado de cáncer cutáneo por el relleno o relación causal entre granulomas por ácido hialurónico y una neoplasia posterior. El hallazgo debe expresarse como ausencia de evidencia clínica causal disponible y no como demostración absoluta de ausencia de riesgo.

El componente mecanístico mostró que el hialuronano endógeno puede participar en procesos vinculados con progresión tumoral, señalización CD44, inflamación, angiogénesis e inmunosupresión [25-31]. Sin embargo, los estudios analizan metabolismo del hialuronano dentro de tejido tumoral, concentraciones locales, fragmentación, enzimas y receptores, condiciones que no son equivalentes a la administración subdérmica de un gel reticulado con propiedades fisicoquímicas específicas. La distinción entre ambos escenarios fue determinante para la interpretación final.

La síntesis oncológica final integró evidencia clínica, mecanística y criterios de práctica, separando los escenarios en los que existe información directa de aquellos sustentados principalmente por plausibilidad biológica.

Tabla 4. Interpretación oncológica y criterios clínicos de seguridad

Cuestión clínica	Estado de la evidencia	Implicación práctica	Principal limitación
BoNT-A y aparición de cáncer	No se identificó señal clínica causal en estudios de seguridad ni revisiones disponibles [3-9,24]	No justificar contraindicación oncológica absoluta por carcinogenicidad hipotética	Ensayos estéticos no diseñados para cáncer como desenlace primario.
AH reticulado y transformación maligna	No demostrada clínicamente [2,3,10-17]	La inflamación o granuloma persistente exige diagnóstico diferencial, no inferencia automática de cáncer	Seguimiento prolongado limitado y heterogeneidad de productos.
Hialuronano endógeno y microambiente tumoral	Participación demostrada en señalización, inflamación, angiogénesis e inmunidad [25-31]	No extrapolar mecanismos del estroma tumoral a un relleno dérmico reticulado	Diferencias de concentración, peso molecular, reticulación, compartimento y contexto biológico.
Antecedente remoto de cáncer / remisión	Evidencia clínica limitada pero compatible con uso seleccionado [3]	Valorar enfermedad, tratamiento concluido, piel y comorbilidades	Falta de guías específicas por tumor y estadio.
Cáncer activo o tratamiento sistémico	Riesgo condicionado por estado hematológico, inmune, infección y reparación [3]	Individualizar y coordinar con oncología cuando exista quimioterapia, inmunoterapia o tratamiento reciente	Escasez de estudios prospectivos específicos.
Radioterapia reciente o tejido irradiado	Posible alteración de vascularización, elasticidad y cicatrización [3]	Evitar decisiones automáticas; valorar zona, tiempo desde radioterapia y calidad tisular	Datos clínicos específicos insuficientes.
Lesión cutánea sospechosa	No debe atribuirse a relleno sin evaluación	Completar valoración dermatológica y biopsia cuando corresponda antes de inyectar	Riesgo de retraso diagnóstico por sesgo de atribución.

Fuente: elaboración a partir de las fuentes [2-3,10-17,24-31].

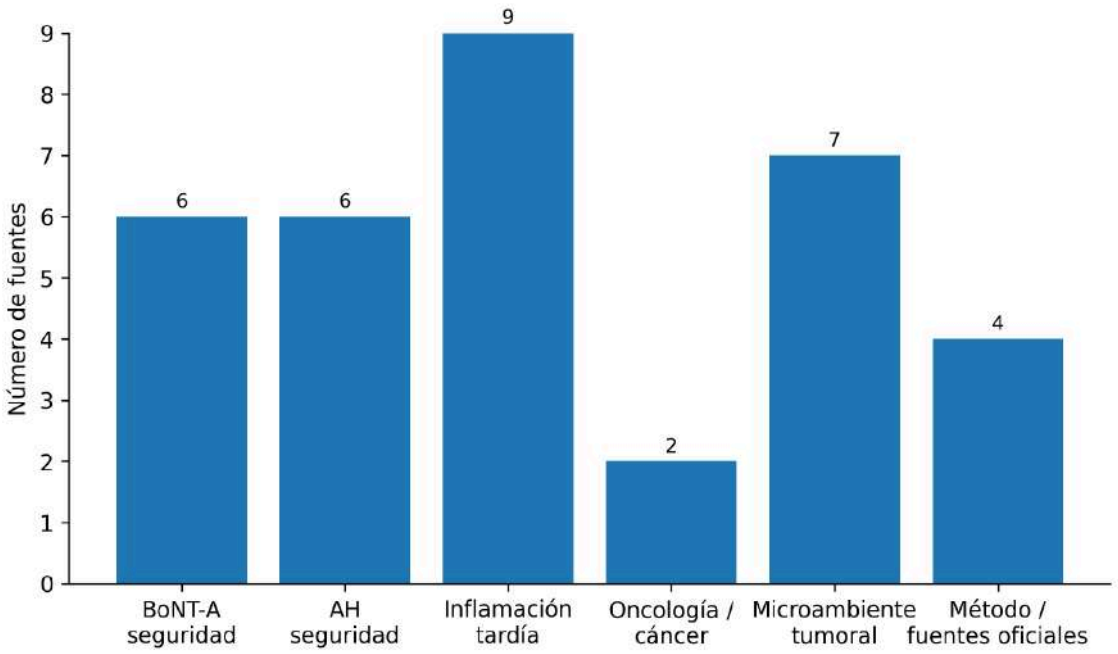
La Tabla 4 sintetiza que el principal determinante de decisión en oncología no es una carcinogenicidad demostrada, sino la situación clínica. En cáncer activo, quimioterapia, radioterapia reciente, inmunoterapia o inmunosupresión deben valorarse estado hematológico, susceptibilidad infecciosa, capacidad de cicatrización, integridad vascular y características del tejido [3]. En remisión o después de tratamiento concluido, la evidencia permite considerar procedimientos seleccionados cuando no existan contraindicaciones dermatológicas o sistémicas y se cuente con una valoración clínica adecuada.

La revisión también confirmó un principio de seguridad diagnóstica: una lesión cutánea persistente, progresiva, ulcerada, sangrante o indurada no debe atribuirse

automáticamente a un relleno previo. La presencia de material inyectable puede producir nódulos inflamatorios o cambios palpables, pero no debe retrasar dermatoscopia, imagen, biopsia o referencia especializada cuando la morfología resulte sospechosa. Este criterio reduce el riesgo de sesgo de atribución y protege la detección oportuna de una neoplasia independiente.

Como control de equilibrio de la síntesis se clasificó cada una de las 34 referencias según el dominio principal para el cual aportó evidencia, de modo que una misma fuente se contabilizó una sola vez.

Gráfico 4. Distribución temática de las fuentes utilizadas en la síntesis final



Fuente: elaboración propia a partir de las 34 referencias incluidas en el artículo.

El Gráfico 4 muestra la distribución temática del corpus final, con seis fuentes centradas principalmente en seguridad de BoNT-A, seis en seguridad general o vascular del ácido hialurónico, nueve en inflamación tardía, dos en atención estética u oncología, siete en biología del hialuronano y microambiente tumoral, y cuatro en metodología o fuentes oficiales. La distribución evita que la conclusión oncológica dependa exclusivamente de

estudios mecanísticos o de reportes de complicaciones raras y permite integrar niveles de evidencia complementarios.

En conjunto, los resultados sostienen un perfil de seguridad generalmente favorable para ambas intervenciones, una frecuencia baja pero real de inflamación tardía con ácido hialurónico, la existencia de complicaciones vasculares raras y potencialmente devastadoras, y una ausencia de evidencia clínica convincente de carcinogénesis causada por BoNT-A o rellenos de ácido hialurónico. La mayor incertidumbre se mantiene en seguimiento oncológico prolongado y en pacientes expuestos durante tratamientos antineoplásicos activos.

Discusión

La principal interpretación derivada de la evidencia es que la seguridad oncológica debe analizarse mediante desenlaces oncológicos y no mediante equivalencias conceptuales entre inflamación y cáncer. La inflamación es una respuesta biológica inespecífica que puede acompañar trauma, infección, material extraño, activación inmunológica o reparación tisular, mientras la carcinogénesis implica acumulación de alteraciones celulares y microambientales capaces de favorecer transformación y expansión clonal. En la literatura revisada no se identificó una secuencia clínica reproducible que conecte la exposición estética con aparición o recurrencia tumoral.

La toxina botulínica tipo A dispone de un volumen considerable de evidencia de seguridad estética. Los metaanálisis de Cavallini, Zargaran, Gostimir, Brin y Zhang muestran diferencias en formulaciones, regiones, dosis y definiciones, pero coinciden en un perfil dominado por efectos locales o neuromusculares y una baja proporción de eventos graves [4-8]. Esta consistencia entre estudios independientes disminuye la

plausibilidad de una toxicidad sistémica frecuente no reconocida, aunque los ensayos continúan siendo insuficientes para excluir eventos extremadamente raros o procesos con latencia de décadas.

El incremento relativo de eventos adversos frente a placebo no contradice la conclusión de seguridad favorable. Un riesgo relativo superior a uno indica una diferencia entre grupos, pero la relevancia depende del riesgo absoluto, el tipo de evento, su duración y reversibilidad. La mayoría de los eventos reportados después de BoNT-A corresponden a cefalea, ptosis, paresia localizada, asimetría o reacción en el sitio de inyección [4-8]. Estas manifestaciones son coherentes con el mecanismo farmacológico y no constituyen marcadores de transformación neoplásica.

La revisión de Grenda sobre el uso de toxina botulínica en cáncer añade una perspectiva mecanística útil porque describe investigaciones preclínicas y aplicaciones terapéuticas complementarias en las que se han explorado efectos sobre perfusión, analgesia, proliferación o apoptosis [24]. Esta literatura no permite recomendar BoNT-A como tratamiento antineoplásico fuera de indicaciones investigadas, pero muestra que la interacción entre toxina botulínica y biología tumoral no se ha orientado hacia una señal consistente de promoción de cáncer. La prudencia exige diferenciar ausencia de evidencia carcinogénica de evidencia de efecto antitumoral clínico.

En los rellenos de ácido hialurónico, la discusión es más compleja porque existe persistencia temporal de material y una interfaz entre gel, tejido e inmunidad. Las revisiones de alto nivel muestran que la mayoría de los efectos adversos inmediatos son previsibles y transitorios [10-12], mientras la literatura de reacciones tardías demuestra que el producto puede permanecer como sustrato de respuestas inmunológicas o inflamatorias mucho después del procedimiento [13-17]. Esta persistencia explica la

necesidad de vigilancia, pero no establece por sí misma un mecanismo de transformación maligna.

La diferencia entre las estimaciones de Chung y Seo constituye uno de los hallazgos metodológicamente más importantes. La estimación de 1,1% anual derivada de estudios prospectivos en 2020 fue durante años una referencia frecuente [13], mientras el metaanálisis de 2026, con 242 estudios, estimó 0,05% por paciente-año [14]. Las cifras no deben enfrentarse como si midieran exactamente el mismo universo; cambian la definición operativa, las tecnologías disponibles, la forma de acumular tiempo de exposición y la composición de los estudios incluidos.

El metaanálisis de Seo también mostró variación de incidencia por tecnología de reticulación, con estimaciones por paciente-año superiores para SHAPE y Vycross que para NASHA y HICE [14]. Este resultado respalda la idea de que el ácido hialurónico no constituye una exposición uniforme y que las propiedades del producto influyen en comportamiento biológico, degradación y respuesta tisular. Por tanto, las futuras investigaciones oncológicas deberán registrar marca, concentración, agente de reticulación, reología, volumen y localización, en lugar de agrupar todos los rellenos bajo una categoría única.

Los modelos etiológicos propuestos por Lee, Barańska-Rybak y Goodman coinciden en una interacción multifactorial que incorpora producto, huésped, técnica, microorganismos e inmunidad [15-17]. La hipótesis de biofilm no excluye otros mecanismos, y la presencia de un nódulo puede representar infección, inflamación estéril, reacción de cuerpo extraño, hipersensibilidad u otra patología. Esta amplitud diagnóstica resulta especialmente relevante en pacientes con antecedente oncológico, donde atribuir cualquier lesión a una recurrencia o, en sentido contrario, atribuirla al relleno sin biopsia puede conducir a errores clínicos.

Las observaciones posteriores a SARS-CoV-2 reforzaron la plausibilidad de que una activación sistémica pueda desencadenar inflamación alrededor de un relleno previamente tolerado [18-20]. Sin embargo, la mayor parte de esta evidencia procede de casos y series seleccionadas, con fuerte posibilidad de sesgo de publicación. La proporción de DIR de 48,92% en la revisión de Wu refleja la distribución entre pacientes que ya presentaron complicaciones y no debe comunicarse como una incidencia de 48,92% entre personas tratadas [19]. Esta distinción es esencial para no sobredimensionar el riesgo.

El comportamiento clínico de las reacciones post-virales también cuestiona la equivalencia con malignidad. Los síntomas descritos suelen ser edema, eritema, angioedema, induración o nódulos que aparecen horas, días o semanas después de un estímulo inmunológico y que pueden responder a observación, corticosteroides, hialuronidasa o tratamiento dirigido a infección según el caso [18-20]. La temporalidad, reversibilidad y asociación con activación inmune ofrecen un patrón más compatible con inflamación que con una transformación neoplásica inducida.

Las complicaciones vasculares representan el extremo de gravedad para los rellenos, pero su mecanismo es mecánico y embólico. La revisión de Doyon identificó 365 nuevos casos de pérdida visual y mostró que la recuperación completa fue infrecuente [21], mientras Botha y Xiao enfatizaron la necesidad de reconocimiento temprano y manejo especializado [22,23]. La existencia de estos eventos demuestra que una conclusión de seguridad general no significa ausencia de riesgos graves, y que la valoración oncológica debe coexistir con los principios básicos de seguridad anatómica y técnica.

En materia de hialuronano y cáncer, la evidencia molecular es sólida para afirmar que el metabolismo de esta molécula participa en el microambiente tumoral. Cirillo describió

la función dual del eje hialuronano/CD44 [25], Donelan destacó la relación entre metabolismo desregulado, inflamación e inmunosupresión [26], y revisiones de Rosales y Gagneja mostraron efectos dependientes de estructura, tamaño y contexto [27,28]. Estos trabajos explican por qué surge la preocupación teórica, pero también por qué la inferencia desde biología tumoral hacia relleno dérmico requiere cautela.

El hialuronano tumoral es sintetizado, degradado y reorganizado de forma dinámica por células malignas y estromales, mientras el relleno estético está químicamente reticulado para modificar su degradación y comportamiento reológico. Los fragmentos de bajo peso molecular pueden tener propiedades proinflamatorias, pero la cantidad, distribución, persistencia y señalización resultan dependientes del microambiente [25-31]. La similitud nominal de la molécula no permite asumir identidad funcional entre un componente de matriz extracelular tumoral y un gel médico implantado en tejido no neoplásico.

Los estudios mecanísticos clásicos sobre células madre tumorales, receptores y resistencia terapéutica mantienen valor explicativo [29-31], aunque deben ubicarse en un nivel de evidencia diferente de los estudios clínicos. Una revisión de seguridad oncológica no puede utilizar mecanismos celulares como sustituto de incidencia de cáncer en humanos. De igual forma, la ausencia de señal en ensayos estéticos de meses de duración no puede sustituir un seguimiento específico de años. La conclusión científicamente proporcionada surge precisamente de reconocer estas dos limitaciones simultáneamente.

La evidencia en pacientes oncológicos ofrece un mensaje práctico más inmediato. Barone y colaboradores encontraron que diversos procedimientos estéticos pueden utilizarse en pacientes seleccionados y reportaron beneficios en corrección de secuelas y calidad de vida, pero también señalaron contraindicaciones relativas derivadas de

tratamientos sistémicos y reparación comprometida [3]. Esto desplaza la pregunta clínica desde "¿el producto causa cáncer?" hacia "¿el estado actual del paciente permite un procedimiento electivo con un riesgo aceptable?".

En un antecedente remoto de cáncer con remisión estable, sin inmunosupresión, alteración hematológica, infección activa ni tratamiento reciente que comprometa cicatrización, la literatura no aporta una razón oncológica absoluta para prohibir BoNT-A o ácido hialurónico [3]. La decisión continúa dependiendo de la indicación estética, la anatomía, el producto y el consentimiento informado. La historia oncológica debe registrarse porque modifica el contexto de vigilancia y porque una lesión nueva puede requerir un umbral diagnóstico más bajo.

En cáncer activo, la situación es diferente. La quimioterapia puede asociarse con neutropenia, trombocitopenia y alteración reparativa; la radioterapia puede producir cambios vasculares, fibrosis y fragilidad del tejido; la inmunoterapia puede modificar respuestas inflamatorias; y tratamientos dirigidos pueden tener perfiles específicos de cicatrización o infección [3]. La literatura disponible no permite establecer intervalos universales aplicables a todos los agentes, por lo que la coordinación interdisciplinaria resulta más defendible que una regla temporal rígida sin respaldo.

La localización del procedimiento también adquiere importancia. La aplicación sobre una lesión cutánea de naturaleza incierta puede alterar temporalmente la apariencia, generar inflamación y retrasar la interpretación de cambios posteriores. Por ello, la presencia de una lesión persistente, pigmentada de forma atípica, ulcerada, sangrante, indurada o progresiva debe motivar evaluación diagnóstica antes del procedimiento. Un relleno previo no excluye neoplasia y una neoplasia independiente no debe atribuirse al relleno sin evaluación histológica cuando esté indicada.

La discusión de seguridad debe incorporar exposición repetida. Los datos de ISAPS demuestran millones de procedimientos anuales y crecimiento sostenido [1], mientras la FDA reconoce que la seguridad de algunos rellenos utilizados repetidamente durante periodos prolongados no ha sido evaluada en estudios clínicos controlados [2]. La repetición puede modificar volumen acumulado, persistencia, inflamación y complejidad anatómica. La investigación futura necesita cohortes longitudinales capaces de reconstruir dosis acumulada, productos sucesivos, intervalos y eventos clínicos tardíos.

La farmacovigilancia y la tecnovigilancia ofrecen oportunidades para detectar señales, pero tienen limitaciones por subregistro, ausencia de denominadores y atribución incierta. Los metaanálisis de ensayos controlados proporcionan denominadores más sólidos para eventos frecuentes, mientras los sistemas de reportes y revisiones de casos son más sensibles a eventos raros. La triangulación de estas fuentes es preferible a depender de un solo diseño, especialmente cuando el desenlace de interés, como cáncer, tiene latencia prolongada y múltiples factores de confusión.

La heterogeneidad metodológica constituye una limitación central. En BoNT-A existen varias formulaciones, unidades no siempre intercambiables y regiones faciales diferentes; en rellenos de ácido hialurónico varían reticulación, concentración, elasticidad, cohesividad, profundidad y volumen. Además, las definiciones de reacción inflamatoria tardía o nódulo no son uniformes [10,13-17]. Esta diversidad impidió producir una medida combinada válida de seguridad oncológica y justifica la elección de síntesis cualitativa con presentación de estimaciones publicadas.

Otra limitación es la escasez de estudios que incorporen cáncer como desenlace primario. Los ensayos estéticos están diseñados para evaluar eficacia, satisfacción y eventos adversos durante semanas o meses, mientras una evaluación de carcinogénesis

requeriría muestras amplias, seguimiento multianual, información sobre exposición acumulada y ajuste por edad, tabaquismo, radiación, genética y otros determinantes de cáncer. Por este motivo, la ausencia de casos en ensayos cortos no puede interpretarse como una prueba definitiva de ausencia de riesgo a largo plazo.

La evidencia específica en supervivientes y pacientes con cáncer activo también es limitada y heterogénea. La revisión de Barone constituye un avance por reunir 42 estudios [3], pero agrupa procedimientos y escenarios distintos, lo que dificulta formular reglas por tipo tumoral, estadio o fármaco antineoplásico. Se requieren registros multicéntricos que documenten diagnóstico oncológico, estado de enfermedad, tratamiento, intervalos, producto estético, técnica, complicaciones y seguimiento de nuevas neoplasias o recurrencias.

La fortaleza de la presente síntesis radica en mantener una separación explícita entre seguridad estética, inflamación tardía, eventos vasculares y carcinogenicidad, además de actualizar la evidencia hasta septiembre de 2026. La incorporación del metaanálisis de Seo, publicado días antes del cierre de la búsqueda, modifica la estimación contemporánea de DIR y demuestra la importancia de actualizar un campo de rápida evolución [14]. También se integraron datos oficiales de utilización global y advertencias regulatorias para contextualizar la magnitud de exposición [1,2].

Otra fortaleza consiste en no generar cifras PRISMA ni efectos combinados que no pudieran reconstruirse con datos reales. La transparencia metodológica puede parecer menos visual que un diagrama completo, pero evita introducir precisión falsa. La extensión PRISMA-S subraya la relevancia de reportar estrategias de búsqueda reproducibles [33], y esta revisión conserva las combinaciones principales, las fuentes consultadas y la fecha de actualización, mientras declara la ausencia de registro prospectivo y de un conteo completo de duplicados del proceso inicial.

La aplicabilidad clínica se concentra en la selección del paciente y la capacidad de responder a complicaciones. Para BoNT-A, la anatomía, dosis y localización reducen ptosis, asimetría y otros efectos previsibles; para ácido hialurónico, la elección del producto, técnica aséptica, plano, volumen y conocimiento vascular son determinantes [2,10,15-17]. En pacientes oncológicos, estas medidas deben complementarse con evaluación hematológica, inmunológica, terapéutica y tisular, además de comunicación con oncología cuando exista incertidumbre significativa.

El consentimiento informado debería comunicar el riesgo con proporcionalidad. No resulta correcto afirmar que el ácido hialurónico "produce cáncer" a partir de estudios de microambiente tumoral, ni asegurar que existe un riesgo absolutamente nulo porque los ensayos estéticos no detecten carcinogénesis. La formulación respaldada por la evidencia es que no se ha demostrado una asociación causal clínica entre BoNT-A o rellenos de ácido hialurónico y cáncer, mientras persisten limitaciones de seguimiento específico a largo plazo.

Las reacciones inflamatorias tardías merecen seguimiento separado de la vigilancia oncológica. Una reacción que aparece meses después puede requerir evaluación de infección, antecedentes odontológicos, enfermedad viral reciente, vacunación, condición autoinmune, tipo de producto y técnica [15-20]. La ecografía de partes blandas, estudios microbiológicos, marcadores inflamatorios o biopsia pueden ser útiles en escenarios seleccionados, tal como proponen guías para nódulos tardíos [34], evitando tratamientos empíricos que oculten el diagnóstico.

La novedad científica de la síntesis reside en integrar la seguridad oncológica con evidencia de 2026 sobre oncología estética y sobre incidencia de DIR, sin confundir mecanismos de hialuronano tumoral con comportamiento de rellenos. Esta integración permite formular una conclusión más precisa que la dicotomía "seguro versus

peligroso": el riesgo carcinogénico no está demostrado, las complicaciones inflamatorias y vasculares sí están demostradas, y la vulnerabilidad clínica del paciente oncológico depende en gran medida de su enfermedad y tratamiento.

Las líneas de investigación prioritarias incluyen cohortes prospectivas con seguimiento superior a cinco años, registros internacionales de pacientes con antecedentes de cáncer sometidos a procedimientos estéticos, análisis de recurrencia y nuevas neoplasias, caracterización del producto y de la exposición acumulada, estudio de biomarcadores inmunológicos y evaluación de interacciones con inmunoterapia o radioterapia. La posibilidad de vincular registros de procedimientos con registros poblacionales de cáncer permitiría estimar riesgos con denominadores adecuados sin depender exclusivamente de reportes espontáneos.

También se requiere estandarizar la nomenclatura de DIR, DTH, nódulo tardío, granuloma y biofilm. La comparabilidad de incidencias depende de definiciones clínicas, confirmación diagnóstica y tiempo mínimo desde la inyección. La diferencia entre 1,1% y 0,05% anual observada en revisiones separadas [13,14] ilustra cómo el avance metodológico puede transformar la percepción del riesgo. Una taxonomía uniforme facilitaría comparaciones por tecnología de reticulación y permitiría distinguir reacciones inmunológicas reales de infecciones o fenómenos de cuerpo extraño.

Finalmente, la seguridad oncológica debe permanecer como un componente de una evaluación integral y no como el único eje de decisión. El procedimiento puede ser razonable en una persona con antecedente oncológico estable y, al mismo tiempo, ser inapropiado en otra con neutropenia, radiodermitis activa, lesión sospechosa o tratamiento que comprometa la reparación.

Conclusiones

La evidencia clínica sistematizada indica que la toxina botulínica tipo A presenta un perfil de seguridad favorable en dermatología estética, con eventos adversos predominantemente locales, transitorios y coherentes con su mecanismo neuromuscular. Los metaanálisis muestran un incremento relativo de determinados eventos frente a placebo, pero no identifican una señal clínica consistente de carcinogénesis, aumento de incidencia de cáncer o recurrencia tumoral atribuible al uso dermatológico habitual.

Los rellenos dérmicos de ácido hialurónico también muestran un perfil generalmente favorable, aunque incorporan riesgos propios de un material implantado, entre ellos edema, eritema, dolor, nódulos, infección, granulomas, reacciones inflamatorias tardías y complicaciones vasculares raras. La inflamación tardía es un fenómeno real y documentado, con estimaciones anuales bajas y variables según definición, diseño y tecnología del producto, por lo que no equivale por sí misma a hipersensibilidad ni a transformación maligna.

La relación entre hialuronano y cáncer requiere interpretación contextual. El hialuronano endógeno participa en señalización, migración, angiogénesis e inmunomodulación del microambiente tumoral, pero estos mecanismos no demuestran que un relleno dérmico de ácido hialurónico reticulado inicie o acelere una neoplasia. Tampoco se identificó evidencia clínica convincente de transformación maligna causada por rellenos, incremento demostrado de cáncer cutáneo ni relación causal entre granulomas por relleno y malignidad posterior, aunque las limitaciones de seguimiento impiden formular una garantía de riesgo cero.

El antecedente de cáncer no constituye por sí solo una contraindicación absoluta. La decisión debe considerar situación actual de la enfermedad, tratamientos activos o

concluidos, parámetros hematológicos, inmunosupresión, riesgo infeccioso, cicatrización, radioterapia, medicamentos concomitantes y localización del procedimiento; en cáncer activo, quimioterapia, inmunoterapia o tejido recientemente irradiado, la valoración individual y la coordinación interdisciplinaria adquieren mayor relevancia.

La práctica segura exige documentar antecedentes oncológicos, tratamientos, características del producto, volumen y localización, además de investigar antes del procedimiento cualquier lesión persistente, progresiva, ulcerada, sangrante o indurada. El aporte principal consiste en separar seguridad clínica, inflamación o complicaciones vasculares y biología tumoral del hialuronano, evitando inferencias causales que excedan la evidencia disponible.

Las futuras investigaciones deben priorizar cohortes multicéntricas y registros con seguimiento superior a cinco años, exposición repetida, caracterización fisicoquímica de rellenos, biomarcadores inmunológicos, interacción con radioterapia e inmunoterapia, recurrencia tumoral y aparición de nuevas neoplasias. Esta vigilancia permitirá estimaciones de riesgo más precisas y fortalecerá la toma de decisiones basada en evidencia en pacientes oncológicos.

Referencias Bibliográficas

1. International Society of Aesthetic Plastic Surgery. ISAPS International Survey on Aesthetic/Cosmetic Procedures Performed in 2024 [Internet]. Mount Royal: ISAPS; 2025 [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.isaps.org/media/30xldsyf/isaps-global-survey-2024.pdf

2. U.S. Food and Drug Administration. Dermal Fillers (Soft Tissue Fillers) [Internet]. Silver Spring: FDA; 2024 [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.fda.gov/medical-devices/aesthetic-cosmetic-devices/dermal-fillers-soft-tissue-fillers

3. Barone M, Brunetti B, D'Emilio R, Caputo MG, Tenna S, Persichetti P. Aesthetic medicine in oncology: a systematic review of botulinum toxin, dermal fillers, chemical peels, and laser therapies in cancer patient. Aesthetic Plast Surg. 2026;50(5):1953-1959. doi:10.1007/s00266-025-05312-x.

4. Cavallini M, Cirillo P, Fundarò SP, Quartucci S, Sciuto C, Sito G, et al. Safety of botulinum toxin A in aesthetic treatments: a systematic review of clinical studies. Dermatol Surg. 2014;40(5):525-536. doi:10.1111/dsu.12463.

5. Zargaran D, Zoller F, Zargaran A, Rahman E, Woollard A, Weyrich T, et al. Complications of cosmetic botulinum toxin A injections to the upper face: a systematic review and meta-analysis. Aesthet Surg J. 2022;42(5):NP327-NP336. doi:10.1093/asj/sjac036.

6. Gostimir M, Liou V, Yoon MK. Safety of botulinum toxin A injections for facial rejuvenation: a meta-analysis of 9,669 patients. Ophthalmic Plast Reconstr Surg. 2023;39(1):13-25. doi:10.1097/IOP.0000000000002169.

7. Brin MF, De Boulle K, Liew S, Carruthers A, Carruthers J, Rivkin A, et al. Safety and tolerability of onabotulinumtoxinA in the treatment of upper facial lines from global registration studies in 5298 participants: a meta-analysis. JAAD Int. 2024;14:4-18. doi:10.1016/j.jdin.2023.07.021.

8. Zhang W, Wen Y, Zhong Y, Chen Q. Meta-analysis of adverse reactions of botulinum toxin A in facial rejuvenation treatment. Aesthetic Plast Surg. 2025;49(9):2305-2314. doi:10.1007/s00266-024-04539-4.

9. Safia A, Abd Elhadi U, Merchavy S, Batheesh R, Bathish N. Cosmetic botulinum toxin A injections to the upper face: a systematic review and meta-analysis of clinical studies. J Cosmet Dermatol. 2026;25(1):e70655. doi:10.1111/jocd.70655.

10. Kyriazidis I, Spyropoulou GA, Zambacos G, Tagka A, Rakhorst HA, Gasteratos K, et al. Adverse events associated with hyaluronic acid filler injection for non-surgical facial aesthetics: a systematic review of high level of evidence studies. Aesthetic Plast Surg. 2024;48(4):719-741. doi:10.1007/s00266-023-03465-1.

11. Colon J, Mirkin S, Hardigan P, Elias MJ, Jacobs RJ. Adverse events reported from hyaluronic acid dermal filler injections to the facial region: a systematic review and meta-analysis. Cureus. 2023;15(4):e38286. doi:10.7759/cureus.38286.

12. Wen YE, Perez Rivera LR, Wyatt HP, Lee WY, Oh C, Boyd CJ, et al. Efficacy and safety of hyaluronic acid lip fillers: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Aesthet Surg J. 2026;46(5):NP24-NP32. doi:10.1093/asj/sjaf224.

13. Chung KL, Convery C, Ejikeme I, Ghanem AM. A systematic review of the literature of delayed inflammatory reactions after hyaluronic acid filler injection to estimate the incidence of delayed type hypersensitivity reaction. Aesthet Surg J. 2020;40(5):NP286-NP300. doi:10.1093/asj/sjz222.

14. Seo J, Kadouch J, Pavicic T, Corduff N, Li Q, Trindade de Almeida A, et al. Incidence and characteristics of delayed inflammatory reactions secondary to hyaluronic acid filler injections: a systematic review with meta-analysis. Aesthet Surg J Open Forum. 2026:ojag165. doi:10.1093/asjof/ojag165.

15. Lee W, Shah-Desai S, Rho NK, Cho J. Etiology of delayed inflammatory reaction induced by hyaluronic acid filler. Arch Plast Surg. 2024;51(1):20-26. doi:10.1055/a-2184-6554.

16. Baranska-Rybak W, Lajo-Plaza JV, Walker L, Alizadeh N. Late-onset reactions after hyaluronic acid dermal fillers: a consensus recommendation on etiology, prevention and management. Dermatol Ther (Heidelb). 2024;14(7):1767-1785. doi:10.1007/s13555-024-01202-3.

17. Goodman GJ, McDonald CB, Lim A, Porter CE, Deva AK, Magnusson M, et al. Making sense of late tissue nodules associated with hyaluronic acid injections. Aesthet Surg J. 2023;43(6):NP438-NP448. doi:10.1093/asj/sjad028.

18. Bachour Y, Bekkenk MW, Rustemeyer T, Kadouch JA. Late inflammatory reactions in patients with soft tissue fillers after SARS-CoV-2 infection and vaccination: a systematic review of the literature. J Cosmet Dermatol. 2022;21(4):1361-1368. doi:10.1111/jocd.14840.

19. Wu Q, Zhang P, Zhou G, Fu Q, Bai R, Ding H, et al. Impact of SARS-CoV-2 vaccination or infection on the safety and efficacy of aesthetic injections: a systematic review. Aesthetic Plast Surg. 2024;48(12):2343-2352. doi:10.1007/s00266-023-03769-2.

20. Bhatia L, Al Rekabi S, Janovskienė A, Stonkutė I, Razukevičius D, Stučinskaitė-Maračinskienė J. Systematic review of post-viral delayed inflammation associated with hyaluronic acid dermal fillers. Medicina (Kaunas). 2025;61(10):1764. doi:10.3390/medicina61101764.

21. Doyon VC, Liu C, Fitzgerald R, Humphrey S, Jones D, Carruthers JDA, et al. Update on blindness from filler: review of prognostic factors, management

approaches, and a century of published cases. Aesthet Surg J. 2024;44(10):1091-1104. doi:10.1093/asj/sjae091.

22. Botha VE, Insull EA. Causes and management of sight threatening complications of dermal filler injections: a review. Clin Exp Ophthalmol. 2024;52(3):365-373. doi:10.1111/ceo.14362.

23. Xiao H, Kou W, Yang Y, Dai E, Zhang X, Wen Y, et al. Administration method and potential efficacy of hyaluronidase for hyaluronic acid filler-related vision loss: a systematic review. Aesthetic Plast Surg. 2024;48(4):709-718. doi:10.1007/s00266-022-03215-9.

24. Grenda T, Grenda A, Krawczyk P, Kwiatek K. Botulinum toxin in cancer therapy-current perspectives and limitations. Appl Microbiol Biotechnol. 2022;106(2):485-495. doi:10.1007/s00253-021-11741-w.

25. Cirillo N. The hyaluronan/CD44 axis: a double-edged sword in cancer. Int J Mol Sci. 2023;24(21):15812. doi:10.3390/ijms242115812.

26. Donelan W, Dominguez-Gutierrez PR, Kusmartsev S. Deregulated hyaluronan metabolism in the tumor microenvironment drives cancer inflammation and tumor-associated immune suppression. Front Immunol. 2022;13:971278. doi:10.3389/fimmu.2022.971278.

27. Rosales P, Vitale D, Icardi A, Sevic I, Alaniz L. Role of hyaluronic acid and its chemical derivatives in immunity during homeostasis, cancer and tissue regeneration. Semin Immunopathol. 2024;46(5):15. doi:10.1007/s00281-024-01024-7.

28. Gagneja S, Capalash N, Sharma P. Hyaluronic acid as a tumor progression agent and a potential chemotherapeutic biomolecule against cancer: a review on its dual

role. Int J Biol Macromol. 2024;275(Pt 2):133744. doi:10.1016/j.ijbiomac.2024.133744.

29. Spinelli FM, Vitale DL, Sevic I, Alaniz L. Hyaluronan in the tumor microenvironment. In: Hyaluronan in Cancer Biology. Cham: Springer; 2020. doi:10.1007/978-3-030-40146-7_3.

30. Chanmee T, Ontong P, Konno K, Itano N. Tumor-associated hyaluronan: regulation of cancer stemness, tumorigenicity, and therapeutic resistance. Cancer Sci. 2016;107(5):590-596.

31. Misra S, Heldin P, Hascall VC, Karamanos NK, Skandalis SS, Markwald RR, et al. Hyaluronan-CD44 interactions as potential targets for cancer therapy. FEBS J. 2011;278(9):1429-1443.

32. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ. 2021;372:n71. doi:10.1136/bmj.n71.

33. Rethlefsen ML, Kirtley S, Waffenschmidt S, Ayala AP, Moher D, Page MJ, et al. PRISMA-S: an extension to the PRISMA statement for reporting literature searches in systematic reviews. Syst Rev. 2021;10(1):39. doi:10.1186/s13643-020-01542-z.

34. Convery C, Davies E, Murray G, Walker L. Delayed-onset nodules (DONs) and considering their treatment following use of hyaluronic acid fillers. J Clin Aesthet Dermatol. 2021;14(7):E59-E67.

Tecnoestrés laboral y agotamiento emocional en la era de la inteligencia artificial, nuevos desafíos para la seguridad y salud en el trabajo.

Workplace technostress and emotional exhaustion in the age of artificial intelligence: new challenges for occupational safety and health.

Tecnoestresse e exaustão emocional no trabalho na era da inteligência artificial: novos desafios para a segurança e saúde ocupacional.

Katuska María Vallejo Flores
Universidad de Guayaquil
Ecuador
katuska.vallejof@ug.edu.ec
https://orcid.org/0000-0003-0997-375X

Iván Heleodoro Orozco Paredes
IOP Consultoría Gestión y prevención de riesgos
Ecuador
ivan.orozco.paredes@iop-ec.com
https://orcid.org/0009-0009-0370-8120

Steveen Eduardo Carpio Candelario
Universidad Casa Grande
Ecuador
steveen.carpio@casagrande.edu.ec
https://orcid.org/0009-0007-4036-3331

Forma de citación en APA, séptima edición.

Vallejo, K; Orozco, I; Carpio, S. (2026). *Tecnoestrés laboral y agotamiento emocional en la era de la inteligencia artificial, nuevos desafíos para la seguridad y salud en el trabajo*. Revista Ibero Research, 1(7), 417 – 455.

Fecha de presentación: 20/08/2026 **Fecha de aceptación:** 03/09/2026 **Fecha de publicación:** 04/09/2026

Resumen

La incorporación acelerada de inteligencia artificial, automatización y sistemas de gestión algorítmica está modificando las demandas cognitivas, emocionales y organizacionales del trabajo, por lo que el tecnoestrés y el agotamiento emocional adquieren relevancia preventiva para la seguridad y salud ocupacional. El objetivo fue analizar la relación entre tecnoestrés laboral, agotamiento emocional e incorporación de inteligencia artificial, identificar mecanismos de riesgo y estructurar medidas preventivas aplicables a los sistemas de gestión. Se desarrolló una revisión narrativa estructurada, actualizada hasta septiembre de 2026, mediante literatura científica reciente y documentos de organismos internacionales y nacionales, con síntesis de 20 fuentes prioritarias y extracción de datos verificables para comparación. Los resultados muestran que sobrecarga, invasión, complejidad, inseguridad e incertidumbre tecnológica se combinan con intensificación, vigilancia algorítmica y pérdida de autonomía, mientras el apoyo organizacional, la capacitación, la participación y el diseño humano-céntrico funcionan como recursos protectores. La evidencia también confirma que la tecnología puede mejorar desempeño y seguridad cuando se implementa responsablemente. Se concluye que la prevención debe intervenir sobre la organización del trabajo e integrar la gobernanza de la inteligencia artificial a la gestión de riesgos psicosociales.

Palabras clave: salud ocupacional; riesgos psicosociales; bienestar laboral; gestión algorítmica; digitalización.

Abstract

The accelerated adoption of artificial intelligence, automation, and algorithmic management systems is changing the cognitive, emotional, and organizational demands of work, making technostress and emotional exhaustion increasingly relevant to occupational safety and health prevention. The objective was to analyze the relationship between workplace technostress, emotional exhaustion, and artificial intelligence adoption, identify risk mechanisms, and structure preventive measures applicable to management systems. A structured narrative review updated through September 2026 was conducted using recent scientific literature and documents from international and national organizations, with a synthesis of 20 priority sources and extraction of verifiable data for comparison. Results show that overload, invasion, complexity, insecurity, and technological uncertainty interact with work intensification, algorithmic surveillance, and loss of autonomy, while organizational support, training, participation, and human-centered design act as protective resources. Evidence also confirms that technology can improve performance and safety when implemented responsibly. It is concluded that prevention should act on work organization and integrate artificial intelligence governance into psychosocial risk management.

Keywords: occupational health; psychosocial risks; workplace well-being; algorithmic management; digitalization.

Resumo

A adoção acelerada de inteligência artificial, automação e sistemas de gestão algorítmica está modificando as demandas cognitivas, emocionais e organizacionais do trabalho, tornando o tecnoestresse e a exaustão emocional cada vez mais relevantes para a prevenção em segurança e saúde ocupacional. O objetivo foi analisar a relação entre tecnoestresse laboral, exaustão emocional e incorporação de inteligência artificial, identificar mecanismos de risco e estruturar medidas preventivas aplicáveis aos sistemas de gestão. Foi realizada uma revisão narrativa estruturada, atualizada até setembro de 2026, com literatura científica recente e documentos de organismos internacionais e nacionais, sintetizando 20 fontes prioritárias e extraindo dados verificáveis para comparação. Os resultados mostram que sobrecarga, invasão, complexidade, insegurança e incerteza tecnológica interagem com intensificação do trabalho, vigilância algorítmica e perda de autonomia, enquanto apoio organizacional, capacitação, participação e desenho centrado no ser humano atuam como recursos protetores. A evidência também confirma que a tecnologia pode melhorar desempenho e segurança quando implementada de forma responsável. Conclui-se que a prevenção deve atuar sobre a organização do trabalho e integrar a governança da inteligência artificial à gestão dos riscos psicossociais.

Palavras-chave: saúde ocupacional; riscos psicossociais; bem-estar no trabalho; gestão algorítmica; digitalização.

Introducción

La transformación digital del trabajo ha dejado de ser un proceso limitado a la incorporación de computadoras o plataformas de comunicación y se ha convertido en una reconfiguración de la manera en que se distribuyen tareas, se supervisa el rendimiento, se toman decisiones y se administran relaciones laborales. La inteligencia artificial, especialmente mediante sistemas generativos, analítica predictiva y gestión algorítmica, amplía esa transformación porque interviene en actividades cognitivas que antes dependían de decisiones humanas, al mismo tiempo que aumenta la velocidad con que cambian herramientas, competencias y expectativas de productividad. La seguridad y salud en el trabajo debe analizar estas modificaciones como cambios en la exposición laboral y no únicamente como innovaciones técnicas, debido a que una misma tecnología puede reducir tareas repetitivas y peligrosas o, por el contrario, incrementar presión temporal, vigilancia y demanda cognitiva según la forma de implementación (OECD, 2023, 2024; European Agency for Safety and Health at Work, 2024).

La magnitud del problema se vincula con un entorno laboral en el que los factores psicosociales ya representan una preocupación de salud pública. La Organización Mundial de la Salud estimó que alrededor del 15 % de las personas en edad de trabajar presenta un trastorno mental en algún momento y señaló que la depresión y la ansiedad generan pérdidas globales cercanas a un billón de dólares anuales por productividad reducida, por lo que las recomendaciones internacionales colocan las intervenciones organizacionales, la formación de mandos y trabajadores y el diseño de condiciones saludables como componentes esenciales de prevención (World Health Organization, 2022). Esta perspectiva resulta particularmente pertinente cuando las exigencias digitales se suman a cargas elevadas, control insuficiente, horarios extendidos o

inseguridad laboral, dado que el riesgo no surge exclusivamente del dispositivo utilizado, sino de la interacción entre la tecnología y la organización concreta del trabajo.

El tecnoestrés ofrece un marco útil para comprender esa interacción, ya que describe la tensión que aparece cuando las demandas asociadas al uso, aprendizaje, disponibilidad o cambio tecnológico superan los recursos que permiten afrontarlas de manera sostenible. La evidencia contemporánea mantiene vigentes las dimensiones de sobrecarga, invasión, complejidad, inseguridad e incertidumbre tecnológica, aunque incorpora determinantes relacionados con liderazgo, soporte, diseño del puesto y características contextuales. Un metaanálisis reciente de 84 estudios y 44.576 trabajadores confirmó que los antecedentes de cada creador de tecnoestrés no son idénticos y que su aparición depende de factores laborales, tecnológicos e individuales, lo que impide reducir el problema a una supuesta incapacidad personal para adaptarse a la innovación (Kotek & Vranjes, 2025).

La revisión sistemática más amplia disponible hasta 2026 sintetizó 201 estudios empíricos y encontró que la sobrecarga y la invasión tecnológica son los creadores que con mayor frecuencia se relacionan con resultados adversos de bienestar, además de evidenciar una concentración de investigaciones en determinados países y sectores, especialmente educación y salud (Mansuroğlu & Smith, 2026). Esta acumulación de evidencia fortalece una interpretación basada en demandas y recursos, donde el impacto de la tecnología depende de la intensidad de las exigencias y de la existencia de autonomía, capacitación, apoyo social, claridad de funciones y oportunidades de recuperación. Bajo este enfoque, el tecnoestrés puede actuar como proceso intermedio entre un diseño digital exigente y formas de desgaste como el agotamiento emocional, disminución del bienestar o intención de abandonar el puesto.

El agotamiento emocional posee especial interés para la seguridad y salud ocupacional porque expresa una pérdida sostenida de energía psicológica ante demandas persistentes y puede anticipar deterioros más amplios del funcionamiento laboral. En trabajadores de manufactura, un estudio longitudinal con 235 participantes mostró que el agotamiento relacionado con el trabajo medió la asociación entre tecnoestrés y bienestar, mientras la diversidad de conocimientos del entorno laboral amortiguó parte del efecto negativo, lo cual respalda la necesidad de considerar tanto las demandas digitales como los recursos colectivos disponibles (Wang et al., 2022). De manera convergente, un estudio de 1.191 empleados de administración pública vinculó distintos tecnoestresores laborales y la sobrecarga informativa de la vida personal con agotamiento emocional, que a su vez se relacionó con ausentismo por enfermedad e intención de rotación (Buzeti et al., 2026).

La evidencia sectorial muestra que la exposición no se distribuye de forma homogénea y que los resultados pueden intensificarse en actividades con alta dependencia de sistemas digitales. En hospitales alemanes, la sobrecarga tecnológica y la complejidad se asociaron significativamente con burnout entre 303 profesionales de enfermería, mientras el apoyo proporcionado por el empleador moderó la relación entre insuficiencia de soporte técnico y desgaste (Wirth et al., 2024). En hospitales estatales de Malasia, 1.620 trabajadores sanitarios fueron evaluados y el 67 % presentó tecnoestrés moderado, el 15 % alto y el 18 % bajo, además de observarse asociaciones significativas con burnout y fatiga (Muhamad et al., 2025). Aunque estos porcentajes no pueden extrapolarse a todos los sectores, ilustran que el fenómeno alcanza magnitud suficiente para justificar vigilancia preventiva en actividades fuertemente digitalizadas.

La inteligencia artificial agrega riesgos específicos que amplían el concepto clásico de tecnoestrés. La automatización puede generar inseguridad sobre la continuidad o relevancia de competencias, la capacidad de procesar más información puede aumentar

metas y ritmo de trabajo, y la gestión algorítmica puede traducir datos de rendimiento en asignaciones, evaluaciones o incentivos con escasa transparencia. En organizaciones europeas, el uso de prácticas de gestión algorítmica mostró relaciones adversas con bienestar y autonomía, evidenciando que la automatización de decisiones de recursos humanos posee consecuencias organizacionales que exceden la eficiencia técnica (Kinowska & Sienkiewicz, 2023). En trabajadores de plataformas de Taiwán, niveles superiores de control digital se asociaron con mayor riesgo de burnout y peor salud mental, mediado en parte por el aumento de demandas laborales (Cheng et al., 2024).

La pérdida de autonomía constituye un punto crítico porque transforma la relación entre trabajador y sistema. Un estudio comparativo en dos empresas logísticas suecas mostró que la gestión algorítmica podía reducir significado de tarea y autonomía mediante estandarización, mientras las diferencias entre organizaciones dependían de prácticas como participación de trabajadores, integración de la tecnología a la gestión de SST y existencia de espacios para control humano y valoración cualitativa del rendimiento (Nilsson et al., 2025). Estos hallazgos coinciden con la revisión sobre liderazgo y tecnoestrés, que identificó el apoyo y el liderazgo empoderador como recursos potencialmente protectores, frente a estilos centrados en disponibilidad permanente o control intensivo que pueden incrementar demandas digitales (Rademaker et al., 2025).

La relación entre tecnología y salud no debe interpretarse de forma determinista. La OECD informó que cuatro de cada cinco trabajadores encuestados en estudios sobre IA indicaron mejoras en su desempeño y tres de cada cinco reportaron mayor disfrute del trabajo, aun cuando aproximadamente el 27 % del empleo en países de la organización se sitúa en ocupaciones con mayor riesgo de automatización y persisten preocupaciones por intensidad laboral, tratamiento de datos y desigualdad (OECD, 2024). Esta coexistencia de beneficios y riesgos confirma la necesidad de distinguir entre tecnología

como recurso y tecnología como demanda, evitando tanto la tecnofobia como la adopción acrítica. El problema preventivo se encuentra en las condiciones de uso, los objetivos asignados al sistema y la capacidad de la organización para proteger autonomía, privacidad, recuperación y participación.

La prevención también requiere reconocer el efecto de las fronteras entre trabajo y vida personal. El metaanálisis de Bottaro et al. (2024) identificó una asociación de magnitud media entre tecnoestrés y ajuste trabajo-vida, lo que resulta coherente con la evidencia sobre conectividad fuera de jornada, interrupciones continuas y disponibilidad percibida. El apoyo social constituye un inhibidor relevante, aunque sus dimensiones deben diferenciarse, pues el apoyo de supervisores, compañeros, comunidad laboral y familia actúa de manera distinta según el contexto (Lanzl, 2023). Asimismo, entre docentes universitarios italianos, la frecuencia de uso de tecnologías remotas incrementó tecnoestrés y el apoyo organizacional mostró una relación protectora, lo que refuerza la importancia de acompañar la transformación digital con recursos institucionales y no limitarla a la entrega de herramientas (Gabbiadini et al., 2023).

Desde la gobernanza de la inteligencia artificial, la prevención demanda mecanismos de transparencia, gestión de riesgo y supervisión humana. El AI Risk Management Framework del NIST propone gestionar sistemas de IA a partir de gobernanza, comprensión del contexto, medición de riesgos y acciones de gestión, con énfasis en sistemas confiables y responsables (Tabassi, 2023). En paralelo, la EU-OSHA identifica riesgos psicosociales diferenciados para automatización mediante IA, sistemas digitales inteligentes, plataformas, tecnologías de trabajo remoto y gestión de trabajadores basada en IA, destacando la necesidad de evaluar autonomía, carga, vigilancia, comunicación y límites temporales (European Agency for Safety and Health at Work, 2024). Estas

orientaciones permiten traducir principios éticos generales en variables observables dentro de los sistemas de SST.

En Ecuador, la actualización normativa mediante el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo expedido en 2024 refuerza el enfoque preventivo y la responsabilidad organizacional sobre los riesgos laborales, creando un marco pertinente para incorporar progresivamente amenazas psicosociales derivadas de la digitalización (Ministerio del Trabajo, 2024). Aunque la normativa no convierte al tecnoestrés en una categoría aislada, la lógica de identificación de peligros, evaluación de riesgos y establecimiento de controles permite integrar indicadores de sobrecarga tecnológica, hiperconectividad, pérdida de autonomía, incertidumbre profesional y vigilancia digital. Esta integración resulta relevante en un escenario donde la expansión de IA generativa y sistemas de seguimiento puede producir exposiciones nuevas antes de que existan instrumentos nacionales específicos para cada tecnología.

El vacío principal no consiste en demostrar que toda tecnología produce daño, sino en establecer cómo articular la evidencia sobre tecnoestrés, agotamiento emocional y gestión algorítmica dentro de una estrategia preventiva aplicable. En respuesta, se mantiene como eje el Modelo de Prevención del Tecnoestrés y Agotamiento Emocional Asociado a la IA, MPTA-IA, estructurado en identificación, evaluación, intervención organizacional, fortalecimiento de recursos y seguimiento. El objetivo general fue analizar la relación entre tecnoestrés laboral, agotamiento emocional e incorporación de inteligencia artificial desde una perspectiva de seguridad y salud en el trabajo; de manera específica, se buscó sintetizar mecanismos de riesgo, contrastar evidencia empírica reciente, identificar factores protectores y operacionalizar estrategias de prevención que permitan incorporar la transformación digital a la gestión de riesgos psicosociales.

Metodología

Se desarrolló una revisión narrativa estructurada de alcance analítico, orientada a examinar el tecnoestrés laboral y el agotamiento emocional asociados con la transformación digital y la inteligencia artificial, sin convertir el diseño en una revisión sistemática o metaanálisis. La unidad de análisis estuvo constituida por artículos científicos y documentos técnicos que abordaran tecnoestrés laboral, agotamiento emocional, burnout, bienestar ocupacional, digitalización, inteligencia artificial, gestión algorítmica, riesgos psicosociales o intervenciones organizacionales vinculadas con seguridad y salud en el trabajo. La revisión se actualizó hasta el 4 de septiembre de 2026 y priorizó evidencia publicada entre 2022 y 2026, para privilegiar el estado contemporáneo de la evidencia, manteniendo los conceptos fundamentales necesarios para interpretar las dimensiones clásicas del fenómeno.

La búsqueda bibliográfica se efectuó mediante PubMed/MEDLINE para literatura biomédica y de salud ocupacional, ScienceDirect y SpringerLink para estudios sobre comportamiento organizacional, seguridad, tecnología y sistemas de información, complementándose con búsquedas dirigidas en repositorios académicos de universidades cuando permitían verificar la versión publicada. La evidencia institucional se localizó en portales oficiales de la World Health Organization, International Labour Organization, Organisation for Economic Co-operation and Development, European Agency for Safety and Health at Work, National Institute of Standards and Technology y Ministerio del Trabajo de Ecuador. No se emplearon blogs, foros, redes sociales ni páginas comerciales como fuentes de evidencia.

La estrategia conceptual combinó términos en inglés y español mediante operadores booleanos, con expresiones equivalentes a (“technostress” OR “digital stress” OR

"technology overload") AND ("emotional exhaustion" OR burnout OR wellbeing) AND ("artificial intelligence" OR "algorithmic management" OR digitalization OR automation) AND (work OR workplace OR occupational), junto con búsquedas específicas para "psychosocial risks", "worker surveillance", "job autonomy", "organizational support", "right to disconnect" y "occupational safety and health". Para documentos normativos se utilizaron combinaciones directas entre inteligencia artificial, salud mental en el trabajo, seguridad y salud ocupacional, gestión de riesgos y regulación ecuatoriana, verificando siempre autor institucional, fecha y versión oficial.

Se incluyeron publicaciones con relación explícita entre tecnologías digitales y resultados laborales o de salud, estudios con trabajadores o evidencia organizacional, revisiones capaces de sintetizar patrones de tecnoestrés, y marcos institucionales con implicaciones directas para prevención y gobernanza. Se excluyeron trabajos centrados exclusivamente en estrés tecnológico de consumidores o estudiantes sin vínculo laboral, publicaciones sin datos metodológicos verificables, duplicados, documentos meramente promocionales y estudios cuyos resultados no permitieran diferenciar efectos de la tecnología respecto de factores laborales generales. La selección final priorizó pertinencia temática y calidad de la fuente antes que cantidad, debido al carácter narrativo de la revisión.

Para la síntesis principal se utilizaron 20 fuentes prioritarias publicadas entre 2022 y 2026, integradas por artículos revisados por pares, revisiones, metaanálisis y documentos oficiales. De cada estudio empírico se extrajeron año, contexto, diseño, tamaño de muestra cuando estuvo disponible, variables tecnológicas, resultados de agotamiento o bienestar y factores protectores; de las revisiones se extrajeron número de estudios y patrones principales; de los organismos se registraron recomendaciones, cifras descriptivas y principios de gobernanza. Los datos cuantitativos incorporados en

tablas y gráficos se transcribieron únicamente cuando podían verificarse en el resumen, texto del artículo o publicación oficial, evitando estimaciones derivadas o cálculos combinados no informados por las fuentes.

El análisis se organizó mediante cuatro ejes congruentes con el objetivo del estudio: características y creadores de tecnoestrés; relación entre demandas tecnológicas y agotamiento emocional; riesgos emergentes vinculados con IA y gestión algorítmica; y estrategias preventivas aplicables a SST. Se utilizó una matriz cualitativa para relacionar hallazgos con las dimensiones de sobrecarga, invasión, complejidad, inseguridad e incertidumbre, incorporando además intensificación laboral, vigilancia algorítmica y pérdida de autonomía. La síntesis no asignó puntuaciones de calidad ni produjo un efecto combinado, debido a la heterogeneidad entre diseños, poblaciones, escalas y resultados, por lo que las comparaciones numéricas se presentan como descripciones de estudios específicos y no como estimaciones poblacionales globales.

Las cuatro tablas se construyeron a partir de la extracción documental y se diseñaron para ofrecer información complementaria: características de estudios centrales, mecanismos de riesgo y evidencia observada, medidas preventivas y correspondencia con fuentes, y operacionalización del MPTA-IA. Los cuatro gráficos utilizaron datos verificables: distribución temporal de las 20 fuentes del corpus, tamaños muestrales de seis estudios empíricos con trabajadores, tres indicadores publicados por la OECD sobre beneficios y riesgo de automatización, y distribución de niveles de tecnoestrés entre 1.620 trabajadores sanitarios de Malasia. La tabulación y generación gráfica se realizó con Python y Matplotlib, sin transformar los valores originales ni efectuar inferencias estadísticas adicionales.

Desde el punto de vista ético, el trabajo utilizó exclusivamente fuentes públicas y resultados agregados previamente publicados, sin reclutamiento de participantes, acceso

a historias clínicas, tratamiento de identificadores personales ni intervención sobre trabajadores. En consecuencia, no se generaron datos primarios ni se atribuyeron aprobaciones de comités de ética inexistentes. La integridad científica se protegió mediante verificación individual de títulos, autores, años, revistas, DOI y páginas cuando correspondió, contraste de cifras antes de incorporarlas y uso uniforme de referencias en formato APA 7.ª edición, apropiado para el carácter multidisciplinario, organizacional y preventivo del estudio.

Resultados

La síntesis evidenció un campo reciente pero suficientemente consolidado para identificar patrones consistentes entre demandas digitales, agotamiento y condiciones organizacionales. De las 20 fuentes prioritarias utilizadas, la mayor concentración correspondió a 2024, mientras 2025 y 2026 aportaron revisiones y estudios que profundizan específicamente en antecedentes de tecnoestrés, agotamiento emocional y gestión algorítmica. La evidencia no respalda considerar la IA como un estresor autónomo universal; muestra, en cambio, que sus efectos se producen mediante cambios en ritmo, control, autonomía, aprendizaje, supervisión y fronteras temporales del trabajo.

La Tabla 1 resume diez estudios que representan los principales tipos de evidencia incorporados al análisis, incluyendo metaanálisis, revisiones sistemáticas, estudios longitudinales, encuestas transversales y casos organizacionales. La heterogeneidad metodológica impide estimar un único valor global de tecnoestrés, pero permite contrastar mecanismos repetidos en distintos sectores y países, con especial atención a agotamiento, bienestar, autonomía, soporte y control algorítmico.

Tabla 1. Características de estudios centrales sobre tecnoestrés, agotamiento emocional y digitalización laboral

Estudio	Contexto	Diseño	Base analítica	Hallazgo relevante
Kotek & Vranjes (2025)	Multipaís	Metaanálisis	84 estudios; 44.576 trabajadores	Antecedentes diferenciados para los cinco creadores clásicos de tecnoestrés.
Mansuroğlu & Smith (2026)	Multipaís	Revisión sistemática	201 estudios empíricos	Sobrecarga e invasión fueron los tecnoestresores más reportados frente al bienestar.
Rademaker et al. (2025)	Multipaís	Revisión sistemática	44 artículos	El liderazgo y el apoyo organizacional pueden actuar como demanda o recurso frente al tecnoestrés.
Bottaro et al. (2024)	Multipaís	Metaanálisis multinivel	7 estudios incluidos	Asociación media entre tecnoestrés y ajuste trabajo-vida, d de Cohen = -0,41.
Wirth et al. (2024)	Alemania, hospitales	Transversal	303 enfermeras/os	Sobrecarga y complejidad tecnológicas se asociaron con burnout; el apoyo moderó parte del efecto.
Muhamad et al. (2025)	Malasia, hospitales	Transversal	1.620 trabajadores sanitarios	67 % tecnoestrés moderado, 15 % alto y 18 % bajo; asociación con burnout y fatiga.
Buzeti et al. (2026)	Eslovenia, administración pública	Transversal con SEM	1.191 trabajadores	Tecnoestresores laborales e información excesiva se asociaron con agotamiento emocional.
Wang et al. (2022)	China, manufactura	Longitudinal, tres olas	235 trabajadores	El agotamiento laboral medió la relación entre tecnoestrés y bienestar.
Cheng et al. (2024)	Taiwán, plataformas	Transversal	487 trabajadores	Mayor control algorítmico se vinculó con burnout y peor salud mental mediante demandas elevadas.
Nilsson et al. (2025)	Suecia, logística	Caso comparativo	2 organizaciones	Autonomía y significado de tarea disminuyeron con gestión algorítmica; la organización moduló el impacto.

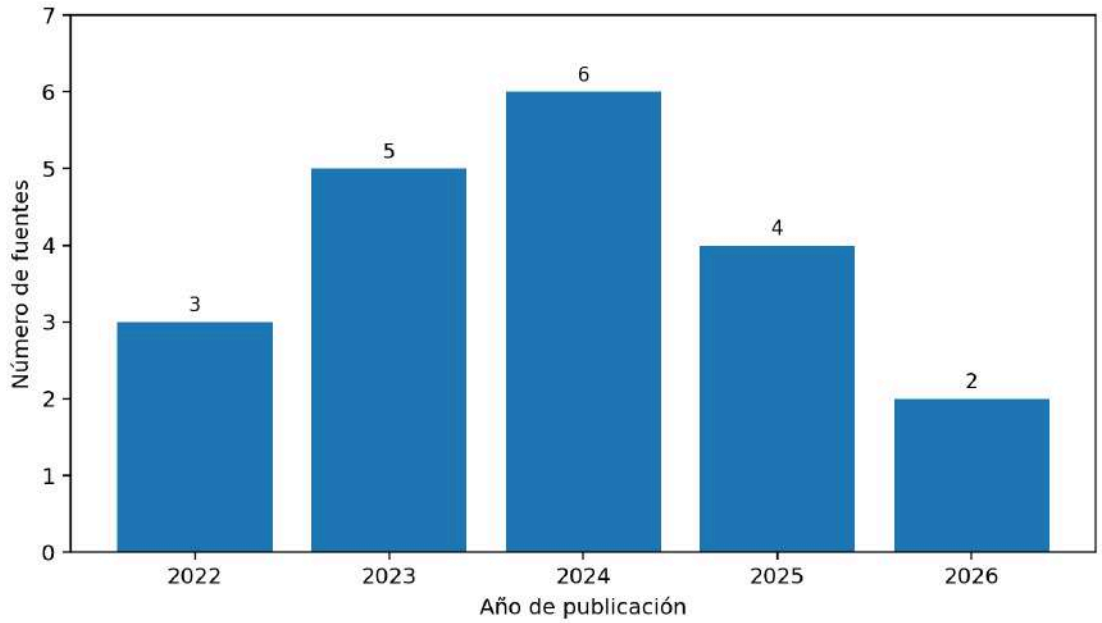
Fuente: elaboración a partir de Kotek y Vranjes (2025), Mansuroğlu y Smith (2026), Rademaker et al. (2025), Bottaro et al. (2024), Wirth et al. (2024), Muhamad et al. (2025), Buzeti et al. (2026), Wang et al. (2022), Cheng et al. (2024) y Nilsson et al. (2025).

La comparación confirma que la asociación entre demandas tecnológicas y desgaste no depende de un solo sector. Los resultados aparecen en manufactura, educación superior,

hospitales, administración pública, plataformas y logística, mientras las revisiones amplían el patrón a múltiples países. Los tamaños de muestra y diseños son diversos, por lo que las cifras deben leerse en su contexto; aun así, la convergencia entre sobrecarga, invasión, complejidad, menor autonomía y resultados de agotamiento respalda un mecanismo organizacional común basado en desequilibrio entre demandas y recursos.

La distribución temporal de las 20 fuentes prioritarias permite observar que el análisis se apoya predominantemente en evidencia reciente y que la mayor producción seleccionada corresponde a 2024, año en que convergen documentos institucionales sobre digitalización con investigaciones de campo en salud y plataformas. El Gráfico 1 no representa el volumen total mundial de publicaciones, sino la composición cronológica del corpus utilizado para esta revisión narrativa.

Gráfico 1. Distribución anual de las 20 fuentes prioritarias incluidas en la síntesis narrativa



Fuente: elaboración propia con base en las 20 referencias bibliográficas seleccionadas, 2022–2026.

La concentración entre 2023 y 2025 refleja la aceleración del debate sobre IA, gestión algorítmica y riesgos psicosociales después de la expansión del trabajo digital. Las dos

fuentes de 2026 aportan una síntesis sistemática de 201 estudios y evidencia directa sobre agotamiento emocional en administración pública, mientras las publicaciones de 2022 mantienen relevancia por conectar bienestar, política internacional y modelos de demandas-recursos con la digitalización laboral.

Los resultados permitieron organizar los mecanismos de riesgo en siete grupos operativos que amplían las dimensiones clásicas del tecnoestrés sin sustituirlas. La Tabla 2 integra la forma en que cada mecanismo se expresa en la organización del trabajo, el resultado ocupacional más consistente y las fuentes recientes que lo respaldan. La finalidad de esta matriz es facilitar la identificación preventiva y evitar que el análisis se limite a síntomas individuales.

Tabla 2. Mecanismos de riesgo psicosocial digital y resultados ocupacionales identificados

Mecanismo	Manifestación laboral	Resultado potencial	Evidencia reciente
Sobrecarga e intensificación	Más volumen, velocidad, interrupciones y objetivos por unidad de tiempo	Fatiga cognitiva, burnout, menor bienestar	Wirth et al. (2024); Mansuroğlu & Smith (2026); OECD (2024)
Invasión e hiperconectividad	Disponibilidad fuera de jornada y difuminación trabajo-vida	Menor ajuste trabajo-vida y recuperación insuficiente	Bottaro et al. (2024); Lanzl (2023); EU-OSHA (2024)
Complejidad tecnológica	Esfuerzo para comprender sistemas, cambios y errores	Burnout cuando recursos y soporte son insuficientes	Wirth et al. (2024); Kotek & Vranjes (2025)
Inseguridad e incertidumbre	Temor a obsolescencia, sustitución o cambios continuos	Estrés anticipatorio y presión de actualización	Kotek & Vranjes (2025); OECD (2023)
Vigilancia y control algorítmico	Seguimiento de tiempos, métricas y decisiones automatizadas	Mayor demanda, burnout y peor bienestar	Cheng et al. (2024); Kinowska & Sienkiewicz (2023)
Pérdida de autonomía	Tareas, prioridades y evaluación definidas por sistemas	Menor control y significado del trabajo	Nilsson et al. (2025); Kinowska & Sienkiewicz (2023)
Déficit de soporte	Capacitación, asistencia o liderazgo insuficientes	Mayor vulnerabilidad a tecnoestrés y agotamiento	Wirth et al. (2024); Gabbiadini et al. (2023); Lanzl (2023)

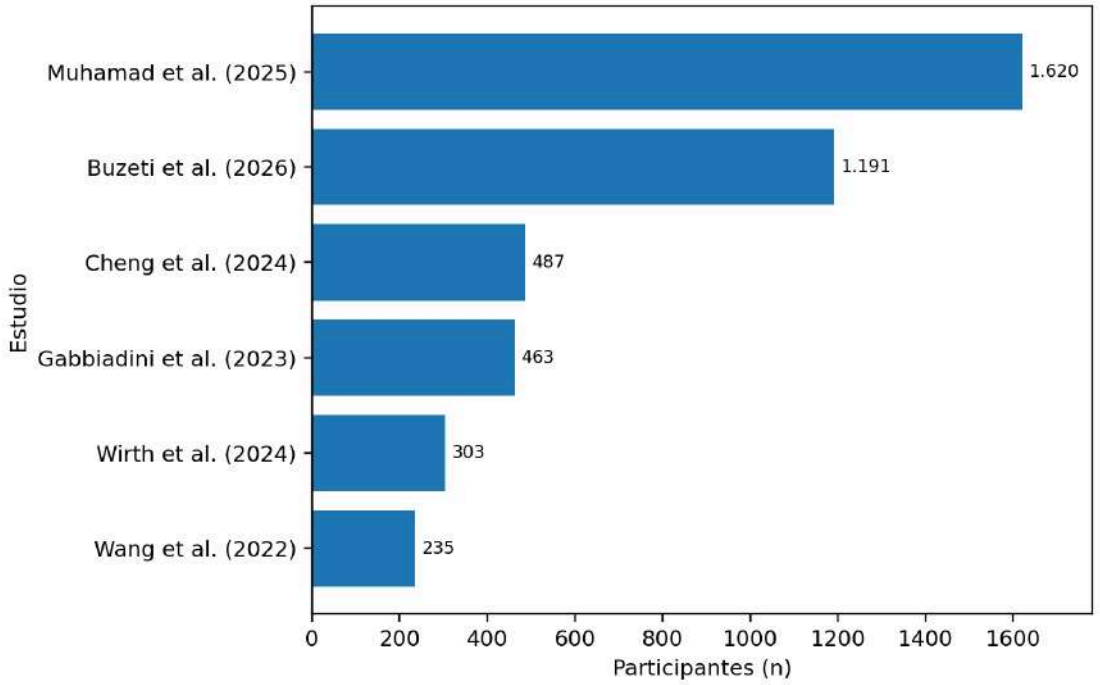
Fuente: elaboración propia con base en las fuentes indicadas en cada fila.

La sobrecarga y la intensificación son los mecanismos con respaldo más directo frente al agotamiento, como muestra el estudio de Wirth et al. (2024), donde la sobrecarga tecnológica se asoció con burnout con $\beta = 0{,}259$ y $p = 0{,}004$, mientras la complejidad mostró $\beta = 0{,}161$ y $p = 0{,}043$. Estos valores no implican causalidad por el diseño transversal, pero ofrecen evidencia cuantitativa de que la experiencia tecnológica

adquiere relevancia cuando aumenta esfuerzo y demanda cognitiva. A ello se suma el papel del control algorítmico, que en trabajadores de plataformas se relacionó con peores resultados a través de demandas laborales mayores (Cheng et al., 2024).

Para dimensionar la diversidad de las investigaciones empíricas, el Gráfico 2 presenta tamaños de muestra de seis estudios con trabajadores cuyos valores fueron informados explícitamente por las publicaciones. La figura no compara prevalencias ni calidad metodológica, sino la escala de las bases empíricas sobre las que se sustentan hallazgos sectoriales de agotamiento, soporte, control digital y bienestar.

Gráfico 2. Tamaño muestral de estudios empíricos seleccionados con trabajadores



Fuente: Wang et al. (2022), Gabbiadini et al. (2023), Wirth et al. (2024), Cheng et al. (2024), Muhamad et al. (2025) y Buzeti et al. (2026).

Los estudios abarcan desde 235 participantes en el diseño longitudinal de Wang et al. (2022) hasta 1.620 trabajadores sanitarios en Muhamad et al. (2025), con muestras intermedias de personal hospitalario, docentes universitarios, trabajadores de plataformas y empleados públicos. Esta amplitud refuerza la aplicabilidad conceptual de los mecanismos identificados, aunque no autoriza a combinar los resultados como si

provinieran de una población homogénea, debido a diferencias en ocupaciones, instrumentos, contextos regulatorios y definiciones de exposición.

La prevención aparece de forma consistente como una combinación de controles organizacionales y recursos de apoyo, no como una intervención centrada exclusivamente en resiliencia individual. La Tabla 3 relaciona ocho medidas con el objetivo preventivo que persiguen y con la evidencia que las respalda, cubriendo desde evaluación psicosocial digital hasta vigilancia de indicadores de salud ocupacional. La capacitación se considera necesaria, pero insuficiente cuando permanecen metas excesivas, vigilancia opaca o disponibilidad permanente.

Tabla 3. Estrategias preventivas frente al tecnoestrés y agotamiento emocional asociados con IA

Medida	Componente de intervención	Finalidad preventiva	Sustento
Evaluación psicosocial digital	Carga, autonomía, vigilancia, conectividad y cambios de sistema	Detectar exposición antes de que se exprese como desgaste	WHO (2022); EU-OSHA (2024)
Capacitación y alfabetización en IA	Competencia técnica, verificación, privacidad y límites de uso	Reducir complejidad e incertidumbre; aumentar autoeficacia	OECD (2023); Wirth et al. (2024)
Apoyo organizacional y liderazgo	Soporte técnico, supervisión disponible y acompañamiento	Amortiguar demandas y facilitar adaptación	Rademaker et al. (2025); Gabbiadini et al. (2023); Lanzl (2023)
Participación de trabajadores	Consulta en selección, diseño, implementación y evaluación	Aumentar control, legitimidad y detección de riesgos	Nilsson et al. (2025); WHO & ILO (2022)
Límites y desconexión	Reglas sobre mensajes, disponibilidad y pausas	Proteger recuperación y ajuste trabajo-vida	Bottaro et al. (2024); EU-OSHA (2024)
Diseño humano-céntrico	Autonomía, supervisión humana y tareas con significado	Evitar sustitución indiscriminada de juicio humano	NIST (Tabassi, 2023); OECD (2024)
Gobernanza y transparencia algorítmica	Información sobre datos, criterios, finalidad y posibilidad de revisión	Reducir vigilancia opaca e injusticia percibida	NIST (Tabassi, 2023); Kinowska & Sienkiewicz (2023)
Seguimiento de salud ocupacional	Agotamiento, satisfacción, ausentismo, rotación y percepción de riesgo	Activar medidas tempranas sin etiquetar individualmente	WHO (2022); Buzeti et al. (2026)

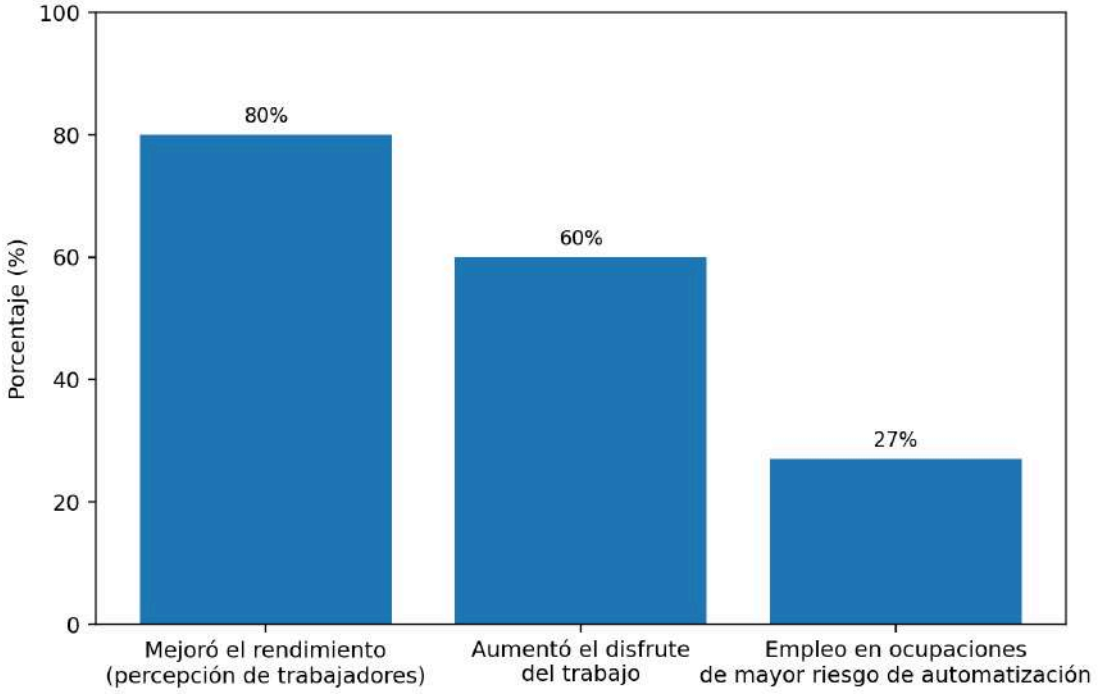
Fuente: elaboración propia con base en WHO (2022), WHO e ILO (2022), OECD (2023, 2024), EU-OSHA (2024), NIST (Tabassi, 2023) y estudios citados.

El patrón de evidencia muestra que apoyo, participación y autonomía cumplen una función especialmente importante. En docentes universitarios, el apoyo organizacional predijo menos tecnoestrés (Gabbiadini et al., 2023); en el análisis longitudinal de

soporte, distintas fuentes sociales actuaron como inhibidores de creadores de tecnoestrés (Lanzl, 2023); y en hospitales, el apoyo del empleador moderó la relación entre carencia de soporte técnico y burnout (Wirth et al., 2024). Estos hallazgos permiten considerar el soporte como un recurso estructural que debe diseñarse dentro del sistema de trabajo y no como una ayuda ocasional posterior al problema.

La evidencia sobre IA confirma una paradoja relevante para SST: la misma tecnología puede producir mejoras percibidas de rendimiento y disfrute mientras incrementa preocupación por automatización, datos e intensidad. El Gráfico 3 reúne tres indicadores publicados por la OECD (2024), manteniendo sus denominadores conceptuales originales; los dos primeros proceden de encuestas a trabajadores que utilizaban IA, mientras el tercero estima la proporción de empleo ubicada en ocupaciones con mayor riesgo de automatización.

Gráfico 3. Indicadores de beneficios percibidos de la IA y exposición ocupacional al riesgo de automatización en países OECD



Fuente: Organisation for Economic Co-operation and Development (2024). Los indicadores representan constructos diferentes y no suman 100 %.

El 80 % de trabajadores encuestados que reportó mejor desempeño y el 60 % que indicó mayor disfrute impiden interpretar la IA exclusivamente como amenaza, mientras el 27 % de empleo en ocupaciones de mayor riesgo de automatización muestra que la incertidumbre laboral posee una base objetiva suficiente para ser considerada en la prevención. La lectura conjunta sugiere que el objetivo de SST debe ser maximizar la función de la IA como recurso y controlar los mecanismos mediante los cuales puede convertirse en demanda, especialmente intensificación, vigilancia, opacidad y reducción de autonomía.

La Tabla 4 operacionaliza el MPTA-IA en cinco niveles encadenados y lo conecta con resultados observables de gestión. La propuesta conserva el principio preventivo según el cual no corresponde adaptar exclusivamente a la persona a una tecnología mal diseñada; la intervención también debe modificar procesos, objetivos y características del sistema. En consecuencia, el modelo se inicia con una identificación tecnológica concreta, continúa con evaluación psicosocial, interviene sobre la fuente, fortalece recursos y finaliza con seguimiento de indicadores que permiten retroalimentar el proceso.

Tabla 4. Operacionalización del Modelo de Prevención del Tecnoestrés y Agotamiento Emocional Asociado a la IA (MPTA-IA)

Nivel	Contenido	Resultado de gestión	Indicadores orientativos
1. Identificación	Tecnologías utilizadas, intensidad, tareas afectadas y finalidad de IA	Mapa de exposición digital por puesto	Inventario tecnológico; tiempo de uso; tipo de decisión automatizada
2. Evaluación	Sobrecarga, invasión, complejidad, inseguridad, incertidumbre, vigilancia y autonomía	Perfil de riesgos psicosociales digitales	Conectividad fuera de jornada; interrupciones; percepción de vigilancia; autonomía
3. Intervención organizacional	Cargas, tiempos, metas, procesos y mecanismos de supervisión	Controles en la fuente del riesgo	Rediseño de objetivos; límites de disponibilidad; revisión de métricas algorítmicas
4. Fortalecimiento de recursos	Capacitación, soporte técnico, participación, autonomía y acompañamiento	Mayor capacidad organizacional de afrontamiento	Cobertura formativa; acceso a soporte; participación; claridad de roles

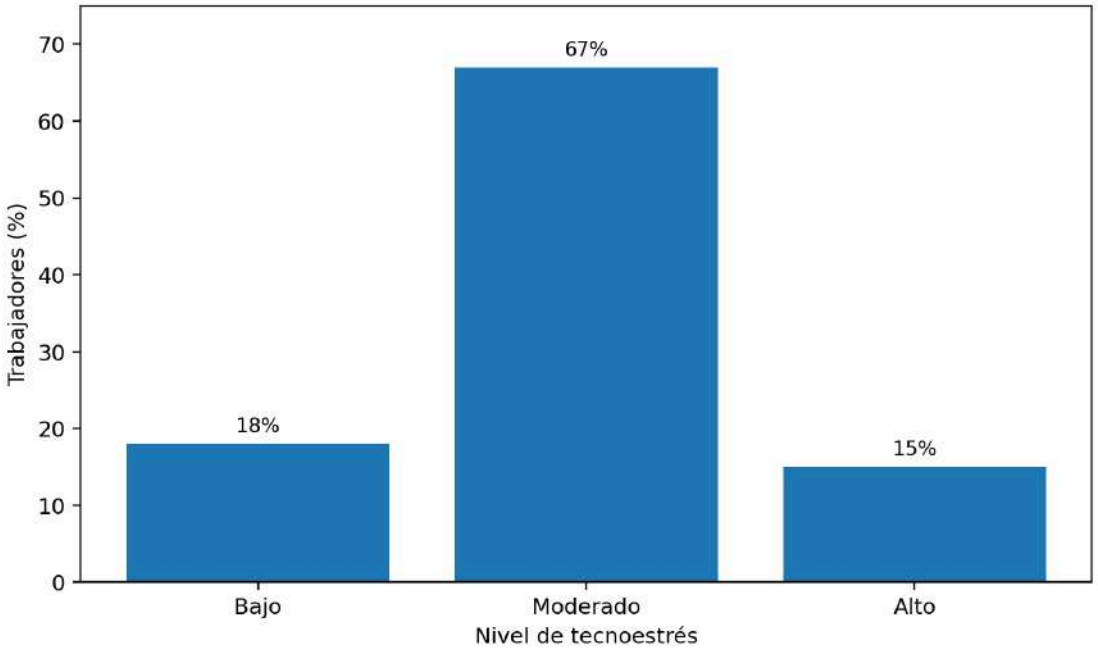
Nivel	Contenido	Resultado de gestión	Indicadores orientativos
5. Seguimiento	Salud, satisfacción, agotamiento, ausentismo, rotación y riesgo percibido	Retroalimentación y mejora continua	Agotamiento emocional; satisfacción; ausentismo; rotación; percepción de riesgo

Fuente: elaboración propia a partir del MPTA-IA y de la síntesis preventiva de la evidencia revisada.

La operacionalización evita que el modelo permanezca como una recomendación abstracta, porque cada nivel puede vincularse con indicadores verificables como horas de conectividad fuera de jornada, interrupciones, percepción de vigilancia, autonomía, cobertura de capacitación, acceso a soporte, agotamiento emocional, satisfacción, ausentismo y rotación. Estos indicadores no deben utilizarse para vigilar individualmente estados emocionales mediante algoritmos, sino para identificar tendencias organizacionales agregadas y evaluar si los controles implementados reducen exposición y mejoran condiciones de trabajo.

Como referencia empírica de la magnitud que puede adquirir el problema en un sector intensivamente digitalizado, el Gráfico 4 presenta la distribución publicada por Muhamad et al. (2025) entre 1.620 trabajadores sanitarios de hospitales estatales de Malasia. El estudio clasificó 18 % con tecnoestrés bajo, 67 % moderado y 15 % alto, además de identificar asociación con burnout y fatiga.

Gráfico 4. Distribución de niveles de tecnoestrés en trabajadores sanitarios de hospitales estatales de Malasia, n = 1.620



Fuente: Muhamad et al. (2025). Valores publicados: bajo 18 %, moderado 67 % y alto 15 %.

La predominancia del nivel moderado, acompañada de un 15 % en nivel alto, muestra que la prevención no debe dirigirse únicamente a casos extremos. La utilidad de la vigilancia ocupacional reside precisamente en detectar exposición acumulativa antes de que se traduzca en agotamiento grave, errores, ausencia o intención de salida. La cifra es sectorial y no constituye una prevalencia universal, pero sirve para ilustrar por qué el seguimiento periódico del MPTA-IA debe incorporar señales tempranas junto con resultados organizacionales, evitando esperar a que el deterioro sea clínicamente evidente.

Discusión

Los hallazgos sostienen que el tecnoestrés laboral en la era de la inteligencia artificial debe interpretarse como un proceso de exposición psicosocial determinado por la relación entre demandas tecnológicas y recursos organizacionales. La consistencia entre

metaanálisis, revisiones, estudios sectoriales y documentos técnicos permite descartar dos extremos interpretativos: asumir que toda digitalización deteriora la salud o considerar que cualquier efecto adverso obedece a insuficiente adaptación individual. La evidencia más reciente muestra que sobrecarga, invasión, complejidad, inseguridad e incertidumbre permanecen vigentes, pero la IA agrega nuevas formas de intensificación, vigilancia y decisión automatizada que modifican la autonomía y la percepción de control (Kotek & Vranjes, 2025; Mansuroğlu & Smith, 2026).

La secuencia analítica propuesta —demanda tecnológica, pérdida percibida de control, esfuerzo adaptativo sostenido, fatiga cognitiva, estrés persistente y agotamiento emocional— resulta compatible con los datos contemporáneos. Wang et al. (2022) observaron que el agotamiento laboral mediaba la relación entre tecnoestrés y bienestar, mientras Buzeti et al. (2026) identificaron que el agotamiento emocional conectaba tecnoestresores con resultados como intención de rotación y ausencia por enfermedad. Aunque los diseños y escalas no son equivalentes, ambos estudios sitúan el agotamiento como un mecanismo de transición entre demanda digital y consecuencias organizacionales, fortaleciendo su uso como indicador centinela para la vigilancia preventiva.

El valor del agotamiento emocional como señal organizacional se refuerza al observar evidencia en trabajadores sanitarios. Wirth et al. (2024) encontraron asociaciones específicas de sobrecarga y complejidad con burnout entre profesionales de enfermería, y el estudio de Muhamad et al. (2025) documentó niveles moderados o altos de tecnoestrés en la mayoría de la muestra hospitalaria, con relaciones significativas con burnout y fatiga. La coincidencia no implica que la tecnología sea la única causa de desgaste en salud, donde existen turnos, carga asistencial y exposición emocional

propias del sector, pero sí indica que las demandas digitales pueden sumarse a estresores preexistentes y deben evaluarse como parte del sistema de trabajo.

La diferencia entre sectores ayuda a comprender por qué no es adecuado buscar un único porcentaje de tecnoestrés aplicable a toda la población laboral. El metaanálisis de Kotek y Vranjes (2025) mostró antecedentes diferenciados para cada creador de tecnoestrés, mientras la revisión de Mansuroğlu y Smith (2026) señaló variación por países, industrias y roles. Esto justifica una evaluación contextual en la que el riesgo se examine por puesto, tipo de tecnología y proceso organizacional, evitando trasladar automáticamente resultados de hospitales, universidades o plataformas a otras actividades. El MPTA-IA responde a esta necesidad porque comienza con identificación de tecnologías e intensidad de uso antes de evaluar demandas psicosociales.

La invasión tecnológica y la hiperconectividad representan un mecanismo especialmente relevante porque alteran el tiempo de recuperación. Bottaro et al. (2024) estimaron una asociación media entre tecnoestrés y ajuste trabajo-vida, resultado coherente con la EU-OSHA (2024), que advierte sobre presión de conexión continua y extensión del trabajo hacia tardes y fines de semana en contextos digitales. La desconexión no debe entenderse únicamente como una prohibición de mensajes, sino como un diseño de expectativas, tiempos de respuesta, cobertura operativa y prácticas de liderazgo que hagan posible la recuperación. Una política formal pierde eficacia si los incentivos informales premian la disponibilidad permanente.

El apoyo social y organizacional aparece como uno de los recursos protectores más repetidos, aunque su efecto depende de la forma concreta de apoyo. Lanzl (2023) mostró que distintas dimensiones de soporte social se relacionan de manera diferente con creadores de tecnoestrés y que el apoyo familiar adquirió mayor importancia en contextos de teletrabajo intensivo. Gabbiadini et al. (2023) identificaron una relación

protectora del apoyo organizacional entre docentes, y Wirth et al. (2024) observaron un efecto moderador del soporte del empleador frente a carencias técnicas. La convergencia sugiere que capacitación, asistencia accesible y liderazgo sensible a la carga digital deben planificarse antes y durante la implantación tecnológica.

La capacitación, sin embargo, no debe utilizarse para desplazar la responsabilidad hacia el trabajador. Formar en el uso de una herramienta puede reducir complejidad e incertidumbre, pero no corrige metas desproporcionadas, evaluación opaca ni una carga que crece cada vez que la automatización libera tiempo. La OECD (2023) reconoce que la IA puede mejorar calidad de empleo y seguridad, pero también reorganizar tareas y exigencias; por ello, la reconversión de competencias debe acompañarse de revisión del diseño del puesto. Esta distinción es central para SST, porque la jerarquía preventiva favorece actuar sobre la fuente del riesgo antes de depender exclusivamente de estrategias individuales de afrontamiento.

La intensificación laboral constituye una de las expresiones más importantes de esa fuente. Cuando la productividad potencial de una herramienta se transforma automáticamente en objetivos superiores, el beneficio tecnológico deja de traducirse en reducción de carga y puede convertirse en una nueva demanda. La OECD (2024) señala preocupaciones de trabajadores por incremento de intensidad y uso de datos, mientras la evidencia de control algorítmico en plataformas demuestra que la presión puede materializarse mediante métricas de rendimiento y asignación digital de trabajo (Cheng et al., 2024). La prevención requiere revisar la razonabilidad de metas después de automatizar tareas y evaluar si el tiempo liberado se utiliza para recuperación, calidad, aprendizaje o simplemente para ampliar producción.

La vigilancia algorítmica modifica además la experiencia de autonomía y justicia. Kinowska y Sienkiewicz (2023) evidenciaron relaciones adversas entre prácticas de

gestión algorítmica, autonomía y bienestar en organizaciones europeas, mientras Cheng et al. (2024) observaron que el control ejercido por plataformas se asociaba con burnout y peor salud mental. Esta coincidencia resulta relevante porque el riesgo no depende solo de recopilar datos, sino de la capacidad del trabajador para comprender qué se mide, con qué finalidad, cómo se utiliza y si existe posibilidad de revisión humana. La transparencia algorítmica debe considerarse, por tanto, una medida preventiva y no únicamente un requisito de cumplimiento o ética tecnológica.

El estudio de Nilsson et al. (2025) añade una dimensión organizacional decisiva al mostrar que la gestión algorítmica no produjo experiencias idénticas en dos empresas logísticas. La participación de trabajadores, integración de la tecnología a la gestión de SST, mayor control sobre la aplicación y complementación de métricas cuantitativas con valoraciones cualitativas aparecieron como prácticas capaces de mejorar la experiencia. Esta evidencia apoya el principio humano-céntrico del MPTA-IA y demuestra que el impacto no se encuentra determinado por el algoritmo de manera aislada, sino por la arquitectura de decisiones y relaciones en la que se inserta.

La autonomía actúa como recurso porque permite ajustar secuencia, ritmo y estrategia de trabajo frente a demandas cambiantes. Cuando un sistema automatizado define de manera rígida prioridades, tiempos o evaluaciones sin margen de criterio, la persona puede conservar responsabilidad sobre el resultado sin conservar control suficiente sobre el proceso. Esta combinación resulta especialmente problemática desde modelos de demandas y recursos, ya que eleva exigencias mientras limita mecanismos de afrontamiento. La revisión de Rademaker et al. (2025) refuerza esta interpretación al mostrar que determinados estilos de liderazgo pueden mitigar o intensificar tecnoestrés, por lo que la autonomía debe examinarse tanto en el diseño tecnológico como en el comportamiento directivo.

La paradoja observada en los datos de la OECD (2024) es esencial para evitar una discusión unilateral. El hecho de que una mayoría de trabajadores usuarios de IA declare mejoras en desempeño y disfrute indica que la tecnología puede funcionar como recurso, liberando tareas monótonas, apoyando decisiones y ampliando capacidad. Al mismo tiempo, la proporción de empleo en ocupaciones con mayor riesgo de automatización y las preocupaciones por intensidad y datos explican por qué puede coexistir satisfacción con inseguridad. La prevención debe manejar ambas dimensiones simultáneamente, porque una implantación beneficiosa en productividad no garantiza por sí misma condiciones psicológicamente sostenibles.

La inseguridad tecnológica merece especial atención aunque no se materialice en pérdida inmediata del empleo. La incertidumbre sobre si una competencia seguirá siendo útil, si el desempeño será comparado con sistemas automatizados o si la organización reducirá puestos puede activar estrés anticipatorio y conducta de actualización permanente. Kotek y Vranjes (2025) incluyen la inseguridad y la incertidumbre entre los creadores diferenciados de tecnoestrés, mientras la OECD (2023) destaca que el impacto de la IA se extiende a tareas, competencias y calidad del empleo más allá del número de puestos. De este modo, la gestión preventiva debe incluir comunicación clara sobre cambios, planes de formación y criterios transparentes de reorganización.

La actualización permanente puede ser una oportunidad de desarrollo cuando existe tiempo protegido, apoyo y reconocimiento, pero se convierte en riesgo cuando el aprendizaje se añade a la carga ordinaria o se traslada fuera de jornada. Este matiz permite diferenciar alfabetización digital saludable de una exigencia de autoformación continua sin recursos. El MPTA-IA incorpora el fortalecimiento de recursos como nivel independiente precisamente para evitar que la capacitación se convierta en otra

demanda, proponiendo cobertura formativa, soporte técnico, claridad de roles y participación como indicadores de capacidad organizacional de afrontamiento.

La gobernanza responsable de IA ofrece herramientas complementarias para convertir principios preventivos en procedimientos. El marco del NIST propone funciones de gobernanza, mapeo, medición y gestión del riesgo, con énfasis en características de confiabilidad y preservación de derechos (Tabassi, 2023). Aunque no se trata de una norma específica de SST, su lógica puede integrarse con identificación de peligros, evaluación y control, especialmente para documentar finalidades, personas afectadas, datos utilizados y mecanismos de supervisión humana. La combinación con indicadores psicosociales permite evaluar no solo si el sistema funciona técnicamente, sino si su uso modifica carga, autonomía, privacidad o justicia organizacional.

La EU-OSHA (2024) amplía este enfoque al diferenciar riesgos según tipos de tecnología, incluyendo automatización con IA, sistemas digitales inteligentes, plataformas, trabajo remoto y gestión de trabajadores basada en IA. Esta clasificación resulta útil porque evita tratar la digitalización como exposición uniforme y favorece preguntas específicas: qué tarea se automatiza, qué datos se recopilan, qué decisiones se delegan, cómo cambia el ritmo y qué posibilidades existen de desconectar. En la práctica, una evaluación de riesgos psicosociales digitales puede integrarse a matrices de SST existentes mediante variables adicionales sin crear un sistema paralelo desconectado de la gestión preventiva general.

En Ecuador, el Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo de 2024 fortalece el marco para una gestión preventiva basada en responsabilidades organizacionales y ofrece una base para incorporar riesgos emergentes asociados a digitalización (Ministerio del Trabajo, 2024). La relevancia nacional del MPTA-IA radica en que traduce un fenómeno internacional en indicadores compatibles con procesos de

identificación, evaluación, intervención y seguimiento. Su aplicación no exige esperar una clasificación legal independiente denominada “tecnoestrés por IA”; puede comenzar mediante evaluación de carga, horarios, autonomía, capacitación, vigilancia y participación dentro de los procedimientos existentes de riesgos psicosociales.

El modelo propuesto también permite evitar usos contraproducentes de IA en vigilancia de salud. La capacidad de analizar patrones de ausencia, productividad o señales de carga puede contribuir a prevención, pero inferir estados emocionales individuales sin consentimiento, transparencia o necesidad proporcional puede transformar una herramienta preventiva en un nuevo factor de vigilancia. El principio debe ser utilizar información agregada y pertinente para mejorar condiciones de trabajo, no para etiquetar personas ni automatizar decisiones sensibles. Este enfoque coincide con la orientación de derechos del NIST y con las recomendaciones internacionales de proteger salud mental mediante cambios en condiciones laborales (World Health Organization, 2022; World Health Organization & International Labour Organization, 2022).

La participación de trabajadores constituye una salvaguarda transversal porque aporta información que rara vez aparece en pruebas técnicas de una herramienta. Quienes ejecutan las tareas pueden identificar interrupciones, dobles registros, pérdida de significado, errores recurrentes, tiempos de espera o presión derivada de métricas que no se evidencian en indicadores de productividad. Nilsson et al. (2025) mostró el valor de involucrar a trabajadores en la gestión algorítmica, y las orientaciones WHO/ILO insisten en actuar sobre riesgos psicosociales mediante intervenciones organizacionales. La participación debe ocurrir desde la selección y diseño, continuar durante la implementación y mantenerse en la evaluación posterior.

La justicia organizacional se relaciona con la distribución desigual de beneficios y cargas de la digitalización. Trabajadores con competencias digitales avanzadas pueden experimentar mayor autonomía y eficiencia, mientras otros enfrentan complejidad, inseguridad o dependencia de soporte. La ausencia de formación suficiente puede convertir una innovación general en un mecanismo de desigualdad interna, y la automatización de decisiones puede reproducir diferencias si los criterios no son transparentes. Por ello, la alfabetización en IA debe combinar capacidades técnicas con comprensión de sesgos, privacidad, verificación de resultados y canales para cuestionar decisiones automatizadas.

Los hallazgos sobre trabajo-vida sugieren que la prevención debe incorporar recuperación como resultado organizacional. El metaanálisis de Bottaro et al. (2024) aporta evidencia cuantitativa sobre la relación entre tecnoestrés y ajuste trabajo-vida, y la EU-OSHA (2024) documenta cómo tecnologías remotas pueden prolongar disponibilidad. En el MPTA-IA, las horas de conectividad fuera de jornada y la frecuencia de interrupciones digitales funcionan como indicadores tempranos porque son modificables mediante diseño de turnos, canales de emergencia, tiempos de respuesta y reglas de comunicación. Medir únicamente agotamiento al final del proceso sería preventivamente tardío.

Los resultados también respaldan la utilidad de combinar indicadores de exposición, recursos y consecuencias. La sobrecarga o vigilancia describen exposición; la autonomía, apoyo y capacitación describen recursos; el agotamiento emocional, satisfacción, ausentismo y rotación reflejan consecuencias. Esta estructura evita interpretar una sola medida como diagnóstico y permite identificar rutas de intervención. Por ejemplo, un aumento de agotamiento acompañado por alta conectividad y bajo soporte señala un problema diferente de otro contexto con baja

exposición pero insatisfacción por causas no tecnológicas, lo que mejora especificidad de las decisiones preventivas.

La principal fortaleza del análisis consiste en integrar evidencia reciente de salud ocupacional, psicología del trabajo, sistemas de información y gobernanza de IA sin perder el foco en seguridad y salud en el trabajo. La incorporación de estudios de distintos sectores y marcos institucionales permite contrastar mecanismos comunes y sostener el carácter organizacional del problema. Además, las tablas y gráficos utilizan únicamente valores verificables y mantienen separación entre datos descriptivos de estudios específicos y conclusiones de síntesis, evitando producir una prevalencia global o un efecto combinado que la heterogeneidad de la evidencia no permite justificar.

Entre las limitaciones se encuentra el carácter narrativo de la revisión, que no pretende exhaustividad ni evaluación formal del riesgo de sesgo de todos los estudios disponibles. La selección de 20 fuentes prioritarias favorece actualidad y pertinencia, pero puede omitir literatura regional o estudios publicados en bases no accesibles mediante los portales consultados. También existe heterogeneidad en definiciones de tecnoestrés, escalas, sectores y desenlaces, por lo que las comparaciones de tamaños de muestra o porcentajes no deben interpretarse como equivalencia metodológica. Estas limitaciones justifican futuros estudios longitudinales y multicéntricos que evalúen directamente implementaciones de IA y cambios en agotamiento antes y después de intervenciones organizacionales.

Otra limitación deriva de la velocidad de cambio tecnológico, ya que categorías de IA, herramientas generativas y sistemas de gestión pueden modificarse más rápido que la producción de evidencia longitudinal. Esta condición aumenta la importancia de utilizar principios preventivos transferibles —control de carga, autonomía, transparencia, participación, soporte y recuperación— en lugar de depender de listas cerradas de

aplicaciones. Futuras investigaciones deberían evaluar el MPTA-IA en organizaciones reales, definir puntos de corte para indicadores de exposición digital y determinar qué combinaciones de medidas reducen agotamiento sin impedir beneficios de productividad y seguridad.

La aplicabilidad práctica del modelo se encuentra en su compatibilidad con ciclos de mejora continua. Identificar la tecnología y la tarea afectada permite localizar la exposición; evaluar demandas y recursos establece prioridades; intervenir sobre procesos y metas reduce la fuente; fortalecer soporte y capacitación aumenta capacidad de afrontamiento; y seguir indicadores verifica resultados. Esta secuencia puede utilizarse en evaluaciones de cambio tecnológico, comités de seguridad, auditorías internas y revisiones de sistemas de gestión, siempre que se preserve confidencialidad y se evite transformar los indicadores de salud en instrumentos de control individual.

En conjunto, la discusión confirma que el desafío central no es escoger entre trabajador e inteligencia artificial. La evidencia favorece diseños sociotécnicos donde la IA complemente capacidades humanas, reduzca exposición a tareas peligrosas o repetitivas y aporte información útil, mientras la organización conserva responsabilidad sobre ritmo, carga, autonomía, apoyo, participación y transparencia. La prevención del tecnoestrés exige, por tanto, pasar de una visión reactiva del bienestar a una gobernanza anticipatoria de la transformación digital dentro de SST, considerando el agotamiento emocional como señal de que la relación entre demandas y recursos ha dejado de ser sostenible.

Conclusiones

El análisis permite concluir que el tecnoestrés laboral y el agotamiento emocional constituyen desafíos emergentes de seguridad y salud en el trabajo cuando la inteligencia artificial modifica tareas, ritmos, supervisión, autonomía y exigencias de actualización. La evidencia reciente no identifica a la tecnología como un peligro inevitable, sino a determinadas condiciones de diseño e implementación como mecanismos capaces de transformar una herramienta útil en una demanda psicosocial sostenida. En consecuencia, la prevención debe centrarse en la interacción entre sistema tecnológico, organización y recursos disponibles para el trabajador.

Las cinco dimensiones clásicas —sobrecarga, invasión, complejidad, inseguridad e incertidumbre— mantienen capacidad explicativa y se amplían en el contexto de IA mediante intensificación laboral, vigilancia algorítmica y pérdida de autonomía. Los estudios revisados muestran asociaciones entre estas demandas y burnout, fatiga, menor bienestar, peor ajuste trabajo-vida e intención de rotación, con especial relevancia del agotamiento emocional como posible mecanismo intermedio y señal centinela de deterioro organizacional. Estas relaciones justifican incorporar indicadores digitales a la evaluación de riesgos psicosociales.

Los resultados también demuestran que apoyo organizacional, liderazgo adecuado, capacitación, participación y autonomía funcionan como recursos protectores. La formación tecnológica debe ofrecerse dentro del tiempo y estructura del trabajo, acompañada por soporte técnico y claridad sobre cambios, mientras las políticas de desconexión deben proteger recuperación real y no limitarse a declaraciones formales. La participación de trabajadores en selección, diseño y evaluación de sistemas permite

detectar riesgos que no se observan en métricas de eficiencia y fortalece la legitimidad de la transformación.

La gestión algorítmica requiere controles específicos de transparencia y supervisión humana, debido a que la recopilación de datos y la automatización de decisiones pueden aumentar vigilancia, presión e injusticia percibida. El uso de IA para apoyar seguridad resulta compatible con prevención siempre que los datos sean proporcionales, las finalidades estén definidas y no se utilicen inferencias emocionales opacas para etiquetar o sancionar personas. La gobernanza tecnológica debe integrarse a la gestión de SST con el mismo rigor aplicado a otros cambios capaces de modificar exposición laboral.

El MPTA-IA aporta una ruta preventiva de cinco niveles: identificación, evaluación, intervención organizacional, fortalecimiento de recursos y seguimiento. Su utilidad reside en trasladar conceptos a indicadores concretos como intensidad de uso, conectividad fuera de jornada, interrupciones, percepción de vigilancia, autonomía, cobertura de capacitación, agotamiento emocional, satisfacción, ausentismo y rotación. El principio rector consiste en evitar que toda la adaptación recaiga sobre la persona, por lo que una tecnología o proceso mal diseñado debe modificarse cuando produce demandas incompatibles con los recursos disponibles.

La integración de estos elementos dentro de sistemas de seguridad y salud en el trabajo permite evolucionar desde una respuesta centrada en síntomas hacia una prevención anticipatoria de riesgos cognitivos, emocionales y organizacionales. En el contexto ecuatoriano, el marco preventivo vigente ofrece una oportunidad para incorporar progresivamente variables de digitalización dentro de procesos de identificación de peligros y control, sin esperar a que cada nueva aplicación de IA cuente con una

regulación aislada. La prioridad debe ser mantener condiciones de trabajo seguras, saludables y sostenibles durante el cambio tecnológico.

El aporte principal consiste en establecer que productividad y bienestar no son objetivos incompatibles si la inteligencia artificial se implementa desde un enfoque humano-céntrico, participativo y transparente. La investigación futura deberá validar el MPTA-IA en diferentes sectores, desarrollar indicadores comparables y evaluar longitudinalmente intervenciones sobre carga, autonomía y apoyo. El desafío de la era de la IA no radica en sustituir el trabajo humano por tecnología ni en rechazar la innovación, sino en diseñar sistemas donde ambos interactúen bajo criterios preventivos que protejan salud y calidad del empleo.

Referencias Bibliográficas

World Health Organization. (2022). Guidelines on mental health at work. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/9789240053052

World Health Organization, & International Labour Organization. (2022). Mental health at work: Policy brief. World Health Organization and International Labour Organization. https://www.who.int/publications/i/item/9789240057944

Tabassi, E. (2023). Artificial intelligence risk management framework (AI RMF 1.0) (NIST AI 100-1). National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). OECD employment outlook 2023: Artificial intelligence and the labour market. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/08785bba-en

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024). Using AI in the workplace: Opportunities, risks and policy responses. OECD Artificial Intelligence Papers, 11. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/73d417f9-en

European Agency for Safety and Health at Work. (2024). Digital technologies at work and psychosocial risks: Evidence and implications for occupational safety and health. EU-OSHA. https://osha.europa.eu/sites/default/files/documents/Digitalisation-and-PSR_summary_EN.pdf

Ministerio del Trabajo. (2024). Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo: Decreto Ejecutivo No. 255. Gobierno del Ecuador. https://www.trabajo.gob.ec/reglamento-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/

Kotek, M., & Vranjes, I. (2025). When do employees perceive technology as stressful? A meta-analysis of work-related technostress antecedents. Information & Management, 62(8), 104203. https://doi.org/10.1016/j.im.2025.104203

Mansuroğlu, E., & Smith, A. P. (2026). Technostress and employee well-being: A systematic review of empirical evidence. Computers in Human Behavior Reports, 21, 100941. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2026.100941

Rademaker, T., Klingenberg, I., & Süß, S. (2025). Leadership and technostress: A systematic literature review. Management Review Quarterly, 75, 429–494. https://doi.org/10.1007/s11301-023-00385-x

Bottaro, R., De Giovanni, K., & Faraci, P. (2024). The extent to which technostress is related to employees' work-life fit: A multilevel meta-analysis. Workplace Health & Safety, 72(10), 421–430. https://doi.org/10.1177/21650799241264317

Wirth, T., Kräft, J., Marquardt, B., Harth, V., & Mache, S. (2024). Indicators of technostress, their association with burnout and the moderating role of support

offers among nurses in German hospitals: A cross-sectional study. BMJ Open, 14(7), e085705. https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-085705

Muhamad, N. A., Ma'amor, N. H., Jamalluddin, N. H., Rosli, I. A., Leman, F. N., Tengku Baharudin Shah, T. P. N., Misnan, N. S., Abdullah, N., Johari, M. Z., Chemi, N., Ibrahim, N., & Member of Technostress Study. (2025). Technostress and its associated factors: Burnout and fatigue among Malaysian healthcare workers (HCWs) in state hospitals. PLOS ONE, 20(3), e0319506. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0319506

Buzeti, J., Dečman, M., & Kristl, N. (2026). Associations of work- and personal-life-related techno-stressors with emotional exhaustion, sickness absenteeism, and turnover intentions in public administration. Acta Psychologica, 266, 106772. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2026.106772

Wang, H., Ding, H., & Kong, X. (2022). Understanding technostress and employee well-being in digital work: The roles of work exhaustion and workplace knowledge diversity. International Journal of Manpower, 44(2), 334–353. https://doi.org/10.1108/IJM-08-2021-0480

Gabbiadini, A., Paganin, G., & Simbula, S. (2023). Teaching after the pandemic: The role of technostress and organizational support on intentions to adopt remote teaching technologies. Acta Psychologica, 236, 103936. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2023.103936

Lanzl, J. (2023). Social support as technostress inhibitor: Even more important during the COVID-19 pandemic? Business & Information Systems Engineering, 65, 329–343. https://doi.org/10.1007/s12599-023-00799-7

Cheng, Y., Cheng, W.-J., Lin, R.-T., Wang, Y.-T., & Ko, J.-J. R. (2024). Associations between labor control through digital platforms and workers' mental wellbeing:

A survey of location-based platform workers in Taiwan. Safety and Health at Work, 15(4), 419–426. https://doi.org/10.1016/j.shaw.2024.08.003

Nilsson, K. H., Matilla-Santander, N., Lee, M. K., Brulin, E., Bodin, T., & Håkansta, C. (2025). Algorithmic management and occupational health: A comparative case study of organizational practices in logistics. Safety Science, 187, 106863. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2025.106863

Kinowska, H., & Sienkiewicz, Ł. (2023). Influence of algorithmic management practices on workplace well-being – evidence from European organisations. Information Technology & People, 36(8), 21–42. https://doi.org/10.1108/ITP-02-2022-0079

Causas del uso excesivo de la IA en la educación superior, análisis desde una perspectiva académica y pedagógica.

Causes of excessive AI use in higher education: an analysis from an academic and pedagogical perspective.

Causas do uso excessivo de IA no ensino superior: análise sob uma perspectiva acadêmica e pedagógica

Steveen Eduardo Carpio Candelario
Universidad Casa Grande
Ecuador
steveen.carpio@casagrande.edu.ec
https://orcid.org/0009-0007-4036-3331

Miguel Ángel Granja Chiriboga
Universidad De Guayaquil
Ecuador
Dr_MiguelGranja@hotmail.com
https://orcid.org/0009-0005-8014-0197

Stalyn Roberto Palomeque Florencio
Universidad Espíritu Santo - UEES
Ecuador
stalyn.palomeque@uees.edu.ec
https://orcid.org/0009-0004-5339-2244

Forma de citación en APA, séptima edición.

Carpio, S; Granja, M; Palomeque, S. (2026). *Causas del uso excesivo de la IA en la educación superior, análisis desde una perspectiva académica y pedagógica*. Revista Ibero Research, 1(7), 456 – 494.

Fecha de presentación: 20/08/2026 **Fecha de aceptación:** 03/09/2026 **Fecha de publicación:** 04/09/2026

Resumen

La expansión de la inteligencia artificial generativa ha transformado las prácticas de estudio, escritura, búsqueda de información y evaluación en la educación superior, al mismo tiempo que ha intensificado la preocupación por la sustitución de procesos cognitivos y la dependencia tecnológica. El objetivo fue identificar y sintetizar las principales causas asociadas al uso excesivo de inteligencia artificial generativa entre estudiantes universitarios desde una perspectiva académica y pedagógica. Se desarrolló una revisión sistemática con síntesis narrativa, orientada por PRISMA 2020, mediante literatura publicada entre enero de 2023 y agosto de 2026 y un corpus analítico de 19 documentos temáticos verificados. Los hallazgos muestran una interacción entre utilidad y facilidad percibidas, presión académica, ahorro de tiempo, hábito, autonomía, influencia social, escasa orientación institucional y diseños de evaluación susceptibles de delegación cognitiva. La evidencia sobre pensamiento crítico es heterogénea y no permite atribuir deterioro cognitivo inevitable a la tecnología. Se concluye que el uso excesivo responde a un fenómeno multifactorial, cuya prevención requiere alfabetización en IA, autorregulación, políticas claras y evaluaciones centradas en razonamiento, proceso y argumentación.

Palabras clave: dependencia tecnológica; pensamiento crítico; autorregulación; integridad académica; alfabetización digital.

Abstract

The expansion of generative artificial intelligence has transformed study, writing, information-search, and assessment practices in higher education, while intensifying concerns about the substitution of cognitive processes and technological dependence. The objective was to identify and synthesize the main causes associated with excessive generative artificial intelligence use among university students from an academic and pedagogical perspective. A systematic review with narrative synthesis was conducted, guided by PRISMA 2020, using literature published from January 2023 to August 2026 and an analytical corpus of 19 verified thematic documents. Findings show an interaction among perceived usefulness and ease of use, academic pressure, time saving, habit, autonomy, social influence, limited institutional guidance, and assessment designs that enable cognitive delegation. Evidence regarding critical thinking is heterogeneous and does not support attributing inevitable cognitive deterioration to the technology. Excessive use is therefore a multifactorial phenomenon whose prevention requires AI literacy, self-regulation, clear institutional policies, and assessment focused on reasoning, process, and argumentation.

Keywords: technological dependence; critical thinking; self-regulation; academic integrity; digital literacy.

Resumo

A expansão da inteligência artificial generativa transformou as práticas de estudo, escrita, busca de informação e avaliação no ensino superior, ao mesmo tempo em que intensificou a preocupação com a substituição de processos cognitivos e a dependência tecnológica. O objetivo foi identificar e sintetizar as principais causas associadas ao uso excessivo de inteligência artificial generativa entre estudantes universitários sob uma perspectiva acadêmica e pedagógica. Foi realizada uma revisão sistemática com síntese narrativa, orientada pelo PRISMA 2020, utilizando literatura publicada entre janeiro de 2023 e agosto de 2026 e um corpus analítico de 19 documentos temáticos verificados. Os achados mostram interação entre utilidade e facilidade percebidas, pressão acadêmica, economia de tempo, hábito, autonomia, influência social, pouca orientação institucional e desenhos de avaliação suscetíveis à delegação cognitiva. A evidência sobre pensamento crítico é heterogênea e não permite atribuir deterioração cognitiva inevitável à tecnologia. Conclui-se que o uso excessivo é multifatorial e requer alfabetização em IA, autorregulação, políticas claras e avaliações centradas em raciocínio, processo e argumentação.

Palavras-chave: dependência tecnológica; pensamento crítico; autorregulação; integridade acadêmica; alfabetização digital.

Introducción

La inteligencia artificial generativa se incorporó con rapidez a la vida universitaria porque permite producir texto, resumir documentos, traducir, generar código, formular explicaciones y sostener conversaciones mediante lenguaje natural. Esta disponibilidad ha modificado la relación entre el estudiante y las tareas académicas, pues una parte de actividades que antes exigía búsqueda, lectura, síntesis y redacción puede resolverse ahora mediante una interacción inmediata con sistemas conversacionales. El cambio ofrece oportunidades de apoyo, pero también plantea interrogantes sobre la intensidad y la finalidad con que se emplea la tecnología (Tlili et al., 2023; Yusuf et al., 2024).

El análisis del fenómeno exige diferenciar el uso educativo de la utilización excesiva. El primero aparece cuando la herramienta contribuye a contrastar ideas, recibir retroalimentación, explorar alternativas o comprender contenidos sin desplazar la responsabilidad intelectual del estudiante. El segundo se configura cuando la consulta automatizada se convierte en respuesta habitual ante actividades que requieren razonamiento propio, verificación de fuentes o elaboración argumentativa, de modo que la eficiencia tecnológica comienza a reemplazar procesos formativos que deberían practicarse de manera autónoma (Zhai et al., 2024).

La adopción de ChatGPT y otras herramientas generativas no depende de un único motivo. Los modelos de aceptación tecnológica muestran que la utilidad percibida, la facilidad de uso, el hábito y las condiciones facilitadoras influyen en la intención y en la conducta de uso; a ello se agregan elementos motivacionales como autonomía, relación con la herramienta y satisfacción, así como factores sociales vinculados con la conducta de pares y la normalización del recurso en los espacios universitarios (Strzelecki, 2024; Annamalai et al., 2025; Abdaljaleel et al., 2024).

La presión académica representa otra dimensión relevante porque la IA generativa ofrece una reducción inmediata del tiempo requerido para producir respuestas, organizar materiales y completar tareas. La evidencia longitudinal ha asociado la carga de trabajo y la presión temporal con un mayor uso de ChatGPT, mientras que estudios de triangulación han identificado el ahorro de tiempo, la gestión de tareas y la facilidad de acceso entre los determinantes del uso estudiantil. Esta relación permite comprender el sobreuso no solo como una decisión individual, sino también como una respuesta a sistemas de producción académica intensiva (Abbas et al., 2024; Niloy et al., 2024).

El diseño pedagógico puede ampliar o reducir esa tendencia. Las evaluaciones centradas exclusivamente en productos escritos y respuestas fácilmente reproducibles por modelos generativos disminuyen el costo de delegar la tarea, especialmente cuando no se solicita evidencia del proceso, justificación oral, reflexión metacognitiva o aplicación contextualizada. En contraste, las propuestas de rediseño recomiendan desplazar el énfasis desde la detección de textos generados hacia la construcción de evidencias de aprendizaje que hagan visible el razonamiento, la toma de decisiones y la revisión crítica (Lye & Lim, 2024).

La integridad académica forma parte del problema, aunque no lo agota. Una encuesta amplia en la Universidad de Liverpool mostró que el estudiantado diferencia entre apoyos de edición y la generación de trabajos completos, lo que indica que las fronteras de aceptabilidad no son uniformes y dependen del tipo de asistencia. El mismo estudio evidenció demanda de políticas institucionales y diferencias según la confianza del estudiante en su propia escritura, aspecto que vincula las normas académicas con competencias, seguridad y percepción de necesidad (Johnston et al., 2024).

Las percepciones estudiantiles también muestran una combinación de beneficio y reserva. En Hong Kong se identificaron ventajas asociadas con apoyo al aprendizaje,

respuesta inmediata y productividad, junto con preocupaciones por exactitud, privacidad, dependencia y ética; en otros contextos se han descrito valoraciones positivas de la capacidad explicativa de ChatGPT y, simultáneamente, dudas sobre la confiabilidad de sus respuestas. La coexistencia de estas percepciones impide interpretar el uso frecuente como una simple adhesión acrítica a la tecnología (Chan & Hu, 2023; Shoufan, 2023).

La relación entre sobredependencia y pensamiento crítico ocupa un lugar central en la discusión pedagógica. Una revisión sistemática sobre sistemas de diálogo con IA identificó riesgos para la toma de decisiones y el razonamiento cuando las recomendaciones se aceptan sin cuestionamiento, pero otras síntesis muestran que los efectos dependen del tipo de tarea, de la mediación pedagógica y de la forma de interacción. En estudios experimentales, ChatGPT ha mostrado beneficios en rendimiento y algunas variables de aprendizaje, por lo que no resulta científicamente válido asumir un deterioro cognitivo automático por el solo hecho de utilizar IA (Zhai et al., 2024; Deng et al., 2025; Lo et al., 2024).

La autonomía constituye una condición especialmente ambivalente. La posibilidad de consultar un sistema en cualquier momento puede ampliar el control sobre el aprendizaje y facilitar explicaciones adaptadas, pero la misma disponibilidad puede consolidar una rutina de consulta previa a cualquier esfuerzo independiente. El modelo de motivación para uso continuo propuesto por Annamalai et al. (2025) mostró que autonomía y relación con la herramienta explican una proporción elevada de la motivación de continuidad, lo que sugiere que la dependencia potencial puede estar vinculada con experiencias de conveniencia y competencia percibida, no únicamente con intención de evitar el trabajo.

En América Latina se dispone de evidencia que confirma la importancia de la responsabilidad y de la verificación. En estudiantes universitarios peruanos, la aceptación, las emociones positivas, la intención de uso frecuente y, especialmente, el uso responsable se relacionaron con actitudes favorables hacia ChatGPT, mientras que la percepción de riesgo operó en sentido contrario. Este patrón refuerza la necesidad de considerar simultáneamente la disposición a utilizar la herramienta y las prácticas de comprobación que acompañan esa decisión (Acosta-Enriquez et al., 2024).

El contexto ecuatoriano muestra problemas semejantes desde una escala más próxima. Una investigación con 335 universitarios de la provincia de Los Ríos describió utilización limitada para actividades prácticas, aprendizaje mayoritariamente autodidacta y falta de orientación suficiente, con énfasis en la necesidad de guía docente para un empleo responsable, ético y crítico. Esta evidencia permite situar el problema nacional no como ausencia de acceso a herramientas, sino como una brecha entre disponibilidad tecnológica, acompañamiento pedagógico y formación para valorar la calidad de las respuestas (Izquierdo-Morán et al., 2025).

La alfabetización en IA aparece, por tanto, como una competencia transversal que excede la habilidad de formular instrucciones. Comprende reconocer límites de los modelos, evaluar la plausibilidad de una respuesta, contrastar referencias, identificar sesgos, proteger información sensible y declarar de manera transparente cuándo se ha utilizado asistencia generativa. La guía de UNESCO propone un enfoque centrado en capacidades humanas, gobernanza y uso responsable, principios coherentes con la necesidad de preservar la agencia del estudiante mientras se aprovechan las funciones de apoyo disponibles (Miao & Holmes, 2023).

La evidencia internacional permanece heterogénea porque los estudios emplean poblaciones, disciplinas, herramientas, escalas y resultados distintos. La revisión de 72

investigaciones sobre compromiso estudiantil encontró tanto participación como desvinculación en entornos apoyados por ChatGPT, mientras que el mapeo sistemático de 407 publicaciones mostró que adopción, ética, riesgos, desempeño y experiencias constituyen ejes recurrentes de una literatura en rápida expansión. Esta heterogeneidad obliga a evitar explicaciones monocausales y a organizar la evidencia en categorías comparables (Lo et al., 2024; Yusuf et al., 2024).

El vacío principal se encuentra en la integración de los determinantes tecnológicos con las condiciones académicas y pedagógicas que convierten un uso funcional en una práctica de dependencia. Gran parte de la literatura examina aceptación, intención de uso o resultados del aprendizaje por separado, mientras que la pregunta sobre por qué el estudiante transfiere de manera reiterada procesos cognitivos a la IA exige considerar presión, hábitos, autonomía, evaluación, normas y capacidades críticas dentro de un mismo marco explicativo.

En este contexto, el objetivo general consistió en identificar y sintetizar sistemáticamente la evidencia científica disponible sobre las principales causas asociadas al uso excesivo de inteligencia artificial generativa en estudiantes de educación superior desde una perspectiva académica y pedagógica. De manera específica, se buscó identificar factores individuales, analizar la influencia de la carga y presión académica, examinar utilidad, facilidad y accesibilidad tecnológica, determinar la influencia pedagógica e institucional, valorar la relación con pensamiento crítico y autonomía cognitiva, y derivar orientaciones para reducir la dependencia sin excluir el uso educativo de la tecnología.

Metodología

Se desarrolló una revisión sistemática de literatura con síntesis narrativa, orientada por los principios de transparencia y reproducibilidad de PRISMA 2020, debido a que el objeto de estudio reúne evidencia cuantitativa, cualitativa, mixta, revisiones y documentos de orientación institucional. El diseño se mantuvo en el nivel de síntesis explicativa y no se realizó metaanálisis, ya que los estudios recuperados midieron constructos diferentes, emplearon escalas no equivalentes y analizaron resultados que no podían combinarse válidamente mediante un único estimador de efecto (Page et al., 2021).

La búsqueda cubrió publicaciones comprendidas entre el 1 de enero de 2023 y el 31 de agosto de 2026, intervalo definido por la expansión de herramientas generativas conversacionales de disponibilidad masiva en la educación superior. Durante la elaboración definitiva se consultaron registros académicos y textos de editoriales o índices científicos en ScienceDirect, SpringerLink, PubMed/MEDLINE, ERIC, IEEE Xplore, Wiley Online Library y Taylor & Francis, además de documentos oficiales de UNESCO y rastreo de referencias cruzadas y DOI para comprobar la identidad bibliográfica de cada fuente.

La estrategia combinó términos en español e inglés relacionados con el fenómeno y sus determinantes. Se utilizaron expresiones equivalentes a inteligencia artificial generativa, generative artificial intelligence, generative AI, ChatGPT, large language models y AI chatbots, vinculadas mediante AND con higher education, university, college, tertiary education, students y learners; para la dimensión causal se añadieron overuse, over-reliance, dependence, continued use, intention to use, usefulness, ease of use,

academic workload, time pressure, autonomy, habit, peer pressure, assessment, academic integrity, critical thinking y self-regulation.

Los criterios de inclusión exigieron publicaciones académicas o documentos institucionales de alta pertinencia, relación explícita con educación superior, análisis de estudiantes universitarios o de prácticas pedagógicas universitarias, abordaje de adopción, frecuencia, continuidad, dependencia, sobredependencia o consecuencias académicas, y suficiente descripción metodológica para valorar el alcance de sus resultados. Se admitieron estudios empíricos cuantitativos, cualitativos o mixtos, revisiones sistemáticas, metaanálisis y documentos normativos o de orientación internacional cuando aportaron elementos directamente vinculados con gobernanza y alfabetización en IA.

Se excluyeron duplicados, editoriales sin desarrollo analítico suficiente, resúmenes de congresos sin texto completo, estudios exclusivamente técnicos sobre arquitectura de modelos, investigaciones centradas de manera exclusiva en educación primaria o secundaria, publicaciones sin relación con procesos formativos y documentos cuya información no permitía verificar autoría, año, fuente o metodología. La decisión de elegibilidad priorizó la capacidad de cada fuente para responder al objetivo del artículo y para documentar causas, condiciones o mecanismos de uso continuado.

El proceso de selección se efectuó mediante lectura progresiva de título, resumen y texto o registro editorial verificable, seguida por comprobación cruzada de DOI, volumen, año, autores y revista cuando estos datos estuvieron disponibles. La síntesis final quedó constituida por 19 documentos temáticos: 18 artículos científicos revisados por pares y una guía internacional de UNESCO; adicionalmente, la declaración PRISMA 2020 se utilizó como referencia metodológica, por lo que no se contabilizó dentro del corpus temático analizado.

La extracción se organizó en una matriz que registró autor y año, diseño, tamaño muestral cuando correspondía, contexto, propósito de uso, determinantes de adopción o continuidad, indicadores de sobredependencia, consecuencias académicas o cognitivas y propuestas institucionales. En los estudios basados en modelos estructurales se conservaron los coeficientes y porcentajes de varianza explicada informados por los autores, sin recalcular parámetros; en revisiones y metaanálisis se registró el número de publicaciones sintetizadas y la dirección general de los hallazgos.

Para evitar comparaciones artificiales, los indicadores numéricos se interpretaron dentro de su escala original. Los coeficientes estandarizados de modelos diferentes no se combinaron, las medias de instrumentos particulares no se transformaron a una métrica común y los porcentajes de uso se mantuvieron según su definición en cada estudio. Esta decisión fue necesaria porque intención de uso, conducta observada, motivación de continuidad, actitud, accesibilidad y sobredependencia constituyen variables relacionadas, pero metodológicamente no intercambiables.

La evaluación crítica consideró coherencia entre pregunta, diseño, muestra, análisis y conclusiones, además de la claridad de los instrumentos y de las limitaciones declaradas. Se otorgó mayor peso interpretativo a estudios con muestras amplias, modelos validados, diseños temporales o síntesis sistemáticas, sin excluir investigaciones de menor escala cuando aportaban comprensión cualitativa o contextual. Las conclusiones se formularon por convergencia de evidencia y no por conteo simple de artículos, con especial cautela cuando los hallazgos procedían de una única población.

La categorización se realizó de manera deductiva e integrativa a partir del documento base y de la literatura externa, conservando cinco dominios explicativos: factores tecnológicos, factores académicos, factores motivacionales y de autorregulación,

factores sociales e institucionales, y factores pedagógicos vinculados con evaluación y acompañamiento. Cada hallazgo se asignó al dominio que describía mejor su mecanismo principal, aunque se reconoció la superposición entre categorías, por ejemplo cuando la facilidad tecnológica interactuaba con presión temporal o cuando la ausencia de reglas institucionales aumentaba la influencia de los pares.

El concepto de uso excesivo se operacionalizó de forma conceptual, no mediante un punto de corte universal, porque la literatura reciente carece de una medida única aplicable a todos los contextos. Se consideraron indicadores de riesgo la consulta repetida para sustituir razonamiento, la dependencia de soluciones inmediatas, la delegación de escritura o resolución de problemas, la dificultad para trabajar sin asistencia y la aceptación no verificada de respuestas. Esta definición permitió distinguir intensidad de uso de dependencia funcional, evitando clasificar como excesiva una utilización frecuente pero pedagógicamente activa y crítica.

La síntesis de resultados combinó descripción tabular y representación gráfica de datos directamente reportados por las fuentes. Se construyeron cuatro tablas y cuatro gráficos intercalados, sin estimaciones inventadas ni agregaciones estadísticas no justificadas; los gráficos de tamaños muestrales, varianza explicada, volumen de revisiones y propósitos de uso conservaron los valores publicados, mientras que las tablas organizaron características, determinantes, evidencia secundaria y el marco causal integrado.

Las consideraciones éticas se abordaron desde la naturaleza documental del trabajo. No se recolectaron datos personales ni se intervino sobre participantes, por lo que no correspondió solicitar consentimiento informado para esta revisión; se mantuvo, en cambio, la obligación de representar fielmente los resultados de las investigaciones originales, diferenciar asociaciones de causalidad, evitar atribuciones no sustentadas y

citar las fuentes en formato APA 7.ª edición. La información institucional sobre uso responsable se trató como orientación normativa y no como evidencia experimental.

El análisis se completó mediante lectura comparativa de estudios de adopción, percepciones, motivación, presión académica, compromiso, pensamiento crítico y gobernanza. El eje interpretativo buscó responder no solo qué variables se asocian con el uso, sino cómo su interacción puede desplazar la IA desde una función de apoyo hacia una función sustitutiva. La estructura final permitió relacionar datos internacionales con evidencia latinoamericana y ecuatoriana sin atribuir generalización estadística a contextos que no fueron diseñados para representar a toda la población universitaria.

Resultados

La síntesis mostró que el uso excesivo no se concentra en una única dimensión, sino en una cadena de condiciones que comienza con acceso y utilidad, se intensifica ante presión académica y hábito, y puede consolidarse cuando el contexto pedagógico permite delegar procesos sin exigir verificación o razonamiento visible. Los estudios empíricos revisados presentan tamaños muestrales y diseños diversos, desde encuestas de percepción hasta modelos estructurales y mediciones temporales, lo que amplía la comprensión del fenómeno pero limita la comparación directa de todos sus indicadores.

La evidencia primaria se concentró en estudiantes universitarios de contextos geográficos diferentes, con especial presencia de investigaciones en Europa, Asia, América Latina, África y países árabes. La Tabla 1 resume los estudios empíricos que aportaron datos directamente utilizables para comprender causas de adopción,

continuidad, presión, percepción y orientación institucional, manteniendo los tamaños muestrales y hallazgos comunicados por cada publicación.

Tabla 1. Características de estudios empíricos seleccionados sobre uso de IA generativa en educación superior

Estudio	Diseño / muestra	Contexto	Aporte principal al análisis del uso
Chan y Hu (2023)	Encuesta; n = 399	Educación superior, Hong Kong	Beneficios percibidos de apoyo y productividad junto con preocupaciones por exactitud, privacidad, ética y dependencia.
Shoufan (2023)	Análisis temático y encuesta; n = 56	Estudiantes universitarios	Valoraciones favorables sobre utilidad y capacidad explicativa, acompañadas de dudas sobre confiabilidad y limitaciones.
Johnston et al. (2024)	Encuesta; n = 2.555	Universidad de Liverpool, Reino Unido	Diferenciación entre asistencia lingüística y generación de trabajos completos; demanda de orientación institucional.
Abbas et al. (2024)	Dos estudios; n = 165 y n = 494	Estudiantes universitarios	Carga académica, presión temporal y sensibilidad a recompensas/calidad asociadas con uso; se examinaron procrastinación, memoria y desempeño.
Abdaljaleel et al. (2024)	Encuesta multinacional; n = 2.240	Iraq, Kuwait, Egipto, Líbano y Jordania	Facilidad, utilidad, influencia social, actitud tecnológica, riesgo y ansiedad vinculados con actitud y uso.
Acosta-Enriquez et al. (2024)	Encuesta; n = 499	Diez universidades, Perú	Uso responsable, intención frecuente, aceptación y emociones positivas asociados con actitud hacia ChatGPT.
Strzelecki (2024)	Encuesta y SEM; n = 503	Educación superior, Polonia	Hábito, expectativa de desempeño y motivación hedónica predijeron intención; intención, hábito y condiciones facilitaron conducta.
Baidoo-Anu et al. (2024)	Encuesta y validación de escala; n = 277	Educación superior, Ghana	Accesibilidad y beneficios coexistieron con preocupación por sobredependencia y pensamiento crítico.
Annamalai et al. (2025)	Encuesta y PLS-SEM; n = 324	Estudiantes EFL/ESL	Autonomía y relación predijeron motivación de uso continuo; el modelo explicó 70,8 % de la varianza.
Izquierdo-Morán et al. (2025)	Estudio mixto transversal; n = 335	Los Ríos, Ecuador	Uso práctico limitado, aprendizaje autodidacta y falta de orientación suficiente para adopción responsable.

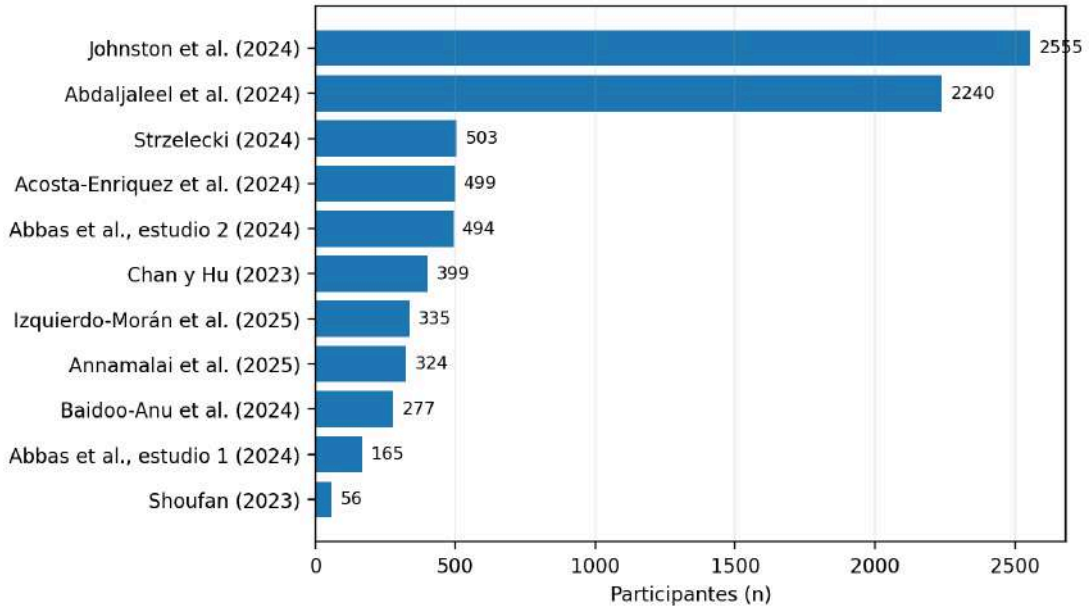
Fuente: elaboración propia a partir de Chan y Hu (2023), Shoufan (2023), Johnston et al. (2024), Abbas et al. (2024), Abdaljaleel et al. (2024), Acosta-Enriquez et al. (2024), Strzelecki (2024), Baidoo-Anu et al. (2024), Annamalai et al. (2025) e Izquierdo-Morán et al. (2025).

La Tabla 1 evidencia una convergencia metodológica alrededor de encuestas y modelos de percepción, aunque incorpora diseños temporales y mixtos que permiten observar

relaciones más complejas. Las muestras amplias de Johnston et al. (2024) y Abdaljaleel et al. (2024) aportan estabilidad descriptiva sobre normas, actitudes y factores sociales, mientras que Abbas et al. (2024) ofrece una aproximación temporal a presión académica y consecuencias; los estudios latinoamericanos y ecuatorianos añaden pertinencia contextual sobre responsabilidad, capacitación y guía docente.

La amplitud de las muestras constituye un indicador relevante para dimensionar el respaldo empírico disponible, sin implicar que un estudio con mayor número de participantes tenga necesariamente mejor validez causal. El Gráfico 1 compara únicamente los tamaños muestrales publicados en investigaciones seleccionadas, con el propósito de mostrar la heterogeneidad de escala con la que se han estudiado percepciones, aceptación, continuidad y uso académico.

Gráfico 1. Tamaños muestrales reportados en estudios empíricos seleccionados



Fuente: elaboración propia con los tamaños muestrales publicados por los estudios citados en la Tabla 1.

El Gráfico 1 muestra una distribución muy desigual de tamaños muestrales, con dos investigaciones superiores a dos mil participantes y un conjunto de estudios entre aproximadamente 277 y 503 estudiantes, además de trabajos de menor escala. Este

patrón explica por qué algunos resultados pueden describir tendencias poblacionales con mayor precisión, mientras otros cumplen una función exploratoria o de validación de modelos; la heterogeneidad también refuerza la necesidad de interpretar las asociaciones dentro del diseño específico de cada investigación.

Los determinantes cuantitativos se organizaron sin convertirlos en una escala común, pues cada estudio utilizó variables dependientes y marcos conceptuales distintos. La Tabla 2 reúne indicadores especialmente informativos sobre hábito, utilidad, intención de uso, presión temporal, autonomía, influencia social y responsabilidad, con notas que permiten diferenciar coeficientes estandarizados, porcentajes de varianza y resultados cualitativos o descriptivos.

Tabla 2. Determinantes cuantitativos y cualitativos asociados con adopción, continuidad y uso de ChatGPT

Fuente	Indicador publicado	Resultado relevante	Lectura para el marco causal
Strzelecki (2024)	Coeficientes estandarizados y R^2	Hábito = 0,339; expectativa de desempeño = 0,260; motivación hedónica = 0,187 para intención. R^2 intención = 72,8 %; conducta = 54,7 %.	La continuidad se relaciona con hábito, utilidad esperada y condiciones que convierten la intención en conducta.
Annamalai et al. (2025)	PLS-SEM y R^2	Autonomía y relación predijeron motivación de continuidad; R^2 = 70,8 %.	La experiencia de control y conexión con la herramienta puede consolidar uso continuado.
Abbas et al. (2024)	Diseño temporal	Carga de trabajo y presión académica se evaluaron como antecedentes de uso; el uso se vinculó con procrastinación, pérdida de memoria y desempeño.	La presión académica funciona como incentivo estructural para recurrir a respuestas rápidas.
Abdaljaleel et al. (2024)	Regresión multivariada / R^2	Facilidad, utilidad, influencia social y baja percepción de riesgo favorecieron actitud y uso; R^2 de uso = 11,7 %.	Los determinantes tecnológicos y sociales explican parte del comportamiento, pero permanecen factores no observados.
Acosta-Enriquez et al. (2024)	Coeficientes estandarizados	Uso responsable β = 0,806; intención frecuente β = 0,509; aceptación β = 0,441; emociones positivas β = 0,418; riesgo β = -0,104.	Frecuencia y responsabilidad pueden coexistir; el riesgo percibido modera la disposición favorable.
Niloy et al. (2024)	Triangulación y SEM	Seis de siete variables exógenas fueron significativas; se analizaron ahorro de tiempo, facilidad, aprendizaje asistido, inseparabilidad, miseria cognitiva, conocimiento técnico y presión de pares.	La adopción combina eficiencia, cognición, accesibilidad y normalización social.

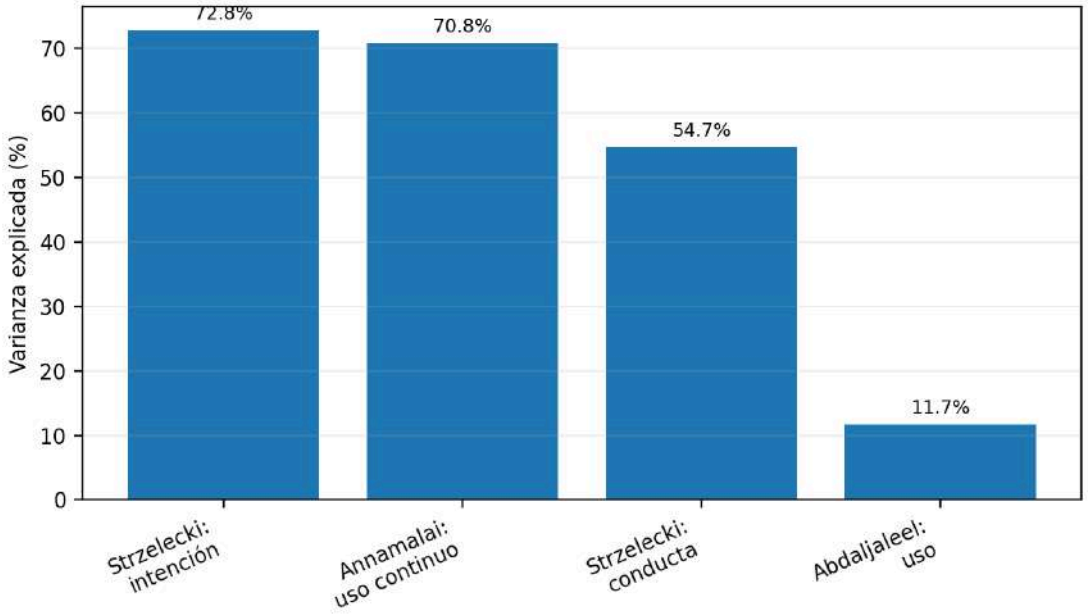
Fuente	Indicador publicado	Resultado relevante	Lectura para el marco causal
Baidoo-Anu et al. (2024)	Escala de experiencia estudiantil	Media de accesibilidad = 3,09; beneficios académicos = 3,01; preocupación por sobredependencia/pensamiento crítico = 3,01 en el ítem reportado.	La percepción de utilidad puede coexistir con conciencia explícita de riesgos cognitivos.

Fuente: elaboración propia a partir de Strzelecki (2024), Annamalai et al. (2025), Abbas et al. (2024), Abdaljaleel et al. (2024), Acosta-Enriquez et al. (2024), Niloy et al. (2024) y Baidoo-Anu et al. (2024). Los coeficientes pertenecen a modelos distintos y no son directamente comparables.

La Tabla 2 confirma que la continuidad de uso surge de la combinación de gratificación funcional y condiciones de contexto. El hábito, la expectativa de desempeño y la autonomía aparecen con fuerza en modelos explicativos, mientras que la carga académica y la presión temporal aportan un mecanismo de necesidad; en paralelo, la responsabilidad, la verificación y la percepción de riesgo modulan la forma en que la herramienta se incorpora a las actividades, por lo que adopción y sobredependencia no pueden tratarse como conceptos equivalentes.

Los modelos que reportaron varianza explicada permiten una comparación visual limitada a la capacidad de sus propias ecuaciones para representar resultados diferentes. El Gráfico 2 presenta cuatro valores R^2 publicados, manteniendo explícitamente que se refieren a intención conductual, conducta de uso, motivación de continuidad y uso de ChatGPT, por lo que no representan una medida única de dependencia ni deben promediarse entre sí.

Gráfico 2. Varianza explicada por modelos seleccionados de intención, conducta y continuidad de uso



Fuente: elaboración propia con R^2 publicados por Strzelecki (2024), Annamalai et al. (2025) y Abdaljaleel et al. (2024). Los resultados corresponden a variables dependientes diferentes.

La mayor varianza explicada se observó en la intención conductual del modelo de Strzelecki (2024) y en la motivación de uso continuo de Annamalai et al. (2025), ambas por encima del 70 %, mientras que la conducta efectiva mostró una proporción menor y el modelo multinacional de uso presentó un R^2 considerablemente inferior. La diferencia es consistente con la distinción metodológica entre explicar una intención o motivación y explicar una conducta real, que suele depender de factores adicionales no capturados por un solo cuestionario.

Las revisiones y metaanálisis aportaron un segundo nivel de evidencia para valorar la consistencia de los hallazgos y, sobre todo, para evitar conclusiones absolutas sobre efectos cognitivos. La Tabla 3 sintetiza cuatro trabajos de alcance amplio que examinaron el mapa de investigación, el compromiso estudiantil, la sobredependencia cognitiva y los resultados experimentales de aprendizaje.

Tabla 3. Síntesis de revisiones recientes sobre IA generativa, compromiso, aprendizaje y sobredependencia

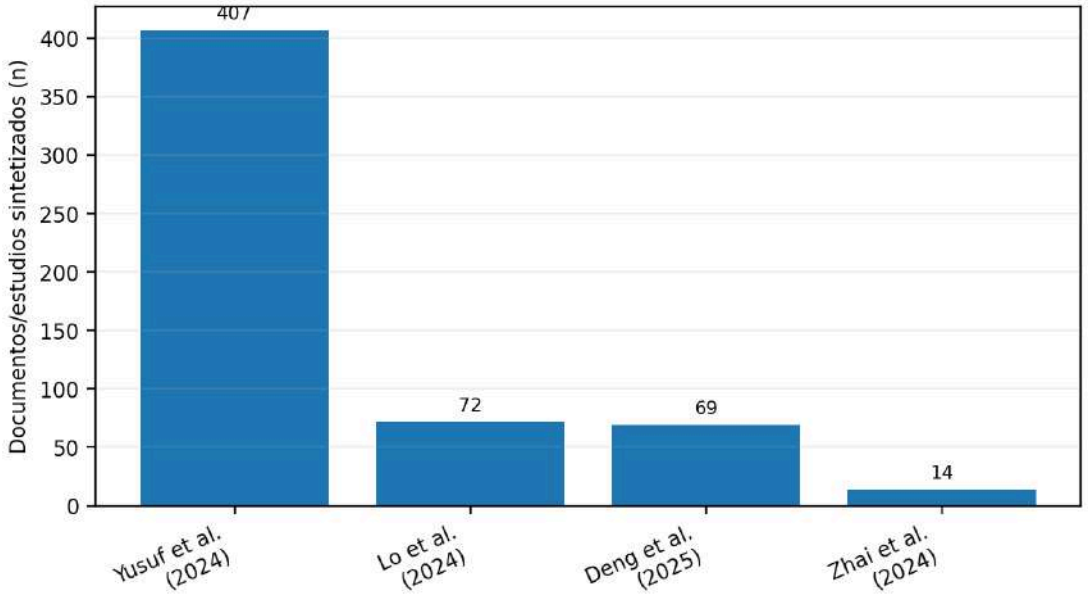
Revisión	Alcance cuantitativo	Objeto de síntesis	Hallazgo pertinente
Yusuf et al. (2024)	407 publicaciones	Mapeo sistemático de IA generativa en educación e investigación	Adopción, ética, riesgos, experiencias, desempeño y aplicaciones aparecen como temas centrales de un campo en rápida expansión.
Lo et al. (2024)	72 estudios empíricos	Influencia de ChatGPT en compromiso estudiantil	Se identificaron tanto compromiso como desvinculación; la calidad de evidencia sobre hábitos y efectos requiere mayor robustez.
Deng et al. (2025)	69 artículos experimentales identificados	Efectos de ChatGPT sobre aprendizaje	Beneficios en rendimiento y variables afectivo-motivacionales, junto con reducción de esfuerzo mental; no todos los resultados mejoraron.
Zhai et al. (2024)	14 artículos	Sobredependencia de sistemas de diálogo y capacidades cognitivas	La aceptación no cuestionada de recomendaciones se vinculó con riesgos para decisión, pensamiento crítico y análisis.

Fuente: elaboración propia a partir de Yusuf et al. (2024), Lo et al. (2024), Deng et al. (2025) y Zhai et al. (2024).

La Tabla 3 revela que la literatura general sobre IA generativa en educación es mucho más extensa que la evidencia específicamente orientada a sobredependencia. El mapeo de Yusuf et al. (2024) abarca centenares de publicaciones y confirma la presencia de temas sobre adopción y riesgos, mientras que Zhai et al. (2024) identifica un conjunto reducido de estudios centrados directamente en efectos cognitivos; esta diferencia de escala exige prudencia al convertir preocupaciones teóricas en afirmaciones causales.

La cantidad de documentos sintetizados por cada revisión permite observar la madurez desigual de los subcampos. El Gráfico 3 representa los números publicados por cuatro revisiones, sin asumir equivalencia entre sus criterios de inclusión, porque una revisión de mapeo, una revisión de compromiso, una revisión de sobredependencia y un metaanálisis experimental persiguen objetivos metodológicos distintos.

Gráfico 3. Volumen de evidencia sintetizada en cuatro revisiones de alcance complementario



Fuente: elaboración propia con los números de publicaciones o estudios informados por Yusuf et al. (2024), Lo et al. (2024), Deng et al. (2025) y Zhai et al. (2024).

El Gráfico 3 muestra que el universo mapeado por Yusuf et al. (2024) supera ampliamente a las síntesis focalizadas, mientras que Lo et al. (2024) y Deng et al. (2025) reúnen decenas de estudios y Zhai et al. (2024) concentra una base menor pero directamente relacionada con sobredependencia. En conjunto, los datos respaldan una conclusión doble: existe abundante investigación sobre IA generativa en educación, pero el conocimiento específicamente causal sobre dependencia y deterioro cognitivo continúa siendo comparativamente limitado.

La integración temática de la evidencia permitió conservar las cinco categorías planteadas en la investigación base y precisarlas con hallazgos externos. La Tabla 4 organiza los mecanismos que pueden favorecer el uso excesivo, las señales de riesgo pedagógico y las respuestas educativas coherentes con cada dominio, sin tratar las categorías como independientes, ya que su interacción explica mejor la transición desde el uso funcional hacia la sustitución cognitiva.

Tabla 4. Marco integrado de causas del uso excesivo de IA generativa y respuestas pedagógicas

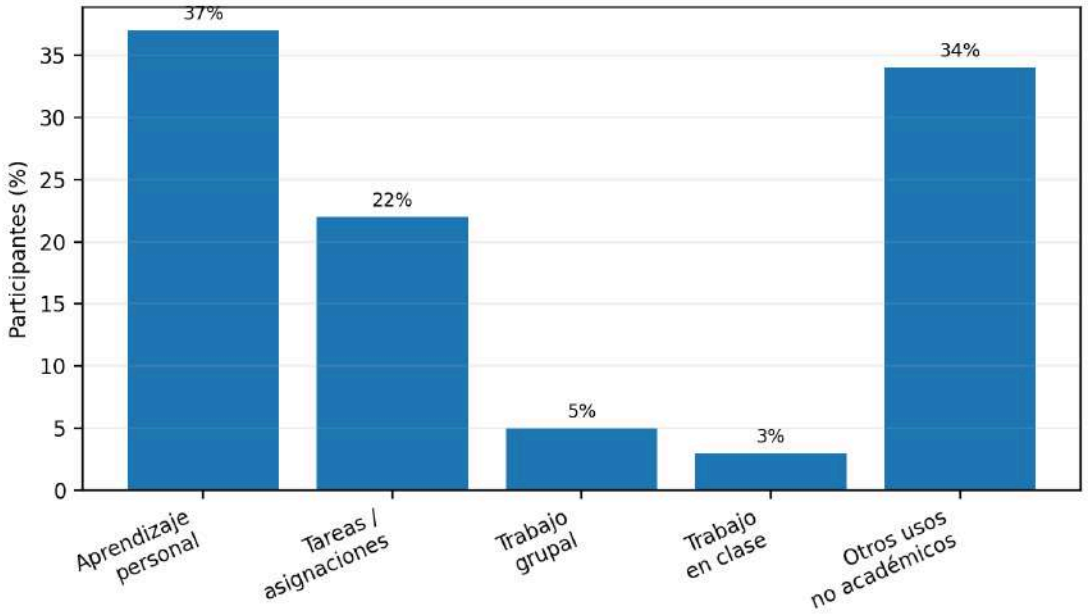
Categoría causal	Mecanismos identificados	Señales de riesgo de sobredependencia	Respuesta pedagógica asociada
Tecnológicos	Utilidad, facilidad, acceso permanente, velocidad de respuesta y disponibilidad inmediata.	Consulta automática ante dificultad; sustitución de búsqueda y contraste por una única respuesta.	Alfabetización para verificar fuentes, reconocer límites y usar la IA como apoyo, no como autoridad final.
Académicos	Carga de trabajo, presión temporal, volumen de tareas, necesidad de eficiencia y ahorro de tiempo.	Delegación de escritura, síntesis o resolución para cumplir plazos sin elaboración suficiente.	Revisar carga y finalidad de tareas; priorizar problemas auténticos, aplicación y evidencia del proceso.
Motivacionales y autorregulación	Hábito, autonomía percibida, relación con la herramienta, satisfacción, recompensas y miseria cognitiva.	Dificultad para iniciar o sostener actividades sin IA; baja tolerancia a la incertidumbre o al esfuerzo.	Metacognición, momentos de trabajo sin asistencia, comparación y justificación de decisiones.
Sociales e institucionales	Influencia de pares, normalización, percepción de permisibilidad, políticas ambiguas y escasa capacitación.	Uso definido por imitación o conveniencia; falta de declaración y fronteras inconsistentes entre asignaturas.	Políticas diferenciadas, criterios comunes, declaración transparente y capacitación de docentes y estudiantes.
Pedagógicos y evaluación	Tareas centradas en producto, poca trazabilidad del proceso y débil exigencia de argumentación.	Entrega de respuestas generadas sin comprensión, adaptación ni defensa del contenido.	Rediseño de evaluación con razonamiento, proceso, aplicación contextual, reflexión y defensa oral.

Fuente: elaboración propia con base en la síntesis del corpus analítico y en los hallazgos de Abbas et al. (2024), Abdaljaleel et al. (2024), Annamalai et al. (2025), Johnston et al. (2024), Lye y Lim (2024), Niloy et al. (2024) y Zhai et al. (2024).

La Tabla 4 muestra que los factores tecnológicos actúan como condiciones habilitantes, los académicos como presiones de demanda, los motivacionales como mecanismos de continuidad, los sociales e institucionales como reguladores de normalización y los pedagógicos como condiciones que pueden facilitar o dificultar la delegación cognitiva. El patrón integrado desplaza la explicación desde una supuesta debilidad individual hacia un sistema en el que diseño de tareas, reglas, competencia crítica y conveniencia tecnológica se refuerzan mutuamente.

Para complementar la síntesis causal con una descripción concreta de propósitos de uso, se incorporaron datos de estudiantes de educación superior en Ghana. El Gráfico 4 representa los porcentajes reportados por Baidoo-Anu et al. (2024) para aprendizaje personal, tareas, trabajo grupal, trabajo en clase y otros usos no académicos; estos porcentajes describen finalidades declaradas y no constituyen por sí mismos una medida de sobredependencia.

Gráfico 4. Propósitos de uso de ChatGPT reportados por estudiantes de educación superior en Ghana



Fuente: elaboración propia a partir de Baidoo-Anu et al. (2024). Los porcentajes se reproducen según las categorías reportadas por los autores y pueden presentar variación por redondeo.

El Gráfico 4 evidencia que el aprendizaje personal fue el uso académico individual más frecuente dentro de las categorías reportadas, seguido por tareas o asignaciones, mientras el trabajo grupal y el trabajo en clase ocuparon proporciones menores. La presencia simultánea de usos académicos y no académicos confirma que la exposición a herramientas generativas atraviesa distintos espacios de la vida estudiantil; por ello, la frecuencia de contacto no debe confundirse automáticamente con uso excesivo y necesita valorarse según autonomía, verificación y finalidad.

La síntesis global permite establecer un recorrido explicativo: la accesibilidad y utilidad reducen la fricción para consultar; la carga y el tiempo aumentan el incentivo para delegar; el hábito, la autonomía percibida y la influencia social consolidan la continuidad; la falta de reglas y formación reduce barreras normativas; finalmente, una evaluación centrada únicamente en el producto facilita que la respuesta generada reemplace el proceso. La sobredependencia aparece cuando estos factores convergen y

el estudiante deja de utilizar la IA para apoyar el razonamiento y comienza a utilizarla para sustituirlo.

Los resultados también muestran que las consecuencias no son uniformes. La evidencia experimental sintetizada por Deng et al. (2025) identifica mejoras en rendimiento, estados afectivo-motivacionales y propensiones de pensamiento de orden superior bajo determinadas condiciones, mientras Zhai et al. (2024) documenta riesgos asociados con aceptación no cuestionada de sistemas de diálogo. Esta coexistencia respalda una interpretación centrada en calidad de interacción y mediación pedagógica, no en una oposición simple entre uso y no uso.

En el plano institucional, los hallazgos convergen en la necesidad de reglas comprensibles y educación para el uso. Johnston et al. (2024) mostró diferencias claras entre tipos de asistencia considerados aceptables por el estudiantado, Baidoo-Anu et al. (2024) identificó necesidades de orientación y el estudio ecuatoriano de Izquierdo-Morán et al. (2025) destacó la falta de capacitación y acompañamiento. La ausencia de criterios comunes puede ampliar una zona gris en la que el estudiante decide por ensayo, imitación de pares o conveniencia inmediata.

Discusión

Los hallazgos permiten interpretar el uso excesivo de IA generativa como un fenómeno relacional, producido por la interacción entre propiedades de la herramienta y condiciones del entorno universitario. La respuesta inmediata, la disponibilidad permanente y la facilidad de uso reducen el costo de recurrir a la IA, pero esas características solo adquieren sentido causal cuando se combinan con necesidades académicas, expectativas de desempeño, hábitos y reglas institucionales. Este

planteamiento coincide con modelos de aceptación que explican una parte importante de la intención y de la conducta mediante hábito, utilidad y condiciones facilitadoras (Strzelecki, 2024).

La utilidad percibida constituye un punto de entrada especialmente estable. Abdaljaleel et al. (2024) identificó facilidad, utilidad, influencia social y baja percepción de riesgo entre los factores asociados con actitud y uso, mientras Niloy et al. (2024) confirmó la relevancia del ahorro de tiempo, acceso y aprendizaje asistido dentro de un modelo de triangulación. La coincidencia entre contextos sugiere que la sobredependencia no comienza necesariamente con una intención de incumplir normas, sino con la experiencia repetida de que la herramienta resuelve de forma rápida demandas que el estudiante considera costosas.

La presión académica añade una explicación estructural a esa conveniencia. Abbas et al. (2024) relacionó carga de trabajo y presión temporal con uso de ChatGPT en un diseño temporal, lo que resulta consistente con la idea de que la IA puede operar como estrategia de afrontamiento ante plazos, volumen de tareas y exigencias simultáneas. Desde una perspectiva pedagógica, este hallazgo obliga a revisar la organización de la carga y no únicamente la conducta final, porque prohibir el recurso sin modificar las condiciones que generan urgencia puede trasladar el problema hacia usos ocultos o no declarados.

El hábito explica por qué una solución inicialmente instrumental puede convertirse en una respuesta automática. En el modelo de Strzelecki (2024), el hábito contribuyó tanto a la intención como a la conducta de uso; por su parte, Annamalai et al. (2025) mostró que autonomía y relación con la herramienta sostienen la motivación de continuidad. Ambos hallazgos son compatibles con un proceso de incorporación progresiva en el que

la IA deja de percibirse como recurso excepcional y se integra a la secuencia ordinaria de estudiar, redactar o resolver problemas.

La autonomía requiere una lectura no reduccionista. Una herramienta disponible a demanda puede apoyar la autorregulación al ofrecer retroalimentación o explicaciones cuando no existe tutoría inmediata, pero también puede disminuir la tolerancia a la incertidumbre si cada dificultad activa una consulta automática. La diferencia reside en si la autonomía se expresa como capacidad para decidir estratégicamente cuándo usar la IA o como dependencia de una fuente externa para iniciar y sostener el trabajo. Esta distinción preserva el valor formativo de la autonomía sin confundir independencia de horarios con independencia cognitiva.

La evidencia sobre pensamiento crítico confirma la necesidad de esta distinción. Zhai et al. (2024) describe sobredependencia como aceptación de recomendaciones sin cuestionamiento y relaciona este patrón con capacidades de decisión, pensamiento crítico y análisis, mientras Deng et al. (2025) encontró resultados experimentales favorables en algunas dimensiones de aprendizaje. La aparente contradicción se resuelve al reconocer que una tecnología puede mejorar el desempeño cuando se usa como andamiaje y producir riesgos cuando sustituye la evaluación de evidencia; el mecanismo de uso resulta más informativo que la mera presencia de ChatGPT.

La revisión de Lo et al. (2024) refuerza esa interpretación al identificar tanto compromiso como desvinculación en contextos apoyados por ChatGPT. El compromiso puede aumentar cuando el estudiante recibe respuestas rápidas, explora ejemplos y mantiene interacción sostenida, pero puede disminuir cuando la herramienta reduce la necesidad de persistir, buscar información o elaborar una respuesta propia. Por tanto, la pregunta pedagógica relevante no es cuántas veces se consulta el sistema, sino qué

operaciones cognitivas permanecen bajo responsabilidad del estudiante antes, durante y después de la consulta.

Las prácticas de verificación constituyen un indicador funcional de esa responsabilidad. Acosta-Enriquez et al. (2024) mostró que el uso responsable y la intención de uso frecuente pueden coexistir, lo que cuestiona la idea de que mayor frecuencia equivalga automáticamente a mayor riesgo. Un estudiante puede utilizar IA de manera regular y, aun así, contrastar fuentes, editar, justificar y declarar su uso; otro puede utilizarla con menor frecuencia pero delegar por completo una tarea crítica. La evaluación del sobreuso necesita considerar intensidad, finalidad, dependencia y control cognitivo de manera conjunta.

Las percepciones estudiantiles internacionales muestran además que las fronteras éticas son graduadas. Johnston et al. (2024) encontró mayor aceptación de herramientas de apoyo lingüístico que de la generación de ensayos completos, lo que indica que el estudiantado reconoce diferencias entre asistencia y sustitución. Chan y Hu (2023) también documentaron beneficios y preocupaciones simultáneas, mientras Shoufan (2023) evidenció valoraciones positivas acompañadas de reservas sobre confiabilidad. Estas percepciones pueden convertirse en una base pedagógica para formular reglas por tipo de tarea en lugar de prohibiciones generales difíciles de aplicar.

El papel de la evaluación es especialmente importante porque determina qué comportamiento resulta rentable. Lye y Lim (2024) proponen rediseños que reconozcan la presencia de IA y demanden evidencias de proceso, argumentación y aplicación. Cuando una actividad puede completarse mediante una respuesta genérica sin diálogo con experiencias, datos locales o decisiones justificadas, la tecnología ofrece un atajo de alto rendimiento; cuando se exige explicar elecciones, mostrar versiones, defender

oralmente o resolver variaciones contextualizadas, el estudiante necesita reconstruir y dominar el conocimiento incluso si utilizó IA durante la preparación.

Esta lógica permite superar una estrategia centrada exclusivamente en detectores. Los sistemas de detección presentan limitaciones conceptuales porque intentan inferir el origen de un texto, mientras el problema educativo consiste en determinar si existió aprendizaje y autoría intelectual suficiente. Una evaluación más robusta combina productos con trazabilidad del proceso, discusión de fuentes, reflexión sobre errores y defensa de decisiones, lo que reduce el incentivo de delegación sin exigir vigilancia permanente. El objetivo no es hacer imposible el uso de IA, sino volver insuficiente la copia acrítica para demostrar competencia.

La alfabetización en IA complementa el rediseño porque ofrece al estudiante criterios para decidir. UNESCO destaca la necesidad de un enfoque centrado en capacidades humanas, protección, transparencia y gobernanza, principios que pueden traducirse al aula mediante verificación de referencias, identificación de alucinaciones, análisis de sesgos y declaración del apoyo recibido (Miao & Holmes, 2023). La alfabetización efectiva no se limita a enseñar mejores instrucciones, pues una mayor habilidad para obtener respuestas también podría aumentar la dependencia si no se acompaña de juicio crítico y responsabilidad.

Los resultados de Baidoo-Anu et al. (2024) muestran que el aprendizaje personal constituye un uso importante y que las preocupaciones por sobredependencia conviven con valoraciones de accesibilidad. Esta combinación ayuda a explicar por qué la prohibición absoluta puede ser poco realista: la herramienta satisface necesidades de apoyo individual que las instituciones no siempre cubren de forma inmediata. La respuesta más consistente consiste en orientar el uso hacia funciones de tutoría,

comparación y retroalimentación, mientras se reservan momentos de producción independiente para comprobar que el conocimiento puede movilizarse sin asistencia.

La dimensión social también merece atención porque las normas se construyen mediante observación de compañeros y expectativas compartidas. Abdaljaleel et al. (2024) encontró influencia social entre los determinantes de actitud y uso, y Niloy et al. (2024) incluyó presión de pares entre los factores examinados. Cuando el estudiante percibe que el grupo utiliza IA de manera rutinaria para acelerar tareas, el costo de no hacerlo puede interpretarse como desventaja de tiempo; una política institucional clara reduce esa asimetría al establecer expectativas comunes y procedimientos de declaración.

El caso ecuatoriano aporta un matiz relevante a la comparación internacional. Izquierdo-Morán et al. (2025) describió falta de capacitación y aprendizaje autodidacta en universitarios de Los Ríos, con necesidad de acompañamiento docente, una situación compatible con el riesgo de que la adopción avance más rápido que la gobernanza pedagógica. En este escenario, la dependencia potencial no surge solo de la facilidad del sistema, sino de una ausencia de modelos formativos que enseñen cuándo usarlo, cómo verificarlo y qué actividades deben mantenerse bajo control directo del estudiante.

La evidencia regional peruana muestra, en cambio, que la responsabilidad puede integrarse dentro de una actitud favorable hacia ChatGPT. Acosta-Enriquez et al. (2024) encontró una asociación destacada entre uso responsable y actitud, lo que sugiere que promover estándares éticos no necesariamente reduce la aceptación tecnológica. Esta observación es importante para instituciones latinoamericanas que enfrentan la falsa disyuntiva entre innovación y control: puede construirse una cultura de uso frecuente pero transparente, siempre que existan competencias de verificación y consecuencias claras para la sustitución indebida.

En la literatura ecuatoriana también se ha planteado que el crecimiento de ChatGPT obliga a complejizar las tareas y reforzar criterios éticos, de manera que la actividad universitaria exija creatividad, análisis y responsabilidad más allá de la producción automática de texto. Esta posición converge con el marco propuesto porque sitúa el problema en la arquitectura pedagógica y no únicamente en la herramienta; cuando la consigna exige elaboración original y revisión crítica, el valor de una respuesta generada sin procesamiento disminuye de forma significativa (Héctor & Millet, 2025).

El mapeo de Yusuf et al. (2024) confirma que la investigación se ha expandido hacia múltiples temas, pero esa abundancia no equivale a evidencia homogénea sobre dependencia. Muchos estudios describen percepciones, intención de uso o aplicaciones, mientras un número menor examina cambios cognitivos con diseños capaces de aproximarse a causalidad. Por ello, cualquier afirmación sobre daño permanente debe considerarse prematura; la literatura respalda preocupaciones plausibles y asociaciones relevantes, pero todavía requiere mediciones longitudinales de hábitos, transferencia de aprendizaje y desempeño sin asistencia.

La distinción entre desempeño con IA y competencia autónoma constituye una futura prioridad metodológica. Un estudiante puede obtener un mejor producto cuando dispone de asistencia generativa y, al mismo tiempo, no mejorar su capacidad de resolver una tarea equivalente sin ella. Los estudios experimentales deberían incluir evaluaciones de transferencia, retención y desempeño posterior sin apoyo, además de registrar qué tipos de interacción se utilizaron. Esta estrategia permitiría diferenciar el efecto de andamiaje temporal de una verdadera adquisición de habilidades y detectar con mayor precisión patrones de dependencia.

También resulta necesario desarrollar instrumentos específicos para sobredependencia en educación superior. Las escalas de aceptación o frecuencia informan cuánto se utiliza

la tecnología, pero no siempre capturan pérdida de control, sustitución de razonamiento, ansiedad ante la ausencia de acceso o incapacidad para validar una respuesta. La construcción de medidas multidimensionales debería integrar frecuencia, función, autonomía, verificación y consecuencias, evitando patologizar el uso intensivo cuando responde a una estrategia pedagógicamente productiva.

La evaluación institucional puede organizarse en niveles de autorización. Determinadas actividades pueden permitir IA libremente, otras requerir declaración y anexos de interacción, algunas limitarla a fases específicas y otras prohibirla cuando el objetivo sea comprobar desempeño independiente. Esta clasificación coincide con la necesidad de reducir la zona gris identificada en la literatura y permite que las reglas se relacionen con resultados de aprendizaje concretos, en vez de depender de una prohibición uniforme que no distingue entre corrección lingüística y generación sustitutiva.

La formación docente es un componente inseparable de esta estrategia. No es suficiente exigir que el estudiante verifique si el profesorado no dispone de criterios para diseñar consignas, evaluar procesos y discutir los límites de la herramienta. La capacitación debería incluir funcionamiento básico de modelos, sesgos, privacidad, calidad de fuentes, diseño de evaluación y formas de documentar uso, de manera que la orientación institucional se traduzca en prácticas consistentes entre asignaturas y no dependa de preferencias individuales contradictorias.

La principal fortaleza de la síntesis consiste en integrar evidencia de adopción, motivación, presión académica, compromiso, cognición, percepciones y contexto institucional dentro de un marco causal coherente con la investigación base. La inclusión de estudios multinacionales, revisiones amplias y evidencia latinoamericana reduce la dependencia de un único contexto y permite observar convergencias en utilidad, tiempo, hábito y necesidad de orientación. La representación de datos se

mantuvo descriptiva para evitar combinaciones estadísticas de constructos que no eran equivalentes.

Entre las limitaciones se encuentra la rápida evolución de modelos, políticas y prácticas de uso, que puede modificar en pocos meses tanto la accesibilidad como las capacidades de las herramientas. También existe heterogeneidad de escalas y predominio de estudios basados en autoinforme, con posibles sesgos de recuerdo y deseabilidad social; además, una parte sustancial de la literatura se concentra en ChatGPT, por lo que la generalización a otros asistentes debe realizarse con cautela. Estas limitaciones no invalidan las tendencias, pero restringen inferencias causales amplias.

La ausencia de un umbral universal de uso excesivo constituye otra limitación y, al mismo tiempo, un resultado conceptual. La dependencia educativa no puede definirse de forma adecuada únicamente por número de consultas, porque el mismo volumen puede representar apoyo estratégico o sustitución cognitiva según la tarea. La investigación futura debería establecer perfiles de uso que combinen frecuencia con finalidad y calidad de interacción, acompañados por medidas de aprendizaje autónomo y rendimiento transferible.

En términos de aplicación, la evidencia respalda un modelo institucional de cuatro componentes articulados: alfabetización, regulación, rediseño de evaluación y autorregulación. La alfabetización aporta criterios, la regulación define fronteras, la evaluación mantiene visible el razonamiento y la autorregulación convierte la decisión de uso en una práctica consciente. Ningún componente por sí solo resulta suficiente, porque formar sin modificar tareas mantiene incentivos de delegación, mientras prohibir sin formar deja al estudiante sin herramientas para actuar responsablemente en contextos donde la IA seguirá disponible.

La contribución central del análisis reside en desplazar el debate desde la pregunta binaria sobre permitir o prohibir IA hacia la identificación de condiciones que favorecen la dependencia. Esta perspectiva permite intervenir sobre factores modificables: carga y diseño de tareas, claridad de normas, alfabetización, exigencia de verificación, oportunidades de defensa oral y momentos de trabajo sin asistencia. La finalidad pedagógica consiste en conservar la eficiencia cuando mejora el aprendizaje y crear fricciones deliberadas cuando el esfuerzo cognitivo constituye precisamente la competencia que debe desarrollarse.

Conclusiones

El análisis permitió establecer que las causas del uso excesivo de inteligencia artificial generativa en la educación superior son multifactoriales y se explican por la interacción de condiciones tecnológicas, académicas, motivacionales, sociales, institucionales y pedagógicas. La facilidad de acceso y la utilidad percibida crean una base favorable para la adopción, pero el riesgo de sobredependencia aumenta cuando esas ventajas se combinan con presión temporal, carga de tareas, hábito de consulta y oportunidades de delegar productos académicos sin demostrar el proceso de razonamiento.

Los factores individuales no operan de forma aislada. La autonomía percibida, la relación con la herramienta, la satisfacción y el hábito pueden sostener la continuidad de uso, mientras la autorregulación y la verificación determinan si esa continuidad conserva una función de apoyo o se transforma en sustitución cognitiva. Por ello, la frecuencia de uso no constituye por sí sola un criterio suficiente para clasificar una práctica como excesiva; debe considerarse qué actividad se delega, qué control conserva el estudiante y si puede ejecutar tareas equivalentes sin asistencia.

La carga y la presión académica representan causas relevantes porque la IA ofrece ahorro de tiempo y simplificación de tareas en contextos de alta demanda. Esta relación indica que la prevención no puede limitarse a sancionar al estudiante, ya que parte del incentivo se origina en la organización de actividades y plazos. Una estrategia efectiva requiere revisar la cantidad, finalidad y diseño de las tareas, priorizando experiencias que demanden comprensión, transferencia y argumentación en lugar de producción repetitiva fácilmente automatizable.

La accesibilidad tecnológica y la facilidad de uso explican una parte importante de la adopción, pero no determinan inevitablemente dependencia. La misma herramienta puede apoyar aprendizaje personalizado, retroalimentación y exploración de ideas cuando existe verificación y reflexión, o reducir el esfuerzo cognitivo cuando se utiliza como fuente final no cuestionada. La diferencia principal se encuentra en la calidad de la interacción, la intención pedagógica y la capacidad del estudiante para evaluar, corregir y justificar la información obtenida.

Las condiciones pedagógicas e institucionales son factores modificables de alta relevancia. La ausencia de reglas claras, la falta de capacitación y las evaluaciones centradas únicamente en productos escritos amplían la zona de permisibilidad y facilitan la sustitución del trabajo intelectual. En contraste, políticas diferenciadas por tipo de actividad, declaración transparente de uso, evaluación del proceso, defensa oral, aplicación contextualizada y retroalimentación sobre fuentes pueden reducir la dependencia sin eliminar los beneficios legítimos de la tecnología.

La evidencia disponible no permite afirmar que el uso de inteligencia artificial generativa produzca necesariamente deterioro del pensamiento crítico. Se identifican riesgos cuando las respuestas se aceptan sin comprobación y se reemplazan procesos de razonamiento, pero también se observan beneficios de aprendizaje bajo condiciones de

mediación adecuada. En consecuencia, el objetivo educativo debe orientarse a preservar la autonomía cognitiva y la capacidad de trabajar sin asistencia, al mismo tiempo que se enseña a utilizar la IA como herramienta de contraste, tutoría y generación de alternativas.

La alfabetización en IA constituye una respuesta transversal porque integra conocimiento técnico básico, evaluación de calidad, verificación de referencias, reconocimiento de sesgos, protección de datos y transparencia. Esta formación debe acompañarse de autorregulación, de modo que antes de utilizar la herramienta se valore si la consulta contribuye al aprendizaje o evita deliberadamente un proceso que necesita ser ejercitado. La competencia central no consiste únicamente en obtener mejores respuestas, sino en decidir cuándo la IA agrega valor y cuándo debe mantenerse fuera de la tarea.

El aporte principal de la revisión consiste en un marco integrado que explica la transición desde uso frecuente hacia riesgo de sobredependencia: condiciones de acceso y utilidad reducen la fricción, presión y tiempo incrementan la necesidad, hábito y motivación consolidan continuidad, normas sociales e institucionales definen aceptabilidad y el diseño de evaluación determina cuánto razonamiento puede delegarse. Esta secuencia ofrece puntos concretos de intervención para universidades, docentes y estudiantes sin atribuir el fenómeno exclusivamente a decisiones individuales.

Las futuras investigaciones deberían medir la sobredependencia con instrumentos específicos y diseños longitudinales que distingan frecuencia, finalidad, pérdida de autonomía, verificación y desempeño posterior sin asistencia. También resulta necesario ampliar la evidencia ecuatoriana y latinoamericana, comparar disciplinas y evaluar intervenciones institucionales de alfabetización y rediseño de evaluación. El desafío de

la educación superior no consiste en impedir toda utilización de IA, sino en formar estudiantes capaces de aprovecharla de manera crítica, ética y cognitivamente responsable.

Referencias Bibliográficas

Abbas, M., Jam, F. A., & Khan, T. I. (2024). Is it harmful or helpful? Examining the causes and consequences of generative AI usage among university students. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 21, 10. https://doi.org/10.1186/s41239-024-00444-7

Abdaljaleel, M., Barakat, M., Alsanafi, M., Salim, N. A., Abazid, H., Malaeb, D., Mohammed, A. H., Hassan, B. A. R., Wayyes, A. M., Farhan, S. S., El Khatib, S., Rahal, M., Sahban, A., Abdelaziz, D. H., & Sallam, M. (2024). A multinational study on the factors influencing university students' attitudes and usage of ChatGPT. Scientific Reports, 14, 1983. https://doi.org/10.1038/s41598-024-52549-8

Acosta-Enriquez, B. G., Arbulú Ballesteros, M. A., Huamaní Jordan, O., López Roca, C., & Saavedra Tirado, K. (2024). Analysis of college students' attitudes toward the use of ChatGPT in their academic activities: Effect of intent to use, verification of information and responsible use. BMC Psychology, 12, 255. https://doi.org/10.1186/s40359-024-01764-z

Annamalai, N., Bervell, B., Mireku, D. O., & Andoh, R. P. K. (2025). Artificial intelligence in higher education: Modelling students' motivation for continuous use of ChatGPT based on a modified self-determination theory. Computers and

Education: Artificial Intelligence, 8, 100346. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100346

Baidoo-Anu, D., Asamoah, D., Amoako, I., & Mahama, I. (2024). Exploring student perspectives on generative artificial intelligence in higher education learning. Discover Education, 3, 98. https://doi.org/10.1007/s44217-024-00173-z

Chan, C. K. Y., & Hu, W. (2023). Students' voices on generative AI: Perceptions, benefits, and challenges in higher education. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20, 43. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00411-8

Deng, R., Jiang, M., Yu, X., Lu, Y., & Liu, S. (2025). Does ChatGPT enhance student learning? A systematic review and meta-analysis of experimental studies. Computers & Education, 227, 105224. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105224

Héctor, E. F., & Millet, B. (2025). Inteligencia artificial (ChatGPT) en la educación universitaria: realidad y consideraciones éticas. Chakiñan, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, 25, 299–314. https://doi.org/10.37135/chk.002.25.13

Izquierdo-Morán, A. M., Jara-Contreras, J. E., Ballesteros-Coello, H. J., & Álvarez-Laborde, A. O. (2025). Manejo del ChatGPT en actividades académicas en estudiantes universitarios, Ecuador. Episteme Koinonía, 8(15), 85–100. https://doi.org/10.35381/e.k.v7i14.4359

Johnston, H., Wells, R. F., Shanks, E. M., Boey, T., & Parsons, B. N. (2024). Student perspectives on the use of generative artificial intelligence technologies in higher education. International Journal for Educational Integrity, 20, 2. https://doi.org/10.1007/s40979-024-00149-4

Lo, C. K., Hew, K. F., & Jong, M. S.-Y. (2024). The influence of ChatGPT on student engagement: A systematic review and future research agenda. Computers & Education, 219, 105100. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105100

Lye, C. Y., & Lim, L. (2024). Generative artificial intelligence in tertiary education: Assessment redesign principles and considerations. Education Sciences, 14(6), 569. https://doi.org/10.3390/educsci14060569

Miao, F., & Holmes, W. (2023). Guidance for generative AI in education and research. UNESCO. https://doi.org/10.54675/EWZM9535

Niloy, A. C., Bari, M. A., Sultana, J., Chowdhury, R., Raisa, F. M., Islam, A., Mahmud, S., Jahan, I., Sarkar, M., Akter, S., Nishat, N., Afroz, M., Sen, A., Islam, T., Tareq, M. H., & Hossen, M. A. (2024). Why do students use ChatGPT? Answering through a triangulation approach. Computers and Education: Artificial Intelligence, 6, 100208. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100208

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., … Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, 372, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Shoufan, A. (2023). Exploring students' perceptions of ChatGPT: Thematic analysis and follow-up survey. IEEE Access, 11, 38805–38818. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3268224

Strzelecki, A. (2024). Students' acceptance of ChatGPT in higher education: An extended unified theory of acceptance and use of technology. Innovative Higher Education, 49, 223–245. https://doi.org/10.1007/s10755-023-09686-1

Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. Smart Learning Environments, 10, 15. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x

Yusuf, A., Pervin, N., Román-González, M., & Noor, N. M. (2024). Generative AI in education and research: A systematic mapping review. Review of Education, 12, e3489. https://doi.org/10.1002/rev3.3489

Zhai, C., Wibowo, S., & Li, L. D. (2024). The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: A systematic review. Smart Learning Environments, 11, 28. https://doi.org/10.1186/s40561-024-00316-7

Síndrome Cardio Renal en Pacientes con Insuficiencia Cardiaca Prevención y Reducción de la mortalidad desde el ámbito de la medicina interna y cardiología.

Cardiorenal Syndrome in Patients with Heart Failure: Prevention and Reduction of Mortality from the Perspective of Internal Medicine and Cardiology.

Síndrome cardiorrenal em pacientes com insuficiência cardíaca: prevenção e redução da mortalidade sob a perspectiva da medicina interna e da cardiologia.

Adriana Leonor Sarango Bravo
Universidad de Guayaquil
Ecuador
adriana.s.b.265@gmail.com
https://orcid.org/0009-0007-3780-7659

Steveen Eduardo Carpio Candelario
Universidad Casa Grande
Ecuador
steveen.carpio@casagrande.edu.ec
https://orcid.org/0009-0007-4036-3331

Forma de citación en APA, séptima edición.

Sarango, A; Carpio, S. (2026). *Síndrome Cardio Renal en Pacientes con Insuficiencia Cardiaca Prevención y Reducción de la mortalidad desde el ámbito de la medicina interna y cardiología*. Revista Ibero Research, 1(7), 495 – 528.

Fecha de presentación: 20/08/2026 **Fecha de aceptación:** 03/09/2026 **Fecha de publicación:** 04/09/2026

Resumen

El síndrome cardiorrenal constituye una interacción bidireccional entre disfunción cardiaca y renal que incrementa hospitalización, progresión clínica y mortalidad en la insuficiencia cardiaca. El objetivo fue analizar los mecanismos fisiopatológicos, factores de riesgo, estrategias diagnósticas y medidas terapéuticas orientadas a prevenir su desarrollo o progresión y reducir la mortalidad desde una perspectiva integrada de medicina interna y cardiología. Se realizó una revisión narrativa estructurada de literatura biomédica publicada principalmente entre 2021 y 2026, con búsquedas en PubMed/MEDLINE y consulta de guías y documentos científicos oficiales. La evidencia mostró que la congestión venosa, la activación neurohormonal, la enfermedad renal crónica y las comorbilidades determinan gran parte del riesgo cardiorrenal; los inhibidores SGLT2 reducen eventos de insuficiencia cardiaca a través del espectro de fracción de eyección y aportan protección renal, mientras la descongestión efectiva y la titulación temprana del tratamiento modificador del pronóstico mejoran resultados clínicos. Se concluye que la reducción de mortalidad exige detección temprana, control de congestión, tratamiento basado en evidencia, vigilancia renal y continuidad asistencial multidisciplinaria.

Palabras clave: congestión venosa; función renal; inhibidores SGLT2; terapia modificadora; continuidad asistencial.

Abstract

Cardiorenal syndrome is a bidirectional interaction between cardiac and kidney dysfunction that increases hospitalization, clinical progression, and mortality in heart failure. The objective was to analyze the pathophysiological mechanisms, risk factors, diagnostic strategies, and therapeutic measures aimed at preventing its development or progression and reducing mortality from an integrated internal medicine and cardiology perspective. A structured narrative review of biomedical literature published mainly between 2021 and 2026 was conducted, using PubMed/MEDLINE searches and consultation of official scientific guidelines and documents. Evidence showed that venous congestion, neurohormonal activation, chronic kidney disease, and comorbidities account for a substantial proportion of cardiorenal risk; SGLT2 inhibitors reduce heart failure events across the ejection-fraction spectrum and provide kidney protection, whereas effective decongestion and early titration of prognosis-modifying therapy improve clinical outcomes. It is concluded that mortality reduction requires early detection, congestion control, evidence-based treatment, kidney-function surveillance, and multidisciplinary continuity of care.

Keywords: venous congestion; kidney function; SGLT2 inhibitors; disease-modifying therapy; continuity of care.

Resumo

A síndrome cardiorrenal constitui uma interação bidirecional entre disfunção cardíaca e renal que aumenta hospitalizações, progressão clínica e mortalidade na insuficiência cardíaca. O objetivo foi analisar os mecanismos fisiopatológicos, fatores de risco, estratégias diagnósticas e medidas terapêuticas destinadas a prevenir seu desenvolvimento ou progressão e reduzir a mortalidade a partir de uma perspectiva integrada da medicina interna e cardiologia. Foi realizada uma revisão narrativa estruturada da literatura biomédica publicada principalmente entre 2021 e 2026, com buscas no PubMed/MEDLINE e consulta a diretrizes e documentos científicos oficiais. A evidência mostrou que congestão venosa, ativação neuro-hormonal, doença renal crônica e comorbidades determinam grande parte do risco cardiorrenal; os inibidores de SGLT2 reduzem eventos de insuficiência cardíaca em todo o espectro da fração de ejeção e oferecem proteção renal, enquanto a descongestão efetiva e a titulação precoce do tratamento modificador do prognóstico melhoram os desfechos clínicos. Conclui-se que a redução da mortalidade exige detecção precoce, controle da congestão, tratamento baseado em evidências, vigilância renal e continuidade assistencial multidisciplinar.

Palavras-chave: congestão venosa; função renal; inibidores de SGLT2; terapia modificadora; continuidade assistencial.

Introducción

La insuficiencia cardiaca y la enfermedad renal forman un continuo fisiopatológico en el que la alteración de un órgano modifica de manera directa la función y el pronóstico del otro, esta relación deja de ser una simple coexistencia de diagnósticos cuando aparecen cambios hemodinámicos, neurohormonales, inflamatorios y metabólicos capaces de perpetuar daño en ambos sistemas. La literatura contemporánea define el síndrome cardiorrenal como una entidad clínica dinámica y heterogénea, asociada con mayor complejidad terapéutica, rehospitalización y mortalidad, por lo que su reconocimiento requiere una lectura integrada de la situación cardiovascular y renal [1,2].

La clasificación clínica del síndrome cardiorrenal conserva utilidad para ordenar escenarios agudos y crónicos, con cinco tipos que distinguen el órgano inicialmente afectado y la temporalidad de la interacción. En la insuficiencia cardiaca adquieren especial importancia el tipo 1, relacionado con deterioro cardiaco agudo seguido de lesión renal aguda, y el tipo 2, vinculado con disfunción cardiaca crónica y deterioro renal progresivo, aunque la práctica clínica demuestra que la transición entre categorías puede ser continua y que el fenotipo final suele estar condicionado por congestión, comorbilidades y reserva renal previa [1,2].

El paradigma fisiopatológico se ha desplazado desde una explicación basada casi exclusivamente en bajo gasto cardiaco hacia un modelo en el que la congestión venosa sistémica posee un papel determinante. El aumento de la presión venosa central se transmite al lecho renal, eleva la presión intersticial, disminuye el gradiente neto de filtración y favorece retención de sodio y agua, a la vez que la activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona y del sistema simpático perpetúa vasoconstricción y

remodelado. Esta interacción explica por qué la función renal puede deteriorarse incluso con presión arterial relativamente conservada [3].

En la insuficiencia cardiaca con fracción de eyección preservada la relación cardiorrenal presenta particular complejidad, debido a la coexistencia frecuente de hipertensión, diabetes, obesidad, fibrilación auricular, rigidez vascular y enfermedad renal crónica. La evidencia reciente relaciona este fenotipo con elevación de presiones de llenado, disfunción endotelial, inflamación sistémica y alteraciones microvasculares, mecanismos que incrementan la susceptibilidad renal y reducen el margen terapéutico ante cambios de volumen o presión. Por ello, la función renal no puede interpretarse fuera del contexto fenotípico de la insuficiencia cardiaca [4-6].

La evaluación clínica exige integrar creatinina, tasa de filtración glomerular estimada, albuminuria, sodio, potasio, presión arterial, peso, diuresis y signos de congestión, debido a que ninguna variable aislada representa de forma completa el estado cardiorrenal. El aumento de creatinina durante una descongestión eficaz puede reflejar cambios funcionales de la hemodinámica glomerular sin equivaler necesariamente a lesión tubular estructural, mientras que una creatinina estable en presencia de congestión residual no garantiza buen pronóstico. Este principio obliga a interpretar tendencia, respuesta clínica y balance de volumen de manera simultánea [5,6].

El concepto cardiovascular-renal-metabólico ha reforzado la necesidad de abordar conjuntamente obesidad, diabetes, hipertensión, enfermedad renal crónica e insuficiencia cardiaca, debido a que estas condiciones comparten mecanismos y amplifican el riesgo cardiovascular. La prevención del síndrome cardiorrenal, por tanto, comienza antes de la descompensación, mediante identificación de pacientes vulnerables, tratamiento de comorbilidades, reducción de exposición a nefrotóxicos,

vigilancia de electrolitos y uso oportuno de terapias capaces de modificar tanto el riesgo cardiaco como el renal [7].

Las guías contemporáneas de insuficiencia cardiaca y enfermedad renal han convergido progresivamente hacia estrategias que priorizan tratamientos con beneficio pronóstico, incluso cuando existe deterioro renal moderado. En insuficiencia cardiaca con fracción de eyección reducida, la terapia fundamentada en inhibición del sistema renina-angiotensina o ARNI, betabloqueadores, antagonistas del receptor mineralocorticoide e inhibidores del cotransportador sodio-glucosa tipo 2 constituye el núcleo del manejo, mientras la actualización europea amplió el papel de los iSGLT2 hacia fracciones de eyección superiores [8-10].

Los iSGLT2 modificaron de forma sustancial el enfoque cardiorrenal al demostrar reducción de eventos de insuficiencia cardiaca en pacientes con y sin diabetes y en un espectro amplio de fracción de eyección. EMPEROR-Preserved y DELIVER documentaron reducción de eventos clínicos en fracción de eyección mayor de 40%, mientras metaanálisis posteriores confirmaron consistencia del beneficio a lo largo de distintos fenotipos. La relevancia renal de esta clase terapéutica se extiende a enfermedad renal crónica, donde se observa menor progresión de enfermedad y menor carga de eventos relacionados con insuficiencia cardiaca [13-15,18-21].

La descongestión constituye otra dimensión crítica porque la sobrecarga de volumen persistente se asocia con peor evolución, pero su tratamiento puede acompañarse de aumento transitorio de creatinina. La evidencia reciente diferencia el deterioro renal funcional asociado con una descongestión adecuada del daño renal vinculado con sepsis, hipotensión sostenida o nefrotoxicidad, y sostiene que la respuesta diurética, la perfusión, los electrolitos y la persistencia de congestión deben orientar la conducta más que una variación aislada de creatinina [11].

El problema clínico no se limita a seleccionar fármacos, sino a coordinar decisiones que con frecuencia pertenecen a especialidades distintas. La fragmentación entre medicina interna, cardiología y nefrología puede favorecer suspensión innecesaria de terapias pronósticas, infrautilización de iSGLT2, vigilancia insuficiente de potasio o retraso en la intensificación posterior a una hospitalización. Los modelos de atención cardiorrenal proponen una integración longitudinal que combine fenotipificación, seguimiento de laboratorio, educación y titulación terapéutica para reducir eventos evitables [5,6,29].

En este contexto, el objetivo general fue analizar los principales mecanismos fisiopatológicos, factores de riesgo, estrategias diagnósticas y medidas terapéuticas destinadas a prevenir el desarrollo o progresión del síndrome cardiorrenal y reducir la mortalidad en pacientes con insuficiencia cardiaca desde la perspectiva integrada de la medicina interna y la cardiología. De manera específica se buscó sintetizar la evidencia reciente sobre detección temprana, protección cardiorrenal, descongestión y seguimiento posterior al alta, además de identificar los hallazgos clínicos con mayor utilidad para orientar decisiones individualizadas.

Metodología

Se realizó una revisión narrativa estructurada orientada a integrar evidencia clínica reciente sobre síndrome cardiorrenal en adultos con insuficiencia cardiaca, manteniendo como eje conceptual la prevención de deterioro renal y la reducción de eventos cardiovasculares y mortalidad. La actualización bibliográfica se efectuó hasta septiembre de 2026, con prioridad para publicaciones entre 2021 y 2026 y conservación únicamente de conceptos previos cuando resultaban indispensables para contextualizar

la fisiopatología o la clasificación clínica, sin convertir el trabajo en una revisión sistemática ni plantear un metaanálisis propio.

La búsqueda se desarrolló principalmente en PubMed/MEDLINE y se complementó mediante documentos oficiales de sociedades científicas y organismos normativos, incluidos American Heart Association, American College of Cardiology, Heart Failure Society of America, European Society of Cardiology y Kidney Disease: Improving Global Outcomes. Se emplearon términos MeSH y palabras libres equivalentes a "cardiorenal syndrome", "heart failure", "chronic kidney disease", "acute kidney injury", "venous congestion", "decongestion", "SGLT2 inhibitors", "mineralocorticoid receptor antagonists", "empagliflozin", "dapagliflozin", "finerenone" y "mortality", combinados con los operadores AND y OR.

La selección priorizó guías de práctica clínica, ensayos clínicos aleatorizados, metaanálisis, revisiones sistemáticas, revisiones narrativas de alto nivel y análisis preespecificados de ensayos con información relevante para la interacción corazón-riñón. Se consideraron estudios en población adulta con insuficiencia cardiaca aguda o crónica, con cualquier fracción de eyección cuando existía un desenlace cardiovascular o renal pertinente, además de estudios de enfermedad renal crónica capaces de aportar evidencia directa sobre protección renal o prevención de eventos de insuficiencia cardiaca.

Se excluyeron publicaciones pediátricas, estudios exclusivamente preclínicos, comunicaciones sin datos suficientes para interpretar resultados, trabajos centrados en enfermedades renales o cardiacas sin relación clínica con la interacción cardiorrenal y documentos que duplicaban información de una misma cohorte sin añadir un análisis relevante. Cuando existieron publicaciones múltiples de un ensayo, se utilizó el reporte

principal para los desenlaces cardiovasculares y análisis renales específicos cuando aportaban información adicional sobre filtración glomerular, albuminuria o seguridad.

La extracción de información se organizó mediante una matriz de evidencia que incluyó diseño, población, tamaño muestral, intervención o estrategia, desenlace principal, medidas de efecto, hallazgos renales y aplicabilidad clínica. Para los ensayos seleccionados se conservaron únicamente cifras publicadas en las fuentes originales, sin imputar datos ausentes ni estimar resultados no reportados. Los datos utilizados en las cuatro tablas y los cuatro gráficos proceden de ensayos, metaanálisis, guías o revisiones verificables, y las fuentes específicas se consignaron en cada elemento.

La síntesis fue cualitativa y comparativa, con análisis descriptivo de proporciones y medidas de efecto ya publicadas. No se combinaron estadísticamente estudios heterogéneos, no se calcularon efectos agrupados propios y no se realizaron pruebas de significancia adicionales. Los gráficos se construyeron con Python 3.13 y Matplotlib a partir de porcentajes publicados en EMPEROR-Preserved, DELIVER, EMPA-KIDNEY, ADVOR y STRONG-HF, por lo que su función es representar visualmente resultados originales sin modificar el valor de las estimaciones.

La evaluación de consistencia se realizó contrastando resultados de ensayos con metaanálisis, guías y revisiones contemporáneas, con énfasis en la dirección del beneficio, el perfil renal, la tolerabilidad y la aplicabilidad según fracción de eyección y tasa de filtración glomerular. En los temas donde una elevación de creatinina podía interpretarse de forma ambigua, se priorizó el contexto clínico de descongestión, perfusión y evolución temporal, siguiendo la evidencia que diferencia cambios funcionales transitorios de una lesión renal estructural o de un deterioro renal con implicación pronóstica desfavorable [11,17,23].

Resultados

La síntesis de la evidencia mostró que la prevención del síndrome cardiorrenal depende de cuatro ejes clínicos que se encuentran estrechamente relacionados: reconocimiento temprano del riesgo renal, control efectivo de la congestión, implementación de terapia modificadora del pronóstico y continuidad asistencial después de una descompensación. Los ensayos contemporáneos aportan evidencia especialmente consistente para iSGLT2, estrategias de descongestión secuencial y titulación precoz del tratamiento recomendado, mientras las guías destacan que las decisiones deben ajustarse al estado de volumen, presión arterial, filtración glomerular y potasio [8-10].

Para establecer una base cuantitativa y metodológica común, la Tabla 1 resume los ensayos y análisis contemporáneos con mayor relación con la protección cardiorrenal y la reducción de eventos. Se incluyeron estudios que abarcan insuficiencia cardiaca con fracción de eyección preservada o ligeramente reducida, insuficiencia cardiaca aguda, enfermedad renal crónica y estrategias postalta, debido a que el síndrome cardiorrenal requiere interpretar el riesgo como una trayectoria clínica que atraviesa diferentes escenarios asistenciales.

Tabla 1. Características de la evidencia clínica contemporánea seleccionada

Estudio	Población / diseño	n	Intervención o comparación	Hallazgo principal relevante
EMPEROR-Preserved, 2021 [13]	IC clase II-IV, FEVI >40%, aleatorizado doble ciego	5.988	Empagliflozina 10 mg vs placebo	Evento primario 13,8% vs 17,1%; HR 0,79 (IC95% 0,69-0,90).
DELIVER, 2022 [14]	IC con FEVI >40%, aleatorizado doble ciego	6.263	Dapagliflozina 10 mg vs placebo	Empeoramiento de IC o muerte CV 16,4% vs 19,5%; HR 0,82 (0,73-0,92).
EMPULSE, 2022 [16,17]	Hospitalización por IC aguda estabilizada, cualquier FEVI	530	Empagliflozina 10 mg vs placebo	Beneficio clínico global; win ratio 1,36 (1,09-1,68), con efecto renal inicial pequeño y transitorio.

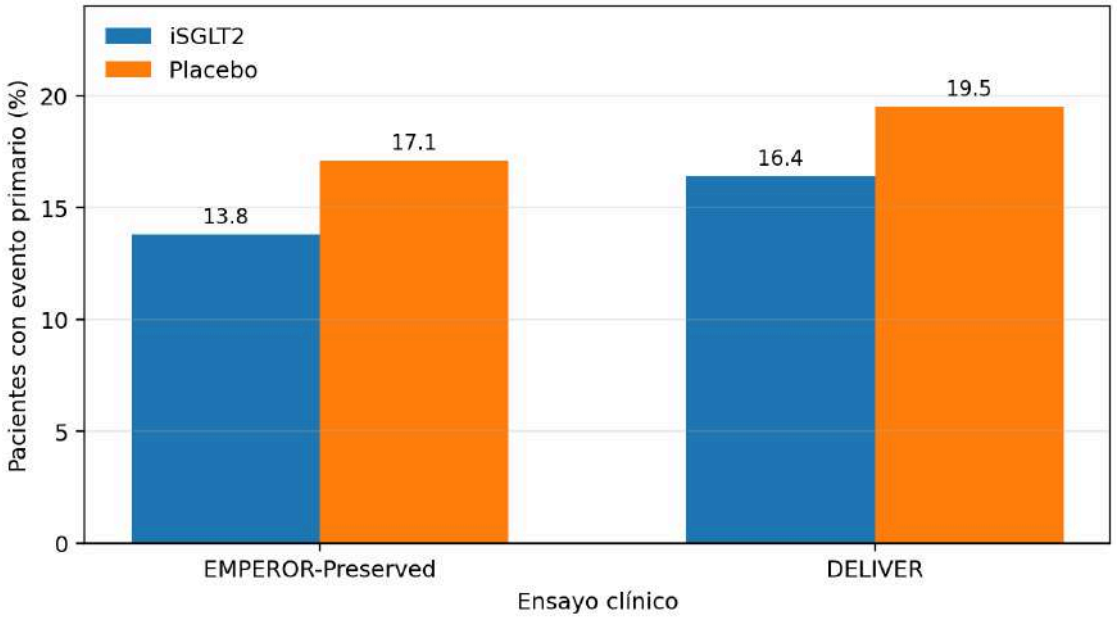
Estudio	Población / diseño	n	Intervención o comparación	Hallazgo principal relevante
ADVOR, 2022 [22,23]	IC aguda con sobrecarga de volumen, aleatorizado doble ciego	519	Acetazolamida IV + diurético de asa vs placebo	Descongestión exitosa 42,2% vs 30,5%; RR 1,46 (1,17-1,82).
STRONG-HF, 2022 [25]	IC aguda antes del alta, aleatorizado abierto	1.078	Titulación rápida y seguimiento intensivo vs atención habitual	Muerte o reingreso por IC a 180 días 15,2% vs 23,3%; RR 0,66 (0,50-0,86).
EMPA-KIDNEY, 2023 [20,21]	ERC con riesgo de progresión, aleatorizado doble ciego	6.609	Empagliflozina 10 mg vs placebo	Progresión renal o muerte CV 13,1% vs 16,9%; HR 0,72 (0,64-0,82).
FINEARTS-HF, 2024-2026 [26-28]	IC con FEVI ≥40%, aleatorizado doble ciego y análisis renales	6.001	Finerenona vs placebo	Menos eventos totales de empeoramiento de IC/muerte CV; reducción de albuminuria, sin beneficio demostrado en compuesto renal duro.

Fuente: elaboración a partir de los ensayos y análisis EMPEROR-Preserved, DELIVER, EMPULSE, ADVOR, STRONG-HF, EMPA-KIDNEY y FINEARTS-HF [13,14,16,17,20-23,25-28].

Los ensayos reunidos muestran que el beneficio cardiorrenal no depende de una sola intervención ni de un único fenotipo de insuficiencia cardiaca. Los iSGLT2 presentan consistencia desde el escenario crónico hasta la estabilización hospitalaria y la enfermedad renal crónica, mientras ADVOR aporta una estrategia para mejorar la eficiencia de descongestión y STRONG-HF demuestra que la velocidad de implementación del tratamiento y la vigilancia temprana son componentes pronósticos. FINEARTS-HF añade evidencia sobre antagonismo mineralocorticoide no esteroideo en fracciones de eyección superiores, aunque su interpretación renal exige distinguir albuminuria de desenlaces renales duros [13-28].

La magnitud del efecto de los iSGLT2 en insuficiencia cardiaca con fracción de eyección mayor de 40% puede observarse con mayor claridad al comparar las tasas de los desenlaces primarios en EMPEROR-Preserved y DELIVER. El Gráfico 1 representa las proporciones publicadas en ambos ensayos, sin realizar una combinación estadística, con el propósito de mostrar la consistencia direccional de la reducción de eventos frente a placebo.

Gráfico 1. Incidencia del desenlace primario en EMPEROR-Preserved y DELIVER



Fuente: elaboración propia con datos publicados de EMPEROR-Preserved y DELIVER [13,14].

En EMPEROR-Preserved el desenlace combinado de muerte cardiovascular u hospitalización por insuficiencia cardiaca ocurrió en 13,8% con empagliflozina y 17,1% con placebo, mientras DELIVER registró empeoramiento de insuficiencia cardiaca o muerte cardiovascular en 16,4% con dapagliflozina y 19,5% con placebo [13,14]. Aunque las definiciones no son idénticas y no deben compararse como si fueran un único estudio, ambas estimaciones muestran reducción consistente de eventos, hecho confirmado por metaanálisis de ensayos de iSGLT2 a través del espectro de fracción de eyección [15].

La detección temprana del deterioro cardiorrenal exige combinar variables que representan filtración, daño renal, equilibrio hidroelectrolítico y congestión. La Tabla 2 organiza los principales parámetros de monitorización y su interpretación clínica, destacando que la utilidad pronóstica surge de la tendencia y del contexto hemodinámico, no de un umbral aislado. Este enfoque permite diferenciar una variación funcional esperable de una trayectoria que exige ajustar diuréticos, fármacos pronósticos o intensidad de seguimiento.

Tabla 2. Parámetros para detección temprana y monitorización cardiorrenal

Parámetro	Utilidad clínica	Interpretación integrada	Aplicación práctica
Creatinina y TFG estimada	Estimar filtración y seguir tendencia renal	Un aumento moderado durante descongestión eficaz no implica por sí solo lesión estructural [11].	Comparar con basal, perfusión, diuresis, peso y congestión.
Albuminuria / UACR	Identificar daño renal y estratificar riesgo CKD	Complementa la TFG y define mayor riesgo cardiovascular-renal [10,28].	Solicitar cuando sea pertinente; intensificar protección cardiorrenal.
Potasio sérico	Seguridad de bloqueo RAAS, MRA y finerenona	La hiperpotasemia puede limitar titulación, pero requiere manejo antes que suspensión automática [6,10].	Control tras inicio, aumento de dosis y cambios de función renal.
Sodio sérico	Reflejar alteraciones de volumen y neurohormonales	Hiponatremia puede acompañar congestión avanzada y mayor severidad clínica [5,6].	Integrar con estado de volumen y tratamiento diurético.
Peso, diuresis y balance	Cuantificar respuesta descongestiva	La tendencia diaria permite valorar eficacia diurética mejor que un dato aislado [24].	Ajustar dosis y considerar bloqueo secuencial si respuesta insuficiente.
Presión arterial y perfusión	Definir tolerancia a tratamiento y riesgo de hipoperfusión	Una creatinina creciente con hipotensión sostenida posee significado diferente a un ascenso durante descongestión estable [11].	Individualizar titulación y descartar causas de lesión renal.
Péptidos natriuréticos y signos de congestión	Estimar severidad y congestión residual	Apoyan la valoración clínica y el seguimiento tras descompensación [5,25].	Relacionar con edema, yugulares, ortopnea y hallazgos ecográficos cuando estén disponibles.

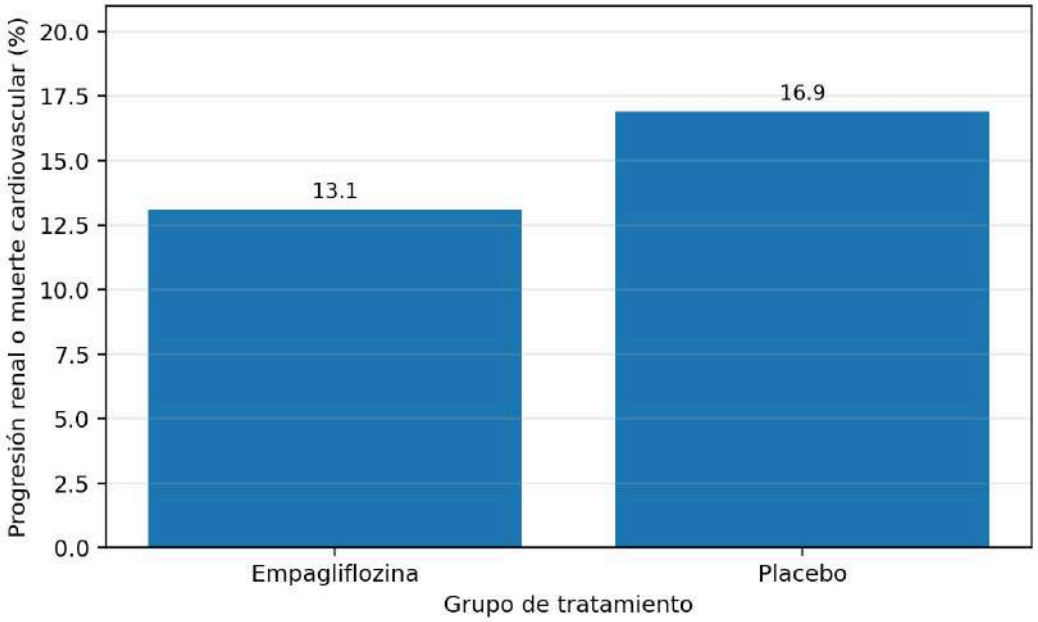
Fuente: elaboración propia con base en guías y revisiones contemporáneas [5,6,10,11,24,25,28].

La Tabla 2 evidencia que el seguimiento cardiorrenal es multidimensional. La tasa de filtración glomerular y la creatinina mantienen un papel central, pero la albuminuria añade estratificación de riesgo y el potasio condiciona la seguridad de terapias que modifican el pronóstico. El peso y la diuresis aportan información dinámica sobre congestión, mientras presión arterial, perfusión y péptidos natriuréticos permiten interpretar si una variación renal ocurre en un contexto de respuesta terapéutica favorable o de inestabilidad hemodinámica [5,6,10,11].

La protección renal proporcionada por los iSGLT2 se apoya también en ensayos realizados en enfermedad renal crónica. EMPA-KIDNEY incorporó una población amplia con riesgo de progresión y documentó una reducción del compuesto de progresión de enfermedad renal o muerte cardiovascular. El Gráfico 2 representa las

proporciones del desenlace primario publicadas, que complementan la evidencia procedente de los ensayos de insuficiencia cardiaca y muestran la convergencia de beneficio cardiovascular y renal.

Gráfico 2. EMPA-KIDNEY: progresión de enfermedad renal o muerte cardiovascular



Fuente: elaboración propia con datos publicados por EMPA-KIDNEY Collaborative Group [20].

En EMPA-KIDNEY el desenlace de progresión de enfermedad renal o muerte cardiovascular ocurrió en 13,1% de quienes recibieron empagliflozina frente a 16,9% con placebo, correspondiente a un HR de 0,72 [20]. El seguimiento posterior mostró persistencia de beneficios cardiorrenales tras el periodo inicial del ensayo [21]. Esta evidencia resulta relevante para insuficiencia cardiaca porque la enfermedad renal crónica es un amplificador de riesgo y porque el metaanálisis específico en población con ERC mostró una reducción de 32% en eventos de insuficiencia cardiaca con iSGLT2, HR 0,68, con beneficio consistente en filtración reducida [18].

La prevención de mortalidad y hospitalización exige seleccionar el tratamiento según el fenotipo clínico y la función renal. La Tabla 3 sintetiza las principales estrategias farmacológicas y el tipo de beneficio esperado, sin asumir que todos los fármacos

poseen el mismo efecto en cada categoría de fracción de eyección. La vigilancia de presión arterial, filtración glomerular y potasio actúa como mecanismo para conservar terapias eficaces, ajustar dosis y evitar la suspensión innecesaria ante cambios renales previsibles.

Tabla 3. Estrategias farmacológicas con impacto cardiorrenal según escenario clínico

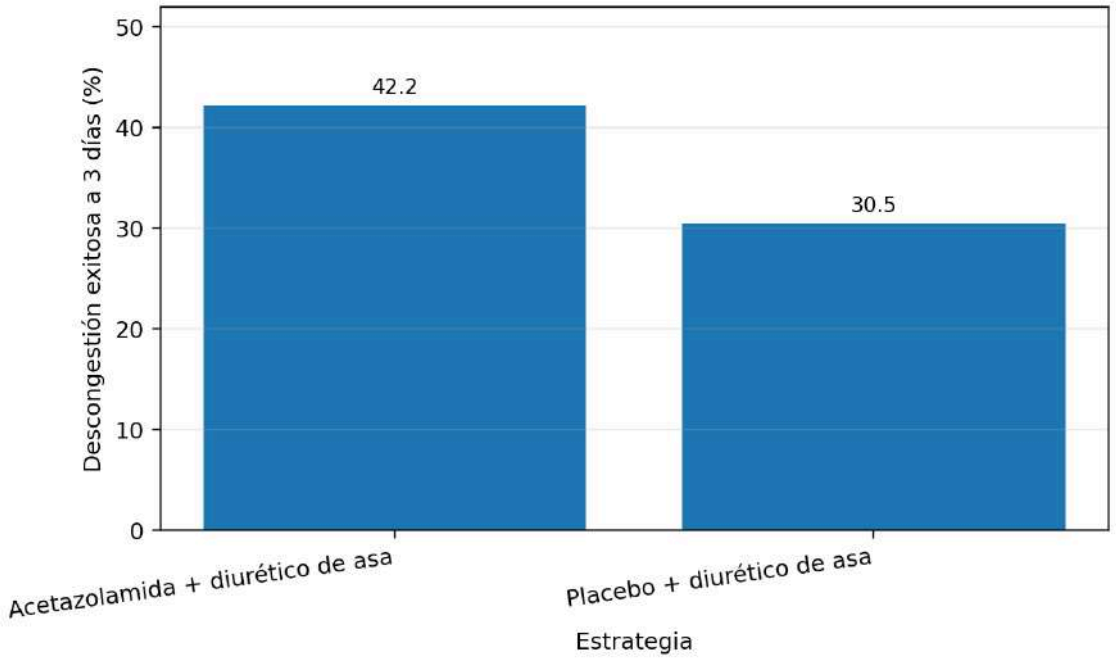
Estrategia	Escenario principal	Beneficio cardiorrenal esperado	Consideraciones de vigilancia
iSGLT2	IC a través del espectro de FEVI y ERC	Menos eventos de IC y protección renal; beneficio independiente de diabetes [13-21].	Esperar pequeño descenso inicial de TFG; valorar volumen, función renal e infecciones genitourinarias.
ARNI / inhibición RAAS	Especialmente IC con FEVI reducida; ERC seleccionada	Reducción de eventos cardiovasculares y control neurohormonal según guías [8-10].	Presión arterial, creatinina y potasio después de iniciar o titular.
Betabloqueadores	IC con FEVI reducida y pacientes seleccionados	Reducción de mortalidad y control de activación simpática dentro de terapia fundacional [8,9].	Frecuencia cardiaca, presión arterial, congestión y tolerancia.
MRA esteroideos	IC con FEVI reducida cuando función renal y K lo permiten	Beneficio pronóstico como componente de terapia dirigida por guías [8,9].	Riesgo de hiperpotasemia y deterioro renal; monitorización estrecha.
Finerenona	IC con FEVI ≥40% y riesgo cardiorrenal seleccionado	Reduce eventos totales de empeoramiento de IC/muerte CV; disminuye albuminuria [26-28].	Control de potasio y TFG; el descenso inicial de TFG no implica beneficio renal duro demostrado.
Diuréticos de asa y combinaciones secuenciales	Congestión aguda o crónica	Alivio de congestión y prevención de congestión residual; eficiencia mejorable con bloqueo secuencial [22-24].	Peso, diuresis, sodio, potasio, creatinina y presión arterial.

Fuente: elaboración propia con base en guías, ensayos y revisiones [8-10,13-21,26-28].

La síntesis terapéutica resalta que la protección cardiorrenal depende tanto de iniciar fármacos eficaces como de evitar su interrupción por interpretaciones incompletas de la función renal. Los iSGLT2 poseen el respaldo más transversal entre insuficiencia cardiaca y enfermedad renal crónica, mientras ARNI o inhibición del sistema renina-angiotensina, betabloqueadores y MRA continúan siendo fundamentales en fracción de eyección reducida [8-10]. Finerenona amplía las opciones en fracción de eyección mayor o igual a 40%, aunque los análisis renales muestran reducción de albuminuria sin reducción significativa del compuesto renal duro [26-28].

En el escenario agudo, la eficiencia de la descongestión puede determinar la evolución posterior. ADVOR evaluó la adición de acetazolamida intravenosa a una estrategia estandarizada con diuréticos de asa en pacientes con sobrecarga de volumen. El Gráfico 3 representa la proporción de descongestión exitosa dentro de tres días, desenlace que permite valorar la utilidad de un bloqueo tubular proximal como complemento del tratamiento diurético convencional.

Gráfico 3. ADVOR: descongestión exitosa dentro de tres días



Fuente: elaboración propia con datos publicados del ensayo ADVOR [22].

La descongestión exitosa se alcanzó en 42,2% con acetazolamida y 30,5% con placebo, con un riesgo relativo de 1,46 y significancia estadística [22]. El análisis renal preespecificado mostró que el beneficio sobre descongestión se mantuvo a través del espectro de filtración glomerular, aunque el deterioro renal transitorio fue más frecuente durante el tratamiento y no se asoció con mayor incidencia posterior de hospitalización por insuficiencia cardiaca o mortalidad [23]. El resultado refuerza la necesidad de separar eficacia descongestiva de una interpretación aislada de la creatinina.

La fase posterior a una hospitalización representa un periodo vulnerable en el que persisten congestión residual, cambios recientes de medicación y riesgo de alteraciones electrolíticas. La Tabla 4 resume estrategias de descongestión y continuidad asistencial que pueden integrarse desde medicina interna y cardiología, con participación nefrológica cuando exista enfermedad renal avanzada, deterioro progresivo o dificultad para mantener terapias modificadoras. La finalidad es reducir rehospitalización sin sacrificar protección renal ni producir retrasos innecesarios en la titulación terapéutica.

Tabla 4. Estrategias de descongestión y continuidad asistencial en insuficiencia cardiaca

Estrategia	Objetivo	Evidencia / fundamento	Implicación clínica
Diurético de asa protocolizado	Lograr euvolemia y aliviar congestión	Base del tratamiento descongestivo; respuesta debe guiar dosis [24].	Medir diuresis, peso, electrolitos y función renal de forma seriada.
Acetazolamida añadida	Mejorar eficiencia de descongestión	ADVOR: mayor descongestión exitosa a 3 días [22,23].	Útil en pacientes seleccionados con sobrecarga de volumen; no equivale a reducción demostrada de mortalidad.
Inicio hospitalario de iSGLT2	Introducir protección cardiorrenal antes del alta	EMPULSE: beneficio clínico a 90 días y seguridad renal favorable [16,17].	Iniciar tras estabilización clínica y continuar vigilancia de volumen y TFG.
Titulación rápida postalta	Alcanzar dosis recomendadas de terapia pronóstica	STRONG-HF: menor muerte o reingreso por IC a 180 días [25].	Requiere visitas tempranas y control de presión, creatinina, potasio y NT-proBNP.
Seguimiento ambulatorio de congestión	Detectar recaída antes de nueva hospitalización	Programas ambulatorios estructurados y diuresis guiada pueden reducir carga asistencial [30].	Educar sobre peso, edema, disnea, ortopnea y diuresis; facilitar contacto precoz.
Programa cardiorrenal multidisciplinario	Coordinar decisiones entre especialidades	Modelos integrados proponen evaluación, tratamiento, educación e indicadores compartidos [29].	Evita fragmentación, duplicidad y suspensión incongruente de terapias pronósticas.

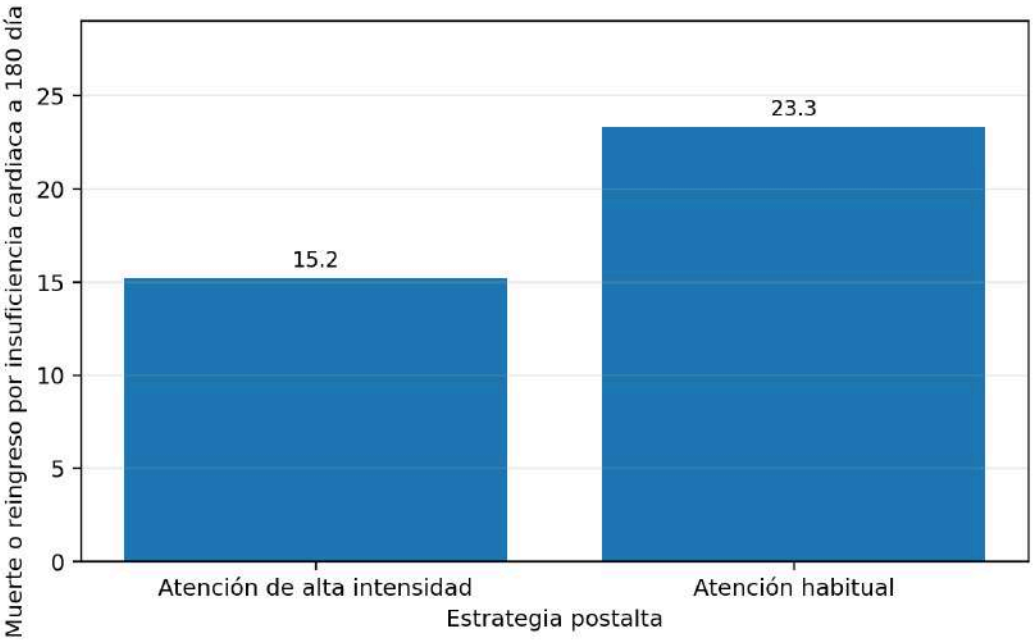
Fuente: elaboración propia con base en ADVOR, EMPULSE, STRONG-HF y literatura de continuidad asistencial [16,17,22-25,29,30].

Las estrategias de la Tabla 4 comparten un principio: la hospitalización no debe considerarse un episodio aislado, sino una oportunidad para alcanzar euvolemia, introducir terapias eficaces y establecer un plan de vigilancia. El inicio de empagliflozina tras estabilización clínica en EMPULSE produjo beneficio global a 90 días y no se asoció con una señal de daño renal persistente [16,17]. De forma

complementaria, STRONG-HF demostró que una estrategia de titulación acelerada y visitas estrechas después del alta puede modificar el riesgo temprano de eventos [25].

El efecto de la intensidad de seguimiento posterior al alta se representa en el Gráfico 4 mediante el desenlace primario de STRONG-HF. La comparación se centra en muerte por cualquier causa o reingreso por insuficiencia cardiaca a 180 días y permite visualizar la diferencia entre una estrategia estructurada de alta intensidad y la atención habitual.

Gráfico 4. STRONG-HF: muerte o reingreso por insuficiencia cardiaca a 180 días



Fuente: elaboración propia con datos publicados del ensayo STRONG-HF [25].

En STRONG-HF el desenlace primario ocurrió en 15,2% del grupo de alta intensidad y en 23,3% de la atención habitual, con riesgo relativo de 0,66 [25]. La intervención combinó titulación de fármacos hacia dosis recomendadas dentro de las dos primeras semanas y cuatro visitas programadas durante los dos meses posteriores, con vigilancia clínica, analítica y de NT-proBNP. Este resultado respalda que el beneficio pronóstico depende también de la implementación, la oportunidad y la supervisión, no solamente de la disponibilidad teórica de tratamientos.

Los resultados globales permiten establecer que los iSGLT2 son el componente con evidencia más consistente para reducir eventos de insuficiencia cardiaca en un amplio espectro cardiorrenal. El metaanálisis de cinco ensayos de insuficiencia cardiaca confirmó una reducción global de hospitalización por insuficiencia cardiaca o muerte cardiovascular, mientras el metaanálisis en enfermedad renal crónica documentó menor riesgo de eventos de insuficiencia cardiaca incluso con filtración glomerular reducida [15,18]. La convergencia entre ensayos cardiacos y renales disminuye la dependencia de un enfoque basado exclusivamente en la glucemia.

La trayectoria renal posterior al inicio de iSGLT2 requiere una interpretación temporal. EMPULSE mostró un descenso inicial pequeño de la TFG estimada con empagliflozina, seguido de convergencia respecto a placebo a 90 días, y el análisis combinado de DAPA-HF y DELIVER encontró superioridad de dapagliflozina en un desenlace renal jerarquizado que integró mortalidad, enfermedad renal terminal, reducciones de TFG y pendiente de filtración [17,19]. Por ello, la vigilancia debe distinguir el cambio hemodinámico inicial de una progresión renal sostenida.

La evidencia sobre finerenona introduce un matiz adicional. FINEARTS-HF mostró reducción del total de eventos de empeoramiento de insuficiencia cardiaca y muerte cardiovascular en fracción de eyección mayor o igual a 40%, pero el análisis renal no demostró reducción significativa del compuesto de pérdida marcada de TFG o falla renal; sí se observó disminución de albuminuria y menor aparición de microalbuminuria y macroalbuminuria [26,27]. En 2026, el análisis por riesgo KDIGO mostró beneficio clínico consistente a través de categorías renales, con mayor reducción de albuminuria en riesgo más alto [28].

En conjunto, los hallazgos apoyan un modelo de prevención que prioriza la identificación del paciente vulnerable, la evaluación seriada del estado de volumen, la

aplicación de terapias con beneficio cardiorrenal y la continuidad postalta. La meta clínica no consiste en conservar una creatinina invariable, sino en alcanzar el mejor equilibrio entre euvolemia, perfusión, control de comorbilidades, preservación renal y reducción de eventos, manteniendo la capacidad de ajustar el tratamiento según tolerancia y evolución.

Discusión

La evidencia analizada confirma que el síndrome cardiorrenal en la insuficiencia cardiaca debe comprenderse como una interacción dinámica y no como la suma de dos enfermedades independientes. Esta interpretación concuerda con revisiones recientes que integran hemodinámica, inflamación, estrés oxidativo y activación neurohormonal como mecanismos capaces de producir deterioro bidireccional [1,2]. El principal aporte clínico de este enfoque es que desplaza la pregunta desde "qué órgano está fallando" hacia "qué mecanismos están manteniendo el deterioro", lo que permite seleccionar intervenciones dirigidas a congestión, perfusión, neurohormonas y riesgo metabólico.

La congestión venosa emerge como un hallazgo de especial relevancia porque explica situaciones en las que la función renal empeora sin una reducción proporcional del gasto cardiaco. La transmisión de presión venosa al riñón altera el gradiente de filtración, favorece edema intersticial renal y activa mecanismos de retención, de modo que mantener congestión por temor a una elevación de creatinina puede perpetuar el proceso cardiorrenal [3,11]. Esta relación aporta una base fisiológica para aceptar determinados cambios renales transitorios cuando están acompañados por pérdida efectiva de volumen y mejoría clínica.

El comportamiento renal observado durante la descongestión también obliga a diferenciar cambio funcional de lesión renal estructural. La revisión sobre lesión renal aguda en insuficiencia cardiaca destaca que el aumento de creatinina asociado con diuresis y reducción de congestión no posee el mismo significado que el deterioro renal relacionado con sepsis, hipotensión profunda o nefrotoxicidad [11]. Los datos renales de ADVOR refuerzan esta interpretación, ya que la mayor frecuencia de empeoramiento renal transitorio con acetazolamida no se tradujo en mayor incidencia posterior de hospitalización o mortalidad cuando se logró descongestión [23].

El hallazgo anterior no implica que toda elevación de creatinina sea benigna. La evaluación debe conservar una lógica de seguridad que incluya presión arterial, perfusión, diuresis, potasio, sodio, exposición a nefrotóxicos y trayectoria de TFG, debido a que una disminución progresiva acompañada de hipotensión o escasa respuesta diurética puede señalar un problema diferente. Las revisiones contemporáneas sobre insuficiencia cardiaca y enfermedad renal crónica coinciden en que el tratamiento debe adaptarse al fenotipo y a la reserva renal, evitando tanto la infrautilización de terapias como la intensificación ciega [5,6,12].

Los iSGLT2 constituyen el cambio terapéutico con mayor transversalidad en los resultados revisados. EMPEROR-Preserved y DELIVER demostraron menor riesgo de eventos en fracciones de eyección mayores de 40%, mientras el metaanálisis de cinco ensayos confirmó consistencia del efecto en insuficiencia cardiaca [13-15]. El hecho de que la reducción de eventos ocurra en presencia o ausencia de diabetes respalda mecanismos que exceden la glucosuria, entre ellos natriuresis, cambios en hemodinámica glomerular, reducción de presión intraglomerular y modificaciones favorables en eficiencia metabólica.

La extensión del beneficio hacia enfermedad renal crónica fortalece el carácter cardiorrenal de los iSGLT2. EMPA-KIDNEY mostró reducción de progresión renal o muerte cardiovascular, el seguimiento prolongado confirmó persistencia del efecto y el metaanálisis específico en ERC documentó reducción de eventos de insuficiencia cardiaca en un conjunto de 89.191 participantes [18,20,21]. Este patrón es especialmente importante para medicina interna, donde el paciente con insuficiencia cardiaca suele presentar múltiples comorbilidades y la elección de una intervención con beneficios simultáneos simplifica la estrategia preventiva.

El descenso inicial de TFG tras iniciar un iSGLT2 merece una comunicación clínica adecuada. EMPULSE mostró que el cambio temprano de filtración fue pequeño y transitorio, sin exceso sostenido de insuficiencia renal aguda, mientras el análisis renal jerarquizado de DAPA-HF y DELIVER mostró un resultado global favorable para dapagliflozina [17,19]. Suspender automáticamente el fármaco ante un cambio leve puede privar de un beneficio posterior, por lo que la decisión debe considerar volumen, presión, magnitud de la caída, potasio y estabilidad clínica.

La evidencia de EMPULSE además demuestra que el periodo hospitalario puede utilizarse para iniciar protección cardiorrenal en lugar de posponerla indefinidamente. El beneficio clínico a 90 días se observó después del inicio de empagliflozina tras estabilización, independientemente de la fracción de eyección y con un perfil renal aceptable [16,17]. Esta estrategia es coherente con la necesidad de reducir la llamada inercia terapéutica, particularmente en pacientes que tras el alta pueden perder oportunidades de seguimiento o permanecer durante semanas con un tratamiento incompleto.

La descongestión secuencial aporta una segunda área de cambio. ADVOR mostró que añadir acetazolamida a diuréticos de asa incrementó la probabilidad de lograr

descongestión en tres días, con una respuesta mantenida a través del rango de TFG [22,23]. Sin embargo, el estudio no demostró reducción de muerte o rehospitalización a tres meses, por lo que la acetazolamida debe interpretarse como una herramienta para mejorar eficiencia descongestiva y no como sustituto de la terapia pronóstica. Esta distinción evita convertir un desenlace fisiológico favorable en una afirmación de mortalidad no demostrada.

Los diuréticos de asa continúan siendo la base del tratamiento de la congestión, aunque la evidencia disponible para definir dosis óptimas es menor que la existente para los fármacos modificadores del pronóstico. La revisión práctica de 2024 destaca la importancia de estrategias protocolizadas, evaluación temprana de respuesta y bloqueo secuencial cuando aparece resistencia [24]. Desde el punto de vista cardiorrenal, la calidad de la descongestión depende menos de una dosis fija que de la capacidad para medir diuresis, peso, síntomas, electrolitos y función renal y ajustar la intervención con rapidez.

La fase posterior al alta posee una relevancia pronóstica equivalente a la fase intrahospitalaria. STRONG-HF mostró una reducción importante de muerte o reingreso por insuficiencia cardiaca al combinar titulación rápida de terapias recomendadas con visitas frecuentes y monitorización [25]. Este resultado sugiere que una parte de los eventos prevenibles surge de dosis subóptimas, seguimiento tardío y ausencia de ajustes tempranos, aspectos que pueden ser abordados mediante protocolos coordinados entre medicina interna y cardiología, con participación nefrológica cuando la función renal limita decisiones.

La vigilancia de potasio es esencial en este proceso porque la hiperpotasemia constituye una causa frecuente de reducción o suspensión de inhibidores del sistema renina-angiotensina y antagonistas mineralocorticoides. Las guías de insuficiencia

cardiaca y KDIGO enfatizan la necesidad de monitorización y manejo individualizado, evitando considerar un valor aislado como indicación automática de retirar terapias con beneficio pronóstico [8-10]. Esta lógica se aplica también a finerenona, cuyo uso exige conocer TFG y potasio antes y después del inicio.

FINEARTS-HF amplía el campo del antagonismo mineralocorticoide en pacientes con fracción de eyección ligeramente reducida o preservada. La reducción del total de eventos de empeoramiento de insuficiencia cardiaca y muerte cardiovascular constituye un resultado clínicamente relevante [26], pero los análisis renales obligan a evitar extrapolaciones. La finerenona produjo una caída inicial de TFG y una reducción sostenida de albuminuria, sin reducir de forma significativa el compuesto renal duro en la población global [27]; el análisis por riesgo KDIGO mostró consistencia del beneficio cardiovascular y reducción de albuminuria a través de categorías renales [28].

La interpretación de albuminuria y TFG como dominios complementarios también tiene implicaciones diagnósticas. La clasificación de riesgo renal basada únicamente en filtración puede subestimar pacientes con albuminuria relevante y TFG relativamente conservada, mientras la combinación de ambos parámetros ayuda a identificar mayor vulnerabilidad cardiovascular y renal [10,28]. En insuficiencia cardiaca, esta información permite graduar seguimiento, reforzar control de presión y diabetes y seleccionar con mayor precisión estrategias de protección cardiorrenal.

El enfoque cardiovascular-renal-metabólico propuesto por la American Heart Association aporta un marco más amplio para comprender por qué obesidad, diabetes, enfermedad renal e insuficiencia cardiaca tienden a coexistir y amplificar eventos [7]. Desde la medicina interna, este marco resulta útil porque evita tratar cada diagnóstico en compartimentos separados y favorece intervenciones capaces de modificar varios componentes simultáneamente. La prevención del síndrome cardiorrenal comienza así

en etapas previas a la insuficiencia cardiaca avanzada, cuando todavía existe margen para reducir carga metabólica, daño renal y progresión cardiovascular.

La aplicación clínica de estas estrategias requiere una organización asistencial capaz de sostener el tratamiento. El programa cardiorrenal multidisciplinario descrito en 2025 integra evaluación clínica, pruebas, tratamiento, educación e indicadores de desempeño con participación de cardiología, nefrología y otros profesionales [29]. Aunque se trata de un modelo de implementación y no de un ensayo de mortalidad, su estructura responde a una limitación frecuente de la práctica: decisiones divergentes entre especialidades que pueden producir duplicidad de pruebas, interrupciones terapéuticas o mensajes contradictorios para el paciente.

La continuidad también puede reforzarse mediante estrategias ambulatorias de manejo de empeoramiento de insuficiencia cardiaca. La revisión práctica sobre atención ambulatoria describe protocolos de diuréticos intravenosos y seguimiento estructurado que pueden reducir dependencia de hospitalizaciones prolongadas en pacientes seleccionados [30]. La utilidad de estos modelos depende de una adecuada selección, acceso a laboratorio, capacidad de respuesta ante hipotensión o deterioro renal y comunicación rápida con el equipo tratante, por lo que su implementación debe ajustarse a recursos locales.

Entre las fortalezas de la presente síntesis se encuentra la integración de ensayos cardiovasculares, estudios renales, guías y análisis contemporáneos hasta 2026, lo que permite evaluar el síndrome cardiorrenal desde la fisiopatología hasta la continuidad asistencial. Las cuatro tablas y los cuatro gráficos se construyeron con datos verificables y sin calcular efectos combinados propios. Esta estrategia facilita la lectura clínica, pero no sustituye una revisión sistemática con protocolo predefinido, evaluación formal de riesgo de sesgo y metaanálisis cuando la homogeneidad de los estudios lo permite.

La principal limitación deriva del carácter narrativo del estudio, que no permite garantizar exhaustividad equivalente a una revisión sistemática y puede favorecer mayor representación de ensayos de gran impacto. Además, varias recomendaciones cardiorrenales se extrapolan de ensayos de insuficiencia cardiaca o enfermedad renal crónica en los que el síndrome cardiorrenal no siempre fue el diagnóstico de inclusión, situación señalada por revisiones recientes [2,6]. Los pacientes con enfermedad renal muy avanzada continúan subrepresentados, por lo que la aplicación de terapias en TFG muy baja requiere especial individualización.

Otra limitación corresponde a la heterogeneidad de desenlaces. EMPEROR-Preserved, DELIVER, EMPA-KIDNEY, ADVOR, STRONG-HF y FINEARTS-HF evalúan objetivos distintos y no deben compararse mediante porcentajes como si formaran una única población. Los gráficos se utilizaron con propósito descriptivo y conservaron las definiciones originales, evitando un metaanálisis artificial. Esta precaución es esencial para no confundir reducción de hospitalización, descongestión, progresión renal y mortalidad como desenlaces intercambiables.

Pese a estas limitaciones, la consistencia de la evidencia permite proponer una interpretación clínica sólida: el riesgo cardiorrenal disminuye cuando se detecta precozmente la vulnerabilidad, se alcanza descongestión sin temor desproporcionado a cambios funcionales de creatinina, se introducen terapias con beneficio demostrado y se mantiene vigilancia estrecha después del alta. La novedad no reside en un único fármaco, sino en combinar protección cardiaca, renal y metabólica dentro de una trayectoria asistencial coordinada.

Las futuras líneas de investigación deberían incluir mayor representación de enfermedad renal avanzada, comparación de estrategias de descongestión guiadas por biomarcadores o ecografía, evaluación de modelos cardiorrenales multidisciplinarios

mediante desenlaces duros y estudios que definan la secuencia óptima de iSGLT2, bloqueo neurohormonal y antagonismo mineralocorticoide según riesgo renal. También será necesario determinar qué cambios tempranos de TFG pueden aceptarse con seguridad en diferentes fenotipos y cómo integrar albuminuria en algoritmos de seguimiento de insuficiencia cardiaca.

Conclusiones

El síndrome cardiorrenal en pacientes con insuficiencia cardiaca representa una interacción clínica compleja en la que congestión, alteraciones hemodinámicas, activación neurohormonal, inflamación, comorbilidad metabólica y enfermedad renal crónica se potencian de manera bidireccional. La prevención de su progresión requiere reconocer que el deterioro renal no puede interpretarse de forma aislada y que la creatinina debe analizarse junto con la tendencia de TFG, albuminuria, potasio, presión arterial, diuresis y estado de volumen.

La evidencia revisada permite establecer que la congestión venosa constituye un determinante central de disfunción renal en la insuficiencia cardiaca. En presencia de sobrecarga de volumen, lograr una descongestión eficaz posee prioridad clínica, incluso cuando aparece un incremento moderado y transitorio de creatinina, siempre que se mantengan perfusión, respuesta diurética y estabilidad hemodinámica. La persistencia de congestión residual puede representar un riesgo mayor que un cambio funcional renal reversible.

Los inhibidores SGLT2 constituyen uno de los pilares más consistentes de protección cardiorrenal, debido a que reducen eventos de insuficiencia cardiaca a través de diferentes categorías de fracción de eyección y aportan beneficio renal en enfermedad

renal crónica. Su efecto no depende exclusivamente de la presencia de diabetes, y el descenso inicial pequeño de TFG que puede observarse tras el inicio debe diferenciarse de una progresión renal sostenida mediante seguimiento clínico y bioquímico.

En insuficiencia cardiaca con fracción de eyección reducida, la reducción de mortalidad exige conservar la terapia modificadora del pronóstico indicada por guías, incluyendo inhibición del sistema renina-angiotensina o ARNI, betabloqueadores, antagonistas del receptor mineralocorticoide e iSGLT2, con titulación individualizada según presión arterial, función renal y potasio. La presencia de enfermedad renal no debe traducirse automáticamente en infratratamiento, sino en una monitorización más estrecha y en ajustes razonados.

La fase aguda requiere combinar diuréticos de asa con evaluación sistemática de respuesta. La acetazolamida puede aumentar la probabilidad de descongestión exitosa en pacientes seleccionados con sobrecarga de volumen, aunque este beneficio no equivale por sí mismo a una reducción demostrada de mortalidad. Del mismo modo, cualquier estrategia de intensificación debe mantener vigilancia de electrolitos, perfusión y función renal para distinguir una respuesta hemodinámica esperada de un deterioro potencialmente dañino.

La reducción de eventos después de una hospitalización depende de la continuidad asistencial. La titulación rápida de terapias recomendadas, las visitas tempranas, la educación sobre signos de alarma y la coordinación entre medicina interna, cardiología y nefrología permiten intervenir durante un periodo de elevado riesgo de reingreso. Un modelo cardiorrenal multidisciplinario resulta especialmente pertinente cuando existen enfermedad renal avanzada, hiperpotasemia recurrente, resistencia diurética o dificultad para mantener tratamientos pronósticos.

En síntesis, la reducción de mortalidad y progresión del síndrome cardiorrenal no depende de una intervención aislada, sino de una estrategia longitudinal que combine detección temprana, descongestión efectiva, tratamiento basado en evidencia, protección renal, control de comorbilidades y seguimiento estrecho. El objetivo clínico debe evolucionar desde la protección separada del corazón o del riñón hacia la preservación simultánea de ambos órganos, priorizando resultados relevantes para el paciente: menor hospitalización, menor progresión renal, mejor calidad de vida y mayor supervivencia.

Referencias Bibliográficas

1. Zhao BR, Hu XR, Wang WD, Zhou Y. Cardiorenal syndrome: clinical diagnosis, molecular mechanisms and therapeutic strategies. Acta Pharmacol Sin. 2025;46(6):1539-1555. doi:10.1038/s41401-025-01476-z.

2. Kim JA, Wu L, Rodriguez M, Lentine KL, Virk HU, El Hachem K, et al. Recent Developments in the Evaluation and Management of Cardiorenal Syndrome: A Comprehensive Review. Curr Probl Cardiol. 2023;48(3):101509. doi:10.1016/j.cpcardiol.2022.101509.

3. Tamayo-Gutierrez A, Ibrahim HN. The Kidney in Heart Failure: The Role of Venous Congestion. Methodist Debakey Cardiovasc J. 2022;18(4):4-10. doi:10.14797/mdcvj.1121.

4. Khandait H, Sodhi SS, Khandekar N, Bhattad VB. Cardiorenal Syndrome in Heart Failure with Preserved Ejection Fraction: Insights into Pathophysiology and Recent Advances. Cardiorenal Med. 2025;15(1):41-60. doi:10.1159/000542633.

5. Guaricci AI, Sturdà F, Russo R, Basile P, Baggiano A, Mushtaq S, et al. Assessment and management of heart failure in patients with chronic kidney disease. Heart Fail Rev. 2024;29(2):379-394. doi:10.1007/s10741-023-10346-x.

6. Wu L, Rodriguez M, El Hachem K, Tang WHW, Krittanawong C. Management of patients with heart failure and chronic kidney disease. Heart Fail Rev. 2024;29(5):989-1023. doi:10.1007/s10741-024-10415-9.

7. Ndumele CE, Rangaswami J, Chow SL, Neeland IJ, Tuttle KR, Khan SS, et al. Cardiovascular-Kidney-Metabolic Health: A Presidential Advisory From the American Heart Association. Circulation. 2023;148(20):1606-1635. doi:10.1161/CIR.0000000000001184.

8. Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, Allen LA, Byun JJ, Colvin MM, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure. Circulation. 2022;145(18):e895-e1032. doi:10.1161/CIR.0000000000001063.

9. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al. 2023 Focused Update of the 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. Eur Heart J. 2023;44(37):3627-3639. doi:10.1093/eurheartj/ehad195.

10. Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) CKD Work Group. KDIGO 2024 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. Kidney Int. 2024;105(4S):S117-S314. doi:10.1016/j.kint.2023.10.018.

11. Banerjee D, Ali MA, Wang AYM, Jha V. Acute kidney injury in acute heart failure-when to worry and when not to worry? Nephrol Dial Transplant. 2025;40(1):10-18. doi:10.1093/ndt/gfae146.

12. Tumelty E, Chung I, Hussain S, Ali MA, Addada H, Banerjee D. An Updated Review of the Management of Chronic Heart Failure in Patients with Chronic Kidney Disease. Rev Cardiovasc Med. 2024;25(4):144. doi:10.31083/j.rcm2504144.

13. Anker SD, Butler J, Filippatos G, Ferreira JP, Bocchi E, Böhm M, et al. Empagliflozin in Heart Failure with a Preserved Ejection Fraction. N Engl J Med. 2021;385(16):1451-1461. doi:10.1056/NEJMoa2107038.

14. Solomon SD, McMurray JJV, Claggett B, de Boer RA, DeMets D, Hernandez AF, et al. Dapagliflozin in Heart Failure with Mildly Reduced or Preserved Ejection Fraction. N Engl J Med. 2022;387(12):1089-1098. doi:10.1056/NEJMoa2206286.

15. Vaduganathan M, Docherty KF, Claggett BL, Jhund PS, de Boer RA, Hernandez AF, et al. SGLT-2 inhibitors in patients with heart failure: a comprehensive meta-analysis of five randomised controlled trials. Lancet. 2022;400(10354):757-767. doi:10.1016/S0140-6736(22)01429-5.

16. Voors AA, Angermann CE, Teerlink JR, Collins SP, Kosiborod MN, Biegus J, et al. The SGLT2 inhibitor empagliflozin in patients hospitalized for acute heart failure: a multinational randomized trial. Nat Med. 2022;28(3):568-574. doi:10.1038/s41591-021-01659-1.

17. Voors AA, Damman K, Teerlink JR, Angermann CE, Collins SP, Kosiborod MN, et al. Renal effects of empagliflozin in patients hospitalized for acute heart failure: from the EMPULSE trial. Eur J Heart Fail. 2022;24(10):1844-1852. doi:10.1002/ejhf.2681.

18. Theodorakopoulou MP, Alexandrou ME, Tsitouridis A, Kamperidis V, Pella E, Xanthopoulos A, et al. Effects of sodium-glucose co-transporter 2 inhibitors on

heart failure events in chronic kidney disease: a systematic review and meta-analysis. Eur Heart J Cardiovasc Pharmacother. 2024;10(4):329-341. doi:10.1093/ehjcvp/pvae003.

19. Kondo T, Jhund PS, Gasparyan SB, Yang M, Claggett BL, McCausland FR, et al. A hierarchical kidney outcome using win statistics in patients with heart failure from the DAPA-HF and DELIVER trials. Nat Med. 2024;30(5):1432-1439. doi:10.1038/s41591-024-02941-8.
20. EMPA-KIDNEY Collaborative Group. Empagliflozin in Patients with Chronic Kidney Disease. N Engl J Med. 2023;388(2):117-127. doi:10.1056/NEJMoa2204233.
21. EMPA-KIDNEY Collaborative Group. Long-Term Effects of Empagliflozin in Patients with Chronic Kidney Disease. N Engl J Med. 2025;392(8):777-787. doi:10.1056/NEJMoa2409183.
22. Mullens W, Dauw J, Martens P, Verbrugge FH, Nijst P, Meekers E, et al. Acetazolamide in Acute Decompensated Heart Failure with Volume Overload. N Engl J Med. 2022;387(13):1185-1195. doi:10.1056/NEJMoa2203094.
23. Meekers E, Dauw J, Martens P, Dhont S, Verbrugge FH, Nijst P, et al. Renal function and decongestion with acetazolamide in acute decompensated heart failure: the ADVOR trial. Eur Heart J. 2023;44(37):3672-3682. doi:10.1093/eurheartj/ehad557.
24. Wu L, Rodriguez M, El Hachem K, Krittanawong C. Diuretic Treatment in Heart Failure: A Practical Guide for Clinicians. J Clin Med. 2024;13(15):4470. doi:10.3390/jcm13154470.
25. Mebazaa A, Davison B, Chioncel O, Cohen-Solal A, Diaz R, Filippatos G, et al. Safety, tolerability and efficacy of up-titration of guideline-directed medical

therapies for acute heart failure (STRONG-HF): a multinational, open-label, randomised, trial. Lancet. 2022;400(10367):1938-1952. doi:10.1016/S0140-6736(22)02076-1.

26. Solomon SD, McMurray JJV, Vaduganathan M, Claggett B, Jhund PS, Desai AS, et al. Finerenone in Heart Failure with Mildly Reduced or Preserved Ejection Fraction. N Engl J Med. 2024;391(16):1475-1485. doi:10.1056/NEJMoa2407107.

27. McCausland FR, Vaduganathan M, Claggett BL, Kulac IJ, Desai AS, Jhund PS, et al. Finerenone and Kidney Outcomes in Patients With Heart Failure: The FINEARTS-HF Trial. J Am Coll Cardiol. 2025;85(2):159-168. doi:10.1016/j.jacc.2024.10.091.

28. Ostrominski JW, McCausland FR, Claggett BL, Desai AS, Jhund PS, Lam CSP, et al. Finerenone Across the Spectrum of Kidney Risk in Heart Failure: The FINEARTS-HF Trial. JACC Heart Fail. 2026;14(1):102439. doi:10.1016/j.jchf.2025.03.006.

29. Calça R, Malho A, Domingos AT, Fernandes RM, Silva FG, Aguiar C, et al. Multidisciplinary cardiorenal program for heart failure patients: Improving outcomes through comprehensive care. Rev Port Cardiol. 2025;44(3):179-187. doi:10.1016/j.repc.2024.09.003.

30. Girerd N, Mewton N, Tartière JM, Guijarro D, Jourdain P, Damy T, et al. Practical outpatient management of worsening chronic heart failure. Eur J Heart Fail. 2022;24(5):750-761. doi:10.1002/ejhf.2503.

Complicaciones de los gases tóxicos en el desarrollo de la higiene industrial desde la perspectiva técnica de la salud y seguridad ocupacional.

Complications of toxic gases in the development of industrial hygiene from the technical perspective of occupational health and safety.

Complicações dos gases tóxicos no desenvolvimento da higiene industrial sob a perspectiva técnica da saúde e segurança ocupacional.

Steveen Eduardo Carpio Candelario
Universidad Casa Grande
Ecuador
steveen.carpio@casagrande.edu.ec
https://orcid.org/0009-0007-4036-3331

José Luis Saá Loor
Universidad Católica Santiago de Guayaquil
Ecuador
jose.saa@cuucsg.edu.ec
https://orcid.org/0000-0002-2654-1935

Jonathan Josue Ramirez Davalos
Instituto Superior Tecnológico Juan Bautista Aguirre
Ecuador
jonathanramirezdv@gmail.com
https://orcid.org/0000-0003-1042-1282

Wilmer Romeo Albán Holguín
Sominur CLTDA.
Ecuador
w.alban@hotmail.com
https://orcid.org/0000-0002-1078-0333

Forma de citación en APA, séptima edición.

Carpio, S; Saá, J; Ramirez, J; Albán, W.(2026). *Complicaciones de los gases tóxicos en el desarrollo de la higiene industrial desde la perspectiva técnica de la salud y seguridad ocupacional*. Revista Ibero Research, 1(7), 529 - 577.

Fecha de presentación: 20/08/2026 **Fecha de aceptación:** 03/09/2026 **Fecha de publicación:** 04/09/2026

Resumen

La exposición ocupacional a gases tóxicos representa un problema prioritario de higiene industrial por su capacidad de producir lesiones agudas, secuelas crónicas, incapacidad y muerte, especialmente cuando existen procesos de combustión, tratamiento de aguas, minería, refrigeración, desinfección, soldadura o trabajo en espacios confinados. El objetivo fue analizar las complicaciones asociadas con monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, cloro, amoníaco, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, integrando criterios técnicos de evaluación y control. Se desarrolló una revisión narrativa integrativa con actualización bibliográfica en PubMed/MEDLINE y fuentes oficiales de OIT, OMS, NIOSH, OSHA e ISO, priorizando evidencia de 2021-2026 y documentos normativos vigentes. Los resultados mostraron perfiles toxicológicos diferenciados, valores IDLH entre 10 y 1200 ppm, afectación respiratoria común a los seis gases y necesidad de combinar medición ambiental, límites ocupacionales, vigilancia de salud y controles en la fuente. Se concluyó que la prevención efectiva depende de anticipación, reconocimiento, evaluación cuantitativa y control, con prioridad para eliminación, sustitución e ingeniería antes del uso de protección personal.

Palabras clave: exposición química; vigilancia ambiental; toxicología ocupacional; control de riesgos; atmósferas peligrosas.

Abstract

Occupational exposure to toxic gases is a priority industrial hygiene problem because it can cause acute injury, chronic sequelae, disability, and death, particularly in combustion processes, wastewater treatment, mining, refrigeration, disinfection, welding, and confined-space work. The objective was to analyze complications associated with carbon monoxide, hydrogen sulfide, chlorine, ammonia, sulfur dioxide, and nitrogen dioxide while integrating technical criteria for exposure assessment and control. An integrative narrative review was conducted with an updated search in PubMed/MEDLINE and official sources from ILO, WHO, NIOSH, OSHA, and ISO, prioritizing evidence from 2021-2026 and current regulatory documents. Results showed differentiated toxicological profiles, NIOSH IDLH values ranging from 10 to 1200 ppm, respiratory involvement common to all six gases, and the need to combine environmental measurement, occupational limits, health surveillance, and source controls. It was concluded that effective prevention depends on anticipation, recognition, quantitative evaluation, and control, prioritizing elimination, substitution, and engineering measures before reliance on personal protective equipment.

Keywords: chemical exposure; environmental monitoring; occupational toxicology; risk control; hazardous atmospheres.

Resumo

A exposição ocupacional a gases tóxicos constitui um problema prioritário da higiene industrial pela capacidade de causar lesões agudas, sequelas crônicas, incapacidade e morte, sobretudo em processos de combustão, tratamento de águas, mineração, refrigeração, desinfecção, soldagem e trabalhos em espaços confinados. O objetivo foi analisar as complicações associadas ao monóxido de carbono, sulfeto de hidrogênio, cloro, amônia, dióxido de enxofre e dióxido de nitrogênio, integrando critérios técnicos de avaliação e controle. Desenvolveu-se uma revisão narrativa integrativa com atualização bibliográfica no PubMed/MEDLINE e em fontes oficiais da OIT, OMS, NIOSH, OSHA e ISO, priorizando evidências de 2021-2026 e documentos normativos vigentes. Os resultados evidenciaram perfis toxicológicos distintos, valores IDLH entre 10 e 1200 ppm, comprometimento respiratório comum aos seis gases e necessidade de articular medição ambiental, limites ocupacionais, vigilância da saúde e controles na fonte. Concluiu-se que a prevenção efetiva depende de antecipação, reconhecimento, avaliação quantitativa e controle, priorizando eliminação, substituição e engenharia antes da proteção individual.

Palavras-chave: exposição química; monitoramento ambiental; toxicologia ocupacional; controle de riscos; atmosferas perigosas.

Introducción

La utilización de sustancias químicas y la generación de contaminantes gaseosos forman parte de numerosos procesos productivos contemporáneos, por lo que la exposición laboral a agentes químicos continúa constituyendo una amenaza relevante para la salud de la población trabajadora. La Organización Internacional del Trabajo ha descrito una carga mundial importante asociada con exposiciones químicas ocupacionales, que comprende intoxicaciones, enfermedades respiratorias y cardiovasculares, cáncer, discapacidad y muertes evitables, mientras que la Organización Mundial de la Salud mantiene la exposición a productos químicos peligrosos entre los riesgos ocupacionales que requieren prevención sistemática. Esta problemática se vuelve especialmente visible en industrias con fuentes continuas o accidentales de gases, vapores y productos de combustión (1,2).

La magnitud del riesgo no se distribuye de forma homogénea entre actividades económicas, debido a que minería, petróleo y gas, manufactura, agricultura, tratamiento de aguas, construcción, refrigeración industrial, soldadura, laboratorios, mantenimiento y servicios sanitarios presentan condiciones diferentes de generación, confinamiento y ventilación. La OIT ha señalado que la exposición química en minería permanece como un problema de seguridad y salud a escala internacional, con vulnerabilidad particular en contextos de pequeña minería e informalidad, lo que refuerza la necesidad de sistemas de prevención capaces de actuar antes de la aparición de intoxicaciones o enfermedades profesionales (3).

La higiene industrial ofrece el marco técnico para abordar esa complejidad mediante la anticipación, el reconocimiento, la evaluación y el control de los factores ambientales originados en el trabajo. Esta secuencia transforma la prevención en un proceso basado

en evidencia, en el que la identificación del contaminante se relaciona con su fuente, la ruta de exposición, la concentración, la duración, la frecuencia y las características del puesto, en lugar de depender solamente de la percepción sensorial o de la conducta individual. OSHA vincula este enfoque con el reconocimiento de peligros químicos, la comunicación del riesgo y el establecimiento de medidas correctivas verificables (4).

La jerarquía de controles constituye uno de los principios centrales para decidir la respuesta preventiva, porque ordena las intervenciones según su capacidad para reducir la exposición sin depender de manera predominante del comportamiento humano. NIOSH sitúa la eliminación y la sustitución en los niveles de mayor efectividad, seguidas por los controles de ingeniería, los controles administrativos y el equipo de protección personal, mientras que OSHA sostiene que la ingeniería y las prácticas de trabajo deben ser los medios primarios siempre que sean factibles. Esta lógica favorece el diseño seguro del proceso y disminuye la probabilidad de que una falla individual se convierta en una exposición peligrosa (5,6).

La gestión preventiva también exige un sistema organizacional capaz de integrar peligros, controles, vigilancia, participación de los trabajadores, preparación para emergencias e investigación de incidentes. ISO 45001:2018, confirmada como versión vigente durante 2024, establece un marco de gestión que articula identificación de peligros, evaluación de riesgos, requisitos legales, objetivos, control operacional y mejora continua, elementos particularmente pertinentes cuando se manejan agentes gaseosos capaces de producir eventos súbitos y consecuencias graves. De este modo, la higiene industrial deja de ser una actividad aislada de medición y se convierte en un componente estratégico del sistema de seguridad y salud en el trabajo (7).

Los gases tóxicos presentan dificultades preventivas específicas por sus propiedades fisicoquímicas, ya que pueden difundirse con rapidez, desplazarse desde la fuente,

acumularse en zonas bajas o espacios cerrados, reaccionar con otras sustancias y alcanzar concentraciones críticas en periodos breves. La NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards reúne información de límites de exposición, valores inmediatamente peligrosos para la vida o la salud, métodos de medición, síntomas, órganos diana y recomendaciones respiratorias, por lo que constituye una referencia técnica útil para conectar la toxicología con la práctica de higiene ocupacional. Su utilización, sin embargo, requiere interpretar cada valor en función de su base temporal y del escenario real de exposición (8).

El monóxido de carbono representa un ejemplo clásico de riesgo difícil de reconocer mediante los sentidos, debido a que es un gas incoloro e inodoro producido por combustión incompleta. NIOSH establece para este agente un valor IDLH de 1200 ppm, un límite recomendado TWA de 35 ppm y un ceiling de 200 ppm, mientras que OSHA mantiene un PEL TWA de 50 ppm. Su toxicidad se relaciona con la formación de carboxihemoglobina y con alteraciones de la utilización celular del oxígeno, por lo que cefalea, mareo, debilidad, confusión, pérdida de conciencia, compromiso cardiovascular y daño neurológico pueden presentarse en exposiciones relevantes (9).

El sulfuro de hidrógeno posee una problemática diferente, aunque comparte el potencial de producir hipoxia celular y colapso rápido. Puede generarse en alcantarillado, plantas de tratamiento, industria petrolera, minería y descomposición de materia orgánica, con un valor IDLH de 100 ppm y un límite NIOSH de 10 ppm como techo de diez minutos. El olor característico no constituye un método de protección, porque la percepción olfativa puede fatigarse rápidamente, condición que transforma la confianza en el olfato en un factor de riesgo adicional y obliga a utilizar detección instrumental antes y durante las tareas susceptibles de liberar H_2S (10).

El cloro y el amoníaco corresponden a gases irritantes de amplia utilización industrial, cuyos efectos dependen en gran medida de su reactividad y solubilidad. El cloro presenta un valor IDLH de 10 ppm, puede producir quemadura ocular y respiratoria, broncoespasmo, neumonitis y edema pulmonar, mientras que el amoníaco presenta un IDLH de 300 ppm y se asocia con irritación intensa de mucosas, disnea, sibilancias, dolor torácico, edema pulmonar y quemaduras cuando existe contacto con soluciones o producto licuado. La diversidad de procesos en los que se emplean obliga a combinar almacenamiento seguro, segregación de incompatibles, ventilación, detección y planificación de emergencias (11,12).

El dióxido de azufre y el dióxido de nitrógeno son contaminantes gaseosos vinculados con combustión y determinados procesos térmicos o químicos. NIOSH establece para SO_2 un IDLH de 100 ppm, REL TWA de 2 ppm y STEL de 5 ppm, mientras que para NO_2 establece un IDLH de 13 ppm y un REL de corta duración de 1 ppm. Ambos presentan una marcada relevancia respiratoria, aunque NO_2 también se relaciona con compromiso cardiovascular en la ficha de NIOSH, lo que demuestra que la prevención no debe reducirse a una clasificación general de irritantes, sino considerar el perfil toxicológico particular de cada sustancia (13,14).

La protección respiratoria es necesaria cuando el peligro no puede controlarse completamente mediante medidas superiores de la jerarquía, pero su eficacia depende de selección, ajuste, mantenimiento, capacitación y condiciones atmosféricas conocidas. OSHA establece que la finalidad primaria debe ser prevenir la contaminación atmosférica mediante controles de ingeniería y que, cuando se requieren respiradores, debe existir un programa escrito con evaluación del riesgo, selección adecuada, evaluación médica, pruebas de ajuste y entrenamiento. En atmósferas IDLH se

requieren equipos de suministro de aire apropiados, lo que excluye la idea de que cualquier respirador convencional sea suficiente frente a una fuga grave de gas (15).

Los espacios confinados amplifican el peligro debido a que pueden combinar deficiencia de oxígeno, gases tóxicos y atmósferas inflamables, además de limitar la salida y complicar el rescate. OSHA exige procedimientos específicos para espacios que requieren permiso, con evaluación atmosférica y condiciones aceptables de entrada, mientras que la práctica higiénica demanda medir antes del ingreso y continuar la vigilancia cuando la atmósfera puede cambiar. Esta exigencia adquiere importancia en tanques, pozos, alcantarillas, silos, cámaras, reactores y sistemas de tratamiento donde la exposición puede pasar de tolerable a letal en poco tiempo (16).

La evaluación cuantitativa necesita métodos de muestreo y análisis capaces de producir resultados comparables con criterios ocupacionales. El NIOSH Manual of Analytical Methods reúne métodos validados para aire de trabajo y otras matrices, además de lineamientos sobre selección de protocolos, precisión, incertidumbre y aseguramiento de la calidad. La disponibilidad de un método listado no elimina la necesidad de definir una estrategia de muestreo representativa, porque las concentraciones cambian según tarea, ciclo productivo, ventilación, temperatura, mantenimiento y eventos transitorios, de modo que una única medición puede subestimar picos críticos (17).

La evidencia clínica reciente confirma que el monóxido de carbono continúa siendo una causa relevante de intoxicación y que sus consecuencias exceden la hipoxemia inmediata. Revisiones publicadas en 2024 describen alteraciones neurológicas y cardiovasculares, dificultad para reconocer exposiciones prolongadas de baja intensidad y persistencia de déficits en una parte de los sobrevivientes, mientras que el análisis terapéutico contemporáneo incorpora mecanismos mitocondriales y estrategias destinadas a acelerar la eliminación del gas. Estos hallazgos fortalecen el vínculo entre

vigilancia ocupacional y atención clínica temprana, porque el diagnóstico tardío puede incrementar la posibilidad de secuelas (18,19).

La revisión clínica de Weaver mantiene la relevancia de la oxigenoterapia y de la valoración especializada en intoxicaciones por CO, al tiempo que muestra la necesidad de interpretar exposición, síntomas, comorbilidades y evolución de manera conjunta. Desde la prevención ocupacional, este conocimiento tiene una implicación directa: la vigilancia ambiental debe activarse antes de que aparezcan manifestaciones clínicas y los programas de emergencia deben contemplar evaluación rápida, retirada de la fuente, soporte respiratorio y derivación sanitaria según la gravedad, sin utilizar la ausencia de síntomas iniciales como criterio suficiente para descartar riesgo (20).

En relación con el sulfuro de hidrógeno, la evidencia reciente diferencia con mayor claridad los efectos de exposiciones agudas intensas y los problemas asociados con exposiciones de menor nivel. Batterman y colaboradores documentaron que los resultados epidemiológicos a bajas concentraciones presentan limitaciones metodológicas, aunque se han descrito síntomas oculares, nasales, respiratorios y neurológicos, lo que impide asumir que solo las exposiciones cercanas a valores de emergencia tienen relevancia sanitaria. Esta observación favorece políticas de prevención que consideren tanto picos como exposición acumulada, especialmente en actividades con liberaciones intermitentes o comunidades laborales cercanas a fuentes (21).

Las intoxicaciones agudas por H_2S mantienen además una preocupación por su rapidez de acción y por la ausencia de un antídoto aprobado de uso general. Revisiones toxicológicas han descrito afectación de los sistemas neurológico, respiratorio y cardiovascular, necesidad de soporte inmediato y controversias sobre algunos tratamientos, mientras que trabajos mecanísticos señalan inhibición mitocondrial y

múltiples efectos sobre órganos diana. La literatura más reciente también ha retomado las secuelas neurológicas en sobrevivientes, entre ellas alteraciones cognitivas, motoras y neuropsiquiátricas, lo que justifica seguimiento clínico posterior a exposiciones graves (22-24).

Para el cloro, una revisión paraguas de datos humanos identificó que la retirada de la exposición y el soporte respiratorio constituyen componentes centrales del manejo, aunque la certeza de la evidencia para tratamientos específicos es variable. Un análisis de exposiciones notificadas a centros toxicológicos estadounidenses mostró que los episodios por cloro y cloraminas continuaron siendo frecuentes durante 2015-2022, con incremento alrededor del periodo pandémico, lo que evidencia que la generación accidental de gases por mezcla de productos sigue siendo un problema vigente. En ambientes laborales, la prevención exige por ello compatibilidad química, etiquetado, formación y control de procedimientos de limpieza y desinfección (25,26).

La literatura sobre amoníaco refuerza la necesidad de detección ambiental y de tecnologías capaces de operar en condiciones reales de trabajo. Una revisión de 2024 sobre narices electrónicas destacó que la exposición crónica o repetida puede relacionarse con irritación ocular, cutánea y respiratoria, mientras que los episodios intensos pueden provocar disnea, cianosis y edema pulmonar. La dificultad para disponer de sensores selectivos, estables y accesibles sigue siendo un reto tecnológico, de manera que la instrumentación debe seleccionarse por desempeño validado y mantenerse dentro de programas de calibración y verificación funcional (27).

En el caso del dióxido de azufre, una revisión toxicológica de 2026 reunió evidencia sobre mecanismos irritativos, inflamatorios y sistémicos, mientras que un metaanálisis de 2024 evaluó la asociación entre exposición ambiental de corto plazo y ocurrencia de enfermedad pulmonar obstructiva crónica. Aunque la extrapolación directa desde

contaminación ambiental hacia exposición ocupacional requiere cautela, estas investigaciones respaldan la plausibilidad de efectos respiratorios y la necesidad de evitar interpretar los límites laborales como fronteras absolutas entre seguridad y daño, especialmente en trabajadores susceptibles o expuestos simultáneamente a otros contaminantes (28,29).

Para dióxido de nitrógeno, una actualización sistemática y metaanálisis que amplió la evidencia utilizada por las guías de calidad del aire de la OMS halló asociaciones entre exposición de largo plazo y diferentes desenlaces de mortalidad, con certeza variable según desenlace. El contexto ambiental y el ocupacional no son equivalentes, pero ambos demuestran que la exposición respiratoria a NO_2 tiene importancia sanitaria y que los controles deben diseñarse con perspectiva preventiva, evitando que un cumplimiento puntual de un límite o una medición aislada sustituya el análisis integral de la exposición (30).

La evolución tecnológica ofrece oportunidades para fortalecer esta vigilancia. Revisiones recientes describen nanosensores aplicables a minería, sistemas químicos con procesamiento mediante aprendizaje automático, sensores térmicos micromecanizados, plataformas microfluídicas miniaturizadas, dispositivos semiconductores de nueva generación y sensores inteligentes integrados con comunicaciones e Internet de las cosas. Estas tecnologías pueden mejorar sensibilidad, portabilidad, respuesta y capacidad de alerta, aunque persisten retos de selectividad, deriva, interferencias, estabilidad y validación, por lo que su incorporación debe acompañarse de criterios metrológicos y de higiene industrial, no reemplazarlos (31-36).

En Ecuador, la coexistencia de actividades mineras, industriales, de construcción, tratamiento de aguas, agricultura, manufactura y servicios implica escenarios en los que

la exposición a gases tóxicos puede presentarse de manera rutinaria o accidental. La relevancia local se relaciona menos con la existencia de un único contaminante y más con la necesidad de disponer de procedimientos capaces de identificar qué gas puede generarse, en qué tarea, bajo qué condiciones y con qué rapidez puede alcanzar niveles peligrosos. La prevención requiere integrar información de procesos, fichas de datos de seguridad, medición, mantenimiento, vigilancia médica y preparación para emergencias, ajustando criterios internacionales al marco normativo aplicable y a las características reales del puesto.

El vacío de conocimiento abordado por esta revisión se ubica en la necesidad de integrar, dentro de un mismo análisis, las complicaciones clínicas de gases prioritarios con los parámetros operativos utilizados por la higiene industrial para prevenirlas. La información toxicológica aislada permite reconocer daño, mientras que los límites de exposición sin interpretación clínica pueden conducir a una lectura incompleta del riesgo; por ello, resulta necesario relacionar síntomas, órganos diana, valores IDLH, límites ocupacionales, métodos analíticos, monitoreo, controles de ingeniería, protección respiratoria y respuesta en espacios confinados dentro de una estructura coherente de salud y seguridad ocupacional.

El objetivo general consistió en analizar las complicaciones de los gases tóxicos en el desarrollo de la higiene industrial desde la perspectiva técnica de la salud y seguridad ocupacional. Como objetivos específicos se planteó caracterizar los principales gases de importancia laboral y sus efectos sobre órganos y sistemas, comparar criterios técnicos de exposición y medición disponibles para CO, H_2S, Cl_2, NH_3, SO_2 y NO_2, examinar la utilidad del monitoreo ambiental y de las tecnologías de detección, y establecer cómo la jerarquía de controles, la vigilancia de la salud y la preparación ante emergencias pueden reducir el riesgo.

Metodología

Se desarrolló una revisión narrativa de carácter integrativo orientada a sintetizar evidencia toxicológica, clínica, higiénica y preventiva sobre exposición ocupacional a gases tóxicos, tomando como base el documento de investigación proporcionado y realizando una actualización bibliográfica externa hasta el 4 de septiembre de 2026. El diseño se seleccionó porque el problema reúne fuentes heterogéneas, entre ellas revisiones clínicas, estudios epidemiológicos, normas técnicas, límites ocupacionales, métodos de muestreo y documentos de organismos especializados, cuya integración cualitativa permite analizar la relación entre daño a la salud, medición de la exposición y control preventivo sin atribuir efectos combinados que no hayan sido estimados formalmente.

La búsqueda científica se efectuó en PubMed/MEDLINE para localizar revisiones, metaanálisis y estudios recientes relacionados con monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, cloro, amoníaco, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, intoxicación, exposición ocupacional, secuelas, vigilancia y detección. De forma complementaria se consultaron repositorios y páginas oficiales de la Organización Internacional del Trabajo, Organización Mundial de la Salud, National Institute for Occupational Safety and Health, Occupational Safety and Health Administration e International Organization for Standardization, priorizando documentos con aplicación directa a higiene industrial, control de sustancias químicas, espacios confinados, protección respiratoria y sistemas de gestión (1-17).

Se utilizaron términos en español e inglés y combinaciones equivalentes a los descriptores occupational exposure, industrial hygiene, toxic gases, carbon monoxide, hydrogen sulfide, chlorine, ammonia, sulfur dioxide, nitrogen dioxide, gas detection,

confined spaces, respiratory protection y hierarchy of controls. Las expresiones se articularon con operadores AND y OR según la pregunta específica, de modo que las búsquedas clínicas vincularon cada gas con poisoning, toxicity, health effects o sequelae, mientras que las búsquedas preventivas relacionaron los agentes con exposure limits, monitoring, sampling, engineering controls, sensors y occupational safety. No se aplicó un operador NOT de manera sistemática para evitar excluir literatura multidisciplinaria relevante.

El intervalo temporal prioritario comprendió 2021-2026, conforme con el propósito de actualizar el documento base y privilegiar evidencia reciente. Se admitieron fuentes anteriores cuando correspondieron a referencias normativas vigentes, métodos analíticos, revisiones toxicológicas fundamentales o documentos que continúan siendo utilizados por organismos de salud y seguridad ocupacional. Este criterio permitió mantener la referencia de 2019 sobre mecanismos del H_2S y documentos regulatorios anteriores que continúan vigentes, sin desplazar la actualización principal sustentada en revisiones y publicaciones de los últimos cinco años (18-36).

Se incluyeron documentos con identificación bibliográfica verificable, pertinencia directa para exposición a gases, descripción de efectos en salud, límites de exposición o métodos de evaluación, así como publicaciones sobre tecnologías de detección con posible aplicación a seguridad ocupacional. Se excluyeron contenidos comerciales sin respaldo técnico, fuentes sin autoría institucional o trazabilidad, publicaciones centradas exclusivamente en aplicaciones terapéuticas del gas a concentraciones fisiológicas sin relación con toxicidad, documentos duplicados y estudios cuya información no permitía establecer con claridad el agente, la población o el contexto de exposición. La selección se realizó por relevancia temática y calidad de la fuente, sin pretender exhaustividad propia de una revisión sistemática.

La unidad de análisis estuvo constituida por documentos científicos y técnicos, no por participantes individuales, por lo que no se estableció muestra probabilística ni tamaño muestral clínico. Para cada fuente se extrajo información sobre agente, sector o proceso de generación, propiedades relevantes para la exposición, ruta principal, mecanismos de daño, manifestaciones agudas, posibles secuelas, órganos diana, criterios NIOSH REL, OSHA PEL, valores IDLH, métodos analíticos de referencia, controles de ingeniería, medidas administrativas, protección respiratoria, vigilancia médica y respuesta ante emergencias. La extracción se organizó en una matriz comparativa destinada a reducir inconsistencias entre la síntesis narrativa y los elementos cuantitativos presentados en resultados.

Los valores de exposición utilizados para las comparaciones cuantitativas se tomaron directamente de las fichas del NIOSH Pocket Guide para los seis gases seleccionados, porque estas fichas presentan conjuntamente REL de NIOSH, PEL de OSHA, IDLH, métodos de medición, síntomas y órganos diana (8-14). Se mantuvo la unidad ppm y la base temporal original de cada límite; por esta razón, los valores TWA, ST, ceiling y picos máximos no se interpretaron como equivalentes. En el gráfico comparativo de límites se utilizó únicamente el valor principal indicado para cada organismo con finalidad descriptiva, incluyendo una nota explícita sobre las diferencias de base temporal.

La clasificación de órganos y sistemas diana se realizó a partir de los campos Target Organs de NIOSH y se codificó en categorías comparables: respiratorio, ocular, cutáneo, cardiovascular, sistema nervioso central y sangre. Se contabilizó la presencia de cada categoría entre los seis agentes, sin asignar ponderaciones de gravedad ni inferir riesgo relativo. El monóxido de carbono se codificó con pulmones, sistema cardiovascular, sangre y sistema nervioso central; H_2S con ojos, sistema respiratorio y

sistema nervioso central; cloro, amoníaco y SO_2 con ojos, piel y sistema respiratorio; NO_2 con ojos, sistema respiratorio y sistema cardiovascular (9-14).

La capacidad analítica se describió mediante el número de métodos NIOSH y OSHA listados en cada ficha, contabilizando cada código metodológico de forma independiente. Esta variable no se interpretó como indicador de superioridad de un método ni como medida de facilidad de monitoreo, sino como representación descriptiva de la disponibilidad de procedimientos de referencia mencionados por NIOSH para cada agente. La interpretación se complementó con el NMAM, que establece que la elección del protocolo debe considerar desempeño, exactitud, costo, número de muestras y adecuación a la situación específica de exposición (17).

La síntesis clínica priorizó revisiones contemporáneas sobre CO, H_2S, cloro, amoníaco, SO_2 y NO_2, contrastándolas con las manifestaciones resumidas en NIOSH. Para CO se consideraron revisiones clínicas y toxicológicas de 2024; para H_2S se integraron revisiones sobre baja exposición, tratamiento, mecanismos y secuelas neurológicas; para cloro se empleó una revisión paraguas y un estudio de tendencias de centros toxicológicos; para amoníaco se incorporó una revisión sobre detección y seguridad; para SO_2 y NO_2 se utilizaron revisiones y metaanálisis recientes que aportan contexto sobre daño respiratorio y cardiovascular (18-30).

La síntesis preventiva se estructuró con la jerarquía de controles como principio ordenador. La eliminación y sustitución se interpretaron como medidas de mayor nivel, seguidas por encapsulamiento, aislamiento, ventilación localizada, extracción, automatización, sensores y alarmas dentro de los controles de ingeniería; posteriormente se consideraron procedimientos, permisos, capacitación, señalización, mantenimiento, inspección y organización del trabajo. El equipo de protección personal se mantuvo como última barrera y la protección respiratoria se relacionó con evaluación

atmosférica, selección por contaminante, ajuste y condiciones IDLH, conforme con los criterios de NIOSH y OSHA (5,6,15).

Los espacios confinados se analizaron como un escenario transversal porque pueden contener simultáneamente deficiencia de oxígeno, tóxicos e inflamables. Se integraron los requisitos de evaluación previa, condiciones aceptables de entrada, ventilación, aislamiento de fuentes, permiso, comunicación, vigilancia externa y capacidad de rescate, evitando considerar el rescate improvisado como respuesta válida. La lógica metodológica se orientó a identificar cómo la medición atmosférica y el control operacional pueden prevenir exposiciones secundarias de compañeros o rescatistas, aspecto coherente con el documento base y con el estándar OSHA para espacios que requieren permiso (16).

La vigilancia de la salud se trató como complemento de la higiene industrial y no como sustituto del control ambiental. Se integraron evaluación médica inicial, antecedentes de exposición, valoración respiratoria, función pulmonar, examen neurológico y cardiovascular, biomarcadores cuando existe validación para el agente, seguimiento periódico y registro epidemiológico. La interpretación evitó proponer protocolos clínicos específicos no respaldados por las fuentes, debido a que la pertinencia de cada prueba depende del gas, la intensidad y la duración de la exposición, las tareas realizadas y la normativa aplicable en cada jurisdicción.

Las tecnologías de sensores se examinaron por su potencial para mejorar detección temprana, monitoreo personal y alertas, considerando trabajos recientes sobre nanomateriales, aprendizaje automático, MEMS térmicos, microfluídica, semiconductores y sistemas inteligentes conectados (31-36). La integración no asumió que una tecnología experimental pueda sustituir detectores certificados, debido a que selectividad, interferencias, calibración, deriva, estabilidad y tiempo de respuesta

determinan la utilidad real en seguridad ocupacional. Se valoró, por tanto, la innovación desde una perspectiva de desempeño y validación metrológica, compatible con los principios de higiene industrial.

El análisis de datos fue descriptivo e integrativo. Los valores oficiales se organizaron en cuatro tablas y cuatro gráficos complementarios, sin realizar metaanálisis, estimaciones combinadas ni pruebas inferenciales, ya que las fuentes presentaron diseños, poblaciones, bases temporales y desenlaces heterogéneos. Los gráficos se construyeron a partir de datos oficiales de NIOSH y OSHA, conservando sus unidades y señalando las limitaciones de comparabilidad. La discusión se realizó mediante triangulación entre toxicología, evidencia clínica, criterios de exposición, capacidad de medición y jerarquía de controles, con énfasis en la aplicabilidad para salud y seguridad ocupacional.

No se requirió aprobación por un comité de ética ni consentimiento informado porque no se reclutaron personas, no se utilizaron historias clínicas identificables y no se generaron datos primarios de sujetos humanos. Se respetaron principios de integridad científica mediante uso exclusivo de fuentes verificables, conservación de los valores reportados por organismos oficiales, exclusión de estadísticas no confirmadas y cita correlativa en estilo Vancouver. Las limitaciones inherentes a una revisión narrativa, como la heterogeneidad de fuentes y la imposibilidad de estimar un efecto combinado, se consideraron al interpretar los hallazgos y se desarrollaron dentro de la discusión sin crear apartados adicionales.

Resultados

La integración de la evidencia permitió identificar un patrón común: los seis gases analizados pueden producir afectación respiratoria, pero difieren de manera importante en mecanismo de toxicidad, órganos diana, concentraciones de emergencia, base temporal de los límites ocupacionales y necesidades de medición. Esta heterogeneidad confirma que la categoría general de "gas tóxico" es insuficiente para diseñar controles específicos, pues la estrategia preventiva debe partir del agente, del proceso y de la posibilidad de liberación rutinaria o accidental. Los resultados se presentan mediante una secuencia intercalada de tablas y gráficos que relaciona perfil toxicológico, criterios cuantitativos, órganos afectados y herramientas de control.

La primera síntesis compara las características que determinan la relevancia de cada agente en higiene industrial. Se priorizaron fuentes o procesos ocupacionales frecuentes, mecanismo o característica toxicológica dominante, principales complicaciones agudas y la observación preventiva que condiciona el control, de modo que la tabla no se limite a enumerar síntomas sino que conecte el daño con decisiones de seguridad operacional (9-14,18-30).

Tabla 1. Perfil técnico-toxicológico de gases tóxicos prioritarios en higiene industrial

Gas	Fuentes/procesos ocupacionales	Característica toxicológica	Complicaciones agudas principales	Observación preventiva crítica
CO	Combustión incompleta; motores, hornos, calderas, espacios confinados	Forma carboxihemoglobina y altera la disponibilidad/utilización de O_2	Cefalea, mareo, confusión, síncope, daño neurológico y cardiovascular	Incoloro e inodoro; requiere detección instrumental y control de combustión/ventilación
H_2S	Aguas residuales, alcantarillado, petróleo, minería, descomposición orgánica	Toxicidad sistémica con inhibición mitocondrial; rápida incapacidad a alta concentración	Irritación, cefalea, pérdida de conciencia, convulsiones, insuficiencia respiratoria	El olfato se fatiga; alto riesgo en espacios confinados; medir antes y durante el ingreso
Cl_2	Desinfección, tratamiento de agua, procesos químicos, mezclas incompatibles	Irritante/oxidante altamente reactivo	Quemadura ocular y respiratoria, tos, broncoespasmo, neumonitis, edema pulmonar	Segregar incompatibles, sistemas cerrados, ventilación y respuesta a fugas

Gas	Fuentes/procesos ocupacionales	Característica toxicológica	Complicaciones agudas principales	Observación preventiva crítica
NH_3	Refrigeración industrial, fertilizantes, agricultura y procesos químicos	Alta solubilidad; lesión de mucosas y vías respiratorias	Irritación ocular, disnea, sibilancias, dolor torácico, edema pulmonar, quemaduras	Control de fugas, ventilación, protección ocular/facial y sensores adecuados
SO_2	Combustión de combustibles con azufre y procesos industriales	Irritante respiratorio soluble	Irritación, tos, broncoconstricción y deterioro respiratorio	Control de combustión/emisión, extracción y vigilancia de picos
NO_2	Combustión, soldadura y procesos químicos	Irritante oxidante con posible lesión pulmonar diferida	Tos, disnea, disminución funcional, edema pulmonar, cianosis	Extracción localizada, monitoreo de corta duración y seguimiento tras exposiciones relevantes

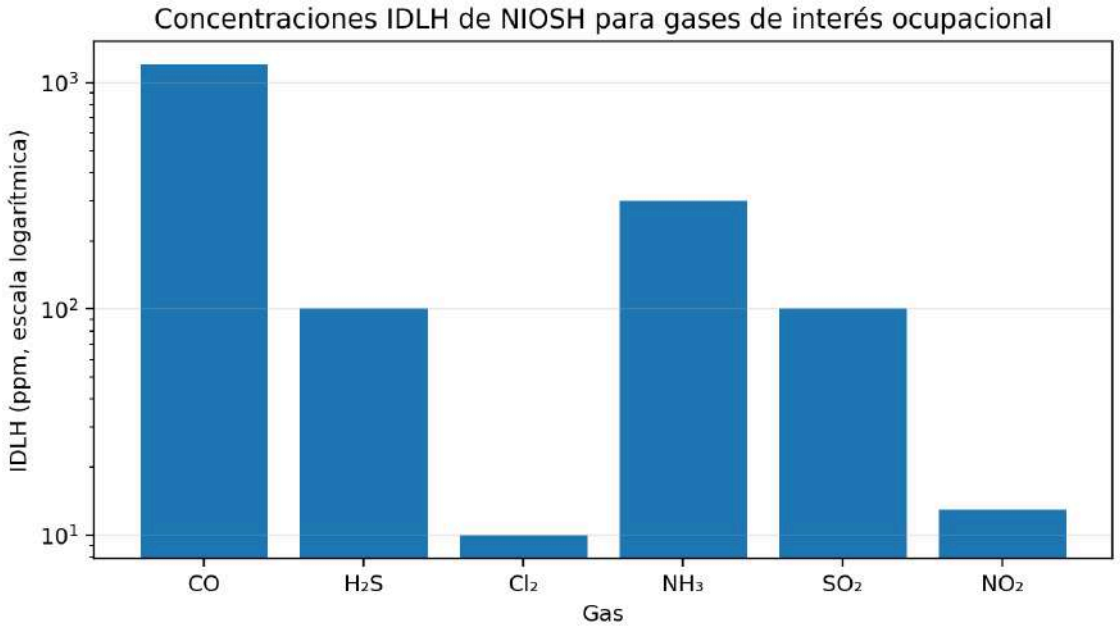
Fuente: elaboración a partir de NIOSH y evidencia clínica seleccionada (9-14,18-30).

La Tabla 1 evidencia dos grandes patrones toxicológicos. CO y H_2S pueden producir deterioro neurológico y cardiovascular mediante alteraciones del transporte o utilización del oxígeno, por lo que la pérdida de conciencia puede aparecer sin una fase prolongada de irritación que advierta al trabajador. Cl_2, NH_3, SO_2 y NO_2 muestran un predominio irritativo respiratorio, aunque la gravedad puede progresar a broncoespasmo, neumonitis o edema pulmonar. Esta diferencia modifica la vigilancia: en asfixiantes químicos resulta crítica la detección instrumental aun sin signos sensoriales, mientras que en irritantes se requiere además controlar reactividad, contacto ocular, compatibilidades y liberaciones durante transferencia o mantenimiento.

Los perfiles también muestran que el olor no debe utilizarse como sistema de alarma. CO carece de olor, mientras que H_2S puede generar fatiga olfativa; en agentes irritantes, la percepción de un olor intenso puede indicar que la exposición ya ocurrió y no ofrece una medida cuantitativa fiable. Por ello, la evaluación preventiva debe combinar información del proceso con sensores, muestreo y alarmas ajustadas a criterios técnicos, además de procedimientos para actuar frente a desviaciones antes de que se produzca daño clínico (8-14).

La comparación de valores IDLH aporta una referencia para situaciones en las que una exposición aguda amenaza la vida, puede producir efectos irreversibles o impedir el escape. Estos valores no corresponden a límites de trabajo rutinario y no deben utilizarse para autorizar una exposición, pero permiten dimensionar la rapidez con que una fuga puede convertir un ambiente en escenario de emergencia y orientar selección de protección respiratoria para ingreso planificado o rescate (9-16).

Gráfico 1. Concentraciones IDLH de NIOSH para seis gases tóxicos de interés ocupacional (ppm)



Fuente: elaboración a partir de NIOSH Pocket Guide (9-14).
Nota: La escala logarítmica facilita visualizar valores de diferente magnitud; IDLH no constituye un límite de exposición rutinaria.

El Gráfico 1 muestra una amplitud de dos órdenes de magnitud entre los valores IDLH seleccionados. Cl_2 presenta el valor más bajo, con 10 ppm, seguido por NO_2 con 13 ppm; H_2S y SO_2 se sitúan en 100 ppm, NH_3 en 300 ppm y CO en 1200 ppm. Esta distribución no implica que un gas sea "seguro" por tener un valor numérico mayor, porque los mecanismos de daño, la unidad temporal, las propiedades físicas y la respuesta clínica difieren, pero sí evidencia la necesidad de configurar alarmas y planes

de entrada según el agente específico y no mediante un umbral genérico para todos los gases (9-14).

Desde la práctica de higiene industrial, la lectura del IDLH debe vincularse con escenarios de peor caso, ventilación, volumen del recinto, tasa de liberación y posibilidad de fallo de los sistemas de control. Una concentración desconocida o potencialmente IDLH modifica de manera inmediata la selección respiratoria, ya que OSHA exige equipos de presión positiva adecuados para atmósferas IDLH y considera las atmósferas con deficiencia de oxígeno dentro de esa categoría salvo demostración técnica en condiciones específicas. Esta relación convierte el dato toxicológico en un criterio operacional para permisos de trabajo, rescate y respuesta a fugas (15,16).

Los límites ocupacionales para exposición rutinaria utilizan bases temporales distintas. NIOSH puede establecer promedio ponderado, límite de corta duración o techo, mientras que OSHA puede definir TWA, ceiling o picos máximos para determinados agentes. La Tabla 2 conserva esa diferencia para evitar una comparación incorrecta y añade los métodos analíticos listados en las fichas, lo que facilita relacionar criterio de exposición con capacidad de medición (9-14,17).

Tabla 2. Límites ocupacionales y métodos analíticos de referencia para los seis gases

Gas	NIOSH REL	OSHA PEL	IDLH NIOSH	Método(s) NIOSH	Método(s) OSHA
CO	TWA 35 ppm; C 200 ppm	TWA 50 ppm	1200 ppm	6604	ID209; ID210
H_2S	C 10 ppm [10 min]	C 20 ppm; pico 50 ppm [10 min]	100 ppm	6013	ID141
Cl_2	C 0,5 ppm [15 min]	C 1 ppm	10 ppm	6011	ID101; ID126SGX
NH_3	TWA 25 ppm; ST 35 ppm	TWA 50 ppm	300 ppm	3800; 6015; 6016	ID188
SO_2	TWA 2 ppm; ST 5 ppm	TWA 5 ppm	100 ppm	3800; 6004	ID104; ID200
NO_2	ST 1 ppm	C 5 ppm	13 ppm	6014	ID182

Fuente: NIOSH Pocket Guide y NIOSH Manual of Analytical Methods (9-14,17).

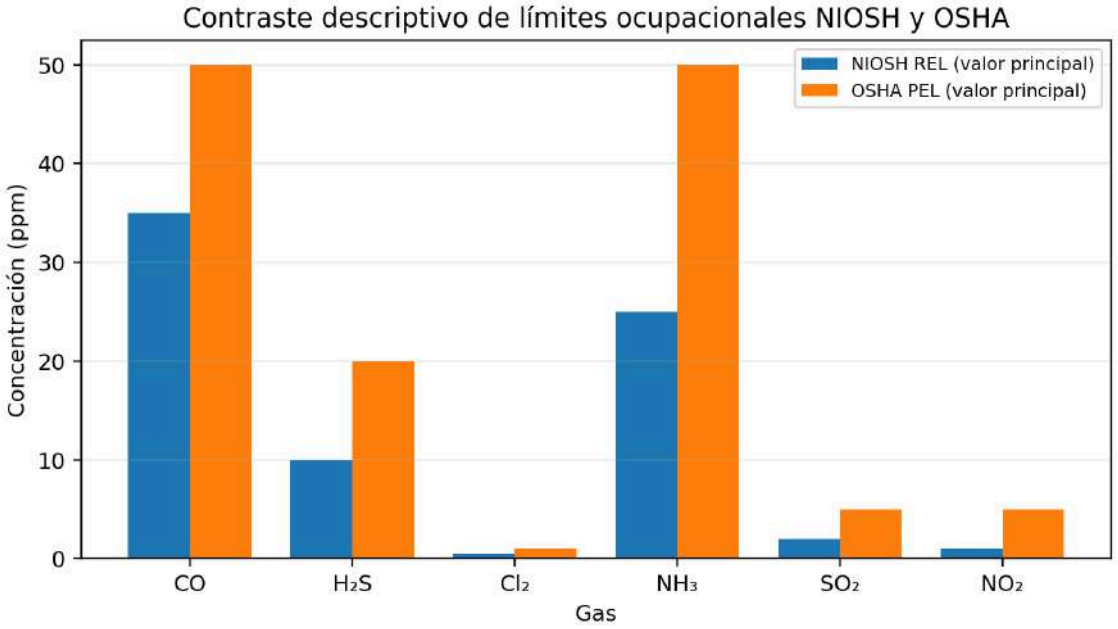
La Tabla 2 confirma que los valores numéricos no pueden interpretarse sin su base temporal. El CO utiliza TWA y un ceiling adicional en NIOSH; H_2S se controla

mediante techo de diez minutos y OSHA añade un pico máximo específico; Cl_2 se expresa como ceiling; NH_3 y SO_2 incorporan TWA con límites de corta duración en NIOSH; NO_2 se expresa como límite de corta duración frente a un ceiling de OSHA. Estas diferencias responden a la toxicocinética y al patrón de daño esperado, por lo que una estrategia de muestreo de jornada completa puede ser insuficiente para agentes cuyos efectos dependen de picos breves.

La disponibilidad de métodos NIOSH y OSHA proporciona rutas analíticas reconocidas, pero la selección final debe considerar rango de concentración, interferencias, sensibilidad, tiempo de muestreo y posibilidad de cambios rápidos. Los detectores directos son especialmente útiles para alarmas y decisiones inmediatas, mientras que los métodos integrados o de laboratorio aportan documentación cuantitativa para evaluación de exposición y cumplimiento. La práctica más robusta combina mediciones de distinta escala temporal en función de la tarea, evitando utilizar un promedio de jornada para ocultar episodios de alta intensidad (17).

Para visualizar la magnitud de los valores principales se construyó un contraste descriptivo entre NIOSH REL y OSHA PEL. Debido a que los límites no comparten siempre la misma base temporal, el gráfico no representa equivalencia regulatoria ni una razón de toxicidad, sino que permite observar cuánto varían las cifras de referencia entre agentes y organismos cuando se selecciona el valor principal de cada ficha (9-14).

Gráfico 2. Comparación descriptiva de valores principales NIOSH REL y OSHA PEL



Fuente: elaboración a partir de NIOSH Pocket Guide (9-14).
Nota: Los valores graficados tienen bases temporales diferentes (TWA, ST o ceiling); el contraste es descriptivo y no representa equivalencia toxicológica.

El Gráfico 2 muestra que CO y NH_3 poseen valores principales numéricamente más altos que los demás gases, mientras Cl_2, SO_2 y NO_2 operan en concentraciones de pocos ppm. H_2S ocupa una posición intermedia, con 10 ppm como ceiling NIOSH y 20 ppm como ceiling OSHA. La diferencia entre 0,5 ppm de Cl_2 y 50 ppm de CO o NH_3 demuestra por qué los detectores, rangos de calibración y procedimientos no son intercambiables. La medición debe diseñarse para el contaminante esperado y conservar precisión suficiente alrededor del criterio que se desea evaluar.

Las discrepancias entre NIOSH y OSHA no deben describirse como contradicciones simples, porque NIOSH emite recomendaciones de salud ocupacional y OSHA establece límites regulatorios dentro de su jurisdicción, además de utilizar bases temporales distintas según la sustancia. En una gestión preventiva basada en riesgo resulta prudente identificar todos los criterios aplicables, documentar cuál se adopta para el programa de higiene industrial y justificar decisiones más protectoras cuando el proceso, la susceptibilidad o la incertidumbre de medición lo aconsejen (4-6,8).

Además de los límites, la severidad depende de los órganos afectados y de la posibilidad de secuelas. La Tabla 3 integra los síntomas y órganos diana indicados por NIOSH con hallazgos clínicos recientes, permitiendo distinguir manifestaciones que funcionan como señales tempranas de aquellas asociadas con daño severo o persistente (9-14,18-30).

Tabla 3. Manifestaciones, órganos diana y evidencia clínica reciente por agente

Gas	Síntomas/manifestaciones destacadas	Órganos diana NIOSH	Hallazgos recientes relevantes
CO	Cefalea, taquipnea, náusea, debilidad, mareo, confusión, síncope	Cardiovascular, pulmones, sangre, SNC	Revisiones 2024 describen secuelas neurocognitivas/cardiacas y mecanismos mitocondriales
H_2S	Irritación ocular/respiratoria, apnea, coma, convulsiones, mareo, cefalea	Ojos, respiratorio, SNC	Revisiones recientes mantienen preocupación por secuelas neurológicas y toxicidad sistémica
Cl_2	Quemazón ocular/nasal, tos, ahogo, dolor subesternal, edema pulmonar, neumonitis	Ojos, piel, respiratorio	Revisión paraguas confirma importancia de retirar exposición y soporte respiratorio; exposiciones siguen notificándose
NH_3	Irritación ocular/nasal/faríngea, disnea, sibilancias, dolor torácico, edema pulmonar	Ojos, piel, respiratorio	Revisión 2024 destaca necesidad de monitoreo y desarrollo de sensores selectivos para entornos laborales
SO_2	Irritación ocular/nasal/faríngea, tos, broncoconstricción	Ojos, piel, respiratorio	Revisión 2026 y metaanálisis 2024 respaldan relevancia de mecanismos y desenlaces respiratorios
NO_2	Irritación, tos, esputo espumoso, reducción funcional, dolor torácico, edema pulmonar	Ojos, respiratorio, cardiovascular	Metaanálisis 2024 de exposición prolongada aporta contexto sobre desenlaces respiratorios y cardiovasculares

Fuente: elaboración a partir de NIOSH y literatura clínica seleccionada (9-14,18-30).

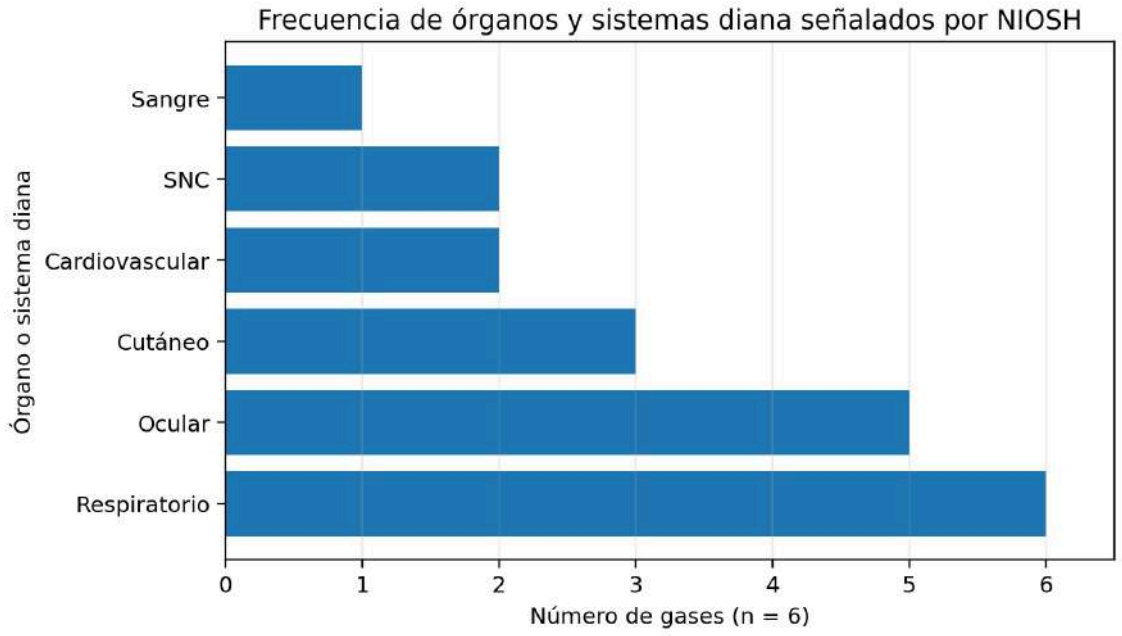
La Tabla 3 demuestra que el aparato respiratorio constituye el eje común de la exposición a los seis gases, aunque con expresiones distintas. En CO la lesión respiratoria no es el único mecanismo relevante, porque la hipoxia y la interacción con hemoproteínas explican parte del compromiso neurológico y cardiovascular; H_2S comparte afectación del sistema nervioso central y puede producir colapso rápido; Cl_2, NH_3, SO_2 y NO_2 presentan un patrón irritativo que puede progresar desde tos y disnea hasta lesión pulmonar grave. La presencia de síntomas oculares en cinco agentes

refuerza la necesidad de protección facial y respuesta de descontaminación cuando corresponda.

La evidencia sobre secuelas añade una dimensión temporal a la vigilancia de la salud. CO puede asociarse con alteraciones neurocognitivas y cardiacas posteriores a la intoxicación aguda, mientras que H_2S presenta literatura sobre déficits neurológicos persistentes en sobrevivientes. Para irritantes respiratorios, la recuperación puede ser completa en exposiciones leves, pero los eventos severos justifican seguimiento por posible hiperreactividad, deterioro funcional o complicaciones pulmonares. La vigilancia médica debe, por tanto, vincularse con la historia real de exposición y no limitarse a exámenes rutinarios desconectados de los eventos registrados (18-30).

La frecuencia de órganos diana se codificó a partir de las seis fichas NIOSH para visualizar qué sistemas aparecen de forma repetida. Esta codificación es descriptiva y no pondera gravedad, dosis ni probabilidad, pero ayuda a identificar áreas clínicas y preventivas que deben estar disponibles en programas de vigilancia y respuesta (9-14).

Gráfico 3. Frecuencia de órganos y sistemas diana reportados por NIOSH en los seis gases



Fuente: elaboración propia mediante codificación de las fichas NIOSH (9-14).

Nota: El conteo representa presencia de cada órgano/sistema como diana y no pondera gravedad, dosis ni frecuencia clínica.

El Gráfico 3 confirma que el sistema respiratorio aparece como órgano diana en los seis gases, seguido por compromiso ocular en cinco. La piel figura en tres gases irritantes, mientras que sistema cardiovascular y sistema nervioso central aparecen en dos agentes cada uno y la sangre se identifica específicamente en CO. Este patrón apoya un enfoque de vigilancia escalonado: evaluación respiratoria como componente transversal, examen ocular y cutáneo cuando existe exposición a irritantes y valoración neurológica o cardiovascular cuando el perfil del gas o la intensidad del evento lo justifique.

La frecuencia no debe confundirse con severidad. El sistema nervioso central aparece en menos agentes, pero la pérdida de conciencia por CO o H_2S puede generar accidentes secundarios, caídas, incapacidad de escape y muerte en minutos. Del mismo modo, el edema pulmonar por cloro, amoníaco o NO_2 puede evolucionar después de la exposición inicial. Por ello, los protocolos de emergencia deben considerar no solo qué órgano suele afectarse, sino qué evolución clínica es posible y cuánto tiempo puede transcurrir antes de que se manifiesten complicaciones relevantes (18-30).

La última síntesis organiza las medidas preventivas en función del punto del proceso donde actúan. Se incluyeron eliminación, sustitución, ingeniería, administración, monitoreo, protección personal y gestión de espacios confinados, integrando los principios de jerarquía con las posibilidades actuales de detección y con requisitos de respuesta a atmósferas peligrosas (4-7,15-17,31-36).

Tabla 4. Aplicación operativa de la jerarquía de controles, monitoreo y respuesta a emergencias

Nivel/función	Objetivo	Medidas aplicables	Verificación técnica
Eliminación	Retirar el peligro	Suprimir uso o generación del gas cuando el proceso pueda rediseñarse	Revisión de proceso, incidentes y cambios de materia prima
Sustitución	Reducir toxicidad/peligrosidad	Reemplazar por sustancia o tecnología menos peligrosa, evaluando riesgos nuevos	Evaluación comparativa de toxicidad, reactividad e inflamabilidad

Nivel/función	Objetivo	Medidas aplicables	Verificación técnica
Ingeniería	Controlar en la fuente o trayectoria	Encapsulamiento, sistemas cerrados, aislamiento, extracción localizada, ventilación, automatización	Medición de exposición, pruebas de ventilación, mantenimiento y alarmas
Administrativos	Organizar exposición y respuesta	Procedimientos, permisos, señalización, capacitación, restricción, inspecciones, simulacros	Auditorías, observaciones de tarea, registros de formación e incidentes
Monitoreo/detección	Conocer concentración y detectar desviaciones	Detectores personales/portátiles/fijos, alarmas, muestreo personal y de área	Calibración, pruebas funcionales, trazabilidad y comparación con OEL
EPP/respiratoria	Controlar riesgo residual	Protección ocular/facial, ropa química, guantes y respiradores seleccionados por peligro	Programa respiratorio, fit test, inspección, mantenimiento y entrenamiento
Espacios confinados/emergencia	Evitar exposición catastrófica y rescate secundario	Evaluación atmosférica, ventilación, aislamiento, permiso, vigilancia externa, rescate planificado	Registro de entrada, monitoreo continuo cuando proceda, simulacros y revisión postincidente

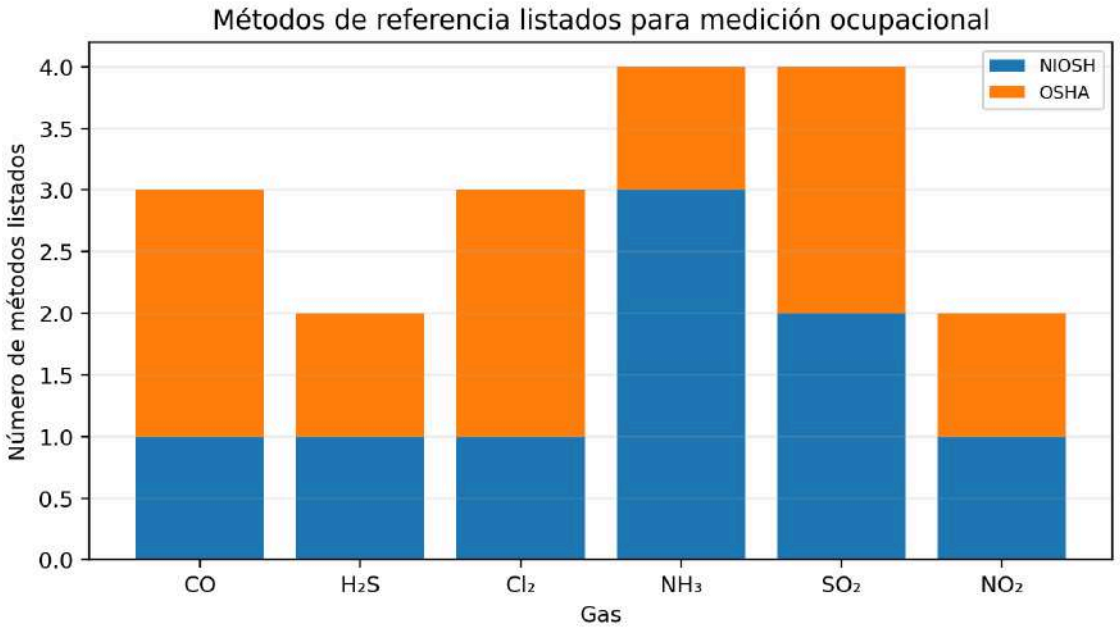
Fuente: elaboración a partir de NIOSH, OSHA, ISO 45001 y revisiones de sensores (4-7,15-17,31-36).

La Tabla 4 muestra que la prevención más robusta se construye por capas y no mediante una medida aislada. Eliminar una fuente o sustituir una sustancia reduce el peligro antes de que exista exposición; los controles de ingeniería limitan la liberación o separan al trabajador; los controles administrativos organizan tareas y respuesta; el monitoreo confirma si el sistema funciona; el equipo de protección personal actúa como barrera residual. En espacios confinados, estas capas deben integrarse dentro de un permiso de entrada y una estrategia de rescate, porque una falla de ventilación o una generación inesperada puede cambiar la atmósfera con rapidez (5,6,15,16).

El monitoreo posee además una función de verificación del desempeño. Una concentración dentro de criterio no demuestra por sí sola que el proceso sea seguro en todo momento, pero series de datos representativos permiten detectar tendencias, identificar picos, evaluar mantenimiento y comprobar la eficacia de modificaciones de ingeniería. La incorporación de sensores conectados y análisis inteligente ofrece la posibilidad de generar alertas tempranas y trazabilidad continua, siempre que se controlen calibración, deriva e interferencias y que el sistema se pruebe bajo condiciones comparables con el ambiente de trabajo (31-36).

Como indicador descriptivo de la infraestructura metodológica, se contabilizaron los códigos de métodos NIOSH y OSHA que aparecen en las fichas de cada gas. El recuento no clasifica calidad ni disponibilidad comercial, pero muestra que existen procedimientos de referencia diferenciados y que un programa de higiene industrial puede apoyarse en más de una alternativa de medición para algunos agentes (9-14,17).

Gráfico 4. Número de métodos de referencia NIOSH/OSHA listados para medición ocupacional por gas



Fuente: elaboración a partir de las fichas NIOSH Pocket Guide y NMAM (9-14,17).
Nota: El número de métodos no representa calidad, sensibilidad ni facilidad de implementación; cada método debe seleccionarse según el escenario de exposición.

El Gráfico 4 evidencia que NH_3 y SO_2 presentan cuatro métodos listados en conjunto, CO y Cl_2 tres, y H_2S y NO_2 dos. Esta variación ilustra que la estrategia analítica debe seleccionarse con conocimiento de las alternativas disponibles, y que el número de métodos no sustituye la evaluación de desempeño. En gases con cambios rápidos, el método de laboratorio puede complementarse con lectura directa; en evaluaciones de cumplimiento o caracterización de jornada, un muestreo integrado puede ofrecer mayor representatividad, siempre que su tiempo de colección sea coherente con el tipo de límite que se desea comparar.

En conjunto, los resultados vinculan tres dimensiones que frecuentemente se analizan por separado: toxicidad, cuantificación y control. La evidencia clínica define qué daño se pretende prevenir, los valores de exposición y los métodos permiten determinar cuánto contaminante alcanza al trabajador, y la jerarquía de controles establece dónde intervenir para reducir el riesgo. La integración de estas dimensiones resulta especialmente importante en tareas no rutinarias, mantenimiento, limpieza, arranque, parada y rescate, donde las concentraciones pueden diferir de las condiciones normales y la dependencia exclusiva del equipo de protección personal puede resultar insuficiente.

Los hallazgos sostienen finalmente que la vigilancia ambiental y la vigilancia de la salud deben comunicarse entre sí. Un patrón de síntomas en un grupo de trabajadores puede justificar revisar la estrategia de muestreo, mientras que un pico detectado o una alarma puede indicar la necesidad de evaluación médica aun cuando la exposición haya sido breve. Esta retroalimentación convierte los registros de medición, incidentes, cuasi accidentes, mantenimiento y salud en información para la mejora continua, en consonancia con la lógica de sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional (7).

Discusión

La evidencia integrada confirma que la exposición a gases tóxicos constituye un problema multidimensional en el que la toxicología, la higiene industrial, la ingeniería, la medicina ocupacional y la gestión de emergencias deben operar de forma coordinada. El hallazgo transversal de afectación respiratoria no implica homogeneidad, porque CO y H_2S pueden incapacitar por mecanismos sistémicos y neurológicos, mientras que Cl_2, NH_3, SO_2 y NO_2 producen un componente irritativo prominente. Esta diversidad explica

por qué una política general de “uso de respirador” resulta científicamente débil si no se acompaña de identificación del agente, medición, ventilación, compatibilidad química y respuesta específica (4-16).

La amplitud observada en los valores IDLH, desde 10 ppm para cloro hasta 1200 ppm para monóxido de carbono, es una demostración cuantitativa de esa heterogeneidad. El valor menor no representa automáticamente una mayor carga de enfermedad en cualquier escenario, pero sí informa sobre el orden de concentración en el que una atmósfera puede convertirse en inmediatamente peligrosa y modifica decisiones de emergencia. En la práctica, la concentración real puede aumentar con rapidez durante una fuga, por lo que el diseño de alarmas debe considerar agente, velocidad de liberación, ventilación y tiempo necesario para evacuar, evitando umbrales genéricos aplicados indistintamente (9-16).

El monóxido de carbono ilustra de manera clara la insuficiencia de los sentidos como barrera preventiva. Su ausencia de color y olor impide una advertencia natural, mientras que las revisiones de Savioli y colaboradores y de Dent y colaboradores describen mecanismos capaces de producir daño neurológico y cardiovascular incluso después de retirar al paciente de la fuente (18,19). La concordancia entre la ficha NIOSH y la literatura clínica refuerza la necesidad de detectores en procesos de combustión y espacios con ventilación limitada, así como de investigación de cualquier episodio de cefalea, mareo o síncope agrupado entre trabajadores expuestos.

La revisión de Weaver añade que la valoración de intoxicación por CO no puede descansar únicamente en una cifra aislada, pues el contexto de exposición, los síntomas y la evolución determinan la conducta clínica (20). Trasladado al ámbito preventivo, el mismo principio indica que un monitoreo puntual no representa necesariamente el perfil completo de una jornada. Motores, hornos, calderas, arranque de equipos y tareas de

mantenimiento pueden generar picos que un promedio diluye, por lo que la combinación de lectura directa y muestreo representativo es más congruente con la variabilidad real del proceso.

El H_2S presenta un reto adicional por la pérdida rápida de la capacidad olfativa. La revisión de Batterman y colaboradores muestra que existe discusión científica sobre efectos a bajas concentraciones y que muchos estudios están limitados por error de medición y confusión, pero la incertidumbre no justifica utilizar el olor como criterio de seguridad (21). Por el contrario, la incertidumbre refuerza la conveniencia de medir de manera objetiva y de mantener controles que reduzcan la exposición tanto en condiciones normales como durante picos, especialmente en alcantarillado, aguas residuales, petróleo, minería y descomposición orgánica.

Las revisiones de Santana Maldonado y colaboradores, Ng y colaboradores, y Rumbeiha y Kim coinciden en que la intoxicación aguda por H_2S puede comprometer sistemas respiratorio, cardiovascular y neurológico, y que una parte de los sobrevivientes puede presentar secuelas persistentes (22-24). Esta evidencia es relevante para la salud ocupacional porque demuestra que el indicador de éxito no debe limitarse a la supervivencia de un accidente. Un programa completo necesita documentar la exposición, realizar seguimiento clínico cuando corresponda, investigar causas y corregir condiciones del proceso para evitar recurrencias.

El cloro muestra una relación directa entre reactividad química y daño respiratorio. La revisión paraguas de Nambiema y colaboradores señaló que la retirada de la exposición posee una base de evidencia sólida dentro del manejo inicial, mientras que la evidencia para algunas intervenciones terapéuticas específicas es menos consistente (25). Desde la prevención, este resultado favorece medidas que impidan la generación o liberación: segregación de incompatibles, automatización de dosificación, ventilación, detección,

capacitación y procedimientos que prohíban mezclas no autorizadas, de forma que el control ocurra antes de que la atención clínica sea necesaria.

Los datos de Atalla y colaboradores sobre exposiciones a cloro y cloraminas notificadas en Estados Unidos muestran que los eventos accidentales siguen siendo actuales y que la intensificación de prácticas de desinfección puede modificar su frecuencia (26). Aunque gran parte de esos casos ocurrió en entornos residenciales, el mecanismo de generación por mezcla de productos es plenamente relevante para servicios de limpieza, mantenimiento, laboratorios y tratamiento de aguas. La transferencia al ámbito laboral debe realizarse con cautela, pero sustenta la importancia de la comunicación de peligros y del entrenamiento práctico sobre incompatibilidades químicas.

El amoníaco combina alta solubilidad, efecto irritante y uso extendido en refrigeración, fertilizantes y procesos industriales. Reis y colaboradores destacaron la necesidad de mejorar herramientas de detección y revisaron tecnologías de narices electrónicas con potencial para entornos de trabajo (27). Esta línea de investigación coincide con el resultado de la presente síntesis, donde NH_3 dispone de varios métodos de referencia pero continúa necesitando sensores capaces de responder de forma selectiva y estable. La innovación tecnológica aporta valor cuando se integra con ventilación, mantenimiento de sistemas de refrigeración, alarmas y planes de aislamiento de fugas.

Para SO_2, la revisión de Stauffer y Tat proporciona una actualización sobre mecanismos y efectos tóxicos, mientras que el metaanálisis de Zhou y colaboradores aporta evidencia epidemiológica ambiental sobre desenlaces respiratorios (28,29). La diferencia entre exposición ambiental y ocupacional impide trasladar directamente los riesgos por unidad de concentración, pero la coincidencia en el aparato respiratorio fortalece la plausibilidad de daño y la necesidad de vigilancia en operaciones de combustión o procesos que liberen compuestos de azufre. El principio preventivo debe

ser reducir exposición, no buscar una concentración que se interprete como ausencia absoluta de riesgo.

La evidencia sobre NO_2 sigue una lógica similar. Kasdagli y colaboradores actualizaron la revisión y metaanálisis que sustentó las guías de calidad del aire y observaron asociaciones con múltiples desenlaces de mortalidad, incluida enfermedad respiratoria, en exposiciones de largo plazo (30). Las concentraciones ambientales son diferentes de las ocupacionales y los desenlaces provienen de cohortes poblacionales, por lo que no corresponde convertir esos resultados en límites laborales; sin embargo, sí permiten contextualizar que la exposición inhalatoria sostenida a NO_2 tiene relevancia biológica y que los sistemas de extracción en combustión y soldadura deben tratarse como controles esenciales.

La comparación de límites NIOSH y OSHA evidencia un punto metodológico de importancia: TWA, STEL y ceiling responden a preguntas diferentes. Un TWA estima exposición promedio durante un periodo, un STEL protege frente a exposiciones breves y un ceiling pretende impedir que la concentración supere un valor. Si el higienista selecciona un tiempo de muestreo incompatible con la base temporal del criterio, el resultado puede parecer aceptable mientras oculta un pico peligroso. La evaluación debe comenzar, por tanto, por la pregunta de exposición que se intenta responder y después seleccionar instrumento, duración, ubicación y frecuencia de muestreo (4,8-17).

Los resultados sobre métodos analíticos muestran que la existencia de varios procedimientos por sustancia no elimina la necesidad de competencia técnica. El NMAM subraya la importancia de seleccionar el mejor método disponible para cada situación, considerando desempeño y protocolo de muestreo (17). En la práctica, la precisión analítica pierde valor si la muestra se toma lejos de la zona respiratoria cuando se necesita exposición personal, si se omite una tarea de alta emisión o si el detector no

se calibra. La calidad del dato depende de todo el proceso de medición, no únicamente del equipo o del laboratorio.

La evolución de sensores puede reducir algunas de esas limitaciones. Baharfar y colaboradores describen nanosensores orientados a seguridad minera, donde portabilidad y respuesta rápida pueden favorecer alertas en ambientes dinámicos (31). Yaqoob y Younis destacan el potencial del aprendizaje automático para mejorar selectividad y procesamiento de señales, mientras que Gardner y colaboradores revisan sensores térmicos micromecanizados con ventajas de estabilidad y consumo (32,33). Estas tecnologías abren posibilidades para vigilancia distribuida, pero la transición hacia uso ocupacional exige validación frente a interferentes, condiciones de humedad, temperatura, envejecimiento y requerimientos de mantenimiento.

Las plataformas microfluídicas revisadas por Yeganegi y colaboradores y los diseños semiconductores analizados por Humayun y colaboradores muestran una tendencia hacia miniaturización, mayor sensibilidad y aplicaciones en punto de uso (34,35). Zong y colaboradores amplían esa tendencia al integrar sensores, comunicación inalámbrica, inteligencia artificial y sistemas de alerta en tiempo real (36). Desde la higiene industrial, el avance más relevante no es únicamente detectar concentraciones más bajas, sino disponer de información fiable en el momento y lugar donde se toman decisiones, con capacidad para registrar tendencias y activar controles antes de que la exposición alcance niveles críticos.

Sin embargo, una red de sensores no sustituye la jerarquía de controles. Detectar una fuga con mayor rapidez reduce el tiempo de respuesta, pero no elimina la fuente; por ello, la prioridad continúa siendo evitar el uso del agente cuando sea posible, sustituirlo por alternativas menos peligrosas y diseñar sistemas cerrados o ventilados. El monitoreo funciona como verificación y alarma, mientras que la ingeniería actúa sobre la

generación o dispersión. Esta distinción es importante para evitar que la disponibilidad de tecnologías sofisticadas produzca una falsa sensación de control cuando persisten procesos abiertos o mantenimiento deficiente (5,6,31-36).

La jerarquía también redistribuye la responsabilidad preventiva. Cuando la seguridad depende exclusivamente de que cada trabajador recuerde colocarse un respirador, reconocer un olor o abandonar a tiempo un área, el sistema conserva una elevada dependencia de factores humanos. La eliminación, sustitución y los controles de ingeniería reducen esa dependencia porque modifican el peligro o la exposición antes del contacto. Los controles administrativos siguen siendo necesarios para organizar permisos, mantenimiento, capacitación e inspecciones, pero su eficacia aumenta cuando respaldan un proceso técnicamente controlado en lugar de compensar deficiencias de diseño (5,6).

La protección respiratoria conserva un papel indispensable en tareas con riesgo residual, mantenimiento, emergencias e ingreso a atmósferas peligrosas. OSHA establece que la selección debe basarse en el peligro respiratorio y que, cuando la concentración es desconocida, la atmósfera debe considerarse IDLH, exigiendo equipos apropiados de presión positiva (15). Esta condición resulta especialmente crítica para CO, H_2S, cloro, amoníaco, SO_2 y NO_2 porque los valores IDLH son específicos y algunos gases pueden acumularse con rapidez. La disponibilidad de un respirador de cartucho no equivale, por tanto, a capacidad de ingreso seguro ante cualquier fuga.

Los espacios confinados concentran varias de las debilidades del enfoque basado solo en EPP. La posibilidad de deficiencia de oxígeno, estratificación, liberación continua, inflamabilidad y dificultad de rescate exige evaluación atmosférica previa, ventilación, aislamiento, permiso, comunicación y vigilancia externa (16). El documento base señalaba que uno de los errores más graves consiste en entrar a rescatar sin evaluar la

atmósfera, generando víctimas múltiples; la evidencia normativa respalda esta preocupación y justifica que el rescate se planifique antes del ingreso, con personal, equipos y comunicaciones disponibles.

La vigilancia médica debe interpretarse como mecanismo de detección temprana y seguimiento, no como permiso para mantener una exposición mal controlada. Las alteraciones funcionales pueden señalar fallas preventivas, pero esperar a que aparezcan síntomas contradice el principio de anticipación. Los hallazgos de secuelas por CO y H_2S muestran la necesidad de documentar eventos agudos, mientras que la literatura sobre irritantes respalda atención a función respiratoria y síntomas persistentes. La selección de pruebas debe ajustarse al agente y al riesgo, evitando programas rutinarios que acumulen exámenes sin conexión con datos ambientales o tareas reales (18-30).

La integración de registros ambientales y de salud genera una oportunidad para prevención basada en datos. Si una alarma se repite durante una operación concreta, el patrón puede orientar una modificación de ventilación o mantenimiento; si aumentan síntomas respiratorios en un área, puede revisarse el mapa de exposición y la estrategia de muestreo. De forma semejante, incidentes y cuasi accidentes aportan información sobre barreras fallidas antes de que exista daño grave. ISO 45001 enfatiza seguimiento, evaluación del desempeño e investigación de incidentes, lo que permite incorporar la higiene industrial dentro de ciclos de mejora y no como campañas de medición aisladas (7).

La capacitación mantiene un valor decisivo porque los trabajadores conocen variaciones operativas que no siempre aparecen en procedimientos formales. Una formación efectiva debe explicar qué gas puede generarse, qué significa una alarma, cuáles son los síntomas iniciales, qué incompatibilidades existen, qué equipo corresponde y qué acciones están prohibidas durante una emergencia. La participación de quienes ejecutan

la tarea puede identificar puntos de fuga, operaciones no rutinarias y prácticas informales que un análisis documental no detecta. Este conocimiento debe incorporarse a la selección de controles sin transferir al trabajador la responsabilidad exclusiva por el riesgo (4-7).

La situación de actividades mineras resulta especialmente pertinente para el contexto ecuatoriano, no porque los seis gases tengan la misma presencia en todas las minas, sino porque la combinación de espacios subterráneos, equipos de combustión, voladuras, ventilación, mantenimiento y sustancias químicas crea escenarios cambiantes. El informe de la OIT de 2024 confirma que las exposiciones químicas en minería continúan siendo un problema global y que trabajadores de países de ingresos bajos y medios pueden presentar mayor vulnerabilidad (3). La aplicación local requiere caracterizar cada operación y no extrapolar automáticamente perfiles de otras industrias.

Una fortaleza del análisis radica en haber relacionado datos oficiales de límites, IDLH, métodos y órganos diana con evidencia clínica reciente y con principios de control. Esta triangulación permite evitar dos extremos: una revisión exclusivamente médica que describa síntomas sin explicar cómo prevenir la exposición, y una revisión exclusivamente normativa que enumere límites sin considerar la gravedad de las complicaciones. La síntesis muestra que el desarrollo de la higiene industrial adquiere sentido cuando la medición se utiliza para orientar decisiones sobre el proceso y proteger la salud, no cuando se limita a producir números para un informe.

La principal limitación deriva del carácter narrativo e integrativo de la revisión. No se realizó una búsqueda sistemática con conteo exhaustivo de registros ni evaluación formal de riesgo de sesgo para cada estudio, por lo que no se puede estimar prevalencia global, incidencia ocupacional ni efecto combinado. Además, parte de la evidencia reciente sobre SO_2 y NO_2 procede de exposición ambiental, útil para contextualizar

mecanismos y desenlaces pero no directamente equivalente a concentraciones laborales. Estas restricciones se manejaron evitando metaanálisis artificiales y utilizando los datos oficiales de NIOSH y OSHA únicamente para comparaciones descriptivas.

Otra limitación se relaciona con las diferencias regulatorias entre países. Los valores NIOSH y OSHA se utilizaron porque se encuentran bien documentados y permiten una comparación reproducible entre agentes, pero no sustituyen los límites legales o recomendaciones aplicables en Ecuador u otras jurisdicciones. La práctica profesional debe identificar el marco normativo vigente, así como valores técnicos adicionales cuando corresponda. La contribución del artículo consiste en mostrar una metodología de integración entre límite, medición, daño y control que puede adaptarse a diferentes sistemas regulatorios sin modificar los principios preventivos fundamentales.

La heterogeneidad clínica también exige prudencia. Una concentración ambiental no predice de forma determinista la severidad individual, porque influyen duración, carga física, ventilación pulmonar, comorbilidades, uso de protección, coexposiciones y tiempo hasta el rescate. Por ello, los valores límite no deben interpretarse como una frontera biológica exacta ni los IDLH como niveles a los que pueda trabajarse rutinariamente. La evaluación de riesgo debe integrar incertidumbre y utilizar márgenes preventivos, especialmente ante trabajadores susceptibles, procesos variables o escenarios donde una falla pueda tener consecuencias catastróficas.

Las futuras investigaciones deberían fortalecer datos ocupacionales específicos sobre exposición real, secuelas a largo plazo, desempeño de sensores en campo y efectividad de controles de ingeniería bajo condiciones industriales. Resulta particularmente útil desarrollar estudios longitudinales que conecten mediciones personales con indicadores de salud y registros de tareas, así como validaciones independientes de sensores inteligentes frente a métodos de referencia. En contextos latinoamericanos, la

disponibilidad de evidencia propia permitiría evaluar diferencias de proceso, clima, organización del trabajo y capacidad de respuesta, reduciendo la dependencia de extrapolaciones desde países con sistemas productivos y regulatorios distintos.

La innovación en detección también plantea una futura línea de gestión: integrar alarmas personales y estacionarias con mantenimiento predictivo, ventilación automatizada y registros centralizados, manteniendo mecanismos de verificación que eviten depender de algoritmos opacos. Un sistema inteligente debería informar concentración, tendencia, estado de calibración y contexto de la tarea, y permitir que la alerta desencadene acciones previamente definidas. La tecnología aporta mayor valor cuando se integra en un sistema de decisión transparente que conserva redundancias y capacidad humana de intervención ante fallas de sensores, comunicaciones o energía (31-36).

En síntesis, la discusión muestra una convergencia entre la evidencia clínica reciente y la lógica preventiva consolidada: los gases analizados pueden producir daño grave y, en algunos casos, secuelas persistentes, mientras que los mecanismos más sólidos de prevención actúan antes del contacto. La higiene industrial moderna necesita combinar conocimiento del agente, evaluación cuantitativa, controles en la fuente, monitoreo continuo cuando el riesgo lo justifica, programas de protección respiratoria, vigilancia de salud y preparación para emergencias. El énfasis técnico debe permanecer en reducir la probabilidad y magnitud de exposición, no en normalizar la presencia del contaminante mediante dependencia permanente del EPP.

Conclusiones

El análisis permitió establecer que las complicaciones asociadas a CO, H_2S, Cl_2, NH_3, SO_2 y NO_2 representan un problema prioritario para la higiene industrial por su capacidad de producir daño respiratorio, neurológico, cardiovascular, ocular y sistémico, con perfiles de toxicidad y valores de emergencia diferentes. Esta heterogeneidad confirma que la prevención debe partir de la identificación precisa del agente, el proceso y las condiciones de exposición, sin depender de la percepción sensorial como mecanismo de alerta.

Los resultados mostraron que los valores IDLH y los límites de exposición empleados por NIOSH y OSHA responden a bases temporales distintas, entre ellas TWA, STEL y ceiling, por lo que la evaluación higiénica debe seleccionar el método de medición según el tipo de exposición que se pretende caracterizar. El monitoreo personal, las mediciones de área, la lectura directa y el muestreo de corta duración resultan complementarios, especialmente en procesos variables donde una concentración promedio puede ocultar picos peligrosos.

La jerarquía de controles constituye la estrategia preventiva central, con prioridad para eliminación y sustitución, seguida por encapsulamiento, aislamiento, sistemas cerrados, ventilación localizada, automatización, sensores y alarmas. Los controles administrativos y la capacitación deben respaldar procesos técnicamente controlados, mientras que el equipo de protección personal permanece como última barrera. La vigilancia de la salud complementa la evaluación ambiental y debe ajustarse al perfil toxicológico y a los eventos documentados de exposición, sin sustituir el control del contaminante en la fuente.

Los espacios confinados requieren medidas reforzadas por la posible coexistencia de gases tóxicos, deficiencia de oxígeno y atmósferas inflamables, de modo que la evaluación atmosférica previa, el monitoreo durante la tarea, la ventilación, el aislamiento de fuentes, la comunicación, la vigilancia externa y la planificación del rescate resultan indispensables. La tecnología de detección puede mejorar la respuesta mediante sensores personales, equipos multigás y redes de alarma, pero su eficacia depende de calibración, selectividad, mantenimiento y compatibilidad con métodos de referencia, por lo que no reemplaza los controles de ingeniería.

El aporte principal radica en integrar complicaciones clínicas, criterios de exposición, métodos de medición y jerarquía de controles dentro de una misma perspectiva técnica de salud y seguridad ocupacional. El desarrollo de la higiene industrial frente a gases tóxicos debe orientarse hacia una prevención basada en riesgo, datos y control en la fuente, articulando monitoreo ambiental, vigilancia de la salud, mantenimiento, investigación de incidentes y participación de los trabajadores. Las futuras investigaciones deberán ampliar la evidencia ocupacional longitudinal y validar tecnologías de monitoreo en condiciones reales, especialmente en contextos latinoamericanos, manteniendo la anticipación, el reconocimiento, la evaluación y el control como un ciclo continuo de mejora preventiva.

Referencias Bibliográficas

1. International Labour Organization. Exposure to hazardous chemicals at work and resulting health impacts: a global review [Internet]. Geneva: ILO; 2021 [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.ilo.org/publications/exposure-hazardous-chemicals-work-and-resulting-health-impacts-global
2. World Health Organization. Exposure to hazardous chemicals [Internet]. Geneva: WHO; [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.who.int/tools/occupational-hazards-in-health-sector/exposure-to-hazardous-chemicals
3. International Labour Organization. Chemical exposures in mining: impacts for occupational safety and health [Internet]. Geneva: ILO; 2024 [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.ilo.org/publications/chemical-exposures-mining
4. Occupational Safety and Health Administration. Chemical hazards and toxic substances: overview [Internet]. Washington (DC): U.S. Department of Labor; [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.osha.gov/chemical-hazards
5. National Institute for Occupational Safety and Health. Hierarchy of controls [Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; 2024 [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.cdc.gov/niosh/hierarchy-of-controls/index.html
6. Occupational Safety and Health Administration. Chemical hazards and toxic substances: controlling exposure [Internet]. Washington (DC): U.S. Department of Labor; [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.osha.gov/chemical-hazards/controlling-exposure

7. International Organization for Standardization. ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems - Requirements with guidance for use [Internet]. Geneva: ISO; 2018 [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.iso.org/standard/63787.html

8. National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards [Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.cdc.gov/niosh/npg/default.html

9. National Institute for Occupational Safety and Health. Carbon monoxide: NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards [Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0105.html

10. National Institute for Occupational Safety and Health. Hydrogen sulfide: NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards [Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0337.html

11. National Institute for Occupational Safety and Health. Chlorine: NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards [Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0115.html

12. National Institute for Occupational Safety and Health. Ammonia: NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards [Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0028.html

13. National Institute for Occupational Safety and Health. Sulfur dioxide: NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards [Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0575.html

14. National Institute for Occupational Safety and Health. Nitrogen dioxide: NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards [Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0454.html

15. Occupational Safety and Health Administration. 29 CFR 1910.134 Respiratory protection [Internet]. Washington (DC): U.S. Department of Labor; [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.134

16. Occupational Safety and Health Administration. 29 CFR 1910.146 Permit-required confined spaces [Internet]. Washington (DC): U.S. Department of Labor; [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.osha.gov/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.146

17. National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 5th edition [Internet]. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; [cited 2026 Sep 4]. Available from: https://www.cdc.gov/niosh/nmam/

18. Savioli G, Gri N, Ceresa IF, Piccioni A, Zanza C, Longhitano Y, et al. Carbon monoxide poisoning: from occupational health to emergency medicine. J Clin Med. 2024;13(9):2466. doi:10.3390/jcm13092466.

19. Dent MR, Rose JJ, Tejero J, Gladwin MT. Carbon monoxide poisoning: from microbes to therapeutics. Annu Rev Med. 2024;75:337-351. doi:10.1146/annurev-med-052422-020045.

20. Weaver LK. Carbon monoxide poisoning (reprinted from the 2023 Hyperbaric Indications Manual 15th edition). Undersea Hyperb Med. 2024;51(3):253-276. PMID:39348519.

21. Batterman S, Grant-Alfieri A, Seo SH. Low level exposure to hydrogen sulfide: a review of emissions, community exposure, health effects, and exposure guidelines. Crit Rev Toxicol. 2023;53(4):244-295. doi:10.1080/10408444.2023.2229925.

22. Santana Maldonado C, Weir A, Rumbeiha WK. A comprehensive review of treatments for hydrogen sulfide poisoning: past, present, and future. Toxicol Mech Methods. 2023;33(3):183-196. doi:10.1080/15376516.2022.2121192.

23. Ng PC, Hendry-Hofer TB, Witeof AE, Brenner M, Mahon SB, Boss GR, et al. Hydrogen sulfide toxicity: mechanism of action, clinical presentation, and countermeasure development. J Med Toxicol. 2019;15(4):287-294. doi:10.1007/s13181-019-00710-5.

24. Rumbeiha WK, Kim DS. Neurological sequelae of acute hydrogen sulfide poisoning: a literature review, controversies, and knowledge gaps. Neurol Int. 2025;17(5):71. doi:10.3390/neurolint17050071.

25. Nambiema A, Coyo G, Barbe-Richaud JB, Blottiaux J, Retière-Doré N, Sembajwe G, et al. Human chlorine gas exposition and its management - an umbrella review on human data. Crit Rev Toxicol. 2022;52(1):32-50. doi:10.1080/10408444.2022.2035317.

26. Atalla A, Shulman J, Rose J, Lynch M. Trends in chlorine and chloramine gas exposures reported to United States poison centers. Clin Toxicol (Phila). 2024;62(9):589-595. doi:10.1080/15563650.2024.2390139.

27. Reis T, Moura PC, Gonçalves D, Ribeiro PA, Vassilenko V, Fino MH, et al. Ammonia detection by electronic noses for a safer work environment. Sensors (Basel). 2024;24(10):3152. doi:10.3390/s24103152.

28. Stauffer CB, Tat J. Toxic effects of sulfur dioxide: a review. Toxics. 2026;14(1):100. doi:10.3390/toxics14010100.

29. Zhou X, Wang X, Shen Q, Ma J, Cai X, Liu H, et al. Short-term exposure to sulfur dioxide and the occurrence of chronic obstructive pulmonary disease: an updated systematic review and meta-analysis based on risk of bias and certainty of evidence. Ecotoxicol Environ Saf. 2024;284:116888. doi:10.1016/j.ecoenv.2024.116888.

30. Kasdagli MI, Orellano P, Pérez Velasco R, Samoli E. Long-term exposure to nitrogen dioxide and ozone and mortality: update of the WHO Air Quality Guidelines systematic review and meta-analysis. Int J Public Health. 2024;69:1607676. doi:10.3389/ijph.2024.1607676.

31. Baharfar M, Lin J, Kilani M, Zhao L, Zhang Q, Mao G. Gas nanosensors for health and safety applications in mining. Nanoscale Adv. 2023;5(22):5997-6016. doi:10.1039/D3NA00507K.

32. Yaqoob U, Younis MI. Chemical gas sensors: recent developments, challenges, and the potential of machine learning - a review. Sensors (Basel). 2021;21(8):2877. doi:10.3390/s21082877.

33. Gardner ELW, Gardner JW, Udrea F. Micromachined thermal gas sensors - a review. Sensors (Basel). 2023;23(2):681. doi:10.3390/s23020681.

34. Yeganegi A, Yazdani K, Tasnim N, Fardindoost S, Hoorfar M. Microfluidic integrated gas sensors for smart analyte detection: a comprehensive review. Front Chem. 2023;11:1267187. doi:10.3389/fchem.2023.1267187.

35. Humayun M, Bououdina M, Usman M, Khan A, Luo W, Wang C. Designing state-of-the-art gas sensors: from fundamentals to applications. Chem Rec. 2024;24(3):e202300350. doi:10.1002/tcr.202300350.

36. Zong B, Wu S, Yang Y, Li Q, Tao T, Mao S. Smart gas sensors: recent developments and future prospective. Nano-Micro Lett. 2025;17:54. doi:10.1007/s40820-024-01543-w.

Validación por juicio de expertos de instrumentos para analizar el impacto de los factores económicos en la formación académica.

Expert-judgment validation of instruments for analyzing the impact of economic factors on academic education.

Validação por especialistas de instrumentos para analisar o impacto de fatores econômicos na educação acadêmica.

Lisseth Mindiolaza Almeida, Mgtr.
Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia
Ecuador
lissethmindiolaza@itscv.edu.ec
https://orcid.org/0000-0002-3847-0554

Jessica Castro Tacuri, Mgtr
Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia
Ecuador
jessicacastro@itscv.edu.ec
https://orcid.org/0009-0004-2319-0465

Amalia García Adum, Mgtr.
Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia
Ecuador
amaliagarcia@itscv.edu.ec
https://orcid.org/0009-0000-2168-8770

Alexandra Carrasco Mendoza Tnlga.
Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia
Ecuador
alexandracarrascomendoza@itscv.edu.ec
https://orcid.org/0009-0005-7377-284X

Roberto Isaías Murillo Valverde
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
Roberto.murillo.valverde@gmail.com
https://orcid.org/0009-0000-2168-8770

Julieta Campi Mayorga, Mgtr
Instituto Superior Tecnológico Universitario Humane
Ecuador
jcampi@humane.edu.ec
https://orcid.org/0000-0002-7186-

Forma de citación en APA, séptima edición.

Almeida, L; Tacuri, J; García, A; Carrasco, A; Murillo, R; Campi, J.(2026). Validación por juicio de expertos de instrumentos para analizar el impacto de los factores económicos en la formación académica. Revista Ibero Research, 1(7), 578 - 591.

Fecha de presentación: 01/09/2026 **Fecha de aceptación:** 03/09/2026 **Fecha de publicación:** 04/09/2026

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar la validez de contenido de dos instrumentos diseñados para analizar la incidencia de los factores económicos en la formación académica de los estudiantes de la segunda cohorte de Tecnología Superior en Administración Financiera del Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia (ISTCV). Se adoptó un enfoque mixto, con diseño no experimental y alcance descriptivo. Se elaboraron un cuestionario estructurado dirigido a estudiantes y una guía de entrevista semiestructurada para informantes clave. Tres especialistas en metodología cuantitativa, cualitativa y mixta valoraron, de forma independiente, la claridad, pertinencia, correspondencia con los objetivos, adecuación técnica y viabilidad de aplicación de los instrumentos mediante una escala ordinal de 1 a 5. Las valoraciones se concentraron entre 4 y 5 puntos. La principal observación correspondió a la ambigüedad de un ítem sobre ingreso personal e ingreso familiar; además, se recomendó realizar una prueba piloto antes de la aplicación definitiva. Los resultados respaldan la pertinencia del contenido de los instrumentos, condicionada a la incorporación de los ajustes sugeridos y a una verificación empírica posterior de su funcionamiento.

Palabras clave: validación de instrumentos; juicio de expertos; factores económicos; educación superior tecnológica; métodos mixtos.

Abstract

This study aimed to assess the content validity of two instruments designed to analyze how economic factors affect the academic education of students in the second cohort of the Higher Technology in Financial Administration program at Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia (ISTCV). A mixed-methods, non-experimental, descriptive design was used. A structured student questionnaire and a semi-structured interview guide for key informants were developed. Three specialists in quantitative, qualitative, and mixed-methods research independently assessed item clarity, relevance, alignment with the study objectives, technical adequacy, and feasibility using a five-point ordinal scale. Ratings ranged predominantly from 4 to 5. The main observation concerned ambiguity in an item addressing personal and household income; a pilot test before full administration was also recommended. The findings support the content relevance of the instruments, subject to the incorporation of the suggested revisions and subsequent empirical testing of their performance.

Keywords: instrument validation; expert judgment; economic factors; technological higher education; mixed methods.

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar a validade de conteúdo de dois instrumentos desenvolvidos para analisar o impacto de fatores econômicos na formação acadêmica de estudantes da segunda turma do programa de Ensino Superior Tecnológico em Administração Financeira do Instituto Superior Tecnológico da Cidade de Valência (ISTCV). Adotou-se uma abordagem mista, com delineamento não experimental e escopo descritivo. Foram elaborados um questionário estruturado para os estudantes e um guia de entrevista semiestruturada para informantes-chave. Três especialistas em metodologias quantitativas, qualitativas e mistas avaliaram, de forma independente, a clareza, a relevância, o alinhamento com os objetivos, a adequação técnica e a viabilidade de aplicação dos instrumentos, utilizando uma escala ordinal de 1 a 5. As pontuações concentraram-se entre 4 e 5 pontos. A principal observação referiu-se à ambiguidade de um item referente à renda pessoal e à renda familiar; além disso, recomendou-se a realização de um teste piloto antes da aplicação final. Os resultados corroboram a relevância do conteúdo dos instrumentos, condicionada à incorporação dos ajustes sugeridos e à subsequente verificação empírica de seu desempenho.

Palavras-chave: validação de instrumentos; opinião de especialistas; fatores econômicos; ensino superior tecnológico; métodos mistos.

Introducción

El acceso, la permanencia y la culminación de estudios en la educación superior técnica y tecnológica están condicionados, entre otros factores, por la disponibilidad de recursos económicos. Las limitaciones de ingreso, conectividad, transporte y acceso a dispositivos pueden afectar la asistencia, el rendimiento y la continuidad académica. Por ello, el análisis de estas condiciones exige instrumentos pertinentes al contexto institucional y coherentes con los objetivos de investigación.

La calidad de las conclusiones de un estudio depende, en buena medida, de la calidad de los datos recopilados. La validación de contenido mediante juicio de expertos permite examinar si los ítems representan adecuadamente los constructos de interés y si su redacción, pertinencia y suficiencia son apropiadas (Escobar-Pérez & Cuervo-Martínez, 2008). Esta revisión no sustituye la evaluación empírica posterior —por ejemplo, una prueba piloto y el análisis de confiabilidad cuando corresponda—, pero constituye una etapa necesaria del diseño instrumental.

En el contexto del ISTCV no se dispone de instrumentos previamente validados que integren la medición de condiciones económicas y académicas con la exploración de las experiencias y estrategias de afrontamiento del estudiantado. En consecuencia, el objetivo de este estudio fue evaluar, mediante juicio de expertos, la validez de contenido de un cuestionario estructurado y una guía de entrevista semiestructurada destinados a analizar la incidencia de los factores económicos en la formación académica de los estudiantes de la segunda cohorte de Tecnología Superior en Administración Financiera.

Metodología

2.1 Diseño del estudio

Se desarrolló un estudio instrumental con enfoque mixto, diseño no experimental y alcance descriptivo. La integración de datos cuantitativos y cualitativos se planteó mediante una estrategia de triangulación concurrente: la encuesta permite identificar patrones y frecuencias, mientras que la entrevista profundiza en experiencias, decisiones y propuestas de mejora. La elección del enfoque respondió a la naturaleza multidimensional del fenómeno estudiado (Hernández-Sampieri et al., 2018; Flick, 2021).

2.2 Construcción de los instrumentos

La construcción de los instrumentos partió de la definición conceptual y operacional de cuatro variables: factores económicos, formación académica, estrategias de afrontamiento y percepción del impacto económico. Cada variable se desagregó en dimensiones e indicadores observables, siguiendo el proceso de operacionalización propuesto por Arias Gonzáles (2021) y Espinoza Freire (2018).

Tabla 1.

Correspondencia entre los objetivos y los instrumentos

Objetivo	Encuesta estructurada	Entrevista semiestructurada
Identificar los factores económicos que inciden en la formación académica.	Mide ingresos, empleo, ayudas y condiciones materiales.	Explora la percepción de estos factores y sus efectos en las oportunidades educativas.

Determinar el efecto del acceso a recursos en la continuidad y el desempeño.	Relaciona recursos con promedio, reprobación y asistencia.	Recoge experiencias sobre ayudas disponibles o ausentes y compromiso académico.
Evaluar las estrategias de afrontamiento.	Identifica prácticas como empleo, apoyo familiar o reducción de carga académica.	Profundiza en decisiones personales y efectos académicos y emocionales.
Proponer medidas de mitigación.	Identifica necesidades y áreas prioritarias de intervención.	Recoge recomendaciones estudiantiles para fortalecer el apoyo institucional.

Nota. elaboración propia con base en Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez (2008) y Hernández-Sampieri et al. (2018).

Tabla 2.

Matriz de análisis

Variable	**Dimensión**	**Indicador**	**Instrumento**	**Dato**
Condición socioeconómica	Ingresos, empleo y ayudas	Nivel de ingreso y apoyo recibido	Encuesta	Cuantitativo
Recursos académicos	Tecnología y conectividad	Internet y dispositivos	Encuesta	Cuantitativo
Formación académica	Rendimiento y continuidad	Promedio, repitencia y riesgo de abandono	Encuesta y registros	Cuantitativo

Impacto percibido	Afectación académica y emocional	Estrés, motivación y asistencia	Encuesta y entrevista	Mixto
Estrategias de afrontamiento	Adaptación personal e	Acciones implementadas	Encuesta y entrevista	Mixto
Propuestas de mejora	Opiniones y sugerencias	Recomendaciones estudiantiles	Entrevista	Cualitativo

Nota. Elaboración propia con base en Hernández-Sampieri et al. (2018) y Flick (2021).

Tabla 3.

Operacionalización de variables

Variable	**Dimensiones**	**Indicadores**	**Técnica / instrumento**	**Escala**
Factores económicos	Fuente y nivel de ingreso; ayudas; condiciones tecnológicas	Trabajo, beca, apoyo familiar, rango de ingreso, dispositivos e internet	Encuesta / cuestionario	Nominal y ordinal
Formación académica	Rendimiento y continuidad	Promedio, reprobación, suspensión o intención de abandono	Encuesta y registros	Continua y nominal
Estrategias de afrontamiento	Medidas personales y apoyo institucional	Trabajo informal, gestión del tiempo, tutorías y becas	Encuesta y entrevista	Nominal y cualitativa

Impacto percibido	Afectación emocional y académica	Estrés, motivación y asistencia	Encuesta y entrevista	Ordinal y cualitativa

Nota. Elaboración propia con base en Hernández-Sampieri et al. (2018) y Arias Gonzáles (2021).

2.3 Selección de expertos y procedimiento de valoración

El panel estuvo integrado por tres expertos externos con formación de posgrado y experiencia en investigación educativa: uno en metodología cuantitativa, uno en metodología cualitativa y uno en métodos mixtos. Cada juez examinó los instrumentos de manera independiente mediante una hoja de valoración con escala ordinal de cinco puntos (1 = muy deficiente; 5 = excelente). Los criterios evaluados fueron claridad y comprensión, pertinencia y ausencia de sesgo, adecuación de las escalas o de la secuencia narrativa, correspondencia con los objetivos y viabilidad de aplicación. El especialista en métodos mixtos valoró, además, la triangulación y complementariedad entre instrumentos. Las observaciones cualitativas se organizaron por criterio y se utilizaron para identificar ajustes de redacción y recomendaciones previas al trabajo de campo. Debido al número reducido de jueces, los resultados se presentan de forma descriptiva; no se estimó un coeficiente de concordancia ni un índice de validez de contenido.

Resultados

Las valoraciones se ubicaron en el nivel superior de la escala. Todos los criterios aplicables recibieron 5 puntos, salvo claridad y comprensión, valorado con 4 puntos por el experto cuantitativo. La triangulación y complementariedad fue evaluada únicamente por el especialista en métodos mixtos.

Tabla 4.

Valoración del panel de expertos

Criterio	Experto cuantitativo	Experto cualitativo	Experto mixto
Claridad y comprensión	4/5	5/5	5/5
Pertinencia y ausencia de sesgo	5/5	5/5	5/5
Adecuación técnica o narrativa	5/5	5/5	5/5
Correspondencia con los objetivos	5/5	5/5	5/5
Viabilidad de aplicación	5/5	5/5	5/5
Triangulación y complementariedad	No aplica	No aplica	5/5

Nota. matrices de validación de instrumentos del ISTCV (2023).

La observación cuantitativa se concentró en el ítem 12 del cuestionario, cuya formulación no diferenciaba con suficiente precisión entre ingreso personal e ingreso mensual del hogar. En respuesta, se recomendó separar ambos conceptos o indicar de manera explícita la unidad de referencia. Esta modificación reduce el riesgo de interpretaciones heterogéneas y mejora la comparabilidad de las respuestas.

La revisión cualitativa destacó que las preguntas abiertas favorecen la narración de experiencias sin orientar indebidamente las respuestas. Por su parte, el experto en

métodos mixtos consideró adecuada la complementariedad entre la encuesta y la entrevista, y recomendó efectuar una prueba piloto para comprobar la comprensión, duración y secuencia de aplicación de los instrumentos.

Discusión

Los resultados muestran una correspondencia favorable entre los objetivos, las variables y los ítems propuestos. La observación sobre el ingreso confirma la importancia de delimitar con precisión la unidad de análisis en variables socioeconómicas. Asimismo, la recomendación de realizar una prueba piloto es consistente con la necesidad de evaluar el funcionamiento del instrumento en condiciones similares a las de su aplicación definitiva.

No obstante, la valoración favorable de tres especialistas debe interpretarse como evidencia inicial de validez de contenido y no como demostración de validez integral o confiabilidad. El reducido número de jueces y la ausencia de un índice cuantitativo de acuerdo limitan el alcance de las conclusiones. En una fase posterior convendría documentar los criterios de selección de los expertos, aplicar el instrumento a un grupo piloto y, cuando la naturaleza de las escalas lo permita, estimar indicadores de consistencia interna y desempeño de los ítems.

Conclusiones

El juicio de expertos aportó evidencia favorable sobre la claridad, pertinencia, correspondencia con los objetivos y viabilidad de los instrumentos diseñados para estudiar la incidencia de los factores económicos en la formación académica. La

complementariedad entre la encuesta y la entrevista permite abordar tanto patrones observables como experiencias estudiantiles.

La revisión identificó un ajuste necesario en la formulación del ítem relativo a los ingresos, que debe distinguir entre ingreso personal e ingreso del hogar. También estableció como requisito previo a la aplicación definitiva la realización de una prueba piloto, acompañada de la capacitación del equipo responsable y de medidas para proteger el anonimato y la confidencialidad de los participantes.

Por tanto, los instrumentos pueden considerarse aptos para una fase piloto una vez incorporadas las observaciones de los jueces. La aplicación a la población de estudio y los análisis posteriores permitirán reunir evidencia adicional sobre su funcionamiento y confiabilidad.

Referencias Bibliográficas

Campos Retana, R. A. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.

Gonzáles, J. L. A. (2021). Guía para elaborar la operacionalización de variables. Espacio I+ D, Innovación más desarrollo, 10(28).

Di Cintio, A., Pascal-Mamani, K., Castro-Guerra, M., & Romero-Jeldres, M. (2026). Consideraciones metodológicas sobre la relación entre metodología mixta y pragmatismo en educación: una revisión de alcance. Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado, 30(2), 1-27.

Estupiñán, M. C., & Arias, G. O. (2021). Redacción y publicación de artículos científicos-2da edición: Enfoque discursivo. Ecoe Ediciones.

Escobar-Pérez, J., & Cuervo-Martínez, Á. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. Avances en medición, 6(1), 27-36.

Espinoza Freire, E. E. (2018). Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Parte I. Conrado, 14 (Supl. 1), 39–49.

Flick, U. (2021). Introducción a la investigación cualitativa (6.ª ed.). Ediciones Morata.

Freire, E. E., & Ruíz, D. T. (2015). Metodología de la investigación educativa y. Machala: UTMach.

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (6.ª ed.). McGraw-Hill.

Padilla-Avalos, C. A., & Marroquín-Soto, C. (2021). Enfoques de investigación en odontología: cuantitativa, cualitativa y mixta. Revista estomatologica herediana, 31(4), 338-340.

Pacheco, E., & Blanco, M. (2002). En busca de la" metodología mixta" entre un estudio de corte cualitativo y el seguimiento de una cohorte en una encuesta retrospectiva. Estudios demográficos y urbanos, 485-521.

Pérez, Z. P. (2011). Los diseños de método mixto en la investigación en educación: Una experiencia concreta. Revista electrónica educare, 15(1), 15-29.

Pons, S. B., Ramon, M. R. R., Lourido, B. P., & Verger, S. (2021). El enfoque integrador de la metodología mixta en la investigación educativa. RELIEVE-Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa, 27(1).

Picón, P. E. C. (2025). El camino de la investigación: enfoques cuantitativos, cualitativos y mixtos en el método científico. Estudios sobre las Culturas Contemporáneas, 2(4), 195-199.

Reguant-Álvarez, M., & Martínez-Olmo, F. (2014). El diseño de investigaciones mixtas en educación: Una experiencia concreta. Revista Electrónica de Investigación Educativa, 16(1), 104–118.

Integración de KPIs y Medidas de Rendimiento Definidas por la Gerencia (MPMs) bajo NIIF 18: diseño de un modelo multidimensional para la medición del desempeño estratégico empresarial.

Integration of KPIs and Management-Defined Performance Measures (MPMs) under IFRS 18: designing a multidimensional model for strategic business performance measurement.

Integração de KPIs e Medidas de Desempenho Definidas pela Administração (MPMs) sob a IFRS 18: desenho de um modelo multidimensional para mensuração do desempenho estratégico empresarial.

Jonathan Eduardo López Poveda
Universidad Católica Santiago de Guayaquil
Ecuador
info@lopezygomez.com
https://orcid.org/0009-0009-7058-4279

Nathalie Fernanda Gómez Suárez
Universidad Católica Santiago de Guayaquil
Ecuador
gerencia@lopezygomez.com
https://orcid.org/0009-0002-2227-7599

Forma de citación en APA, séptima edición.

López, J., y Gómez, N. (2026). *Integración de KPIs y Medidas de Rendimiento Definidas por la Gerencia (MPMs) bajo NIIF 18: diseño de un modelo multidimensional para la medición del desempeño estratégico empresarial*. Revista Ibero Research, 1(7), 592 - 630.

Fecha de presentación: 03/09/2026 **Fecha de aceptación:** 05/09/2026 **Fecha de publicación:** 08/09/2026

Resumen

La medición empresarial combina indicadores internos de estrategia con medidas financieras comunicadas externamente, pero ambas capas suelen administrarse con definiciones, responsables y controles separados. El objetivo consistió en diseñar un modelo multidimensional que integre KPIs y Medidas de Rendimiento Definidas por la Gerencia (MPMs) bajo NIIF 18, preservando su naturaleza diferenciada y fortaleciendo la trazabilidad entre estrategia, operación y revelación financiera. Se realizó una revisión documental integrativa y un diseño propositivo sobre veinte fuentes verificadas de 2022-2026, con análisis temático de requerimientos normativos, literatura sobre sistemas de medición y antecedentes de gobernanza, datos y control. Los resultados estructuraron cinco dimensiones de desempeño y una cadena de cinco capas que conecta objetivo, KPI, evidencia, puente financiero y filtro de elegibilidad de MPM. La evidencia del IASB mostró dispersión en la ubicación y reconciliación de medidas alternativas, mientras la literatura de KPIs confirmó una cobertura ampliamente multidimensional. Se concluye que la integración resulta técnicamente viable cuando no se equiparan KPIs y MPMs, se documentan reglas de cálculo y cambios, y se mantiene una reconciliación verificable con las medidas requeridas por NIIF.

Palabras clave: gobernanza de datos; trazabilidad; información financiera; control estratégico; toma de decisiones.

Abstract

Business performance measurement combines internal strategic indicators with financial measures communicated externally, yet both layers are often managed through separate definitions, owners and controls. The objective was to design a multidimensional model integrating KPIs and Management-Defined Performance Measures (MPMs) under IFRS 18 while preserving their different nature and strengthening traceability between strategy, operations and financial disclosure. An integrative documentary review and propositional design were conducted using twenty verified sources from 2022-2026, with thematic analysis of regulatory requirements, performance measurement literature, and prior work on governance, data and control. The results structured five performance dimensions and a five-layer chain connecting strategic objectives, KPIs, evidence, a financial bridge and an MPM eligibility filter. IASB evidence showed dispersion in the location and reconciliation of alternative performance measures, while KPI literature confirmed broadly multidimensional coverage. It is concluded that integration is technically feasible when KPIs and MPMs are not treated as equivalent, calculation and change rules are documented, and verifiable reconciliation with IFRS-defined measures is maintained.

Keywords: data governance; traceability; financial information; strategic control; decision-making.

Resumo

A mensuração empresarial combina indicadores internos de estratégia com medidas financeiras comunicadas externamente, porém ambas as camadas costumam ser administradas por definições, responsáveis e controles separados. O objetivo consistiu em desenhar um modelo multidimensional que integre KPIs e Medidas de Desempenho Definidas pela Administração (MPMs) sob a IFRS 18, preservando sua natureza diferenciada e fortalecendo a rastreabilidade entre estratégia, operação e divulgação financeira. Foi realizada uma revisão documental integrativa e um desenho propositivo com vinte fontes verificadas de 2022-2026, mediante análise temática de requisitos normativos, literatura sobre sistemas de mensuração e antecedentes de governança, dados e controle. Os resultados estruturaram cinco dimensões de desempenho e uma cadeia de cinco camadas que conecta objetivo, KPI, evidência, ponte financeira e filtro de elegibilidade de MPM. A evidência do IASB mostrou dispersão na localização e reconciliação de medidas alternativas, enquanto a literatura de KPIs confirmou cobertura amplamente multidimensional. Conclui-se que a integração é tecnicamente viável quando KPIs e MPMs não são equiparados, as regras de cálculo e mudança são documentadas e se mantém reconciliação verificável com medidas definidas pelas IFRS.

Palavras-chave: governança de dados; rastreabilidade; informação financeira; controle estratégico; tomada de decisão.

Introducción

La medición del desempeño empresarial ha evolucionado desde el seguimiento aislado de cifras financieras hacia sistemas que combinan señales económicas, operativas, comerciales, humanas, tecnológicas y de riesgo. Esta ampliación reconoce que un resultado favorable puede coexistir con deterioros en productividad, clientes, capacidades o controles. Los KPIs adquieren mayor valor cuando traducen prioridades estratégicas en variables observables y forman parte de un sistema de gestión, no cuando se acumulan como métricas desconectadas; Hristov et al. (2022) destacan además la necesidad de integrar indicadores cuantitativos y cualitativos bajo reglas de gobernanza consistentes.

La amplitud del universo de indicadores impide reducir la gestión estratégica a una sola métrica financiera. Van de Ven et al. (2023), a partir de treinta y cinco publicaciones, catalogaron 215 KPIs distribuidos entre distintos pilares de modelos de negocio. La evidencia confirma que el desempeño debe observarse de forma multidimensional y que cada indicador necesita definición operativa, fuente, periodicidad, responsable y criterio de interpretación. La cuestión central no consiste en aumentar el número de métricas, sino en establecer cómo se relacionan sin perder su finalidad específica.

La NIIF 18 introduce una exigencia adicional en esta arquitectura. Emitida por el International Accounting Standards Board, sustituye la NIC 1 y es aplicable a periodos anuales que comiencen a partir del 1 de enero de 2027, con aplicación anticipada permitida. Entre sus novedades incorpora subtotales definidos en el estado del resultado y requerimientos para las Medidas de Rendimiento Definidas por la Gerencia, o MPMs (IFRS Foundation, 2024b). Una MPM no equivale a cualquier KPI: debe ser un subtotal de ingresos y gastos usado en comunicaciones públicas externas para expresar la visión

gerencial del rendimiento financiero y no corresponder a una medida especificada por las NIIF.

El problema surge cuando una organización administra simultáneamente KPIs de procesos, clientes, personas, innovación o riesgo y subtotales financieros ajustados que eventualmente cumplen la definición de MPM. Sin una arquitectura común pueden aparecer duplicidades, fórmulas divergentes y cambios sin trazabilidad. NIIF 18 exige para las MPMs explicación de utilidad, cálculo, reconciliación y disciplina sobre cambios (IFRS Foundation, 2024b). La evidencia previa del IASB refuerza esta necesidad: 61 de cien compañías presentaban un subtotal operativo o similar, 41 % de la información sobre medidas alternativas se encontraba en estados financieros y 59 % solo fuera de ellos; además, 7 % de las reconciliaciones incluía detalle fiscal, 79 % detalle limitado o nulo y 14 % no presentaba reconciliación (IFRS Foundation, 2024a).

En Ecuador, antecedentes recientes aportan principios transferibles sin desplazar el objeto hacia la tributación. Los análisis sobre conciliación, impuesto diferido, instrumentos derivados y criptoactivos muestran la importancia de reconstruir el origen de una cifra y la regla aplicada (López Poveda & Gómez Suárez, 2026); los estudios sobre inteligencia artificial, transformación digital y fiscalización digital refuerzan la trazabilidad, explicabilidad y revisión humana cuando la información circula por sistemas tecnológicos (López Poveda & Gómez Suárez, 2026).

Otros trabajos permiten trasladar principios de previsibilidad, documentación, control y revisión. La evolución del sistema tributario, la fiscalización, la planificación, la seguridad jurídica, los procedimientos, la impugnación, los precios de transferencia y la tributación internacional muestran que decisiones complejas requieren reglas conocidas y evidencia verificable (López Poveda & Gómez Suárez, 2026b, 2026e, 2026j, 2026k, 2026l, 2026m, 2026n, 2026o). El antecedente que integró KPI, OKR y objetivos

SMART aporta únicamente la lógica de alineación entre objetivos, indicadores, responsables y evidencia, sin trasladar su índice de riesgo ni finalidad tributaria (López Poveda & Gómez Suárez, 2026i).

El vacío se ubica en la intersección entre los sistemas de medición del desempeño y la disciplina de MPMs bajo NIIF 18: falta una arquitectura que integre KPIs multidimensionales con una capa financiera normativa sin equiparar categorías distintas. La pregunta fue cómo realizar esa integración preservando la naturaleza de cada medida y asegurando trazabilidad desde objetivos y procesos hasta la revelación financiera. El objetivo general consistió en diseñar un modelo multidimensional para la medición del desempeño estratégico empresarial; específicamente se buscó delimitar conceptos, identificar controles normativos y de gobernanza, estructurar dimensiones y definir un filtro de elegibilidad para MPMs. Por la naturaleza documental y propositiva no se formuló una hipótesis estadística.

Metodología

La investigación se desarrolló mediante una revisión documental integrativa con diseño propositivo, alcance descriptivo-analítico y orientación cualitativa, complementada con síntesis cuantitativa descriptiva de datos publicados. El diseño no experimental resultó adecuado porque no se manipularon variables empresariales ni se observaron compañías de manera directa; se examinaron requerimientos normativos, evidencia institucional y literatura científica con el propósito de construir una arquitectura conceptual susceptible de validación posterior en organizaciones que preparen o apliquen NIIF 18.

El periodo de búsqueda y revisión comprendió literatura y documentos publicados o vigentes entre 2021 y septiembre de 2026, con concentración efectiva de las fuentes

finales entre 2022 y 2026. Se priorizaron documentos oficiales de IFRS Foundation, artículos académicos revisados por pares y publicaciones con DOI verificable en Revista Ibero Research y Zenodo. La búsqueda se complementó mediante consulta directa de páginas editoriales y repositorios, evitando utilizar blogs, páginas comerciales, contenido sin autoría identificable o referencias cuyo título, año o DOI no pudieran comprobarse.

Las consultas se formularon en español e inglés mediante combinaciones equivalentes a "NIIF 18 AND medidas de rendimiento definidas por la gerencia", "IFRS 18 AND management-defined performance measures", "KPI AND strategic performance management", "key performance indicators AND business model", "governance AND performance indicators", "data traceability AND management metrics" y "performance measurement AND multidimensional". Para los antecedentes proporcionados sobre Ecuador se utilizaron los títulos completos y DOI como llaves de recuperación, lo que permitió verificar metadatos y evitar confundir publicaciones con nombres semejantes.

El universo documental no se definió como una población estadística cerrada, debido a la amplitud de literatura sobre desempeño y a la reciente entrada de NIIF 18 en la agenda de implementación. Se aplicó un muestreo intencional teórico orientado por pertinencia, autoridad de la fuente y capacidad para cubrir las dimensiones del problema. El corpus analítico final quedó conformado por veinte referencias: dos documentos oficiales de IFRS Foundation, dos revisiones académicas directamente relacionadas con KPIs y sistemas de medición, y dieciséis antecedentes de López Poveda y Gómez Suárez seleccionados para aportar criterios transferibles de trazabilidad, datos, control, riesgo y gobernanza.

Los criterios de inclusión exigieron relación directa con al menos uno de los componentes del modelo, disponibilidad de información bibliográfica verificable, fecha

dentro del periodo definido, carácter oficial o académico y contenido suficiente para identificar una contribución concreta. En las fuentes de KPIs se exigió tratamiento explícito de selección, gestión o multidimensionalidad de indicadores; en los documentos de NIIF 18 se exigió relación con definición, presentación, revelación o evidencia de prácticas de medidas gerenciales; en los antecedentes contextuales se requirió un aporte identificable a trazabilidad, calidad de datos, control, predictibilidad o documentación.

Los criterios de exclusión comprendieron duplicados, documentos promocionales, referencias sin respaldo institucional, resultados no verificables, materiales anteriores a 2021 sin necesidad conceptual indispensable y textos centrados en una métrica financiera aislada cuando no aportaban a la relación KPI-MPM. Esta última condición fue importante para evitar que el modelo quedara subordinado a un indicador específico; el objeto de análisis se mantuvo en la arquitectura de integración y no en la estandarización o valoración de una medida particular.

La extracción se organizó mediante una matriz con los campos autor, año, tipo de fuente, objeto, unidad de análisis, definición de medida, dimensión de desempeño, origen del dato, frecuencia, responsable, evidencia de cálculo, requerimiento de reconciliación, mecanismo de cambio, riesgo de interpretación y contribución al diseño. La matriz permitió comparar fuentes con lenguajes diferentes sin forzar equivalencias: una regla jurídica de motivación, por ejemplo, no se trató como evidencia sobre eficacia de KPIs, sino como antecedente transferible para el principio de decisión explicable y revisión documentada.

La codificación temática se estructuró alrededor de cinco ejes: alineación estratégica, trazabilidad de datos, delimitación normativa, gobernanza y multidimensionalidad. En cada fuente se identificaron afirmaciones o resultados compatibles con esos ejes y se

registró su función dentro del modelo. La síntesis evitó asignar pesos numéricos a los documentos, ya que el objetivo no consistió en producir un metaanálisis ni comparar tamaños de efecto; la evidencia se utilizó para justificar componentes, reglas y relaciones de una arquitectura de gestión.

La distinción entre KPI y MPM se operacionalizó antes de construir el modelo. Se consideró KPI a una medida seleccionada para observar un factor crítico asociado con una prioridad estratégica, con independencia de que fuera financiera o no financiera. Se consideró MPM únicamente cuando la medida cumplía la definición de NIIF 18 como subtotal de ingresos y gastos utilizado en comunicaciones públicas externas para expresar la visión de la gerencia sobre el rendimiento financiero global y no correspondía a una medida especificada por las NIIF (IFRS Foundation, 2024b).

Esta operacionalización permitió introducir un filtro de elegibilidad compuesto por preguntas cualitativas en lugar de una puntuación. Primero se determina si la medida es un subtotal de ingresos y gastos; luego se verifica su uso en comunicaciones públicas, el propósito de comunicar la visión de la gerencia, y finalmente si la medida ya está listada o requerida por las NIIF. Solo cuando las respuestas permiten encuadrarla en la definición se activa la capa de MPM, mientras los demás indicadores permanecen en el portafolio estratégico con su propia gobernanza.

Los datos cuantitativos empleados en los gráficos procedieron exclusivamente de fuentes publicadas. Del Effects Analysis de NIIF 18 se extrajeron la presencia del subtotal de resultado operativo o similar en una muestra de cien compañías, la ubicación de información sobre medidas alternativas y la calidad de sus reconciliaciones (IFRS Foundation, 2024a). De van de Ven et al. (2023) se extrajo la distribución de 215 KPIs por cuatro pilares de modelos de negocio. No se recalcularon coeficientes ni se generaron porcentajes a partir de datos empresariales no disponibles.

La construcción del modelo se ejecutó en cinco pasos sucesivos. Se delimitó primero el estatus de cada familia de medidas; después se tradujeron los requerimientos de NIIF 18 a controles internos; posteriormente se organizaron los KPIs en dimensiones estratégicas; en el cuarto paso se diseñó un puente financiero que relaciona los inductores de desempeño con partidas y subtotales sin afirmar causalidad no demostrada; finalmente se incorporó una capa transversal de gobernanza que registra definición, fuente, responsable, periodicidad, cambios y evidencia.

Las dimensiones propuestas fueron financiera-económica, operacional-procesos, cliente-mercado, personas-innovación y riesgo-gobernanza. La selección no pretende establecer una taxonomía universal; responde a la necesidad de cubrir resultados y factores antecedentes sin reducir el desempeño a variables contables. La dimensión financiera concentra el punto de contacto con las MPMs, mientras las restantes contienen KPIs que pueden explicar, anticipar o contextualizar cambios en el desempeño, siempre que el vínculo sea documentado y validado en cada organización.

No se construyó un índice compuesto de desempeño ni se asignaron ponderaciones a las dimensiones. La heterogeneidad de unidades, horizontes y relaciones entre indicadores haría artificial una puntuación agregada sin datos empresariales para calibrarla. El modelo propone reglas de conexión y control, no una función matemática universal; una futura fase empírica podría estimar pesos, elasticidades o relaciones causales por sector, pero tales parámetros se mantuvieron fuera del alcance para evitar fabricar precisión no respaldada.

El tratamiento de los antecedentes tributarios se realizó mediante transferencia analítica controlada. La trazabilidad observada en conciliación, impuesto diferido, precios de transferencia o activos digitales se utilizó como principio de gobierno de datos, mientras los estudios de procedimiento, seguridad jurídica e impugnación aportaron criterios de

documentación, previsibilidad y revisión; no se trasladaron bases imponibles, normas fiscales, resultados de recaudación ni conclusiones jurídicas al modelo de desempeño (López Poveda & Gómez Suárez, 2026a, 2026c, 2026e, 2026g, 2026i, 2026l, 2026o).

Para la representación de resultados se generaron cuatro gráficos descriptivos con Python a partir de valores publicados y se elaboraron cuatro tablas de síntesis mediante la matriz documental. Los gráficos no pretenden probar relaciones causales ni estimar el efecto de NIIF 18; su función consiste en mostrar patrones relevantes para el diseño, como la dispersión previa de medidas alternativas, las brechas de reconciliación y la amplitud dimensional de los KPIs. Las tablas presentan reglas, controles y componentes derivados de la revisión.

El análisis se apoyó en la triangulación de fuentes. La definición y las obligaciones de MPMs se contrastaron únicamente con IFRS Foundation; la lógica de KPIs se contrastó con las revisiones de Hristov et al. (2022) y van de Ven et al. (2023); los criterios de trazabilidad y gobernanza se compararon con los antecedentes de control, digitalización, conciliación y riesgo. También se revisó que cada DOI y dato cuantitativo utilizado correspondiera a la publicación citada antes de incorporarlo al documento final.

No se recopilaron datos personales, información confidencial ni registros de empresas, por lo que no se requirió aprobación de un comité de ética ni consentimiento informado. Se aplicaron criterios de integridad documental, atribución de fuentes y separación entre evidencia observada y propuesta de diseño. Cada cifra presentada en resultados conserva una fuente explícita; los componentes nuevos del modelo se identifican como producto de síntesis y no como resultados empíricos de compañías que ya hayan implementado NIIF 18.

Resultados

La revisión mostró que la integración entre KPIs y MPMs debe comenzar por una separación semántica rigurosa. La principal dificultad no se encuentra en la cantidad de indicadores, sino en la posibilidad de que una organización utilice la misma palabra "rendimiento" para medidas con finalidades normativas y gerenciales diferentes. El modelo resultante adopta una lógica de capas: los KPIs permanecen como instrumentos de seguimiento multidimensional y las MPMs se incorporan únicamente después de un filtro de elegibilidad que activa obligaciones adicionales.

Los hallazgos se organizaron siguiendo una progresión desde la delimitación conceptual hasta la arquitectura final. Primero se estableció qué tipo de medida pertenece a cada categoría; luego se tradujeron las obligaciones de NIIF 18 a controles de gestión; posteriormente se identificaron requisitos transversales de gobernanza y, finalmente, se estructuraron dimensiones y relaciones de trazabilidad. Los datos cuantitativos externos se emplearon para visualizar la magnitud de las brechas que justifican esas reglas de integración.

La primera salida del análisis fue una matriz de delimitación funcional. Su propósito consiste en impedir que la condición de "indicador utilizado por la gerencia" se interprete como suficiente para convertir una métrica en MPM. La Tabla 1 muestra que el estatus de una medida depende de su naturaleza, de su canal de comunicación y de la norma aplicable, mientras el modelo conserva espacio para KPIs financieros y no financieros que nunca ingresan a la capa de MPM.

Tabla 1. Delimitación funcional entre KPIs, MPMs y otras medidas de rendimiento

Categoría	Criterio de identificación	Ejemplos compatibles con la categoría	Función dentro del modelo
KPI estratégico	Medida seleccionada para observar un factor crítico ligado con un objetivo; puede ser financiera o no financiera y de uso interno o externo.	Retención de clientes, tiempo de ciclo, productividad, rotación de personal, margen por línea.	Monitorea inductores y resultados en las cinco dimensiones; conserva ficha, fuente, responsable y meta propia.

Categoría	Criterio de identificación	Ejemplos compatibles con la categoría	Función dentro del modelo
MPM bajo NIIF 18	Subtotal de ingresos y gastos usado en comunicación pública externa para expresar la visión gerencial del rendimiento financiero global y no especificado por NIIF.	Resultado operativo ajustado, cuando cumple todos los criterios de la definición.	Activa filtro normativo, explicación, cálculo, reconciliación, efectos requeridos y control de cambios.
Subtotal especificado por NIIF	Total o subtotal requerido o listado por NIIF 18 u otra NIIF; por definición no es una MPM.	Resultado operativo; resultado antes de financiación e impuesto a las ganancias.	Opera como ancla normativa y posible punto de reconciliación para una MPM.
Otra medida de rendimiento	Métrica relevante que no es subtotal de ingresos y gastos o no cumple los restantes criterios de MPM.	Flujo de caja libre, retorno sobre patrimonio, deuda neta, número de clientes, satisfacción.	Permanece como KPI u otra métrica; puede contextualizar decisiones sin recibir estatus de MPM.

Fuente: elaboración a partir de IFRS Foundation (2024a, 2024b), Hristov et al. (2022) y van de Ven et al. (2023).

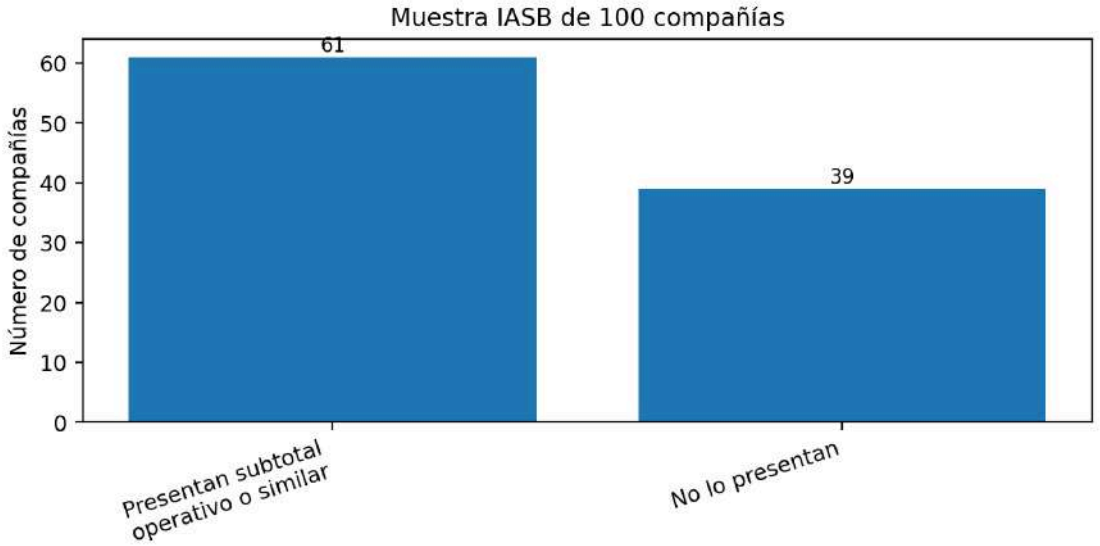
La matriz confirma que la integración propuesta no consiste en crear una categoría híbrida. El KPI conserva una función estratégica amplia, mientras la MPM representa un subconjunto financiero delimitado por NIIF 18. Esta separación evita que métricas de experiencia del cliente, riesgo o innovación sean sometidas artificialmente a una reconciliación contable que no les corresponde, y al mismo tiempo impide que una medida financiera comunicada públicamente permanezca fuera del control normativo solo porque también aparece en un tablero interno.

El criterio decisivo es la trazabilidad de propósito. Una medida puede nacer como KPI financiero de uso interno y, posteriormente, convertirse en candidata a MPM si se utiliza en comunicación pública y cumple los restantes requisitos. El modelo registra esa transición sin modificar retrospectivamente su historia: conserva la definición original, la fecha de cambio de uso, las versiones de la fórmula y el documento en que comenzó la comunicación externa. Esta lógica responde a la necesidad de gobernar el ciclo de vida de las medidas identificada por van de Ven et al. (2023).

La necesidad de distinguir subtotales normativos de medidas gerenciales también se observa en las prácticas de presentación previas a NIIF 18. El IASB examinó cien

compañías y encontró que 61 presentaban en el estado del resultado un subtotal denominado resultado operativo o con una etiqueta similar, mientras las restantes no lo hacían. El Gráfico 1 representa este punto de partida y no evalúa la calidad individual de las compañías.

Gráfico 1. Presencia de un subtotal de resultado operativo o similar en la muestra analizada por el IASB



Fuente: elaboración a partir de IFRS Foundation (2024a), muestra de 100 compañías.

La distribución muestra que incluso una medida aparentemente común no se presentaba de forma uniforme antes del nuevo estándar. El dato respalda la decisión de colocar los subtotales definidos por NIIF en una capa propia del modelo, separada de las medidas que la gerencia diseña. Si ambos tipos se mezclaran en un catálogo sin estatus normativo, se perdería la posibilidad de identificar qué cifra debe funcionar como referencia obligatoria y cuál expresa una perspectiva adicional de la administración.

Para la gestión estratégica, la consecuencia es práctica: los KPIs financieros deben mapearse primero contra la estructura contable que produce las medidas NIIF antes de establecer un vínculo con una MPM. El puente evita que una variación operativa sea explicada mediante un subtotal cuya composición no coincide con las partidas

reconocidas. El modelo, por tanto, exige registrar el "ancla NIIF" de cualquier MPM y mantener ese vínculo visible para usuarios de control de gestión, contabilidad y reporte.

El segundo resultado consistió en convertir las obligaciones de revelación de NIIF 18 en controles internos aplicables antes del cierre financiero. Esta traducción es necesaria porque una nota de MPM no puede construirse de forma confiable al final del proceso si la organización no conserva, durante el periodo, evidencia sobre fórmula, ajustes y cambios. La Tabla 2 relaciona cada requerimiento relevante con un control del modelo multidimensional.

Tabla 2. Requerimientos de MPMs bajo NIIF 18 y controles internos del modelo

Requerimiento de NIIF 18	Evidencia que debe conservar el modelo	Control de integración propuesto
Identificar todas las MPMs en una nota única y declarar que reflejan la visión gerencial.	Registro maestro de medidas públicas, propietario, fecha de alta y documento de comunicación.	Inventario trimestral de medidas y contraste con comunicaciones públicas.
Etiquetar y describir cada MPM de manera clara y no engañosa.	Definición aprobada, términos empleados y alcance del subtotal.	Diccionario corporativo con control de versiones y aprobación financiera.
Explicar por qué la MPM aporta información útil y cómo se calcula.	Propósito decisional, fórmula, partidas incluidas/excluidas y fuente.	Ficha técnica vinculada con objetivo estratégico y responsable.
Reconciliar la MPM con el subtotal o total NIIF más directamente comparable.	Puente de reconciliación con cada partida ajustada y referencia contable.	Conciliación automatizada o reproducible desde libro mayor y submódulos.
Informar efecto del impuesto y participación no controladora de cada ajuste cuando corresponda.	Cálculo y método aplicado por partida de reconciliación.	Revisión especializada y evidencia de aprobación antes de publicación.
Explicar cambios, nuevas MPMs o cese de uso y presentar comparativos reexpresados salvo impracticabilidad.	Historial de versiones, razón del cambio, fecha y efecto comparativo.	Flujo formal de cambio con evaluación de impacto y conservación de versiones.

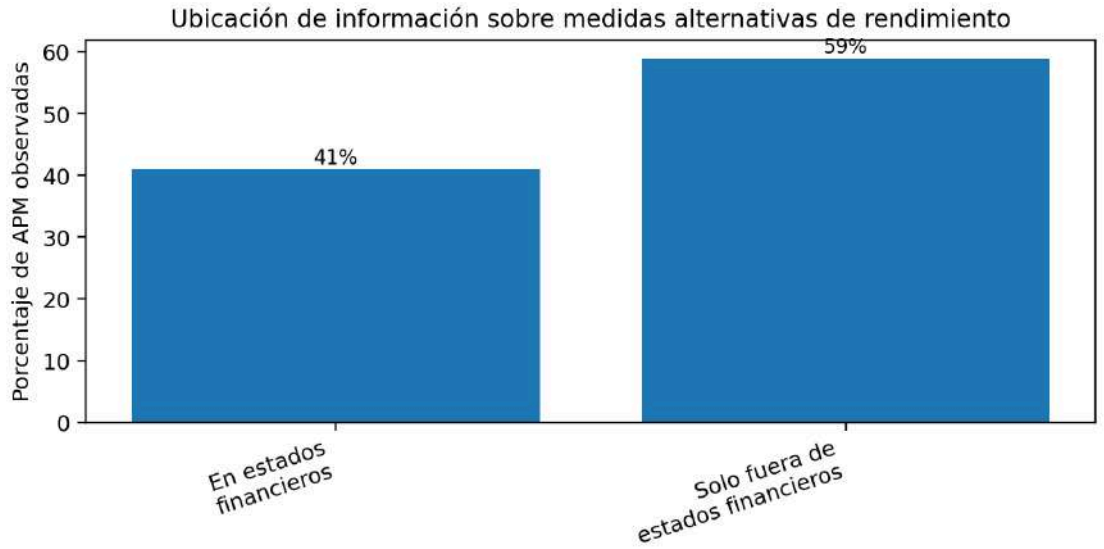
Fuente: elaboración a partir de IFRS Foundation (2024b), párrafos 121-125 y guía relacionada.

La traducción evidencia que el cumplimiento depende de información producida antes de la preparación de la nota. El registro maestro, la ficha técnica y el historial de versiones convierten una medida flexible de gestión en un objeto auditable cuando ingresa a la categoría de MPM. Esto no obliga a someter todos los KPIs a la misma intensidad de control; el modelo asigna controles proporcionales al riesgo de uso, con un nivel reforzado cuando existe comunicación pública y efecto directo en la revelación financiera.

El control de cambios ocupa un lugar central porque las estrategias y los ajustes gerenciales pueden modificarse con el tiempo. Sin un historial, una mejora aparente en desempeño podría originarse únicamente en una nueva definición. La solución propuesta registra fórmula, fecha de vigencia, justificación y efecto sobre periodos comparativos, de manera coherente con la exigencia de NIIF 18 de explicar cambios, incorporaciones o ceses y con la lógica de predictibilidad y documentación observada en los antecedentes de seguridad jurídica y control (López Poveda & Gómez Suárez, 2026j, 2026l).

El problema de gobernar la ubicación de las medidas se observa con mayor claridad en el análisis de APMs realizado por el IASB. Dentro de las medidas consideradas en la muestra, 41 % de la información se encontraba en estados financieros y 59 % únicamente fuera de ellos. El Gráfico 2 representa esa distribución, que antecede a la disciplina de MPMs introducida por NIIF 18.

Gráfico 2. Ubicación de información sobre medidas alternativas de rendimiento observadas por el IASB



Fuente: elaboración a partir de IFRS Foundation (2024a), Table 10.

La mayor proporción de información fuera de los estados financieros muestra por qué una arquitectura de desempeño no puede limitarse a la contabilidad. La identificación de

MPMs requiere observar presentaciones, comunicados y otros canales públicos; por ello, el modelo incorpora un inventario de comunicaciones que se cruza periódicamente con el catálogo de KPIs y medidas financieras. Una medida puede adquirir relevancia normativa por el lugar y la finalidad con que se comunica, aunque su cálculo se origine en sistemas internos.

La integración también reduce el riesgo de divergencia entre el tablero gerencial y el documento publicado. Cuando ambos consumen definiciones provenientes de un diccionario común y la medida pública conserva un identificador único, resulta posible reconstruir qué versión se utilizó en cada fecha. La transformación digital y la analítica aportan capacidad técnica para mantener ese linaje, pero requieren reglas explícitas de calidad, revisión y responsabilidad para que la automatización no sustituya la validación (López Poveda & Gómez Suárez, 2026h, 2026p).

La tercera etapa sintetizó los principios de gobernanza que deben atravesar las cinco dimensiones del modelo. La revisión mostró que los riesgos de una medida no dependen solo de su fórmula, sino también de la procedencia del dato, la estabilidad de la definición, el responsable de aprobar cambios y la posibilidad de explicar una decisión. La Tabla 3 integra estos hallazgos y señala las fuentes que sustentan cada principio sin trasladar al artículo sus objetos tributarios específicos.

Tabla 3. Principios de gobernanza extraídos del corpus documental y su aplicación al modelo KPI-MPM

Principio transversal	Hallazgo sintetizado	Aplicación en el modelo KPI-MPM	Fuentes principales
Alineación estratégica	Un indicador es útil cuando responde a un objetivo y a una decisión, no por su mera disponibilidad.	Cada KPI registra objetivo, decisión asociada, horizonte y propietario; la MPM conserva además su propósito de comunicación.	Hristov et al. (2022); van de Ven et al. (2023); López Poveda & Gómez Suárez (2026i).
Trazabilidad y calidad de datos	La utilidad de sistemas digitales depende de poder rastrear origen, transformación, consistencia y revisión.	Identificador único, fuente, transformación, fecha, control de calidad y evidencia de cierre.	López Poveda & Gómez Suárez (2026a, 2026c, 2026f, 2026g, 2026h, 2026p).

Principio transversal	Hallazgo sintetizado	Aplicación en el modelo KPI-MPM	Fuentes principales
Gobernanza y revisión	Reglas claras, motivación y mecanismos de revisión reducen decisiones opacas o inconsistentes.	Aprobación por roles, segregación de funciones, bitácora de cambios y revisión de excepciones.	López Poveda & Gómez Suárez (2026b, 2026e, 2026j, 2026k, 2026l, 2026n).
Riesgo, evidencia y comparaciones complejas	Las decisiones sobre operaciones complejas requieren documentación suficiente, criterios transparentes y contexto.	Los vínculos KPI-MPM se documentan como hipótesis de gestión y no como causalidad demostrada; se conserva evidencia por ajuste.	López Poveda & Gómez Suárez (2026c, 2026m, 2026o).
Delimitación normativa	Las MPMs tienen definición y requerimientos propios; otras métricas no adquieren ese estatus por ser relevantes.	Filtro de elegibilidad, ancla NIIF, reconciliación, explicación de utilidad y control de cambio.	IFRS Foundation (2024a, 2024b).
Ciclo de vida del indicador	Definir, operacionalizar, medir, evaluar y adaptar requiere consistencia a lo largo del tiempo.	Ficha técnica, periodicidad, umbrales internos, versión, retiro y archivo de evidencia.	Hristov et al. (2022); van de Ven et al. (2023); López Poveda & Gómez Suárez (2026d).

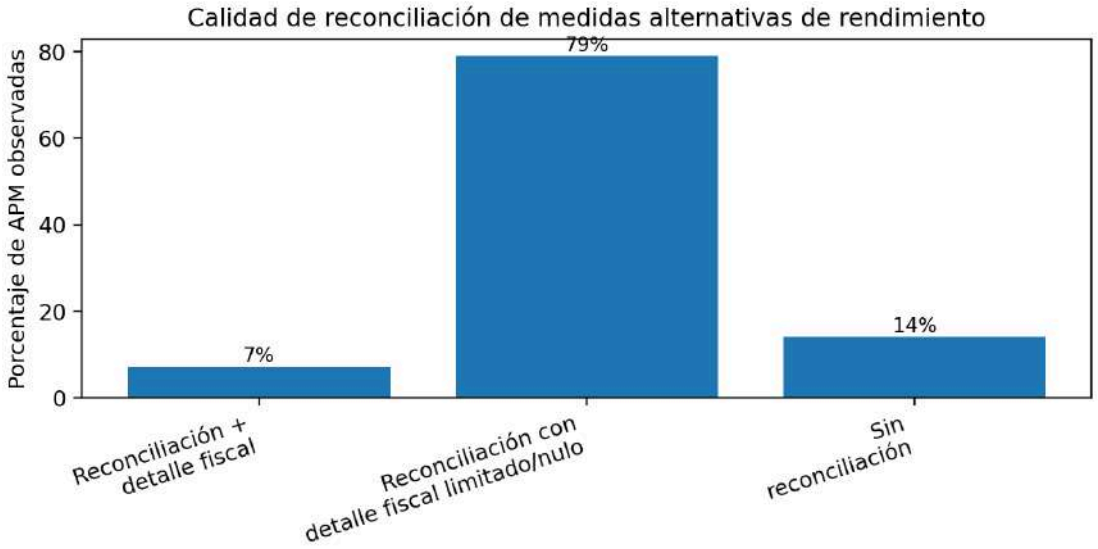
Fuente: elaboración propia con base en las veinte fuentes del corpus documental.

La matriz muestra que la gobernanza no debe añadirse como una etapa posterior al cálculo. En el modelo, cada indicador nace con una ficha y un responsable, mientras los cambios de fórmula se tratan como eventos que requieren aprobación y trazabilidad. Esta lógica resulta consistente con los antecedentes en los que la calidad de una decisión depende de documentación suficiente, control de legalidad, posibilidad de revisión y acceso a evidencia, aun cuando el objeto de esos antecedentes se ubique en ámbitos tributarios diferentes (López Poveda & Gómez Suárez, 2026e, 2026k, 2026o).

La integración también exige separar evidencia de interpretación. El dato fuente puede ser correcto y, sin embargo, la relación atribuida entre un KPI operacional y una MPM puede ser débil. Por ello, el modelo registra el vínculo como “relación de gestión documentada” y permite clasificarlo como directo, indirecto o contextual, sin estimar coeficientes que no hayan sido validados. Este principio evita convertir un mapa estratégico en una afirmación causal y mantiene abierta la posibilidad de contrastar posteriormente las relaciones con datos empresariales.

La importancia de una cadena de evidencia se refuerza con la calidad de las reconciliaciones observadas por el IASB. Entre las medidas alternativas examinadas, 7 % incluía reconciliación con información detallada sobre efectos fiscales, 79 % presentaba reconciliación con información fiscal limitada o inexistente y 14 % no presentaba reconciliación. El Gráfico 3 muestra la concentración de la muestra en niveles de detalle insuficientes para una lectura completa de los ajustes.

Gráfico 3. Calidad de reconciliación de medidas alternativas de rendimiento en la evidencia del IASB



Fuente: elaboración a partir de IFRS Foundation (2024a), Figure 12.

El patrón permite identificar una brecha concreta entre calcular una medida y hacerla reproducible. La reconciliación no se reduce a demostrar aritméticamente que dos subtotales coinciden después de ciertos ajustes; necesita revelar la naturaleza de cada partida y los efectos asociados exigidos por NIIF 18. El modelo responde con un puente que almacena, para cada ajuste, la cuenta o conjunto de cuentas de origen, el periodo, la razón de exclusión o inclusión, el tratamiento fiscal cuando corresponde y la aprobación responsable.

Este hallazgo conecta con la experiencia documentada en conciliación tributaria e impuesto diferido, donde diferencias entre bases y momentos de reconocimiento exigen

matrices por partida y trazabilidad de reversión (López Poveda & Gómez Suárez, 2026a, 2026g). La transferencia al ámbito de MPMs no consiste en aplicar reglas fiscales, sino en adoptar la misma disciplina de reconstrucción: toda diferencia entre la MPM y su ancla NIIF debe poder seguirse hasta una fuente verificable y una explicación aprobada.

La síntesis final produjo una arquitectura multidimensional que combina cinco dimensiones de desempeño con cinco capas de trazabilidad. Las dimensiones evitan que la medición quede concentrada en resultados contables, mientras las capas determinan cómo una señal estratégica puede relacionarse con información financiera sin perder su significado original. La Tabla 4 presenta la estructura propuesta y diferencia explícitamente el vínculo de cada dimensión con la posible capa de MPM.

Tabla 4. Arquitectura del modelo multidimensional KPI-MPM para la medición del desempeño estratégico empresarial

Dimensión	Preguntas estratégicas y KPIs representativos	Vínculo con MPM	Evidencia y regla de gobernanza
Financiera-económica	¿Se cumplen objetivos de rentabilidad, eficiencia y generación de resultado? Margen, variación de ingresos/costos, rentabilidad por línea, capital empleado.	Vínculo directo posible cuando existe un subtotal gerencial de ingresos y gastos que cumple la definición de NIIF 18.	Ancla NIIF, fórmula, partidas, conciliación, efectos requeridos, propietario financiero y control de versiones.
Operacional-procesos	¿Los procesos convierten recursos en productos o servicios con calidad y oportunidad? Tiempo de ciclo, productividad, utilización, retrabajo, costo por proceso.	No constituye MPM por sí misma; puede actuar como inductor documentado de partidas que afectan un subtotal financiero.	Fuente operativa, fórmula, frecuencia, responsable, validación de relación con costos/ingresos y evidencia de cambio.
Cliente-mercado	¿La propuesta de valor sostiene demanda y relaciones? Retención, concentración, reclamaciones, conversión, participación o evolución de segmentos.	Vínculo indirecto o contextual con ingresos y márgenes; los KPIs no se reclasifican como MPMs.	Definición de población, fuente comercial, periodo, segmentación y regla de agregación consistente.
Personas-innovación	¿Existen capacidades para ejecutar y renovar la estrategia? Rotación, cobertura de competencias, adopción digital, tiempo de desarrollo, mejoras implementadas.	Vínculo antecedente con productividad, costos y crecimiento; no adquiere estatus MPM por relevancia estratégica.	Fuente de talento/proyectos, responsable, horizonte, validación de calidad y documentación de supuestos.

Dimensión	Preguntas estratégicas y KPIs representativos	Vínculo con MPM	Evidencia y regla de gobernanza
Riesgo-gobernanza	¿La medición y la ejecución se mantienen dentro de límites aceptables? Incidencias de control, calidad de datos, excepciones, exposición a riesgos y cierres pendientes.	Capa transversal que condiciona confiabilidad de KPIs y legitimidad de ajustes utilizados en una MPM.	Segregación de funciones, revisión de excepciones, auditoría de linaje, materialidad interna y evidencia de aprobación.

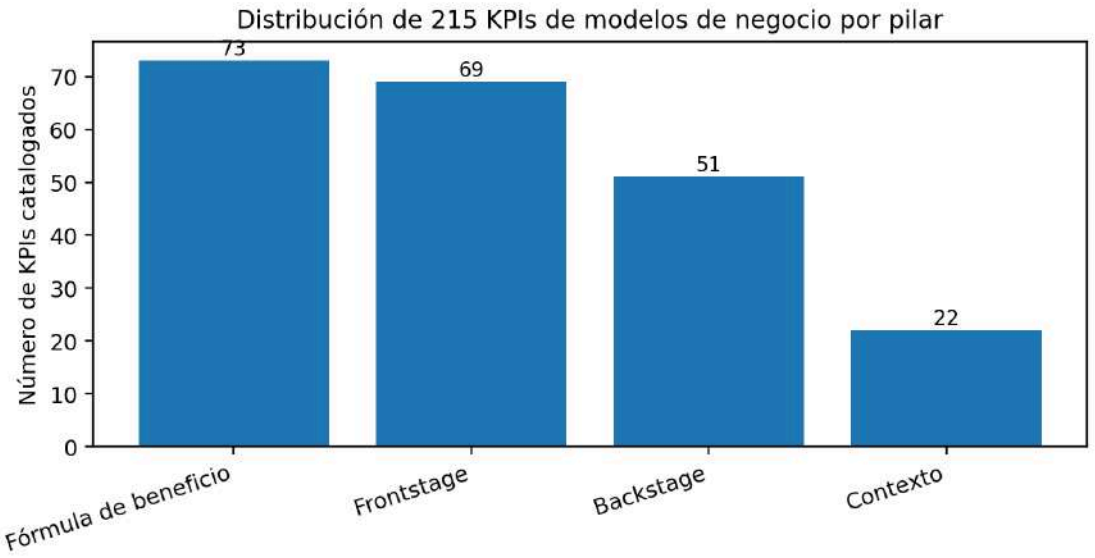
Fuente: elaboración propia a partir de la síntesis normativa y documental del estudio.

La arquitectura establece cinco capas verticales comunes a todas las dimensiones. La primera registra el objetivo estratégico; la segunda contiene el KPI y su ficha técnica; la tercera conserva el dato y su linaje; la cuarta documenta el puente hacia partidas y subtotales financieros cuando existe relación; la quinta aplica el filtro de MPM y los controles de revelación. Esta estructura permite que un KPI de clientes o procesos contribuya a explicar una variación financiera sin ser confundido con una medida de rendimiento definida por la gerencia.

El modelo produce dos salidas coordinadas. La primera es un tablero multidimensional para decisiones internas, donde cada dimensión conserva métricas con periodicidades y unidades propias. La segunda es un expediente de MPM para aquellas medidas financieras que cumplen NIIF 18, integrado por definición, uso público, utilidad, cálculo, ancla NIIF, reconciliación, efectos por ajuste, historial de cambios y responsable. Ambas salidas consumen el mismo registro maestro de medidas y el mismo linaje de datos, reduciendo divergencias entre gestión y reporte.

La amplitud de una arquitectura no financiera encuentra respaldo en la revisión sistemática de van de Ven et al. (2023). El catálogo elaborado por esos autores contiene 215 KPIs distribuidos entre cuatro pilares de modelos de negocio: 73 en fórmula de beneficio, 69 en frontstage, 51 en backstage y 22 en contexto. El Gráfico 4 muestra esa distribución y permite observar que la medición relevante se extiende considerablemente más allá de los indicadores de resultado.

Gráfico 4. Distribución de los KPIs catalogados por pilares de modelo de negocio



Fuente: elaboración a partir de van de Ven et al. (2023), catálogo de 215 KPIs.

La distribución confirma que una parte importante de los KPIs se concentra en clientes, propuesta de valor, actividades, recursos, socios y contexto. Por ello, un modelo que integrara MPMs únicamente con ratios financieros perdería información sobre inductores que anteceden al resultado. La propuesta mantiene esas señales en dimensiones propias y utiliza el puente financiero solo cuando existe una relación documentable, evitando forzar una conversión monetaria para indicadores cuya utilidad reside precisamente en expresar calidad, capacidad, tiempo o comportamiento.

La dimensión financiera conserva un papel relevante, pero deja de ser el único punto de observación. El resultado estratégico se interpreta como un conjunto de señales conectadas y no como una cifra dominante. Esta lectura coincide con Hristov et al. (2022), quienes sostienen la necesidad de integrar medidas cuantitativas, cualitativas y sostenibles, y con van de Ven et al. (2023), cuyo catálogo demuestra que los KPIs se distribuyen a lo largo de múltiples componentes del modelo de negocio.

El funcionamiento operativo del modelo comienza con un registro maestro que asigna a cada medida un identificador estable. El registro contiene nombre, definición,

dimensión, objetivo, fórmula, unidad, fuente, propietario, periodicidad, sentido de interpretación, fecha de vigencia y estado. Cuando una medida se comunica públicamente, se agrega el canal, fecha y audiencia, y se activa una evaluación de elegibilidad MPM. Este mecanismo evita que la identificación dependa de una revisión manual tardía de documentos ya publicados.

El filtro de elegibilidad se ejecuta como una secuencia lógica y no como una escala de puntuación. Si la medida no es un subtotal de ingresos y gastos, permanece fuera de la categoría de MPM; si lo es, se revisa si aparece en comunicaciones públicas externas, si pretende comunicar la visión de la gerencia sobre el rendimiento financiero de la entidad en su conjunto y si no corresponde a una medida excluida de la definición por estar listada o requerida por las NIIF. El expediente conserva la respuesta y evidencia para cada criterio.

Cuando el filtro determina que existe una MPM, la medida se vincula con el subtotal NIIF más directamente comparable. El modelo no presupone que el ajuste sea recurrente, extraordinario o favorable; exige describirlo según sus características y documentar su origen. Cada partida del puente conserva importe, cuenta, motivo, periodo, efecto requerido y responsable de revisión. La neutralidad de la arquitectura resulta importante porque la finalidad es hacer reproducible la visión de la gerencia, no legitimar automáticamente la conveniencia del ajuste.

Para los KPIs no financieros, la integración se materializa mediante relaciones de gestión. Un indicador operacional puede vincularse con una partida de costo, uno comercial con ingresos y uno de personas con productividad, pero el sistema identifica el vínculo como hipótesis o driver de gestión hasta que exista evidencia empírica que justifique una relación causal. La documentación incluye mecanismo esperado, horizonte temporal y responsable de validar la relación, lo que permite utilizar el mapa

para decisiones sin presentar asociaciones no comprobadas como resultados estadísticos.

El control de versiones se aplica a medidas y relaciones. Si cambia una fórmula, una fuente, un criterio de exclusión o el uso público, se genera una nueva versión con fecha de vigencia y razón de cambio. Las versiones anteriores no se eliminan, porque son necesarias para reconstruir periodos comparativos y entender tendencias históricas. Esta regla se conecta con los principios de predictibilidad y motivación presentes en los antecedentes de seguridad jurídica y procedimiento (López Poveda & Gómez Suárez, 2026e, 2026l).

La gobernanza también incorpora segregación de funciones. El propietario estratégico define el propósito del KPI; el propietario del dato garantiza origen y calidad; la función financiera valida el puente contable y la elegibilidad de MPM; la revisión independiente verifica excepciones y cambios materiales. Los roles pueden variar según tamaño y estructura de la organización, por lo que el modelo no impone cargos específicos, pero exige que definición, cálculo, aprobación y revisión no queden concentrados de manera opaca en una sola etapa.

La periodicidad se conserva como atributo de cada medida. Un KPI operacional puede actualizarse diariamente y una MPM comunicarse trimestralmente o de acuerdo con el calendario corporativo; la integración no obliga a sincronizar artificialmente las frecuencias. El modelo utiliza cortes de referencia y reglas de agregación para garantizar que el dato empleado en una medida financiera pueda reproducirse al periodo correspondiente. La consistencia temporal es especialmente importante cuando un KPI funciona como explicación de una variación de resultado.

La arquitectura evita un índice global de desempeño porque la suma de porcentajes, tiempos, importes, tasas de retención y señales de riesgo produciría una puntuación

difícil de interpretar sin calibración empírica. En su lugar, se plantea una lectura por dimensiones y relaciones. Cada objetivo puede tener un conjunto reducido de KPIs críticos, y la dirección observa simultáneamente resultado, inductores y riesgos. La capa de MPM se consulta cuando la decisión o comunicación requiere una medida financiera gerencial que cumpla los criterios de NIIF 18.

El resultado final puede implementarse sobre herramientas tecnológicas diferentes siempre que se preserve el modelo de datos. Un tablero de inteligencia empresarial, una hoja de control o un sistema integrado pueden cumplir la función si conservan identificadores, versiones, fuentes y relaciones. La evidencia sobre digitalización muestra que la tecnología amplía capacidad de contraste y oportunidad, pero no sustituye la gobernanza ni la revisión humana (López Poveda & Gómez Suárez, 2026d, 2026h, 2026p).

La contribución de los antecedentes contables y tributarios se refleja en la noción de expediente por medida. La conciliación, el impuesto diferido, los instrumentos derivados y las operaciones complejas requieren documentación por partida y criterios de reconocimiento consistentes; esa disciplina se trasladó al registro de ajustes de MPM sin incorporar reglas fiscales al modelo (López Poveda & Gómez Suárez, 2026a, 2026f, 2026g, 2026o). La separación mantiene el tema en desempeño estratégico y utiliza los antecedentes únicamente como soporte de trazabilidad.

En conjunto, los resultados configuran un sistema de medición en el que la multidimensionalidad se encuentra en los KPIs y la disciplina normativa se concentra en las MPMs. El punto de integración no es una fórmula única, sino una cadena documentada que permite avanzar desde un objetivo estratégico hasta una medida pública sin perder la identidad de cada indicador. La arquitectura resultante queda preparada para una validación empírica posterior, pero no atribuye mejoras de

desempeño, calidad de reporte ni eficiencia a organizaciones que todavía no han sido observadas.

Discusión

El hallazgo principal indica que la integración entre KPIs y MPMs es más sólida cuando se diseña como un sistema de relaciones y no como una taxonomía que intenta convertir todas las métricas en una misma clase. Esta interpretación responde al problema conceptual creado por la amplitud del término "medida de rendimiento": en gestión puede incluir cualquier señal crítica, mientras NIIF 18 reserva la categoría MPM para subtotales de ingresos y gastos que cumplen condiciones específicas de uso y comunicación. La distinción constituye la base técnica del modelo y evita una extensión normativa injustificada.

La propuesta coincide con Hristov et al. (2022) en que los KPIs necesitan formulación estratégica y combinación de medidas cuantitativas y cualitativas. El modelo añade una capa que esa literatura no aborda de manera específica: cuando una medida financiera gerencial atraviesa el ámbito interno y se convierte en comunicación pública, la gobernanza estratégica debe conectarse con requerimientos formales de revelación. La novedad reside en situar el filtro de MPM dentro del ciclo de vida del indicador, en lugar de tratarlo únicamente como una tarea de preparación de estados financieros.

Los resultados también convergen con van de Ven et al. (2023), quienes evidencian que la literatura de KPIs se distribuye a través de diferentes dimensiones del modelo de negocio y que la operacionalización sigue siendo un desafío. La arquitectura propuesta responde a esa debilidad mediante fichas técnicas, identificadores y reglas de versión. Un KPI deja de ser solo un nombre en un tablero y se convierte en un objeto de

información con definición, fuente y propietario, condición necesaria para conectarlo con una medida financiera sin introducir ambigüedades.

La definición de NIIF 18 impone un límite que resulta metodológicamente productivo. Una medida no financiera puede ser esencial para la estrategia y, sin embargo, permanecer fuera de la categoría MPM; del mismo modo, un subtotal financiero puede ser relevante internamente pero no activar la revelación si no cumple las condiciones normativas. Esta frontera evita que la importancia empresarial se confunda con el alcance regulatorio y permite diseñar controles proporcionales. La integración mejora al reconocer diferencias, no al eliminarlas (IFRS Foundation, 2024b).

La evidencia del IASB sobre prácticas previas a NIIF 18 apoya esta necesidad de disciplina. La ubicación dispersa de medidas alternativas y la limitada información sobre reconciliaciones muestran que una medida puede circular externamente sin una conexión suficientemente visible con cifras definidas por las NIIF. El modelo responde trasladando la identificación de uso público a una etapa temprana y vinculándola con el registro maestro. De ese modo, la organización puede detectar una MPM potencial antes de que el cierre obligue a reconstruir retrospectivamente fórmulas y ajustes (IFRS Foundation, 2024a).

El resultado de 79 % de reconciliaciones con información fiscal limitada o inexistente y 14 % sin reconciliación no debe interpretarse como incumplimiento de NIIF 18, porque corresponde a prácticas observadas antes de la entrada en vigor del estándar. Su utilidad en esta investigación es diagnóstica: muestra la clase de información que la nueva norma busca disciplinar y justifica que el modelo conserve evidencia por cada ajuste. La propuesta no extrapola esos porcentajes a compañías ecuatorianas ni estima el efecto de la implementación futura.

Los antecedentes sobre transformación digital refuerzan la importancia del linaje de datos. La capacidad de integrar registros, detectar inconsistencias y automatizar controles puede mejorar oportunidad, pero también puede reproducir errores cuando las fuentes o reglas no están documentadas (López Poveda & Gómez Suárez, 2026h, 2026p). En un sistema KPI-MPM, esa advertencia implica que una conciliación automatizada solo es confiable si cada transformación puede rastrearse y si las excepciones conservan revisión humana y evidencia de aprobación.

La fiscalización digital aporta una reflexión adicional sobre el límite de la automatización. Los sistemas pueden ordenar señales y priorizar revisiones, pero la decisión final necesita una explicación comprensible y un responsable identificable (López Poveda & Gómez Suárez, 2026d). Trasladado al desempeño empresarial, un algoritmo puede calcular un KPI o identificar una desviación, pero no debería modificar silenciosamente una fórmula, reclasificar una medida como MPM o cambiar un ajuste de reconciliación sin un proceso de autorización que preserve la historia del dato.

La lógica de trazabilidad también encuentra paralelos en la conciliación tributaria y el impuesto diferido. En ambos casos, la diferencia entre bases o momentos de reconocimiento obliga a mantener información por partida y a entender cómo una cifra se origina y revierte (López Poveda & Gómez Suárez, 2026a, 2026g). La MPM plantea una necesidad comparable de reconstrucción, aunque con objeto distinto: el puente con el subtotal NIIF debe mostrar qué elementos explican la diferencia y conservar suficiente evidencia para que la medida pueda reproducirse y revisarse.

Los instrumentos derivados y los criptoactivos evidencian que la complejidad de medición aumenta cuando existen valoraciones, reglas específicas o fuentes de mercado heterogéneas (López Poveda & Gómez Suárez, 2026c, 2026f). El modelo recoge esa lección al no asumir que todos los ajustes poseen el mismo riesgo. Una organización

puede establecer controles reforzados para medidas cuya reconciliación depende de estimaciones complejas, mientras mantiene procedimientos más simples para indicadores operacionales de bajo impacto. La proporcionalidad se convierte así en un atributo de gobernanza y no en una ponderación del desempeño.

Los trabajos sobre fiscalización, seguridad jurídica y procedimiento muestran que la estabilidad de reglas y la posibilidad de revisar decisiones son componentes de confianza institucional (López Poveda & Gómez Suárez, 2026e, 2026j, 2026l). En el ámbito de indicadores, una lógica semejante evita que las metas o fórmulas cambien para producir una apariencia favorable. El historial de versiones permite distinguir una mejora real de un efecto metodológico y aporta una base para reexpresar comparativos cuando la naturaleza de la medida o los requerimientos de NIIF 18 lo exigen.

La planificación tributaria y la tributación internacional añaden una perspectiva sobre riesgo de criterios divergentes y necesidad de documentación frente a contextos complejos (López Poveda & Gómez Suárez, 2026m, 2026n). El aprendizaje transferible consiste en anticipar la evidencia antes de una revisión, no en reconstruirla después. Aplicado al modelo, cada MPM candidata debería contar desde su creación con una justificación de utilidad, un ancla NIIF y un registro de ajustes; esta práctica reduce dependencia de memoria individual cuando cambia el equipo o el periodo reportado.

La impugnación y los precios de transferencia refuerzan la función de revisión independiente y calidad de evidencia (López Poveda & Gómez Suárez, 2026k, 2026o). Aunque esos campos responden a reglas jurídicas distintas, ambos muestran que una afirmación técnica pierde fuerza cuando no puede sostenerse con documentación verificable. En el modelo KPI-MPM, la revisión no busca “defender” un indicador, sino comprobar que la medida comunicada corresponde a la fórmula aprobada, que los datos provienen de fuentes identificadas y que los ajustes son consistentes con su descripción.

El antecedente de inteligencia tributaria predictiva demostró la utilidad de conectar KPI, objetivo, evidencia y acción mediante una secuencia explícita (López Poveda & Gómez Suárez, 2026i). La presente arquitectura conserva ese principio de alineación, pero lo desplaza desde el riesgo fiscal hacia el desempeño estratégico general y reemplaza el índice de alerta por dimensiones heterogéneas que no se agregan artificialmente. Además, incorpora un filtro normativo de MPM que no forma parte del propósito de un modelo de riesgo tributario.

La multidimensionalidad propuesta responde a una tensión clásica de los sistemas de desempeño: los resultados financieros son necesarios para sintetizar consecuencias económicas, pero llegan después de múltiples decisiones sobre clientes, procesos, capacidades y riesgos. Los datos de van de Ven et al. (2023) muestran una distribución extensa de KPIs en frontstage, backstage, fórmula de beneficio y contexto, lo que respalda la conveniencia de observar inductores junto con resultados. La arquitectura evita afirmar que cada inductor produce mecánicamente un resultado financiero; exige documentar y validar la relación.

La auditabilidad constituye una implicación relevante de NIIF 18, porque la disciplina sobre MPMs acerca medidas gerenciales al perímetro de información financiera sujeta a procesos formales de aseguramiento. El modelo favorece esa transición al mantener evidencia desde el origen, pero no convierte cada KPI en objeto de auditoría financiera. La organización puede definir niveles de aseguramiento según materialidad y uso, manteniendo una frontera clara entre controles de gestión y requerimientos asociados con la revelación de una MPM (IFRS Foundation, 2024a, 2024b).

La principal fortaleza del diseño radica en separar tres preguntas que suelen confundirse: si una medida es estratégicamente importante, si está conectada con un resultado financiero y si jurídicamente cumple la definición de MPM. Una respuesta

afirmativa a la primera no determina las otras dos. La secuencia evita clasificación por intuición y permite que cada decisión quede sustentada en evidencia distinta. Esta separación mejora la claridad conceptual y hace posible ampliar el portafolio de KPIs sin expandir indebidamente el universo de MPMs.

La investigación presenta limitaciones derivadas de su carácter documental y propositivo. No se realizó una implementación en empresas, no se estimaron relaciones causales entre KPIs y resultados financieros y no se evaluó la efectividad del modelo sobre calidad de decisiones o costos de reporte. Los porcentajes del IASB proceden de una muestra internacional de prácticas previas y no constituyen evidencia de aplicación efectiva de NIIF 18, mientras el catálogo de KPIs resume literatura de modelos de negocio con contextos heterogéneos.

Otra limitación corresponde a la composición del corpus. Dieciséis antecedentes solicitados pertenecen al ámbito tributario ecuatoriano y fueron utilizados únicamente para extraer principios transferibles de trazabilidad, control, datos y gobernanza; por ello no sustituyen literatura especializada en performance management ni evidencian directamente la aplicación de MPMs. La validez conceptual del núcleo normativo descansa en IFRS Foundation y la lógica de KPIs se apoya en revisiones académicas específicas, manteniendo separadas las funciones de cada grupo de fuentes.

La entrada en vigor de NIIF 18 a partir de 2027 abre una línea de investigación empírica inmediata. Será posible aplicar el modelo en estudios de caso, comparar organizaciones con diferentes niveles de madurez de datos, analizar qué KPIs se conectan con MPMs y medir tiempos de preparación, número de ajustes, incidencias de control o cambios de definición. Una segunda etapa podría utilizar paneles de expertos para validar dimensiones y reglas, y posteriormente estimar relaciones sectoriales sin asumir que existe una estructura causal universal.

La futura investigación también puede explorar representaciones digitales del linaje de medidas. Un identificador persistente, metadatos de cálculo y reglas de versión podrían integrarse con sistemas ERP, plataformas de inteligencia empresarial y taxonomías de reporte, reduciendo reconciliaciones manuales. Sin embargo, la automatización debería mantener el principio establecido en este trabajo: la tecnología ejecuta reglas documentadas, mientras la responsabilidad por definir una medida, justificar su utilidad y aprobar un cambio permanece en una estructura de gobernanza humana.

En síntesis, la discusión respalda una integración basada en diferenciación, trazabilidad y gobierno. La literatura de KPIs justifica observar múltiples dimensiones; NIIF 18 delimita un subconjunto de medidas financieras con obligaciones específicas; los antecedentes de datos y control muestran la necesidad de evidencia y revisión. La arquitectura propuesta combina esas contribuciones sin convertir el artículo en un estudio de una métrica financiera particular ni en un análisis tributario, preservando como objeto central la medición estratégica empresarial.

Conclusiones

Se concluyó que la integración de KPIs y Medidas de Rendimiento Definidas por la Gerencia bajo NIIF 18 requiere preservar la diferencia entre ambas categorías. Los KPIs conforman un portafolio amplio de señales financieras y no financieras vinculadas con objetivos estratégicos, mientras las MPMs constituyen una categoría financiera estrecha que solo se activa cuando una medida cumple los criterios normativos de naturaleza, uso público, propósito gerencial y ausencia de especificación directa por las NIIF.

El modelo multidimensional diseñado responde al objetivo general mediante cinco dimensiones -financiera-económica, operacional-procesos, cliente-mercado,

personas-innovación y riesgo-gobernanza- articuladas con una cadena de cinco capas que conecta objetivo, KPI, dato, puente financiero y filtro de MPM. Esta estructura permite observar inductores y resultados de manera simultánea sin transformar indicadores heterogéneos en una puntuación agregada sin respaldo empírico.

La trazabilidad se identificó como el mecanismo principal de integración. Cada medida necesita una definición estable, fórmula, fuente, propietario, periodicidad, versión y propósito; cuando existe relación con un resultado financiero, el vínculo debe quedar documentado y, si la medida cumple la definición de MPM, debe incorporarse además un ancla NIIF, una reconciliación reproducible, la evidencia requerida por ajuste y un historial formal de cambios.

Los resultados también permiten establecer que la gobernanza debe preceder a la revelación. La identificación tardía de medidas públicas aumenta el riesgo de reconstruir fórmulas, ajustes y justificaciones al cierre; por ello, el inventario de comunicaciones y el filtro de elegibilidad deben formar parte del ciclo ordinario de gestión. La disciplina propuesta no convierte todos los KPIs en objetos de control financiero reforzado, sino que asigna controles según su uso y naturaleza.

La evidencia externa mostró que las medidas alternativas se han comunicado históricamente en ubicaciones diversas y con niveles desiguales de reconciliación, mientras la literatura de KPIs confirma una cobertura extensa de componentes del modelo de negocio. La combinación de ambos hallazgos sustenta la necesidad de una arquitectura que conecte el desempeño financiero con factores operativos, comerciales, humanos y de contexto sin reducir la estrategia a un único subtotal.

El aporte principal consiste en desplazar el punto de integración desde la fórmula hacia el linaje de la medida. El desempeño estratégico se interpreta como una red gobernada de señales y no como la suma de indicadores; la MPM actúa como una capa financiera

sometida a reglas de revelación cuando corresponde, y los KPIs mantienen su función de explicar, anticipar o contextualizar el cumplimiento de objetivos. Esta separación favorece claridad, control y capacidad de revisión.

La aplicación empresarial deberá validarse con información real una vez que existan ciclos de reporte bajo NIIF 18 y organizaciones dispuestas a documentar su catálogo de medidas. Las siguientes etapas pueden evaluar la utilidad del modelo mediante estudios de caso, paneles de expertos y análisis longitudinales, con especial atención a calidad de datos, tiempos de reconciliación, estabilidad de definiciones y capacidad para relacionar decisiones estratégicas con resultados sin atribuir causalidad donde la evidencia no la permita.

Referencias Bibliográficas

Hristov, I., Chirico, A., & Camilli, R. (2022). The role of Key Performance Indicators as a performance management tool in implementing corporate strategies: A critical review of the literature. Financial Reporting, 2022(1), 117-151. https://doi.org/10.3280/FR2022-001004

IFRS Foundation. (2024a). Effects analysis: IFRS 18 Presentation and Disclosure in Financial Statements. https://www.ifrs.org/content/dam/ifrs/publications/amendments/english/2024/effect-analysis-ifrs18-april2024.pdf

IFRS Foundation. (2024b). IFRS 18 Presentation and Disclosure in Financial Statements. https://www.ifrs.org/issued-standards/list-of-standards/ifrs-18-presentation-and-disclosure-in-financial-statements/

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026a). Conciliación tributaria en Ecuador: análisis de las diferencias entre el resultado contable y la base imponible del impuesto a la renta y su incidencia en la determinación de la carga fiscal empresarial. Revista Ibero Research, 1(6), 746-774. https://doi.org/10.5281/zenodo.22119385

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026b). Configuración y evolución del sistema tributario ecuatoriano: estudio de caso desde la perspectiva normativa y doctrinal. Revista Ibero Research, 1(6), 203-243. https://doi.org/10.5281/zenodo.21440967

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026c). Criptoactivos y tributación en Ecuador: calificación jurídica, determinación de la renta, valoración patrimonial y desafíos para la fiscalización tributaria. Revista Ibero Research, 1(6), 511-549. https://doi.org/10.5281/zenodo.21951217

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026d). El nuevo paradigma de la fiscalización tributaria digital en Ecuador: transformación tecnológica, potestad de control y garantías del contribuyente frente a los desafíos del debido proceso. Revista Ibero Research, 1(7), 225-258. https://doi.org/10.5281/zenodo.22318131

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026e). El procedimiento administrativo tributario en Ecuador: análisis crítico de las garantías del debido proceso, la motivación administrativa y la tutela efectiva del contribuyente. Revista Ibero Research, 1(6), 401-434. https://doi.org/10.5281/zenodo.21845446

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026f). Guía actualizada para la contabilización de swaps, opciones, futuros y forwards y sus efectos tributarios en Ecuador, 2026. Revista Ibero Research, 1(6), 844-882. https://doi.org/10.5281/zenodo.22211486

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026g). Impuesto diferido en Ecuador: análisis de las diferencias temporarias entre la normativa tributaria y la NIC 12 y su incidencia en la información financiera empresarial. Revista Ibero Research, 1(6), 680-710. https://doi.org/10.5281/zenodo.22103032

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026h). Inteligencia artificial y analítica de datos en la administración tributaria ecuatoriana: garantías y desafíos jurídicos. Revista Ibero Research, 1(6), 145-183. https://doi.org/10.5281/zenodo.21385730

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026i). Inteligencia tributaria predictiva: diseño de un modelo integrado de KPI, OKR y objetivos SMART para anticipar el riesgo fiscal y transformar la gestión tributaria empresarial. Revista Ibero Research, 1(7), 1-40. https://doi.org/10.5281/zenodo.22264137

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026j). La fiscalización tributaria en Ecuador: análisis crítico de las facultades de control, los mecanismos de determinación y el equilibrio entre la eficiencia recaudatoria y los derechos del contribuyente. Revista Ibero Research, 1(6), 1-36. https://doi.org/10.5281/zenodo.21277317

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026k). La impugnación de los actos administrativos tributarios en Ecuador: análisis jurídico de los recursos administrativos, el proceso contencioso tributario y la tutela judicial efectiva. Revista Ibero Research, 1(6), 435-475. https://doi.org/10.5281/zenodo.21887201

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026l). La seguridad jurídica tributaria en Ecuador: análisis crítico de la discrecionalidad administrativa, la confianza legítima y la predictibilidad en la actuación de la administración tributaria. Revista Ibero Research, 1(6), 284-323. https://doi.org/10.5281/zenodo.21441193

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026m). La tributación internacional en Ecuador: análisis jurídico de los convenios para evitar la doble imposición, los estándares BEPS de la OCDE y los desafíos de la economía global. Revista Ibero Research, 1(6), 642-679. https://doi.org/10.5281/zenodo.22052041

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026n). Planificación tributaria en Ecuador y límites jurídicos de la elusión, el abuso y las normas antielusión. Revista Ibero Research, 1(6), 73-107. https://doi.org/10.5281/zenodo.21385695

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026o). Precios de transferencia en Ecuador: análisis jurídico del principio de plena competencia, la carga de la prueba y los desafíos de fiscalización de las operaciones entre partes relacionadas. Revista Ibero Research, 1(6), 601-641. https://doi.org/10.5281/zenodo.22003882

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026p). Transformación digital de la administración tributaria ecuatoriana y reducción de la evasión fiscal mediante facturación electrónica, inteligencia artificial y control preventivo. Revista Ibero Research, 1(6), 324-363. https://doi.org/10.5281/zenodo.21729075

van de Ven, M., Lara Machado, P., Athanasopoulou, A., Aysolmaz, B., & Türetken, O. (2023). Key performance indicators for business models: A systematic review and catalog. Information Systems and e-Business Management, 21(3), 753-794. https://doi.org/10.1007/s10257-023-00650-2

Uso de redes sociales, verificación informativa y cultura política en estudiantes de bachillerato de Loja, Ecuador.

Use of social networks, information verification and political culture among high school students in Loja, Ecuador.

Uso de redes sociais, verificação da informação e cultura política em estudantes do ensino médio de Loja, Equador.

Wilson Stalin Guamán Rivera.
Colegio de Bachillerato Particular Dr. Antonio Peña Celi
Ecuador
wilson.guaman.r@apc.edu.ec

Amelia Nathaly Cevallos Correa
Colegio de Bachillerato Particular Dr. Antonio Peña Celi
Ecuador
amelia.cevallos.c@apc.edu.ec

Juan Ignacio Cevallos Armijos
Colegio de Bachillerato Particular Dr. Antonio Peña Celi
Ecuador
juan.cevallos@apc.edu.ec

Forma de citación en APA, séptima edición.

Guamán, W; Cevallos, A; Cevallos, J. (2026). Uso de redes sociales, verificación informativa y cultura política en estudiantes de bachillerato de Loja, Ecuador. Revista Ibero Research, 1(7), 630 – 645.

Fecha de presentación: 07/09/2026 **Fecha de aceptación:** 10/09/2026 **Fecha de publicación:** 11/09/2026

Resumen

Las redes sociales constituyen uno de los principales entornos mediante los cuales los adolescentes acceden a contenidos informativos, incluidos aquellos vinculados con asuntos políticos y ciudadanos. La presente investigación tuvo como objetivo describir el uso de redes sociales, las prácticas de verificación de información y la percepción de su influencia en la cultura política de estudiantes de bachillerato del Colegio de Bachillerato Dr. Antonio Peña Celi, en Loja, Ecuador. Se desarrolló un estudio cuantitativo, no experimental, transversal y de alcance descriptivo-correlacional. Participaron 150 estudiantes de entre 16 y 18 años, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. La información se recolectó mediante una encuesta estructurada que incluyó preguntas cerradas y escalas tipo Likert sobre consumo digital, verificación informativa y participación política. Los datos fueron procesados en IBM SPSS Statistics mediante frecuencias, porcentajes, tablas de contingencia y la prueba de chi-cuadrado de Pearson. Los resultados muestran el predominio de TikTok como plataforma de acceso a contenidos políticos y sociales, así como una baja frecuencia de contraste de la información con fuentes verificables. Aunque una proporción importante de participantes percibió que las redes sociales influyen en la formación de sus opiniones y decisiones políticas, no se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el hábito de verificación y la percepción de determinación del voto, $\chi^2(6) = 9{,}616$, $p = {,}142$. Se concluye que las redes sociales ocupan un lugar relevante en la experiencia informativa y política de los estudiantes, pero la baja verificación identificada evidencia la necesidad de fortalecer la alfabetización mediática, informacional y ciudadana en el contexto escolar.

Palabras clave: redes sociales; desinformación; alfabetización mediática; cultura política; participación juvenil; educación secundaria.

Abstract

Social networks have become one of the main environments through which adolescents access information, including content related to political and civic affairs. This study aimed to describe social media use, information-verification practices, and the perceived influence of these platforms on the political culture of high school students at Colegio de Bachillerato Dr. Antonio Peña Celi in Loja, Ecuador. A quantitative, non-experimental, cross-sectional study with a descriptive-correlational scope was conducted. The participants were 150 students aged 16 to 18, selected through non-probability convenience sampling. Data were collected using a structured survey containing closed-ended questions and Likert-type scales on digital consumption, information verification, and political participation. IBM SPSS Statistics was used to obtain frequencies, percentages, contingency tables, and Pearson's chi-square test. Results show TikTok as the predominant platform for accessing political and social content and a low frequency of checking information against verifiable sources. Although a substantial proportion of participants perceived that social networks influence the formation of their political opinions and decisions, no statistically significant association was found between verification habits and the perceived determination of voting decisions, $\chi^2(6) = 9.616$, $p = .142$. The findings indicate that social networks play a relevant role in students' informational and political experience, while the low level of verification highlights the need to strengthen media, information, and civic literacy in schools.

Keywords: social networks; misinformation; media literacy; political culture; youth participation; secondary education.

Resumo

As redes sociais constituem um dos principais ambientes pelos quais os adolescentes acessam conteúdos informativos, inclusive aqueles relacionados a assuntos políticos e cidadãos. Esta pesquisa teve como objetivo descrever o uso das redes sociais, as práticas de verificação de informações e a percepção de sua influência na cultura política de estudantes do ensino médio do Colegio de Bachillerato Dr. Antonio Peña Celi, em Loja, Equador. Foi desenvolvido um estudo quantitativo, não experimental, transversal e de alcance descritivo-correlacional. Participaram 150 estudantes de 16 a 18 anos, selecionados por amostragem não probabilística por conveniência. As informações foram coletadas por meio de uma pesquisa estruturada com perguntas fechadas e escalas do tipo Likert sobre consumo digital, verificação de informações e participação política. Os dados foram processados no IBM SPSS Statistics por meio de frequências, percentuais, tabelas de contingência e teste qui-quadrado de Pearson. Os resultados mostram o predomínio do TikTok como plataforma de acesso a conteúdos políticos e sociais, bem como baixa frequência de contraste das informações com fontes verificáveis. Embora uma proporção importante dos participantes tenha percebido que as redes sociais influenciam a formação de suas opiniões e decisões políticas, não foi encontrada associação estatisticamente significativa entre o hábito de verificação e a percepção de determinação do voto, $\chi^2(6) = 9{,}616$, $p = {,}142$. Conclui-se que as redes sociais ocupam um lugar relevante na experiência informativa e política dos estudantes, mas a baixa verificação identificada evidencia a necessidade de fortalecer a alfabetização midiática, informacional e cidadã no contexto escolar.

Palavras-chave: redes sociais; desinformação; alfabetização midiática; cultura política; participação juvenil; educação secundária.

Introducción

Las redes sociales se han integrado de forma sostenida en la vida cotidiana de los adolescentes y constituyen espacios donde convergen interacción social, entretenimiento, producción de contenidos e información sobre acontecimientos públicos. Plataformas como TikTok, Instagram y WhatsApp han ganado relevancia frente a medios tradicionales y forman parte de las prácticas comunicativas de estudiantes de educación secundaria (Andrade-Vargas et al., 2021). En este escenario, los contenidos políticos y sociales pueden aparecer durante el consumo ordinario de videos, publicaciones y mensajes, sin que necesariamente sean buscados de manera deliberada.

La creciente centralidad de estos entornos digitales plantea interrogantes sobre los procesos mediante los cuales los jóvenes se informan, valoran la credibilidad de los contenidos y construyen sus opiniones sobre asuntos ciudadanos. La literatura advierte que la exposición intensiva a redes sociales puede ampliar las oportunidades de expresión y participación, pero también puede facilitar la circulación de contenidos descontextualizados o falsos cuando no existen prácticas consistentes de verificación (Cuvi Llangari et al., 2025; Flynn & Lastra-Anadón, 2025; Gozálvez Pérez, 2022).

Además, los sistemas de recomendación priorizan contenidos a partir de interacciones previas, lo que condiciona la visibilidad de determinadas narrativas, asuntos y actores. Esta personalización puede favorecer que los usuarios encuentren reiteradamente información compatible con sus intereses o reacciones anteriores, con posibilidades limitadas de contraste (American Psychological Association, 2024; Consejo de Comunicación del Ecuador, 2023). Para estudiantes que se encuentran en una etapa de

formación ciudadana y próximos al ejercicio del voto facultativo, estas dinámicas merecen atención educativa e investigativa.

En el Colegio de Bachillerato Dr. Antonio Peña Celi, ubicado en la ciudad de Loja, Ecuador, estudiantes de 16 a 18 años emplean redes sociales de manera cotidiana. La observación preliminar del contexto permitió advertir una presencia frecuente de contenidos políticos en dichas plataformas y la necesidad de examinar las prácticas de verificación de la información. En consecuencia, este estudio se orientó por la siguiente pregunta: ¿cómo se relacionan el uso de redes sociales, las prácticas de verificación informativa y la percepción de la influencia de estos medios en la cultura política de los estudiantes de bachillerato?

El objetivo general fue describir el uso de redes sociales, las prácticas de verificación de información y la percepción de la influencia de estas plataformas en la cultura política de estudiantes de bachillerato del Colegio de Bachillerato Dr. Antonio Peña Celi. De manera específica, se buscó caracterizar los canales de consumo de información política y social, identificar prácticas de verificación frente a posibles contenidos desinformativos y explorar la asociación entre el hábito de verificación y la percepción de determinación del voto por redes sociales.

Metodología

La investigación se desarrolló desde un enfoque cuantitativo, debido a que se recolectaron y analizaron datos numéricos para describir patrones de consumo digital, prácticas de verificación y percepciones relacionadas con la cultura política. El estudio fue de tipo no experimental y de corte transversal, ya que las variables se observaron en su contexto natural y la información se recopiló en un único momento. Su alcance fue descriptivo-correlacional: descriptivo, porque caracterizó las prácticas de los participantes; y correlacional, porque examinó la asociación entre variables seleccionadas mediante tablas de contingencia y pruebas estadísticas.

La población estuvo conformada por estudiantes del Colegio de Bachillerato Dr. Antonio Peña Celi, pertenecientes a grupos de 16 a 18 años de edad. La muestra incluyó 150 estudiantes, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la pertenencia a la institución, el rango de edad definido y la disponibilidad para participar. Por la naturaleza no probabilística del muestreo, los resultados describen únicamente las características y respuestas del grupo participante y no deben generalizarse de manera estadística a otras poblaciones.

La técnica de recolección fue la encuesta. Se empleó un cuestionario estructurado elaborado para el estudio, con preguntas cerradas y escalas tipo Likert organizadas en tres dimensiones: perfil de consumo y canales de información, pensamiento crítico y gestión de la desinformación, e incidencia y participación en la cultura política. El instrumento fue revisado antes de su aplicación para asegurar la claridad y comprensión de los ítems por parte de los estudiantes. Para una versión sometida a publicación, se recomienda incorporar de manera documentada el proceso de validación de contenido,

la confiabilidad de cada dimensión y el instrumento completo como material suplementario, si la revista lo permite.

Una vez aplicada la encuesta, se realizó una revisión de los registros para identificar datos incompletos o inconsistentes. La base depurada se codificó y procesó en IBM SPSS Statistics. Se calcularon frecuencias y porcentajes para el análisis descriptivo. Asimismo, se elaboró una tabla de contingencia para explorar la relación entre el hábito de verificación informativa (P5) y la percepción de determinación del voto por redes sociales (P7). La asociación se evaluó con la prueba de chi-cuadrado de Pearson, considerando un nivel de significancia de $p < ,05$.

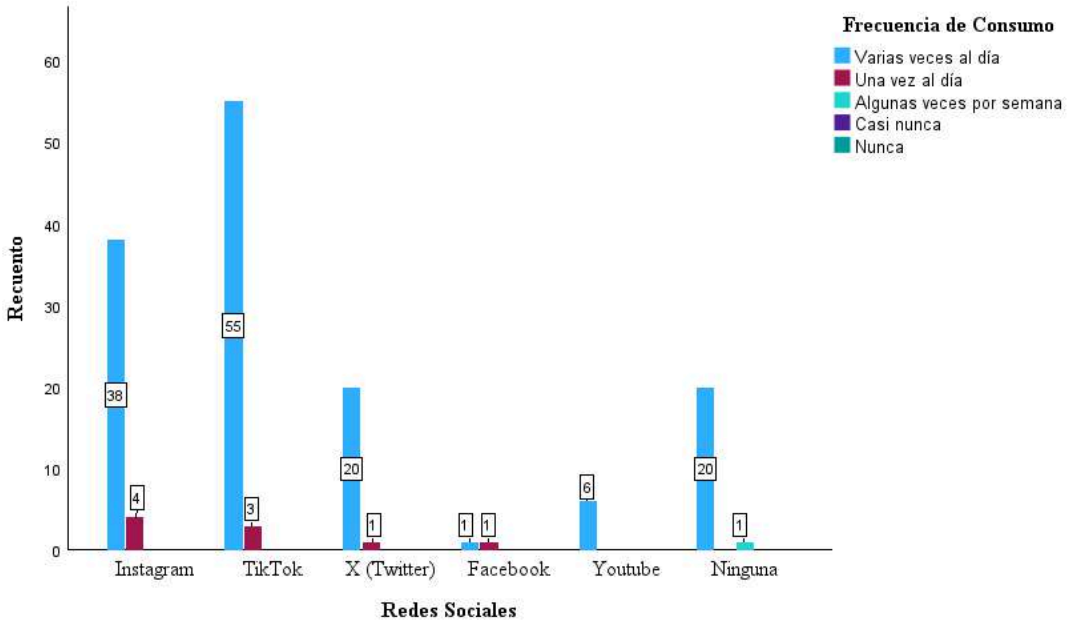
La participación fue voluntaria y la información fue tratada de manera confidencial y agregada, sin identificar individualmente a los estudiantes. Antes de remitir el manuscrito a una revista, deberá completarse esta sección con los datos verificables de autorización institucional, consentimiento informado de representantes y asentimiento de los estudiantes, según los procedimientos éticos aplicados.

Resultados

Los hallazgos se organizaron en tres dimensiones: perfil de consumo y canales de información, pensamiento crítico y gestión de la desinformación, e incidencia percibida de las redes sociales en la cultura política. Los resultados descriptivos muestran que TikTok ocupa un lugar predominante como vía de acceso a contenidos políticos y sociales entre los participantes. La frecuencia de uso reportada fue mayoritariamente diaria, lo que evidencia que la exposición a estos contenidos forma parte de las rutinas digitales ordinarias de los estudiantes.

Figura 1

Preferencia de plataformas digitales para el consumo de contenido político en estudiantes de 16 a 18 años.

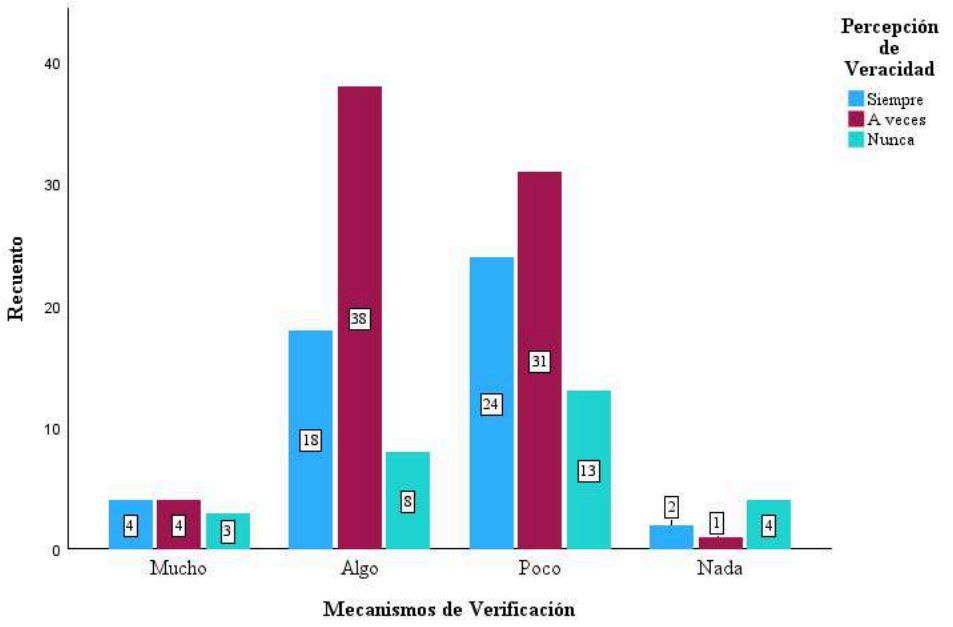


Nota. Datos obtenidos de la encuesta aplicada a 150 estudiantes del Colegio de Bachillerato Dr. Antonio Peña Celi. Insertar aquí la figura original exportada desde SPSS.

En relación con la verificación de la información, los participantes reportaron reconocer la presencia de noticias falsas en las redes sociales. No obstante, las prácticas de contraste con fuentes oficiales o verificables fueron poco frecuentes. Este hallazgo muestra una diferencia entre la conciencia declarada sobre la desinformación y la adopción efectiva de procedimientos para comprobar la calidad de los contenidos antes de aceptarlos o compartirlos.

Figura 2

Frecuencia de verificación de noticias y percepción de veracidad informativa en entornos digitales.



Nota. Elaboración propia con base en los datos procesados en SPSS. Insertar aquí la figura original exportada desde SPSS.

Respecto a la percepción de influencia política, una proporción mayoritaria de estudiantes consideró que los contenidos difundidos en redes sociales pueden incidir mucho o algo en las decisiones de voto. Para examinar si esta percepción se asociaba

con el hábito de verificación, se elaboró una tabla de contingencia entre las variables P5 y P7.

Tabla 1

Relación entre el hábito de verificación informativa y la percepción de determinación del voto por redes sociales.

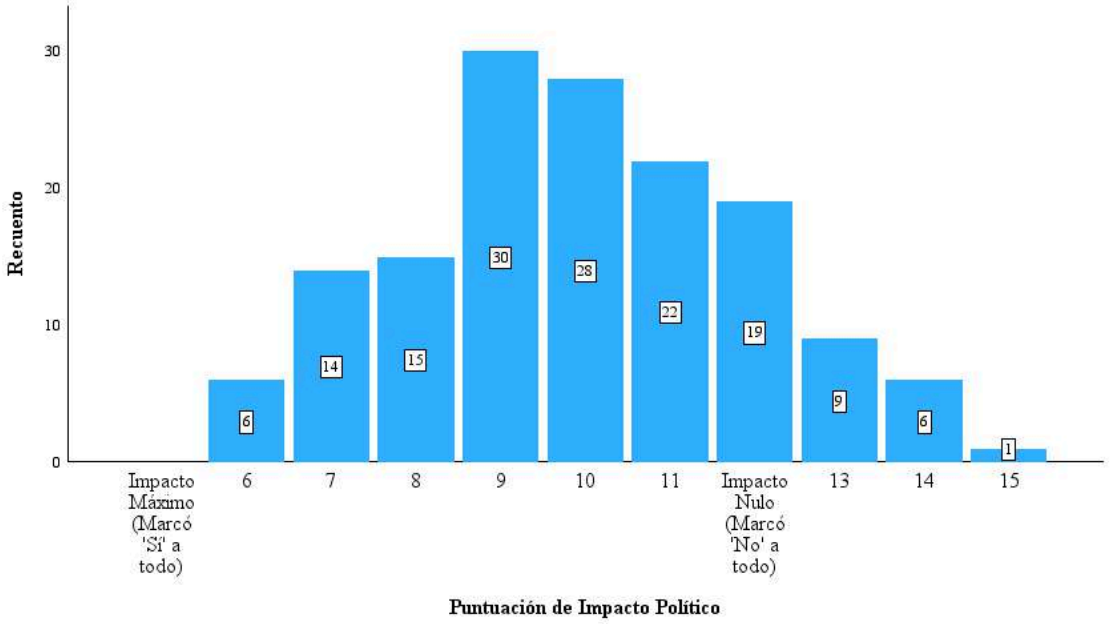
			Determinación del Voto (P7)				
			Mucho	Algo	Poco	Nada	Total
Hábito de Verificación (P5)	Siempre	Recuento	16	24	7	1	48
		% dentro de P5	33,3%	50,0%	14,6%	2,1%	100,0%
	A veces	Recuento	16	43	13	2	74
		% dentro de P5	21,6%	58,1%	17,6%	2,7%	100,0%
	Nunca	Recuento	3	19	3	3	28
		% dentro de P5	10,7%	67,9%	10,7	10,7	100,0
Total		Recuento	35	86	23	6	150
		% dentro de P5	23,3%	57,3%	15,3%	4,0%	100,0%

Nota. Prueba de chi-cuadrado de Pearson: $\chi^2(6) = 9{,}616$; $p = {,}142$; $N = 150$. Elaboración propia a partir de resultados procesados en SPSS.

La prueba de chi-cuadrado de Pearson no evidenció una asociación estadísticamente significativa entre el hábito de verificación y la percepción de determinación del voto, $\chi^2(6) = 9{,}616$, $p = {,}142$. Por tanto, con los datos disponibles no se puede afirmar que la frecuencia de verificación de contenidos esté asociada con el nivel percibido de influencia de las redes sociales en la decisión electoral. De forma descriptiva, se observó que la categoría “algo” concentró el mayor porcentaje de respuestas en los tres niveles de verificación.

Figura 3

Nivel de influencia percibida de los contenidos digitales en la intención de voto y la participación ciudadana.



Nota. Resultados de campo. Insertar aquí la figura original exportada desde SPSS.

Discusión

El predominio de TikTok como plataforma de consumo de contenidos políticos y sociales confirma que la experiencia informativa de los adolescentes se produce, en buena medida, dentro de entornos caracterizados por la rapidez, la brevedad y la personalización del contenido. Este resultado es congruente con estudios que describen a las redes sociales como espacios donde los jóvenes mezclan entretenimiento, información, interacción y producción de contenidos (Andrade-Vargas et al., 2021; Cuvi Llangari et al., 2025).

La baja frecuencia de verificación identificada es un hallazgo relevante. Reconocer la presencia de noticias falsas no garantiza que los estudiantes contrasten la información

con fuentes oficiales, periodísticas o especializadas. Esta diferencia entre conciencia del riesgo y práctica de verificación coincide con investigaciones que destacan la vulnerabilidad de adolescentes ante contenidos de baja calidad cuando faltan habilidades, motivación o hábitos de alfabetización mediática (Flynn & Lastra-Anadón, 2025; Gozálvez Pérez, 2022).

Los resultados también muestran que una parte importante de los participantes atribuye a las redes sociales una influencia considerable sobre opiniones y decisiones políticas. Esta percepción no debe interpretarse como demostración de un efecto causal de las plataformas, pues el diseño transversal y no experimental no permite establecer causalidad. Más bien, expresa cómo los estudiantes valoran el papel de esos entornos en su experiencia política cotidiana. La literatura advierte que las redes pueden facilitar la expresión, el acceso a causas públicas y la participación de baja intensidad, pero también favorecer dinámicas de polarización, simplificación o adhesión basada en contenidos virales (Berlanga Ramírez et al., 2023; Cuvi Llangari et al., 2025).

El análisis de asociación no encontró evidencia estadísticamente significativa entre el hábito de verificación y la percepción de determinación del voto. En consecuencia, no es válido sostener que quienes verifican menos información perciben necesariamente una mayor influencia de las redes en sus decisiones electorales. La significancia de la asociación lineal por lineal reportada en el procesamiento original debe interpretarse con prudencia y solo tendría sentido como análisis complementario si las categorías son ordinales, se justifica una tendencia lineal y se verifican los supuestos correspondientes.

Entre las limitaciones del estudio se encuentran el muestreo no probabilístico por conveniencia, la circunscripción a una institución educativa y el uso de información autorreportada. Estos elementos restringen la generalización de los resultados. Estudios posteriores podrían aplicar instrumentos validados, incorporar medidas de confiabilidad,

usar muestras más amplias y probabilísticas, y complementar los datos cuantitativos con entrevistas o grupos focales que permitan comprender cómo los jóvenes interpretan, verifican y comparten contenidos políticos en redes sociales.

Conclusiones

Las redes sociales, y particularmente TikTok, constituyen un canal relevante para el acceso de los estudiantes participantes a contenidos políticos y sociales. La exposición frecuente a este tipo de información se integra a las rutinas digitales cotidianas y configura un escenario de formación ciudadana mediado por plataformas digitales.

Los resultados muestran una brecha entre el reconocimiento de la desinformación como problema y la aplicación habitual de estrategias de verificación. Esta situación evidencia la necesidad de promover capacidades para identificar fuentes confiables, contrastar información, reconocer recursos persuasivos y reflexionar sobre los efectos de los algoritmos de recomendación.

Una proporción importante de estudiantes percibió que las redes sociales influyen en la formación de opiniones y en las decisiones políticas. Sin embargo, la prueba de chi-cuadrado no mostró una asociación estadísticamente significativa entre el hábito de verificación informativa y la percepción de determinación del voto. Por ello, los hallazgos no permiten afirmar una relación directa o causal entre ambas variables.

El principal aporte del estudio consiste en aportar evidencia situada sobre prácticas digitales y cultura política en estudiantes de bachillerato de Loja. En el plano educativo, se recomienda fortalecer estrategias de alfabetización mediática, informacional y ciudadana que vinculen el análisis crítico de redes sociales con el ejercicio responsable de la participación democrática.

Referencias Bibliográficas

American Psychological Association. (2024). Potential risks of content, features, and functions: The science of youth social media use. https://www.apa.org/topics/social-media-internet/youth-social-media-2024

Andrade-Vargas, L. D., Iriarte-Solano, M., Rivera-Rogel, D., & Yunga-Godoy, D. C. (2021). Jóvenes y redes sociales: Entre la democratización del conocimiento y la inequidad digital. Comunicar, 69, 27–37. https://revistacomunicar.com/html/69/es/69-2021-07.html

Berlanga Ramírez, J. H., Salazar Mata, H., & Verástegui González, F. (2023). La participación de los jóvenes en redes sociales y su efecto en la desafección política. Justicia, 28(43), 205–216. https://doi.org/10.17081/just.28.43.5679

Consejo de Comunicación del Ecuador. (2023). Desinformación, algoritmos y escasa ciudadanía digital: Alfabetizar en tiempos de redes. Consejo de Regulación, Desarrollo y Promoción de la Información y Comunicación. https://repositorio.consejodecomunicacion.gob.ec/bitstream/CONSEJO_REP/10810/1/VOCESE~1.PDF

Cuvi Llangari, S. G., Córdova Tapia, P. E., Quillupangui Nieto, R. P., & Zapata Loaiza, J. I. (2025). El impacto de las redes sociales en la participación política juvenil: Revisión de la literatura. Polo del Conocimiento, 10(3), 120–139. https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/10178

Flynn, D. J., & Lastra-Anadón, C. X. (2025). Desinformación entre adolescentes en España: Desafíos y oportunidades de mejora en la escuela y online. Papeles de Economía Española, 184, 178–188.

https://www.funcas.es/articulos/desinformacion-entre-adolescentes-en-espana-desafios-y-oportunidades-de-mejora-en-la-escuela-y-online

Gozálvez Pérez, V. (2022). El pensamiento crítico en las redes sociales: Una propuesta teórica para la educación cívica en entornos digitales. Estudios sobre Educación, 42, 41–61. https://revistas.unav.edu/index.php/estudios-sobre-educacion/article/view/41463

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.

Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. International Journal of Morphology, 35(1), 227–232. https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037

Ortega, S. (2022). Participación política en Internet de jóvenes de 16 a 29 años de la ciudad de Loja. Revista de Ciencias Políticas, Universidad Técnica Particular de Loja. https://www.utpl.edu.ec/maestrias/sites/default/files/Articulo%20Santiago%20Ortega.pdf

Pérez, L., & Santos, M. (2024). Algoritmos en redes sociales y estrategias comunicacionales para la participación ciudadana. Revista de Comunicación Digital, 12(1), 45–62. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9929452.pdf

Conocimiento y aplicación de la economía circular en Pymes de la provincia del Guayas: diagnóstico y propuesta de una guía práctica para su implementación.

Knowledge and application of the circular economy in SMEs in Guayas Province: diagnosis and proposal of a practical guide for its implementation.

Conhecimento e aplicação da economia circular em PMEs da província de Guayas: diagnóstico e proposta de um guia prático para sua implementação.

Roberto Isaías Murillo Valverde
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
roberto.murillo.valverde@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-4794-4143

Jasmin Yajaira Ruiz Zambrano
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
jasmim13@live.com.ar
https://orcid.org/0009-0008-5253-2873

Esteban Xavier Campoverde Martínez
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
esteban_3000beta@hotmail.com
https://orcid.org/0009-0003-5805-5397

Eduardo Alfredo Rios Valverde
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
eduriossud@gmail.com
https://orcid.org/0009-0009-9973-922X

Karina Monserrate Restrepro Cedeño
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
karinaRestrepo1980@gmail.com
https://orcid.org/0009-0002-8790-4127

Narcisa Arreaga Torres
Instituto Tecnológico Superior Speedwriting
Ecuador
narciarreaga76@gmail.com
https://orcid.org/0009-0001-4505-0883

Forma de citación en APA, séptima edición.

Murillo, R; Ruiz, .; Campoverde, E; Rios, E; Restrepo, K; y Arreaga, N. (2026). *Conocimiento y aplicación de la economía circular en Pymes de la provincia del Guayas: diagnóstico y propuesta de una guía práctica para su implementación*. Revista Ibero Research, 1(7), 646 – 674.

Fecha de presentación: 04/09/2026 **Fecha de aceptación:** 12/09/2026 **Fecha de publicación:** 13/09/2026

Resumen

El presente artículo analiza el conocimiento y la aplicación de la economía circular en Pymes de la provincia del Guayas, con el propósito de diagnosticar las prácticas existentes y proponer una guía práctica para su implementación. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental, transversal y de campo. Se aplicó una encuesta estructurada a 384 trabajadores formales vinculados a pequeñas y medianas empresas, considerando aspectos como conocimiento del concepto, reducción del uso de papel, reutilización de materiales, ahorro de energía y agua, reciclaje, mantenimiento de equipos y uso de medios digitales. Los resultados evidenciaron que el 53,4 % de los encuestados conoce el significado de economía circular, mientras que una proporción importante aún requiere mayor orientación. Además, se identificó que las prácticas más aplicadas son el mantenimiento de equipos, el ahorro de energía y agua, y el uso de medios digitales. No obstante, la separación y reciclaje de residuos presenta menor desarrollo. A partir de estos hallazgos, se propone una ruta práctica basada en diagnóstico interno, priorización de acciones, aplicación de prácticas circulares y seguimiento de resultados, orientada a fortalecer la sostenibilidad y eficiencia operativa de las Pymes.

Palabras clave: economía circular, Pymes, sostenibilidad, digitalización, gestión de recursos.

Abstract

This article analyzes the knowledge and application of the circular economy in SMEs in the province of Guayas, with the purpose of diagnosing existing practices and proposing a practical guide for its implementation. The research was developed under a quantitative approach, with a non-experimental, cross-sectional, and field design. A structured survey was applied to 384 formal workers linked to small and medium-sized enterprises, considering aspects such as knowledge of the concept, reduction of paper use, reuse of materials, energy and water savings, recycling, equipment maintenance, and use of digital tools. The results showed that 53.4% of the respondents know the meaning of circular economy, while a significant proportion still requires further guidance. In addition, the most frequently applied practices were equipment maintenance, energy and water savings, and the use of digital tools. However, waste separation and recycling showed a lower level of development. Based on these findings, a practical route is proposed, organized into internal diagnosis, prioritization of actions, application of circular practices, and monitoring of results, aimed at strengthening sustainability and operational efficiency in SMEs.

Keywords: circular economy, SMEs, sustainability, digitalization, resource management.

Resumo

O presente artigo analisa o conhecimento e a aplicação da economia circular em PMEs da província de Guayas, com o objetivo de diagnosticar as práticas existentes e propor um guia prático para sua implementação. A pesquisa foi desenvolvida sob uma abordagem quantitativa, com desenho não experimental, transversal e de campo. Foi aplicado um questionário estruturado a 384 trabalhadores formais vinculados a pequenas e médias empresas, considerando aspectos como conhecimento do conceito, redução do uso de papel, reutilização de materiais, economia de energia e água, reciclagem, manutenção de equipamentos e uso de meios digitais. Os resultados evidenciaram que 53,4% dos entrevistados conhecem o significado de economia circular, enquanto uma proporção importante ainda necessita de maior orientação. Além disso, identificou-se que as práticas mais aplicadas são a manutenção de equipamentos, a economia de energia e água e o uso de meios digitais. No entanto, a separação e reciclagem de resíduos apresentam menor desenvolvimento. Com base nesses achados, propõe-se uma rota prática organizada em diagnóstico interno, priorização de ações, aplicação de práticas circulares e acompanhamento de resultados, orientada ao fortalecimento da sustentabilidade e da eficiência operacional das PMEs.

Palavras-chave: economia circular, PMEs, sustentabilidade, digitalização, gestão de recursos.

Introducción

La economía circular se ha convertido en un enfoque relevante para repensar la manera en que las empresas utilizan sus recursos, gestionan sus residuos y organizan sus procesos internos. A diferencia del modelo tradicional basado en producir, consumir y desechar, este enfoque propone reducir el desperdicio, reutilizar materiales, alargar la vida útil de los productos, optimizar el consumo de energía y agua, así como incorporar prácticas más sostenibles dentro de las actividades económicas (Parlamento Europeo, 2023). En este sentido, su aplicación no se limita únicamente a las grandes industrias o empresas manufactureras, sino que también puede adaptarse a pequeñas y medianas empresas que desarrollan actividades de comercio, servicios, producción, alimentos u otros sectores.

En el caso de las Pymes, la economía circular adquiere importancia porque este tipo de empresas cumple un papel significativo en la dinámica económica, la generación de empleo y el funcionamiento productivo de los territorios (CEPAL, 2021). Sin embargo, muchas veces estas organizaciones no cuentan con herramientas claras, recursos suficientes o conocimientos técnicos que les permitan incorporar prácticas sostenibles de manera ordenada. Por ello, resulta necesario conocer qué tanto se comprende y se aplica la economía circular dentro de las Pymes, no solo desde una perspectiva teórica, sino también desde acciones concretas como la reducción del uso de papel, la reutilización de materiales, el ahorro de energía y agua, la separación de residuos, el mantenimiento de equipos y el uso de medios digitales.

La provincia del Guayas constituye un contexto empresarial importante para el desarrollo de este estudio, debido a su peso económico y laboral dentro del país (Banco Central del Ecuador, 2020). Según el INEC (2025), a través del Registro Estadístico de

Empresas 2024, Guayas registró 855.651 plazas de empleo registrado en el IESS durante el año 2024. Además, el INEC clasifica a las pequeñas empresas como aquellas con 10 a 49 personas afiliadas, a las medianas A con 50 a 99 y a las medianas B con 100 a 199, categorías que permiten delimitar el sector Pymes considerado en esta investigación. A partir de esta información, el estudio toma como referencia a los trabajadores formales vinculados a Pymes de la provincia del Guayas, estimándose una población aproximada de 274.124 trabajadores formales, calculada de forma proporcional con base en los datos del REEM 2024 (INEC, 2025).

El problema de investigación surge al considerar que, aunque algunas Pymes pueden estar realizando prácticas relacionadas con la economía circular, no siempre las identifican como parte de este modelo. Es decir, una empresa puede reducir papel, reutilizar cajas, ahorrar energía o dar mantenimiento a sus equipos antes de reemplazarlos, pero estas acciones pueden desarrollarse de manera aislada, sin responder a una planificación sostenible o a una guía práctica de implementación (Unión Europea, 2022). Esta situación limita la posibilidad de fortalecer dichas prácticas, medir sus resultados y convertirlas en parte de la gestión empresarial.

Desde esta perspectiva, el presente artículo se justifica por su aporte académico, empresarial y social. En el ámbito académico, permite generar información sobre el nivel de conocimiento y aplicación de la economía circular en Pymes de la provincia del Guayas. En el ámbito empresarial, ofrece una base diagnóstica para diseñar una guía práctica que oriente acciones sencillas y aplicables según la realidad de estas organizaciones. En el ámbito social y ambiental, contribuye a promover una cultura de uso responsable de los recursos, reducción de desperdicios y mejora de prácticas sostenibles en el sector empresarial (Bravo et al., 2024).

Como sustento teórico, el estudio se apoya en tres ejes principales: la economía circular, la sostenibilidad empresarial y la gestión eficiente de recursos. La economía circular permite comprender cómo las empresas pueden pasar de un modelo lineal, basado en producir, consumir y desechar, hacia una lógica más responsable en la que los recursos se aprovechan durante más tiempo (Vera et al., 2024). Desde este enfoque, acciones como reducir el consumo de insumos, reutilizar materiales, reciclar residuos, reparar equipos y disminuir desperdicios forman parte de una gestión empresarial más sostenible.

En el caso de las Pymes, este enfoque resulta especialmente importante porque muchas de sus prácticas diarias están relacionadas con el uso de recursos, aunque no siempre sean reconocidas como parte de la economía circular. La reducción del papel, el ahorro de agua y energía, la reutilización de cajas o envases, el mantenimiento preventivo de equipos y la digitalización de documentos pueden convertirse en acciones circulares cuando se integran de manera organizada dentro de la gestión empresarial (Basantes, 2025). De esta forma, la economía circular no debe entenderse únicamente como una propuesta ambiental, sino también como una estrategia que puede contribuir a la eficiencia operativa, la reducción de costos y la mejora de la competitividad.

Asimismo, la sostenibilidad empresarial permite vincular el desempeño económico de las Pymes con su responsabilidad social y ambiental. Bajo esta perspectiva, una empresa no solo busca generar ingresos, sino también utilizar adecuadamente sus recursos, reducir impactos negativos y responder a las exigencias actuales del entorno (Zaman, 2025). Por ello, la gestión eficiente de recursos se convierte en un componente clave para que las Pymes puedan avanzar hacia prácticas más responsables, especialmente cuando cuentan con herramientas sencillas y adaptadas a su realidad (Moreano et al., 2025).

En cuanto a los antecedentes investigativos, diversos estudios han señalado que las Pymes enfrentan barreras para implementar modelos circulares, entre ellas la falta de conocimiento, la limitada capacitación, los costos iniciales, la ausencia de herramientas prácticas y la poca integración de criterios ambientales en la gestión diaria (Pancorbo et al., 2024). Asimismo, investigaciones desarrolladas en América Latina han evidenciado que las empresas de menor tamaño requieren instrumentos sencillos, contextualizados y de fácil aplicación para avanzar hacia prácticas sostenibles (Rodríguez et al., 2025). Estos aportes permiten comprender la necesidad de realizar un diagnóstico en el contexto local y, a partir de sus resultados, proponer una guía práctica ajustada a la realidad de las Pymes de la provincia del Guayas.

Por ello, el objetivo general de este artículo es analizar el conocimiento y la aplicación de la economía circular en Pymes de la provincia del Guayas, mediante un diagnóstico basado en información proporcionada por trabajadores formales, con el fin de proponer una guía práctica para su implementación. De este objetivo se desprenden como objetivos específicos: identificar el nivel de conocimiento sobre economía circular, describir las prácticas asociadas a este enfoque que se aplican en las Pymes, determinar las acciones que requieren mayor fortalecimiento y diseñar una guía práctica orientada a facilitar su implementación empresarial.

Al tratarse de un estudio de carácter diagnóstico y propositivo, no se plantea una hipótesis causal estricta. No obstante, se parte del supuesto de que las Pymes de la provincia del Guayas desarrollan algunas prácticas relacionadas con la economía circular, aunque estas no siempre se encuentran formalizadas ni integradas dentro de una guía de implementación. Esta premisa permite orientar el análisis de los resultados y justificar la elaboración de una propuesta práctica que contribuya al fortalecimiento de la gestión circular en este sector empresarial.

Metodología

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que la información fue recolectada mediante una encuesta estructurada aplicada a trabajadores formales vinculados a pequeñas y medianas empresas (Compilatio, 2024). La investigación fue de tipo descriptivo y propositivo, ya que permitió caracterizar el conocimiento y la aplicación de prácticas relacionadas con la economía circular en Pymes de la provincia del Guayas, y posteriormente plantear una guía práctica para su implementación (Guevara et al., 2020).

El diseño fue no experimental, transversal y de campo. No experimental porque no se manipularon las variables, sino que se observó la realidad tal como se presenta en el contexto empresarial; transversal porque los datos fueron recolectados en un solo momento; y de campo porque la información provino directamente de trabajadores que laboran en Pymes.

La población de referencia estuvo conformada por trabajadores formales vinculados a pequeñas y medianas empresas de la provincia del Guayas. Para su delimitación, se tomó como base el Registro Estadístico de Empresas 2024 del INEC, que clasifica a las empresas según su tamaño y reporta las plazas de empleo registrado en el IESS. De acuerdo con esta clasificación, las Pymes comprenden a las pequeñas empresas, medianas A y medianas B. El informe señala que, en 2024, Guayas registró 855.651 plazas de empleo registrado, mientras que a nivel nacional las Pymes concentraron aproximadamente 939 mil plazas, distribuidas en pequeñas empresas, medianas A y medianas B (INEC, 2025).

Debido a que el informe no presenta el cruce directo entre provincia y tamaño de empresa, se aplicó una estimación proporcional. Para ello, se calculó la participación

nacional de las Pymes en el total de plazas de empleo registrado, obteniéndose un porcentaje de 32,04 %. Este porcentaje fue aplicado al total de plazas registradas en Guayas, dando como resultado una población estimada de 274.124 trabajadores formales de Pymes. Esta cifra corresponde a una estimación propia con base en el REEM 2024 del INEC (INEC, 2025).

La muestra se calculó con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %, obteniéndose un total de 384 trabajadores, quienes fueron considerados como muestra definitiva del estudio. Como criterios de inclusión se consideraron trabajadores formales pertenecientes a pequeñas y medianas empresas; y como criterios de exclusión, trabajadores de microempresas, grandes empresas, personas sin empleo formal y cuestionarios incompletos.

La técnica utilizada fue la encuesta, y el instrumento fue un cuestionario estructurado con preguntas cerradas, orientadas a conocer el sector empresarial, tiempo de permanencia, área de trabajo, conocimiento sobre economía circular y aplicación de prácticas como reducción de papel, reutilización de materiales, ahorro de energía y agua, reciclaje, mantenimiento de equipos y uso de medios digitales.

Los datos fueron procesados mediante tablas de frecuencia y porcentajes. Posteriormente, los resultados se interpretaron de acuerdo con las dimensiones del estudio: conocimiento sobre economía circular, aplicación de prácticas circulares y elementos necesarios para la elaboración de una guía práctica. Finalmente, se garantizó la participación voluntaria, la confidencialidad de la información y el uso académico de los datos recolectados.

Resultados

Para analizar el conocimiento y la aplicación de la economía circular en Pymes de la provincia del Guayas, se encuestó a 384 trabajadores formales vinculados a pequeñas y medianas empresas. A continuación, se presentan los resultados obtenidos y su respectivo análisis.

Tabla 1.

Caracterización de los trabajadores encuestados

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
Sector de la empresa	Comercio	88	22,92 %
	Servicios	143	37,24 %
	Producción	38	9,90 %
	Alimentos y bebidas	28	7,29 %
	Otro	87	22,66 %
Tiempo en la empresa	Menos de 1 año	79	20,6 %
	De 1 a 3 años	88	22,9 %
	Más de 3 a 5 años	57	14,84 %
	Más de 5 años	160	41,67 %
Área o cargo que ocupa	Administración	99	25,8 %
	Ventas	80	20,9 %
	Atención al cliente	66	17,2 %
	Producción u operaciones	45	11,5 %
	Otra	94	24,5 %

Nota. *Elaborado con la información recolectada de la encuesta*

Los resultados muestran que la mayor participación corresponde al sector servicios, con el 37,24 %, seguido por comercio con el 22,92 % y otras actividades con el 22,66 %. Además, el 41,67 % de los encuestados tiene más de cinco años trabajando en la empresa, lo que aporta valor al diagnóstico, ya que se trata de trabajadores con experiencia suficiente para reconocer las prácticas internas de sus organizaciones. En

cuanto al área de desempeño, existe una distribución variada entre administración, ventas, atención al cliente, producción y otras funciones, lo que permite recoger una visión amplia de la realidad empresarial.

Tabla 2.

Conocimiento sobre economía circular

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Sí	205	53,4 %
No	88	22,9 %
No estoy seguro/a	91	23,7 %
Total	384	100%

Nota. *Elaborado con la información recolectada de la encuesta.*

El 53,4 % de los encuestados manifestó conocer qué significa economía circular. Sin embargo, el 46,6 % restante indicó que no conoce el término o no está seguro de su significado. Este resultado evidencia que, aunque existe un nivel inicial de conocimiento, todavía hay una proporción importante de trabajadores que requiere mayor orientación sobre el concepto y su aplicación dentro de las pymes.

Tabla 3.

Aplicación de prácticas relacionadas con la economía circular

Práctica evaluada	Sí	No	No estoy seguro/a
Reducción del uso innecesario de papel	68,5 %	19,8 %	11,7 %
Reutilización de materiales como cajas, carpetas o envases	74,0 %	19,5 %	6,5 %
Ahorro de energía eléctrica y agua	83,3 %	10,7 %	6,0 %
Separación o reciclaje de residuos generados	61,5 %	25,8 %	12,8 %
Mantenimiento de equipos antes de reemplazarlos	84,6 %	6,8 %	8,6 %
Uso de medios digitales para reducir documentos físicos	80,7 %	11,7 %	7,6 %

Nota. *Elaborado con la información recolectada de la encuesta.*

Los resultados reflejan que las pymes de la provincia del Guayas ya aplican varias prácticas vinculadas con la economía circular, aunque no necesariamente estén formalizadas bajo este modelo. Las acciones con mayor presencia son el mantenimiento de equipos antes de reemplazarlos, con el 84,6 %; el ahorro de energía eléctrica y agua, con el 83,3 %; y el uso de medios digitales para reducir documentos físicos, con el 80,7 %. También se observa una presencia importante de reutilización de materiales y reducción del uso de papel. No obstante, la separación o reciclaje de residuos presenta un porcentaje menor en comparación con las demás prácticas, lo que evidencia un aspecto que podría fortalecerse dentro de la guía práctica.

Tabla 4

Acciones que los trabajadores consideran más útiles fortalecer

Opción	Frecuencia	Porcentaje
a) Reducir el uso de papel	48	12,50%
b) Reutilizar materiales como cajas, carpetas o envases	35	9,11%
c) Ahorrar energía eléctrica y agua	62	16,15%
d) Separar o reciclar residuos	31	8,07%
e) Dar mantenimiento a equipos o herramientas antes de reemplazarlos	62	16,15%
f) Usar medios digitales para reducir documentos físicos	85	22,14%
g) Ninguna	29	7,55%
h) No estoy seguro/a	32	8,33%
Total	**384**	**100,00%**

Nota. *Elaborado con la información recolectada de la encuesta.*

Los resultados muestran que la acción considerada más útil para fortalecer en las pymes es el uso de medios digitales para reducir documentos físicos, con el 22,14 %. También destacan el ahorro de energía eléctrica y agua, y el mantenimiento de equipos antes de

reemplazarlos, ambos con el 16,15 %. Estos datos permiten orientar la guía práctica hacia acciones concretas y aplicables, priorizando la digitalización de procesos, el uso eficiente de recursos y el mantenimiento preventivo. Aunque opciones como la reutilización de materiales y la separación de residuos presentan porcentajes menores, también deben ser consideradas dentro de la propuesta, ya que forman parte de las prácticas básicas de economía circular.

Discusión

Los resultados obtenidos permiten evidenciar que las pymes de la provincia del Guayas presentan un acercamiento inicial a la economía circular, aunque este conocimiento todavía no se encuentra plenamente consolidado en todos los trabajadores encuestados. Si bien el 53,4 % manifestó conocer el significado de economía circular, el 46,6 % indicó no conocerlo o no estar seguro. Este resultado refleja una situación relevante: existe una base de conocimiento, pero también una brecha que puede limitar la comprensión y aplicación organizada de este enfoque dentro de las empresas. En este sentido, los hallazgos coinciden con estudios que señalan que una de las principales barreras para adoptar prácticas circulares en las pymes es la falta de conocimientos específicos y capacidades ambientales dentro de la organización (Bassi y Guidolin, 2021).

A pesar de esta limitación conceptual, los resultados muestran que varias prácticas vinculadas con la economía circular ya se aplican en las pymes estudiadas. Las acciones con mayor presencia fueron el mantenimiento de equipos antes de reemplazarlos, el ahorro de energía eléctrica y agua, el uso de medios digitales y la reutilización de materiales. Esto permite interpretar que, aunque no todas las empresas trabajen bajo una

política formal de economía circular, sí desarrollan actividades que se relacionan directamente con este modelo. Esta situación resulta importante, porque la economía circular no siempre inicia con grandes transformaciones productivas, sino con decisiones cotidianas orientadas a reducir desperdicios, prolongar la vida útil de los recursos y mejorar la eficiencia de los procesos. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente plantea que la transición de modelos lineales hacia modelos circulares requiere que las empresas identifiquen oportunidades concretas de cambio dentro de sus operaciones y cadenas de valor (UNEP, 2021).

Otro aspecto importante es que la separación o reciclaje de residuos obtuvo un porcentaje menor en comparación con las demás prácticas evaluadas. Esto evidencia que, aunque existen avances en acciones como ahorro, mantenimiento y digitalización, la gestión de residuos todavía requiere mayor fortalecimiento. Este resultado es relevante para la propuesta, ya que la guía práctica no debe limitarse a reforzar las acciones que ya se aplican con mayor frecuencia, sino también atender aquellas que muestran menor desarrollo. De esta manera, la guía puede cumplir una función orientadora, ayudando a que las pymes organicen sus prácticas de manera más integral y no como acciones aisladas.

La acción que los trabajadores consideran más útil fortalecer fue el uso de medios digitales para reducir documentos físicos, seguida por el ahorro de energía y agua, y el mantenimiento de equipos antes de reemplazarlos. Este resultado muestra que los trabajadores identifican la digitalización como una alternativa viable para mejorar la gestión interna y reducir el uso de recursos. Según la CEPAL (2021), la transformación digital de las mipymes presenta distintos niveles de avance según el tamaño de las empresas y el grado de madurez tecnológica, por lo que resulta necesario promover herramientas adaptadas a sus capacidades. Por ello, la digitalización debe ser uno de los

componentes principales de la guía práctica, no solo como una medida tecnológica, sino como una estrategia que puede contribuir a disminuir el consumo de papel, ordenar procesos y facilitar el seguimiento de acciones sostenibles.

A partir de los datos recopilados, tabulados y analizados, se observa que las pymes de la provincia del Guayas presentan condiciones favorables para avanzar hacia la economía circular, especialmente porque ya desarrollan prácticas vinculadas con el ahorro de recursos, la digitalización, el mantenimiento preventivo y la reutilización de materiales. Sin embargo, estos resultados también muestran la necesidad de fortalecer la comprensión, organización y seguimiento de dichas acciones. Por ello, la guía práctica debe responder a esta realidad mediante orientaciones sencillas, aplicables y organizadas en acciones concretas, de modo que las prácticas existentes puedan integrarse de manera más clara dentro de la gestión empresarial.

Propuesta

Ruta práctica para la implementación de economía circular en Pymes de la provincia del Guayas

Fundamentación de la propuesta

La presente propuesta surge a partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico aplicado a trabajadores formales de Pymes de la provincia del Guayas, en el cual se evidenció que existen prácticas relacionadas con la economía circular que ya se desarrollan dentro de las empresas, aunque no siempre se encuentran formalizadas o integradas dentro de una estrategia de gestión. Entre las acciones con mayor presencia se identificaron el mantenimiento de equipos antes de reemplazarlos, el ahorro de

energía eléctrica y agua, el uso de medios digitales para reducir documentos físicos y la reutilización de materiales.

Estos resultados permiten comprender que la economía circular no parte de una realidad totalmente ajena a las Pymes, sino de prácticas que muchas de ellas ya realizan de manera cotidiana, pero que requieren ser organizadas, fortalecidas y evaluadas.

La propuesta también se fundamenta en los planteamientos de la economía circular, entendida como un enfoque que busca superar el modelo lineal de producir, consumir y desechar, promoviendo la reducción de residuos, la reutilización de materiales, la reparación de equipos y la prolongación de la vida útil de los recursos disponibles (Parlamento Europeo, 2023). Desde esta perspectiva, la economía circular no debe ser vista únicamente como una práctica ambiental, sino también como una estrategia empresarial que puede contribuir a la eficiencia operativa, la reducción de costos y la sostenibilidad.

De igual manera, se considera que las pymes requieren herramientas sencillas, progresivas y adaptadas a su realidad, debido a que muchas veces no cuentan con recursos técnicos, financieros o humanos suficientes para implementar modelos complejos. Por ello, esta ruta práctica se orienta hacia acciones concretas y de fácil aplicación, tales como la digitalización de documentos, el ahorro de recursos, el mantenimiento preventivo, la reutilización de materiales y la separación de residuos. En este sentido, según la CEPAL (2021), la transformación digital de las mipymes presenta distintos niveles de avance según el tamaño de las empresas y el grado de madurez tecnológica, por lo que resulta necesario promover herramientas adaptadas a sus capacidades. Esto respalda la incorporación de medios digitales como una de las acciones prioritarias de la propuesta, no solo para reducir documentos físicos, sino también para ordenar procesos y fortalecer la gestión empresarial.

A partir de esta fundamentación, se plantea una ruta organizada en cuatro fases: diagnóstico interno, priorización de acciones, aplicación de prácticas circulares y seguimiento de resultados. Esta estructura busca que las Pymes puedan identificar primero su situación actual, seleccionar las acciones más viables, aplicarlas de forma progresiva y evaluar los avances obtenidos.

Objetivo de la propuesta

Orientar a las Pymes de la provincia del Guayas en la implementación progresiva de prácticas de economía circular, mediante una ruta sencilla y aplicable que permita fortalecer el uso responsable de los recursos, reducir desperdicios y organizar acciones sostenibles dentro de la gestión empresarial.

Fase 1. Diagnóstico interno de recursos y prácticas

La primera fase consiste en revisar cómo la Pyme utiliza sus recursos y qué prácticas relacionadas con la economía circular ya aplica. Esta etapa permite conocer la situación inicial de la empresa antes de implementar nuevas acciones. El diagnóstico debe ser sencillo y puede realizarse mediante una revisión interna de las actividades diarias. Para ello, se recomienda observar el consumo de papel, energía eléctrica y agua, el uso de materiales, el manejo de residuos, el mantenimiento de equipos y el nivel de digitalización de los procesos.

Tabla 5.

Diagnóstico de recursos y prácticas.

Aspecto a revisar	Pregunta orientadora
Uso de papel	¿Se imprimen documentos que podrían manejarse de forma digital?
Energía y agua	¿Se aplican acciones para reducir el consumo de electricidad y agua?
Materiales	¿Se reutilizan cajas, carpetas, envases u otros recursos?

Residuos	¿Se separan o reciclan los residuos generados?
Equipos	¿Se realiza mantenimiento antes de reemplazar equipos o herramientas?
Digitalización	¿Se utilizan medios digitales para disminuir documentos físicos?

Nota. Elaborado en función de las necesidades de las Pymes.

Esta fase permite que la empresa identifique qué acciones ya realiza y cuáles requieren mayor atención. De esta manera, la implementación de economía circular no inicia desde una idea general, sino desde la realidad concreta de cada una de las Pymes.

Fase 2. Priorización de acciones

Una vez realizado el diagnóstico interno, la empresa debe seleccionar las acciones que puede fortalecer de manera inmediata. No se recomienda aplicar todas las medidas al mismo tiempo, ya que esto puede generar desorganización o dificultad para dar seguimiento a los resultados. Por ello, la priorización debe considerar tres criterios: facilidad de aplicación, bajo costo e impacto en el uso eficiente de recursos.

Con base en los resultados del estudio, las acciones que deberían priorizarse son el uso de medios digitales para reducir documentos físicos, el ahorro de energía eléctrica y agua, el mantenimiento preventivo de equipos, la reducción del uso de papel, la reutilización de materiales y la separación de residuos.

Tabla 6

Acciones a priorizar.

Acción prioritaria	**Propósito**
Digitalizar documentos	Reducir el uso de papel y mejorar la organización interna.
Ahorrar energía y agua	Disminuir costos y promover el uso responsable de recursos.

Mantener equipos antes de reemplazarlos	Alargar la vida útil de herramientas, equipos y dispositivos.
Reducir impresiones	Evitar gastos innecesarios en papel, tinta y archivo físico.
Reutilizar materiales	Aprovechar cajas, carpetas, envases y otros recursos disponibles.
Separar residuos	Facilitar el reciclaje y mejorar la gestión de desperdicios.

Nota. Elaborado en función de las necesidades de las Pymes.

Esta fase permite que la economía circular sea asumida como un proceso gradual y alcanzable. La empresa puede iniciar con una o dos acciones prioritarias y luego incorporar nuevas prácticas conforme observe avances.

Fase 3. Aplicación de prácticas circulares

En esta fase se ejecutan las acciones seleccionadas. La aplicación debe ajustarse al tipo de actividad de cada Pyme, ya sea comercio, servicios, producción, alimentos y bebidas u otro sector. Lo importante es que las acciones sean realistas, sostenibles en el tiempo y comprensibles para los trabajadores.

Digitalización de documentos. Las Pymes pueden reducir el uso de papel mediante facturación electrónica, archivos digitales, formularios en línea, registros digitales de clientes, inventarios, pedidos, reportes internos y comunicaciones por medios electrónicos. Esta práctica permite disminuir el consumo de papel, mejorar el orden documental y facilitar el acceso a la información.

Ahorro de energía eléctrica y agua. La empresa puede aplicar acciones sencillas como apagar luces y equipos que no se estén utilizando, aprovechar la luz natural, controlar el uso de aires acondicionados, revisar fugas de agua, desconectar cargadores y promover hábitos responsables entre los trabajadores. Estas medidas pueden contribuir a reducir gastos operativos y fortalecer una cultura de uso responsable de los recursos.

Mantenimiento preventivo de equipos. Antes de reemplazar equipos, herramientas, computadoras, impresoras o maquinarias, la empresa debe revisar si pueden ser reparados o recibir mantenimiento. Esta acción permite prolongar la vida útil de los activos, evitar compras innecesarias y reducir residuos tecnológicos o materiales.

Reutilización de materiales. La Pyme puede reutilizar cajas, carpetas, envases, archivadores, mobiliario, papel usado por una cara y materiales de empaque que aún se encuentren en buen estado. Esta práctica permite aprovechar mejor los recursos disponibles y disminuir el gasto en nuevos insumos.

Separación y reciclaje de residuos. La empresa puede iniciar con una separación básica de papel, cartón, plástico y residuos comunes. Cuando se generen residuos especiales, como baterías, tóner, equipos electrónicos o materiales contaminantes, se recomienda buscar puntos de recolección o gestores autorizados. Para facilitar esta práctica, se pueden colocar recipientes identificados y explicar al personal cómo clasificar los residuos.

Fase 4. Seguimiento y mejora

La última fase consiste en revisar si las acciones aplicadas están generando resultados. Para ello, no es necesario utilizar indicadores complejos; las Pymes pueden emplear controles sencillos que les permitan observar avances y tomar decisiones de mejora.

Tabla 7

Acciones de Seguimiento.

Acción aplicada	Indicador básico de seguimiento
Reducción de papel	Disminución del número de impresiones mensuales.
Digitalización	Cantidad de documentos manejados en formato digital.
Ahorro de energía	Comparación del consumo eléctrico mensual.

Ahorro de agua	Revisión del consumo mensual o control de fugas.
Mantenimiento de equipos	Número de equipos reparados antes de ser reemplazados.
Reutilización de materiales	Cantidad de materiales reutilizados dentro de la empresa.
Separación de residuos	Cantidad de residuos clasificados o entregados para reciclaje.

Nota. Elaborado en función de las necesidades de las Pymes.

El seguimiento permite que la economía circular no quede como una acción aislada, sino como parte de la gestión continua de la empresa. Además, ayuda a reconocer qué prácticas funcionan mejor, cuáles requieren ajustes y qué nuevas acciones pueden incorporarse.

Tabla 8.

Síntesis de la propuesta

Fase	Objetivo	Resultado esperado
Diagnóstico interno	Identificar recursos, residuos y prácticas actuales.	Reconocimiento de la situación inicial de la Pyme.
Priorización de acciones	Seleccionar medidas viables y necesarias.	Definición de prácticas a fortalecer.
Aplicación de prácticas circulares	Ejecutar acciones sencillas y progresivas.	Mejor uso de recursos y reducción de desperdicios.
Seguimiento y mejora	Medir avances y realizar ajustes.	Formalización de prácticas circulares en la gestión empresarial.

Nota. Elaborado por los autores en función de la propuesta planteada.

Conclusiones

El estudio permitió analizar el conocimiento y la aplicación de la economía circular en Pymes de la provincia del Guayas, evidenciando que existe un acercamiento inicial hacia este enfoque, aunque todavía no se encuentra plenamente consolidado. Si bien el 53,4 % de los trabajadores encuestados manifestó conocer el significado de economía circular, una proporción importante indicó no conocerlo o no estar segura, lo que demuestra la necesidad de fortalecer la comprensión del concepto y su relación con la gestión empresarial.

Los resultados también muestran que varias prácticas asociadas a la economía circular ya se aplican dentro de las Pymes, especialmente el mantenimiento de equipos antes de reemplazarlos, el ahorro de energía eléctrica y agua, el uso de medios digitales y la reutilización de materiales. Esto permite reconocer que las empresas no parten de cero, sino que cuentan con acciones previas que pueden ser organizadas y fortalecidas dentro de una estrategia más clara de economía circular.

Asimismo, se identificó que la separación o reciclaje de residuos presenta un menor nivel de aplicación en comparación con otras prácticas, lo que evidencia un aspecto que requiere mayor atención. Este hallazgo permite orientar futuras acciones hacia una gestión más integral de los recursos, incorporando no solo prácticas de ahorro y digitalización, sino también mecanismos básicos de clasificación, reutilización y disposición adecuada de residuos.

La acción considerada más útil para fortalecer fue el uso de medios digitales para reducir documentos físicos, seguida por el ahorro de energía y agua, y el mantenimiento de equipos antes de reemplazarlos. Estos resultados justifican la necesidad de una guía práctica que priorice acciones sencillas, progresivas y aplicables a la realidad de las

Pymes, con énfasis en la digitalización, el uso eficiente de recursos, el mantenimiento preventivo, la reutilización de materiales y la gestión de residuos.

Por último, la ruta práctica propuesta constituye una herramienta orientadora para que las Pymes de la provincia del Guayas puedan avanzar hacia la economía circular de manera gradual. Su aporte principal está en organizar prácticas que ya se realizan de forma aislada, convertirlas en acciones conscientes y facilitar su seguimiento dentro de la gestión empresarial, contribuyendo así a la sostenibilidad, la eficiencia operativa y el uso responsable de los recursos.

Referencias Bibliográficas

Banco Central del Ecuador. (28 de Febrero de 2020). *Banco Central del Ecuador*. https://www.bce.fin.ec/el-533-de-la-produccion-nacional-se-genera-en-guayas-y-pichincha/

Basantes, X. (4 de Septiembre de 2025). *YouTopia*. https://youtopiaecuador.com/economia-circular-ecuador-empresas-modelo-productivo/

Bassi, F., y Guidolin, M. (2021). *MDPI*. Departamento de Ciencias Estadísticas, Universidad de Padua: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/21/12136

Bravo, M., Tamayo, G., Vinueza, A., y Granizo, X. (14 de Julio de 2024). *Revista Investigo*. https://www.revistainvestigo.com/EditorInvestigo/index.php/hm/article/view/104

CEPAL. (2021). *CEPAL*. https://www.cepal.org/es/temas/micro-pequenas-medianas-empresas-mipyme/acerca-microempresas-pymes

CEPAL. (21 de Agosto de 2021). *CEPAL*. https://www.cepal.org/es/publicaciones/47183-transformacion-digital-mipymes-elementos-diseno-politicas

Compilatio. (Julio de 2024). *Compilatio*. https://www.compilatio.net/es/noticias/investigacion-cuantitativa

Guevara , G., Verdesoto, A., y Castro , N. (Julio de 2020). *ReciMundo*. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7591592.pdf

INEC. (2025). *INEC*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/directoriodeempresas/

INEC. (Octubre de 2025). *INEC*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Registro_Empresas_Establecimientos/2024/Semestre_II/Principales_Resultados_REEM_2024.pdf

Moreano, C., Moreano, G., Escobar, T., y Guerrero, L. (Abril de 2025). *Revista Científica Multidisciplinar Ciencia Latina*. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/10209506.pdf

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) . (3 de Febrero de 2021). *Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) .* https://www.oecd.org/en/publications/2021/02/the-digital-transformation-of-smes_ec3163f5.html?utm_source=chatgpt.com

Pancorbo, J., Anzules , E., Carrera, C., y Pancorbo, J. (2024). *Revista Mundo Recursivo*. https://www.atlantic.edu.ec/ojs/index.php/mundor/article/view/246

Parlamento Europeo. (23 de Mayo de 2023). *Parlamento Europeo*. https://www.europarl.europa.eu/topics/es/article/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios

Registro Estadístico de Empresas 2024 . (2025). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Registro_Empresas_Establecimientos/2024/Semestre_II/Principales_Resultados_REEM_2024.pdf

Rodríguez, B., Duque, M., Moncayo , H., Reinoso , E., y Tarquino , M. (2025). *Revista Científica Conectividad*. https://www.redalyc.org/journal/7778/777882650009/html/

UNEP. (5 de OCTUBRE de 2021). *UNEP*. https://www.unep.org/resources/publication/role-business-moving-linear-circular-economies?utm_source=chatgpt.com

Unión Europea. (3 de Junio de 2022). *Unión Europea*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.eeas.europa.eu/sites/default/files/4pager_-_economia_circular_ue_1.pdf

Vera , T., Castro, M., Candelario , S., Cedeño, Y., Contreras , M., y Gomez , J. (10 de Septiembre de 2024). *Ciencia y Desarrollo. Universidad Alas Peruanas*. https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9816450.pdf

Zaman, M. (Febrero de 2025). *Science Direct*. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652625001805

Anexos

Figura 1.

Evidencia de la cantidad de respuesta pregunta 1 y 2.

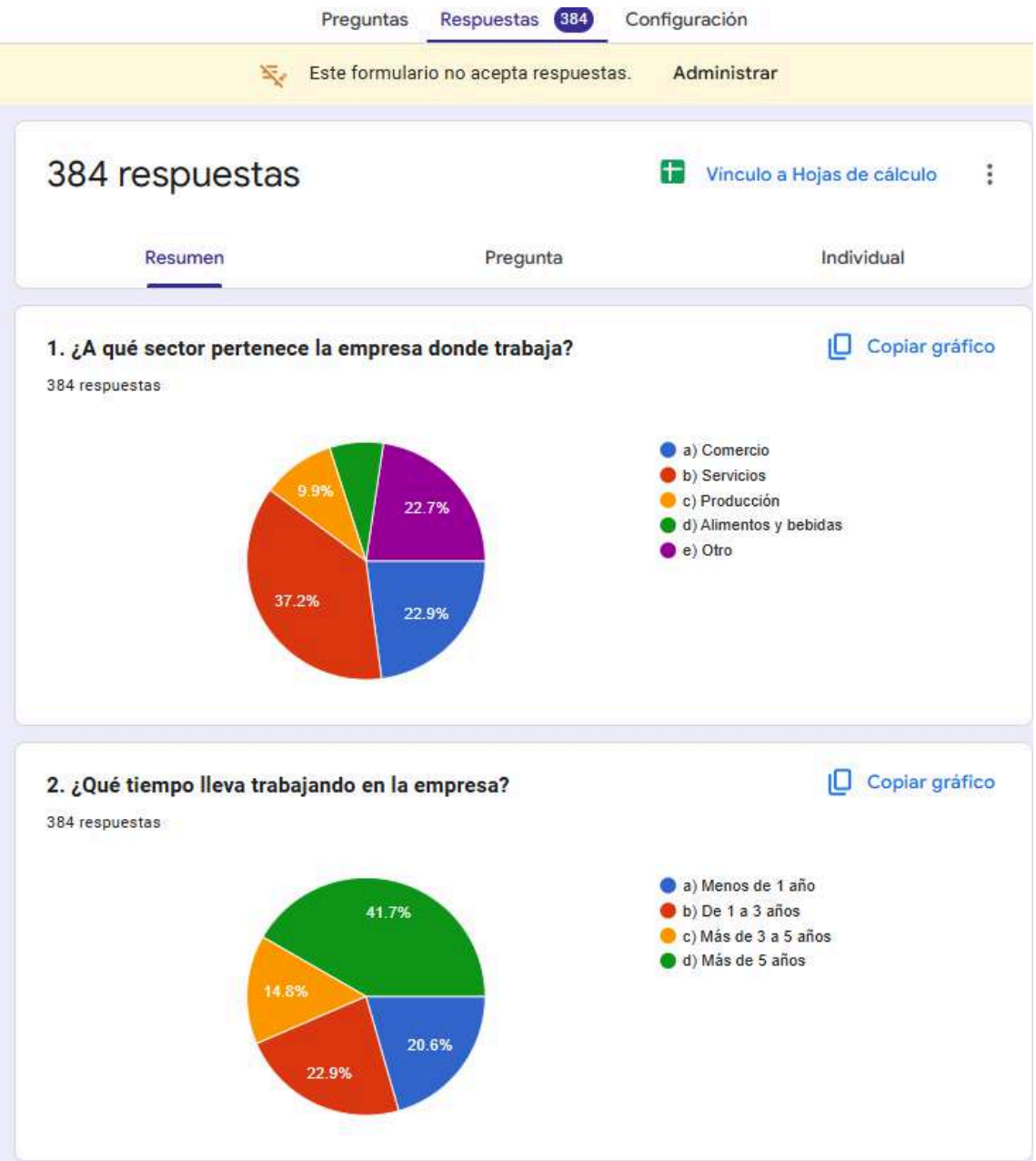


Figura 2.

Evidencia de la cantidad de respuestas 3,4 y 5

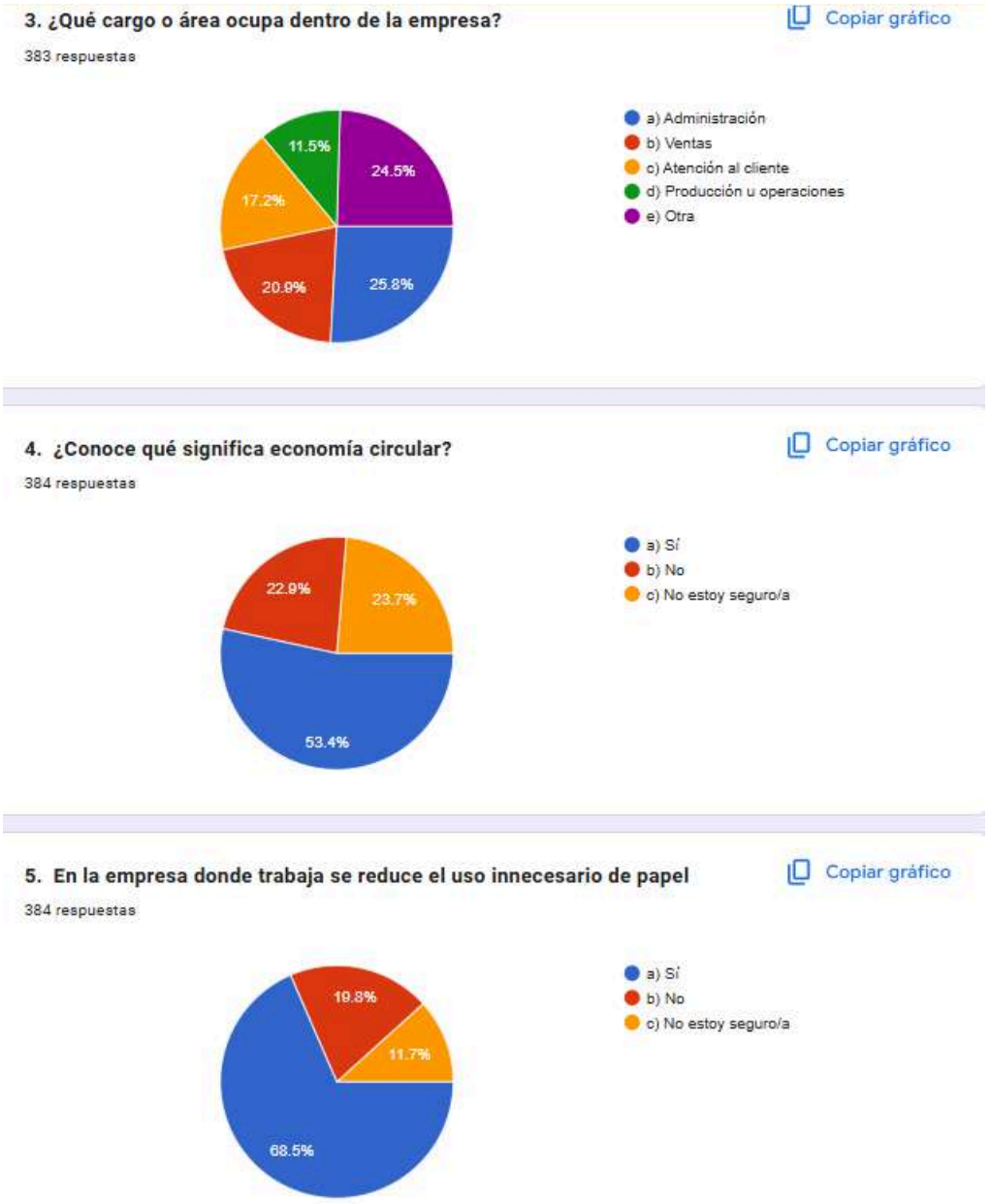


Figura 3.

Evidencia de la cantidad de respuestas 6, 7 y 8

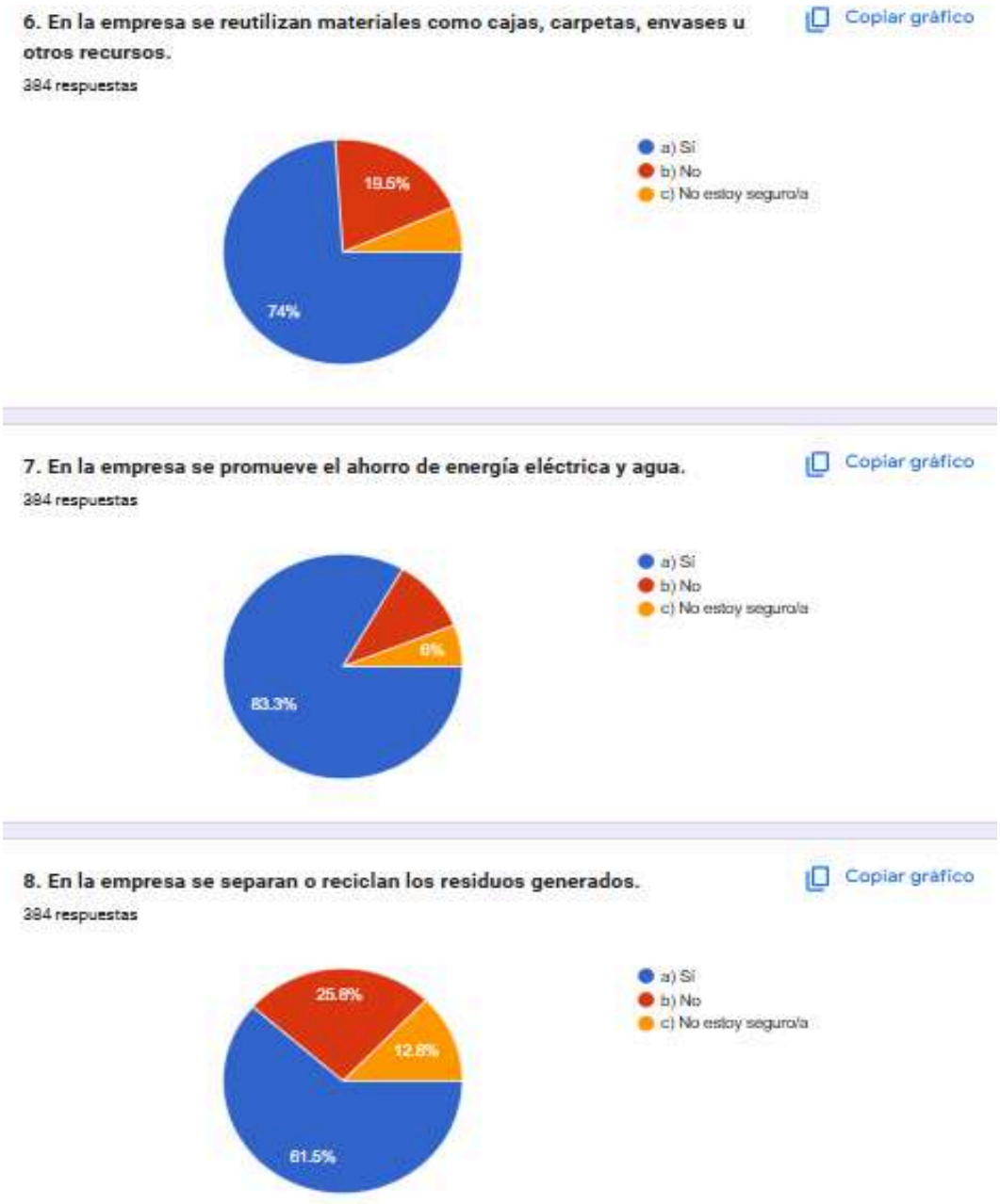
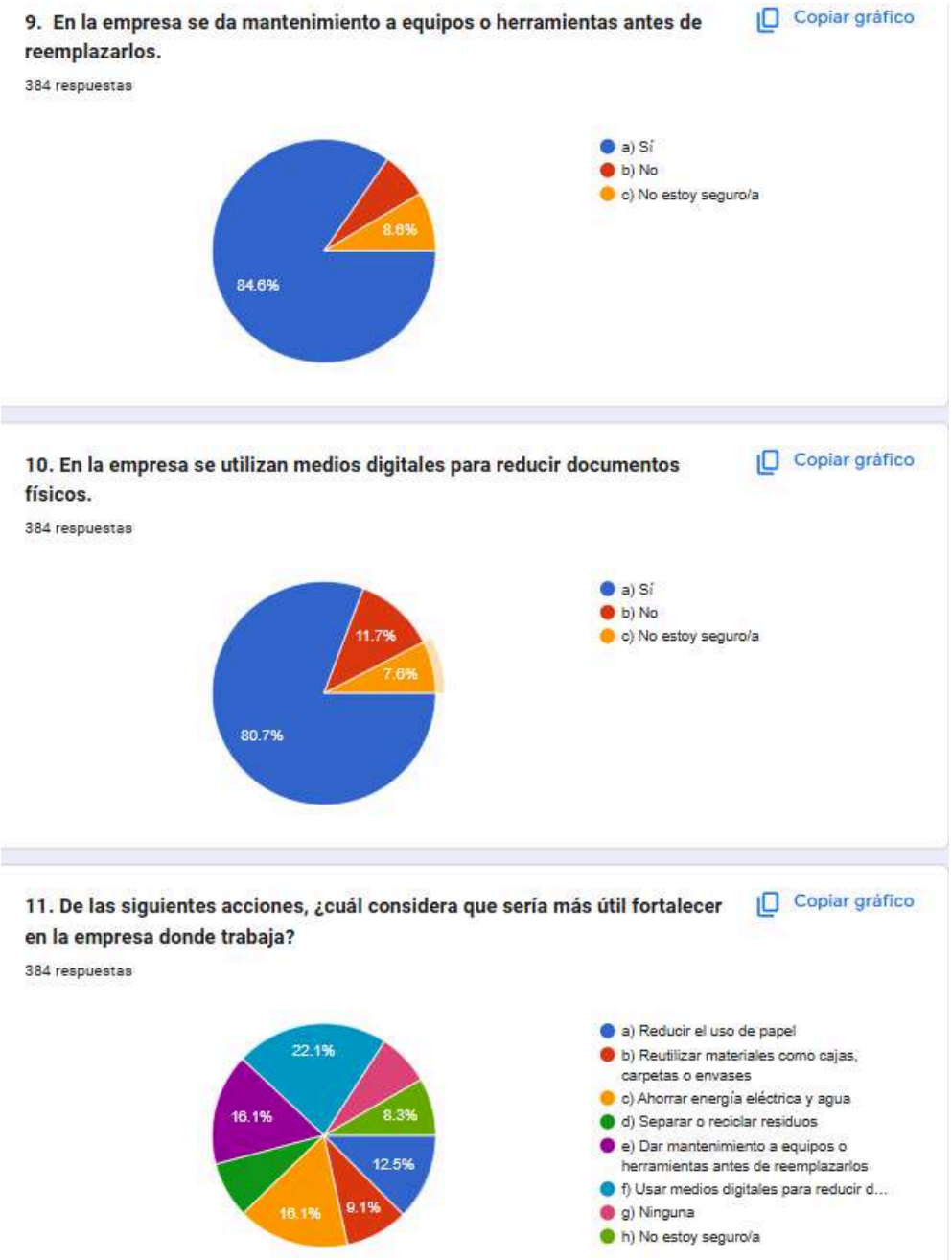


Figura 3.

Evidencia de la cantidad de respuestas 9, 10 y 11



Prácticas sostenibles y competitividad percibida en microempresas de Ximena y Febres Cordero, Guayaquil.

Sustainable practices and perceived competitiveness in microenterprises of Ximena and Febres Cordero, Guayaquil.

Práticas sustentáveis e competitividade percebida em microempresas de Ximena e Febres Cordero, Guayaquil.

Wilson Navia Cevallos
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
wilsonnaviac@gmail.com
https://orcid.org/0009-0009-4102-5291

Milady Tóala Magallanes
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
miladytoala24@gmail.com
https://orcid.org/0009-0008-8371-1292

Andrea Obando Flores
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
Domenicareina@hotmail.com
https://orcid.org/0009-0005-7292-1989

Juan Carlos Chusan Banchon
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
jchusan1998@gmail.com
https://orcid.org/0009-0008-3103-6280

Andrea Patricia Loor Murillo
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
andrealoor2218@gmail.com
https://orcid.org/0009-0006-2768-4985

Luis Domingo Tobar Miranda
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
econ_luistobar@hotmail.com
https://orcid.org/0000-0001-6991-1679

Forma de citación en APA, séptima edición.

Navia, W; Tóala, M; Obando, A; Chusan, J; Loor, A; y Tobar, L. (2026). Prácticas sostenibles y competitividad percibida en microempresas de Ximena y Febres Cordero, Guayaquil. Revista Ibero Research, 1(7), 675 – 696.

Fecha de presentación: 04/09/2026 **Fecha de aceptación:** 12/09/2026 **Fecha de publicación:** 13/09/2026

Resumen

El estudio examinó el grado de adopción de prácticas sostenibles y la percepción de su contribución a la competitividad en microempresas de las parroquias Ximena y Febres Cordero, Guayaquil. Se desarrolló una investigación descriptiva, no experimental y transversal, con un componente cualitativo complementario. Participaron 100 establecimientos de las parroquias Ximena y Febres Cordero, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Se aplicó un cuestionario digital de diez ítems cerrados en escala Likert de cinco puntos y una pregunta abierta. Los datos se analizaron mediante frecuencias, porcentajes, medias descriptivas y categorización temática. Las prácticas con mayor respuesta favorable fueron la reducción del consumo eléctrico (66 %) y del agua (53 %), mientras que la separación de residuos (25 %) y el uso de materiales reutilizables (27 %) mostraron menor adopción. El 68 % percibió reducción de costos, el 64 % consideró que la sostenibilidad fortalece la competitividad y el 80 % expresó disposición a ampliar estas prácticas. Las principales barreras fueron la falta de presupuesto (40 %) y el desconocimiento técnico (18 %). Se concluye que existe una orientación favorable hacia la sostenibilidad, pero su consolidación requiere formación, acompañamiento institucional y mecanismos financieros accesibles.

Palabras clave: ecoeficiencia; economía circular; gestión ambiental; percepción empresarial; transición verde.

Abstract

This study examined the adoption of sustainable practices and the perceived contribution of sustainability to competitiveness among microenterprises in southern Guayaquil. A descriptive, non-experimental, cross-sectional design with a complementary qualitative component was used. The sample comprised 100 establishments located in the Ximena and Febres Cordero parishes, selected through non-probability convenience sampling. Data were collected using a digital questionnaire with ten closed items on a five-point Likert scale and one open-ended question. Frequencies, percentages, descriptive means, and thematic categorization were used for analysis. The highest favorable responses concerned electricity consumption reduction (66%) and water conservation (53%), whereas waste separation (25%) and the use of reusable materials (27%) showed lower adoption. In addition, 68% perceived operating cost reductions, 64% considered that sustainability strengthens competitiveness, and 80% expressed willingness to expand sustainable practices. The main barriers were insufficient budget (40%) and limited technical knowledge (18%). The study concludes that microenterprises show a favorable orientation toward sustainability, although stronger training, institutional support, and accessible financing mechanisms are required to consolidate these practices.

Keywords: eco-efficiency; circular economy; environmental management; business perception; green transition.

Resumo

O estudo examinou o grau de adoção de práticas sustentáveis e a percepção de sua contribuição para a competitividade em microempresas do sul de Guayaquil. Foi desenvolvida uma pesquisa descritiva, não experimental e transversal, com componente qualitativo complementar. Participaram 100 estabelecimentos das paróquias Ximena e Febres Cordero, selecionados por amostragem não probabilística por conveniência. Aplicou-se um questionário digital com dez itens fechados em escala Likert de cinco pontos e uma pergunta aberta. Os dados foram analisados por frequências, percentuais, médias descritivas e categorização temática. As respostas favoráveis mais altas corresponderam à redução do consumo de eletricidade (66%) e de água (53%), enquanto a separação de resíduos (25%) e o uso de materiais reutilizáveis (27%) apresentaram menor adoção. Além disso, 68% perceberam redução de custos, 64% consideraram que a sustentabilidade fortalece a competitividade e 80% demonstraram disposição para ampliar essas práticas. As principais barreiras foram a falta de orçamento (40%) e o conhecimento técnico limitado (18%). Conclui-se que existe orientação favorável à sustentabilidade, embora sejam necessários formação, apoio institucional e mecanismos de financiamento acessíveis.

Palavras-chave: ecoeficiência; economia circular; gestão ambiental; percepção empresarial; transição verde.

Introducción

La sostenibilidad empresarial ha dejado de circunscribirse a las grandes organizaciones y se ha convertido en una cuestión de gestión para unidades productivas de menor escala. En las micro y pequeñas empresas, su incorporación puede expresarse mediante decisiones cotidianas sobre consumo de energía y agua, manejo de residuos, materiales, condiciones laborales y relación con el entorno. La revisión sistemática de Becerra-Bizarrón y Gomez-Bernal (2025) muestra que estas prácticas abarcan dimensiones ambientales, sociales, económicas, tecnológicas y estratégicas, y que su potencial competitivo depende de las capacidades reales de cada negocio.

La relevancia de este tema es particularmente alta en América Latina y el Caribe. Las micro, pequeñas y medianas empresas representan el 99,5 % del tejido empresarial regional y cerca de nueve de cada diez unidades corresponden a microempresas, por lo que cualquier transición productiva sostenible requiere considerar sus restricciones de escala, financiamiento y capacidades (OECD/CAF/SELA, 2024). La agenda de sostenibilidad, por tanto, no puede limitarse a estándares diseñados para compañías con departamentos especializados, sino que necesita mecanismos aplicables a establecimientos con recursos humanos y financieros reducidos.

En Ecuador, la estructura empresarial refuerza esta necesidad. El Registro Estadístico de Empresas reportó 1.204.276 empresas activas de manera provisional para 2025; de ellas, las microempresas concentraron aproximadamente el 93 % y los sectores de servicios y comercio reunieron la mayor parte de las unidades económicas (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2026). Esta configuración evidencia que la sostenibilidad de los negocios de menor tamaño tiene implicaciones para la eficiencia productiva, la resiliencia económica y el desempeño ambiental del país.

Las microempresas enfrentan, sin embargo, una transición desigual. La OECD (2023) advierte que las pequeñas empresas suelen disponer de menos recursos, conocimiento especializado y capacidad de inversión para responder a los cambios vinculados con la transición verde. En la región, los instrumentos de política ambiental y los incentivos dirigidos de forma específica a las pymes todavía presentan brechas de cobertura y articulación (OECD/CAF/SELA, 2024). Estas condiciones pueden conducir a una adopción selectiva: se implementan primero las acciones de bajo costo o de retorno visible, mientras se postergan aquellas que demandan inversión, coordinación externa o cambios organizacionales.

El financiamiento constituye una dimensión decisiva de ese proceso. La evidencia internacional señala que las restricciones crediticias y el costo del capital reducen la capacidad de las pymes para financiar inversiones verdes, aun cuando exista interés por mejorar su desempeño ambiental (OECD, 2024). En América Latina y el Caribe, Rodríguez Armas et al. (2022) proponen combinar herramientas de diagnóstico, asistencia técnica y financiamiento para que las mipymes puedan identificar brechas y convertir la sostenibilidad en decisiones empresariales factibles. Esta perspectiva resulta pertinente para contextos donde la liquidez diaria condiciona la posibilidad de realizar inversiones de mediano plazo.

La economía circular amplía el desafío porque exige modificar rutinas de compra, consumo, reutilización y disposición de materiales. Takacs et al. (2022) identifican barreras internas como escasez de recursos, falta de conocimiento, orientación de corto plazo y percepción de riesgos, junto con barreras externas asociadas con mercado, tecnología, regulación y comportamiento social. Mishra et al. (2022) también muestran que la adopción de prácticas circulares en mipymes depende de un conjunto de

obstáculos que no se resuelve únicamente con voluntad empresarial. De ahí que separar residuos o sustituir materiales requiera condiciones organizacionales y de entorno diferentes a las necesarias para apagar equipos o reducir consumos.

La formación del propietario o administrador también influye en la capacidad de reconocer oportunidades sostenibles. Clemente-Almendros et al. (2025) encontraron que la formación del gerente, la agilidad organizacional y otras características empresariales se relacionan con una mayor adopción de prácticas sostenibles en pymes. Desde otra perspectiva, Ngo (2023) señala que las prácticas de gestión ambiental funcionan como respuesta organizacional frente a presiones institucionales y pueden favorecer el desempeño ambiental. Estas evidencias justifican analizar no solo lo que los negocios hacen, sino también la información y las capacidades con las que cuentan para decidir.

En Guayaquil existe evidencia previa que aproxima el problema a la realidad local. Carrasquero Ferrer y Urbina Bustos (2022), en un estudio con microempresas de la parroquia Tarqui, identificaron necesidad de formación y dificultades para incorporar de manera sistemática buenas prácticas ambientales, pese al reconocimiento de sus beneficios. A ello se suma la existencia de programas de fortalecimiento empresarial promovidos mediante la metodología IMESUN, que han permitido capacitar a emprendedores y formadores vinculados con el ecosistema empresarial de Guayaquil (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2023). El escenario muestra que existe interés institucional, aunque persiste la necesidad de diagnósticos situados en distintos sectores de la ciudad.

El sur de Guayaquil reúne una diversidad de establecimientos de comercio y servicios que operan con estructuras reducidas y contacto directo con consumidores y

comunidades barriales. En este contexto, la sostenibilidad puede materializarse en decisiones simples de ecoeficiencia, pero también puede demandar recursos que compiten con necesidades operativas inmediatas. La información disponible todavía es limitada respecto de cuáles prácticas son más frecuentes, cuáles beneficios son reconocidos por los responsables de los negocios y qué obstáculos perciben para ampliar su aplicación.

La relación con la competitividad requiere una delimitación cuidadosa. La evidencia agregada reciente indica una asociación positiva entre sostenibilidad social y ambiental y competitividad de las pymes, aunque la magnitud y los mecanismos varían según contexto, sector y forma de medición (Oduro & Haylemariam, 2026). En consecuencia, un estudio descriptivo basado en percepciones no permite afirmar que las prácticas sostenibles causen mejoras competitivas; sí permite establecer si los responsables de los negocios reconocen beneficios relacionados con costos, reputación, condiciones laborales e intención de continuidad.

Este enfoque evita equiparar sostenibilidad con una única conducta ambiental. Una microempresa puede mostrar avances en consumo eficiente y, al mismo tiempo, presentar rezagos en separación de residuos, materiales reutilizables o formación. Maher et al. (2023) destacan que las transiciones hacia modelos circulares requieren acompañamiento adaptado a las necesidades de las pymes, mientras que el World Economic Forum (2025) plantea que el paso de la sostenibilidad percibida como costo hacia una oportunidad de crecimiento depende de apoyos en financiamiento, conocimiento, redes, políticas e implementación.

El problema de investigación se concreta, por tanto, en una brecha entre la disposición favorable hacia la sostenibilidad y la capacidad efectiva para incorporarla de manera

consistente en la gestión de microempresas de las parroquias Ximena y Febres Cordero, Guayaquil. La ausencia de información local suficientemente desagregada dificulta determinar si predominan prácticas de bajo costo, si los beneficios empresariales son reconocidos de manera homogénea y si las barreras principales provienen del presupuesto, el conocimiento, los insumos, el apoyo institucional o las condiciones físicas de los establecimientos.

Frente a esta problemática, el objetivo general fue analizar el nivel de adopción de prácticas sostenibles y la percepción de su contribución a la competitividad en microempresas de las parroquias Ximena y Febres Cordero, Guayaquil durante 2026. Los objetivos específicos fueron: describir la frecuencia de prácticas relacionadas con energía, agua, residuos y materiales; examinar percepciones sobre costos, reputación, condiciones laborales, capacitación, competitividad e intención de adopción futura; e identificar los principales obstáculos percibidos para ampliar la implementación de prácticas sostenibles.

Debido al alcance descriptivo, transversal y no probabilístico del estudio, no se planteó una hipótesis causal ni se pretendió estimar una relación poblacional entre sostenibilidad y competitividad. La competitividad se abordó como percepción empresarial expresada en el cuestionario y se interpretó junto con indicadores operativos y de disposición futura. Esta delimitación permite mantener correspondencia entre el problema, el diseño metodológico y el tipo de evidencia obtenida.

Metodología

Se desarrolló un estudio de alcance descriptivo, con diseño no experimental y corte transversal, orientado a analizar la adopción de prácticas sostenibles y la percepción de su contribución a la competitividad en microempresas de las parroquias Ximena y Febres Cordero, Guayaquil. Se incorporó una pregunta abierta como complemento para identificar los principales obstáculos percibidos por los participantes. La población estuvo conformada por microempresas y pequeños negocios de comercio y servicios ubicados en las parroquias Ximena y Febres Cordero. Se trabajó con una muestra de 100 establecimientos seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Participaron tiendas, comedores, picanterías, bazares, negocios de comercio menor y talleres de servicios. La información fue proporcionada por propietarios o administradores de los establecimientos.

La técnica utilizada fue la encuesta y el instrumento correspondió a un cuestionario digital elaborado en Google Forms. Estuvo integrado por diez ítems cerrados con cinco categorías de respuesta y una pregunta abierta. Los ítems evaluaron prácticas relacionadas con consumo de energía y agua, separación de residuos, uso de materiales reutilizables, reducción de costos, imagen comercial, condiciones laborales, capacitación, competitividad percibida y disposición para adoptar nuevas prácticas sostenibles. La recolección de información se realizó mediante contacto previo con los establecimientos y posterior envío del cuestionario a través de WhatsApp. La participación fue voluntaria y la información se procesó de forma agregada, sin incorporar datos que permitieran identificar individualmente a los participantes.

Los datos cuantitativos fueron analizados mediante frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar. Las respuestas de la pregunta abierta se agruparon mediante

categorización temática según el principal obstáculo señalado. El análisis mantuvo un carácter descriptivo, por lo que no se aplicaron pruebas de hipótesis ni procedimientos orientados a establecer relaciones causales. El instrumento fue tratado como un conjunto de indicadores independientes y no como una escala psicométrica global. Por esta razón, los resultados se interpretaron por ítem. La ausencia de una validación psicométrica documentada y el uso de muestreo por conveniencia constituyeron limitaciones del estudio.

Resultados

Se desarrolló un estudio de alcance descriptivo, con diseño no experimental y corte transversal, orientado a analizar la adopción de prácticas sostenibles y la percepción de su contribución a la competitividad en microempresas de las parroquias Ximena y Febres Cordero, Guayaquil. Se incorporó una pregunta abierta como complemento para identificar los principales obstáculos percibidos por los participantes. La población estuvo conformada por microempresas y pequeños negocios de comercio y servicios ubicados en las parroquias Ximena y Febres Cordero. Se trabajó con una muestra de 100 establecimientos seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Participaron tiendas, comedores, picanterías, bazares, negocios de comercio menor y talleres de servicios. La información fue proporcionada por propietarios o administradores de los establecimientos.

La técnica utilizada fue la encuesta y el instrumento correspondió a un cuestionario digital elaborado en Google Forms. Estuvo integrado por diez ítems cerrados con cinco categorías de respuesta y una pregunta abierta. Los ítems evaluaron prácticas relacionadas con consumo de energía y agua, separación de residuos, uso de materiales

reutilizables, reducción de costos, imagen comercial, condiciones laborales, capacitación, competitividad percibida y disposición para adoptar nuevas prácticas sostenibles. La recolección de información se realizó mediante contacto previo con los establecimientos y posterior envío del cuestionario a través de WhatsApp. La participación fue voluntaria y la información se procesó de forma agregada, sin incorporar datos que permitieran identificar individualmente a los participantes.

Los datos cuantitativos fueron analizados mediante frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar. Las respuestas de la pregunta abierta se agruparon mediante categorización temática según el principal obstáculo señalado. El análisis mantuvo un carácter descriptivo, por lo que no se aplicaron pruebas de hipótesis ni procedimientos orientados a establecer relaciones causales. El instrumento fue tratado como un conjunto de indicadores independientes y no como una escala psicométrica global. Por esta razón, los resultados se interpretaron por ítem. La ausencia de una validación psicométrica documentada y el uso de muestreo por conveniencia constituyeron limitaciones del estudio.

Discusión

El patrón general muestra una adopción desigual de la sostenibilidad. Las prácticas de ecoeficiencia vinculadas con consumo de energía y agua alcanzaron niveles favorables superiores a las acciones de separación de residuos y uso de materiales reutilizables. Esta diferencia es consistente con la idea de que las microempresas tienden a iniciar la transición mediante medidas operativas de menor complejidad y con beneficios económicos más visibles. La OECD (2023) señala que las limitaciones de recursos y

capacidades condicionan el ritmo de la transición verde en las pymes, especialmente cuando las acciones requieren inversiones adicionales.

La reducción del consumo eléctrico, con 66 % de respuestas favorables, constituye la práctica ambiental más extendida en la muestra. Su posición puede relacionarse con la facilidad de adoptar acciones como apagar equipos, modificar hábitos de uso o sustituir gradualmente luminarias, sin que el estudio permita identificar cuál medida específica explica el resultado. En términos de gestión, el hallazgo sugiere que la sostenibilidad encuentra una puerta de entrada cuando se conecta con eficiencia operativa y control de gastos, enfoque que también aparece en la hoja de ruta propuesta por el World Economic Forum (2025).

El consumo de agua mostró una adopción intermedia, con 53 % de respuestas favorables. Aunque el valor indica presencia de prácticas de ahorro, también revela que casi la mitad de las respuestas permaneció en niveles medios o bajos. Esta heterogeneidad es relevante porque las necesidades de agua varían entre comercios, comedores y talleres. Por ello, una intervención uniforme podría resultar poco efectiva; la capacitación debería vincular medidas de ahorro con los procesos particulares de cada tipo de establecimiento y con indicadores simples de consumo.

La separación de residuos y el uso de materiales reutilizables presentaron los porcentajes favorables más bajos entre las prácticas ambientales. Este resultado coincide con Takacs et al. (2022), quienes describen barreras internas y externas para la economía circular, entre ellas escasez de recursos, conocimiento limitado, condiciones de mercado y marcos institucionales. Mishra et al. (2022) también evidencian que las barreras para la circularidad en mipymes son multidimensionales. En el caso analizado,

las respuestas abiertas refuerzan esta lectura al señalar costos, presupuesto, apoyo y espacio como obstáculos concretos.

La menor adopción de prácticas circulares no debería interpretarse como desinterés ambiental general. La disposición futura alcanzó 80 %, mientras que el desinterés de clientes o del mercado representó solo 8 % de las barreras principales. La coexistencia de intención elevada y aplicación limitada sugiere una brecha entre disposición y capacidad de ejecución. Maher et al. (2023) muestran que los programas de acompañamiento adaptados a las pymes pueden facilitar la transición circular cuando combinan aprendizaje práctico con cambios organizacionales y apoyo del entorno.

La percepción de reducción de costos fue favorable para 68 % de los participantes. Este resultado fortalece la conveniencia de formular la sostenibilidad en términos de gestión empresarial y no exclusivamente como cumplimiento ambiental. Las microempresas pueden responder con mayor facilidad cuando una acción se traduce en ahorro, continuidad operativa o reducción de desperdicios. Rodríguez Armas et al. (2022) plantean precisamente que el diagnóstico de sostenibilidad en mipymes debe permitir identificar brechas y oportunidades que puedan conectarse con asistencia técnica y financiamiento productivo.

La dimensión de reputación mostró una lectura distinta. Solo 49 % expresó una percepción favorable de que las prácticas sostenibles mejoran la imagen y reputación comercial, y la dispersión fue la más alta de los ítems analizados. Esto indica que los beneficios reputacionales no son reconocidos de manera uniforme. En negocios de proximidad, la reputación puede depender de precio, confianza, atención y disponibilidad tanto como de atributos ambientales. Por ello, no resulta adecuado

asumir que la sostenibilidad produce automáticamente una ventaja de imagen en todos los establecimientos.

La promoción de condiciones laborales adecuadas y seguras alcanzó 68 % de respuestas favorables, lo que evidencia presencia de una dimensión social dentro de la gestión cotidiana. Sin embargo, el instrumento no midió formalización laboral, cumplimiento normativo, accidentalidad ni sistemas de seguridad y salud. El resultado debe interpretarse como percepción o práctica declarada, no como auditoría de condiciones laborales. Esta precisión es importante para evitar transformar una valoración favorable en una conclusión sobre cumplimiento que la metodología no puede demostrar.

La capacitación constituye uno de los hallazgos más críticos. Solo 12 % reportó niveles altos de capacitación o información sobre sostenibilidad, mientras que 66 % se ubicó en los dos niveles inferiores. La evidencia local de Carrasquero Ferrer y Urbina Bustos (2022) ya había identificado necesidad de formación en microempresas de Guayaquil. De forma complementaria, Clemente-Almendros et al. (2025) muestran que la formación del gerente se relaciona con la adopción de prácticas sostenibles, lo que respalda la pertinencia de fortalecer competencias aplicadas en propietarios y administradores.

La brecha formativa no implica ausencia total de iniciativas en la ciudad. La OIT (2023) documentó acciones de capacitación empresarial mediante la metodología IMESUN y la formación de profesionales vinculados con el ecosistema local. El desafío consiste en conectar ese tipo de capacidad institucional con contenidos específicos de sostenibilidad accesibles para microempresas. Módulos breves sobre eficiencia energética, uso de agua, compras, residuos, costos y opciones de financiamiento podrían resultar más pertinentes que programas generales con alta carga técnica.

El 64 % consideró que la sostenibilidad fortalece la competitividad. Este hallazgo es coherente con la evidencia internacional, pero requiere una interpretación prudente. La revisión meta-analítica de Oduro y Haylemariam (2026) identifica efectos positivos moderados de la sostenibilidad ambiental y social sobre la competitividad de las pymes. No obstante, el diseño transversal de este estudio no permite comprobar un efecto equivalente en la muestra de Guayaquil. Lo observado es una percepción favorable que puede orientar decisiones y justificar futuras investigaciones explicativas.

La competitividad percibida se acompaña de señales operativas que ayudan a comprender por qué la sostenibilidad puede resultar atractiva. El 68 % reconoció posibles reducciones de costos y 80 % mostró disposición para ampliar prácticas. Esta combinación sugiere que una parte importante de los participantes no concibe la sostenibilidad únicamente como obligación externa. Becerra-Bizarrón y Gomez-Bernal (2025) concluyen que las prácticas sostenibles pueden integrarse a estrategias competitivas de micro y pequeñas empresas, aunque subrayan la necesidad de adaptar su implementación a recursos y contextos específicos.

La falta de presupuesto, mencionada por 40 %, fue la barrera predominante. Este resultado coincide con el diagnóstico de financiamiento verde para pymes descrito por la OECD (2024), que identifica restricciones de acceso y costo financiero como obstáculos para inversiones vinculadas con la transición ambiental. En microempresas con alta sensibilidad al flujo de caja, incluso una inversión pequeña puede postergarse si compite con inventario, mantenimiento o gastos esenciales. La respuesta de política debería reducir esa tensión mediante instrumentos financieros simples y de bajo costo de transacción.

El desconocimiento técnico, con 18 %, constituye la segunda barrera principal y se conecta directamente con el bajo nivel de capacitación. La coincidencia entre ambos indicadores ofrece mayor consistencia interna al diagnóstico: no se trata únicamente de que pocos participantes hayan recibido formación, sino de que una parte identifica la falta de conocimiento como obstáculo para actuar. La OECD/CAF/SELA (2024) advierte que las políticas de desarrollo empresarial deben articular servicios, capacidades e instrumentos de transición sostenible para evitar que los negocios de menor tamaño queden fuera de las oportunidades de transformación productiva.

El costo de los materiales ecológicos, la falta de espacio físico y la falta de apoyo institucional muestran que algunas prácticas no dependen exclusivamente del comportamiento del propietario. Un establecimiento pequeño puede tener disposición para separar materiales, pero enfrentar restricciones para almacenarlos; también puede encontrar sustitutos ecológicos más costosos o carecer de proveedores adecuados. Takacs et al. (2022) describen esta interacción entre barreras internas y externas, lo que sugiere que las soluciones deben combinar ajustes dentro del negocio con condiciones de mercado y soporte institucional.

Desde una perspectiva institucional, la adopción de gestión ambiental puede entenderse como una respuesta estratégica a presiones, expectativas y oportunidades del entorno. Ngo (2023) encontró que las prácticas de gestión ambiental median la relación entre presiones institucionales y desempeño ambiental en pymes. Aunque el contexto y el diseño son distintos, esta evidencia ayuda a explicar por qué la capacitación, los incentivos, los clientes y las políticas pueden influir en la conducta empresarial. En Guayaquil, estudiar esas presiones de forma directa constituiría una línea futura de investigación.

El principal aporte del estudio radica en distinguir entre disposición, práctica efectiva y percepción de beneficios. La muestra muestra alta intención futura y valoración positiva de competitividad, pero baja adopción en residuos, materiales y capacitación. Esta combinación evita una lectura simplista de las microempresas como sostenibles o no sostenibles. Más bien, revela un proceso parcial en el que algunas acciones ya forman parte de la operación cotidiana y otras requieren recursos, conocimientos o condiciones externas que todavía no están suficientemente disponibles.

Las implicaciones prácticas se concentran en tres frentes. El primero es formación empresarial aplicada, con contenidos breves y medibles vinculados a decisiones reales del negocio. El segundo es financiamiento accesible para inversiones de eficiencia, materiales y pequeñas mejoras de infraestructura. El tercero es articulación entre municipios, universidades, gremios, proveedores y entidades financieras para convertir la intención declarada en proyectos concretos. El enfoque de apoyo combinado propuesto por Rodríguez Armas et al. (2022) resulta especialmente pertinente para este tipo de intervención.

El estudio presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar los hallazgos. El muestreo por conveniencia impide generalizar estadísticamente los resultados a todas las microempresas de las parroquias Ximena y Febres Cordero, Guayaquil. El diseño transversal no permite establecer cambios en el tiempo ni relaciones causales. Las respuestas son autodeclaradas y pueden estar sujetas a deseabilidad social. El cuestionario no fue documentado como escala psicométricamente validada y la información cualitativa provino de una sola pregunta abierta, por lo que el análisis temático tiene alcance exploratorio.

Estas limitaciones abren oportunidades para investigaciones posteriores. Una segunda fase podría utilizar un marco muestral por actividad económica, validar un instrumento multidimensional y contrastar prácticas sostenibles con indicadores objetivos de costos, ventas, productividad o fidelización. También sería pertinente incorporar entrevistas en profundidad y análisis por sector para identificar diferencias entre tiendas, alimentos, comercio menor y talleres. Un diseño longitudinal permitiría observar si la alta disposición futura reportada se convierte efectivamente en cambios de gestión.

Conclusiones

El análisis permitió establecer que la adopción de prácticas sostenibles en las microempresas estudiadas no es homogénea. Las acciones asociadas con la reducción del consumo de energía eléctrica y agua presentaron mayor presencia que la separación de residuos y el uso de materiales reutilizables. Este patrón es compatible con una incorporación gradual de la sostenibilidad, en la que las medidas de aplicación cotidiana y menor complejidad operativa avanzan con mayor rapidez que aquellas que demandan materiales, espacio, coordinación o inversión adicional.

La sostenibilidad fue valorada de manera favorable en aspectos vinculados con la gestión del negocio. Una mayoría percibió reducción de costos operativos y fortalecimiento de la competitividad, mientras la percepción de mejora de imagen y reputación resultó más dividida. Estos resultados indican que el beneficio empresarial de la sostenibilidad no es interpretado de la misma forma en todas sus dimensiones y que la competitividad observada corresponde a una percepción de los participantes, no a un efecto causal demostrado.

La dimensión social mostró una valoración favorable de las condiciones laborales adecuadas y seguras, pero coexistió con una marcada brecha de capacitación. La baja recepción de formación o información sobre sostenibilidad limita la posibilidad de convertir la disposición positiva en decisiones técnicas consistentes. En lugar de caracterizar esta situación como falta de interés, los datos respaldan la necesidad de fortalecer conocimientos prácticos y accesibles para propietarios y administradores.

Las barreras identificadas confirman que la transición sostenible está condicionada principalmente por recursos económicos y capacidades técnicas. La falta de presupuesto fue el obstáculo más frecuente, seguida del desconocimiento técnico. También aparecieron restricciones relacionadas con el costo de materiales ecológicos, el espacio físico, el apoyo institucional y la respuesta del mercado. La combinación de factores internos y externos exige intervenciones que no recaigan únicamente en la responsabilidad individual del microempresario.

La disposición de 80 % de los participantes para adoptar más prácticas sostenibles constituye la principal oportunidad identificada. Existe una base favorable para diseñar programas que relacionen sostenibilidad con eficiencia, reducción de desperdicios, continuidad operativa y mejora de capacidades. La formación modular, el acompañamiento técnico y mecanismos de financiamiento de pequeña escala pueden contribuir a que esa intención se transforme en prácticas verificables y sostenidas.

En respuesta al objetivo general, se concluye que las microempresas analizadas presentan una orientación favorable hacia la sostenibilidad y reconocen su posible contribución a la competitividad, pero mantienen una adopción parcial y diferenciada. La consolidación del proceso depende de cerrar brechas de conocimiento, financiamiento y soporte operativo. Los resultados ofrecen un diagnóstico localizado

útil para orientar acciones de capacitación y apoyo, sin pretender representar estadísticamente a la totalidad de microempresas de Guayaquil.

Referencias Bibliográficas

Becerra-Bizarrón, M. E., & Gomez-Bernal, J. R. (2025). Business sustainability practices in micro and small enterprises: A systematic review. PLOS Sustainability and Transformation, 4(11), e0000140. https://doi.org/10.1371/journal.pstr.0000140

Carrasquero Ferrer, S. J., & Urbina Bustos, S. S. (2022). Desarrollo de buenas prácticas ambientales en emprendimientos de la ciudad de Guayaquil, Ecuador mediante la implementación de proyectos de vinculación. Centrosur Agraria, 1(13), 22-32. https://centrosuragraria.com/index.php/revista/article/view/165

Clemente-Almendros, J. A., Vallejo García, M., & Blanco-Hernández, M. (2025). SMEs and sustainable practices: Identifying key factors from Spanish evidence. SAGE Open, 15(1). https://doi.org/10.1177/21582440251329631

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2026). Registro Estadístico de Empresas - REEM 2024 (Definitivo) y 2025 (Provisional). https://www.ecuadorencifras.gob.ec/directoriodeempresas/

Maher, R., Yarnold, J., & Pushpamali, N. N. C. (2023). Circular economy 4 business: A program and framework for small-to-medium enterprises (SMEs) with three case studies. Journal of Cleaner Production, 412, 137114. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137114

Mishra, R., Singh, R. K., & Govindan, K. (2022). Barriers to the adoption of circular economy practices in micro, small and medium enterprises: Instrument development, measurement and validation. Journal of Cleaner Production, 351, 131389. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131389

Ngo, Q.-H. (2023). Do environmental management practices mediate institutional pressures-environmental performance relationship? Evidence from Vietnamese SMEs. Heliyon, 9(7), e17635. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17635

OECD. (2023). OECD SME and Entrepreneurship Outlook 2023. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/342b8564-en

OECD. (2024). Financing SMEs and Entrepreneurs 2024: An OECD Scoreboard. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/fa521246-en

OECD/CAF/SELA. (2024). SME Policy Index: Latin America and the Caribbean 2024: Towards an inclusive, resilient, and sustainable recovery. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/ba028c1d-en

Oduro, S., & Haylemariam, L. G. (2026). Effect of social and environmental sustainability on SME competitiveness: A meta-analytic review. Management Review Quarterly, 76, 1891-1922. https://doi.org/10.1007/s11301-025-00519-3

Organización Internacional del Trabajo. (2023, 24 de mayo). Guayaquil se fortalece para impulsar emprendimientos sostenibles y productivos con metodología IMESUN de OIT. https://www.ilo.org/es/resource/news/guayaquil-se-fortalece-para-impulsar-emprendimientos-sostenibles-y

Rodríguez Armas, J. C., Fernandini Puga, M., Braly-Cartillier, I., & Azar, K. (2022). Driving sustainability in MSMEs in Latin America and the Caribbean: Proposal for an ESG self-assessment tool. Inter-American Development Bank. https://doi.org/10.18235/0004122

Takacs, F., Brunner, D., & Frankenberger, K. (2022). Barriers to a circular economy in small- and medium-sized enterprises and their integration in a sustainable strategic management framework. Journal of Cleaner Production, 362, 132227. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132227

World Economic Forum. (2025). Sustainability meets growth: A roadmap for SMEs and mid-sized manufacturers. https://www.weforum.org/publications/sustainability-meets-growth-a-roadmap-for-smes-and-mid-sized-manufacturers/

Microcontenidos de influencers y su influencia percibida en hábitos y aspiraciones juveniles en Guayaquil.

Influencer microcontent and its perceived influence on young people's habits and aspirations in Guayaquil.

Microconteúdos de influenciadores e sua influência percebida nos hábitos e nas aspirações de jovens em Guayaquil.

Galan Encalada Roland Homero
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
Homerogalan6@gmail.com
https://orcid.org/0009-0008-6457-0690

Crespin Andrade Lilian Karelly
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
liliandrade25lag@gmail.com
https://orcid.org/0009-0004-1113-2049

Cruz Bautista Yaritza Mariana
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
cruzyaritza02@gmail.com
https://orcid.org/0009-0007-4106-5301

Quiñonez Quintero Erika Alejandra
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
erika_jesus94@hotmail.com
https://orcid.org/0009-0003-7468-410X

Cacao Santibáñez Carlos Armando
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
cacs9011@gmail.com
https://orcid.org/0000-0003-4264-478X

Salavarria Muñoz Roxana Jamileth
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
salavarriaroxana631@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-6309-7477

Forma de citación en APA, séptima edición.

Galan, R; Crespin, L; Cruz, Y; Quiñonez, E; Cacao, C; y Salavarria, R. (2026). Microcontenidos de influencers y su influencia percibida en hábitos y aspiraciones juveniles en Guayaquil. Revista Ibero Research, 1(7), 697 – 714.

Fecha de presentación: 04/09/2026 **Fecha de aceptación:** 12/09/2026 **Fecha de publicación:** 13/09/2026

Resumen

Se exploró la influencia percibida de los microcontenidos de influencers en hábitos, aspiraciones culturales y percepciones sociales de residentes de Guayaquil de 16 a 35 años. Se desarrolló un estudio exploratorio y descriptivo con enfoque mixto y predominio cualitativo, mediante una encuesta por conveniencia a 169 personas, cuatro entrevistas a creadores, una entrevista profesional y observación de 16 microcontenidos. El 65 % manifestó total acuerdo con la influencia de valores y símbolos en su forma de pensar, y el 55 % con la confianza en los mensajes. Las entrevistas relacionaron autenticidad con coherencia y cercanía, pero mostraron diferencias respecto del cambio conductual: coexistieron relatos de recomendación cultural y motivación para el autocuidado con testimonios centrados en entretenimiento. La interpretación profesional planteó pertenencia y comparación social como posibles mecanismos. Se concluye que los microcontenidos constituyen referentes de socialización para la muestra, sin que el diseño permita demostrar causalidad o generalizar a toda la población juvenil. La diversidad de respuestas fundamenta una lectura contextual y crítica de estos mensajes.

Palabras clave: socialización digital; credibilidad; comparación social; alfabetización mediática.

Abstract

This study explored the perceived influence of influencer microcontent on habits, cultural aspirations, and social perceptions among Guayaquil residents aged 16 to 35. An exploratory, descriptive study used a mixed-methods approach with qualitative predominance, combining a convenience survey of 169 people, four creator interviews, one professional interview, and observation of 16 microcontent items. Overall, 65% strongly agreed that values and symbols influenced their thinking, and 55% strongly agreed that they trusted the messages. Interviews linked authenticity to consistency and closeness but revealed differences concerning behavioral change: accounts of cultural recommendations and motivation for self-care coexisted with entertainment-focused accounts. The professional interpretation proposed belonging and social comparison as possible mechanisms. The study concludes that microcontent provides socialization references for the sample, although the design cannot establish causality or support generalization to the entire youth population. The diversity of responses supports a contextual and critical reading of these messages.

Keywords: digital socialization; credibility; social comparison; media literacy.

Resumo

Explorou-se a influência percebida dos microconteúdos de influenciadores nos hábitos, nas aspirações culturais e nas percepções sociais de residentes de Guayaquil entre 16 e 35 anos. Realizou-se um estudo exploratório e descritivo com abordagem mista e predominância qualitativa, mediante questionário por conveniência com 169 pessoas, quatro entrevistas com criadores, uma entrevista profissional e observação de 16 microconteúdos. Ao todo, 65% concordaram totalmente com a influência de valores e símbolos em sua maneira de pensar, e 55% com a confiança nas mensagens. As entrevistas relacionaram autenticidade com coerência e proximidade, mas revelaram diferenças quanto à mudança de comportamento: relatos de recomendação cultural e motivação para o autocuidado coexistiram com depoimentos centrados no entretenimento. A interpretação profissional propôs pertencimento e comparação social como possíveis mecanismos. Conclui-se que os microconteúdos constituem referências de socialização para a amostra, sem que o desenho permita demonstrar causalidade ou generalizar para toda a população jovem. A diversidade de respostas fundamenta uma leitura contextual e crítica dessas mensagens.

Palavras-chave: socialização digital; credibilidade; comparação social; alfabetização midiática.

Introducción

Los microcontenidos de influencers presentan recomendaciones, valores y estilos de vida que pueden convertirse en referentes para las audiencias juveniles. Su relevancia social trasciende la promoción de productos, pues también se relaciona con la construcción de aspiraciones y la valoración del éxito y del reconocimiento. Sin embargo, la exposición frecuente no implica necesariamente la adopción de los modelos difundidos; las formas de participación y los significados atribuidos al contenido son dimensiones fundamentales para comprender esa relación (Avci et al., 2025).

La credibilidad y la autenticidad percibida contribuyen a explicar la relación entre creadores y seguidores. Ooi et al. (2023) destacan la importancia de la credibilidad en la valoración de mensajes comerciales, mientras que Balaban et al. (2022) examinan el papel de los vínculos parasociales en la persuasión. Estos antecedentes permiten analizar la cercanía con los influencers, aunque sus hallazgos no demuestran por sí solos cambios en hábitos o aspiraciones culturales.

La literatura también describe oportunidades de aprendizaje y motivación, junto con riesgos asociados a mensajes comerciales y representaciones idealizadas (Engel et al., 2024). Los resultados heterogéneos sobre redes sociales y bienestar muestran la necesidad de considerar las características del contenido y de sus audiencias (Valkenburg et al., 2022). Por ello, resulta pertinente estudiar cómo se interpretan estos mensajes en contextos locales, sin asumir una influencia uniforme.

En Guayaquil, esta investigación se centró en personas de 16 a 35 años que consumen contenidos de influencers. Se examinaron los hábitos como prácticas cotidianas; las aspiraciones culturales como expectativas sobre estilos de vida y experiencias deseables; y las percepciones sociales como valoraciones sobre éxito, reconocimiento y

relaciones interpersonales. El interés consistió en comprender cómo se relacionan estas dimensiones con el consumo de publicaciones breves en TikTok, Instagram y YouTube.

La pregunta de investigación fue: ¿cómo perciben las personas participantes la influencia de los microcontenidos de influencers en sus hábitos, aspiraciones culturales y percepciones sociales? El objetivo general consistió en explorar esa influencia mediante encuestas, entrevistas y observación de contenidos. Específicamente, se buscó identificar narrativas y valores, describir percepciones de credibilidad y autenticidad, contrastar recursos comunicativos según el alcance de audiencia e interpretar las experiencias relatadas. El estudio aporta una aproximación contextual a la socialización digital en Guayaquil, con un alcance exploratorio y descriptivo.

Metodología

Se desarrolló una investigación exploratoria y descriptiva, con enfoque mixto de predominio cualitativo y diseño no experimental, sin seguimiento longitudinal. Se combinaron una encuesta estructurada, entrevistas semiestructuradas y observación de microcontenidos para examinar percepciones sobre hábitos, aspiraciones culturales y relaciones sociales.

La encuesta comprendió a 169 personas de 16 a 35 años, seleccionadas mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Los criterios de inclusión fueron residencia en Guayaquil, uso activo de redes sociales y consumo habitual de contenidos de influencers. Se entrevistó a cuatro creadores seleccionados intencionalmente por su presencia o audiencia local y a una profesional de psicología. Dos creadores pertenecían al mismo proyecto de entretenimiento. Además, se observaron 16 microcontenidos de TikTok, Instagram y YouTube.

El cuestionario incluyó preguntas de caracterización y 11 enunciados con escala Likert de cinco puntos, orientados a explorar valores, autenticidad, confianza, responsabilidad e influencia percibida. Las entrevistas abordaron experiencias de interacción, recomendaciones y procesos de identificación y comparación social. La observación se organizó mediante una ficha sobre temática, lenguaje, elementos simbólicos, valores y llamados a la acción.

El análisis cuantitativo se limitó a las distribuciones porcentuales disponibles, conservando las categorías de respuesta y verificando su consistencia aritmética. Los porcentajes redondeados no se transformaron en frecuencias absolutas. Las entrevistas se organizaron mediante una síntesis temática descriptiva, atendiendo a la coherencia entre objetivos, categorías e interpretación (Braun & Clarke, 2023). Se conservaron tanto las coincidencias como los testimonios discrepantes sobre cambios de hábitos. Los testimonios de los creadores se identificaron mediante los códigos C1 a C4, y la entrevista profesional mediante P1.

Los resultados se integraron mediante una matriz por dimensiones, diferenciando las percepciones de la encuesta, los relatos de los creadores, la interpretación profesional y las características de las publicaciones. El contraste por alcance de audiencia fue cualitativo. Al no vincularse individualmente las respuestas con los contenidos observados, no se establecieron relaciones causales ni se generalizaron los hallazgos a la población juvenil de Guayaquil.

La recolección se reportó bajo consentimiento informado y confidencialidad. Los testimonios se presentaron mediante códigos y paráfrasis, sin divulgar respuestas individuales. La documentación incompleta sobre fechas, depuración de datos, validación del instrumento y consentimiento específico de menores limitó la

reproducibilidad, los enunciados que reunían varios conceptos restringieron su análisis por separado.

Resultados

Características del conjunto analizado

Se analizaron 169 respuestas de encuesta, cuatro entrevistas a creadores de contenido, una entrevista a una profesional de psicología y 16 microcontenidos. Estas fuentes aportaron información sobre percepciones de los participantes, experiencias de producción y características de los mensajes. Dos entrevistas correspondieron a creadores vinculados con un mismo proyecto de entretenimiento.

Tabla 1

Fuentes y unidades del estudio

Fuente	Unidades	Información
Encuesta	169 personas	Percepciones declaradas
Entrevistas a creadores	4 entrevistas	Experiencias de producción y retroalimentación
Entrevista profesional	1 entrevista	Interpretación sobre procesos psicosociales
Observación	16 piezas	Recursos narrativos y simbólicos

Nota. Los tamaños corresponden a unidades distintas y no se suman como una única muestra. Dos entrevistas de creadores se vincularon con un mismo proyecto.

Valores y aspiraciones culturales

El 65 % de los participantes manifestó estar totalmente de acuerdo con la influencia de los valores y símbolos de los microcontenidos en su forma de pensar. Asimismo, el 62

% expresó total acuerdo con la identificación de aspiraciones culturales en las publicaciones que consume. En ambos indicadores, las respuestas favorables concentraron el 90 % de las valoraciones registradas (tabla 2).

La observación identificó mensajes de superación, bienestar, pertenencia y éxito, junto con referencias a rutinas cotidianas y estilos de vida aspiracionales. Estos elementos describieron los valores presentes en el corpus, sin establecer su frecuencia relativa ni diferencias concluyentes según el tamaño de la audiencia.

Tabla 2

Distribución de respuestas sobre valores y aspiraciones

Indicador	TA	A	N	D	TD
Valores y símbolos en la forma de pensar	65	25	7	2	1
Identificación de aspiraciones culturales	62	28	7	2	1

Nota. Valores en porcentaje. TA = totalmente de acuerdo; A = de acuerdo; N = neutral; D = en desacuerdo; TD = totalmente en desacuerdo. Encuesta con 169 participantes. Se presentan porcentajes agregados y redondeados; no se dispone de los conteos válidos por ítem.

Confianza, autenticidad y responsabilidad.

La confianza en los mensajes, la autenticidad percibida y la responsabilidad atribuida a los influencers concentraron respuestas favorables. El total acuerdo alcanzó el 55 %, el 52 % y el 60 %, respectivamente (tabla 3). Estos resultados describen una valoración positiva de los creadores seguidos y de la responsabilidad asociada con su alcance.

En las entrevistas, la autenticidad se vinculó con mostrar situaciones cotidianas, responder a la comunidad y mantener coherencia en las recomendaciones. C1 y C2 destacaron la identificación mediante el humor; C3, la honestidad en las recomendaciones culturales; y C4, compartir experiencias personales y recomendar productos conocidos.

Tabla 3

Distribución de confianza, autenticidad y responsabilidad.

Indicador	TA	A	N	D	TD
Confianza en mensajes	55	30	10	4	1
Autenticidad percibida	52	32	9	5	2
Mayor responsabilidad de quienes tienen más seguidores	60	25	10	3	2

Nota. Valores en porcentaje. Abreviaturas y alcance de los agregados como en la tabla 2. La responsabilidad corresponde al enunciado sobre influencers con más seguidores.

Diferencias percibidas entre alcances de audiencia

El 85 % de las respuestas se concentró en las categorías de acuerdo y total acuerdo respecto de las diferencias entre influencers con muchos seguidores y comunidades pequeñas (tabla 4). El resultado indica que se reconocen diferencias entre ambos grupos, aunque no establece cuál genera mayor confianza.

En las publicaciones se identificaron recursos como lenguaje coloquial, escenas cotidianas y representaciones de estilos de vida aspiracionales. Estos recursos variaron entre los contenidos examinados, sin que pudiera atribuirse esa variación exclusivamente al número de seguidores.

Tabla 4

Percepción de diferencias entre grandes y pequeñas audiencias

Respuesta	Porcentaje
Totalmente de acuerdo	58
De acuerdo	27
Neutral	10
En desacuerdo	3
Totalmente en desacuerdo	2

Nota. La pregunta se refirió a percibir diferencias entre influencers con muchos seguidores y comunidades pequeñas. No midió superioridad de un grupo. Porcentajes agregados y redondeados del registro gráfico; sin conteos válidos por ítem.

Hábitos, aspiraciones y experiencias relatadas

Las entrevistas mostraron distintas experiencias sobre la influencia de los contenidos en las prácticas de los seguidores. C1 y C2 destacaron el entretenimiento y la identificación con situaciones cotidianas, sin afirmar cambios de hábitos. C3 describió comentarios sobre nuevas experiencias de consumo audiovisual, mientras que C4 mencionó mensajes de motivación para el autocuidado (tabla 5).

Estos relatos procedieron de la retroalimentación recibida por los creadores. Por tanto, describen experiencias comunicadas por seguidores y no cambios verificados mediante seguimiento. Los resultados del cuestionario no permitieron separar con precisión los distintos hábitos y tipos de aspiración incluidos en sus enunciados.

Tabla 5

Síntesis de testimonios sobre prácticas y aspiraciones

Código	Ámbito	Resultado relatado
C1	Humor cotidiano	Reservas sobre atribuir cambios de hábitos al entretenimiento.
C2	Humor e identificación	Reconocimiento de situaciones compartidas; no afirmó cambios de hábitos.
C3	Recomendación cultural	Comentarios sobre nuevas experiencias de consumo audiovisual.
C4	Vida cotidiana y autocuidado	Mensajes de seguidores que expresaron motivación para cuidarse.

Nota. Síntesis mediante paráfrasis de las entrevistas, sin citas textuales. C1 y C2 se vincularon con un mismo proyecto. Los cambios relatados por C3 y C4 no se verificaron mediante seguimiento de seguidores.

Percepciones sociales e integración de fuentes

La entrevista profesional identificó la pertenencia, el aprendizaje por observación y la comparación social como posibles mecanismos de influencia. También señaló oportunidades de creatividad y educación, junto con presiones asociadas a estilos de vida idealizados. Estas apreciaciones aportaron una interpretación de los hallazgos, sin constituir una evaluación psicológica de la muestra.

La integración de fuentes mostró coincidencias sobre la relevancia de la autenticidad y el reconocimiento cotidiano. En cambio, los relatos sobre hábitos presentaron diferencias entre experiencias de motivación y testimonios centrados en entretenimiento. La tabla 6 reúne estas convergencias y discrepancias.

Tabla 6

Integración de resultados por dimensión

Dimensión	Relación entre fuentes	Alcance
Valores y aspiraciones	Encuesta favorable y narrativas aspiracionales en la observación.	Convergencia temática sin vínculo individual entre exposición y respuesta.
Autenticidad y confianza	Valoraciones favorables y relatos de coherencia y cercanía.	Complementariedad entre perspectivas de recepción y emisión.
Hábitos	Relatos de motivación junto con reservas sobre cambios conductuales.	Discrepancia entre experiencias; no demuestra efectos sostenidos.
Percepciones sociales	La entrevista profesional plantea pertenencia y comparación.	Interpretación posible; no constituye una medida clínica.

Nota. Integración descriptiva de encuesta, entrevistas y observación. Las fuentes no estuvieron emparejadas por persona ni permiten inferencias causales.

Discusión

Los resultados muestran que los microcontenidos constituyen referentes de valores y aspiraciones para las personas participantes. La concentración de respuestas favorables sugiere receptividad hacia los mensajes consumidos, mientras que las entrevistas permiten reconocer distintas formas de identificación. Este hallazgo coincide con Avci et al. (2025), quienes destacan la importancia de las modalidades de participación digital para comprender su relación con la identidad.

La confianza y la autenticidad ocuparon un lugar relevante tanto en la encuesta como en los testimonios. Los creadores relacionaron estas dimensiones con la coherencia de sus recomendaciones y la cercanía con la comunidad. Esta interpretación dialoga con Ooi et al. (2023), aunque su investigación aborda resultados comerciales. Asimismo, Balaban

et al. (2022) permiten considerar la cercanía parasocial como una explicación posible, cuya presencia no se midió directamente en este estudio.

La percepción de diferencias entre creadores de distinto alcance debe interpretarse junto con la temática y el estilo comunicativo de sus publicaciones. Los resultados no establecen una superioridad de las comunidades pequeñas, pero muestran la pertinencia de examinar recursos como el humor, la interacción y las experiencias cotidianas. Estos elementos permiten comprender la influencia más allá de la popularidad de una cuenta.

Los testimonios sobre hábitos aportaron un contraste importante. Mientras algunos creadores refirieron motivación para el autocuidado y nuevas experiencias culturales, otros destacaron el entretenimiento sin reconocer cambios conductuales. Esta diversidad indica que la identificación con un contenido puede expresarse mediante recomendaciones, conversaciones o reconocimiento de experiencias compartidas, sin traducirse necesariamente en modificaciones de rutinas.

La interpretación profesional situó la comparación social como una posible fuente de presión. Este planteamiento es compatible con Castellanos Silva y Steins (2023), quienes examinaron respuestas diferentes ante imágenes de ideales de belleza y diversidad corporal. Sin embargo, la evidencia experimental de ese estudio no permite atribuir efectos equivalentes a la muestra de Guayaquil.

La amplitud del intervalo de edad también resulta relevante. Orben et al. (2022) identificaron variaciones relacionadas con el desarrollo en las asociaciones entre uso de redes y satisfacción vital. Junto con las propuestas de Orben et al. (2024) y la heterogeneidad descrita por Valkenburg et al. (2022), este antecedente refuerza la

necesidad de considerar las características personales y del contenido al interpretar experiencias de motivación, pertenencia o presión.

Los hallazgos orientan propuestas de alfabetización digital centradas en evaluar recomendaciones, reconocer mensajes comerciales y contextualizar las representaciones del éxito. Engel et al. (2024) respaldan la importancia de examinar críticamente los contenidos difundidos por influencers. Estas propuestas requieren evaluación local, pues la revisión de intervenciones en adultos de Plackett et al. (2023) muestra resultados variables que no pueden trasladarse directamente al grupo estudiado.

El alcance del estudio estuvo limitado por el muestreo por conveniencia, los autoinformes, la ausencia de seguimiento y la disponibilidad de porcentajes agregados sin conteos válidos por ítem. También influyeron los enunciados que reunían varios conceptos y la documentación incompleta del trabajo de campo. En el componente cualitativo, el corpus reducido y la participación de dos creadores de un mismo proyecto restringieron la diversidad del contraste. Estas condiciones impiden establecer causalidad o generalizar los resultados.

Futuras investigaciones deberían separar hábitos y tipos de aspiración, documentar las publicaciones analizadas y vincular la exposición con prácticas observadas a lo largo del tiempo. Esto permitiría precisar en qué condiciones los microcontenidos se relacionan con cambios cotidianos y cómo varían esas experiencias entre grupos de edad.

Conclusiones

Los microcontenidos de influencers se identificaron como referentes de valores, aspiraciones y experiencias cotidianas para la muestra estudiada en Guayaquil. Los resultados respondieron al objetivo exploratorio al mostrar cómo se percibe su influencia y qué significados se atribuyen a los mensajes consumidos.

La confianza y la autenticidad destacaron en las valoraciones de la encuesta y en los relatos de los creadores. La coherencia de las recomendaciones, la interacción y el reconocimiento de situaciones comunes fueron elementos relevantes de esa relación. Las diferencias percibidas entre audiencias no permitieron establecer que un grupo de influencers ejerciera mayor influencia que otro.

Los testimonios sobre prácticas y aspiraciones mostraron experiencias diversas. Las recomendaciones culturales y la motivación para el autocuidado coexistieron con relatos centrados en entretenimiento. El aporte principal consiste en reconocer que la influencia percibida puede manifestarse de distintas maneras, sin implicar necesariamente cambios sostenidos de hábitos.

Los hallazgos ofrecen una base para orientar la lectura crítica de los contenidos digitales y formular preguntas más precisas sobre su recepción. Las conclusiones se circunscriben a las percepciones y experiencias examinadas, de acuerdo con el alcance descriptivo del estudio.

Referencias Bibliográficas

Avci, H., Baams, L., & Kretschmer, T. (2025). A systematic review of social media use and adolescent identity development. *Adolescent Research Review, 10*, 219–236. https://doi.org/10.1007/s40894-024-00251-1

Balaban, D. C., Szambolics, J., & Chirică, M. (2022). Parasocial relations and social media influencers' persuasive power. Exploring the moderating role of product involvement. *Acta Psychologica, 230*, 103731. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2022.103731

Braun, V., & Clarke, V. (2023). Toward good practice in thematic analysis: Avoiding common problems and be(com)ing a knowing researcher. *International Journal of Transgender Health, 24*(1), 1–6. https://doi.org/10.1080/26895269.2022.2129597

Castellanos Silva, R., & Steins, G. (2023). Social media and body dissatisfaction in young adults: An experimental investigation of the effects of different image content and influencing constructs. *Frontiers in Psychology, 14*, 1037932. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1037932

Engel, E., Gell, S., Heiss, R., & Karsay, K. (2024). Social media influencers and adolescents' health: A scoping review of the research field. *Social Science & Medicine, 340*, 116387. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2023.116387

Ooi, K.-B., Lee, V.-H., Hew, J.-J., Leong, L.-Y., Tan, G. W.-H., & Lim, A.-F. (2023). Social media influencers: An effective marketing approach? *Journal of Business Research, 160*, 113773. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113773

Orben, A., Meier, A., Dalgleish, T., & Blakemore, S.-J. (2024). Mechanisms linking social media use to adolescent mental health vulnerability. *Nature Reviews Psychology, 3*, 407–423. https://doi.org/10.1038/s44159-024-00307-y

Orben, A., Przybylski, A. K., Blakemore, S.-J., & Kievit, R. A. (2022). Windows of developmental sensitivity to social media. *Nature Communications, 13*, 1649. https://doi.org/10.1038/s41467-022-29296-3

Plackett, R., Blyth, A., & Schartau, P. (2023). The impact of social media use interventions on mental well-being: Systematic review. *Journal of Medical Internet Research, 25*, e44922. https://doi.org/10.2196/44922

Valkenburg, P. M., Meier, A., & Beyens, I. (2022). Social media use and its impact on adolescent mental health: An umbrella review of the evidence. *Current Opinion in Psychology, 44*, 58–68. https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2021.08.017

Marketing de influencers y posicionamiento digital: implicaciones para marcas locales desde una revisión integrativa.

Influencer marketing and digital positioning: implications for local brands based on an integrative review.

Marketing de influenciadores e posicionamento digital: implicações para as marcas locais a partir de uma revisão integrativa.

Juana Elizabeth Anzoategui Muñiz
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
anzoateguijuana535@gmail.com
https://orcid.org/0009-0007-8926-4596

Mayerlin Yubirit Vergara Segura
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
yuribi.segura259@gmail.com
https://orcid.org/0009-0000-5739-0714

Gianella Julady Pino Zambrano
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
juladypino@gmail.com
https://orcid.org/0009-0005-0304-6068

Maria Azucena Olivo Andaluz
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
ingolivomba@gmail.com
https://orcid.org/0009-0005-1061-1985

Shirley Denisse Naranjo Criollo
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
shirley.naranjoc@gmail.com
https://orcid.org/0009-0003-8329-4197

Walter Vallejo Zurita
Instituto Tecnológico Superior Speedwriting
Ecuador
waltervallejoz@hotmail.com
https://orcid.org/0000-0003-4927-2982

Forma de citación en APA, séptima edición.

Anzoategui, J; Vergara, M; Pino, G; Olivo, M; Naranjo, S; y Vallejo, W. (2026). Marketing de influencers y posicionamiento digital: implicaciones para marcas locales desde una revisión integrativa. Revista Ibero Research, 1(7), 715 – 735.

Fecha de presentación: 04/09/2026 **Fecha de aceptación:** 12/09/2026 **Fecha de publicación:** 13/09/2026

Resumen

El estudio analizó la evidencia reciente sobre la eficacia del marketing de influencers para fortalecer el posicionamiento digital de marcas locales, con énfasis en autenticidad, credibilidad, congruencia, tamaño de audiencia y resultados de marca. Se desarrolló una revisión integrativa de alcance descriptivo-analítico. El corpus estuvo conformado por 20 publicaciones académicas de 2022 a 2026, seleccionadas por su relación directa con marketing de influencers, comportamiento del consumidor y desempeño de marca, incluyendo evidencia internacional y estudios realizados en Ecuador. Los hallazgos muestran que la efectividad no depende únicamente del número de seguidores. La autenticidad percibida, la credibilidad, la afinidad influencer-marca, el valor informativo del contenido y la relación parasocial se relacionan de manera más consistente con la confianza, el engagement, la intención de compra y la credibilidad de marca. Los micro y nano-influencers presentan ventajas en nichos y mercados de proximidad, aunque los perfiles de mayor alcance pueden favorecer notoriedad cuando existe congruencia. Se concluye que las marcas locales deben seleccionar creadores por ajuste estratégico y calidad de audiencia, y evaluar las campañas mediante indicadores de posicionamiento, interacción y conversión, evitando utilizar el alcance como criterio aislado.

Palabras clave: autenticidad percibida; credibilidad de fuente; congruencia influencer-marca; relación parasocial; comportamiento del consumidor.

Abstract

The study analyzed recent evidence on the effectiveness of influencer marketing in strengthening the digital positioning of local brands, with an emphasis on authenticity, credibility, congruence, audience size, and brand results. An integrative review with a descriptive-analytical scope was developed. The corpus consisted of 20 academic publications from 2022 to 2026, selected for their direct relevance to influencer marketing, consumer behavior, and brand performance, including international evidence and studies conducted in Ecuador. The findings show that effectiveness does not depend solely on the number of followers. Perceived authenticity, credibility, influencer-brand affinity, the informational value of the content, and the parasocial relationship are more consistently associated with trust, engagement, purchase intent, and brand credibility. Micro- and nano-influencers offer advantages in niche and local markets, although profiles with a wider reach can increase brand awareness when congruence exists. It is concluded that local brands should select creators based on strategic fit and audience quality, and evaluate campaigns using positioning, interaction, and conversion indicators, avoiding using reach as an isolated criterion.

Keywords: perceived authenticity; source credibility; influencer-brand congruence; parasocial relationship; consumer behavior.

Resumo

O estudo analisou evidências recentes sobre a eficácia do marketing de influência no fortalecimento do posicionamento digital das marcas locais, com ênfase na autenticidade, credibilidade, congruência, tamanho da audiência e resultados para a marca. Foi desenvolvida uma revisão integrativa com âmbito descritivo-analítico. O corpus foi constituído por 20 publicações académicas de 2022 a 2026, selecionadas pela sua relevância direta para o marketing de influência, comportamento do consumidor e desempenho da marca, incluindo evidências internacionais e estudos realizados no Equador. Os resultados mostram que a eficácia não depende apenas do número de seguidores. A autenticidade percebida, a credibilidade, a afinidade entre influenciador e a marca, o valor informativo do conteúdo e a relação parassocial estão mais consistentemente associadas à confiança, ao engagement, à intenção de compra e à credibilidade da marca. Os micro e nanoinfluenciadores oferecem vantagens em nichos de mercado e mercados locais, embora perfis com maior alcance possam aumentar a notoriedade da marca quando existe congruência. Conclui-se que as marcas locais devem selecionar os criadores de conteúdo com base na adequação estratégica e na qualidade da audiência, e avaliar as campanhas utilizando indicadores de posicionamento, interação e conversão, evitando a utilização do alcance como critério isolado.

Palavras-chave: autenticidade percebida; credibilidade da fonte; congruência influenciador-marca; relação parassocial; comportamento do consumidor.

Introducción

El marketing de influencers se consolidó como una modalidad de comunicación digital en la que las marcas recurren a creadores de contenido capaces de movilizar audiencias alrededor de intereses, estilos de vida y comunidades específicas. Su relevancia empresarial no se limita a la exposición de productos: la evidencia reciente muestra efectos sobre actitud, engagement, intención de compra, comportamiento de compra y ventas, aunque la magnitud de esos efectos depende de las características del contenido, del influencer, de los seguidores, de la plataforma y del tipo de producto (Pan et al., 2025). Esta condición vuelve especialmente importante diferenciar visibilidad de efectividad y alcance de posicionamiento.

Para una marca local, el problema adquiere una dimensión particular. Los presupuestos de comunicación suelen ser menores que los de empresas nacionales o multinacionales, mientras que la necesidad de generar confianza en comunidades geográficamente próximas es elevada. En ese escenario, el marketing de influencers puede reducir barreras de acceso a audiencias segmentadas, pero también puede producir resultados débiles cuando la selección se basa únicamente en el número de seguidores o en métricas superficiales. La literatura reciente ha desplazado la atención desde la popularidad hacia factores como credibilidad, autenticidad, congruencia con la marca, valor del contenido y calidad de la interacción (Pushparaj & Kushwaha, 2024; Spörl-Wang et al., 2025).

La autenticidad aparece de manera recurrente como un mecanismo central. Ren et al. (2023) encontraron que los influencers no celebridades pueden generar una intención de compra superior a la de celebridades en determinados contextos, efecto explicado parcialmente por la autenticidad percibida. En TikTok, Walsh et al. (2024) observaron

que el patrocinio puede reducir la autenticidad percibida y el engagement, especialmente en creadores populares, aunque el efecto cambia cuando la marca patrocinada es pequeña. De forma complementaria, Wang (2024) mostró que la autenticidad influye sobre la credibilidad percibida y el boca a boca positivo. Estos resultados sugieren que, para marcas locales, la cercanía simbólica puede tener un valor estratégico comparable o superior al alcance masivo.

La credibilidad y la confianza también condicionan la respuesta del consumidor. Liu y Zheng (2024) identificaron que el valor informativo, la autenticidad y la similitud percibida fortalecen las relaciones parasociales, las cuales influyen en la credibilidad de marca y la intención de compra. Garg y Bakshi (2024) encontraron que la confiabilidad, la experiencia y otros atributos de credibilidad contribuyen a la intención de compra a través de la confianza. En la misma línea, Najar et al. (2024) evidenciaron que la credibilidad del influencer puede transferirse a la confianza hacia la marca. Así, el posicionamiento digital no se explica únicamente por exposición, sino por la capacidad del creador para actuar como fuente confiable dentro de la comunidad.

El tamaño de la audiencia presenta resultados menos lineales. Van der Harst y Angelopoulos (2024), mediante el análisis de contenido de 8.076 influencers, mostraron que los microinfluencers tienen ventajas en determinadas formas de engagement, mientras que otros perfiles pueden favorecer la difusión del contenido. Gong y Holiday (2023) advierten que el número de seguidores, por sí solo, no explica las diferencias entre nano y microinfluencers, porque intervienen elementos de interacción parasocial y forma de divulgación del patrocinio. La selección estratégica exige, por tanto, analizar la composición y comportamiento de la audiencia antes de asumir que un perfil grande o pequeño será automáticamente más efectivo.

La evidencia latinoamericana y ecuatoriana refuerza la necesidad de contextualización. Campines Barría (2024) encontró que seguir influencers no implica necesariamente que estos determinen la decisión de compra, lo cual cuestiona interpretaciones excesivamente optimistas. En Guayaquil, Pillasagua Hualpa (2023) reportó que el marketing de influencers puede contribuir a ampliar el público objetivo y apoyar el posicionamiento de micro y pequeñas empresas. En Bahía de Caráquez, Rivas Macías y Lemoine Quintero (2024) identificaron efectos favorables sobre captación, satisfacción y lealtad en negocios gastronómicos. Más recientemente, León Siguencia y Manzur Rizquez (2026) mostraron que la interacción digital generada por macroinfluencers gastronómicos en TikTok depende de la narrativa y de la calidad del contenido, no solo de la visibilidad del creador.

En este estudio, el posicionamiento digital se entiende como la forma en que una marca logra ser reconocida, recordada, valorada y diferenciada dentro de entornos digitales. Para su análisis se consideraron indicadores relacionados con notoriedad, credibilidad de marca, actitud, engagement y recomendación. La intención de compra, conversión y ventas se trataron como resultados comerciales asociados, pero no como equivalentes directos del posicionamiento.

En respuesta a esta problemática, el objetivo general fue analizar la evidencia académica reciente sobre la contribución del marketing de influencers al posicionamiento digital de marcas locales. Los objetivos específicos consistieron en identificar los factores asociados con la efectividad de las colaboraciones con influencers; comparar el papel del tamaño de audiencia frente a la autenticidad, credibilidad y congruencia; y sintetizar criterios de aplicación y evaluación pertinentes para marcas locales y pequeñas empresas. El estudio se planteó como una revisión

integrativa, por lo que sus resultados representan una síntesis crítica de evidencia publicada y no una estimación causal propia sobre consumidores o empresas.

Metodología

Se desarrolló una revisión integrativa de literatura con alcance descriptivo-analítico, orientada a reunir evidencia cuantitativa, cualitativa y de síntesis sobre marketing de influencers, comportamiento del consumidor y resultados de marca, con énfasis en sus implicaciones para marcas locales y pequeñas empresas. La búsqueda se efectuó entre agosto y septiembre de 2026 en Google Scholar, Dialnet y portales editoriales académicos de Springer, Wiley, Elsevier, Emerald, SAGE y Taylor & Francis. Se emplearon combinaciones de términos en español e inglés como ‘influencer marketing’, ‘social media influencer’, ‘micro-influencer’, ‘nano-influencer’, ‘authenticity’, ‘credibility’, ‘brand positioning’, ‘engagement’, ‘purchase intention’, ‘local brands’, ‘SMEs’, ‘marketing de influencers’, ‘posicionamiento de marca’ y ‘marcas locales’.

Se incluyeron publicaciones académicas comprendidas entre 2022 y 2026 que presentaran metodología identificable y relación directa con los objetivos del estudio. Se excluyeron documentos duplicados, contenidos comerciales, artículos de opinión y trabajos sin información metodológica suficiente. Después de la revisión de títulos, resúmenes y textos completos, el corpus final quedó conformado por 20 publicaciones.

La información se organizó mediante una matriz que registró autor, año, contexto, diseño, muestra o unidad de análisis, variables examinadas y principales hallazgos. Los estudios fueron agrupados en las categorías autenticidad y credibilidad, congruencia influencer-marca, valor del contenido, tamaño de audiencia, relación parasocial, confianza y resultados de marca. Las revisiones y meta-análisis se utilizaron para

identificar patrones generales, mientras que los estudios empíricos permitieron analizar mecanismos y contextos específicos. El análisis fue cualitativo-comparativo y no se realizó un meta-análisis propio debido a la heterogeneidad de diseños, variables, plataformas y contextos de los estudios incluidos.

Resultados

El corpus estuvo compuesto por 17 investigaciones empíricas y tres trabajos de síntesis o meta-análisis. Predominaron estudios publicados entre 2023 y 2025, con presencia de encuestas, experimentos, análisis de contenido, modelamiento estructural y revisiones sistemáticas. La evidencia internacional permitió identificar mecanismos generales de eficacia, mientras que cinco trabajos latinoamericanos o ecuatorianos aportaron elementos de contextualización para negocios y mercados de proximidad.

La revisión mostró que los estudios emplearon indicadores vinculados con el posicionamiento digital, como engagement, credibilidad de marca, confianza y boca a boca, junto con resultados comerciales asociados, entre ellos intención de compra, comportamiento de compra y ventas. Esta diversidad evidencia que los efectos del marketing de influencers deben analizarse mediante dimensiones complementarias y no a partir de una única métrica.

Tabla 1.

Caracterización de las publicaciones incluidas en la revisión

Estudio	Diseño/contexto	Hallazgo relevante
Pan et al. (2025)	Meta-análisis; 251 artículos y 1.531 tamaños de efecto.	Contenido, características del seguidor y del influencer explican resultados transaccionales y no transaccionales; credibilidad y conocimiento de persuasión actúan como mecanismos.
Spörl-Wang et al. (2025)	Revisión y meta-análisis; 93 artículos, 108 estudios.	Identifica predictores consistentes de engagement e intención de compra y muestra

Estudio	Diseño/contexto	Hallazgo relevante
		que la eficacia depende de combinaciones de atributos, no de un único factor.
Pushparaj y Kushwaha (2024)	Revisión sistemática; 106 artículos.	Agrupa antecedentes de las decisiones del consumidor y confirma la naturaleza multidimensional de la eficacia del marketing de influencers.
Liu y Zheng (2024)	Estudio cuantitativo sobre seguidores de influencers.	Autenticidad, valor informativo y homofilia fortalecen la relación parasocial, la credibilidad de marca y la intención de compra.
Garg y Bakshi (2024)	Encuesta; 357 usuarios.	Credibilidad y confianza explican la intención de compra; la interacción parasocial también contribuye a la respuesta del consumidor.
Ren et al. (2023)	Tres experimentos en China, Corea del Sur y Estados Unidos.	Influencers no celebridades pueden superar a celebridades en intención de compra; la autenticidad percibida explica parte del efecto.
Van der Harst y Angelopoulos (2024)	Análisis de contenido de 8.076 influencers.	Los microinfluencers presentan ventajas en determinadas formas de engagement; el efecto del contenido varía según el tamaño de la audiencia.
Walsh et al. (2024)	Tres estudios experimentales en TikTok.	El patrocinio puede disminuir autenticidad y engagement en creadores populares; el tamaño de la marca modifica esta relación.
Gong y Holiday (2023)	Análisis de contenido patrocinado de nano y microinfluencers.	El número de seguidores no explica por sí solo el engagement; los elementos parasociales y la divulgación del patrocinio resultan relevantes.
Foroughi et al. (2024)	Encuesta; 429 participantes; PLS y fsQCA.	Credibilidad, valor del contenido y congruencia favorecen engagement, valor esperado e intención de compra.
Wang (2024)	Estudio cuantitativo sobre autenticidad de influencers.	La autenticidad fortalece credibilidad y boca a boca positivo.
Najar et al. (2024)	Encuesta; 356 participantes; SEM.	La credibilidad del influencer favorece confianza de marca e intención de compra.
Bi y Zhang (2023)	Encuesta; modelos de mediación y moderación.	La relación parasocial y la credibilidad influyen en actitudes hacia el producto e intención de compra.
Rungruangjit (2022)	Estudio de comercio en vivo; enfoque cuantitativo.	Congruencia, credibilidad y relación parasocial explican intención de compra en entornos de live streaming.

Estudio	Diseño/contexto	Hallazgo relevante
Zniva et al. (2023)	Investigación sobre gestión de autenticidad.	La autenticidad es dinámica y debe gestionarse de forma coherente con el estilo del creador y las expectativas de la audiencia.
Campines Barría (2024)	Encuesta; 88 consumidores.	Seguir influencers no implica influencia automática en la compra; una mayoría declaró no sentirse determinada por ellos.
Pillasagua Hualpa (2023)	Investigación aplicada en micro y pequeñas empresas de Guayaquil.	El marketing de influencers amplía el público objetivo y puede apoyar el posicionamiento empresarial.
Rivas Macías y Lemoine Quintero (2024)	Encuesta; 24 restaurantes de Bahía de Caráquez.	Se reportaron efectos favorables sobre captación de clientes, satisfacción y lealtad; Instagram y TikTok aparecen entre las plataformas relevantes.
Enriquez Rendon y Coyago Loaiza (2025)	Entrevistas a cinco influencers ecuatorianos; análisis temático.	Autenticidad, conexión emocional y confianza aparecen como dimensiones centrales de la efectividad percibida.
León Siguencia y Manzur Rizquez (2026)	Análisis de contenido gastronómico en TikTok, Cuenca.	La visibilidad de negocios locales depende de narrativa, calidad audiovisual, tendencias e interacción, además del alcance del macroinfluencer.

Nota. Elaboración propia a partir del corpus de 20 publicaciones seleccionadas, 2022-2026.

La categoría más consistente fue autenticidad y credibilidad. Los resultados de Liu y Zheng (2024), Garg y Bakshi (2024), Wang (2024), Najar et al. (2024) y Ren et al. (2023) convergen en que una recomendación adquiere mayor capacidad persuasiva cuando el creador es percibido como confiable, experto, coherente con su identidad y cercano a la audiencia. Las revisiones de Pan et al. (2025) y Spörl-Wang et al. (2025) respaldan esta lectura al situar la credibilidad como un mecanismo relevante entre los antecedentes de una campaña y sus resultados.

La congruencia entre influencer, contenido y marca apareció como segundo eje. Foroughi et al. (2024) muestran que el ajuste entre producto e influencer fortalece determinados efectos sobre el valor esperado de la marca, mientras Rungruangjit (2022) identifica la congruencia como variable asociada con la intención de compra. La

evidencia indica que la colaboración funciona mejor cuando el producto puede integrarse de manera verosímil al tipo de contenido, estilo y comunidad del creador.

El tamaño de la audiencia no presentó una relación universal con la eficacia. Van der Harst y Angelopoulos (2024) encontraron ventajas de los microinfluencers en formas específicas de engagement, Ren et al. (2023) observaron mejores respuestas hacia influencers no celebridades en ciertos escenarios y Gong y Holiday (2023) mostraron que las diferencias entre nano y microinfluencers no se explican adecuadamente solo por el número de seguidores. Walsh et al. (2024) añaden que la popularidad puede interactuar con el tamaño de la marca y la percepción de patrocinio. Para marcas locales, estos resultados favorecen la selección por calidad de audiencia y afinidad antes que por volumen absoluto.

La interacción parasocial y la confianza se comportaron como mecanismos de conexión. Bi y Zhang (2023), Liu y Zheng (2024), Garg y Bakshi (2024) y Rungruangjit (2022) coinciden en que la sensación de cercanía con el creador puede aumentar la receptividad hacia la recomendación. Esta relación resulta especialmente relevante en comunidades pequeñas o segmentadas, donde la familiaridad y la recurrencia del contacto pueden facilitar que la marca sea incorporada al repertorio de opciones del consumidor.

La evidencia local mostró resultados favorables, pero también mayor heterogeneidad metodológica. Pillasagua Hualpa (2023), Rivas Macías y Lemoine Quintero (2024) y León Siguencia y Manzur Rizquez (2026) describen incrementos de visibilidad, interacción o desempeño comercial en contextos ecuatorianos. Sin embargo, Campines Barría (2024) encontró que una proporción importante de consumidores no reconoce influencia directa sobre su compra. En conjunto, los hallazgos locales apoyan el valor potencial de la estrategia, pero no justifican asumir que la exposición a influencers se transforma automáticamente en conversión.

Tabla 2.

Factores asociados con la efectividad del marketing de influencers y su aplicación en marcas locales

Factor	Síntesis de la evidencia	Fuentes representativas
Autenticidad y credibilidad	Incrementan confianza, aceptación del mensaje, credibilidad de marca y predisposición favorable.	Liu & Zheng, 2024; Garg & Bakshi, 2024; Wang, 2024; Ren et al., 2023
Congruencia influencer-marca	La afinidad temática y de valores reduce la percepción de asociación forzada y mejora la transferencia de significado.	Foroughi et al., 2024; Rungruangjit, 2022; Pan et al., 2025
Valor del contenido	Información útil, entretenimiento y calidad narrativa favorecen engagement e intención de compra.	Pan et al., 2025; León Siguencia & Manzur Rizquez, 2026
Relación parasocial	La cercanía percibida y la interacción recurrente fortalecen confianza y receptividad.	Bi & Zhang, 2023; Liu & Zheng, 2024; Garg & Bakshi, 2024
Tamaño de audiencia	No funciona como predictor aislado; los perfiles pequeños pueden destacar en nichos y engagement, mientras los grandes favorecen alcance.	Van der Harst & Angelopoulos, 2024; Gong & Holiday, 2023; Walsh et al., 2024
Transparencia comercial	El patrocinio modifica la autenticidad percibida y debe gestionarse con coherencia y claridad.	Walsh et al., 2024; Pan et al., 2025
Medición de resultados	La eficacia requiere combinar indicadores no transaccionales y transaccionales.	Pan et al., 2025; Spörl-Wang et al., 2025; Campines Barría, 2024

Nota. Los factores no actúan de forma independiente; la literatura describe efectos combinados y dependientes del contexto, la plataforma y el tipo de producto.

La síntesis permitió derivar criterios prácticos para la gestión de campañas de marcas locales. El primer criterio consiste en definir el objetivo antes de seleccionar al creador. Una campaña orientada a notoriedad puede requerir mayor alcance, mientras una campaña orientada a confianza, prueba de producto o conversión en un nicho puede beneficiarse de perfiles pequeños con mayor afinidad. El segundo criterio es verificar que la audiencia tenga correspondencia geográfica, demográfica o temática con el mercado real de la marca. El tercero consiste en diseñar un contenido suficientemente

natural para conservar la identidad del creador sin perder los elementos distintivos de la propuesta de valor de la empresa.

Tabla 3.

Criterios de selección y evaluación para campañas de marcas locales

Decisión	Criterio	Indicadores de evaluación
Objetivo de campaña	Definir si se busca notoriedad, consideración, prueba, tráfico, ventas o fidelización.	Alcance cualificado, búsquedas de marca, clics, visitas, conversiones.
Afinidad con la marca	Evaluar coherencia temática, valores, tono y experiencia real con la categoría.	Comentarios de calidad, sentimiento, credibilidad percibida, menciones.
Calidad de audiencia	Priorizar correspondencia geográfica y de nicho sobre volumen de seguidores.	Ubicación de seguidores, tasa de interacción, participación recurrente.
Calidad del contenido	Favorecer información útil, demostración, narrativa y formato adecuado a la plataforma.	Retención, guardados, compartidos, respuestas, visualización completa.
Transparencia y riesgo	Establecer divulgación de patrocinio, lineamientos de marca y criterios reputacionales.	Sentimiento, incidencias, comentarios negativos, coherencia del mensaje.
Retorno y aprendizaje	Comparar resultados con inversión y conservar datos para futuras campañas.	Costo por interacción, costo por adquisición, ventas atribuibles y recompra.

Nota. Los indicadores deben ajustarse al objetivo y a la capacidad de medición de cada negocio; no todos los resultados son atribuibles exclusivamente al influencer.

Discusión

La evidencia revisada permite descartar una idea frecuente en la práctica empresarial: la efectividad del marketing de influencers no aumenta de manera automática con el número de seguidores. Los meta-análisis recientes muestran que los resultados dependen de configuraciones de contenido, audiencia, influencer y plataforma (Pan et al., 2025; Spörl-Wang et al., 2025). Esta conclusión es especialmente relevante para marcas locales, porque evita convertir la contratación del perfil con mayor alcance en la decisión central de la campaña.

El papel de la autenticidad explica parte de esta diferencia. En mercados de proximidad, la credibilidad puede construirse a partir de la percepción de semejanza, experiencia, coherencia y familiaridad. Ren et al. (2023) muestran que los influencers no celebridades pueden generar respuestas superiores en determinadas condiciones, mientras Walsh et al. (2024) evidencian que la popularidad elevada puede hacer más visible el carácter comercial del contenido y reducir engagement cuando se deteriora la autenticidad. Por ello, los micro y nano-influencers no deben considerarse superiores por definición, sino potencialmente adecuados cuando su comunidad coincide con el nicho de la marca y la colaboración conserva coherencia.

La relación entre autenticidad y posicionamiento se produce principalmente por mecanismos intermedios. Liu y Zheng (2024) vinculan autenticidad, valor informativo y homofilia con relación parasocial, credibilidad de marca e intención de compra. Wang (2024) conecta autenticidad con credibilidad y boca a boca positivo, mientras Garg y Bakshi (2024) resaltan el papel de la confianza. Estos resultados indican que el posicionamiento digital no debería evaluarse únicamente por impresiones o alcance, porque una campaña puede generar exposición sin fortalecer la forma en que la marca es recordada, valorada o recomendada.

La congruencia influencer-marca constituye otra condición de eficacia. Cuando el creador promociona categorías alejadas de su contenido habitual, la audiencia puede interpretar la recomendación como una inserción comercial poco creíble. Foroughi et al. (2024) y Rungruangjit (2022) muestran que el ajuste y la credibilidad fortalecen respuestas favorables hacia las marcas. Para pequeñas empresas, esta evidencia sugiere que una colaboración con menor alcance, pero mayor afinidad temática y de audiencia, puede resultar más pertinente que una asociación de gran alcance sin correspondencia con el mercado objetivo. El meta-análisis de Pan et al. (2025) identifica el valor

informativo y hedónico como antecedentes relevantes de la respuesta del consumidor. La evidencia ecuatoriana más reciente coincide con esta orientación: León Siguencia y Manzur Rizquez (2026) muestran que la interacción generada por contenido gastronómico en TikTok se relaciona con narrativa, calidad audiovisual y tendencias. En términos prácticos, la campaña debe concebirse como una pieza de contenido con utilidad o experiencia para la audiencia, no como una simple inserción del producto.

Los hallazgos ecuatorianos permiten aterrizar la discusión, aunque deben interpretarse con prudencia. Pillasagua Hualpa (2023) reporta posibilidades de ampliación de público y posicionamiento para micro y pequeñas empresas de Guayaquil, y Rivas Macías y Lemoine Quintero (2024) describen resultados favorables en negocios gastronómicos. No obstante, sus diseños y tamaños de muestra limitan la generalización. Campines Barría (2024), además, muestra que seguir influencers no equivale a reconocer una influencia directa sobre la compra. Esta divergencia confirma que la eficacia depende de condiciones de ejecución y que las ventas no deben asumirse como consecuencia necesaria de la exposición.

La medición constituye uno de los principales retos para marcas locales. Una estrategia centrada exclusivamente en seguidores, likes o reproducciones puede sobredimensionar el desempeño si no existe correspondencia con los objetivos comerciales. Pan et al. (2025) distinguen resultados no transaccionales, como actitud y engagement, de resultados transaccionales, como compra y ventas. Esta separación resulta útil para pequeñas empresas: primero puede observarse un cambio en notoriedad, credibilidad o interacción y, posteriormente, una respuesta en tráfico, consultas o conversiones. La evaluación requiere seguir el recorrido completo y reconocer que cada indicador representa una etapa diferente.

De la revisión se desprende una lógica de selección basada en ajuste estratégico. Para campañas de descubrimiento local pueden ser útiles creadores con alta penetración geográfica; para confianza y consideración conviene priorizar credibilidad, interacción y experiencia en la categoría; para conversión resulta necesario incorporar mecanismos de atribución como códigos, enlaces, formularios o promociones rastreables. Esta diferenciación reduce la dependencia de métricas de vanidad y facilita comparar el costo de la colaboración con el resultado esperado.

La principal implicación teórica consiste en comprender el posicionamiento digital como resultado de una cadena y no como un efecto inmediato del endorsement. Características del influencer y del contenido influyen sobre autenticidad, credibilidad, relación parasocial y confianza; estas variables, a su vez, modifican engagement, actitud, recomendación e intención de compra. Las revisiones recientes muestran que no existe una configuración universalmente superior (Pushparaj & Kushwaha, 2024; Spörl-Wang et al., 2025). En consecuencia, el valor del marketing de influencers para marcas locales reside en su capacidad de conectar una propuesta de valor con una comunidad pertinente bajo condiciones de credibilidad.

El estudio presenta limitaciones propias de una revisión integrativa. El corpus fue deliberadamente acotado a publicaciones recientes y pertinentes, sin pretender exhaustividad bibliométrica. Los trabajos incluidos emplearon conceptos, plataformas y medidas heterogéneas, por lo que no se combinaron tamaños de efecto. Tampoco se aplicó una herramienta formal de evaluación del riesgo de sesgo o calidad metodológica, por lo que los hallazgos deben interpretarse considerando la heterogeneidad de la evidencia incluida. La evidencia local ecuatoriana todavía es menor frente a la producción internacional y presenta diseños con alcances distintos.

Conclusiones

La revisión permitió establecer que el marketing de influencers puede contribuir al posicionamiento digital de marcas locales, pero su efectividad es condicional. El alcance por sí solo no explica los resultados. La autenticidad, la credibilidad, la congruencia entre creador y marca, el valor del contenido y la calidad de la relación con la audiencia presentan una relación más consistente con confianza, engagement, credibilidad de marca e intención de compra.

Los micro y nano-influencers constituyen una alternativa relevante para negocios de nicho y mercados geográficamente próximos debido a su capacidad potencial de generar cercanía y participación. Esta ventaja no debe interpretarse como superioridad universal frente a macroinfluencers. Los perfiles de mayor alcance pueden resultar apropiados cuando el objetivo principal es notoriedad y existe una correspondencia clara entre audiencia, plataforma, producto y mensaje.

El posicionamiento digital requiere una medición multidimensional. Las impresiones, seguidores y visualizaciones muestran exposición, pero no permiten determinar por sí mismas si la marca ganó credibilidad o intención de compra. La evaluación debe combinar indicadores de interacción y percepción con variables de negocio, como visitas, consultas, conversiones, ventas atribuibles, costo por adquisición y recompra, de acuerdo con el objetivo de la campaña.

Para las marcas locales, la selección del influencer debe comenzar con la definición del público y del resultado esperado. La afinidad temática, la ubicación de la audiencia, la credibilidad del creador, la coherencia del contenido y la capacidad de medición constituyen criterios más útiles que el tamaño de la cuenta de forma aislada. La

estrategia adquiere mayor valor cuando la recomendación se integra de manera natural al contenido y ofrece información o experiencia relevante para el seguidor.

La evidencia ecuatoriana disponible sugiere que el marketing de influencers puede favorecer la visibilidad y la interacción de negocios locales, aunque todavía se requieren estudios con diseños comparativos, muestras más amplias y métricas comerciales verificables.

Referencias Bibliográficas

Bi, N. C., & Zhang, R. (2023). 'I will buy what my 'friend' recommends': The effects of parasocial relationships, influencer credibility and self-esteem on purchase intentions. Journal of Research in Interactive Marketing, 17(2), 157–175. https://doi.org/10.1108/JRIM-08-2021-0214

Campines Barría, F. J. (2024). Marketing Influencer y su Impacto en las Decisiones de Compra. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 8(1), 1291–1301. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.9514

Enriquez Rendon, E. B., & Coyago Loaiza, X. S. (2025). El marketing de influencia: la evolución y responsabilidad de los influencers en la era digital. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 9(3), 6631–6647. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.18293

Foroughi, B., Iranmanesh, M., Nilashi, M., Ghobakhloo, M., Asadi, S., & Khoshkam, M. (2024). Determinants of followers' purchase intentions toward brands endorsed by social media influencers: Findings from PLS and fsQCA. Journal of Consumer Behaviour, 23(2), 888–914. https://doi.org/10.1002/cb.2252

Garg, M., & Bakshi, A. (2024). Exploring the impact of beauty vloggers' credible attributes, parasocial interaction, and trust on consumer purchase intention in influencer marketing.

Humanities and Social Sciences Communications, 11, 235. https://doi.org/10.1057/s41599-024-02760-9

Gong, Z. H., & Holiday, S. (2023). Parasocial interaction message elements and disclosure timing in nano- and microinfluencers' sponsored content as alternative explanations for follower count's influence on engagement. Journal of Interactive Advertising, 23(4), 374–387. https://doi.org/10.1080/15252019.2023.2236093

León Siguencia, M. J., & Manzur Rizquez, K. del C. (2026). Análisis del contenido gastronómico de macro-influencers en TikTok en Cuenca y la incidencia en la interacción digital. Pacha. Revista de Estudios Contemporáneos del Sur Global, 7(20), e260524. https://doi.org/10.46652/pacha.v7i20.524

Liu, X., & Zheng, X. (2024). The persuasive power of social media influencers in brand credibility and purchase intention. Humanities and Social Sciences Communications, 11, 15. https://doi.org/10.1057/s41599-023-02512-1

Najar, A. H., Wani, I. S., & Rather, A. H. (2024). Impact of social media influencers credibility on destination brand trust and destination purchase intention: Extending meaning transfer model? Global Business Review. https://doi.org/10.1177/09721509241225354

Pan, M., Blut, M., Ghiassaleh, A., & Lee, Z. W. Y. (2025). Influencer marketing effectiveness: A meta-analytic review. Journal of the Academy of Marketing Science, 53, 52–78. https://doi.org/10.1007/s11747-024-01052-7

Pillasagua Hualpa, J. S. (2023). Impacto del Marketing de Influencers en las micro y pequeñas empresas de Guayaquil [Trabajo de titulación, Universidad Politécnica Salesiana]. https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24805

Pushparaj, P., & Kushwaha, B. P. (2024). Social media influencer marketing: A systematic literature review using TCM and ADO framework. International Journal of Consumer Studies, 48(6), e13098. https://doi.org/10.1111/ijcs.13098

Ren, L., Lee, S. K., & Chun, S. (2023). The effects of influencer type, regulatory focus, and perceived authenticity on consumers' purchase intention. International Journal of Consumer Studies, 47(4), 1241–1255. https://doi.org/10.1111/ijcs.12898

Rivas Macías, N. A., & Lemoine Quintero, F. A. (2024). Marketing de Influencers en la generación de ventas en los negocios gastronómicos de Bahía de Caráquez. Revista Veritas de Difusão Científica, 5(3), 1116–1141. https://doi.org/10.61616/rvdc.v5i3.260

Rungruangjit, W. (2022). What drives Taobao live streaming commerce? The role of parasocial relationships, congruence and source credibility in Chinese consumers' purchase intentions. Heliyon, 8(6), e09676. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09676

Spörl-Wang, K., Krause, F., & Henkel, S. (2025). Predictors of social media influencer marketing effectiveness: A comprehensive literature review and meta-analysis. Journal of Business Research, 186, 114991. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.114991

van der Harst, J. P., & Angelopoulos, S. (2024). Less is more: Engagement with the content of social media influencers. Journal of Business Research, 181, 114746. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2024.114746

Walsh, D., Kliamenakis, A., Laroche, M., & Jabado, S. (2024). Authenticity in TikTok: How content creator popularity and brand size influence consumer engagement with sponsored user-generated content. Psychology & Marketing, 41, 2645–2656. https://doi.org/10.1002/mar.22075

Wang, E. S.-T. (2024). Influence of social media influencer authenticity on their followers' perceptions of credibility and their positive word-of-mouth. Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics, 36(2), 356–373. https://doi.org/10.1108/APJML-02-2023-0115

Zniva, R., Weitzl, W. J., & Lindmoser, C. (2023). Be constantly different! How to manage influencer authenticity. Electronic Commerce Research, 23, 1485–1514. https://doi.org/10.1007/s10660-022-09653-6

Diseño de una herramienta web para el control de inventarios en pequeños negocios de Guayaquil.

Design of a web tool for inventory control in small businesses in Guayaquil.

Projeto de uma ferramenta web para o controle de estoques em pequenos negócios de Guayaquil.

Briones Miguel Ángel
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
miguel.briones2571@gmail.com
https://orcid.org/0009-0009-8998-0933

Alvarado Muñoz Fernando Ariel
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
fernandolox5485@gmail.com
https://orcid.org/0009-0007-7194-1894

Cazar Pazmiño Elvis Joel
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
joelcazar83@gmail.com
https://orcid.org/0009-0002-5877-2436

Álvarez Ramírez Jeshua Adrián
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
alvarezramirezjeshuaadrian@gmail.com
https://orcid.org/0009-0004-7661-6247

Johanna Vanessa Arenilla Torres
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
charmed_arenilla@hotmail.com
https://orcid.org/0009-0004-1911-9009

Cesar Patricio Macias Sarango
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
cesarmaciassarango@gmail.com
https://orcid.org/0009-0001-3882-2929

Forma de citación en APA, séptima edición.

Briones, M; Alvarado, F; Cazar, E; Álvarez, J; Arenilla, J; y Macias, C. (2026). Diseño de una herramienta web para el control de inventarios en pequeños negocios de Guayaquil. Revista Ibero Research, 1(7), 736 – 758.

Fecha de presentación: 04/09/2026 **Fecha de aceptación:** 12/09/2026 **Fecha de publicación:** 13/09/2026

Resumen

El objetivo fue diseñar una herramienta web para el control de inventarios a partir de las necesidades de pequeños negocios de Guayaquil. Se realizó un estudio aplicado y descriptivo basado en los resultados agregados de una encuesta de diez preguntas cerradas a propietarios y administradores seleccionados por conveniencia. Las distribuciones porcentuales disponibles se organizaron por prácticas de control, condiciones de adopción y funcionalidades valoradas. El 60 % consideró que la herramienta facilitaría significativamente la administración; el 65 % prefirió reportes automáticos sobre ventas y existencias, y el 45 % señaló la revisión visual como criterio de reposición. El interés inmediato de adopción alcanzó el 40 %, junto con respuestas condicionadas por costo, facilidad de uso y capacitación. El diagnóstico orientó un diseño que integra productos, movimientos, proveedores, pedidos, reportes y alertas por umbral, acompañado de criterios para su evaluación posterior. Se concluye que la propuesta responde a necesidades declaradas de organización y consulta de información. Su contribución corresponde al diagnóstico y diseño funcional; las mejoras operativas deberán verificarse mediante una implementación documentada.

Palabras clave: transformación digital; abastecimiento; requisitos funcionales; adopción tecnológica.

Abstract

The objective was to design a web-based inventory control tool based on the needs of small businesses in Guayaquil. An applied and descriptive study was conducted using the aggregated results of a ten-question closed-ended survey of owners and managers selected by convenience sampling. The available percentage distributions were organized by control practices, adoption conditions, and valued functionalities. Sixty percent considered that the tool would significantly facilitate management; 65% preferred automatic sales and inventory reports; and 45% indicated visual inspection as a replenishment criterion. Immediate adoption interest reached 40%, along with responses conditioned by cost, ease of use, and training. The diagnostic assessment guided a design that integrates products, transactions, suppliers, orders, reports, and threshold alerts, accompanied by criteria for subsequent evaluation. It is concluded that the proposal addresses the stated needs for information organization and access. Its contribution lies in the diagnostic assessment and functional design; operational improvements should be verified through documented implementation.

Keywords: digital transformation; supply chain; functional requirements; technology adoption.

Resumo

O objetivo foi conceber uma ferramenta de controlo de inventário baseada na web, considerando as necessidades das pequenas empresas em Guayaquil. Realizou-se um estudo aplicado e descritivo utilizando os resultados agregados de um questionário fechado com dez questões, aplicado a proprietários e gestores selecionados por amostragem de conveniência. As distribuições percentuais disponíveis foram organizadas por práticas de controlo, condições de adoção e funcionalidades valorizadas. Sessenta por cento consideraram que a ferramenta facilitaria significativamente a gestão; 65% preferiram os relatórios automáticos de vendas e de stock; e 45% indicaram a inspeção visual como critério de reposição. O interesse na adoção imediata atingiu os 40%, juntamente com as respostas condicionadas pelo custo, facilidade de utilização e formação. A avaliação diagnóstica orientou um projeto que integra produtos, transações, fornecedores, encomendas, relatórios e alertas de limite, acompanhado de critérios para avaliação subsequente. Conclui-se que a proposta vai ao encontro das necessidades declaradas de organização e acesso à informação. O seu contributo reside na avaliação diagnóstica e no projeto funcional; melhorias operacionais devem ser verificadas através de implementação documentada.

Palavras-chave: transformação digital; abastecimento; requisitos funcionais; adoção tecnológica.

Introducción

El control de inventarios requiere información actualizada sobre productos, movimientos y necesidades de reposición. En pequeños negocios, la utilidad de una herramienta digital depende de que sus funciones respondan a las prácticas de quienes registran y consultan esos datos. Un sistema puede facilitar la organización de las existencias, pero su incorporación exige considerar costos, tiempo de aprendizaje y continuidad del registro.

La digitalización de las pequeñas y medianas empresas combina decisiones tecnológicas, organizativas y financieras. Sagala y Őri (2024) identifican estas dimensiones como componentes de su transformación digital, mientras que de Mattos et al. (2024) señalan la importancia de relacionar la asimilación tecnológica con los cambios del negocio. Estas contribuciones permiten entender por qué disponer de una aplicación no garantiza que se utilice de forma sostenida.

En América Latina y el Caribe, Aguirre y Gayá (2024) destacan la pertinencia de adaptar el acompañamiento a las necesidades y al nivel de madurez digital de las empresas. En un contexto internacional distinto, la encuesta D4SME de la Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, 2024) también identifica obstáculos vinculados con recursos y competencias. Estos antecedentes orientan el análisis de las condiciones de adopción, sin sustituir un diagnóstico específico de Guayaquil.

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2022) identifica la conectividad y las habilidades digitales como condiciones para una transformación productiva inclusiva. Asimismo, Marino-Romero et al. (2024) destacan la relación entre tecnologías, capacidades organizativas y gestión de las pymes. Estos antecedentes

respaldan un diseño que considere tanto las funciones del sistema como las condiciones necesarias para incorporarlo al trabajo cotidiano.

Las aplicaciones web ofrecen una alternativa para reunir registros y consultar información desde dispositivos conectados. Como antecedente, Minasa et al. (2024) presentan un sistema de inventario para micro, pequeñas y medianas empresas desarrollado mediante un enfoque iterativo. Su experiencia muestra una vía de diseño centrada en las necesidades del usuario; la elección de esa vía y sus resultados deben evaluarse en cada contexto de aplicación.

La automatización básica comprende operaciones como actualizar saldos, generar reportes y avisar cuando se alcanza un umbral. El pronóstico de demanda plantea un problema adicional: requiere series de datos y evaluación de sus predicciones. Fildes et al. (2022) examinan la complejidad del pronóstico minorista y la necesidad de considerar el nivel de agregación y la información disponible. Por ello, una alerta de existencias mínimas no equivale a una función de inteligencia artificial.

En este trabajo, el control de inventarios se refiere al registro de artículos, entradas, salidas y disponibilidad. La adopción se aborda mediante la disposición declarada a utilizar una solución web, y la utilidad percibida mediante las expectativas expresadas sobre su contribución al negocio. Estas dimensiones permiten vincular necesidades operativas con requisitos de diseño, sin confundir expectativas con mejoras observadas después de una implementación.

La investigación se sitúa en pequeños negocios de Guayaquil cuyos propietarios o administradores participaron en una encuesta sobre inventarios. Su relevancia consiste en relacionar prácticas de conteo y reposición con funciones concretas de una

herramienta web. No se presupone que todos los negocios de la ciudad compartan esas condiciones ni que los establecimientos participantes representen estadísticamente al conjunto empresarial.

La pregunta de investigación fue qué necesidades y condiciones de adopción debían orientar el diseño de una herramienta web para el control de inventarios. El objetivo general consistió en formular ese diseño a partir de un diagnóstico descriptivo. Los objetivos específicos fueron caracterizar las prácticas declaradas, identificar barreras y funcionalidades valoradas, y organizar requisitos y criterios de evaluación. El aporte se circunscribe al diagnóstico y la propuesta funcional, sin estimar efectos sobre pérdidas, productividad o competitividad.

Metodología

El estudio tuvo una orientación aplicada y un alcance descriptivo, dirigido a formular una propuesta funcional de control de inventarios. Se analizaron los resultados agregados de una encuesta de diez preguntas cerradas a propietarios y administradores de pequeños negocios de Guayaquil, seleccionados por conveniencia.

El cuestionario abordó prácticas de control y conteo, problemas de inventario, criterios de reposición, preferencias de información, barreras de adopción y expectativas sobre herramientas digitales. Estas dimensiones se utilizaron para identificar necesidades operativas y orientar las funciones de la propuesta.

El análisis descriptivo utilizó las distribuciones porcentuales organizadas en Microsoft Excel y presentadas en los gráficos de la encuesta. Los valores se agruparon por dimensión en tablas y se conservaron como aproximaciones debido a discrepancias

entre los gráficos y su descripción textual. La información disponible corresponde a porcentajes agregados, sin tamaño muestral ni conteos por pregunta documentados; por ello, el análisis se limitó a describir tendencias y establecer prioridades de diseño.

La propuesta funcional se organizó mediante una matriz que relaciona las necesidades identificadas con los módulos de productos, movimientos, proveedores, pedidos, reportes y alertas. Para cada componente se establecieron funciones y criterios de evaluación posterior, centrados en la consistencia de los registros, la trazabilidad de las operaciones y la facilidad de uso.

La fundamentación se apoyó en literatura sobre digitalización y pronóstico minorista, junto con referencias técnicas de calidad, seguridad y accesibilidad. La consulta bibliográfica cumplió una función de contextualización y no se presentó como revisión sistemática. ISO/IEC 25010:2023 se utilizó como referencia para formular criterios de calidad del producto, sin atribuir al sistema una certificación o evaluación de conformidad (International Organization for Standardization [ISO], 2023).

Según la descripción de la encuesta, la participación fue voluntaria y contó con consentimiento informado para el uso académico de los datos. Los resultados se presentan de forma agregada, sin identificar a las personas participantes ni a los establecimientos.

Resultados

Diagnóstico de necesidades y condiciones de adopción

La tabla 1 reúne las prácticas de control y la frecuencia de problemas declarados. Aproximadamente la mitad de las respuestas indicó llevar un control de inventario. El conteo semanal fue la alternativa más señalada, seguido del mensual. La frecuencia de conteo presentó variaciones y no se interpretó como una medida suficiente de calidad del control, pues no informa sobre exactitud, cobertura o registro de movimientos.

Tabla 1

Prácticas de control y problemas de inventario

Dimensión	Respuesta	%
Control de inventario	Sí	52
Control de inventario	No	48
Conteo físico	Diario	15
Conteo físico	Semanal	30
Conteo físico	Mensual	25
Conteo físico	Cada 3 a 6 meses	5
Conteo físico	Una vez al año	12
Conteo físico	Nunca	13
Problemas de control	Muy frecuente	15
Problemas de control	Frecuente	27
Problemas de control	Poco frecuente	38
Problemas de control	Rara vez o nunca	20

Nota. Porcentajes aproximados de la encuesta. Cada dimensión corresponde a una pregunta independiente y suma 100 %. No se dispone de frecuencias absolutas por pregunta.

La categoría más frecuente fue «poco frecuente» (38 %), seguida de «frecuente» (27 %) y «muy frecuente» (15 %). Estas dos últimas reunieron el 42 % de las respuestas. Los resultados muestran experiencias diversas de control, aunque la pregunta no permite determinar la naturaleza ni el costo de los problemas.

La tabla 2 muestra los criterios de reposición y las preferencias sobre reportes. La revisión visual fue la alternativa más frecuente para decidir un nuevo pedido. También se registraron umbrales mínimos, compras programadas y espera hasta el agotamiento. En cuanto a información automática, predominó el interés por reportes sobre productos vendidos y estado de las existencias, seguido de alertas de productos próximos a agotarse.

Tabla 2

Criterios de reposición y preferencias de información

Dimensión	Respuesta	%
Nuevo pedido	Espera hasta el agotamiento	15
Nuevo pedido	Revisión visual	45
Nuevo pedido	Cantidad mínima definida	30
Nuevo pedido	Fechas programadas	10
Reportes automáticos	Productos más vendidos y estado del inventario	65
Reportes automáticos	Solo alertas de productos por agotarse	20
Reportes automáticos	Tal vez, si son fáciles de revisar	5
Reportes automáticos	Prefiere control manual	10

Nota. Porcentajes aproximados de la encuesta. Cada dimensión corresponde a una pregunta independiente y suma 100 %.

La diversidad de criterios de reposición orienta el diseño hacia umbrales configurables y consultas de existencias. La preferencia por reportes automáticos también sugiere incorporar información de lectura sencilla, considerando las respuestas condicionadas a su facilidad de uso y la preferencia de algunos participantes por el control manual.

La tabla 3 presenta las expectativas de utilidad y la disposición a adoptar la herramienta. La mejora de la administración fue la alternativa más señalada en la pregunta sobre facilidades del sistema. En la disposición de adopción, el interés inmediato coexistió con condiciones de costo, facilidad de uso y capacitación. La expectativa general de mejora se interpretó como una percepción previa al uso, no como resultado de una implementación.

Tabla 3

Utilidad percibida y disposición de adopción

Dimensión	Respuesta	%
Facilidades del sistema	Mejoraría significativamente la administración	60
Facilidades del sistema	Facilitaría el acceso a información	12
Facilidades del sistema	Tal vez, requeriría adaptación	15
Facilidades del sistema	Prefiere el método actual	13
Disposición de uso	Interés y disposición para implementarlo pronto	40
Disposición de uso	Sí, si es fácil y tiene costo accesible	27
Disposición de uso	Tal vez, con prueba o capacitación	23
Disposición de uso	No, por el momento	10
Mejora esperada	Sí	62
Mejora esperada	No	8
Mejora esperada	Tal vez	30

Nota. Porcentajes aproximados de la encuesta. Cada dimensión suma 100 %. Las respuestas expresan expectativas y disposición declarada de uso.

El costo del programa o del equipo fue la principal barrera declarada, seguida del temor a errores de los empleados y del tiempo requerido para aprender y registrar información (tabla 4). Las alternativas describen obstáculos diferentes: inversión, organización del trabajo y confianza en el uso. No se dispuso de información sobre presupuestos ni montos que permitiera fijar un precio aceptable para la herramienta.

Tabla 4

Principal barrera para incorporar la herramienta

Respuesta	**%**
Costo del programa o del equipo	42
Tiempo para aprender y registrar datos	17
Dificultad percibida de la tecnología	8
Temor a errores de los empleados	20
Ninguna; el método actual satisface las necesidades	13

Nota. Porcentajes aproximados de la encuesta. Las respuestas suman 100 %.

Las respuestas sobre inteligencia artificial mostraron interés junto con incertidumbre acerca de su aplicación práctica (tabla 5). Una parte de las personas participantes la consideró más orientada a empresas grandes, y otra prefirió su propio criterio. Estos resultados describen expectativas sobre una tecnología y no constituyen una evaluación de precisión predictiva, comprensión del algoritmo o confianza después de utilizarlo.

Tabla 5

Expectativas sobre inteligencia artificial en inventarios

Respuesta	%
Sí, ayudaría a predecir compras y evitar pérdidas	35
Sí, aunque se considera orientada a empresas grandes	25
Incertidumbre sobre su utilidad práctica	27
Prefiere su propia experiencia y criterio	13

Nota. Porcentajes aproximados de la encuesta. Las respuestas suman 100 %.

Diseño funcional de la herramienta

El diseño propone un registro central de productos y movimientos, integrado con consultas de existencias, gestión de proveedores y pedidos, reportes y alertas por cantidades mínimas. La tabla 6 relaciona las necesidades operativas con las funciones propuestas y sus resultados esperados.

Tabla 6

Correspondencia entre necesidades y requisitos funcionales

Necesidad	Función propuesta	Resultado esperado
Identificar existencias	Catálogo de productos y categorías	Consulta por identificador y unidad de medida.
Registrar operaciones	Entradas, salidas y ajustes	Historial que explique el saldo disponible.
Planificar reposición	Avisos por umbral configurable	Lista de artículos que requieren revisión.
Organizar abastecimiento	Proveedores, pedidos y recepciones	Diferenciación entre órdenes y entregas.
Consultar información	Reportes por producto y periodo	Acceso al detalle de movimientos.

Necesidad	Función propuesta	Resultado esperado
Reducir dificultad de uso	Formularios guiados y validación	Identificación de campos y errores antes de guardar.
Asignar responsabilidades	Usuarios y permisos	Registro del responsable de cada operación.

Nota. Elaboración propia a partir del diagnóstico y de los requisitos de la propuesta. Los resultados esperados no corresponden a mediciones de funcionamiento.

La estructura propuesta comprende tres componentes: una interfaz para registrar y consultar información, reglas de operación para validar movimientos y generar alertas, y almacenamiento de productos, proveedores, pedidos y transacciones. Esta organización delimita las responsabilidades de cada componente y sirve de base para la implementación posterior.

Para cada producto se propone un identificador, descripción, categoría, unidad de medida y umbral de aviso. Cada movimiento debe conservar producto, fecha, tipo de operación, cantidad y usuario responsable. La identificación de unidades resulta necesaria para evitar que cantidades expresadas en cajas, piezas o peso se sumen sin una conversión definida. Las categorías y los campos constituyen una especificación para el diseño y deben ajustarse al giro del establecimiento.

El saldo se obtiene del inventario inicial más las entradas, menos las salidas, incorporando los ajustes documentados. La corrección de una operación debe conservar su motivo y permitir reconstruir el cambio. Esta regla busca mantener trazabilidad entre existencia y movimiento; no reemplaza el conteo físico, que seguirá siendo necesario para detectar diferencias entre el registro y la disponibilidad real.

La gestión de pedidos debe distinguir entre una orden emitida y una recepción efectiva. Solo la recepción confirmada incrementaría las existencias, evitando registrar como

disponible un producto todavía no entregado. También se propone diferenciar salidas por venta, consumo interno y merma. Esta clasificación permitiría interpretar los reportes sin identificar automáticamente cualquier salida como una venta.

Los reportes contemplan existencias actuales, historial de movimientos, productos bajo umbral y salidas por periodo. La identificación de productos más vendidos requiere que las operaciones comerciales estén registradas como tales. Una pantalla de resumen debe facilitar la consulta y permitir acceder al detalle que explica cada saldo. La información mostrada dependerá de la oportunidad y consistencia del registro, no solo del diseño de la interfaz.

Las alertas se proponen como reglas configurables vinculadas con una cantidad mínima. Su objetivo es señalar la necesidad de revisar el abastecimiento; no determinar automáticamente cuánto comprar. Un pronóstico de demanda se reserva para una fase posterior, condicionada a series históricas suficientes, definición del horizonte de predicción y comparación de errores frente a métodos de referencia.

Una futura función de pronóstico deberá definir el producto, el horizonte temporal y la decisión de reposición que pretende apoyar, en consonancia con Babai et al. (2022). Purnamasari et al. (2023) señalan que la selección del método depende de las características de los datos. Por su parte, Seyedan et al. (2023) vinculan el pronóstico con decisiones de inventario mediante modelos evaluados con datos históricos. Estos antecedentes orientan la extensión predictiva propuesta, cuya pertinencia deberá comprobarse en los negocios participantes.

La propuesta incorpora como criterios de diseño el control de permisos, respaldo, recuperación de información y prevención de errores de entrada. Las recomendaciones de desarrollo seguro de Souppaya et al. (2022) ofrecen un marco para documentar esas decisiones. En accesibilidad, las pautas del World Wide Web Consortium (W3C, 2024) orientan requisitos como etiquetas comprensibles, navegación por teclado y mensajes de error identificables. Su inclusión no equivale a una verificación de cumplimiento.

La guía de Eliot (2024), dirigida a pequeñas y medianas empresas, plantea iniciar la gestión de ciberseguridad mediante la identificación de riesgos y la asignación de responsabilidades. En esta propuesta, su aplicación se traduce en definir responsables de acceso, respaldo y recuperación de los registros, considerando los recursos disponibles en cada establecimiento.

La tabla 7 presenta criterios de evaluación para una futura implementación. Se distinguen funcionamiento, uso y desempeño operativo, de modo que la satisfacción con una pantalla no sustituya la comprobación de saldos o de resultados del negocio. Los indicadores propuestos requieren establecer responsables, periodo de observación y condiciones de comparación antes de ejecutarse.

Tabla 7

Criterios propuestos para evaluar la herramienta

Dimensión	**Comprobación propuesta**	**Evidencia requerida**
Registro y cálculo	Comparar saldos con movimientos conocidos	Casos de prueba, entradas y salidas esperadas.
Pedidos y recepciones	Comprobar que solo la recepción aumenta existencias	Secuencia de operaciones y registro resultante.
Alertas y reportes	Revisar umbrales y concordancia con el detalle	Productos de prueba y consultas reproducibles.

Dimensión	Comprobación propuesta	Evidencia requerida
Interacción y accesibilidad	Ejecutar tareas con usuarios y navegación por teclado	Tareas, errores y observaciones registradas.
Seguridad y recuperación	Verificar permisos y restauración de una copia	Resultados de acceso y prueba de recuperación.
Desempeño operativo	Comparar exactitud, tiempos y errores de registro	Mediciones previas y posteriores con condiciones documentadas.

Nota. Criterios propuestos para una evaluación posterior, con apoyo en ISO (2023), Souppaya et al. (2022) y W3C (2024).

Discusión

El diagnóstico muestra interés por una herramienta web acompañado de condiciones concretas de adopción. Los costos, el aprendizaje y el temor a errores impiden interpretar la disposición declarada como una decisión de uso garantizada. Esta lectura coincide con Sagala y Őri (2024), quienes integran aspectos organizativos y financieros en el éxito de la transformación digital. La pertinencia del sistema depende, por tanto, de su ajuste al trabajo cotidiano.

Las barreras observadas también guardan relación con las dificultades descritas en la encuesta de la OECD (2024). Sin embargo, las diferencias de países, sectores y muestreo impiden una comparación directa de porcentajes. La coincidencia se sitúa en la naturaleza de los obstáculos: disponer de funciones útiles debe acompañarse de recursos y capacidades para utilizarlas. El estudio local contribuye al traducir esas condiciones en prioridades de diseño.

Ghobakhloo et al. (2022) organizan los factores de adopción tecnológica en pymes manufactureras en dimensiones tecnológicas, organizativas y del entorno. Aunque ese

contexto difiere de los establecimientos aquí considerados, su clasificación permite interpretar las barreras de costo, aprendizaje y confianza como condiciones relacionadas. Para la propuesta, esto orienta una incorporación gradual de funciones acompañada de capacitación.

La preferencia por reportes y alertas favorece una implementación gradual del núcleo de inventario. Antes de introducir análisis avanzados, se requiere que los registros sean completos y que las personas usuarias puedan interpretar sus resultados. La propuesta de acompañamiento según madurez digital de Aguirre y Gayá (2024) respalda esta orientación. Capacitar sobre productos y movimientos concretos puede resultar más pertinente que una formación general desligada de las tareas.

Las diferencias en la frecuencia de conteo pueden responder a las características operativas de cada negocio. Asimismo, declarar que se lleva un control de inventario no permite identificar si el procedimiento es manual o digital. Por ello, los resultados describen prácticas de control, pero no establecen una relación entre el método utilizado y las pérdidas del establecimiento.

La contribución tecnológica consiste en vincular las necesidades identificadas con funciones y criterios de evaluación. Minasa et al. (2024) ofrecen un antecedente de sistemas web de inventario para pequeñas empresas. En este estudio, el aporte se concentra en la especificación funcional que orientará el desarrollo y la evaluación posterior de la herramienta.

La propuesta de trazabilidad permite precisar qué significa automatizar el control: registrar operaciones, conservar su relación con los saldos y proporcionar información para revisar pedidos. No obstante, una aplicación no corrige movimientos omitidos ni

garantiza disponibilidad física. La calidad del registro y la asignación de responsabilidades son condiciones para evaluar su utilidad. Esta relación entre tecnología y organización concuerda con de Mattos et al. (2024).

La evaluación posterior deberá comprobar la consistencia de los saldos, la facilidad de interacción, la accesibilidad y la protección de la información. ISO (2023) y W3C (2024) ofrecen referencias para organizar las comprobaciones de calidad y accesibilidad, mientras que Souppaya et al. (2022) orientan la incorporación de prácticas de desarrollo seguro. Estos criterios sustentan las pruebas propuestas en la tabla 7.

Las expectativas sobre inteligencia artificial justifican explorar su utilidad, aunque no demuestran viabilidad predictiva. Fildes et al. (2022) muestran que el pronóstico minorista depende de los datos y del problema que se pretende resolver. El marco de Tabassi (2023) añade la necesidad de evaluar riesgos en el contexto de uso. Una extensión predictiva debería explicitar incertidumbre y conservar supervisión humana sobre decisiones de abastecimiento.

El alcance del estudio está condicionado por el muestreo por conveniencia y el uso de porcentajes agregados cuya base de cálculo no pudo verificarse. Tampoco se documentaron el periodo de recolección ni la composición sectorial de los establecimientos. Estas condiciones restringen la interpretación al diagnóstico presentado. Asimismo, al no contar con una evaluación operativa, la propuesta permite definir requisitos funcionales, pero no demostrar mejoras en exactitud, tiempos de registro o reducción de pérdidas.

La siguiente fase debería evaluar una implementación documentada en tareas reales, con indicadores de exactitud de inventario, tiempos y errores de registro. Las comparaciones deberán considerar cambios de demanda, número de productos y capacitación, para no atribuir todo resultado al sistema. La evidencia obtenida permitiría valorar qué funciones aportan utilidad y cuáles requieren adaptación antes de ampliar el despliegue.

Conclusiones

El diagnóstico identificó necesidades de información y condiciones de adopción que orientan el diseño de una herramienta web para pequeños negocios de Guayaquil. El interés por reportes y alertas de reposición coexistió con restricciones de costo, aprendizaje y confianza en el registro de las operaciones.

La propuesta integra productos, movimientos, proveedores, pedidos y reportes, con énfasis en la trazabilidad de los saldos y la diferenciación entre pedidos emitidos y mercancía recibida. Las alertas por cantidades mínimas constituyen una función inicial de apoyo al abastecimiento; el pronóstico de demanda se plantea como una extensión que requiere datos históricos y validación.

El aporte del estudio consiste en traducir las necesidades identificadas en requisitos funcionales y criterios de evaluación para una herramienta web. La propuesta ofrece una base para organizar el registro de existencias y apoyar las decisiones de abastecimiento. Su utilidad operativa deberá evaluarse mediante pruebas de funcionamiento y mediciones de exactitud, tiempos y errores de registro.

Referencias Bibliográficas

Aguirre, E., & Gayá, R. (2024). *Programas escalables para la transformación digital de las pymes con miras a la exportación* (LC/TS.2023/181). Comisión Económica para América Latina y el Caribe. https://www.cepal.org/es/publicaciones/68870-programas-escalables-la-transformacion-digital-pymes-miras-la-exportacion

Babai, M. Z., Boylan, J. E., & Rostami-Tabar, B. (2022). Demand forecasting in supply chains: A review of aggregation and hierarchical approaches. *International Journal of Production Research, 60*(1), 324–348. https://doi.org/10.1080/00207543.2021.2005268

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2022). *Un camino digital para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe* (LC/CMSI.8/3). https://www.cepal.org/es/publicaciones/48460-un-camino-digital-desarrollo-sostenible-america-latina-caribe

De Mattos, C. S., Pellegrini, G., Hagelaar, G., & Dolfsma, W. (2024). Systematic literature review on technological transformation in SMEs: A transformation encompassing technology assimilation and business model innovation. *Management Review Quarterly, 74*, 1057–1095. https://doi.org/10.1007/s11301-023-00327-7

Eliot, D. (2024). *NIST Cybersecurity Framework 2.0: Small business quick-start guide* (NIST SP 1300). National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/NIST.SP.1300

Fildes, R., Ma, S., & Kolassa, S. (2022). Retail forecasting: Research and practice. *International Journal of Forecasting, 38*(4), 1283–1318. https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2019.06.004

Ghobakhloo, M., Iranmanesh, M., Vilkas, M., Grybauskas, A., & Amran, A. (2022). Drivers and barriers of Industry 4.0 technology adoption among manufacturing SMEs: A systematic review and transformation roadmap. *Journal of Manufacturing Technology Management, 33*(6), 1029–1058. https://doi.org/10.1108/JMTM-12-2021-0505

International Organization for Standardization. (2023). *Systems and software engineering—Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)—Product quality model* (ISO/IEC 25010:2023). https://www.iso.org/standard/78176.html

Marino-Romero, J. A., Palos-Sánchez, P. R., & Velicia-Martín, F. (2024). Evolution of digital transformation in SMEs management through a bibliometric analysis. *Technological Forecasting and Social Change, 199*, 123014. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123014

Minasa, S., Sya'bandyah, F., Abdul Muhaemin, M. N., & Juliandani, B. (2024). Sistem informasi pengelolaan inventaris UMKM berbasis web dengan pendekatan Agile. *Infotronik: Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika, 9*(2), 104–112. https://doi.org/10.32897/infotronik.2024.9.2.3783

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2024). *SME digitalisation to manage shocks and transitions: 2024 OECD D4SME survey* (OECD SME

and Entrepreneurship Papers, No. 62). OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/eb4ec9ac-en

Purnamasari, D. I., Permadi, V. A., Saepudin, A., & Agusdin, R. P. (2023). Demand forecasting for improved inventory management in small and medium-sized businesses. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika: JANAPATI, 12*(1), 56–66. https://doi.org/10.23887/janapati.v12i1.57144

Sagala, G. H., & Őri, D. (2024). Toward SMEs digital transformation success: A systematic literature review. *Information Systems and e-Business Management, 22*, 667–719. https://doi.org/10.1007/s10257-024-00682-2

Seyedan, M., Mafakheri, F., & Wang, C. (2023). Order-up-to-level inventory optimization model using time-series demand forecasting with ensemble deep learning. *Supply Chain Analytics, 3*, 100024. https://doi.org/10.1016/j.sca.2023.100024

Souppaya, M., Scarfone, K., & Dodson, D. (2022). *Secure Software Development Framework (SSDF) version 1.1: Recommendations for mitigating the risk of software vulnerabilities* (NIST Special Publication 800-218). National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/NIST.SP.800-218

Tabassi, E. (2023). *Artificial intelligence risk management framework (AI RMF 1.0)* (NIST AI 100-1). National Institute of Standards and Technology. https://doi.org/10.6028/NIST.AI.100-1

World Wide Web Consortium. (2024). *Web content accessibility guidelines (WCAG) 2.2*. https://www.w3.org/TR/WCAG22/

Inteligencia artificial, integridad académica y regulación institucional: percepciones y marco normativo en educación superior de Guayaquil.

Artificial intelligence, academic integrity, and institutional regulation: perceptions and regulatory framework in higher education in Guayaquil.

Inteligência artificial, integridade acadêmica e regulação institucional: percepções e marco normativo no ensino superior de Guayaquil.

Valeria Nicole Guerra Maldonado
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
valeriaguerra04@gmail.com
https://orcid.org/0009-0000-6213-4790

Julissa Del Carmen Oliverio Quinto
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
julissaoliverio28@gmail.com
https://orcid.org/0009-0000-7032-8835

Marlon Alberto Ube Rodríguez
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
marlon13ube@gmail.com
https://orcid.org/0009-0001-2640-9045

Ivette Naomi Mejillones Peralta
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
naomymejillones@gmail.com
https://orcid.org/0009-0009-9431-5049

María Elena Ruiz Salazar
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
ing.melenaruiz@gmail.com
https://orcid.org/0009-0004-1234-3075

Johnny Xavier Álvarez Coronel
Instituto Superior Tecnológico Speedwriting
Ecuador
Johnny_ac25@hotmail.com
https://orcid.org/0009-0004-8512-6709

Forma de citación en APA, séptima edición.

Guerra, V; Oliverio, J; Ube, M; Mejillones, I; Ruiz, M; y Álvarez, J. (2026). Inteligencia artificial, integridad académica y regulación institucional: percepciones y marco normativo en educación superior de Guayaquil. Revista Ibero Research, 1(7), 759 – 780.

Fecha de presentación: 04/09/2026 **Fecha de aceptación:** 12/09/2026 **Fecha de publicación:** 13/09/2026

Resumen

La expansión de la inteligencia artificial generativa en la educación superior ha abierto oportunidades para la búsqueda de información, la retroalimentación y la producción académica, pero también ha intensificado preocupaciones sobre integridad académica, aprendizaje autónomo, autoría, privacidad y regulación institucional. El objetivo fue analizar las percepciones de la comunidad académica sobre el uso de inteligencia artificial y contrastarlas con el marco jurídico y ético aplicable a la educación superior. Se desarrolló un estudio descriptivo de predominio cuantitativo, con diseño no experimental y corte transversal, complementado mediante análisis jurídico-documental. Participaron 130 personas vinculadas con instituciones de educación superior de Guayaquil: 110 estudiantes, 12 docentes y 8 autoridades académicas. Los resultados mostraron que el 76,2 % estuvo de acuerdo en que el uso excesivo puede afectar el pensamiento crítico, el 74,6 % consideró que puede disminuir el aprendizaje autónomo y el 75,4 % lo relacionó con conductas académicas poco éticas. El 81,5 % consideró necesarias normas institucionales claras y el 86,9 % reconoció la utilidad de la IA cuando se emplea responsablemente. Se concluye que la respuesta institucional debe orientarse hacia una gobernanza del uso académico de la IA que articule integridad académica, alfabetización crítica, protección de datos y criterios transparentes de autoría y evaluación.

Palabras clave: integridad académica; gobernanza universitaria; pensamiento crítico; protección de datos; inteligencia artificial generativa.

Abstract

The expansion of generative artificial intelligence in higher education has opened opportunities for information retrieval, feedback, and scholarly production, but it has also intensified concerns about academic integrity, self-directed learning, authorship, privacy, and institutional regulation. The objective was to analyze the perceptions of the academic community regarding the use of artificial intelligence and compare them with the legal and ethical framework applicable to higher education. A predominantly quantitative, non-experimental, cross-sectional descriptive study was conducted, complemented by legal and documentary analysis. Participants included 130 individuals affiliated with higher education institutions in Guayaquil: 110 students, 12 faculty members, and 8 academic administrators. The results showed that 76.2% agreed that excessive use can affect critical thinking, 74.6% considered that it can diminish self-directed learning, and 75.4% associated it with unethical academic conduct. 81.5% considered clear institutional norms necessary, and 86.9% recognized the usefulness of AI when used responsibly. It is concluded that the institutional response should be geared towards governance of the academic use of AI that incorporates academic integrity, critical literacy, data protection, and transparent criteria for authorship and evaluation.

Keywords: academic integrity; university governance; critical thinking; data protection; generative artificial intelligence.

Resumo

A expansão da inteligência artificial generativa no ensino superior abriu oportunidades para a recuperação de informação, feedback e produção académica, mas também intensificou as preocupações sobre a integridade académica, a aprendizagem autodirigida, a autoria, a privacidade e a regulamentação institucional. O objetivo deste estudo foi analisar as perceções da comunidade académica sobre a utilização da inteligência artificial e compará-las com o quadro legal e ético aplicável ao ensino superior. Foi realizado um estudo descritivo transversal, predominantemente quantitativo e não experimental, complementado por análise jurídica e documental. Os participantes incluíram 130 indivíduos ligados a instituições de ensino superior em Guayaquil: 110 estudantes, 12 docentes e 8 administradores académicos. Os resultados mostraram que 76,2% concordaram que o uso excessivo pode afetar o pensamento crítico, 74,6% consideraram que pode diminuir a aprendizagem autodirigida e 75,4% associaram-no a conduta académica não ética. 81,5% consideraram necessárias normas institucionais claras e 86,9% reconheceram a utilidade da IA quando utilizada de forma responsável. Conclui-se que a resposta institucional deve ser direcionada para a governação do uso académico da IA, incorporando a integridade académica, a literacia crítica, a proteção de dados e critérios transparentes de autoria e avaliação.

Palavras-chave: integridade acadêmica; governança universitária; pensamento crítico; proteção de dados; inteligência artificial generativa.

Introducción

La inteligencia artificial generativa (IAGen) se ha incorporado con rapidez a los procesos de enseñanza, aprendizaje e investigación universitaria. Herramientas capaces de producir texto, sintetizar documentos, generar código o responder preguntas complejas pueden apoyar la retroalimentación, la comprensión de contenidos y el aprendizaje activo. En Ecuador, Ojeda Guerrero, Jaramillo Campoverde y Carrión-Salinas (2026) encontraron que ChatGPT se integra principalmente en actividades de retroalimentación y comprensión, aunque también identificaron preocupaciones relacionadas con privacidad, seguridad de datos e infraestructura. Esta dualidad obliga a superar la visión de la IA como herramienta intrínsecamente beneficiosa o perjudicial y a examinar las condiciones bajo las cuales su uso aporta valor educativo.

La expansión de la IA en educación superior no constituye un fenómeno aislado. Crompton y Burke (2023), a partir de una revisión sistemática de 138 investigaciones, identificaron aplicaciones relacionadas con evaluación, predicción, asistencia al estudiante, tutoría inteligente y gestión del aprendizaje. En el caso específico de ChatGPT, Lo (2023) y Baig y Yadegaridehkordi (2024) destacan posibilidades de apoyo a la enseñanza y al aprendizaje, pero también limitaciones vinculadas con exactitud de las respuestas, dependencia tecnológica, integridad académica y necesidad de formación para un uso crítico. Estas evidencias respaldan una incorporación condicionada por criterios pedagógicos y no una adopción basada únicamente en la disponibilidad tecnológica.

La discusión adquiere especial importancia cuando la tecnología interviene en la producción de tareas, ensayos, proyectos o trabajos de titulación. La posibilidad de

generar contenido de forma inmediata puede modificar el esfuerzo cognitivo requerido para planificar, argumentar, contrastar fuentes y elaborar una respuesta propia. La UNESCO (2021) advierte que la IA utilizada en procesos educativos debe apoyar el aprendizaje sin reducir las capacidades cognitivas de los estudiantes y bajo criterios de supervisión humana, protección de datos, transparencia y responsabilidad. En la misma línea, UNESCO (2023) propone un enfoque centrado en el ser humano, en el que las instituciones desarrollen políticas, capacidades y procesos de validación ética y pedagógica antes de normalizar el uso de herramientas generativas.

La integridad académica constituye uno de los ejes más sensibles. El problema no se limita al plagio literal, porque la IAGen puede producir textos nuevos cuya autoría intelectual, trazabilidad de fuentes y nivel de intervención humana no siempre son evidentes. Flores-Morales, Anglas La Torre y Solorzano Arias (2025) identificaron en estudiantes universitarios una percepción ambivalente: la IA facilita la redacción y el desarrollo de trabajos, pero genera una frontera difusa entre apoyo tecnológico y honestidad académica. García-Peñalvo et al. (2025) sostienen que la respuesta educativa no debería reducirse a prohibiciones, sino incorporar competencias éticas, criterios de transparencia y decisiones institucionales que definan usos aceptables según el propósito de aprendizaje. Desde una perspectiva complementaria, Chávez Vera et al. (2024) señalan que el uso ético de la IA en educación superior requiere considerar principios de transparencia, privacidad, no discriminación y responsabilidad, de modo que su incorporación tecnológica se acompañe de criterios formativos e institucionales

Desde el plano jurídico, el uso académico de IA se relaciona con obligaciones ya existentes, aun cuando la regulación específica de estas tecnologías continúe evolucionando. En Ecuador, el Reglamento de Régimen Académico dispone que las

instituciones de educación superior deben expedir políticas de ética y honestidad académica, y considera deshonestidad el uso de soportes no autorizados, la apropiación de ideas y la reproducción de creaciones sin observar derechos de autor (Consejo de Educación Superior [CES], 2022). A ello se suman el Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que estructura la protección de derechos intelectuales, y la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, que exige que el tratamiento se sustente en una base de legitimación aplicable y observe principios de finalidad, proporcionalidad, seguridad y responsabilidad (Asamblea Nacional del Ecuador, 2016, 2021)

En consecuencia, la discusión sobre IA en educación superior no parte de un vacío absoluto, sino de la necesidad de traducir principios jurídicos y éticos generales a reglas operativas sobre autoría, citación o declaración de uso, protección de información sensible, diseño de evaluaciones, responsabilidad por errores algorítmicos y formación en alfabetización de IA. Las políticas universitarias internacionales revisadas por estudios recientes muestran precisamente esa transición desde respuestas reactivas hacia marcos institucionales que diferencian usos permitidos, condicionados y no permitidos, y que asignan responsabilidades a estudiantes, docentes y autoridades.

En Guayaquil, la rápida adopción de herramientas generativas convive con niveles diversos de experiencia, formación y orientación institucional. En este contexto, la investigación recogió información de estudiantes, docentes y autoridades académicas, lo que permitió identificar percepciones sobre frecuencia de uso, pensamiento crítico, aprendizaje autónomo, conductas poco éticas y necesidad de regulación. Farrokhnia et al. (2024) advierten que, junto con las oportunidades de personalización y acceso inmediato a información, el uso de ChatGPT puede introducir riesgos relacionados con

dependencia, evaluación acrítica de respuestas y debilitamiento de procesos cognitivos de orden superior cuando la herramienta sustituye actividades que debería desarrollar el estudiante. Sin embargo, estas percepciones no constituyen evidencia causal de deterioro cognitivo ni permiten afirmar, por sí solas, la inexistencia de normas; representan valoraciones de actores vinculados con instituciones de educación superior y deben interpretarse junto con el marco regulatorio aplicable.

Con base en esta delimitación, el objetivo general fue analizar las percepciones de la comunidad académica sobre el uso de inteligencia artificial y sus implicaciones para la integridad académica, el aprendizaje autónomo y la regulación institucional en instituciones de educación superior de Guayaquil, complementadas con el análisis del marco jurídico y ético aplicable. De manera específica se buscó: caracterizar la frecuencia de uso de herramientas de IA y las percepciones sobre pensamiento crítico, aprendizaje autónomo e integridad académica; examinar la valoración de la orientación y regulación institucional; y contrastar estos hallazgos con referentes jurídicos ecuatorianos y principios internacionales para formular criterios de gobernanza académica.

Metodología

Se desarrolló un estudio descriptivo de predominio cuantitativo, con diseño no experimental y corte transversal, complementado mediante análisis jurídico-documental. El componente cuantitativo examinó las percepciones de miembros de la comunidad académica sobre el uso de IA en actividades educativas. El componente documental se orientó a identificar disposiciones normativas y principios

éticos relevantes para la integridad académica, la protección de datos, la autoría y la responsabilidad institucional.

La muestra estuvo conformada por 130 participantes vinculados con instituciones de educación superior de Guayaquil: 110 estudiantes, 12 docentes y 8 autoridades académicas. Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia. Debido a la distribución desigual de los grupos y al procedimiento de selección, los resultados se interpretaron de forma descriptiva y no se planteó su generalización estadística al conjunto de instituciones o actores de educación superior de la ciudad.

La técnica cuantitativa fue la encuesta, administrada mediante Google Forms. El instrumento estuvo compuesto por diez preguntas: tres de caracterización y frecuencia de uso y siete ítems valorados mediante una escala Likert de cinco categorías, desde 1 = totalmente en desacuerdo hasta 5 = totalmente de acuerdo. Los indicadores abordaron pensamiento crítico, aprendizaje autónomo, conductas académicas poco éticas, necesidad de normas institucionales, percepción sobre fortalecimiento de la legislación, utilidad de la IA bajo un uso responsable y suficiencia de la orientación institucional.

Los ítems fueron analizados individualmente como indicadores de percepción y no como una escala psicométrica unidimensional. En consecuencia, no se construyó un puntaje global ni se estimó un coeficiente de consistencia interna. La ausencia de una validación psicométrica documentada del cuestionario se consideró una limitación del estudio y los resultados fueron interpretados de manera independiente para cada indicador.

Los datos se procesaron mediante frecuencias absolutas y porcentajes. Para los ítems Likert se calculó, además, un porcentaje de acuerdo, definido como la suma de las

categorías 4 y 5. No se aplicaron pruebas de hipótesis ni modelos causales, dado que el objetivo fue describir percepciones y el muestreo fue no probabilístico. En consecuencia, expresiones como “afecta”, “disminuye” o “favorece” corresponden al contenido de los enunciados consultados y no a efectos causalmente demostrados por el estudio.

El análisis documental consideró el Reglamento de Régimen Académico del Consejo de Educación Superior, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales, el Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, la Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial de UNESCO y la Guía para el uso de IA generativa en educación e investigación. Los documentos fueron seleccionados de manera intencional por su vigencia y relación directa con las dimensiones jurídicas y éticas examinadas. Las disposiciones se organizaron en categorías de integridad académica, propiedad intelectual, privacidad y datos personales, supervisión humana, transparencia y alfabetización en IA. La participación en la encuesta fue voluntaria y anónima; no se recopilaron identificadores destinados a individualizar públicamente a los participantes.

Resultados

La composición de la muestra estuvo dominada por estudiantes, quienes representaron 84,6 % de los participantes. Los docentes correspondieron al 9,2 % y las autoridades académicas al 6,2 %. Esta estructura permite describir principalmente la percepción estudiantil, complementada por la perspectiva de actores docentes y de gestión, pero no realizar comparaciones estadísticas equilibradas entre los tres grupos.

Tabla 1.

Composición de la muestra según rol institucional

Rol	Frecuencia	Porcentaje
Estudiantes	110	84,6 %
Docentes	12	9,2 %
Autoridades académicas	8	6,2 %
Total	130	100 %

Nota. Elaboración propia a partir de la encuesta aplicada, 2026.

La frecuencia de uso muestra una presencia habitual de herramientas de IA en las actividades académicas. Casi cuatro de cada diez participantes indicaron utilizarlas siempre (37,7 %), y 17,7 % señaló un uso frecuente. Un 32,3 % declaró utilizarlas algunas veces. En conjunto, estos datos evidencian una incorporación extendida de la IA en la experiencia académica de la muestra, aunque la frecuencia de uso no debe interpretarse automáticamente como uso excesivo o indebido.

Tabla 2.

Frecuencia de uso de herramientas de IA en actividades académicas

Frecuencia de uso	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	49	37,7 %
Frecuentemente	23	17,7 %
Algunas veces	42	32,3 %
Rara vez	13	10,0 %
Nunca	3	2,3 %
Total	130	100 %

Nota. Elaboración propia a partir de la encuesta aplicada, 2026.

Los ítems de percepción muestran una valoración crítica frente al uso no regulado de IA y, al mismo tiempo, una aceptación elevada de su utilidad cuando existe responsabilidad. El 76,2 % manifestó acuerdo con que el uso excesivo puede afectar el pensamiento crítico; 74,6 % consideró que puede disminuir el aprendizaje autónomo; y 75,4 % relacionó el uso excesivo con conductas académicas poco éticas. Estas cifras expresan percepción de riesgo, no demostración empírica de deterioro cognitivo o de incremento real del plagio.

Tabla 3.

Percepciones sobre las implicaciones y regulación del uso académico de IA

Indicador	1	2	3	4	5	Acuerdo (4+5)
Puede afectar el pensamiento crítico	1	9	21	15	84	76,2 %
Puede disminuir el aprendizaje autónomo	4	5	24	16	81	74,6 %
Puede favorecer conductas académicas poco éticas	2	5	25	19	79	75,4 %
Las IES deberían contar con normas claras sobre IA	2	9	13	19	87	81,5 %
La legislación ecuatoriana necesita fortalecerse	2	6	20	14	88	78,5 %

La IA es útil si existe uso responsable y ético	1	3	13	15	98	86,9 %
Existe suficiente orientación institucional	8	6	17	22	77	76,2 %

Nota. Escala: 1 = totalmente en desacuerdo; 2 = en desacuerdo; 3 = ni de acuerdo ni en desacuerdo; 4 = de acuerdo; 5 = totalmente de acuerdo. n = 130.

La dimensión regulatoria presenta un resultado relevante. El 81,5 % considera que las instituciones deberían contar con normas claras sobre el uso de IA y 78,5 % percibe que la legislación ecuatoriana requiere fortalecimiento. Sin embargo, 76,2 % también manifiesta acuerdo con que actualmente existe suficiente orientación institucional. Lejos de ser una contradicción, el patrón puede interpretarse como coexistencia entre orientaciones iniciales o informales y una demanda de mayor formalización, precisión y consistencia normativa.

El análisis jurídico-documental mostró que las instituciones de educación superior ya cuentan con obligaciones normativas que pueden aplicarse al uso de IA, aunque no siempre estén formuladas específicamente para herramientas generativas. El Reglamento de Régimen Académico establece la obligación de expedir políticas de ética y honestidad académica y reconoce como deshonestidad el uso de soportes no autorizados y la reproducción de creaciones sin observar derechos de autor. La Ley Orgánica de Protección de Datos Personales exige que el tratamiento se sustente en una base de legitimación aplicable y observe principios de finalidad, proporcionalidad, seguridad y responsabilidad

Tabla 4.

Normativa ecuatoriana y referentes internacionales de ética de la IA.

Marco	**Contenido relevante**	**Implicación para el uso académico de IA**

Reglamento de Régimen Académico (CES, 2022)	Ética y honestidad académica; prohíbe soportes no autorizados, apropiación de ideas y vulneración de derechos de autor.	Las IES deben definir cuándo la IA está autorizada, cómo debe declararse y qué usos constituyen deshonestidad académica.
Ley Orgánica de Protección de Datos Personales (2021)	Base de legitimación aplicable, finalidad, proporcionalidad, seguridad y responsabilidad en el tratamiento de datos personales	No deben introducirse datos personales o sensibles en sistemas de IA sin base jurídica y salvaguardias adecuadas.
Código Ingenios (2016)	Protección de derechos intelectuales y articulación con educación superior e investigación.	La asistencia de IA no elimina la responsabilidad humana sobre autoría, originalidad, citas y uso de obras protegidas.
UNESCO, Recomendación sobre Ética de la IA (2021)	Derechos humanos, transparencia, equidad, supervisión humana, privacidad y alfabetización en IA.	La IA debe apoyar el aprendizaje sin reducir capacidades cognitivas y mantener responsabilidad humana.
UNESCO, Guía de IAGen en educación	Enfoque centrado en el ser humano, protección de datos, validación ética y pedagógica, desarrollo de capacidades.	Las políticas institucionales deben integrar formación, evaluación de riesgos y usos pedagógicos diferenciados.

Nota. Síntesis elaborada a partir de normativa ecuatoriana y referentes internacionales de ética de la IA.

Discusión

Los resultados describen una comunidad académica que ya convive con la IA como herramienta habitual, pero que mantiene reservas frente a un uso intensivo o no regulado. El 55,4 % de la muestra declaró utilizar IA siempre o frecuentemente. La frecuencia observada muestra que las instituciones de educación superior necesitan tratar la IA como una dimensión permanente de la gestión académica.

La percepción de riesgo sobre pensamiento crítico y aprendizaje autónomo coincide con la preocupación internacional por la llamada delegación cognitiva. UNESCO (2021) plantea expresamente que los sistemas de IA utilizados en aprendizaje deben apoyar el

proceso educativo sin reducir las capacidades cognitivas. Esta perspectiva permite interpretar el 76,2 % de acuerdo sobre pensamiento crítico y el 74,6 % sobre aprendizaje autónomo como señales de una preocupación pedagógica compartida, pero no como prueba de daño. La distinción es metodológicamente importante: una encuesta transversal puede identificar percepciones y actitudes, mientras que demostrar deterioro cognitivo requeriría diseños longitudinales, experimentales o evaluaciones directas de desempeño.

La integridad académica presenta una tensión similar. Tres de cada cuatro participantes asociaron el uso excesivo con conductas poco éticas. Flores-Morales et al. (2025) describen una frontera difusa entre apoyo y deshonestidad cuando la IA participa en la redacción académica. Esta preocupación coincide con Cotton et al. (2024) y Perkins (2023), quienes señalan que la respuesta institucional frente a la IA generativa requiere actualizar los mecanismos de evaluación y las políticas de integridad académica, dado que el problema no reside únicamente en la utilización de la herramienta, sino en la forma, finalidad y transparencia con que interviene en la producción académica. A su vez, la literatura sobre integridad en educación superior muestra que las infracciones dependen de factores individuales, institucionales, sociales y tecnológicos, por lo que la respuesta no debería concentrarse únicamente en detectar textos generados, sino en diseñar evaluaciones, reglas de atribución y procesos formativos que reduzcan los incentivos y oportunidades de fraude (Yusuf et al., 2024).

En este punto, el marco ecuatoriano ofrece una base normativa relevante para regular institucionalmente el uso académico de la IA. El artículo 38 del Reglamento de Régimen Académico obliga a las IES a expedir políticas de ética y honestidad académica y contempla como fraude el uso de soportes no autorizados y la vulneración

de derechos de autor. La IA generativa puede incorporarse a esta arquitectura normativa mediante reglas institucionales que especifiquen cuándo su uso es permitido, cuándo requiere declaración y cuándo constituye sustitución indebida del trabajo del estudiante. Por ello, la necesidad de "fortalecer la legislación" expresada por 78,5 % de los encuestados debe interpretarse como percepción de insuficiencia o falta de especificidad, no como ausencia absoluta de regulación.

La protección de datos amplía la dimensión jurídica. Los sistemas generativos pueden procesar textos, imágenes, expedientes, bases de datos, evaluaciones y otra información que contenga datos personales. La Ley Orgánica de Protección de Datos Personales exige que el tratamiento se sustente en una base de legitimación aplicable y observe principios de finalidad, proporcionalidad, seguridad y responsabilidad. En el ámbito universitario, esto implica que estudiantes y docentes no deberían cargar indiscriminadamente información identificable o sensible en plataformas de IA sin conocer sus condiciones de tratamiento. La alfabetización en IA, por tanto, debe incluir no solo habilidades de prompting o verificación de respuestas, sino también criterios de privacidad, confidencialidad y seguridad.

El hallazgo más favorable fue el reconocimiento de la IA como herramienta útil bajo condiciones responsables: 86,9 % estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo. Esta valoración coincide con Ojeda Guerrero et al. (2026), quienes muestran aportes de ChatGPT a la retroalimentación, comprensión y aprendizaje activo. El dato refuerza la conveniencia de abandonar enfoques exclusivamente prohibitivos. La gobernanza institucional debería distinguir usos pedagógicamente productivos —por ejemplo, lluvia de ideas, retroalimentación, tutoría, contraste de argumentos o apoyo en

programación— de usos que sustituyen la evidencia de aprendizaje requerida en una evaluación.

La aparente coexistencia entre 76,2 % que percibe suficiente orientación institucional y 81,5 % que demanda normas claras ofrece una lectura especialmente útil. Es posible que existan orientaciones, advertencias o decisiones docentes, pero que estas no se perciban como políticas suficientemente formalizadas, homogéneas o específicas. Estudios recientes sobre políticas universitarias de IAGen muestran que las instituciones se encuentran en un proceso de transición hacia guías que diferencian actividades, responsabilidades y niveles de autorización. En esta línea, Chan (2023) propone un marco de política universitaria de IA articulado en dimensiones pedagógicas, de gobernanza y operativas, mientras que Zawacki-Richter et al. (2024) evidencian la progresiva incorporación de políticas, recursos y directrices institucionales para orientar el uso de IA generativa. Para Guayaquil, el desafío no sería comenzar desde cero, sino transformar orientaciones dispersas en un sistema institucional coherente y comunicable.

A partir de la evidencia empírica y documental, una política universitaria sobre IA debería incluir al menos cinco componentes: definición de usos permitidos, condicionados y prohibidos; obligación de declarar el uso de IA cuando haya contribuido de forma sustantiva al producto académico; protección de datos y prohibición de cargar información sensible sin autorización; rediseño de evaluaciones para privilegiar procesos, defensa oral, trazabilidad y producción auténtica; y formación continua de docentes y estudiantes en alfabetización, verificación, sesgos y ética. Esta estructura es coherente con la propuesta de UNESCO de adoptar un enfoque centrado

en el ser humano y con la exigencia ecuatoriana de políticas de ética y honestidad académica.

El estudio presenta limitaciones que condicionan la interpretación. La muestra fue no probabilística y estuvo compuesta principalmente por estudiantes, por lo que no representa estadísticamente a todas las instituciones de educación superior de Guayaquil ni permite comparar de manera robusta estudiantes, docentes y autoridades. El cuestionario recogió percepciones y no midió directamente desempeño cognitivo, plagio real o efectividad de políticas institucionales. La ausencia de una validación psicométrica documentada del cuestionario constituye otra limitación, por lo que los indicadores se interpretaron individualmente. El componente documental se concentró en normas y referentes seleccionados por pertinencia y no constituye una revisión jurídica exhaustiva de todos los reglamentos internos de las IES de la ciudad. Futuras investigaciones podrían incorporar muestreo estratificado, análisis por institución, pruebas de desempeño antes y después del uso de IA y revisión comparada de políticas institucionales.

Conclusiones

El uso de inteligencia artificial se encuentra ampliamente incorporado en las actividades académicas de la muestra estudiada. La frecuencia observada muestra que las instituciones de educación superior necesitan tratar la IA como una dimensión permanente de la gestión académica y no como una práctica marginal o transitoria.

Las percepciones recogidas muestran preocupación por los posibles efectos de un uso excesivo sobre el pensamiento crítico, el aprendizaje autónomo y la integridad académica. Estos resultados no demuestran causalidad, pero sí evidencian una demanda de acompañamiento pedagógico y de criterios que eviten que la generación automatizada sustituya la elaboración intelectual que se espera del estudiante.

El marco jurídico ecuatoriano ya contiene obligaciones aplicables al uso académico de IA en materia de ética y honestidad académica, derechos intelectuales y protección de datos. La necesidad principal no consiste únicamente en crear nuevas normas, sino en traducir estos principios a protocolos institucionales específicos que definan autorización, declaración de uso, responsabilidad, privacidad y consecuencias frente a usos indebidos.

La elevada aceptación de la IA cuando se utiliza de forma responsable indica que la regulación no debería orientarse a una prohibición general. Un modelo institucional más pertinente combina alfabetización crítica en IA, supervisión humana, rediseño de evaluaciones, transparencia sobre la intervención de herramientas generativas y mecanismos de protección de datos. Bajo estas condiciones, la IA puede funcionar como apoyo al aprendizaje sin desplazar la responsabilidad académica del estudiante ni del docente.

Para las instituciones de educación superior de Guayaquil, se propone estructurar políticas de gobernanza de IA que articulen tres niveles: uso pedagógico, integridad académica y cumplimiento jurídico. La consistencia entre estos niveles permitirá responder a la rápida evolución tecnológica con criterios verificables, comprensibles y adaptables, evitando tanto la permisividad sin control como las prohibiciones que ignoran el potencial educativo de estas herramientas.

Referencias Bibliográficas

Asamblea Nacional del Ecuador. (2016). Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación. Registro Oficial No. 899, Suplemento, 9 de diciembre de 2016.

Asamblea Nacional del Ecuador. (2021). Ley Orgánica de Protección de Datos Personales. Registro Oficial No. 459, Quinto Suplemento, 26 de mayo de 2021.

Baig, M. I., & Yadegaridehkordi, E. (2024). ChatGPT in the higher education: A systematic literature review and research challenges. *International Journal of Educational Research, 127*, 102411. https://doi.org/10.1016/j.ijer.2024.102411

Chan, C. K. Y. (2023). A comprehensive AI policy education framework for university teaching and learning. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20*, 38. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00408-3

Chávez Vera, S. V., Saltos Patiño, V. O., Quiroz González, Y. K., Iman Zambrano, S. M., & Loor Escobar, G. A. (2024). Uso ético de la inteligencia artificial en la educación superior. *Maestro y Sociedad, 21*(3), 1396–1407."

Consejo de Educación Superior. (2022). Reglamento de Régimen Académico. Consejo de Educación Superior del Ecuador.

Cotton, D. R. E., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2024). Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International, 61*(2), 228–239. https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148

Crompton, H., & Burke, D. (2023). Artificial intelligence in higher education: The state of the field. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20*, 22. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00392-8

Farrokhnia, M., Banihashem, S. K., Noroozi, O., & Wals, A. (2024). A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research. *Innovations in Education and Teaching International, 61*(3), 460–474. https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846

Flores-Morales, J. A., Anglas La Torre, M. E., & Solorzano Arias, S. (2025). Inteligencia artificial e integridad en los trabajos académicos de estudiantes en una Universidad de Lima. European Public & Social Innovation Review, 11, 1–20. https://doi.org/10.31637/epsir-2026-1897

García-Peñalvo, F. J., Casañ-Guerrero, M. J., Alier-Forment, M., & Pereira-Varela, J. A. (2025). La ética de la inteligencia artificial generativa en educación a debate: Perspectiva desde el desarrollo de un caso de estudio teórico-práctico. Revista Española de Pedagogía, 83(291), 281–296. https://doi.org/10.22550/2174-0909.4577

Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences, 13*(4), 410. https://doi.org/10.3390/educsci13040410

Ojeda Guerrero, D., Jaramillo Campoverde, A. R., & Carrión-Salinas, G. (2026). El impacto del ChatGPT en el aprendizaje activo: un estudio en la educación superior. Runae, (14), 40–54. https://doi.org/10.70141/run.14.1212

Perkins, M. (2023). Academic integrity considerations of AI Large Language Models in the post-pandemic era: ChatGPT and beyond. *Journal of University Teaching & Learning Practice, 20*(2). https://doi.org/10.53761/1.20.02.07

UNESCO. (2021). Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

UNESCO. (2023). Guidance for generative AI in education and research. UNESCO.

Yusuf, A., Pervin, N., & Román-González, M. (2024). Academic integrity violations in higher education: A systematic literature review from 2013–2023. Journal of Applied Research in Higher Education, 17(5), 1454–1468. https://doi.org/10.1108/JARHE-12-2023-0559

Zawacki-Richter, O., Bond, M., Marín, V. I., & Gouverneur, F. (2024). Generative AI in higher education: Seeing ChatGPT through universities' policies, resources, and guidelines. Computers and Education: Artificial Intelligence, 7, 100326. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100326

Tipicidad, calificación jurídica y prohibición de analogía en el Derecho Tributario ecuatoriano: límites interpretativos de la Administración frente a la configuración del hecho generador.

Tax typicity, legal characterization and the prohibition of analogy in Ecuadorian tax law: interpretative limits of the Administration in defining the taxable event.

Tipicidade, qualificação jurídica e proibição de analogia no Direito Tributário equatoriano: limites interpretativos da Administração na configuração do fato gerador.

Jonathan Eduardo López Poveda
Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador
info@lopezygomez.com
https://orcid.org/0009-0009-7058-4279

Nathalie Fernanda Gómez Suárez
Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador
gerencia@lopezygomez.com
https://orcid.org/0009-0002-2227-7599

Forma de citación en APA, séptima edición.

López, J., y Gómez, N. (2026). *Tipicidad, calificación jurídica y prohibición de analogía en el Derecho Tributario ecuatoriano: límites interpretativos de la Administración frente a la configuración del hecho generador*. Revista Ibero Research, 1(7), 781 – 817.

Fecha de presentación: 14/09/2026 **Fecha de aceptación:** 16/09/2026 **Fecha de publicación:** 18/09/2026

Resumen

La calificación tributaria permite identificar la naturaleza de las operaciones, pero su ejercicio plantea tensiones con la reserva de ley y la seguridad jurídica. El objetivo fue delimitar las facultades interpretativas de la Administración ecuatoriana y formular un test de legitimidad de la calificación tributaria. Se desarrolló un estudio cualitativo, jurídico dogmático, documental y comparado, sustentado en normativa ecuatoriana, seis decisiones y resoluciones jurisprudenciales seleccionadas, legislación de España, Perú y Brasil y literatura especializada. Se distinguieron interpretación, integración analógica, calificación, simulación y aplicación de reglas antielusivas; el análisis identificó límites relativos a competencia, habilitación normativa, subsunción, prueba, procedimiento y efectos. Las decisiones examinadas mostraron controles complementarios sobre configuración de tasas, cuantificación del ICE, ingresos bancarios, motivación, publicidad y defensa de responsables. Se propuso un test de siete etapas no compensables, con consecuencias diferenciadas para defectos normativos, probatorios y procedimentales. Se concluyó que la autonomía calificadora opera dentro del supuesto legal y no autoriza su ampliación por semejanza económica; la legitimidad exige demostrar tanto los hechos relevantes como su correspondencia con una obligación previamente establecida.

Palabras clave: reserva de ley; subsunción; potestad fiscal; debido proceso; certeza normativa.

Abstract

Tax characterization makes it possible to identify the nature of transactions, but its exercise creates tensions with statutory reservation and legal certainty. The objective was to delimit the interpretative powers of the Ecuadorian tax administration and formulate a test for the legitimacy of tax characterization. A qualitative, doctrinal, documentary and comparative legal study was conducted, drawing on Ecuadorian legislation, six selected judicial decisions and precedent resolutions, legislation from Spain, Peru and Brazil, and specialist literature. Interpretation, analogical gap filling, characterization, simulation and the application of anti-avoidance rules were distinguished; the analysis identified limits concerning competence, statutory authorization, subsumption, evidence, procedure and effects. The decisions examined revealed complementary controls over the design of fees, ICE assessment, bank receipts, reasoning, publication and the defense of liable representatives. A seven-stage test with non-compensable requirements was proposed, with distinct consequences for normative, evidentiary and procedural defects. It was concluded that characterization autonomy operates within the statutory taxable event and does not authorize its extension through economic similarity; legitimacy requires demonstrating both the relevant facts and their correspondence to a previously established obligation.

Keywords: statutory reservation; subsumption; taxing power; due process; normative certainty.

Resumo

A qualificação tributária permite identificar a natureza das operações, mas seu exercício suscita tensões com a reserva legal e a segurança jurídica. O objetivo foi delimitar os poderes interpretativos da Administração equatoriana e formular um teste de legitimidade da qualificação tributária. Desenvolveu-se um estudo qualitativo, jurídico-dogmático, documental e comparado, fundamentado na legislação equatoriana, em seis decisões e resoluções jurisprudenciais selecionadas, na legislação da Espanha, do Peru e do Brasil e na literatura especializada. Distinguiram-se interpretação, integração analógica, qualificação, simulação e aplicação de normas antielusivas; a análise identificou limites relativos à competência, habilitação normativa, subsunção, prova, procedimento e efeitos. As decisões examinadas evidenciaram controles complementares sobre configuração de taxas, determinação do ICE, ingressos bancários, fundamentação, publicidade e defesa dos responsáveis. Propôs-se um teste de sete etapas não compensáveis, com consequências diferenciadas para defeitos normativos, probatórios e procedimentais. Concluiu-se que a autonomia qualificadora opera dentro da hipótese legal e não autoriza sua ampliação por semelhança econômica; a legitimidade exige demonstrar tanto os fatos relevantes quanto sua correspondência com uma obrigação previamente estabelecida.

Palavras-chave: reserva legal; subsunção; poder tributário; devido processo; certeza normativa.

Introducción

La potestad tributaria requiere identificar con precisión qué manifestaciones de capacidad económica originan obligaciones exigibles y quién puede definirlas. En Ecuador, la relación entre creación normativa y aplicación administrativa adquiere especial relevancia cuando la forma contractual, la descripción contable y el contenido económico de una operación no coinciden; una diferencia entre esas dimensiones puede justificar investigación, pero no determina por sí misma la existencia de un tributo.

La Constitución distribuye competencias y garantiza seguridad jurídica, debido proceso e impugnación de las actuaciones públicas. Sus artículos 82, 226, 300 y 301 ofrecen un marco conjunto para examinar el ejercicio de las facultades fiscales; en particular, la creación de impuestos mediante ley debe diferenciarse de la regulación de tasas y contribuciones conforme al régimen constitucional de competencias (Asamblea Constituyente del Ecuador, 2008).

El Código Tributario desarrolla esa arquitectura mediante reglas sobre reserva de ley, interpretación, supletoriedad y calificación del hecho generador. La lectura conjunta de sus artículos 4, 13, 14, 16 y 17 plantea el problema decisivo: reconocer el verdadero contenido de una operación sin agregar condiciones de imposición que el ordenamiento no estableció. El artículo 11.1 refuerza esta delimitación respecto de resoluciones, circulares y otras normas administrativas (Congreso Nacional del Ecuador, 2005).

La tipicidad tributaria se utiliza en este estudio como exigencia de correspondencia entre los elementos normativamente definidos y los hechos acreditados. No se identifica automáticamente con la taxatividad penal ni se presupone que toda expresión legal admita una sola lectura; se examina, más precisamente, si la interpretación conserva el supuesto de imposición y permite justificar su aplicación mediante razones controlables.

La evolución del sistema tributario ecuatoriano proporciona el contexto institucional de esta controversia, mientras los estudios sobre fiscalización muestran su conexión con la determinación administrativa. Esos antecedentes permiten situar el problema en la relación entre potestades de control y garantías del contribuyente, sin convertir la finalidad recaudatoria en una habilitación normativa independiente (López Poveda & Gómez Suárez, 2026a, 2026d).

La cuestión tampoco se agota en escoger entre forma y sustancia. La denominación contractual puede ser inexacta, una operación puede ser simulada o una norma puede utilizar conceptos económicos; cada situación exige un razonamiento distinto. La investigación sobre planificación tributaria diferencia economía de opción, elusión y abuso, y propone garantías frente a respuestas antielusivas; esa diferenciación sirve como antecedente para delimitar la autonomía calificadora (López Poveda & Gómez Suárez, 2026g).

El derecho comparado ofrece soluciones útiles, aunque no intercambiables. España separa calificación, prohibición de analogía, conflicto en la aplicación de la norma y simulación; Perú articula límites interpretativos con una disposición sobre calificación y elusión, mientras Brasil limita expresamente el uso de analogía para exigir tributos no previstos y preserva determinados conceptos privados vinculados con la competencia tributaria (Jefatura del Estado, 2003; Ministerio de Economía y Finanzas del Perú, 2013; Presidencia de la República del Brasil, 1966).

En el ámbito ecuatoriano, la jurisprudencia seleccionada muestra problemas concretos de control: elementos esenciales de una tasa, utilización de un método de cuantificación no previsto y calificación de movimientos bancarios como ingresos gravados. Estos supuestos permiten estudiar límites materiales y probatorios sin inferir una tasa nacional

de irregularidad administrativa a partir de un conjunto intencional de decisiones (Corte Constitucional del Ecuador, 2021b; Corte Nacional de Justicia, 2023, 2026).

La investigación reciente sobre procedimiento administrativo e impugnación tributaria destaca la importancia de motivación, defensa y acceso efectivo al control judicial. Por su parte, el examen del recurso de revisión identifica tensiones entre corrección del acto firme y estabilidad jurídica; estas contribuciones orientan el análisis hacia garantías que deben operar al adoptar la decisión y durante su revisión (López Poveda & Gómez Suárez, 2026c, 2026e; Camacho Guamán, 2026).

El vacío abordado es de articulación metodológica: se requiere un instrumento que conecte fuente de competencia, interpretación de la norma, reconstrucción del hecho y consecuencias de la recalificación. El objetivo general consiste en delimitar esos límites y formular un test jurídico de legitimidad; específicamente, se distinguen las técnicas de aplicación, se sistematizan las decisiones seleccionadas y se contrastan salvaguardas comparadas para construir criterios verificables.

Se adopta como hipótesis de trabajo que la recalificación resulta jurídicamente defendible cuando mantiene los elementos del tributo, acredita la realidad relevante y satisface las garantías procedimentales aplicables. La hipótesis se examina mediante coherencia normativa y contraste jurisprudencial, no mediante inferencia estadística; el aporte propositivo consiste en explicar cuándo un defecto exige rechazar la extensión del gravamen y cuándo corresponde una consecuencia probatoria o procedimental diferenciada.

Metodología

Se desarrolló una investigación cualitativa de carácter jurídico dogmático, crítico y propositivo, mediante análisis documental y comparación funcional de ordenamientos. El objeto estuvo constituido por los límites de la interpretación y la calificación tributaria en Ecuador; la unidad principal de análisis fue la regla jurídica relevante, entendida como relación entre supuesto, facultad, condición de ejercicio y consecuencia, y no como una observación de comportamiento individual.

El material de partida comprendió el planteamiento temático y las diecisiete referencias proporcionadas de López Poveda y Gómez Suárez. Se examinó su pertinencia para el problema delimitado y se incorporaron ocho trabajos directamente relacionados con sistema tributario, calificación de criptoactivos, procedimiento, fiscalización, impugnación, seguridad jurídica, planificación y precios de transferencia; los estudios centrados en información financiera o indicadores de desempeño no se utilizaron para fundamentar potestades jurídicas.

La búsqueda se realizó el 18 de septiembre de 2026 mediante consultas web y navegación en repositorios institucionales. Se consultaron los portales del Servicio de Rentas Internas, Corte Constitucional, Corte Nacional de Justicia, Boletín Oficial del Estado, SUNAT, Presidencia de Brasil, Revista Ibero Research e Iuris Dictio; las páginas editoriales y los documentos oficiales permitieron contrastar autoría, identificación normativa, contenido y localización de las fuentes utilizadas.

Se emplearon términos como «calificación del hecho generador», «reserva de ley tributaria», «prohibición de analogía», «interpretación económica», «simulación» y «carga de la prueba», combinados con Ecuador, jurisprudencia y tributación. Como equivalentes conceptuales se consideraron tax characterization, statutory reservation,

taxable event y prohibition of analogy; las búsquedas se complementaron con seguimiento de referencias y localización directa de resoluciones identificadas en repertorios oficiales.

La selección fue intencional y orientada por relevancia jurídica, no probabilística. Se incluyeron normas con contenido directamente aplicable a interpretación, calificación o límites de potestad, decisiones con una regla identificable para esos controles y literatura con objeto relacionado; se excluyeron resultados sin correspondencia temática, comentarios sin fuente primaria identificable y estudios cuya incorporación únicamente habría aumentado la extensión bibliográfica.

El corpus citado quedó integrado por veinte fuentes: cinco cuerpos normativos, seis decisiones o resoluciones jurisprudenciales y nueve publicaciones académicas. Los cuerpos normativos comprendieron la Constitución y el Código Tributario ecuatorianos, la Ley General Tributaria española y los códigos tributarios peruano y brasileño; las publicaciones incluyeron los ocho antecedentes seleccionados de los autores y el estudio de Camacho Guamán (2026).

Para Ecuador se utilizó el Código Tributario consolidado difundido por el SRI, identificado con última reforma de 3 de octubre de 2025, y el texto constitucional disponible en su biblioteca institucional. La fecha original de cada cuerpo normativo se conservó en la referencia; su antigüedad no motivó exclusión, porque la pertinencia de una norma depende de su aplicabilidad y no de haber sido promulgada dentro de los últimos cinco años.

La selección jurisprudencial comprendió las sentencias constitucionales 1158-17-EP/21, 70-11-IN/21 y 2-21-IA/23, así como las resoluciones de precedentes 01-2023, 12-2024 y 02-2026 de la Corte Nacional. Se distinguió la decisión constitucional de alcance general sobre motivación de las decisiones específicamente tributarias; también se

diferenció la resolución que sistematiza un precedente de las sentencias individuales que la sustentan.

Se registraron órgano, año, identificador, problema, regla relevante y límite de extrapolación. En las resoluciones de la Corte Nacional se contabilizaron, además, las sentencias expresamente enumeradas como sustento del precedente, sin confundir ese conteo con número de contribuyentes, expedientes administrativos o controversias existentes en el país; las tres resoluciones seleccionadas enumeran cinco, cinco y tres sentencias, respectivamente.

El análisis normativo combinó interpretación textual, sistemática y finalista, con atención a la jerarquía de fuentes. Primero se identificó el enunciado habilitante; posteriormente se relacionó con las reglas restrictivas y con la garantía comprometida, y finalmente se evaluó si la conclusión propuesta podía obtenerse sin agregar un elemento que dependiera de creación normativa. La significación económica se examinó dentro de ese procedimiento y no como una excepción autónoma a la reserva de ley.

La comparación internacional se limitó a funciones equivalentes, evitando trasladar potestades extranjeras a Ecuador. Se examinó la presencia textual de restricciones a la extensión del gravamen, calificación independiente de denominaciones, requisitos de cláusulas antielusivas y protección de conceptos privados ligados a competencias; una característica no identificada en las disposiciones seleccionadas no se interpretó como ausencia absoluta de esa protección en el ordenamiento respectivo.

Las cuatro tablas sintetizaron disposiciones ecuatorianas, reglas jurisprudenciales, mecanismos comparados y etapas del test propuesto. Los cuatro gráficos representaron codificación normativa, distribución temporal del corpus judicial, contraste funcional de cláusulas y número de sentencias sustentantes de los precedentes; se utilizaron

categorías nominales, marcas de presencia textual y frecuencias enteras, sin construir índices de calidad jurídica ni estimaciones de efectividad administrativa.

La codificación se sometió a una segunda lectura de correspondencia entre cada celda, disposición y regla judicial identificada. No se calculó concordancia entre evaluadores porque no se realizó una validación independiente por varios codificadores; la reproducibilidad descansa en la explicitación del corpus y de las reglas de clasificación. La propuesta se contrastó argumentativamente con problemas documentados, sin presentarse como un instrumento validado mediante aplicación prospectiva a expedientes.

Los gráficos se generaron con Python y Matplotlib a partir de las matrices documentales construidas para el estudio. No se aplicaron pruebas de significación, intervalos de confianza, correlaciones ni modelos causales, porque el diseño no produjo una muestra estadística; las cifras cumplen una función descriptiva del material analizado y deben interpretarse dentro de ese alcance.

Se trabajó con documentos públicos y publicaciones académicas, sin entrevistas, intervención sobre personas ni acceso a expedientes reservados. No se incorporaron datos personales distintos de los necesarios para identificar fuentes públicas; el análisis diferenció las reglas vigentes, la interpretación sustentada en ellas y las propuestas de mejora, evitando presentar estas últimas como obligaciones ya establecidas.

Resultados

La lectura conjunta del corpus permitió identificar una frontera entre determinación y creación del tributo: la Administración puede reconstruir hechos y corregir su denominación, pero la consecuencia exigida necesita una regla de incidencia previa. Esta conclusión se apoya en la relación entre los artículos 4, 11.1, 13, 14, 16 y 17 del Código Tributario, cuyo contenido conserva funciones diferentes dentro del razonamiento de aplicación (Congreso Nacional del Ecuador, 2005).

La reserva de ley delimita materias que no pueden completarse mediante una decisión administrativa creadora. La interpretación permite precisar el significado de un enunciado existente, mientras la integración atiende vacíos bajo restricciones expresas; la calificación, en cambio, relaciona hechos acreditados con categorías relevantes. La Tabla 1 presenta esas funciones separadamente para impedir que una facultad interpretativa sea utilizada como autorización general de imposición.

Tabla 1. Funciones y límites de las disposiciones ecuatorianas seleccionadas

Disposición	Función jurídica	Límite de aplicación
CT, art. 4	Reserva de elementos y materias tributarias	La Administración no sustituye la definición normativa.
CT, art. 7	Potestad reglamentaria y disposiciones generales	No modificar la ley ni crear obligaciones impositivas.
CT, art. 11.1	Límite a resoluciones, circulares y normas administrativas	No ampliar ni restringir el alcance legal.
CT, art. 13	Interpretación jurídica, técnica y económica	Precisar el sentido sin crear un supuesto adicional.
CT, art. 14	Supletoriedad e integración analógica	No crear tributos, exenciones ni materias reservadas.
CT, art. 16	Definición del hecho generador	Debe existir presupuesto legal de configuración.

Disposición	Función jurídica	Límite de aplicación
CT, art. 17, inc. 1	Calificación de actos jurídicos	Atender a naturaleza jurídica real.
CT, art. 17, inc. 2	Calificación de conceptos económicos	Atender a relaciones económicas efectivas.

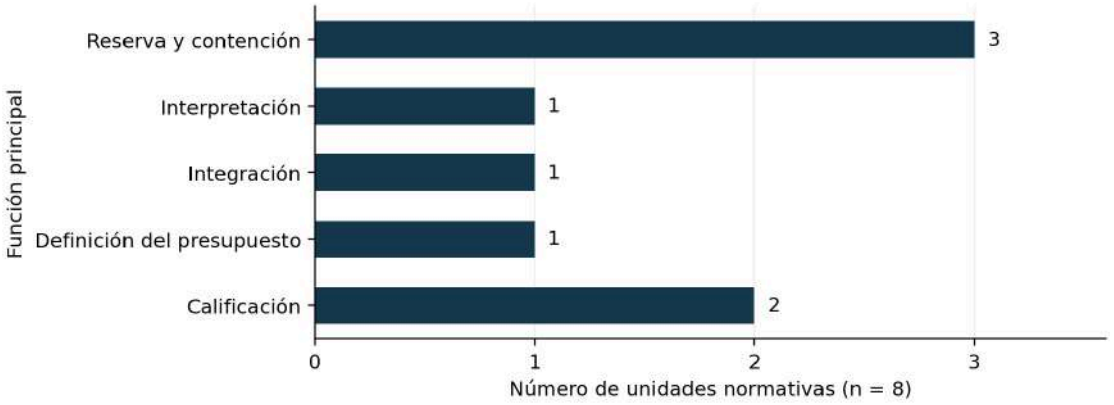
Fuente: elaboración propia a partir del Código Tributario, arts. 4, 7, 11.1, 13, 14, 16 y 17 (Congreso Nacional del Ecuador, 2005). CT: Código Tributario; cada inciso del art. 17 constituye una unidad analítica.

La distinción más relevante de la Tabla 1 es la coexistencia de habilitaciones y restricciones. El artículo 13 admite métodos interpretativos y significación económica, pero no deroga la reserva del artículo 4; de igual forma, la autonomía del artículo 17 debe operar respecto del presupuesto legal del artículo 16. La conclusión calificadora depende de esa lectura conjunta y pierde sustento si uno de sus componentes se reemplaza por una finalidad recaudatoria genérica.

El artículo 14 requiere una precisión adicional: la prohibición de analogía no es absoluta para toda cuestión tributaria. El Código admite integración de vacíos, pero impide que ese procedimiento cree tributos, exenciones u otras materias reservadas; por consiguiente, el límite estudiado se concentra en el uso de semejanzas para agregar supuestos, sujetos o consecuencias que necesitan fundamento normativo propio (Congreso Nacional del Ecuador, 2005).

Para representar la distribución funcional se codificaron ocho unidades normativas, contando por separado los dos incisos del artículo 17. Se asignó a cada unidad una función principal: reserva o contención normativa, interpretación, integración, definición del presupuesto y calificación; la clasificación no supone que los artículos carezcan de efectos complementarios. El Gráfico 1 hace visible la relación entre facultades y límites en el conjunto seleccionado.

Gráfico 1. Distribución funcional de ocho unidades del Código Tributario



Fuente: codificación propia de CT, arts. 4, 7, 11.1, 13, 14, 16 y 17 (Congreso Nacional del Ecuador, 2005). Unidad: disposición seleccionada; los dos incisos del art. 17 se cuentan separadamente. Funciones principales mutuamente excluyentes.

La distribución muestra tres unidades de reserva o contención, dos de calificación y una para cada una de las funciones restantes. Este resultado describe la selección analítica, sin medir el peso jurídico de las disposiciones; permite advertir que la autonomía calificadora se encuentra acompañada por controles de fuente y alcance. El número de artículos de una categoría no establece su superioridad ni reemplaza el análisis de jerarquía normativa.

La interpretación y la analogía pueden conducir a resultados aparentemente próximos, pero se distinguen por la justificación del tránsito hacia el supuesto concreto. En la primera, el resultado debe caber dentro del significado jurídicamente defendible de la disposición; en la segunda, se reconoce una falta de regulación y se extiende la solución prevista para otro supuesto por una semejanza relevante. Cuando la extensión afecta materia reservada, ese tránsito resulta inadmisible.

Una norma puede emplear una categoría amplia sin enumerar todas sus manifestaciones tecnológicas o contractuales. La inclusión de una operación novedosa no constituye automáticamente analogía: procede examinar si satisface los elementos de esa categoría. A la inversa, la semejanza económica entre una operación gravada y otra diferente no

demuestra identidad normativa, aunque ambas generen beneficios equivalentes; el análisis debe identificar qué elemento produce la inclusión y con qué respaldo textual.

La autonomía calificadora implica independencia frente al nombre atribuido por las partes, no independencia frente al ordenamiento. Si el contrato declara una operación y la prueba demuestra otra, puede resultar pertinente aplicar la categoría correspondiente al acto realmente realizado; el razonamiento debe explicar la discordancia y su consecuencia fiscal, en lugar de utilizar la denominación administrativa como sustituto de la acreditación de hechos.

El primer inciso del artículo 17 remite a esencia y naturaleza jurídica del acto; el segundo contempla hechos delimitados mediante conceptos económicos. Esa estructura exige identificar previamente cómo se construyó la hipótesis legal. No resulta suficiente invocar la realidad económica de manera indiferenciada, porque el criterio pertinente depende del contenido del tributo y de la función que cumple el concepto utilizado en su regulación.

La simulación presenta un problema de reconstrucción de la realidad negocial, mientras la elusión puede involucrar actos efectivamente realizados cuya organización pretende obtener una ventaja fiscal. La calificación no debe absorber ambas situaciones sin diferenciación; una operación real y jurídicamente eficaz no puede transformarse en simulada únicamente por reducir la carga fiscal. El antecedente sobre planificación tributaria refuerza la necesidad de separar categorías y garantías (López Poveda & Gómez Suárez, 2026g).

La selección jurisprudencial permitió contrastar estos límites con problemas documentados. Se incluyeron decisiones sobre contenido del tributo y otras sobre condiciones de aplicación, porque una determinación puede ser objetable por su regla sustantiva, por insuficiencia probatoria o por afectación a la defensa; la Tabla 2

especifica qué aporta cada decisión y evita atribuirle una conclusión general ajena al problema resuelto.

Tabla 2. Reglas de las seis decisiones y resoluciones jurisprudenciales seleccionadas

Fuente	Problema y regla relevante	Alcance del uso en el estudio
CCE, 1158-17-EP/21	Motivación: fundamentación normativa y fáctica suficiente.	Estándar general; no sentencia de calificación tributaria.
CCE, 70-11-IN/21	Tasa de seguridad: elementos esenciales y relación con servicio y costo.	Control de configuración de una tasa municipal.
CCE, 2-21-IA/23	Resoluciones del SRI: publicidad, irretroactividad y justificación.	Seguridad jurídica en reglas procedimentales.
CNJ, 01-2023	ICE importado: rechazo de ponderación de precios de un tercero no prevista.	Límite a cuantificación en el marco normativo examinado.
CNJ, 12-2024	Responsables: ineficacia del acto no notificado al afectado.	Defensa y eficacia respecto del responsable.
CNJ, 02-2026	Valores bancarios: probar su naturaleza y gravabilidad en sede judicial.	Carga probatoria de la Administración.

Fuente: Corte Constitucional del Ecuador (2021a, 2021b, 2023) y Corte Nacional de Justicia (2023, 2024, 2026). CCE: Corte Constitucional del Ecuador; CNJ: Corte Nacional de Justicia; SRI: Servicio de Rentas Internas; ICE: impuesto a los consumos especiales.

Las decisiones de la Tabla 2 controlan dimensiones distintas de la actuación fiscal. El examen de configuración de una tasa y el del método de cuantificación del ICE afectan la correspondencia material con el ordenamiento, mientras la prueba de ingresos y la notificación a responsables se refieren a condiciones para justificar y hacer eficaz la exigencia; reunirlas permite construir un control completo sin confundir sus consecuencias jurídicas.

La sentencia 1158-17-EP/21 abandonó el anterior test de motivación y estableció un criterio de suficiencia de fundamentos normativos y fácticos. Su utilización en esta investigación no implica que toda interpretación legal incorrecta vulnere

automáticamente esa garantía; una decisión puede contener razones suficientes y, sin embargo, ser jurídicamente equivocada, supuesto cuya corrección requiere el mecanismo de control correspondiente (Corte Constitucional del Ecuador, 2021a).

En la sentencia 70-11-IN/21 se examinó una tasa municipal por seguridad ciudadana, cuya configuración no precisaba adecuadamente elementos esenciales ni su conexión con el servicio. La decisión permite identificar la importancia del presupuesto y la contraprestación estatal en esa especie tributaria; no autoriza a trasladar sin ajustes sus parámetros de recuperación de costos a los impuestos, que responden a una estructura diferente (Corte Constitucional del Ecuador, 2021b).

La sentencia 2-21-IA/23 resolvió parcialmente una impugnación contra resoluciones del SRI relativas a plazos y términos. Su aporte al problema estudiado radica en exigir publicidad, previsibilidad y justificación de las modificaciones administrativas; la extensión hacia el test es funcional y se refiere a seguridad jurídica, sin presentar el fallo como una interpretación directa del artículo 17 del Código Tributario (Corte Constitucional del Ecuador, 2023).

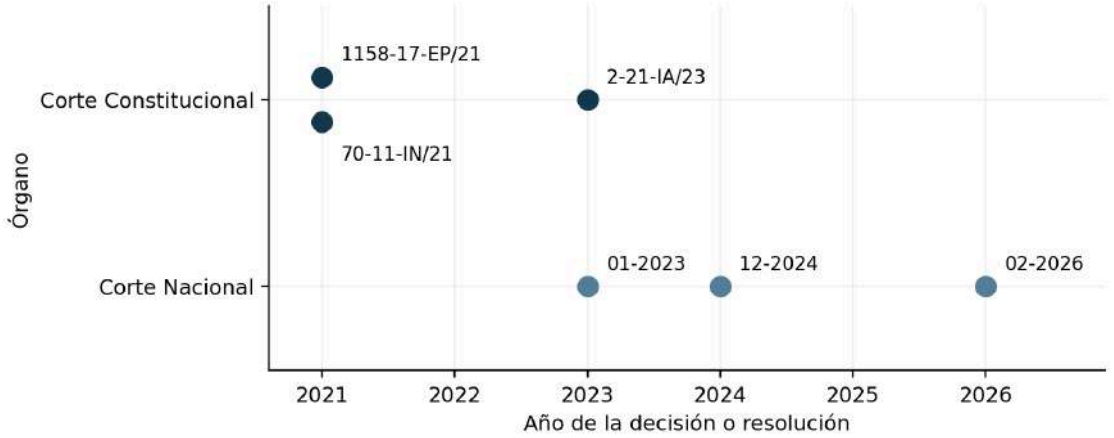
La Resolución 01-2023 ofrece un control directamente relacionado con la imposición: el método de ponderación de precios de comercialización de un tercero no podía incorporarse a la determinación examinada del ICE. El precedente vincula hecho generador, sujeto y base imponible, de modo que una técnica de cálculo aparentemente instrumental puede alterar el alcance material del gravamen si utiliza operaciones ajenas al presupuesto aplicable (Corte Nacional de Justicia, 2023).

En la Resolución 02-2026 se rechazó que la discrepancia entre declaraciones y valores bancarios bastara para calificarlos automáticamente como ingresos gravados. La regla obliga a la Administración a probar en sede judicial tanto su naturaleza como su gravabilidad; por ello, el registro de una entrada bancaria y su inclusión en una

categoría fiscal son pasos diferentes, conectados mediante evidencia y norma (Corte Nacional de Justicia, 2026).

La distribución temporal y por órgano de este corpus permite situar las reglas sin construir una evolución doctrinal lineal. El Gráfico 2 identifica las seis decisiones seleccionadas; el año corresponde a la sentencia constitucional o resolución de precedente, no al conjunto de hechos tributarios ni al año de cada proceso que sirve de antecedente.

Gráfico 2. Distribución temporal y por órgano del corpus jurisprudencial



Fuente: Corte Constitucional del Ecuador (2021a, 2021b, 2023) y Corte Nacional de Justicia (2023, 2024, 2026). Cada marca representa una decisión o resolución seleccionada; no constituye un censo jurisprudencial.

Se observa una combinación de criterios constitucionales y contencioso-tributarios entre 2021 y 2026, con coincidencia de ambos órganos en 2023 dentro de la selección. La representación sitúa temporalmente el material, pero no permite afirmar incremento de litigios ni cambios de frecuencia en la vulneración de derechos; su utilidad consiste en mostrar que los controles propuestos se construyen sobre decisiones de distintas funciones jurisdiccionales.

La Resolución 12-2024 introduce una distinción necesaria entre existencia abstracta de responsabilidad y eficacia de la actuación dirigida al responsable. La previsión legal de

una obligación no elimina el deber de notificar la determinación a quien resulte afectado; por consiguiente, el test debe revisar separadamente si existe título sustantivo para la exigencia y si su aplicación respetó la defensa del destinatario (Corte Nacional de Justicia, 2024).

De esa separación se obtiene una consecuencia metodológica: no toda decisión administrativa objetable representa analogía prohibida. Una falta de prueba, una notificación omitida y una ampliación del presupuesto legal pueden impedir sostener una exigencia, pero por razones distintas. La correcta clasificación del defecto resulta indispensable para escoger la respuesta jurídica y evitar que la discusión sobre tipicidad absorba todos los vicios del procedimiento.

Los antecedentes sobre precios de transferencia sitúan la comparabilidad y la carga de la prueba en operaciones entre partes relacionadas. Su utilidad para este estudio reside en mostrar que valoración y calificación mantienen exigencias específicas; no se deriva de esos mecanismos una facultad universal de sustituir cualquier precio por otro considerado económicamente preferible, al margen de su régimen legal de aplicación (López Poveda & Gómez Suárez, 2026h).

La comparación internacional se concentró en dispositivos que cumplen funciones equivalentes, con atención a sus diferencias de diseño. La Tabla 3 presenta las normas directamente examinadas; su contenido constituye evidencia normativa del ordenamiento respectivo y no una habilitación para que la Administración ecuatoriana aplique cláusulas extranjeras.

Tabla 3. Técnicas de aplicación y límites en cuatro ordenamientos

Ordenamiento y fuente	Técnica identificada	Salvaguarda relevante
Ecuador: CT, arts. 13–17	Interpretación; integración limitada; calificación jurídica y económica.	Reserva de ley y prohibición de creación analógica.
España: LGT, arts. 13–16 y 159	Calificación, conflicto y simulación diferenciados.	Prohibición de analogía; informe previo para declarar conflicto.
Perú: CT, normas IV, VIII y XVI	Calificación, elusión y simulación; presupuestos concurrentes.	No extender por interpretación a personas o supuestos distintos.
Brasil: CTN, arts. 108–110 y 116	Integración, conceptos privados y desconsideración de disimulación.	Analogía no crea tributo; respeto de conceptos constitucionales de competencia.

Fuente: Congreso Nacional del Ecuador (2005), Jefatura del Estado (2003), Ministerio de Economía y Finanzas del Perú (2013) y Presidencia de la República del Brasil (1966). LGT: Ley General Tributaria; CTN: Código Tributário Nacional. Comparación de disposiciones seleccionadas, no evaluación integral de cada sistema.

La Tabla 3 evidencia que la independencia frente a formas o denominaciones puede coexistir con restricciones específicas. España distingue expresamente calificación y conflicto, por lo que la constatación de una ventaja fiscal no hace intercambiables esos procedimientos; Perú incorpora condiciones concurrentes para su respuesta antielusiva, mientras el texto brasileño ofrece un límite particular respecto de conceptos privados utilizados para distribuir competencias tributarias.

En el régimen español, el artículo 13 se refiere a naturaleza jurídica y el artículo 15 contempla negocios artificiosos o impropios bajo condiciones adicionales, incluyendo informe favorable previo. La simulación se regula separadamente en el artículo 16; esta diferenciación permite sostener que cada técnica posee presupuesto y efectos propios, aunque sus fronteras puedan requerir interpretación en controversias concretas (Jefatura del Estado, 2003).

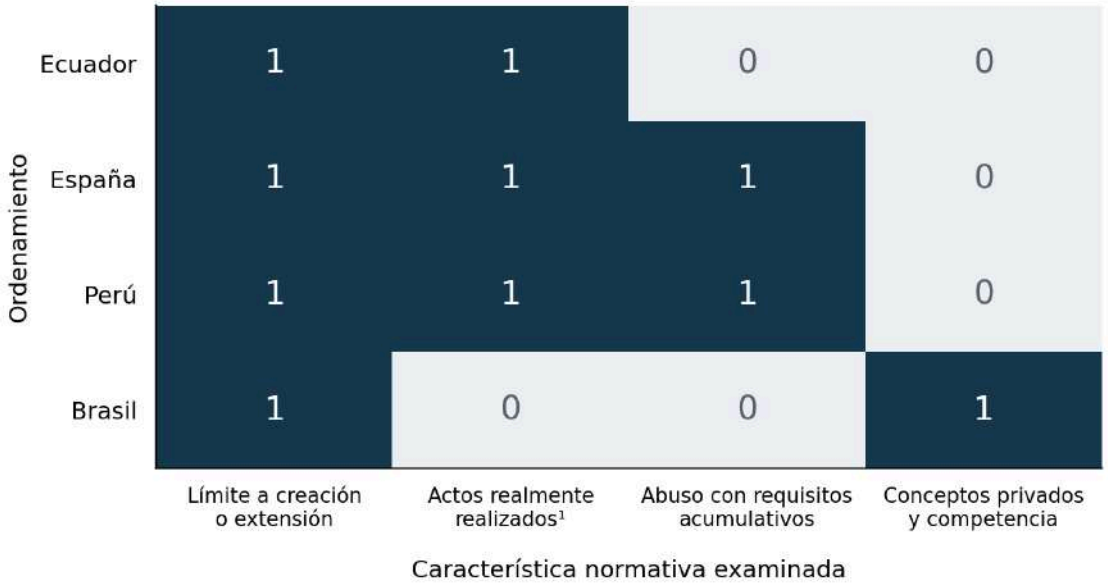
La Norma VIII peruana excluye la creación interpretativa de tributos y la extensión a personas o supuestos distintos, mientras la Norma XVI distingue realidad de los actos,

elusión y simulación. La coexistencia de ambas reglas muestra que una cláusula antielusiva no equivale a libertad general de ampliación: la reacción debe justificarse mediante sus presupuestos legales, con atención al régimen procedimental y temporal que corresponda (Ministerio de Economía y Finanzas del Perú, 2013).

El Código brasileño admite analogía como instrumento de integración, pero su artículo 108 impide exigir por esa vía un tributo no previsto. Los artículos 109 y 110 diferencian el uso de conceptos privados y la protección de aquellos que delimitan competencias; el análisis comparado identifica así un control que opera sobre el significado jurídico utilizado para distribuir poder tributario, no únicamente sobre la lectura aislada de una obligación (Presidencia de la República del Brasil, 1966).

Para precisar estas diferencias se codificó la presencia expresa de cuatro técnicas en el conjunto de disposiciones seleccionado de cada país. El Gráfico 3 utiliza marcas binarias de identificación textual, con una categoría negativa limitada al corpus; no se asignan puntuaciones de calidad ni se interpreta el total de marcas como superioridad de un sistema tributario.

Gráfico 3. Presencia textual de técnicas y límites en las disposiciones comparadas



Fuente: codificación propia de las disposiciones identificadas en la Tabla 3. 1 = característica expresa identificada; 0 = no identificada en esas disposiciones, sin afirmar ausencia en todo el ordenamiento. No se suman puntuaciones. ¹ Independencia expresa de forma o denominación, o atención a actos efectivamente realizados.

El contraste muestra un núcleo compartido de límites frente a la creación o extensión del tributo, acompañado por técnicas que no aparecen con igual formulación en las disposiciones seleccionadas. La cláusula de abuso con presupuestos acumulativos se identifica en España y Perú; el límite específico a la alteración de conceptos privados definidores de competencia se observa en Brasil. Estas diferencias justifican una comparación funcional y descartan la traslación automática de soluciones.

La calificación independiente de la denominación se codificó de manera estricta: se requirió una formulación que desplazara expresamente la forma o atendiera a los actos efectivamente realizados. En Brasil, las disposiciones seleccionadas regulan conceptos privados y desconsideración de disimulación, pero no se codificaron como una regla idéntica a la prevista por los artículos ecuatoriano y español; esa decisión conserva la diferencia entre categorías cercanas sin equipararlas por conveniencia gráfica.

Del análisis se obtuvo un test jurídico de legitimidad compuesto por siete etapas necesarias. Su finalidad es organizar una carga de justificación, no otorgar a la Administración una nueva competencia; cada etapa exige una respuesta basada en norma o evidencia. La Tabla 4 resume los criterios y distingue consecuencias, puesto que la ausencia de habilitación legal no puede compensarse con abundancia de prueba ni con corrección formal del procedimiento.

Tabla 4. Test propuesto de legitimidad de la calificación tributaria

Etapa	Pregunta verificable	Consecuencia del defecto
1. Competencia y tiempo	¿La autoridad puede actuar y dentro del período habilitado?	Aplicar la consecuencia legal de incompetencia o caducidad.
2. Fundamento normativo	¿Están definidos el presupuesto y los elementos exigidos?	Rechazar la creación o extensión administrativa del gravamen.
3. Técnica pertinente	¿Se identifica interpretación, calificación, simulación o regla antielusiva?	No sustituir una técnica por otra eludiendo sus requisitos.
4. Correspondencia legal	¿Cada elemento del supuesto se vincula con hechos acreditados?	No completar por semejanza un elemento reservado.
5. Suficiencia probatoria	¿La prueba sostiene realidad, atribución y cuantía?	No mantener la exigencia sobre hechos no acreditados.
6. Defensa y motivación	¿Se explican razones y se permite contradicción efectiva?	Aplicar nulidad, ineficacia u otro efecto legal pertinente.
7. Efectos y consistencia	¿La consecuencia respeta alcance, período y publicidad?	Excluir efectos que excedan la habilitación aplicable.

Fuente: propuesta propia derivada del Código Tributario y la Constitución; Corte Constitucional del Ecuador (2021a, 2021b, 2023); Corte Nacional de Justicia (2023, 2024, 2026). El test no constituye una regla jurisprudencial ni un instrumento empíricamente validado.

El test de la Tabla 4 diferencia legitimidad sustantiva, justificación probatoria y regularidad procedimental. La decisión solo puede sostenerse si satisface los requisitos aplicables, pero el efecto de un incumplimiento depende de su naturaleza y del régimen de control; el modelo no establece que todos los defectos produzcan idéntica nulidad ni que cualquier omisión pueda subsanarse sin límites de competencia, tiempo y defensa.

En la primera etapa se individualizan autoridad, potestad ejercida y período relevante. La identificación del órgano resulta insuficiente si no se establece qué facultad se activa, sobre qué obligación y dentro de qué límites temporales; distinguir determinación, revisión y ejecución impide que un instrumento concebido para una función sustituya los requisitos de otra. El control temporal comprende la versión normativa aplicable al hecho y la oportunidad del ejercicio de potestad.

La segunda etapa exige reconstruir la regla de incidencia antes de valorar la conducta. Se identifican objeto, sujeto, aspecto temporal, conexión territorial y cuantificación en las disposiciones aplicables, con las remisiones que legalmente procedan; si un componente se obtiene únicamente de una circular innovadora, una categoría económica no incorporada o una semejanza con otro tributo, el examen debe detener esa extensión normativa.

La tercera etapa obliga a explicitar la técnica empleada. Una discusión sobre significado no equivale a una imputación de simulación, y una corrección de denominación no habilita automáticamente la eliminación de una ventaja fiscal; cuando se invoque una regla antielusiva específica, deberán acreditarse sus presupuestos. El nombre elegido para el acto administrativo no modifica la naturaleza de la operación jurídica que efectivamente se realiza.

La cuarta etapa relaciona cada elemento normativo con un hecho probado mediante una subsunción explícita. Resulta útil formular una pregunta de contraste: si se elimina el argumento de semejanza económica, ¿subsiste una disposición que incluya esta operación? La respuesta negativa identifica una posible extensión analógica, aunque el diagnóstico definitivo exige considerar definiciones legales, remisiones válidas y el conjunto de reglas que configuran el tributo.

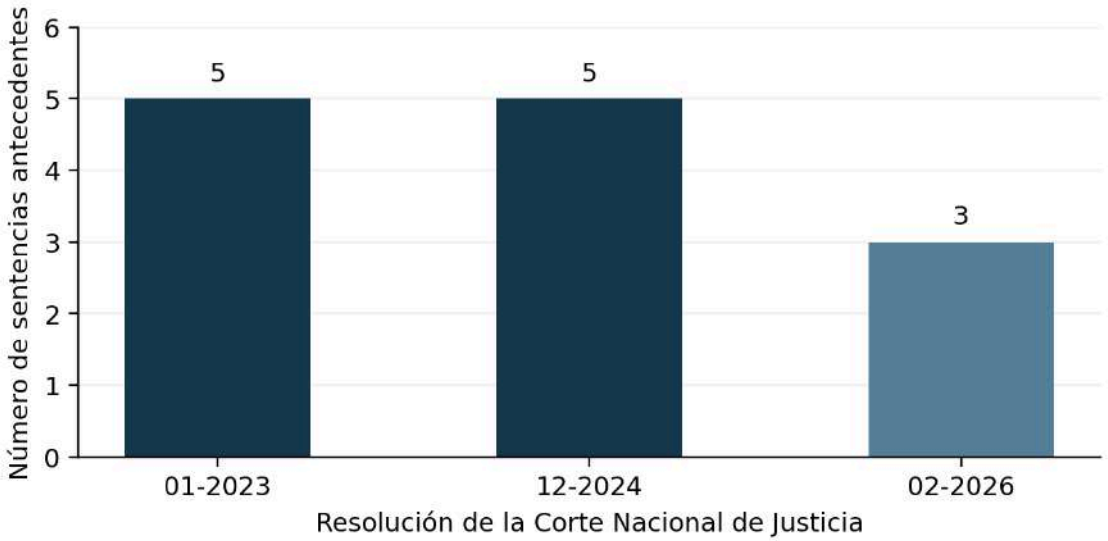
La quinta etapa examina la suficiencia de la evidencia, su atribución al sujeto y la justificación de la cuantía. Una inconsistencia contable, bancaria o documental puede activar una investigación sin demostrar por sí misma la obligación; el razonamiento debe identificar qué hecho acredita cada elemento y cómo se responden explicaciones alternativas relevantes. La función del test es hacer visible esa inferencia y no imponer una tarifa probatoria nueva.

La sexta etapa revisa notificación, acceso a los fundamentos, contradicción y motivación. Se requiere explicar las razones normativas y fácticas, así como responder a los argumentos relevantes para el problema decidido; no basta reproducir el artículo 17 si permanece indeterminada la operación efectivamente realizada. La aplicación debe respetar el criterio de suficiencia y evitar convertir la motivación en un formulario mecánico de requisitos nominales.

La séptima etapa comprueba que los efectos no excedan lo acreditado y permitido. Incluye período, sujeto, cuantía, publicidad de criterios generales y separación entre determinación y sanción; un resultado fiscal distinto del declarado no demuestra automáticamente una infracción. La consistencia se evalúa frente a normas y precedentes aplicables, sin transformar la estabilidad interpretativa en inmunidad frente a una corrección jurídicamente justificada.

La estructura propuesta se apoya también en precedentes construidos a partir de reiteración judicial documentada. El Gráfico 4 representa el número de sentencias enumeradas en las tres resoluciones de la Corte Nacional; permite distinguir la resolución de sistematización y su base jurisprudencial, sin atribuir al conteo valor de validación estadística del test.

Gráfico 4. Sentencias enumeradas como sustento de los precedentes seleccionados



Fuente: conteo de sentencias expresamente enumeradas en Corte Nacional de Justicia (2023, apartado 5; 2024, relación de sentencias; 2026, relación de sentencias). Unidad: sentencia antecedente. No representa número de decisiones favorables al contribuyente ni efectividad del test.

Las resoluciones 01-2023 y 12-2024 enumeran cinco sentencias cada una, mientras la 02-2026 identifica tres; el conjunto contiene trece antecedentes identificados en esos instrumentos. La diferencia describe la base documental de su formación y no una intensidad desigual de obligatoriedad, pues esa cualidad deriva del procedimiento jurídico de establecimiento del precedente y no de una comparación aritmética entre barras.

El contraste argumentativo con la Resolución 01-2023 ubica el problema en fundamento normativo, correspondencia legal y efectos: el método utilizado no podía modificar la base aplicable mediante precios de un tercero. Frente a la Resolución 02-2026, el control decisivo se concentra en naturaleza del ingreso, gravabilidad y prueba; en la 12-2024, la notificación afecta la eficacia respecto del responsable. El test organiza esas diferencias sin sustituir los efectos de cada precedente.

El resultado propositivo consiste en una secuencia de justificación con posibilidades de rechazo diferenciadas. Su contribución no es aumentar el número de formalidades, sino

identificar en qué punto la pretensión pierde respaldo y qué clase de respuesta corresponde examinar; la eventual corrección de un defecto deberá respetar el régimen aplicable, sin reabrir indefinidamente facultades ni completar judicialmente una obligación inexistente.

Discusión

Los hallazgos permiten defender una autonomía calificadora limitada por la estructura legal del tributo. La relevancia de esta conclusión consiste en evitar dos respuestas insuficientes: aceptar sin examen la denominación elegida por las partes o sustituirla mediante una apreciación económica sin anclaje normativo. El control propuesto exige reconstruir el acto y justificar su consecuencia fiscal, preservando la diferencia entre describir correctamente la realidad y disponer qué realidades deben tributar.

El antecedente sobre seguridad jurídica propone competencia expresa, criterios públicos y motivación reforzada como elementos de decisión tributaria. El presente estudio coincide con esa orientación y añade una separación entre defectos de fuente, subsunción y prueba; esta precisión permite identificar por qué una actuación resulta jurídicamente objetable, incluso cuando utiliza vocabulario formalmente compatible con protección de derechos (López Poveda & Gómez Suárez, 2026f).

La contribución frente al estudio de fiscalización consiste en concentrar el análisis en el paso que une información obtenida y obligación exigida. El fortalecimiento de herramientas de control puede ampliar la capacidad de detectar inconsistencias, pero la detección no determina automáticamente su significado jurídico; el test introduce una exigencia de explicación intermedia que permite examinar qué hechos se acreditaron y

qué norma los convierte en relevantes para la imposición (López Poveda & Gómez Suárez, 2026d).

La Resolución 02-2026 resulta especialmente ilustrativa de ese problema, porque separa los valores detectados en cuentas bancarias de la demostración de ingresos gravados. Su regla se refiere expresamente a la prueba en sede judicial, por lo que no debe presentarse como una regulación exhaustiva de todas las cargas documentales administrativas; sí permite discutir la insuficiencia de una inferencia automática que equipare movimiento financiero, ingreso e incidencia fiscal (Corte Nacional de Justicia, 2026).

El valor probatorio de los indicios tampoco debe descartarse de manera general. El problema no reside en que la Administración utilice inferencias, sino en que no explique sus premisas o excluya sin razón alternativas relevantes; la reconstrucción puede apoyarse en un conjunto de evidencias, siempre que su conexión con la conclusión sea justificable y susceptible de contradicción. El test no introduce una exigencia de prueba directa exclusiva ni elimina las presunciones legalmente establecidas.

La tipicidad tributaria debe comprenderse sin trasladar mecánicamente categorías penales. Una norma impositiva puede emplear conceptos técnicos o económicos cuyo contenido requiere desarrollo interpretativo; exigir literalidad absoluta podría impedir la aplicación de categorías generales válidamente establecidas. La restricción relevante consiste en preservar el contenido legal de la hipótesis y en controlar su justificación, reservando el examen sancionador para los presupuestos y garantías propios de esa potestad.

La simulación demanda especificar qué apariencia se afirma y cuál sería la operación efectivamente realizada. Atribuir falsedad a una denominación requiere un razonamiento sobre contenido y evidencia, mientras atribuir abuso a actos reales exige

identificar la norma que autoriza esa respuesta y sus presupuestos; confundir ambos planos puede generar una carga defensiva imprecisa, porque el contribuyente desconoce si debe discutir hechos, finalidad o encuadramiento legal.

En comparación con López Poveda y Gómez Suárez (2026g), la propuesta mantiene la diferenciación entre economía de opción, elusión y abuso, pero no formula una nueva cláusula general como si ya existiera. El test funciona como control del uso de facultades disponibles; cualquier ampliación legislativa de mecanismos antielusivos necesita un debate específico sobre presupuesto, procedimiento y efectos, que no puede ser sustituido por interpretación administrativa de una regla general de calificación.

El derecho español resulta útil para comprender esa separación, porque atribuye a calificación, conflicto y simulación regímenes diferenciados. No obstante, la presencia de una comisión consultiva o de determinadas consecuencias no convierte esas soluciones en requisitos ecuatorianos por vía comparada; su función aquí es mostrar que las potestades intensas pueden acompañarse de controles identificables y que la selección de técnica tiene efectos jurídicos propios (Jefatura del Estado, 2003).

La comparación peruana también debe leerse dentro de su contexto. La articulación entre las normas VIII y XVI demuestra que restricción interpretativa y respuesta antielusiva pueden coexistir, pero no permite deducir que cualquier ventaja tributaria sea abusiva; además, el texto de la cláusula no agota su régimen de aplicación temporal y procedimental. Por esa razón, la matriz registra características normativas sin clasificar países según una supuesta eficacia de combate a la elusión.

Brasil aporta un problema adicional: la relación entre conceptos de derecho privado y distribución constitucional de competencias. La protección prevista por el artículo 110 exige atender al papel que cumple cada concepto, mientras el artículo 109 diferencia su definición de los efectos fiscales; el contraste muestra que la autonomía tributaria no

equivale necesariamente a modificar cualquier categoría jurídica cuando esa categoría interviene en la delimitación del poder público (Presidencia de la República del Brasil, 1966).

La Resolución 01-2023 evidencia que la ampliación puede producirse mediante el cálculo y no únicamente mediante la definición verbal del hecho generador. Incorporar precios de operaciones de terceros puede transformar la base atribuida al importador cuando el régimen examinado no lo permite; por ello, la revisión jurídica de los algoritmos de liquidación y de los criterios de valoración debe acompañar el examen del supuesto y del sujeto (Corte Nacional de Justicia, 2023).

El trabajo sobre precios de transferencia coincide en destacar documentación, comparabilidad y deber de justificación administrativa. La diferencia es que ese régimen posee un objeto técnico específico, mientras el test propuesto ofrece preguntas generales de control; su utilización no autoriza a emplear reglas de operaciones vinculadas en cualquier transacción ni a asumir que una divergencia de precios demuestra por sí sola simulación (López Poveda & Gómez Suárez, 2026h).

Los criptoactivos constituyen un ámbito de aplicación conceptual especialmente relevante, sin alterar el tema de esta investigación. El antecedente de López Poveda y Gómez Suárez (2026b) identifica problemas de calificación, realización y valoración; frente a ellos, el test obliga a distinguir si una operación novedosa cabe en una categoría existente o si exige creación legislativa, evitando concluir tanto una exclusión automática como una gravabilidad universal por su sola novedad tecnológica.

La seguridad jurídica tampoco equivale a inmovilidad administrativa. Un criterio puede corregirse cuando existan razones jurídicas suficientes, pero debe examinarse cómo se comunica, desde cuándo produce efectos y qué garantías afectan su aplicación; la sentencia 2-21-IA/23 ofrece un antecedente concreto sobre disposiciones generales, sin

resolver por sí sola todas las modalidades de cambio interpretativo en determinaciones individuales (Corte Constitucional del Ecuador, 2023).

Camacho Guamán (2026) advierte tensiones entre revisión extraordinaria, seguridad jurídica y confianza legítima. Esa contribución refuerza la necesidad de no utilizar el test como autorización para reabrir actos firmes: el diagnóstico de un error y la competencia para corregirlo son cuestiones diferentes. La respuesta institucional debe encontrar sustento en el mecanismo legal aplicable y en sus condiciones, conservando los límites que protegen estabilidad y defensa.

La motivación suficiente cumple una función de control, pero no garantiza por sí sola corrección sustantiva. La sentencia 1158-17-EP/21 evita convertir la garantía en una lista rígida y distingue su análisis de otros problemas jurídicos; en consecuencia, el test propuesto no pretende restablecer aquel esquema abandonado, sino ordenar preguntas sobre legitimidad integral del acto, manteniendo separada la revisión de motivación (Corte Constitucional del Ecuador, 2021a).

La comparación con los estudios sobre procedimiento e impugnación muestra una coincidencia en la importancia del acceso a defensa efectiva. El aporte adicional consiste en vincular esa garantía con la precisión de la tesis administrativa: si se modifica el encuadramiento de los hechos, debe poder identificarse qué presupuesto se considera realizado y mediante qué evidencia; una defensa formalmente disponible puede perder utilidad si la razón decisiva permanece oculta o indeterminada (López Poveda & Gómez Suárez, 2026c, 2026e).

En términos prácticos, el test permite organizar un expediente de determinación mediante correspondencia entre norma, hecho, prueba y consecuencia. Esta organización facilita identificar documentos que sustentan cada inferencia y argumentos que requieren respuesta; no obliga a repetir siete rótulos en el acto ni establece una

extensión predeterminada de motivación, pues la suficiencia depende de la complejidad del problema y de las cuestiones relevantes planteadas.

Su principal fortaleza es la trazabilidad de cada control hasta una norma o problema jurisprudencial identificado. La incorporación del derecho comparado amplía las preguntas disponibles, mientras la explicitación de límites de extrapolación evita presentar todos los precedentes como decisiones directas sobre calificación; esa combinación permite formular una propuesta original sin atribuirle autoridad normativa que todavía no posee.

Las limitaciones derivan del diseño documental e intencional. El corpus judicial no constituye una muestra representativa de las actuaciones administrativas ecuatorianas, y la codificación no fue contrastada por evaluadores independientes; por ello, los gráficos no miden prevalencia de defectos, calidad de tribunales ni eficacia preventiva. La argumentación sustenta coherencia jurídica del modelo, pero no demuestra que su uso reduzca litigios o mejore resultados recaudatorios.

Una evaluación posterior podría aplicar el test a un conjunto de expedientes anonimizados con criterios de selección explícitos y codificación independiente. Interesaría examinar si permite distinguir de forma consistente extensión normativa, insuficiencia probatoria y defecto de procedimiento, sin anticipar resultados; también sería pertinente estudiar las cargas de trabajo asociadas a su uso y las diferencias entre determinación nacional, aduanera y municipal.

Finalmente, la propuesta legislativa debe concentrarse en aclarar fronteras entre calificación, simulación y respuestas antielusivas cuando el régimen lo requiera. Una reforma útil debería precisar presupuestos, prueba y efectos, junto con garantías procedimentales proporcionales; aumentar la amplitud de una facultad sin definir sus

condiciones podría trasladar nuevamente la controversia al momento de aplicación, reproduciendo la incertidumbre que el test procura identificar.

Conclusiones

El análisis permitió delimitar la autonomía calificadora de la Administración Tributaria ecuatoriana como una facultad de aplicación subordinada a los elementos del tributo. La denominación utilizada por las partes puede ser corregida cuando se justifique la naturaleza de la operación, pero esa corrección debe conservar el presupuesto normativo y demostrar su realización; la significación económica no proporciona, por sí sola, un fundamento independiente para exigir una obligación.

Se distinguieron interpretación, integración analógica, calificación, simulación y aplicación de reglas antielusivas. La prohibición de analogía examinada se refiere a la creación de tributos, exenciones y demás materias reservadas, sin desconocer la integración admitida por el Código Tributario; la diferencia relevante se identifica en la justificación del supuesto y no únicamente en el nombre asignado a la técnica administrativa.

La jurisprudencia seleccionada mostró controles complementarios sobre contenido esencial de tasas, cuantificación del ICE, prueba de ingresos bancarios, motivación, publicidad y defensa del responsable. Esos controles no producen una consecuencia uniforme: una ampliación normativa, una inferencia insuficiente y una notificación omitida requieren respuestas diferenciadas, conforme a la norma y al mecanismo de impugnación aplicables.

El aporte principal fue la formulación de un test de siete etapas no compensables, centrado en competencia, fundamento normativo, técnica pertinente, correspondencia

legal, prueba, defensa y efectos. La propuesta permite identificar el punto en que una pretensión administrativa pierde sustento y evita que una motivación extensa o una abundancia de datos compensen la ausencia de habilitación para gravar.

La comparación con España, Perú y Brasil permitió reconocer distintos mecanismos de contención y diferenciación técnica, cuyo valor para Ecuador es analítico. La incorporación de soluciones comparadas exige fundamento nacional propio; por consiguiente, la presencia de una cláusula antielusiva o de un procedimiento especial en otro país no amplía las facultades disponibles para la Administración ecuatoriana.

Se concluyó que el control del hecho generador debe abarcar también sujeto, tiempo y cuantificación, porque la extensión ilegítima puede introducirse mediante cualquiera de esos componentes. La determinación defendible requiere una correspondencia demostrable entre regla y realidad, con contradicción efectiva y consecuencias limitadas al ámbito de la habilitación aplicable; su legitimidad no se deduce exclusivamente del objetivo de recaudar.

El test constituye una propuesta dogmática y no una regla judicial vigente ni un instrumento de eficacia empíricamente demostrada. Su utilidad práctica debe examinarse mediante aplicaciones documentadas y evaluación independiente, preservando la separación entre diagnóstico de un defecto y competencia para corregirlo; esta delimitación permite fortalecer el control jurídico sin atribuir resultados que excedan el alcance de la investigación.

Referencias Bibliográficas

Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial 449. https://www.sri.gob.ec/normativa-tributaria-legislacion-nacional

Camacho Guamán, M. I. (2026). Recurso de revisión: límites actuales y necesidad de reformulación en la administración tributaria central. Iuris Dictio, 37, 13. https://doi.org/10.18272/iu.i.3921

Congreso Nacional del Ecuador. (2005). Código Tributario (Codificación 2005-009; texto consolidado con reforma de 3 de octubre de 2025). Registro Oficial, Suplemento 38. https://www.sri.gob.ec/normativa-tributaria-legislacion-nacional

Corte Constitucional del Ecuador. (2021a). Sentencia 1158-17-EP/21. https://www.corteconstitucional.gob.ec/sentencia-1158-17-ep-21/

Corte Constitucional del Ecuador. (2021b). Sentencia 70-11-IN/21. https://www.corteconstitucional.gob.ec/sentencia-70-11-in-21/

Corte Constitucional del Ecuador. (2023). Sentencia 2-21-IA/23. https://www.corteconstitucional.gob.ec/267881-2/

Corte Nacional de Justicia. (2023). Resolución 01-2023: Forma de calcular el ICE. https://www.cortenacional.gob.ec/resources/Resoluciones/Precedentes/2023/01-2023-Forma-de-calcular-ICE.pdf

Corte Nacional de Justicia. (2024). Resolución 12-2024: Vinculación a responsables por representación. https://www.cortenacional.gob.ec/resources/Resoluciones/Precedentes/2024/12-2024-Vinculacion-a-responsables-por-representacion.pdf

Corte Nacional de Justicia. (2026). Resolución 02-2026: Obligación de la Administración Tributaria de probar que los ingresos son gravables. https://www.cortenacional.gob.ec/resources/Resoluciones/Precedentes/2026/02-2026-Obligacion-de-la-administracion-tributaria-de-probar-que-ingresos-son-gravables.pdf

Jefatura del Estado. (2003). Ley 58/2003, de 17 de diciembre, General Tributaria. Boletín Oficial del Estado, 302. https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2003-23186

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026a). Configuración y evolución del sistema tributario ecuatoriano: estudio de caso desde la perspectiva normativa y doctrinal. Revista Ibero Research, 1(6), 203–243. https://doi.org/10.5281/zenodo.21440967

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026b). Criptoactivos y tributación en Ecuador: calificación jurídica, determinación de la renta, valoración patrimonial y desafíos para la fiscalización tributaria. Revista Ibero Research, 1(6), 511–549. https://doi.org/10.5281/zenodo.21951217

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026c). El procedimiento administrativo tributario en Ecuador: análisis crítico de las garantías del debido proceso, la motivación administrativa y la tutela efectiva del contribuyente. Revista Ibero Research, 1(6), 401–434. https://doi.org/10.5281/zenodo.21845446

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026d). La fiscalización tributaria en Ecuador: análisis crítico de las facultades de control, los mecanismos de determinación y el equilibrio entre la eficiencia recaudatoria y los derechos del contribuyente. Revista Ibero Research, 1(6), 1–36. https://doi.org/10.5281/zenodo.21277317

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026e). La impugnación de los actos administrativos tributarios en Ecuador: análisis jurídico de los recursos administrativos, el proceso contencioso tributario y la tutela judicial efectiva. Revista Ibero Research, 1(6), 435–475. https://doi.org/10.5281/zenodo.21887201

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026f). La seguridad jurídica tributaria en Ecuador: análisis crítico de la discrecionalidad administrativa, la confianza legítima y la predictibilidad en la actuación de la administración tributaria. Revista Ibero Research, 1(6), 284–323. https://doi.org/10.5281/zenodo.21441193

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026g). Planificación tributaria en Ecuador y límites jurídicos de la elusión, el abuso y las normas antielusión. Revista Ibero Research, 1(6), 73–107. https://doi.org/10.5281/zenodo.21385695

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026h). Precios de transferencia en Ecuador: análisis jurídico del principio de plena competencia, la carga de la prueba y los desafíos de fiscalización de las operaciones entre partes relacionadas. Revista Ibero Research, 1(6), 601–641. https://doi.org/10.5281/zenodo.22003882

Ministerio de Economía y Finanzas del Perú. (2013). Texto único ordenado del Código Tributario (Decreto Supremo 133-2013-EF, con modificaciones). https://www.sunat.gob.pe/legislacion/codigo/

Presidencia de la República del Brasil. (1966). Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966: Código Tributário Nacional (texto compilado). https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l5172compilado.htm

Modelo integrado de valoración empresarial bajo NIIF y fiscalidad ecuatoriana: riesgo tributario, impuestos diferidos, valor razonable y Tax-Adjusted WACC en la creación de valor corporativo.

Integrated business valuation model under IFRS and Ecuadorian taxation: tax risk, deferred taxes, fair value and Tax-Adjusted WACC in corporate value creation.

Modelo integrado de avaliação empresarial sob as IFRS e a tributação equatoriana: risco tributário, tributos diferidos, valor justo e Tax-Adjusted WACC na criação de valor corporativo.

Jonathan Eduardo López Poveda
Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador
info@lopezygomez.com
https://orcid.org/0009-0009-7058-4279

Nathalie Fernanda Gómez Suárez
Universidad Técnica Particular de Loja
Ecuador
gerencia@lopezygomez.com
https://orcid.org/0009-0002-2227-7599

Forma de citación en APA, séptima edición.

López, J., y Gómez, N. (2026). *Modelo integrado de valoración empresarial bajo NIIF y fiscalidad ecuatoriana: riesgo tributario, impuestos diferidos, valor razonable y Tax-Adjusted WACC en la creación de valor corporativo*. Revista Ibero Research, 1(7), 818 – 855.

Fecha de presentación: 14/09/2026 **Fecha de aceptación:** 16/09/2026 **Fecha de publicación:** 20/09/2026

Resumen

La valoración empresarial requiere distinguir el reconocimiento contable de los impuestos, sus pagos y el aprovechamiento del escudo fiscal de la deuda. Se propuso un modelo integrado de valoración bajo NIIF y fiscalidad ecuatoriana, cuyo componente central es un Tax-Adjusted WACC conciliado con el valor presente ajustado. Se realizó un estudio documental aplicado, con análisis normativo, revisión focalizada de literatura y un caso basado en los estados financieros separados de Holcim Ecuador de 2025 y 2024; se utilizaron referencias de mercado de enero de 2026. El caso mostró que, en 2025, la tasa contable fue 17,71%, la corriente 19,29% y la de pagos 21,14%; el activo por impuesto diferido alcanzó USD 4,994 millones. La calibración sectorial produjo un costo de capital de referencia de 19,53% con aprovechamiento íntegro del escudo al 22%, frente a 20,15% sin ese beneficio. Se concluyó que la integración exige calendarizar los efectos fiscales, separar resultados observados de parámetros transferidos y evitar duplicidades entre flujos y tasas. El modelo constituye una propuesta analítica reproducible, sin atribuir al caso una valoración de mercado ni validación causal.

Palabras clave: Escudo fiscal; conciliación contable; flujos descontados; costo de oportunidad; trazabilidad financiera.

Abstract

Business valuation requires distinguishing tax recognition, cash payments and the use of debt tax shields. An integrated valuation model under IFRS and Ecuadorian taxation was proposed, with a Tax-Adjusted WACC reconciled to adjusted present value as its central component. An applied documentary study combined regulatory analysis, a focused literature review and a case based on Holcim Ecuador's separate financial statements for 2025 and 2024; January 2026 market benchmarks were used. In 2025, the case showed an accounting tax rate of 17.71%, a current tax rate of 19.29% and a cash payment rate of 21.14%; deferred tax assets reached USD 4.994 million. Sectoral calibration yielded a benchmark cost of capital of 19.53% with full use of the tax shield at 22%, compared with 20.15% without that benefit. Integration requires scheduling tax effects, separating observed results from transferred parameters and avoiding duplication between cash flows and discount rates. The model is a reproducible analytical proposal, without attributing a market valuation or causal validation to the case.

Keywords: Tax shield; accounting reconciliation; discounted cash flows; opportunity cost; financial traceability.

Resumo

A avaliação empresarial exige distinguir o reconhecimento contábil dos tributos, seus pagamentos e o aproveitamento do benefício fiscal da dívida. Propôs-se um modelo integrado de avaliação sob as IFRS e a tributação equatoriana, cujo componente central é um Tax-Adjusted WACC conciliado com o valor presente ajustado. Realizou-se um estudo documental aplicado, com análise normativa, revisão focalizada da literatura e um caso baseado nas demonstrações financeiras separadas da Holcim Ecuador de 2025 e 2024; utilizaram-se referências de mercado de janeiro de 2026. Em 2025, a taxa contábil foi de 17,71%, a corrente de 19,29% e a de pagamentos de 21,14%; o ativo fiscal diferido atingiu USD 4,994 milhões. A calibração setorial produziu um custo de capital de referência de 19,53% com aproveitamento integral do benefício fiscal à taxa de 22%, contra 20,15% sem esse benefício. Concluiu-se que a integração exige calendarizar os efeitos tributários, separar resultados observados de parâmetros transferidos e evitar duplicidades entre fluxos e taxas. O modelo constitui uma proposta analítica reproduzível, sem atribuir ao caso uma avaliação de mercado ou validação causal.

Palavras-chave: Benefício fiscal da dívida; conciliação contábil; fluxos descontados; custo de oportunidade; rastreabilidade financeira.

Introducción

La valoración empresarial conecta las expectativas sobre la operación con la remuneración exigida por quienes aportan recursos. Su utilidad depende de que los flujos, el horizonte y la tasa de descuento representen una misma realidad económica; cuando el tratamiento tributario se incorpora mediante una tasa uniforme, pueden ocultarse diferencias entre la utilidad reconocida, la renta gravable y el efectivo disponible.

En una empresa que prepara información bajo NIIF, el gasto por impuesto no constituye necesariamente el pago fiscal del ejercicio. La NIC 12 diferencia componentes corrientes y diferidos; estos últimos reflejan consecuencias tributarias de diferencias entre importes contables y bases fiscales, sujetas a condiciones de reconocimiento. Esta distinción proporciona el punto de partida contable del estudio, pero no determina por sí sola el valor económico del negocio (IFRS Foundation, s. f.-a).

La conexión con las finanzas corporativas requiere un segundo paso: traducir los efectos fiscales en fechas e importes de caja. Una diferencia temporaria puede generar un ahorro posterior, una obligación futura o un efecto que depende de beneficios imponibles todavía no realizados; por ello, la existencia de un registro contable no permite agregar automáticamente su saldo al valor obtenido mediante flujos descontados.

El costo promedio ponderado de capital, conocido como WACC, combina los rendimientos requeridos por deuda y patrimonio. Su expresión habitual contiene un ajuste tributario al costo de la deuda; sin embargo, la materialización de ese beneficio presupone intereses fiscalmente deducibles y capacidad para utilizar la deducción. La

literatura reciente advierte además que la duración del proyecto y el patrón de amortización modifican el valor del escudo fiscal (Danielson, 2023).

En Ecuador, la coexistencia de reglas contables y tributarias obliga a identificar la disposición aplicable a cada diferencia. La Ley de Régimen Tributario Interno regula deducciones y tarifas, mientras el reglamento delimita supuestos y condiciones de impuestos diferidos para efectos tributarios. La integración propuesta toma esas fuentes como restricciones verificables del cálculo, sin considerar que una política contable sustituye los requisitos legales de deducibilidad (Congreso Nacional del Ecuador, 2004/2025; Presidencia de la República del Ecuador, 2010/2025).

El antecedente de conciliación tributaria de López Poveda y Gómez Suárez (2026a) distingue diferencias permanentes y temporarias y muestra, mediante análisis documental y simulación, que la tarifa nominal puede diferir de la carga calculada sobre el resultado contable. Su pertinencia para esta investigación reside en organizar el puente hacia la base imponible; sus escenarios no se utilizan como observaciones de empresas ecuatorianas.

El estudio sobre impuesto diferido de los mismos autores examina la articulación de la NIC 12 con la regulación nacional y destaca la trazabilidad de las partidas y sus mecanismos de reversión. Se retoma esa contribución como antecedente conceptual, extendiendo el análisis hacia el calendario de caja y el costo de capital, sin presentar como evidencia empírica los resultados de su simulación estandarizada (López Poveda & Gómez Suárez, 2026b).

La valoración también exige definir qué se entiende por valor razonable. La NIIF 13 adopta una perspectiva de participantes del mercado y una fecha de medición; en consecuencia, el valor calculado con estrategias particulares de un propietario puede diferir de una medición bajo ese marco. La propuesta no convierte cualquier descuento

de flujos en valor razonable, sino que exige identificar previamente la finalidad y la unidad de cuenta (IFRS Foundation, s. f.-d).

El riesgo tributario agrega una dimensión distinta al importe del impuesto. Puede afectar la cuantía, el momento o la aceptación de un tratamiento y, en determinadas circunstancias, la financiación. La CINIIF 23 complementa la NIC 12 respecto de la incertidumbre en los tratamientos del impuesto a las ganancias; para la valoración, esa información debe vincularse con consecuencias económicas identificables, evitando primas genéricas sin calibración (IFRS Foundation, s. f.-c).

La evidencia internacional sobre incertidumbre de política fiscal tampoco justifica transformar toda duda normativa en puntos adicionales de WACC. Ábrahám et al. (2024) modelan la incertidumbre sobre la permanencia de reformas tributarias y sus efectos sobre inversión; su análisis respalda examinar duración y expectativas, pero no ofrece un coeficiente transferible directamente a una empresa ecuatoriana. La extrapolación requiere conservar el contexto y los límites de cada investigación.

La ausencia de esa separación puede producir un problema metodológico concreto: reducir los flujos por una contingencia y volver a penalizarlos mediante una tasa mayor por el mismo importe esperado. También puede ocurrir lo contrario, cuando se reconoce un beneficio fiscal en los flujos y se añade nuevamente como activo independiente. Ambos errores alteran la valoración incluso si cada operación aritmética individual está correctamente ejecutada.

El objetivo general consistió en proponer un modelo integrado de valoración empresarial bajo NIIF y fiscalidad ecuatoriana, articulado mediante un Tax-Adjusted WACC. Los objetivos específicos fueron diferenciar las medidas tributarias, establecer reglas de incorporación de impuestos diferidos y valor razonable, formular un tratamiento trazable del escudo y aplicar sus componentes observables a un caso real.

Se examinó como proposición analítica que la coherencia entre flujos, financiación y calendario fiscal resulta más informativa que sustituir mecánicamente la tarifa legal por una tasa efectiva.

Metodología

Se realizó una investigación documental aplicada, de alcance descriptivo, analítico y propositivo. Se combinaron revisión normativa, lectura focalizada de literatura financiera y análisis secundario de estados financieros publicados; no se desarrolló una revisión sistemática ni se estimaron relaciones causales. La unidad de aplicación fue Holcim Ecuador S. A., considerando sus estados financieros separados de 2025 y los comparativos de 2024 publicados en el mismo reporte.

El caso se seleccionó intencionalmente por la disponibilidad de notas tributarias y flujos públicos; no representa una muestra probabilística. Los cálculos se ejecutaron con Python y los gráficos con Matplotlib, comprobando sumas, cocientes y ponderaciones. No se aplicaron pruebas de significancia ni intervalos de confianza, porque el diseño documental de dos ejercicios no permite inferencia estadística poblacional.

La consulta documental se cerró el 20 de septiembre de 2026. Se revisaron las páginas oficiales de la IFRS Foundation, las compilaciones normativas y la información tributaria del Servicio de Rentas Internas, el repositorio de datos de Aswath Damodaran en New York University, el sitio de Holcim Ecuador y las publicaciones pertinentes de Revista Ibero Research. Los parámetros de mercado seleccionados correspondieron expresamente a enero de 2026.

Se efectuaron búsquedas en español e inglés mediante combinaciones de valoración empresarial, impuesto diferido, riesgo tributario, tax risk, cost of equity, weighted

average cost of capital y tax shields. Se complementó la búsqueda web con consultas de metadatos bibliográficos en Crossref y navegación directa por los repositorios institucionales. No se atribuyó acceso a Scopus o Web of Science ni se informó un conteo PRISMA, porque el diseño fue documental focalizado.

Se incluyeron fuentes con autoría identificable, acceso a su contenido relevante y relación directa con al menos un componente del modelo. Se priorizaron publicaciones recientes y textos normativos institucionales; se conservaron las fechas originales de las normas, indicando la actualización de las compilaciones. Se excluyeron como sustento principal contenidos comerciales, referencias de relación temática débil y cifras procedentes de simulaciones ajenas presentadas como si fueran observaciones empresariales.

El material se organizó en una matriz de extracción con fuente, ubicación, ejercicio, moneda, unidad, perímetro contable, definición y transformación aplicada. Se conservaron las cifras monetarias en miles de dólares estadounidenses, tal como aparecen en el reporte empresarial; los porcentajes se calcularon con precisión completa y se redondearon únicamente para presentación. No se incorporaron observaciones imputadas ni resultados de encuestas o entrevistas.

Se verificó la consistencia mediante recomposición de sumas, comparación entre notas y estados principales, y separación entre saldos y movimientos. Cuando una nota empleó una base diferente, se mantuvo la distinción en el análisis. Este control fue especialmente relevante en 2024: el resultado antes de impuestos del estado principal y la cifra utilizada en la conciliación tributaria no coinciden, por lo que no se intercambiaron sus denominadores.

La tasa contable se definió como gasto total por impuesto dividido para resultado antes de impuestos del estado principal. La tasa corriente se obtuvo con el impuesto corriente

sobre ese mismo resultado, y la tasa de pagos utilizó el impuesto efectivamente pagado; esta última se trató como indicador de caja del período, no como tarifa marginal. Conservar un denominador común permitió comparar dimensiones sin suponer equivalencia entre ellas.

El análisis de impuestos diferidos distinguió el saldo del activo al cierre, el efecto reconocido en resultados y la composición por origen. Se calcularon variaciones monetarias entre ejercicios y participaciones de categorías seleccionadas; no se estimaron fechas de reversión no publicadas. Tampoco se asignaron probabilidades de recuperación, porque la medición de tales parámetros exige evidencia adicional sobre la generación y utilización de renta gravable.

Para la operación se extrajeron ventas, utilidad operacional, flujo operativo y adquisiciones de propiedad, planta y equipo. Se calculó el margen operacional y un indicador de caja posterior a esas adquisiciones, definido como flujo operativo menos inversión pagada en ese rubro. Se conservó la denominación descriptiva del indicador, porque no equivale automáticamente al flujo libre de la firma requerido por una valoración integral.

El costo de capital se examinó mediante una calibración externa reproducible. Se seleccionó la categoría Building Materials de la base estadounidense de Damodaran y la prima de riesgo correspondiente a Ecuador; se utilizaron sus ponderaciones de deuda y patrimonio como estructura de referencia, no como estructura observada de Holcim Ecuador. La transferencia se limitó a ilustrar la mecánica del modelo bajo parámetros publicados.

La propuesta se construyó desde una identidad de valoración por componentes. Primero se definieron flujos operativos después de impuestos sin financiación; posteriormente se separaron los beneficios tributarios atribuibles a intereses. El Tax-Adjusted WACC

exacto se definió como la tasa equivalente que reproduce ese valor con los mismos flujos y horizonte; una expresión ponderada simplificada se reservó para una política financiera estable y un escudo compatible con sus supuestos.

El aprovechamiento del escudo se representó mediante una fracción entre cero y uno. Los extremos constituyen límites algebraicos de utilización nula e íntegra, no probabilidades estimadas del caso; no se asignó un valor intermedio sin evidencia. La tasa tributaria del 22% se tomó de la conciliación publicada de la empresa como ancla del ejercicio, sin afirmar que ese porcentaje demuestra la deducibilidad marginal de toda deuda futura.

La calibración sumó al costo patrimonial sectorial la prima país publicada, con exposición unitaria como convención explícita de transferencia. Para la deuda se añadió el diferencial soberano al costo sectorial de referencia; ese procedimiento se utilizó como aproximación comparativa, no como cotización de crédito de la compañía. Se mantuvieron visibles ambas decisiones para separar datos de origen y supuestos estructurales del ejercicio.

No se estimó una prima tributaria residual mediante una puntuación de riesgo, el análisis de incertidumbre se concentró en identificar dónde cambia el flujo y dónde cambia el beneficio financiero, dejando la prima adicional condicionada a evidencia independiente de precio. Esa restricción impidió convertir contingencias documentales, opiniones jurídicas o indicadores de cumplimiento en rendimientos exigidos sin una relación empírica demostrada.

Se aplicó una revisión científica de correspondencia entre objetivos, fuentes, ecuaciones y conclusiones, seguida de una revisión editorial de estructura, citas y presentación. La investigación utilizó información empresarial pública, sin datos personales de participantes, intervención ni acceso a expedientes reservados. No se atribuyó

aprobación de un comité de ética ni validación por expertos, dado que tales procedimientos no formaron parte del estudio.

Resultados

El análisis permitió organizar la integración en tres niveles conectados: medición contable, consecuencias tributarias de caja y valoración financiera. El primer resultado fue que ninguna tasa fiscal aislada representa simultáneamente esos niveles. Las cifras del caso ofrecen una comprobación concreta de esta diferencia; por ello, la tabla 1 presenta componentes impositivos y su base de comparación antes de desarrollar los ajustes del modelo.

Tabla 1. Componentes tributarios de Holcim Ecuador, 2024–2025

Componente (miles de USD)	2024	2025
Resultado antes de impuestos	100.460	103.244
Impuesto corriente	16.271	19.911
Contribución temporal de seguridad	6.656	0
Impuesto de años anteriores	712	−707
Impuesto diferido en resultados	−1.051	−919
Gasto total por impuesto	22.588	18.285
Impuesto a la renta pagado	33.045	21.821

Fuente: Holcim Ecuador S. A. (2026), pp. 9, 12 y 52. Signo negativo: crédito que reduce el gasto tributario.

La recomposición de los componentes reproduce el gasto total publicado en ambos ejercicios. El cambio entre impuesto corriente y gasto total responde a partidas identificables, no a una modificación automática de la tarifa; en particular, la contribución temporal de 2024 y los ajustes de ejercicios anteriores afectan la comparación. Estos resultados se interpretan como propiedades del reporte analizado y no como patrones generales de todas las sociedades ecuatorianas.

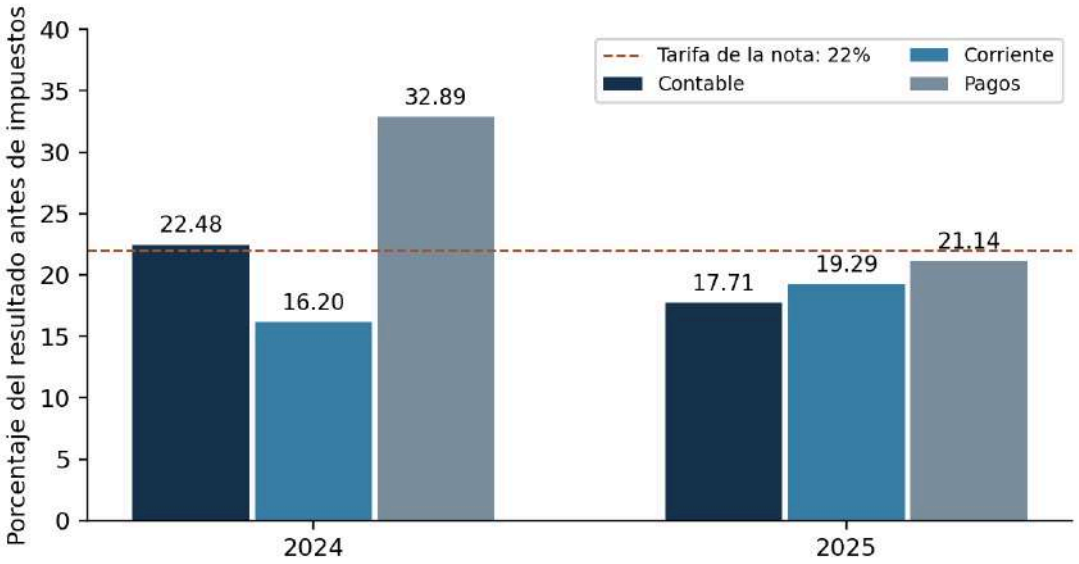
La nota tributaria de 2024 utiliza una utilidad antes de impuestos de 93.805, frente a 100.460 en el estado principal. La diferencia de 6.655 se aproxima al importe de 6.656

de la contribución temporal, con una divergencia de una unidad en miles; se conserva la diferencia documental sin reconstruir una identidad exacta inexistente. Para las tasas comparativas se utiliza exclusivamente el resultado del estado principal.

Esta elección permite conocer qué mide cada cociente. Una razón construida con la base conciliada respondería a otra pregunta y produciría un porcentaje diferente; por tanto, la aparente discrepancia no se corrige eligiendo el denominador que acerca el resultado a la tarifa. El modelo exige identificar el origen del numerador y del denominador antes de interpretar cualquier variación como ahorro, sobrecarga o riesgo.

El gráfico 1 compara las tres tasas calculadas sobre el mismo resultado antes de impuestos. La tarifa de 22% publicada en la nota se incluye como referencia horizontal, sin convertirla en una predicción de pagos. La representación permite reconocer la distancia entre medidas de desempeño contable y medidas de tesorería, aspecto que se perdería si todas se denominaran indistintamente tasa efectiva.

Gráfico 1. Tasas tributarias contable, corriente y de pagos



Fuente: cálculos a partir de Holcim Ecuador S. A. (2026), pp. 9, 12 y 52–53. Denominador común: resultado antes de impuestos del estado principal.

En 2025, la razón contable resulta inferior a las razones corriente y de pagos; en 2024, la razón de pagos supera ampliamente a las otras dos. La dispersión demuestra que el pago del período no puede sustituir automáticamente el impuesto de una operación marginal. Retenciones, ajustes y diferencias temporales requieren un puente específico antes de utilizar una tasa histórica para descontar beneficios futuros.

A partir de esa evidencia se definió la carga operativa de caja sin financiación como el impuesto que correspondería a la actividad si se excluyeran los intereses de deuda. La distinción es esencial para descontar flujos libres de la firma: el ahorro atribuible al financiamiento se incorpora en el componente financiero del modelo y no se conserva simultáneamente como reducción del impuesto operativo.

La formulación general utilizada fue $FCFF^{U}_{} = EBIT_{} + D\&A_{} - CAPEX_{} - \Delta CTNO_{} - T^{U}_{}$. EBIT representa el resultado operativo depurado; D&A, depreciación y amortización; CAPEX, inversión operativa; CTNO, capital de trabajo neto operativo; T^{U}, pagos tributarios operativos sin beneficio por intereses. El superíndice identifica la separación financiera y no supone que la empresa carezca realmente de deuda.

La ecuación exige consistencia con las partidas que ya reducen EBIT. Una provisión sin salida de caja requiere su ajuste no monetario cuando corresponda, mientras un desembolso operativo efectivamente realizado debe conservarse; la participación laboral tampoco se añade o deduce dos veces. El objetivo del puente es reconstruir disponibilidad económica, no convertir toda diferencia entre resultado y caja en un beneficio para el accionista.

En una aplicación prospectiva, T^{U} se determina mediante una conciliación por ejercicio y no mediante la multiplicación irrestricta de EBIT por la tasa contable histórica. Se incorporan diferencias permanentes, deducciones temporales, compensaciones admisibles y calendarios de pago; cada elemento debe conservar su vínculo con la

actividad que lo origina. Esta arquitectura es una regla del modelo propuesto, no una estimación de impuestos futuros de la compañía estudiada.

El segundo resultado corresponde al papel del impuesto diferido. El saldo al cierre funciona como un inventario de consecuencias fiscales reconocidas, mientras la valoración exige analizar su materialización monetaria. La tabla 2 presenta la composición publicada del activo, permitiendo identificar partidas que tienen naturaleza y mecanismos de utilización distintos aunque aparezcan agrupadas en un único rubro del estado de situación financiera.

Tabla 2. Composición del activo por impuesto diferido, 2024–2025

Origen (miles de USD)	2024	2025
Deterioro de cartera	702	779
Provisión de litigios	0	202
Depreciación de activos fijos	283	642
Reestructuración / indemnización	5	0
Incentivos Prodisensa	221	218
Deterioro de maquinaria	123	82
Generación de puntos	61	47
Desahucio	419	504
Jubilación patronal	737	958
Obsolescencia de inventarios	1.336	1.317
Arrendamientos NIIF 16	53	118
Provisión ISD	87	0
Otros	48	127
Total	4.075	4.994

Fuente: Holcim Ecuador S. A. (2026), p. 54. NIIF: Normas Internacionales de Información Financiera; ISD: impuesto a la salida de divisas.

El activo aumenta en 919 miles de dólares y su variación total coincide con el crédito diferido reconocido en resultados. Las categorías muestran movimientos opuestos, de manera que el crecimiento agregado no implica que todos los componentes aumenten o que compartan una misma fecha de recuperación. La coincidencia del total no elimina

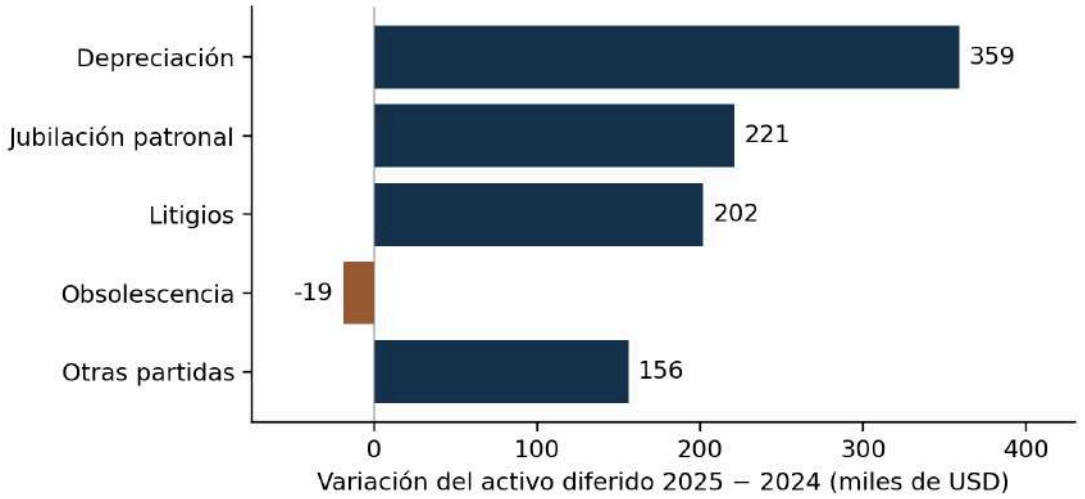
posibles efectos de redondeo al comparar individualmente movimientos y saldos publicados.

La obsolescencia de inventarios constituye la mayor partida individual de 2025; junto con jubilación patronal y deterioro de cartera concentra aproximadamente 61,15% del activo diferido. Esta concentración señala dónde conviene examinar el mecanismo de reversión dentro de una valoración, pero no demuestra fragilidad ni recuperabilidad insuficiente. La importancia monetaria permite priorizar el análisis, sin reemplazar la evaluación de cada derecho tributario.

Para convertir el inventario en información de valoración se propuso una ficha por diferencia: base contable, base fiscal, naturaleza, importe tributario, evento de reversión, ejercicio esperado y tratamiento en los flujos. La ficha también registra si el efecto ya está incluido en el presupuesto fiscal. Esa última comprobación evita agregar el activo diferido a una valoración que ya incorpora los ahorros que lo sustentan.

El gráfico 2 muestra las variaciones de cuatro categorías seleccionadas por su relevancia para explicar la modificación del saldo, junto con el conjunto de las demás partidas. Se grafican diferencias entre saldos de cierre y no los débitos o créditos individuales del estado de resultados; esta precisión permite reproducir el cálculo sin confundir movimientos contables de presentación diferente.

Gráfico 2. Contribuciones a la variación del activo por impuesto diferido



Fuente: cálculos a partir de Holcim Ecuador S. A. (2026), p. 54. Otras partidas agrupa las categorías no representadas individualmente.

La depreciación y la jubilación patronal explican una parte importante del aumento, mientras la obsolescencia presenta una reducción. El comportamiento combinado confirma que el saldo total contiene procesos distintos. Desde la arquitectura propuesta, la agregación es suficiente para describir el balance, pero insuficiente para asignar una fecha única a todos los ahorros fiscales utilizados en un descuento de flujos.

Se expresó el beneficio monetario esperado de una diferencia deducible j como $B_{\square,\square} = \tau_{\square,\square} \times U_{\square,\square}$, donde U es el importe de la deducción efectivamente utilizable en el ejercicio y τ la tarifa que corresponda a esa utilización. El valor económico de ese beneficio requiere su calendario y un tratamiento de riesgo congruente. El saldo contable sirve de control, sin sustituir esa secuencia de estimación.

Cuando la base operativa ya recoge $B_{\square,\square}$ como menor pago tributario, su valor está contenido en $FCFF^{U}$. Si se utiliza una base normalizada que excluye expresamente ese beneficio, puede valorarse por separado y reconciliarse una sola vez; ambas presentaciones deben producir el mismo resultado bajo idénticos supuestos. La

equivalencia, y no la elección de una presentación visualmente más favorable, constituye el control decisivo.

El tratamiento de un pasivo diferido sigue la misma lógica de unicidad. Si la reversión incrementa los impuestos proyectados, deducir además el saldo contable como si fuera deuda financiera duplica el efecto; si se deja fuera de los flujos, la incorporación separada exige justificar monto y calendario. El modelo no establece que todo pasivo diferido equivalga a una obligación exigible inmediatamente por su valor nominal.

La medición contable bajo NIC 12 y la valoración económica tienen finalidades diferentes. La propuesta mantiene el saldo reconocido conforme a la norma y construye, en una capa analítica separada, el calendario de pagos o ahorros relevante para la decisión; no modifica los estados financieros para hacer coincidir su importe con un valor descontado. La separación evita interpretar un ajuste de valoración como instrucción de registro contable.

El valor razonable introduce una segunda disciplina de consistencia. Una revaluación o una medición basada en precios de mercado puede alterar el importe en libros y las diferencias temporarias; sin embargo, no produce necesariamente efectivo en ese momento. El modelo exige establecer si el activo se recupera mediante uso o venta y cómo esa decisión afecta los impuestos, sin convertir una ganancia contable en flujo operativo recurrente.

El tercer resultado se relaciona con la capacidad de caja. La tabla 3 reúne magnitudes operativas y de inversión del caso, manteniendo el perímetro de estados separados. Esta elección impide sumar indiscriminadamente activos o dividendos de subsidiarias a un flujo que podría contener ya su efecto; la valoración de participaciones requiere un puente adicional cuando se adopta un enfoque por partes.

Tabla 3. Resultados operativos y puente de caja observado

Magnitud (miles de USD)	2024	2025
Ventas	316.989	384.625
Utilidad operacional	79.355	77.311
Flujo de efectivo operativo	43.615	122.005
Adquisiciones de propiedad, planta y equipo	17.429	14.307
Caja posterior a esas adquisiciones	26.186	107.698

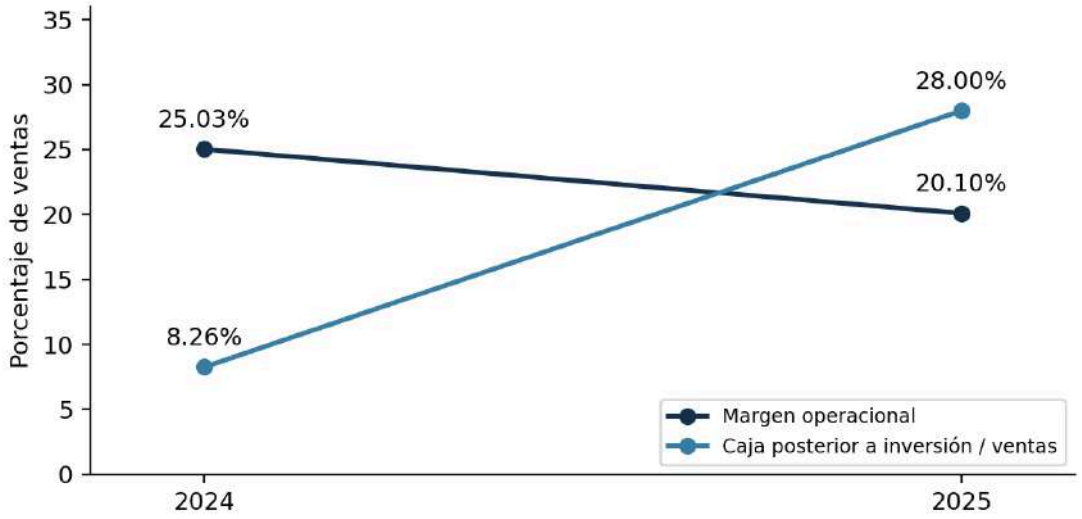
Fuente: elaboración a partir de Holcim Ecuador S. A. (2026), pp. 9 y 12. Última fila: flujo operativo menos adquisiciones; no equivale automáticamente al FCFF.

Las ventas crecen mientras el resultado operacional disminuye; simultáneamente, el flujo operativo aumenta de manera considerable. Esa combinación muestra que expansión comercial, margen y caja pueden evolucionar en direcciones distintas. El indicador posterior a adquisiciones de propiedad, planta y equipo es positivo en ambos ejercicios, pero su incremento no constituye por sí mismo evidencia de crecimiento sostenible del flujo libre de la firma.

La diferencia entre utilidad y caja puede reflejar capital de trabajo, partidas no monetarias, pagos fiscales y operaciones no recurrentes. Por esa razón, el modelo no utiliza el indicador de la tabla como perpetuidad. Su función consiste en verificar que cualquier proyección posterior explique la transición desde la información histórica, identificando cuáles movimientos continúan, cuáles se revierten y cuáles corresponden a decisiones financieras ajenas a la operación.

El gráfico 3 contrapone margen operacional y conversión de ventas en caja posterior a adquisiciones de propiedad, planta y equipo. Ambas medidas se calculan con ventas como denominador, pero representan dimensiones distintas del desempeño. La comparación ayuda a reconocer que un margen menor puede coexistir con mayor disponibilidad de efectivo en un ejercicio, sin atribuir esa relación a un mecanismo causal demostrado.

Gráfico 3. Margen operacional y conversión de ventas en caja



Fuente: cálculos a partir de Holcim Ecuador S. A. (2026), pp. 9 y 12. Caja: flujo operativo menos adquisiciones de propiedad, planta y equipo.

El margen operacional pasa de 25,03% a 20,10%, mientras el indicador de caja sobre ventas aumenta de 8,26% a 28,00%. La divergencia refuerza la necesidad de reconstruir el flujo antes de elegir una tasa de descuento. Una tasa técnicamente elaborada no corrige un flujo que contiene liberaciones transitorias de capital de trabajo o partidas ajenas al negocio que se está valorando.

Para incorporar financiación se definió S□ como el ahorro tributario incremental atribuible a los intereses. Su cálculo requiere comparar el impuesto sin esa deducción con el impuesto que resulta al incorporarla, manteniendo constantes los demás elementos; $S□ = T^{U}□ - T^{L}□$. La diferencia se calcula en términos de pagos y calendario, de modo que una deducción registrada pero todavía no utilizable no se confunda con un ahorro inmediato.

La forma general de valoración propuesta fue $V^{L} = V^{U} + VP(S)$, con V^{U} determinado por los flujos operativos sin financiación y VP(S) por los beneficios financieros compatibles con la política de deuda. Las contingencias operativas se reflejan en los flujos correspondientes; otros costos de financiación se incorporan cuando existen y se

identifican expresamente. La descomposición constituye la referencia de control del Tax-Adjusted WACC.

En una implementación con escenarios s, los flujos esperados se obtienen como suma de $p\square \times FCFF^{U}\square,\square$, con probabilidades que totalizan uno y se sustentan en evidencia. La misma disciplina se aplica al escudo, considerando su interacción con renta gravable, pérdidas y límites de deducción. El presente caso no asigna tales probabilidades; la ecuación define la operación necesaria cuando existe información suficiente para estimarlas.

El Tax-Adjusted WACC equivalente, k*, se define por la igualdad $V^{L} = \Sigma\, FCFF^{U}\square/(1 + k^*)^{t} + VT\square/(1 + k^*)^{n}$. El valor terminal VT□ debe construirse con la misma política operativa, fiscal y financiera del modelo de referencia. La solución de la igualdad sintetiza el efecto financiero en una tasa, sin convertirla en un parámetro independiente de los flujos y del horizonte utilizado.

Cuando los flujos relevantes son positivos y el término terminal se mantiene definido de manera coherente, la función de descuento decrece con la tasa y puede resolverse numéricamente. Si existen cambios de signo, estructuras no convencionales o un valor terminal que varía con la propia tasa, debe analizarse la existencia y unicidad de la solución. La propuesta no presume que todo perfil de caja admite una única tasa equivalente.

Bajo financiación estable y supuestos compatibles con el WACC convencional, se utiliza como aproximación $kTA = wE \times ke + wD \times kd \times (1 - \theta)$. wE y wD representan ponderaciones de mercado; ke y kd, costos patrimonial y de deuda; θ resume el beneficio fiscal efectivo por unidad de intereses. La aproximación facilita la lectura, pero permanece subordinada a la conciliación con el valor por componentes.

Se descompuso $\theta = \tau \times q$, con q como fracción económicamente utilizable del beneficio al horizonte compatible con el modelo. Si la deducción es íntegra e inmediata, q alcanza uno; si no genera beneficio dentro del esquema considerado, q es cero. Los retrasos, restricciones y dependencia de utilidades futuras requieren estimación específica; no se deduce q de la tasa contable ni del saldo del activo diferido.

La diferencia frente al ajuste íntegro queda expresada como $\Delta k = wD \times kd \times \tau \times (1 - q)$, manteniendo constantes los demás componentes. Esta identidad permite cuantificar el efecto aislado de perder el escudo en la aproximación estática. No describe todos los cambios económicos de una reforma, porque una variación tributaria también podría afectar inversión, precios, estructura financiera y riesgo patrimonial.

El costo del patrimonio puede representarse mediante $ke = rf + \beta L \times ERP + \lambda \times CRP$. rf corresponde a una referencia sin incumplimiento en la moneda del flujo; ERP, a la prima de mercado; βL, a la exposición sistemática con apalancamiento; CRP, a la prima país; y λ, a la exposición pertinente. La ecuación no autoriza sumar riesgos que ya estén contenidos en otro componente.

Una tasa libre de riesgo en dólares no elimina la exposición económica a Ecuador. Un rendimiento soberano que ya contiene incumplimiento tampoco debe recibir nuevamente ese diferencial. La calibración empleó un costo patrimonial sectorial publicado y añadió la prima país, con exposición unitaria explícita.

La tabla 4 presenta parámetros sectoriales estadounidenses y de Ecuador correspondientes a enero de 2026. Su combinación permite aplicar numéricamente el ajuste tributario; la tasa resultante constituye un referente transferido y no un WACC observado o contratado por Holcim Ecuador.

Tabla 4. Calibración de referencia del Tax-Adjusted WACC

Parámetro o cálculo	Valor	Naturaleza
Costo patrimonial sectorial	8,91%	Dato publicado
Peso del patrimonio	79,37%	Dato sectorial
Peso de deuda	20,63%	Dato sectorial
Costo de deuda sectorial	5,07%	Dato publicado
Prima país Ecuador	12,95%	Dato publicado
Diferencial soberano Ecuador	8,50%	Dato publicado
Costo patrimonial transferido	21,86%	8,91% + 12,95%
Costo de deuda transferido	13,57%	5,07% + 8,50%
Tarifa de la nota del caso	22,00%	Dato publicado
kTA con utilización íntegra	19,5339%	Cálculo; q = 1
kTA sin escudo fiscal	20,1498%	Cálculo; q = 0
Diferencia aislada	61,59 pb	Cálculo

Fuente: elaboración a partir de Damodaran (2026a, 2026b) y Holcim Ecuador S. A. (2026), p. 53. pb: puntos básicos. La transferencia y los extremos de q son convenciones analíticas, no observaciones de financiación empresarial.

La utilización íntegra del escudo al 22% produce una tasa de referencia de 19,53%, mientras la ausencia del beneficio genera 20,15%. La diferencia es 0,6159 puntos porcentuales, equivalente a 61,59 puntos básicos. El intervalo muestra la magnitud del componente fiscal de deuda bajo la estructura elegida, sin expresar una probabilidad de incumplimiento ni un rango de valor de mercado de la empresa.

El resultado también permite evaluar el error de aplicar automáticamente el 25% general donde el ancla documental del caso es 22%. Manteniendo todos los demás parámetros, la referencia con 25% sería 19,45%; la distancia de aproximadamente 8,40 puntos básicos procede exclusivamente de esa sustitución. Este cálculo no demuestra cuál será la tarifa marginal futura, pero exhibe la sensibilidad a una decisión fiscal que a menudo queda oculta.

La lectura financiera de los puntos básicos requiere considerar la duración de los flujos. Una diferencia pequeña en la tasa puede adquirir relevancia en horizontes largos,

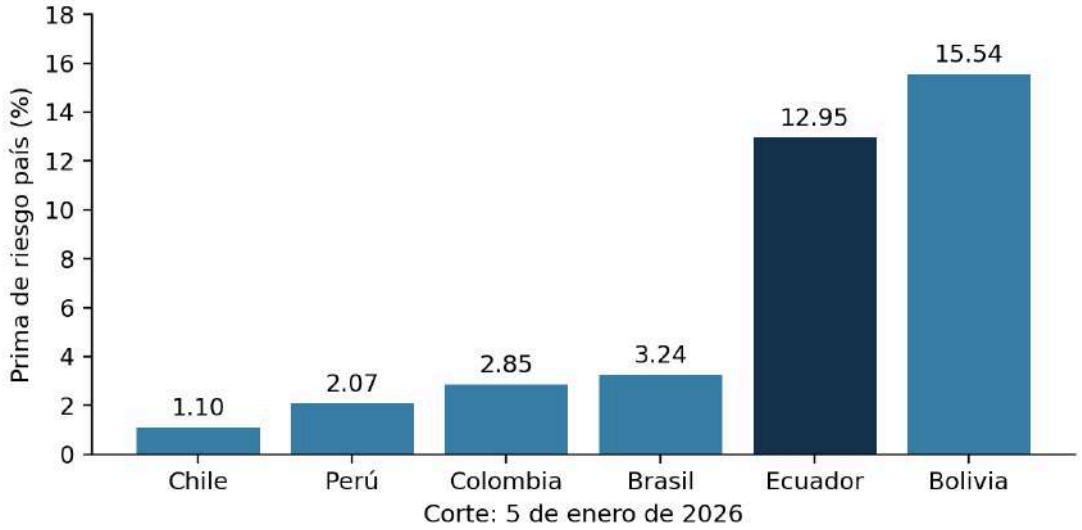
mientras su efecto sobre una inversión de vida corta puede ser menor. Por eso, el modelo exige reportar el valor por componentes y el horizonte asociado, en lugar de presentar la tasa como una medida autosuficiente de creación o destrucción de valor.

Para un flujo positivo situado en t, la variación marginal de su valor respecto de k es $-t \times FCFF^{U}\square/(1 + k)^{t+1}$. La expresión muestra que la exposición al descuento depende del momento del cobro, además de su importe. Este resultado es algebraico y no constituye una estimación empírica del caso; permite interpretar por qué una misma modificación tributaria tiene consecuencias diferentes según la duración económica.

La aplicación monetaria completa del modelo exige proyectar flujos operativos y escudos con información sobre reinversión, financiación y reversión. En este estudio se ejecutó la capa documental y la calibración de tasa, sin producir un precio objetivo ni un valor terminal atribuido a la compañía. La delimitación conserva la diferencia entre una demostración aplicada con datos públicos y una tasación que requeriría presupuestos y supuestos prospectivos propios.

El gráfico 4 presenta primas país de seis economías latinoamericanas de la misma fuente y fecha. Se incorpora para contextualizar el componente de riesgo de mercado utilizado en la transferencia, complementando la tabla de parámetros. No representa riesgo tributario empresarial ni una clasificación de cumplimiento; la separación evita interpretar el diferencial soberano o la prima accionaria como sanciones fiscales implícitas.

Gráfico 4. Primas de riesgo país de economías latinoamericanas



Fuente: Damodaran (2026b), datos del 5 de enero de 2026. Corresponden a primas accionarias de riesgo país, no a tasas tributarias.

Ecuador presenta una prima país superior a las de Chile, Colombia, Brasil y Perú en el corte utilizado, e inferior a la de Bolivia. El contraste permite reconocer que la calibración está fuertemente condicionada por un parámetro macrofinanciero externo. No permite afirmar que toda empresa ecuatoriana tenga esa misma exposición ni que las diferencias entre países se expliquen exclusivamente por sus sistemas tributarios.

El resultado operativo del modelo se completa con indicadores de control. Se definió la proporción de escudo utilizado como ahorro fiscal efectivamente realizado dividido para beneficio potencial documentado; la cobertura de reversión como importe con calendario sustentado dividido para el total analizado; y la exposición fiscal de caja como pagos esperados identificados respecto de la caja operativa proyectada. Sus denominadores deben excluir partidas no comparables.

Estos indicadores constituyen especificaciones propuestas y no estadísticas calculadas para Holcim Ecuador. Su utilidad depende de que cada registro conserve fuente, responsable, período y regla de actualización; una cobertura alta no demuestra por sí misma menor riesgo económico. El antecedente de inteligencia tributaria predictiva

aporta la separación entre alertas de gestión y determinación jurídica, sin convertir su índice de alerta en una prima financiera (López Poveda & Gómez Suárez, 2026d).

La creación de valor se vinculó con la diferencia entre rendimiento operativo del capital y costo de oportunidad, manteniendo homogénea la base de impuestos. Puede expresarse como beneficio económico = NOPAT ajustado − kTA × capital invertido, siempre que se depuren partidas no operativas y efectos duplicados. La expresión funciona como puente de gestión; no se calculó un beneficio económico empresarial usando patrimonio contable como sustituto automático del capital invertido.

La integración con indicadores de desempeño requiere preservar definiciones. El Tax-Adjusted WACC es una tasa de descuento y el valor empresarial una estimación, por lo que no se convierten por ese solo hecho en medidas de rendimiento definidas por la gerencia bajo NIIF 18. El antecedente sobre KPIs y MPMs resulta pertinente por su propuesta de trazabilidad y separación de categorías, no como habilitación para etiquetar cualquier indicador financiero como MPM (López Poveda & Gómez Suárez, 2026).

Discusión

El hallazgo central es la necesidad de separar problemas que suelen reunirse en una sola tasa: reconocimiento contable, imposición corriente, pagos, beneficio de deuda y remuneración por riesgo. La aplicación muestra que esas dimensiones producen medidas distintas aun dentro de una misma empresa y de un mismo ejercicio. Por ello, el valor agregado del modelo reside en una conciliación verificable, más que en añadir un porcentaje nuevo al WACC tradicional.

La comparación con López Poveda y Gómez Suárez (2026a) muestra continuidad en la función de la conciliación como puente entre resultado y base imponible. La diferencia está en el objeto final: mientras ese antecedente analiza la carga fiscal, la presente propuesta examina dónde entra cada efecto en el flujo descontado. Esta extensión obliga a incorporar calendario y financiación, dimensiones que una conciliación anual no resuelve por sí sola.

Damodaran (s. f.) diferencia tasas efectivas y marginales al examinar su aplicación en valoración. Esta distinción respalda revisar la transición entre impuestos históricos y futuros, conservando la relación de cada tarifa con la operación que se pretende analizar. La tasa efectiva contable aporta información sobre el gasto reconocido respecto de la utilidad, pero no expresa necesariamente el impuesto ahorrado por una unidad adicional de intereses. Su utilización indiscriminada puede atribuir a la deuda beneficios originados en dividendos exentos, deducciones operativas o ajustes de ejercicios anteriores. El problema no es que la tasa contable sea incorrecta, sino que se le asigna una función distinta de la que mide.

En el caso estudiado, conservar el denominador del estado principal evita mezclar una base de presentación financiera con otra empleada en la nota tributaria. Esta decisión constituye un resultado metodológico relevante porque las inconsistencias de perímetro pueden generar explicaciones económicas falsas. Una variación aparente de tasa puede proceder del denominador elegido, de modo que la calidad del análisis comienza antes de aplicar una ecuación de valoración.

El antecedente sobre NIC 12 enfatiza diferencias temporarias y mecanismos de reversión (López Poveda & Gómez Suárez, 2026b). La integración financiera conserva esa distinción y agrega una prueba de unicidad: identificar si el beneficio ya está contenido en los flujos. Este control permite utilizar la información contable como

evidencia organizada sin convertir el activo diferido en un incremento de valor independiente de las utilidades que permitirán aprovecharlo.

La recuperabilidad contable y el valor económico tampoco son sinónimos. Una deducción respaldada por beneficios imponibles futuros puede generar un ahorro en una fecha distante, con un valor financiero diferente del importe reconocido; la divergencia no constituye por sí misma una incorrección contable. La propuesta conserva ambas medidas y explica sus finalidades, evitando que la valoración se presente como sustituto de la preparación de estados financieros.

La regulación ecuatoriana añade restricciones concretas al beneficio de intereses. El artículo 10 de la LRTI contempla, para determinadas operaciones entre partes relacionadas de sujetos no financieros, un límite del interés neto vinculado con el 20% de la magnitud definida legalmente, con excepciones. No se trata de un límite universal para toda deuda; la clasificación contractual y subjetiva debe preceder a cualquier estimación de q (Congreso Nacional del Ecuador, 2004/2025).

Este punto afecta directamente la interpretación del costo de deuda después de impuestos. Una empresa puede pagar intereses a una tasa conocida y no obtener íntegramente el ahorro esperado por razones de deducibilidad o utilización; el costo contractual y el costo económico neto dejan entonces de relacionarse mediante una tarifa aplicada sin condiciones. La propuesta hace visible esa dependencia, sin asignar automáticamente incumplimiento a una operación por pertenecer a un grupo empresarial.

Los supuestos de impuestos diferidos del reglamento también contienen eventos específicos de utilización. Entre ellos, la regulación vincula determinados deterioros con venta, baja, autoconsumo o realización efectiva, según la partida; esas condiciones no son intercambiables. En consecuencia, una proyección agregada basada únicamente en

el crecimiento de ventas podría anticipar ahorros cuya realización exige otro hecho económico (Presidencia de la República del Ecuador, 2010/2025).

La CINIIF 23 ofrece un marco para reflejar incertidumbre del impuesto a las ganancias en la información financiera, pero no establece una prima bursátil de riesgo tributario (IFRS Foundation, s. f.-c). El modelo respeta esa frontera: utiliza las estimaciones fiscales como insumos para pagos y escenarios, sin atribuir a una norma contable una fórmula de costo de capital que no contiene.

La literatura de incertidumbre de política aporta otra distinción. Ábrahám et al. (2024) analizan cómo la posibilidad de reversión de una reforma condiciona la inversión; esa perspectiva sugiere que el horizonte del incentivo importa tanto como su magnitud. Sin embargo, el mecanismo no puede trasladarse al caso como una elasticidad estimada, porque difieren la jurisdicción, la estructura económica y los impuestos considerados.

La contribución de Danielson (2023) resulta especialmente pertinente al mostrar que el WACC aplicable a proyectos de vida finita depende de duración, deuda y amortización. La propuesta coincide en no universalizar fórmulas de perpetuidad; se diferencia al incorporar una conciliación contable y tributaria específica para Ecuador. La ecuación estática presentada en los resultados se interpreta, por ello, como aproximación condicionada y no como solución general de todas las políticas financieras.

Si una empresa mantiene deuda nominal fija, el riesgo y la trayectoria del escudo pueden diferir de los asociados con una razón de endeudamiento objetivo. Si el financiamiento se amortiza durante el horizonte, aplicar una ponderación constante introduce una política distinta de la contratada. La selección entre WACC por período, tasa equivalente o valoración por componentes debe responder a esa estructura y conservarla en el valor terminal.

La recalibración del patrimonio es igualmente importante. Una beta sectorial apalancada refleja una estructura financiera de referencia; transferirla a una compañía con otra deuda exige analizar desapalancamiento, reapalancamiento y supuestos del escudo. El ejercicio conserva las ponderaciones sectoriales precisamente para no fingir una estimación individual; su resultado aporta una prueba de cálculo, no evidencia de que el mercado exija esa tasa a la empresa.

La prima país publicada por Damodaran permite construir comparaciones consistentes de fecha y fuente (Damodaran, 2026b). No obstante, la exposición de una entidad depende de dónde genera sus flujos, de sus contratos y de su capacidad de trasladar riesgos; la nacionalidad jurídica no resuelve esas cuestiones. Por ello, la exposición unitaria de la calibración se declara como convención y no como medición de un coeficiente empresarial.

El uso de la tarifa de 22% del caso y la referencia general de 25% ilustra la importancia de seleccionar el parámetro pertinente. El SRI publica la tarifa general y sus modificaciones bajo condiciones específicas; esa información debe contrastarse con el régimen aplicable a la entidad y a la operación analizada. La tarifa observada de un ejercicio tampoco garantiza automáticamente la continuidad de su beneficio en todo horizonte futuro (Servicio de Rentas Internas, s. f.).

La comparación de utilidad operacional y caja muestra un límite adicional de cualquier modelo centrado exclusivamente en la tasa. Si un ejercicio incorpora liberaciones de capital de trabajo que no se repiten, capitalizar su caja como una perpetuidad sobreestima la capacidad económica aunque el descuento esté bien calculado. La normalización debe explicarse por partidas, evitando ajustes discrecionales que solo busquen acercar el resultado a un valor deseado.

El valor razonable exige, además, coherencia con participantes del mercado. Un ahorro fiscal accesible solo a un comprador particular puede integrar su valor de inversión, pero no trasladarse automáticamente a una medición general; también importa la unidad de cuenta y la forma de recuperación. La NIIF 13 aporta esa delimitación, mientras la propuesta organiza cómo documentar la conexión de cada supuesto con el cálculo (IFRS Foundation, s. f.-d).

La medición de deterioro representa una finalidad diferente. La NIC 36 distingue el importe recuperable y sus componentes, de manera que una estimación corporativa después de impuestos no se traslada sin adaptación a todas las pruebas de activos o unidades generadoras de efectivo. El modelo requiere identificar el objetivo antes de reutilizar flujos y tasas, preservando los requisitos específicos de la medición correspondiente (IFRS Foundation, s. f.-b).

La integración con NIIF no implica que la norma prescriba un Tax-Adjusted WACC específico. El aporte es metodológico: establecer puentes y controles entre información preparada bajo normas contables y técnicas financieras utilizadas para una decisión. Mantener esa precisión evita atribuir autoridad normativa a una formulación propuesta por la investigación y permite discutirla, modificarla o contrastarla sin confundirla con una obligación de reporte.

En materia de desempeño, la propuesta dialoga con el trabajo de López Poveda y Gómez Suárez (2026c) mediante la trazabilidad de indicadores. El costo de capital puede emplearse para evaluar proyectos y beneficio económico, pero su definición, fecha y alcance deben permanecer estables durante la comparación. Si el rendimiento se mide con capital contable y el costo con ponderaciones de mercado, el significado de la diferencia requiere explicación explícita.

La NIIF 18 será obligatoria para períodos anuales que comiencen a partir del 1 de enero de 2027, con aplicación anticipada permitida. Sus requerimientos sobre presentación y medidas de rendimiento no convierten todas las razones financieras en MPMs; el estudio utiliza esa norma como contexto de transparencia de indicadores, sin afirmar que regía obligatoriamente la presentación del caso de 2025 (IFRS Foundation, s. f.-e).

La inteligencia tributaria predictiva aporta una estructura útil para detectar inconsistencias y organizar evidencias, pero una alerta no equivale a una obligación exigible. Esa distinción, presente en López Poveda y Gómez Suárez (2026d), se conserva al conectar gestión y valoración. Un aumento de alertas puede reflejar mejor capacidad de detección y no mayor exposición económica; por ello, el número de alertas no debe incorporarse mecánicamente al WACC.

La principal fortaleza del estudio es la posibilidad de seguir cada cifra desde el reporte hasta su transformación. Las cuatro tablas y los cuatro gráficos responden a preguntas distintas: componentes tributarios, composición del diferido, desempeño de caja y referencia de riesgo y financiación. La secuencia permite comprobar que la sofisticación de la tasa no sustituye los controles básicos de origen, unidad y perímetro de los datos.

El diseño presenta límites propios de un caso documental. Dos ejercicios no permiten identificar una relación causal entre gestión tributaria y valor, ni estimar probabilidades de litigio, recuperación o financiación; la información separada tampoco describe todas las operaciones del grupo. Por ello, los resultados sostienen la coherencia y aplicabilidad parcial de la propuesta, sin establecer que su uso incremente empíricamente el valor de las empresas.

La proximidad temporal entre cifras empresariales de cierre de 2025 y referencias de enero de 2026 facilita la lectura, aunque no las convierte en información simultánea de una tasación. El ejercicio es retrospectivo y utiliza documentos publicados

posteriormente al cierre. Una valoración a una fecha histórica concreta tendría que limitar sus insumos a la información entonces disponible, evitando incorporar conocimiento posterior como si hubiera sido anticipable.

El modelo tampoco resuelve por sí solo la calidad de las probabilidades. Una estimación basada en escenarios exige que los estados sean distinguibles, que sus efectos se midan sin solapamientos y que las probabilidades tengan sustento; una simulación extensa no compensa una premisa arbitraria. En ausencia de esa evidencia, los límites algebraicos son informativos siempre que no se presenten como intervalos estadísticos de confianza.

Una línea de contraste posterior consiste en comparar, sobre los mismos presupuestos documentados, un WACC con escudo íntegro, la valoración por componentes y la tasa equivalente propuesta. La diferencia debe descomponerse por aprovechamiento, calendario y política de deuda, manteniendo constantes las demás hipótesis cuando se estudie cada efecto. Ese diseño permitiría evaluar utilidad predictiva sin atribuir causalidad a una simple coincidencia entre valor calculado y precio observado.

El aporte principal se ubica, por tanto, en la disciplina de integración: cada efecto fiscal tiene un origen, una fecha, una condición y un lugar único en el modelo. La tasa equivalente actúa como resultado de esa organización, mientras la aproximación ponderada ofrece una lectura práctica bajo supuestos delimitados. La creación de valor se evalúa con flujos y costo de oportunidad congruentes, sin confundir reducción del gasto contable con incremento automático de riqueza.

Conclusiones

Se estableció un modelo integrado que conecta información bajo NIIF, fiscalidad ecuatoriana y valoración mediante flujos descontados. Su componente central es un Tax-Adjusted WACC conciliado con una valoración por componentes; la tasa resume el efecto del financiamiento únicamente después de identificar los flujos operativos y el aprovechamiento del escudo fiscal. La integración responde al objetivo de preservar coherencia entre contabilidad, impuestos y finanzas.

El caso documental confirmó que gasto tributario, impuesto corriente y pagos constituyen medidas diferentes. La comparación exige bases homogéneas y una lectura conjunta de estados y notas, especialmente cuando sus denominadores difieren. En consecuencia, ninguna de esas razones históricas debe sustituir sin análisis la tarifa marginal empleada para estimar el beneficio financiero de la deuda.

El impuesto diferido aporta un inventario de efectos futuros reconocidos, cuya incorporación económica requiere identificar utilización y calendario. El modelo establece que un ahorro ya incluido en los flujos no se agrega nuevamente como activo, y que una obligación ya proyectada no se descuenta otra vez como deuda. Esta regla de unicidad constituye un control central frente a duplicidades de valoración.

La calibración con información publicada permitió cuantificar el efecto aislado del aprovechamiento del escudo bajo una estructura sectorial de referencia. El resultado ilustra la sensibilidad del costo de capital a la tasa tributaria y a la utilización del beneficio, pero no equivale a un WACC observado de la compañía ni a una estimación de su valor de mercado. La aplicación conserva explícitamente esa frontera de interpretación.

El valor razonable y la creación de valor requieren propósitos de medición definidos. La información de mercado no sustituye el análisis del flujo, y una ganancia contable no representa necesariamente caja disponible, una tasa de descuento no determina por sí sola la rentabilidad económica, el aporte consiste en vincular estas dimensiones mediante fuentes, ecuaciones y controles reproducibles.

La evidencia respalda la utilidad analítica de la propuesta, sin demostrar efectos causales sobre desempeño o precios, su contraste posterior puede realizarse con presupuestos documentados, calendarios de reversión y condiciones reales de deuda, comparando el valor por componentes con su tasa equivalente. La ampliación a varios sectores permitiría evaluar el alcance de la integración manteniendo la separación entre observaciones, estimaciones y supuestos.

Referencias Bibliográficas

Ábrahám, Á., Brendler, P., & Cárceles-Poveda, E. (2024). Capital tax reforms with policy uncertainty. International Economic Review, 65(1), 75–116. https://doi.org/10.1111/iere.12664

Congreso Nacional del Ecuador. (2004/2025). Ley de Régimen Tributario Interno (Registro Oficial, Suplemento 463; texto con última reforma de 24 de octubre de 2025). Servicio de Rentas Internas. https://www.sri.gob.ec/o/sri-portlet-biblioteca-alfresco-internet/descargar/67a341b5-cb7d-4de3-bd9b-b1f0a25b603d/Ley%20de%20R%C3%A9gimen%20Tributario%20Interno.pdf

Damodaran, A. (2026a). Cost of equity and capital (US) [Conjunto de datos; enero de 2026]. New York University, Stern School of Business. https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/wacc.html

Damodaran, A. (2026b). Country default spreads and risk premiums [Conjunto de datos; 5 de enero de 2026]. New York University, Stern School of Business. https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html

Damodaran, A. (s. f.). More on effective tax rates. New York University, Stern School of Business. https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/valquestions/taxrate.htm

Danielson, M. G. (2023). Tax shields, the weighted average cost of capital, and the appropriate discount rate for a project with a finite useful life. Journal of Risk and Financial Management, 16(9), artículo 398. https://doi.org/10.3390/jrfm16090398

Holcim Ecuador S. A. (2026). Reporte financiero 2025. https://www.holcim.com.ec/sites/ecuador/files/docs/reporte-financiero-2025.pdf

IFRS Foundation. (s. f.-a). IAS 12 Income Taxes. https://www.ifrs.org/issued-standards/list-of-standards/ias-12-income-taxes/

IFRS Foundation. (s. f.-b). IAS 36 Impairment of Assets. https://www.ifrs.org/issued-standards/list-of-standards/ias-36-impairment-of-assets/

IFRS Foundation. (s. f.-c). IFRIC 23 Uncertainty over Income Tax Treatments. https://www.ifrs.org/issued-standards/list-of-standards/ifric-23-uncertainty-over-income-tax-treatments/

IFRS Foundation. (s. f.-d). IFRS 13 Fair Value Measurement. https://www.ifrs.org/issued-standards/list-of-standards/ifrs-13-fair-value-measurement/

IFRS Foundation. (s. f.-e). IFRS 18 Presentation and Disclosure in Financial Statements. https://www.ifrs.org/issued-standards/list-of-standards/ifrs-18-presentation-and-disclosure-in-financial-statements/

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026a). Conciliación tributaria en Ecuador: análisis de las diferencias entre el resultado contable y la base imponible del impuesto a la renta y su incidencia en la determinación de la carga fiscal empresarial. Revista Ibero Research, 1(6), 746–774. https://doi.org/10.5281/zenodo.22119385

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026b). Impuesto diferido en Ecuador: análisis de las diferencias temporarias entre la normativa tributaria y la NIC 12 y su incidencia en la información financiera empresarial. Revista Ibero Research, 1(6), 680–710. https://doi.org/10.5281/zenodo.22103032

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026c). Integración de KPIs y Medidas de Rendimiento Definidas por la Gerencia (MPMs) bajo NIIF 18: diseño de un modelo multidimensional para la medición del desempeño estratégico empresarial. Revista Ibero Research, 1(7), 592–630. https://doi.org/10.5281/zenodo.22675622

López Poveda, J. E., & Gómez Suárez, N. F. (2026d). Inteligencia tributaria predictiva: diseño de un modelo integrado de KPI, OKR y objetivos SMART para anticipar el riesgo fiscal y transformar la gestión tributaria empresarial. Revista Ibero Research, 1(7), 1–40. https://doi.org/10.5281/zenodo.22264137

Presidencia de la República del Ecuador. (2010/2025). Reglamento para la aplicación de la Ley de Régimen Tributario Interno (Decreto Ejecutivo 374; texto con última reforma de 18 de noviembre de 2025). Servicio de Rentas Internas. https://www.sri.gob.ec/o/sri-portlet-biblioteca-alfresco-internet/descargar/ee775a90-0ba9-48fe-85cb-9a52673c4c61/REGLAMENTO_PARA_APLICACION_LEY_DE_REGIMEN_TRIBUTARIO_INTERNO_LRTI.pdf

Servicio de Rentas Internas. (s. f.). Impuesto a la renta. Recuperado el 20 de septiembre de 2026, de https://www.sri.gob.ec/impuesto-renta