

MEDICINA DEL TRABAJO



Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo

Rev Asoc Esp Espec Med Trab

Volúmen 35 - Número 3 - Septiembre 2026 - 157 páginas

ISSN version on line: 3020-1160

ISSN versión impresa: 1132-6255

Revista trimestral

www.aeemt.com

EDITORIAL

Mental health and psychosocial work environment: a challenge and a priority

Teresa del Campo Balsa

ORIGINAL PAPERS

Integration of lipoprotein(a) into cardiovascular risk stratification in the working population using SCORE2

Ángel Beltrán, Raffaella Fabiano, Marta Muñoz, Isabel Pellín, Pablo Ávila, M^a Sánchez

Sleep quality and perceived stress in health care professionals in Spain

Eva Romero, Álvaro Solaz

Serological response to Hepatitis B virus (HBV) vaccination in newly admitted healthcare residents

Pedro Tenllado, Remedios Taberner, Alina Dunca, Enrique Mira, Marina De Porres, Marta Moya

Designing a Successful Strategy to Address Psychosocial Risks and Mental Health-Related Absenteeism: A Delphi Study Among Occupational Health and Risk Prevention Professionals

Guillermo Soriano-Tarín, Alicia Chanca, Fernando Vidal-Barrero

Frequency-Specific Audiometric Phenotypes in Occupational Screening

Victor Juan Vera-Ponce.

Exploratory analysis of the Karasek's Job Content Questionnaire in Peruvian teachers

Walter Arias, Julio Huamani, Eduardo Jara, Rubén Fernández, Marco Huamani

Adjusted Incidence Index by Subsectors and Corrected for Under-Declaration (ICAS): a methodological proposal for real comparability of occupational accident rates across Spanish Autonomous Communities

Jose Aguado, Estrella Extramiana, Asan Mollov, Álvaro Castillo

CLINIC CASE

Occupational Asthma Due to Flour Exposure: Diagnostic Confirmation by Methacholine Challenge Testing

Marina Redero, Naiara García, Nuria Santamaría, Nirmine Talbi, Sandra Garabis, Luisa Castrillón

Timely detection of a retroperitoneal dedifferentiated liposarcoma by a hospital-based Occupational Health Service: the value of evaluating inflammatory anemia

Pablo Lorenzo, Sergio De Santos, Álvaro Gallardo, M^a Ángeles Díaz, Silvia O'Connor, Ignacio Bardón

REVIEWS

From Disability Management to Capacity Management: Rethinking the Spanish Temporary Sick Leave Model

Pablo Llamas Blázquez, Luis Reinoso Barbero

Emerging Occupational Safety and Health Risks Associated with Additive Manufacturing

Mariana Ruiz, Sergio Bayona, Jairo Núñez, M^a Alexandra Torres, Luis Gutiérrez

Occupational ozone exposure in office environments: emission sources, occupational exposure limits and health effects.

Asan Mollov, Belén Mallen, Álvaro Castillo, Sandra Herrero, Carlota Pegenaut, Estrella Extramiana

REVISTA INDEXADA EN:

- Cabell's
 - Índice Bibliográfico Español en Ciencias de la Salud (IBECS)
 - Latindex Catálogo
 - Latindex Directorio
 - SciELO
 - Scopus
-

DATOS BIBLIOMÉTRICOS 2024

- **Factor impacto (SJR 2022):** 0,13
 - **Total de artículos publicados:** 39, siendo originales (79,5%), revisiones (15,3%), 1 caso clínico (2,6%) y 1 noticia (2,6%)
 - **Tiempo medio general entre artículo entregado y aceptado:** 132 días
 - **Tiempo medio entre artículo aceptado y publicado:** 30 días
 - **Porcentaje de artículos aceptados:** 74%
-

Edita**PAPERNet**

medicinadeltrabajo@papernet.es

www.papernet.es

Redacción

C/ Bueso Pineda 37. B. 3º

28043 Madrid

Tel. 627401344

Maquetación

medicinadeltrabajo@papernet.es

Secretario de Redacción

Eduardo Nieto

Lugar de publicación

Madrid

S.V.: 91046 R**D.L.: M-43.419-1991**

MEDICINA DEL TRABAJO

Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo

ISSN version on line: 3020-1160

ISSN versión impresa: 1132-6255

Equipo Editorial

DIRECTORA

Dra. M^a Teresa del Campo Balsa MD, PhD

Medicina del Trabajo del Servicio de Prevención del Hospital Universitario Fundación Jiménez Díaz, Madrid.
Profesora honoraria de la Universidad Autónoma de Madrid

FUNDADOR DE LA REVISTA EN 1991

Javier Sanz González, MD

Director del Departamento de Medicina del Trabajo de Deloitte, Madrid

COMITÉ DE REDACCIÓN

Carmen Bellido Cambrón MD, PhD

Coordinadora del Servicio de Prevención del Hospital General Universitario de Castellón

Luisa Capdevila García MD, PhD

Medicina del Trabajo de Salud Laboral de Mapfre España, Valencia

Alejandro Fernández Montero MD, PhD

Medicina del Trabajo del Servicio de Prevención de Clínica Universidad de Navarra, Pamplona.
Profesor contratado doctor de la Universidad de Navarra

Lourdes Jiménez Bajo MD

Medicina del Trabajo del Servicio de Prevención de Deloitte, Madrid

Carmen Muñoz Ruipérez MD, PhD

Jefe del Servicio de Prevención del Hospital Universitario 12 de Octubre, Madrid

Luis Reinoso Barbero MD, PhD

Medicina del Trabajo. Profesor contratado doctor de la Universidad Internacional de La Rioja.
Servicio Médico Grupo Santander, Madrid

Ignacio Sánchez-Arcilla Conejo MD

Jefe del Servicio de Prevención del Hospital Universitario Gregorio Marañón, Madrid

Guillermo Soriano Tarín MD, PhD

Coordinador del área de Medicina del Trabajo SGS Tecnos S.A, Valencia

CONSEJO EDITORIAL IN MEMORIAM

- **Dr. Enrique Alday Figueroa** (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) †
- **Dr. Vicente Arias Díaz** (Medicina del Trabajo del Hospital Universitario 12 de Octubre de Madrid) †
- **Dr. Antonio García Barreiro** (Medicina del Trabajo de Mutua de Asepeyo, Madrid) †
- **Dr. Fernando García Escandón** (Medicina del Trabajo del Servicio de Prevención de UNESA, Madrid) †
- **Dr. Pedro A. Gutierrez** Royuela (Medicina del Trabajo, Madrid) †
- **Dr. Antonio Iniesta Alvarez** (Medicina del Trabajo del Servicio de Prevención de Garrigues, Madrid) †
- **Dr. Antonio Jiménez Butragueño** (Profesor de la Escuela de Medicina del Trabajo, Universidad Complutense de Madrid) †
- **Dr. Enrique Malboysson Correcher** (Medicina del Trabajo de Hidroeléctrica Española, Valencia) †
- **Dr. Francisco Pérez Bouzo** (Medicina del Trabajo del Servicio de Prevención P&S Prevención y Salud, Santander) †

CONSEJO EDITORIAL

- **Dr. Albert Agulló Vidal** (Medicina del Trabajo del Servicio de Prevención de Deloitte, Barcelona)
- **Dr. Juan José Álvarez Sáenz** (Medicina del Trabajo, Madrid)
- **Dr. Héctor Anabalón Aburto** (Neumología, Santiago de Chile, Chile)
- **Dr. Juan Francisco Álvarez Zarallo** (Medicina del Trabajo del Servicio de Prevención del Hospital de Virgen del Rocío de Sevilla)
- **Dr. Fernando Bandrés Moya** (Profesor de Medicina Legal de la Facultad de Medicina de la Universidad Complutense de Madrid)
- **Dr. Cesar Borobia Fernández** (Valoración del Daño Corporal, Madrid)
- **Dr. Juan Luis Cabanillas Moruno** (Medicina del Trabajo, Profesor de Universidad de Sevilla)
- **Dr. Ramón Cabrera Rubio** (Medicina del Trabajo, Málaga)
- **Dr. Plinio Calvento** (Líder corporativo de Salud Ocupacional de Loma Negra, Buenos Aires, ¹)
- **Dra. Covadonga Caso Pita** (Medicina del Trabajo, Madrid)
- **Dr. Rafael Ceña Callejo** (Medicina del Trabajo, Valladolid)
- **Dra. Michele Doporto High** (Medicina del Trabajo, Madrid)
- **Dra. Emilia Fernández de Navarrete García** (Medicina del Trabajo, Madrid)
- **Dra Isabel García Gismera** (Subdirectora General de Asepeyo, Madrid)
- **Dra. M^a Luisa González Bueno** (Hospital Laboral de Solimat, Toledo)
- **Dr. José González Pérez** (Rehabilitación, Activa Mutua, Madrid)
- **Dra. Clara Guillén Subirán** (Medicina del Trabajo de Ibermutuamur, Madrid)
- **Dr. Pedro A. Gutierrez Royuela** (Medicina del Trabajo, Madrid)
- **Dr. Javier Hermoso Iglesias** (Medicina del Trabajo, Madrid)
- **Dr. Jesús Hermoso de Mendoza** (Medicina del Trabajo, Pamplona)
- **Dr. Rafael E. de la Hoz** (Profesor Mount Sinai School Medicine New York, USA)
- **Dra. Samanta Kameniecki** (Coordinadora de Unidad de Calidad de Vida en el Ambito Laboral del Hospital de Pediatría JP Garrahan, Buenos Aires, Argentina)
- **Dr. Jerónimo Maqueda Blasco** (Coordinador de Epidemiología Laboral, Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo)
- **Dr. Manuel Martínez Vidal** (Medicina del Trabajo, Madrid)
- **Dr. Luis Nistal Martín de Serrano** (Medicina del Trabajo, Madrid)
- **Dra. Begoña Martínez Jarreta** (Profesora de Medicina Legal de la Facultad de Medicina de la Universidad de Zaragoza)
- **Dr. Ignacio Moneo Goiri** (Inmunología del Hospital Carlos III, Madrid)
- **Dr. Gregorio Moreno Manzano** (Medicina del Trabajo, Ibiza)
- **Dra. Sonsoles Moretón Toquero** (Medicina del Trabajo, Valladolid)
- **Dr. Pedro Ortiz García** (Medicina del Trabajo, Vigo)
- **Dr. Arturo Pretel Pretel** (Medicina del Trabajo, Madrid)
- **Dr. Miguel Quintana Sancho** (Médico del Trabajo, Inspección de Servicios Sanitarios de la Consellería de Sanidad de Valencia)
- **Dr. Eugenio Roa Seseña** (Medicina del Trabajo de Mutua Montañesa, Valladolid)
- **Dr. Ignacio Romero Quintano** (Medicina del Trabajo del Servicio de Prevención de Enel, Santa Cruz de Tenerife)
- **Dr. Juan Carlos Rueda Garrido** (Medicina del Trabajo, Cartagena)
- **Dr. F. Javier Sánchez Lores** (Medicina del Trabajo, Madrid)
- **Dr. Raúl Sánchez Román** (Profesor de Medicina del Trabajo, Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México)
- **Dra. Carmen Serrano Estrada** (Medicina del Trabajo, Madrid)
- **Dra. Teófila de Vicente Herrero** (Medicina del Trabajo, Valencia)
- **Dr. Santiago Villar Mira** (Profesor Universitario, Medicina del Trabajo de Arcelor Mittal, Sagunto, Valencia)
- **Dr. Paulo R. Zetola** (Medicina del Trabajo, Curitiba, Brasil)
- **Dra. Marta Zimmermann Verdejo** (Directora del Departamento de Investigación del Instituto de Seguridad y Salud en el Trabajo, Madrid)



Sumario

Editorial

Salud mental y riesgos psicosociales en el trabajo: un reto y una prioridad	263
--	------------

Teresa del Campo Balsa

Textos Originales

Integración de la lipoproteína(a) en la estratificación del riesgo cardiovascular en población laboral mediante SCORE2: detección de riesgo oculto y utilidad preventiva	265
---	------------

Ángel Vidal Beltrán García, Raffaella Fabiano, Marta Muñoz Puro, Isabel Pellín Morilla, Pablo Ávila Jiménez, María Sánchez Rubio

Calidad del sueño y estrés percibido en profesionales sanitarios en España: un estudio con implicaciones para la salud laboral	276
---	------------

Eva Romero Congosto, Álvaro José Solaz García

Respuesta serológica a la vacunación frente al virus de la Hepatitis B Virus (VHB) en residentes sanitarios de nuevo ingreso	289
---	------------

Pedro Pablo Tenllado Matoses, Remedios Taberner Hermosilla, Alina Dunca Bloanca, Enrique Mira Nouselles, Marina De Porres López, Marta Moya Ayza

Diseño de una estrategia de éxito frente al riesgo psicosocial y el absentismo por salud mental: un estudio Delphi entre profesionales de la salud y la prevención de riesgos en el trabajo	295
--	------------

Guillermo Soriano-Tarín, Alicia Chanca Díaz, Fernando Vidal-Barrero

Fenotipos audiométricos específicos por frecuencia en tamizaje ocupacional: alteración aislada de alta frecuencia y compromiso de frecuencias conversacionales	308
---	------------

Víctor Juan Vera-Ponce

Análisis exploratorio del Cuestionario del Contenido del Trabajo de Karasek en Maestros Peruanos	325
---	------------

Walter L Arias Gallegos, Julio CHuamani Cahua, Eduardo C Jara Ortega, Rubén C Fernández Fernández, Marco A Huamani Molloco

Índice de Incidencia Ajustado por Subsectores y Corregido por Infradeclaración (ICAS): propuesta metodológica para la comparabilidad real de la siniestralidad laboral entre Comunidades Autónomas de España... ..	335
---	------------

Jose Ignacio Aguado Martin, Estrella Extramiana Cameno, Asan Mollov, Álvaro Antonio Castillo Aranedá

Caso clínico

Asma laboral en trabajador por exposición a harinas. Confirmación diagnóstica mediante test de provocación con metacolina: a propósito de un caso clínico	350
--	------------

Marina Redero Juanes, Naiara García Ríos, Nuria Santamaría Cantera, Nirmine Talbi Enfeddal, Sandra Garabis Cruz, Luisa María Castrillón Bedoya

Detección oportuna de un liposarcoma desdiferenciado retroperitoneal desde un Servicio de Prevención hospitalario: el valor del estudio de la anemia inflamatoria. Caso clínico	356
--	------------

Pablo D Lorenzo Barcia, Sergio De Santos Belinchón, Álvaro Gallardo Fernández, M^a Ángeles Díaz Sotero, Silvia O'Connor Pérez, Ignacio Bardón Fernández-Pacheco

Revisión

De la Gestión de la Incapacidad a la Gestión de la Capacidad: Repensando el Modelo Español de Incapacidad Temporal	367
---	------------

Pablo Llamas Blázquez, Luis Reinoso Barbero

Riesgos Emergentes en Seguridad y Salud en el Trabajo Asociados a la Manufactura Aditiva: Una Revisión Sistemática de Literatura.....	375
--	------------

Mariana Ruiz Vesga, Sergio Bayona Gómez, Jairo Núñez Rodríguez, María Alexandra Malagón Torres, Luis Gabriel Gutierrez Bernal

Exposición laboral a ozono en entornos de oficina: fuentes de emisión, valores límite ambientales y efectos sobre la salud. Revisión narrativa	394
---	------------

Asan Mollov, Belén Mallén Díaz de Terán, Álvaro A. Castillo Aranedá, Sandra Herrero Herranz, Carlota Pegenaute Esparza, Estrella Extramiana Cameno

Normas de presentación de manuscritos	408
--	------------

Contents

Editorial

Mental health and psychosocial work environment: a challenge and a priority	263
--	------------

Teresa del Campo Balsa

Original papers

Integration of lipoprotein(a) into cardiovascular risk stratification in the working population using SCORE2: detection of hidden risk and preventive utility	265
--	------------

Ángel Vidal Beltrán García, Raffaella Fabiano, Marta Muñoz Puro, Isabel Pellín Morilla, Pablo Ávila Jiménez, María Sánchez Rubio

Sleep quality and perceived stress in health care professionals in Spain: a study with implications for workplace health	276
---	------------

Eva Romero Congosto, Álvaro José Solaz García

Serological response to Hepatitis B virus (HBV) vaccination in newly admitted healthcare residents	289
---	------------

Pedro Pablo Tenllado Matoses, Remedios Taberner Hermosilla, Alina Dunca Bloanca, Enrique Mira Nouselles, Marina De Porres López, Marta Moya Ayza

Designing a Successful Strategy to Address Psychosocial Risks and Mental Health-Related Absenteeism: A Delphi Study Among Occupational Health and Risk Prevention Professionals.	295
--	------------

Guillermo Soriano-Tarín, Alicia Chanca Díaz, Fernando Vidal-Barrero

Frequency-Specific Audiometric Phenotypes in Occupational Screening: Isolated High-Frequency Impairment and Speech-Frequency Involvement	308
---	------------

Víctor Juan Vera-Ponce.

Exploratory analysis of the Karasek's Job Content Questionnaire in Peruvian teachers	325
---	------------

Walter L Arias Gallegos, Julio Cr Huamani Cahua, Eduardo C Jara Ortega, Rubén C Fernández Fernández, Marco A Huamaní Molloco

Adjusted Incidence Index by Subsectors and Corrected for Under-Declaration (ICAS): a methodological proposal for real comparability of occupational accident rates across Spanish Autonomous Communities	335
---	------------

Jose Ignacio Aguado Martin, Estrella Extramiana Cameno, Asan Mollov, Álvaro Antonio Castillo Araneda

Clinic case

Occupational Asthma Due to Flour Exposure: Diagnostic Confirmation by Methacholine Challenge Testing—A Case Report.....	350
--	------------

Marina Redero Juanes, Naiara García Ríos, Nuria Santamaría Cantera, Nirmine Talbi Enfeddal, Sandra Garabis Cruz, Luisa María Castrillón Bedoya

Timely detection of a retroperitoneal dedifferentiated liposarcoma by a hospital-based Occupational Health Service: the value of evaluating inflammatory anemia. A case report ...	356
---	------------

Pablo D Lorenzo Barcia, Sergio De Santos Belinchón, Álvaro Gallardo Fernández, M^a Ángeles Díaz Sotero, Silvia O'Connor Pérez, Ignacio Bardón Fernández-Pacheco

Reviews

From Disability Management to Capacity Management: Rethinking the Spanish Temporary Sick Leave Model.....	367
--	------------

Pablo Llamas Blázquez, Luis Reinoso Barbero

Emerging Occupational Safety and Health Risks Associated with Additive Manufacturing: A Systematic Literature Review	375
---	------------

Mariana Ruiz Vesga, Sergio Bayona Gómez, Jairo Núñez Rodríguez, María Alexandra Malagón Torres, Luis Gabriel Gutierrez Bernal

Occupational ozone exposure in office environments: emission sources, occupational exposure limits and health effects. Narrative review.	394
--	------------

Asan Mollov, Belén Mallen Díaz de Terán, Álvaro A. Castillo Araneda, Sandra Herrero Herranz, Carlota Pegenaute Esparza, Estrella Extramiana Cameno

Instructions for authors	408
---------------------------------------	------------

Editorial

Salud mental y riesgos psicosociales en el trabajo: un reto y una prioridad

Ante el posible cambio en la normativa española en materia de prevención de riesgos laborales, hemos ido abordando en los últimos editoriales de nuestra revista distintos temas sobre los que se está valorando realizar dicho cambio, como son el teletrabajo, la perspectiva de edad y género, y la turnicidad.

En este editorial, vamos a considerar la salud mental de los trabajadores y los riesgos psicosociales en el lugar de trabajo, en los que se está enfocando también la actualización de la normativa de prevención de riesgos. Para ello, nos podemos hacer unas preguntas.

¿Qué situación tenemos ahora en España respecto a salud mental y riesgos psicosociales en el trabajo? Vemos que el absentismo en España presenta unos índices elevados y lo que es más preocupante, con una tendencia creciente al ascenso. Los últimos datos disponibles nos indican que los trastornos de salud mental suponen la segunda causa de incapacidad temporal, suponiendo casi un 20% de todos los días de absentismo por enfermedad común. Además, este tipo de bajas médicas son especialmente largas, con una duración media de 100 días. Y tenemos además un dato abrumador, que es un incremento de las bajas laborales relacionadas con salud mental superior a un 480% desde el año 2018 al 2024 (dato del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo).

¿Por qué tenemos esta situación actualmente? Existen varias causas posibles como son la inseguridad laboral y los cambios frecuentes

organizativos en las empresas. También hay que considerar que existe un mayor grado de concienciación y de diagnóstico de los problemas de salud mental.

Merece una especial mención las alteraciones de salud mental en el trabajo de los jóvenes, suponiendo la primera causa de los procesos de incapacidad temporal en este segmento de edad. Esta problemática se relaciona con factores laborales como es su mayor precariedad laboral, y con factores personales como su mayor vulnerabilidad.

Por otra parte, en los trabajadores mayores, los procesos de incapacidad temporal causados por alteraciones de salud mental son de mayor duración, lo que se pueden relacionar con cuestiones organizativas de las empresas y con burnout de los trabajadores.

Y llegamos a la gran pregunta ¿cómo podemos cambiarlo? Parece claro que tras identificar las causas habría que considerar dos frentes de actuación, la empresa y el trabajador. Y en este campo de actuación, que hasta podemos denominar campo de batalla, el médico del trabajo debe tener voz y voto.

En las empresas, el tema de los riesgos psicosociales y la salud mental de los trabajadores debe abordarse sin temor, de manera práctica y no por puro formalismo o requisito legal. Las acciones que se lleven a cabo para abordar los riesgos psicosociales deben ser específicas para cada empresa, con lo que se podrán obtener

mejores resultados. Para ello, habrá que tener en cuenta en especial ciertos grupos de trabajadores, como por ejemplo los jóvenes o los más mayores, en los que hemos visto que la incidencia y la duración del absentismo son mayores.

Y respecto a los trabajadores, hay que ayudar a prepararlos respecto a la prevención de alteraciones de la salud mental relacionadas con el trabajo desde las tres vertientes clásicas preventivas, es decir la prevención primaria, secundaria y terciaria. Dicha preparación debe ser planificada y realizada tanto a nivel colectivo de una empresa, como a nivel individual de cada trabajador.

Finalmente, no debemos olvidar medir los resultados de estas acciones preventivas, de tal

manera que podamos seguir su evolución a nivel de la empresa, utilizando indicadores que nos muestran el grado de satisfacción en el trabajo, como son el absentismo, la rotación voluntaria de personal y las encuestas de clima laboral.

A modo de conclusión, las empresas deberían abordar los riesgos psicosociales en el trabajo, sin cortoplacismo y hacerlo de manera integral, objetiva y práctica. Y los médicos del trabajo deberían buscar como objetivo la mejora de la salud mental de los trabajadores, lo que redundaría en la salud de su empresa.

Teresa del Campo Balsa
Directora de la Revista de la Asociación Española
de Especialistas en Medicina del Trabajo

Integración de la lipoproteína(a) en la estratificación del riesgo cardiovascular en población laboral mediante SCORE2: detección de riesgo oculto y utilidad preventiva

Ángel Vidal Beltrán García⁽¹⁾, Raffaella Fabiano⁽²⁾, Marta Muñoz Puro⁽³⁾, Isabel Pellín Morilla⁽⁴⁾, Pablo Ávila Jiménez⁽⁵⁾, María Sánchez Rubio⁽⁶⁾

¹Unidad de Vigilancia de la Salud, Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla, España. ORCID: 0009-0008-9967-801X

²Unidad de Vigilancia de la Salud, Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla, España. ORCID: 0009-0006-2905-6499

³Unidad de Vigilancia de la Salud, Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla, España. ORCID: 0009-0003-6855-6195

⁴Unidad de Vigilancia de la Salud, Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla, España. ORCID: 0009-0001-2437-5750

⁵Unidad de Vigilancia de la Salud, Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla, España. ORCID: 0009-0009-7798-4961

⁶Unidad de Vigilancia de la Salud, Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla, España. ORCID: 0009-0004-5595-4060

Primer premio para proyecto de investigación del Congreso Español de Medicina y Enfermería del Trabajo celebrado en Burgos en marzo de 2026

Correspondencia:

Ángel Vidal Beltrán García

Dirección postal: Unidad de Vigilancia de la Salud

Servicio de Prevención de Riesgos Laborales,

Hospital Universitario Virgen del Rocío,

Avda. Manuel Siurot s/n, 41013 Sevilla.

Correo electrónico: angelv.beltran.sppa@juntadeandalucia.es

La cita de este artículo es: Ángel Vidal Beltrán García et al. Integración de la lipoproteína(a) en la estratificación del riesgo cardiovascular en población laboral mediante SCORE2: detección de riesgo oculto y utilidad preventiva. Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2026; 35(3):265-275

RESUMEN.

Objetivos: evaluar la viabilidad y el rendimiento de la determinación de lipoproteína(a) [Lp(a)] como herramienta para identificar riesgo cardiovascular no detectado por el perfil lipídico convencional en población laboral activa, en el marco de la vigilancia de la salud. Se presenta el protocolo del estudio, cuya ejecución está pendiente de la aprobación del comité de ética de investigación correspondiente.

Material y métodos: estudio observacional transversal, descriptivo-analítico, en trabajadores del Hospital Universitario Virgen del Rocío (Sevilla). Se incluirán trabajadores en activo mayores de edad sin antecedentes de enfermedad cardiovascular establecida. El análisis de reclasificación se restringirá a los participantes de 40 a 69 años, rango de aplicabilidad de SCORE2; los menores de 40 años se incorporarán al estudio y se describirán como subgrupo independiente. La Lp(a) se determinará mediante inmunoturbidimetría, con resultado expresado en mg/dL y umbral de elevación en ≥ 50 mg/dL. El riesgo cardiovascular a 10 años se estimará mediante SCORE2 con los coeficientes correspondientes a la región europea de bajo riesgo, en la que se clasifica España. La reclasificación se analizará aplicando el factor corrector semicuantitativo propuesto por el consenso de la Sociedad Española de Arteriosclerosis y describiendo la proporción de participantes que cambian de categoría de riesgo.

Resultados: se describirán la prevalencia de Lp(a) elevada, su asociación con los factores de riesgo cardiovascular clásicos y la proporción de trabajadores que modifican su categoría de riesgo SCORE2 al incorporar el factor corrector. No se anticipa la magnitud de este efecto, que constituye precisamente el objeto de estudio.

Conclusiones: el estudio permitirá valorar en qué medida la incorporación de la Lp(a) al examen de salud laboral aporta información no disponible mediante el perfil lipídico convencional, y con qué rendimiento. La ausencia de un método formalmente validado para integrar numéricamente la Lp(a) en SCORE2, junto con la imprecisión de la conversión entre unidades de masa y moles, constituyen las principales limitaciones. En ningún caso el resultado de la Lp(a) intervendrá en el juicio de aptitud laboral.

Palabras clave: lipoproteína(a); riesgo cardiovascular; vigilancia de la salud; medicina del trabajo; SCORE2; cribado.

INTEGRATION OF LIPOPROTEIN(A) INTO CARDIOVASCULAR RISK STRATIFICATION IN THE WORKING POPULATION USING SCORE2: DETECTION OF HIDDEN RISK AND PREVENTIVE UTILITY**ABSTRACT**

Objectives: to assess the feasibility and yield of lipoprotein(a) [Lp(a)] measurement as a tool to identify cardiovascular risk not detected by conventional lipid profiling in the active working population, within occupational health surveillance. The study protocol is presented; its execution is pending approval by the relevant research ethics committee.

Material and Methods: cross-sectional, descriptive-analytical observational study in workers at Hospital Universitario Virgen del Rocío (Seville, Spain). Adult active workers without established cardiovascular disease will be included. The reclassification analysis will be restricted to participants aged 40 to 69 years, the applicability range of SCORE2; workers under 40 will be enrolled and described as a separate subgroup. Lp(a) will be measured by immunoturbidimetry, reported in mg/dL, with an elevation threshold of ≥ 50 mg/dL. Ten-year cardiovascular risk will be estimated using SCORE2 with coefficients for the low-risk European region, to which Spain belongs. Reclassification will be analysed by applying the semiquantitative correction factor proposed by the Spanish Society of Arteriosclerosis consensus and describing the proportion of participants who change risk category.

Results: the prevalence of elevated Lp(a), its association with classical cardiovascular risk factors, and the proportion of workers changing SCORE2 risk category after applying the correction factor will be described. The magnitude of this effect is not anticipated, as it is precisely the object of study.

Conclusions: the study will assess to what extent, and with what yield, incorporating Lp(a) into the occupational health examination provides information unavailable from conventional lipid profiling. The absence of a formally validated method for numerically integrating Lp(a) into SCORE2, together with the imprecision of mass-to-molar unit conversion, are the main limitations. Lp(a) results will under no circumstances inform fitness-for-work decisions.

Keywords: lipoprotein(a); cardiovascular risk; health surveillance; occupational medicine; SCORE2; screening.

Fecha de recepción: 28 de abril de 2026

Fecha de aceptación: 2 de septiembre de 2026

Introducción

La enfermedad cardiovascular (ECV) continúa siendo una de las principales causas de mortalidad prematura en la población en edad laboral en los países de la Unión Europea⁽¹⁾. Su expresión en el ámbito laboral es directa: de los 607 accidentes de trabajo mortales registrados en España en 2016, el 37,9% se debieron a cardiopatía isquémica e ictus⁽³⁾. Las ECV constituyen, de hecho, la segunda causa de mortalidad laboral⁽²⁾, y la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo ha señalado que el conocimiento incompleto de la relación entre las ECV y los riesgos derivados del trabajo dificulta la adopción de medidas preventivas apropiadas. La identificación precoz de trabajadores con riesgo cardiovascular elevado constituye, por tanto, uno de los objetivos del médico del trabajo en el desarrollo de la vigilancia de la salud prevista en el artículo 22 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y desarrollada por el Reglamento de los Servicios de Prevención^(4,21).

Este interés no es meramente epidemiológico. Diversas condiciones de trabajo —la turnicidad y el trabajo nocturno, la carga física intensa, la exposición a estrés térmico o determinados factores psicosociales— interaccionan con el riesgo cardiovascular basal del trabajador, y la Nota Técnica de Prevención 1191 del INSST recoge las recomendaciones para la gestión de la salud cardiovascular en el ámbito laboral⁽⁵⁾. En trabajadores expuestos a estas condiciones, la valoración del riesgo cardiovascular mediante escalas validadas se ha propuesto como criterio para una eventual calificación como especialmente sensibles en los términos del artículo 25 de la citada ley: en una administración pública española, el 30,1% de la plantilla estaba expuesta a dichas condiciones y el 13,2% de los expuestos fue calificado como especialmente sensible al riesgo cardiovascular^(3,4). El servicio de prevención se encuentra además en una posición singular para esta tarea: mantiene contacto periódico y sistemático con una población adulta

que, en muchos casos, no acude regularmente a otros dispositivos asistenciales.

La estratificación del riesgo cardiovascular en prevención primaria se sustenta actualmente en modelos multivariantes como el SCORE2, validado para la población europea y adoptado por las guías de prevención cardiovascular de la Sociedad Europea de Cardiología (ESC) de 2021^(8,9). Su aplicación en población trabajadora española ya ha sido documentada: un estudio retrospectivo sobre reconocimientos médicos laborales de 5.801 trabajadores del Servicio Navarro de Salud estimó mediante SCORE2 una probabilidad de evento vascular a 10 años del 1,3%, identificando la edad y el índice de masa corporal como las variables de mayor efecto explicativo⁽²⁾. La prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en trabajadores hospitalarios españoles resulta comparable a la de la población general adulta⁽⁶⁾, y se han descrito perfiles de riesgo desfavorables ya en trabajadores jóvenes de cohortes nacionales⁽⁷⁾. Sin embargo, estos modelos emplean el colesterol LDL (c-LDL) como marcador lipídico principal, lo que puede subestimar el riesgo real en trabajadores con c-LDL aparentemente controlado pero con otros determinantes lipídicos no contemplados en el cribado habitual.

La lipoproteína(a) [Lp(a)] es una partícula lipoproteica estructuralmente similar a las LDL, con una apolipoproteína(a) unida covalentemente. Su concentración plasmática está determinada en torno al 80-90% por la herencia codominante en el gen LPA, principalmente por el número de repeticiones del dominio KIV-2, y es prácticamente independiente de la dieta, el ejercicio físico o el tratamiento con estatinas^(16,13). Esta estabilidad confiere a la Lp(a) una ventaja operativa singular en el contexto de la vigilancia de la salud: una única determinación a lo largo de la vida adulta se considera suficiente para caracterizar el perfil de riesgo del individuo, sin necesidad de repetición periódica^(12,13).

Estudios de cohortes de gran escala han establecido que la Lp(a) elevada constituye un factor de riesgo cardiovascular independiente

y causalmente relacionado con la cardiopatía isquémica, la estenosis valvular aórtica calcificada y el ictus isquémico^(12,17). El consenso de la European Atherosclerosis Society de 2022 estableció un enfoque pragmático de puntos de corte, con valores inferiores a 30 mg/dL para descartar un incremento significativo del riesgo y superiores a 50 mg/dL para confirmarlo, reconociendo al mismo tiempo que la relación entre concentración y riesgo es continua⁽¹²⁾. Se estima que entre el 20 y el 25% de la población general presenta niveles superiores a 50 mg/dL⁽¹³⁾.

La incorporación de la Lp(a) a la evaluación del riesgo cardiovascular ha ganado respaldo normativo reciente. La actualización focalizada de 2025 de las guías ESC/EAS de dislipemias de 2019⁽¹⁰⁾ adopta SCORE2 y SCORE2-OP para la estimación del riesgo en personas aparentemente sanas y refuerza el papel de la Lp(a) como factor potenciador del riesgo en población adulta, recomendando además la reclasificación en individuos próximos a los umbrales de decisión⁽¹¹⁾. En la misma dirección, la guía estadounidense de dislipemias de 2026 recomienda por primera vez la determinación de Lp(a) al menos una vez en la vida en todos los adultos como parte de la evaluación del riesgo cardiovascular⁽¹⁵⁾. A pesar de esta convergencia internacional, su implementación en los exámenes de salud laborales sigue siendo prácticamente inexistente en España.

Esta situación plantea una pregunta que no es de eficacia sino de rendimiento: si la determinación de Lp(a) se incorporase al examen de salud laboral, ¿cuántos trabajadores resultarían efectivamente reclasificados y qué consecuencias preventivas concretas se derivarían de ello? La cuestión se corresponde con varios de los criterios clásicos de Wilson y Jungner para la evaluación de programas de cribado —relevancia del problema de salud, disponibilidad de una prueba aceptable, existencia de una actuación consecuente— y su respuesta no puede presuponerse a partir de la evidencia etiológica^(19,20).

El presente documento describe el protocolo de un estudio observacional transversal orientado a responderla en una cohorte de trabajadores hospitalarios. Los objetivos son:

Objetivo principal: estimar la prevalencia de Lp(a) elevada (≥ 50 mg/dL) en población laboral activa y cuantificar, entre los participantes de 40 a 69 años, la proporción que modifica su categoría de riesgo SCORE2 al aplicar el factor corrector semicuantitativo por Lp(a).

Objetivos secundarios:

- Analizar la asociación entre Lp(a) elevada y los factores de riesgo cardiovascular clásicos (hipertensión arterial, c-LDL, tabaquismo, índice de masa corporal).
- Describir la proporción de participantes con c-LDL controlado y Lp(a) elevada, como estimación del riesgo residual no detectado por el perfil lipídico convencional.
- Describir el perfil de los trabajadores reclasificados en términos de puesto y de exposición a condiciones de trabajo con interacción cardiovascular conocida.
- Describir la prevalencia y la distribución de Lp(a) en el subgrupo de trabajadores menores de 40 años, en quienes SCORE2 no es aplicable pero cuya identificación precoz presenta un interés preventivo específico por la mayor duración de la exposición acumulada.
- Valorar la viabilidad operativa de la determinación sistemática de Lp(a) en el circuito del examen de salud periódico: aceptabilidad, integración analítica y circuito de derivación resultante.

Hipótesis

La incorporación de la Lp(a) a la estratificación mediante SCORE2 identifica un subgrupo de trabajadores cuyo riesgo cardiovascular resulta infraestimado por el perfil lipídico convencional. La magnitud de este subgrupo, y por tanto el rendimiento de la determinación como herramienta de cribado en el ámbito laboral, es desconocida y constituye el objeto del estudio.

Material y Métodos

1. Diseño del estudio

Estudio observacional transversal de tipo descriptivo-analítico. El diseño transversal se considera adecuado dado que los objetivos son estimar la prevalencia de Lp(a) elevada y cuantificar la reclasificación de riesgo en un momento determinado, sin formular hipótesis sobre causalidad temporal ni evaluar la incidencia de eventos.

2. Ámbito y población de estudio

El estudio se llevará a cabo en el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales del Hospital Universitario Virgen del Rocío (Sevilla), en el marco de los reconocimientos médicos periódicos. La población diana está constituida por trabajadores en activo en el momento del reconocimiento.

Criterios de inclusión:

- Trabajadores en activo mayores de 18 años.
- Asistencia al examen de salud periódico durante el periodo de estudio.
- Consentimiento informado firmado.

Criterios de exclusión:

- Antecedentes de enfermedad cardiovascular establecida (cardiopatía isquémica, ictus, enfermedad arterial periférica).
- Enfermedad inflamatoria aguda en el momento de la toma de muestra.
- Embarazo en el momento de la determinación, por duplicar transitoriamente la concentración de Lp(a).
- Insuficiencia renal avanzada o síndrome nefrótico.
- Datos clínicos incompletos para el cálculo de SCORE2.

Los trabajadores menores de 40 años serán incluidos en el estudio, pero quedarán fuera del análisis de reclasificación, dado que el algoritmo SCORE2 no es aplicable por debajo de esa edad. Su registro de SCORE2 se consignará como

«no valorable» y constituirán un subgrupo de descripción independiente, en el que se estimará la prevalencia de Lp(a) elevada y se caracterizará el perfil de riesgo mediante los factores clásicos. Su inclusión responde a una razón preventiva concreta: dado que la concentración de Lp(a) es estable a lo largo de la vida adulta, su determinación en trabajadores jóvenes identifica de forma permanente un riesgo genético cuya ventana de intervención sobre los factores modificables es máxima. Los criterios de exclusión relativos al embarazo, la insuficiencia renal y los procesos inflamatorios agudos responden a las situaciones en las que el consenso de la Sociedad Española de Arteriosclerosis desaconseja la determinación o recomienda su repetición diferida⁽¹³⁾.

3. Variables del estudio

- Variable de resultado principal: cambio de categoría de riesgo SCORE2 tras la aplicación del factor corrector por Lp(a) (variable dicotómica: reclasificación a categoría superior sí/no), evaluada en los participantes de 40 a 69 años.
- Variables de exposición: concentración plasmática de Lp(a) en mg/dL (continua); Lp(a) ≥ 50 mg/dL (dicotómica).
- Covariables: edad (años), sexo, presión arterial sistólica (mmHg), colesterol total (mg/dL), c-LDL (mg/dL), c-HDL (mg/dL), colesterol no-HDL (mg/dL), triglicéridos (mg/dL), tabaquismo (fumador/exfumador/no fumador), tratamiento hipolipemiente (sí/no), categoría profesional.

4. Determinación de Lp(a) y estimación del riesgo

La concentración de Lp(a) se determinará mediante inmunturbidimetría, método mayoritariamente disponible en los laboratorios clínicos españoles, con resultado expresado en mg/dL conforme al calibrador del laboratorio de referencia del centro^(13,14). Se considerará elevada una concentración ≥ 50 mg/dL, umbral de confirmación de riesgo incrementado sobre el que existe consenso internacional^(12,13). Se realizará una

única determinación por participante, decisión sustentada en la elevada heredabilidad de la Lp(a) y su estabilidad intraindividual a lo largo de la vida adulta^(16,13).

El riesgo cardiovascular a 10 años se estimará mediante el algoritmo SCORE2 con los coeficientes correspondientes a la región europea de bajo riesgo, categoría en la que se clasifica España⁽⁸⁾. Las categorías de riesgo se establecerán conforme a los umbrales de las guías ESC para el grupo de edad correspondiente^(9,11).

La incorporación de la Lp(a) al riesgo estimado se realizará mediante el factor corrector semicuantitativo propuesto por el consenso de la Sociedad Española de Arteriosclerosis, que multiplica el riesgo SCORE2 estimado por un coeficiente dependiente de la concentración de Lp(a) (Tabla 1)⁽¹³⁾. Dicho coeficiente procede de los cambios de riesgo cardiovascular estimados en la cohorte caucásica del UK Biobank y es, por definición de sus propios autores, una aproximación semicuantitativa. Se emplea el modelo simplificado de cuatro bandas recogido en el cuerpo del consenso, y no la versión ampliada de su material suplementario, por considerarse que un escalonado más fino atribuiría a la estimación una precisión superior a la que permite la incertidumbre de la conversión de unidades descrita a continuación. Se establecen dos precisiones operativas: los valores iguales o superiores a 50 mg/dL, situados en el límite entre las dos primeras bandas, aplican el coeficiente $\times 1,5$; y la banda superior, formulada en el consenso como un coeficiente abierto « >3 », se fija en $\times 3$.

Debe hacerse explícita una limitación metodológica de este procedimiento. Los coeficientes correctores están formulados en unidades molares (nmol/L), mientras que la determinación disponible en nuestro centro se expresa en unidades de masa (mg/dL). El consenso de la Sociedad Española de Arteriosclerosis advierte de que la conversión entre ambas unidades no es unívoca, dado que las isoformas de apo(a) tienen peso molecular variable, y de que los factores de conversión

empleados en la literatura oscilan entre 1:2,0 y 1:2,5, por lo que su uso solo permite una aproximación orientativa⁽¹³⁾. En el presente estudio se adoptará el factor 1:2 empleado en la propia tabla de referencia del consenso, y la equivalencia se declarará como aproximada y no como conversión metrológicamente exacta. Se reconoce asimismo que no existe, a la fecha, ninguna metodología formalmente validada para la integración numérica de la Lp(a) en el algoritmo SCORE2; el procedimiento descrito constituye una aproximación basada en la mejor evidencia disponible, cuyas implicaciones se detallan en el apartado de limitaciones.

5. Tamaño muestral

El tamaño muestral mínimo requerido para estimar una prevalencia esperada de Lp(a) ≥ 50 mg/dL del 20%, con una precisión absoluta de ± 4 puntos porcentuales y un nivel de confianza del 95%, es de 384 participantes. El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales realiza entre 30 y 40 reconocimientos mensuales en trabajadores elegibles, lo que representa una capacidad de inclusión estimada de 390 a 520 participantes en 13 meses. (Tabla 2)

Se establece un objetivo de reclutamiento de 500 participantes, que sitúa la precisión de la estimación de prevalencia en aproximadamente $\pm 3,5$ puntos porcentuales y permite los análisis descriptivos por subgrupos previstos. Dado que una fracción de los participantes será menor de 40 años y quedará fuera del análisis de reclasificación, se prevé que la submuestra evaluable mediante SCORE2 sea inferior al total reclutado, circunstancia que se tendrá en cuenta en la interpretación de la precisión de dicho análisis. No se plantean contrastes de hipótesis que requieran cálculo de potencia, dado el carácter descriptivo de los objetivos.

6. Análisis estadístico

Las variables cuantitativas se describirán mediante media y desviación estándar o mediana y rango intercuartílico según su distribución,

TABLA 1. MODELO SIMPLIFICADO DE CORRECCIÓN DEL RIESGO CARDIOVASCULAR ESTIMADO SEGÚN LA CONCENTRACIÓN DE Lp(A).

Lp(a) (mg/dL)	Lp(a) (nmol/L)*	Exceso de riesgo atribuible a Lp(a)	Factor corrector del riesgo CV estimado (SCORE2)
<50	<100	Ninguno o leve	No se corrige (×1)
50-100	100-200	Moderado	×1,5
>100-200	>200-400	Alto	×2
>200	>400	Muy alto	×3

Lp(a): lipoproteína(a); CV: cardiovascular. Adaptada de Delgado-Lista et al., Consenso sobre lipoproteína (a) de la Sociedad Española de Arteriosclerosis (Clin Investig Arterioscler. 2024;36(4):243-66), tabla 3. El riesgo cardiovascular corregido se obtiene multiplicando la estimación de SCORE2 por el coeficiente correspondiente. A efectos operativos del presente estudio se establece que un valor de Lp(a) igual o superior a 50 mg/dL, situado en el límite entre las dos primeras bandas del modelo original, aplica el coeficiente ×1,5; y que la banda superior, formulada en el consenso como «>3», se fija en ×3. * La equivalencia entre unidades de masa y moles es orientativa: no existe una conversión unívoca, ya que las isoformas de apo(a) presentan peso molecular variable. Se emplea el factor 1:2 utilizado en la tabla de referencia del consenso, dentro del rango de 1:2,0 a 1:2,5 admitido en la literatura.

TABLA 2. CRONOGRAMA PREVISTO DEL ESTUDIO.

Fase	Inicio	Fin	Duración aproximada
Elaboración del protocolo	Jul 2025	Jun 2026	12 meses
Evaluación por el CEI (SICEIA)	Jul 2026	Sep 2026	3 meses
Reclutamiento y recogida de datos	Oct 2026	Oct 2027	13 meses
Análisis intermedio y ajustes	Abr 2027	May 2027	2 meses
Análisis final	Nov 2027	Dic 2027	2 meses
Redacción del manuscrito	Dic 2027	Ene 2028	2 meses

CEI: Comité de Ética de la Investigación; SICEIA: Sistema de Información de los Comités de Ética de la Investigación de Andalucía. El inicio del reclutamiento queda condicionado a la obtención del dictamen favorable del comité de ética.

que se evaluará mediante inspección gráfica y pruebas de normalidad. Dada la distribución asimétrica característica de la Lp(a), se anticipa el uso de estadísticos robustos para esta variable. Las variables cualitativas se expresarán como frecuencias absolutas y porcentajes. Las estimaciones de prevalencia se acompañarán de su intervalo de confianza del 95%.

La reclasificación se describirá mediante:

- La distribución de participantes por categoría de riesgo SCORE2 antes y después de aplicar el factor corrector por Lp(a), presentada en forma de tabla de reclasificación cruzada.
- La proporción de participantes que cambian a una categoría de riesgo superior, con su intervalo de confianza del 95%.
- La descripción del subgrupo reclasificado en términos de edad, sexo, factores de riesgo clásicos, concentración de Lp(a) y exposición laboral.

El subgrupo de trabajadores menores de 40 años se analizará por separado, mediante estadística descriptiva de la concentración de Lp(a) y de los factores de riesgo clásicos, sin cálculo de SCORE2 ni de reclasificación.

Se hace constar de forma expresa que no se emplearán el índice de reclasificación neta (NRI) ni el índice de discriminación integrada (IDI). Ambos estadísticos evalúan la mejora en la capacidad predictiva de un modelo frente a eventos observados y requieren, por tanto, seguimiento longitudinal y desenlaces incidentes, condiciones que un diseño transversal sin registro de eventos no reúne. Su aplicación en este contexto carecería de sustento metodológico. El análisis de reclasificación aquí planteado es descriptivo y no constituye una evaluación de mejora predictiva.

La asociación entre Lp(a) elevada y los factores de riesgo clásicos se explorará mediante las pruebas bivariantes apropiadas al tipo de variable. Se realizará un análisis descriptivo por sexo, grupo de edad (40-49, 50-59, 60-69 años) y categoría profesional. El nivel de significación se fijará en $p < 0,05$, con la precaución de que los contrastes bivariantes tienen carácter exploratorio y no se aplicará corrección por comparaciones múltiples, por lo que sus resultados se interpretarán como generadores de hipótesis. El análisis se realizará con el software R (versión $\geq 4.3.0$).

Consideraciones éticas

El estudio ha sido diseñado conforme a los principios de la Declaración de Helsinki y a la legislación española y europea aplicable en materia de protección de datos. El protocolo ha sido sometido a evaluación por el Comité de Ética de la Investigación competente a través de la plataforma SICEIA (Sistema de Información de los Comités de Ética de la Investigación de Andalucía), y su ejecución no se iniciará hasta obtener el dictamen favorable correspondiente. Todos los participantes firmarán un consentimiento informado específico previo a su inclusión.

Los datos serán seudonimizados antes de su análisis y tratados de forma disociada del expediente de vigilancia de la salud. Se hace constar de forma expresa que el resultado de la determinación de Lp(a) no intervendrá en ningún caso en la emisión del juicio de aptitud laboral,

cuyo fundamento seguirá siendo exclusivamente la valoración de la capacidad del trabajador en relación con los riesgos de su puesto. No existe conflicto de intereses ni financiación externa en el desarrollo del presente protocolo.

Limitaciones anticipadas

La transparencia metodológica exige identificar prospectivamente las limitaciones inherentes al diseño, con el fin de contextualizar correctamente la interpretación de los resultados futuros:

- Ausencia de un método validado de integración: no existe a la fecha ninguna metodología formalmente validada para incorporar numéricamente la Lp(a) al algoritmo SCORE2. El factor corrector empleado es una aproximación semicuantitativa derivada de una cohorte poblacional británica, no validada en población española ni en población laboral. Esta es la limitación principal del estudio y condiciona la interpretación de todos sus resultados de reclasificación.
- Imprecisión de la conversión de unidades: la aplicación de coeficientes formulados en nmol/L a determinaciones expresadas en mg/dL introduce un margen de error no cuantificable, mayor en los valores extremos de la distribución. El uso de un factor de conversión alternativo dentro del rango admitido por la literatura desplazaría a una parte de los participantes entre bandas de corrección contiguas.
- Limitaciones del método analítico: los ensayos inmunturbidimétricos dependen del número de repeticiones de KIV-2, infraestimando la concentración en portadores de isoformas pequeñas —precisamente los asociados a niveles más elevados— y sobreestimándola en el caso contrario.
- Reclasificación como variable subrogada: el estudio emplea el cambio de categoría de

riesgo estimado como variable de resultado, no eventos cardiovasculares incidentes. Ello impide cualquier inferencia causal y la extrapolación directa a reducción de morbimortalidad.

- Efecto del trabajador sano: la población laboral activa presenta sistemáticamente un mejor perfil de salud que la población general de la misma edad, por selección tanto en el acceso al empleo como en la permanencia en él. Cabe esperar, por tanto, que las estimaciones de prevalencia de Lp(a) elevada y de riesgo cardiovascular obtenidas subestimen las correspondientes a la población general.
- Exclusión de trabajadores con enfermedad cardiovascular establecida: necesaria por la inaplicabilidad de SCORE2 fuera de la prevención primaria, esta exclusión retira del análisis precisamente al subgrupo con mayor probabilidad de presentar concentraciones elevadas de Lp(a), lo que refuerza la dirección del sesgo anterior.
- Estratificación no cuantificada en menores de 40 años: SCORE2 no es aplicable por debajo de los 40 años. Existen herramientas calibradas para población laboral española en ese rango, como IBERLIFERISK, empleadas con este fin en estudios previos sobre trabajadores sanitarios; su incorporación queda no obstante fuera del alcance del presente protocolo, que aborda este subgrupo de forma exclusivamente descriptiva. En consecuencia, la interpretación preventiva de un valor elevado de Lp(a) en menores de 40 años se limita aquí a la caracterización del perfil de riesgo clásico y al refuerzo del control de los factores modificables, sin cuantificación de la reclasificación.
- Diseño monocéntrico: la realización en un único centro hospitalario condiciona la generalización, particularmente por la composición predominantemente sanitaria de

la plantilla, cuya distribución de exposiciones laborales no es representativa del conjunto de la población trabajadora.

- Tratamiento hipolipemiente como factor de confusión: los trabajadores en tratamiento con estatinas presentarán valores de c-LDL que no reflejan su riesgo basal. La ausencia de datos sobre c-LDL pretratamiento dificulta la estratificación en este subgrupo.
- Sesgo de participación: la participación voluntaria puede favorecer la inclusión preferente de trabajadores con mayor conciencia o preocupación por su salud cardiovascular.

Relevancia e implicaciones

La medicina del trabajo ocupa una posición singular para la prevención cardiovascular primaria, dado el contacto periódico y sistemático con población adulta activa que en muchos casos no acude regularmente a otros dispositivos asistenciales. La determinación de Lp(a) presenta además dos características que la hacen operativamente compatible con el examen de salud: se realiza sobre la misma extracción que el perfil lipídico convencional y, por su estabilidad a lo largo de la vida, requiere una sola determinación.

Ahora bien, la viabilidad operativa no equivale a utilidad preventiva. Que una prueba pueda incorporarse no significa que deba hacerse, y la respuesta depende de cuántos trabajadores resulten efectivamente reclasificados y de qué actuación concreta se derive de ello. Un rendimiento bajo constituiría un resultado igualmente informativo, y su publicación sería igualmente pertinente: contribuiría a evitar la incorporación de determinaciones cuyo impacto sobre la decisión preventiva resulta marginal.

Resulta necesario delimitar con precisión las consecuencias previstas de un hallazgo de Lp(a) elevada en este contexto. En el modelo propuesto, dicho hallazgo puede motivar el refuerzo del

control de los factores de riesgo modificables, la derivación estructurada al médico de atención primaria para su valoración y seguimiento, y una eventual intensificación de la periodicidad de la vigilancia de la salud. En ningún caso constituye por sí mismo fundamento para la calificación del trabajador como especialmente sensible, ni interviene en la emisión del juicio de aptitud, ni justifica restricción alguna del acceso o la permanencia en el puesto. Esta delimitación no es accesoria: la incorporación de marcadores de determinación genética a la vigilancia de la salud exige garantías explícitas frente a un uso que derivase en el etiquetado o la exclusión de trabajadores.

En el horizonte de los próximos años, la disponibilidad de terapias específicas dirigidas a la reducción de la Lp(a), actualmente en fases avanzadas de desarrollo clínico, podría modificar sustancialmente el balance entre el coste de la determinación y el beneficio derivado de identificar a los individuos afectados⁽¹⁸⁾. Ello refuerza el interés de disponer de estimaciones fiables de prevalencia y rendimiento en población laboral antes de que dicha disponibilidad se materialice.

Finalmente, el protocolo es replicable en otros servicios de prevención, lo que abre la posibilidad de estudios multicéntricos con mayor representatividad de la diversidad de sectores y exposiciones laborales.

Bibliografía

1. Townsend N, Kazakiewicz D, Lucy Wright F, Timmis A, Huculeci R, Torbica A, et al. Epidemiology of cardiovascular disease in Europe. *Nat Rev Cardiol*. 2022;19:133-43.
2. Nobrega-de-Franca J, García López V, Álvarez Erviti S, Asenjo-Redín B. Predicción del riesgo cardiovascular a 10 años en los trabajadores del Servicio Navarro de Salud-Osasunbidea. Período 2019-2023. *Aten Primaria*. 2025;57:103260.
3. Álvarez-Fernández C, Vaquero-Abellán M, Romero-Saldaña M, Álvarez-López C. Trabajadores especialmente sensibles al riesgo cardiovascular. *Rev Esp Salud Pública*. 2019;93:e201909083.
4. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. BOE núm. 269, de 10 de noviembre de 1995.
5. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. NTP 1191: Salud cardiovascular: recomendaciones para su gestión en el ámbito laboral. Madrid: INSST; 2024.
6. Collado LÁ, Iniasta JF. Prevalencia de factores de riesgo cardiovascular en trabajadores de un hospital terciario de Madrid. *Rev Asoc Esp Espec Med Trab*. 2020;29:274-88.
7. Castillo-García A, Valenzuela PL, Saco-Ledo G, Carrera-Bastos P, Ruilope LM, Santos-Lozano A, et al. Estilo de vida y riesgo cardiovascular de jóvenes trabajadores: hallazgos en una cohorte de toda España. *Rev Esp Cardiol*. 2024;77:821-31.
8. SCORE2 Working Group and ESC Cardiovascular Risk Collaboration. SCORE2 risk prediction algorithms: new models to estimate 10-year risk of cardiovascular disease in Europe. *Eur Heart J*. 2021;42:2439-54.
9. Visseren FLJ, Mach F, Smulders YM, Carballo D, Koskinas KC, Bäck M, et al. 2021 ESC Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice. *Eur Heart J*. 2021;42:3227-337.
10. Mach F, Baigent C, Catapano AL, Koskinas KC, Casula M, Badimon L, et al. 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias. *Eur Heart J*. 2020;41:111-88.
11. Mach F, Koskinas KC, Roeters van Lennep JE, et al. 2025 Focused Update of the 2019 ESC/EAS Guidelines for the management of dyslipidaemias. *Eur Heart J*. 2025;46(42):4359. doi:10.1093/eurheartj/ehaf190
12. Kronenberg F, Mora S, Stroes ESG, Ference BA, Arsenault BJ, Berglund L, et al. Lipoprotein(a) in atherosclerotic cardiovascular disease and aortic stenosis: a European Atherosclerosis Society consensus statement. *Eur Heart J*. 2022;43(39):3925-46.
13. Delgado-Lista J, Mostaza JM, Arrobas-Velilla T, Blanco-Vaca F, Masana L, Pedro-Botet J, et al. Consenso sobre lipoproteína (a) de

la Sociedad Española de Arteriosclerosis. Revisión bibliográfica y recomendaciones para la práctica clínica. *Clin Investig Arterioscler*. 2024;36(4):243-66.

14. Arrobas Velilla T, Fernández Prendes C, Amigó Grau N, Calmarza P, Camós Anguila S, Candas Estébanez B, et al.; en nombre de la Comisión de Lipoproteínas y Enfermedades Cardiovasculares de la SEQCML. Aspectos fundamentales en la solicitud y determinación de la lipoproteína(a) en el laboratorio clínico. *Adv Lab Med*. 2025;6(1):17-27.

15. Blumenthal RS, Morris PB, Gaudino M, Johnson HM, Anderson TS, Bittner VA, et al. 2026 ACC/AHA/AACVPR/ABC/ACPM/ADA/AGS/APhA/ASPC/NLA/PCNA guideline on the management of dyslipidemia: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2026;153:e1154-e1276.

16. Boerwinkle E, Leffert CC, Lin J, Lackner C, Chiesa G, Hobbs HH. Apolipoprotein(a) gene

accounts for greater than 90% of the variation in plasma lipoprotein(a) concentrations. *J Clin Invest*. 1992;90:52-60.

17. Kamstrup PR, Tybjaerg-Hansen A, Steffensen R, Nordestgaard BG. Genetically elevated lipoprotein(a) and increased risk of myocardial infarction. *JAMA*. 2009;301:2331-9.

18. Tsimikas S. RNA-targeted therapeutics for lipoprotein(a): JACC focus seminar 2/8. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79:2043-56.

19. Wilson JMG, Jungner G. Principles and practice of screening for disease. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 1968.

20. Andermann A, Blancquaert I, Beauchamp S, Déry V. Revisiting Wilson and Jungner in the genomic age: a review of screening criteria over the past 40 years. *Bull World Health Organ*. 2008;86:317-19.

21. Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. BOE núm. 27, de 31 de enero de 1997.

Calidad del sueño y estrés percibido en profesionales sanitarios en España: un estudio con implicaciones para la salud laboral

Eva Romero Congosto⁽¹⁾, Álvaro José Solaz García⁽²⁾

¹Enfermera del Trabajo. Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Universitari i Politècnic La Fe. Valencia, España. ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-6367-1959>

²Enfermero responsable de Investigación. Hospital Universitari i Politècnic La Fe. Instituto de Investigación Sanitaria La Fe. Valencia, España. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6713-8408>

Primer premio para comunicación oral de residentes del Congreso Español de Medicina y Enfermería del Trabajo celebrado en Burgos en marzo de 2026

Correspondencia:

Eva Romero Congost

*Dirección postal: Departamento de Salud Valencia-La Fe
Hospital Universitari i Politècnic La Fe
Avda. Fernando Abril Martorell, 106
Edif. H Dirección, Administración y
Docencia, Planta -1. 46026, Valencia*

Correo electrónico: romero_evacon@gva.es

La cita de este artículo es: Eva Romero Congosto et al. Calidad del sueño y estrés percibido en profesionales sanitarios en España: un estudio con implicaciones para la salud laboral. Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2026; 35(3):276-288

RESUMEN.

Introducción: Los profesionales sanitarios son un colectivo vulnerable ante las alteraciones del sueño debido a la turnicidad, elevada carga asistencial y riesgos psicosociales. En España, la evidencia reciente sobre el impacto global de estos factores en la salud laboral es escasa.

Objetivos: Evaluar la calidad del sueño y el estrés percibido en sanitarios españoles, identificando determinantes personales y laborales, además de describir las barreras organizativas que impiden un descanso adecuado.

Material y Métodos: Estudio observacional transversal (n=507). Se emplearon el Índice de Calidad del Sueño de Pittsburgh (PSQI), la Escala de Estrés Percibido (PSS-10) y un cuestionario

SLEEP QUALITY AND PERCEIVED STRESS IN HEALTH CARE PROFESSIONALS IN SPAIN: A STUDY WITH IMPLICATIONS FOR WORKPLACE HEALTH

ABSTRACT

Introduction: Health professionals are a group vulnerable to sleep disturbances due to shift work, high care burden and psychosocial risks. In Spain, recent evidence on the global impact of these factors on occupational health is scarce.

Objectives: To evaluate the quality of sleep and perceived stress in Spanish healthcare workers, identifying personal and work-related determinants, in addition to describing the organizational barriers that prevent adequate rest.

ad hoc para variables sociodemográficas y organizativas. Se realizó estadística descriptiva, análisis bivalente (Chi-cuadrado) y regresión lineal simple para explorar la capacidad predictiva del estrés sobre el descanso.

Resultados: El 81,06% de los participantes presentó mala calidad del sueño (PSQI > 5). Se halló una asociación significativa con la categoría profesional ($p=0,011$) y las horas trabajadas semanalmente ($p<0,001$). El modelo de regresión confirmó que el estrés percibido predice significativamente el deterioro del sueño ($\beta=0,286$; $p<0,001$). Las principales barreras identificadas fueron las responsabilidades familiares, la sobrecarga laboral y los turnos rotatorios. Destaca que un 92,70% de los profesionales señaló la ausencia total de programas institucionales para la mejora del descanso.

Conclusiones: La calidad de sueño del colectivo está severamente comprometida por factores estructurales. La carencia de recursos organizativos y de formación específica subraya la necesidad urgente de implementar estrategias integrales de gestión de la fatiga desde los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales.

Palabras clave: Sueño; Personal de Salud; Calidad de Sueño; Estrés psicológico; Trabajo por turnos; Higiene del sueño; Salud laboral

Material and Methods: Cross-sectional observational study ($n=507$). The Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI), the Perceived Stress Scale (PSS-10) and an ad hoc questionnaire for sociodemographic and organizational variables were used. Descriptive statistics, bivariate analysis (Chi-square) and simple linear regression were performed to explore the predictive capacity of stress on rest.

Results: 81.06% of participants had poor sleep quality (PSQI > 5). A significant association was found with professional category ($p=0.011$) and hours worked weekly ($p<0.001$). The regression model confirmed that perceived stress significantly predicts sleep impairment ($\beta=0.286$; $p<0.001$). The main barriers identified were family responsibilities, work overload and rotating shifts. It stands out that 92.70% of professionals pointed out the total absence of institutional programs to improve rest.

Conclusions: The quality of sleep of the group is severely compromised by structural factors. The lack of organizational resources and specific training highlights the urgent need to implement comprehensive fatigue management strategies from Occupational Risk Prevention Services.

Keywords: Dream; Health Personnel; Sleep Quality; Psychological stress; Shift work; Sleep hygiene; Occupational health

Fecha de recepción: 23 de abril de 2026

Fecha de aceptación: 2 de septiembre de 2026

Introducción

La importancia del sueño y el descanso para la salud física y mental

El sueño y el descanso constituyen procesos biológicos fundamentales para la homeostasis física y cognitiva del ser humano. Lejos de ser un estado de inactividad, se definen como un estado de consciencia relativa en el que el cerebro mantiene una actividad metabólica intensa, regulando funciones vitales y reduciendo la interacción con el entorno⁽¹⁾. Este periodo es crítico para la reparación tisular y la consolidación de procesos neurobiológicos derivados de la actividad diurna.

La literatura científica actual subraya la bidimensionalidad de sus beneficios. En el plano físico, el sueño es determinante para la reparación celular, el fortalecimiento del sistema inmunitario, la regulación neuroendocrina y la salud cardiovascular. A nivel neuropsicológico, resulta indispensable para la consolidación de la memoria, el aprendizaje y la regulación emocional, además de optimizar funciones ejecutivas como la atención, la capacidad de resolución de problemas y la toma de decisiones críticas^(1,2).

Por el contrario, la privación del sueño se asocia con el desarrollo de patologías crónicas, incluyendo enfermedades cardiovasculares,

diabetes mellitus y trastornos del espectro afectivo como la depresión. Un descanso reparador actúa, por tanto, como un modulador directo del rendimiento general y el bienestar emocional⁽³⁾.

Prevalencia de trastornos del sueño en el entorno sanitario

Si bien los trastornos del sueño afectan a un 30% de la población general —destacando el insomnio, la apnea obstructiva y las alteraciones del ritmo circadiano⁽²⁾—, el colectivo sanitario presenta una vulnerabilidad significativamente mayor.

La naturaleza de la labor asistencial, caracterizada por la turnicidad, la carga de trabajo elevada y la exposición a estresores psicosociales, impacta negativamente en la arquitectura del sueño. Estudios previos sugieren que la incidencia de fatiga crónica e insomnio en este sector puede superar el 50%, una cifra alarmante en comparación con otros grupos profesionales⁽⁴⁾.

Consecuencias en la salud laboral y la seguridad del paciente

La fatiga derivada del déficit de sueño conlleva repercusiones graves en la seguridad clínica. La somnolencia diurna incrementa la probabilidad de eventos adversos, tales como errores en la dosificación de fármacos, fallos diagnósticos o imprecisiones en procedimientos técnicos⁽⁵⁾. Asimismo, eleva la siniestralidad laboral, destacando el riesgo de accidentes in itinere tras jornadas prolongadas. A largo plazo, la privación crónica de sueño en sanitarios se correlaciona con un incremento del riesgo metabólico y cardiovascular, así como con el desarrollo de cuadros de ansiedad y burnout⁽⁶⁾.

Contexto actual y necesidad de estudio

En España, aunque existen intervenciones aisladas por parte de algunos Servicios de Prevención de Riesgos Laborales (SPRL), se carece de una base de datos sistemática y actualizada que analice la calidad del sueño de los profesionales a escala nacional. Persiste, además, un desconocimiento sobre las barreras organizativas y los facilitadores que influyen en el descanso del personal⁽⁷⁾.

Por ello, se plantea en el siguiente estudio que tiene como objetivo analizar de forma integral la calidad del sueño y el descanso en profesionales sanitarios en España, evaluando su prevalencia, los factores sociodemográficos, laborales y organizativos asociados, así como su relación con el estrés percibido y las principales barreras que dificultan un descanso adecuado, mediante instrumentos validados de medición.

Con este estudio se conseguirían los siguientes objetivos específicos

- Determinar la prevalencia de la mala calidad de sueño en profesionales sanitarios en España mediante la aplicación del Índice de Calidad del Sueño de Pittsburgh (PSQI).
- Caracterizar el perfil sociodemográfico y laboral de la muestra en relación con sus patrones de descanso empleando un cuestionario 'ad hoc' diseñado para ello.
- Analizar las diferencias significativas entre las variables laborales, personales y organizativas con respecto a la calidad de sueño auto percibida por los trabajadores sanitarios.
- Correlacionar el nivel de estrés percibido con la calidad del sueño en la población de estudio, integrando las escalas del índice de calidad del sueño de Pittsburgh (PSQI) y el Estrés Percibido (PSS-10)
- Identificar las principales barreras que impiden a los profesionales de la salud lograr un sueño y descanso adecuado según las barreras descritas en la bibliografía consultada

Material y Métodos

Tipo de estudio

Se llevó a cabo un estudio observacional descriptivo de corte transversal dirigido a profesionales sanitarios en activo en territorio español. El periodo de recogida de datos comprendió desde el 23 de octubre al 23 de noviembre de 2025 mediante cuestionario online estructurado.

Población de estudio y calculo muestral

La población diana estuvo constituida por profesionales sanitarios colegiados en España. Para el cálculo del tamaño muestral se tomó como referencia una población de 1.008.764 profesionales, según los datos más recientes del Instituto Nacional de Estadística⁽⁸⁾. Considerando un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, se estimó un tamaño muestral mínimo de 385 participantes. Con el objetivo de compensar posibles pérdidas o exclusiones, se añadió un 20% adicional, estableciéndose una muestra final de 462 participantes tras la aplicación de los criterios de exclusión.

Se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia, mediante la técnica de bola de nieve, lo que facilitó el acceso a una muestra heterogénea en cuanto a perfiles profesionales y ámbitos asistenciales. Con el fin de reducir posibles sesgos de selección, el cuestionario fue difundido a través de diversos canales y redes profesionales.

Los criterios de inclusión fueron: ser profesional sanitario en activo y otorgar el consentimiento informado para participar en el estudio. Por su parte, los criterios de exclusión incluyeron cuestionarios incompletos, así como participantes con diagnóstico previo de trastorno mental grave o en tratamiento psicofarmacológico activo, con el objetivo de evitar posibles factores de confusión en la evaluación de la calidad y arquitectura del sueño.

Variables e instrumentos de medida

La difusión del cuestionario se realizó a través de canales digitales y redes profesionales, incluyendo redes sociales (como Instagram, Twitter/X y LinkedIn). Del mismo modo, se contó con la colaboración de colegios profesionales de enfermería y otros ámbitos sanitarios. Asimismo, se emplearon grupos profesionales y contactos institucionales para favorecer la participación y ampliar el alcance de la muestra. El diseño y la administración del

estudio online siguieron las recomendaciones de la declaración CHERRIES (Checklist for Reporting Results of Internet E-Surveys), garantizando la transparencia en la recogida de datos, la descripción del proceso de reclutamiento y el control de posibles sesgos asociados a encuestas electrónicas.

La recogida de datos se realizó mediante un cuestionario estructurado online que integró las siguientes escalas validadas:

- Calidad del sueño: se evaluó mediante el Índice de Calidad del Sueño de Pittsburgh (Pittsburgh Sleep Quality Index, PSQI), un instrumento validado que permite valorar la calidad del sueño en el último mes. Consta de 19 ítems agrupados en siete componentes (calidad subjetiva del sueño, latencia, duración, eficiencia habitual, alteraciones del sueño, uso de medicación hipnótica y disfunción diurna), generando una puntuación global de 0 a 21, donde valores más altos indican peor calidad del sueño. Se estableció un punto de corte >5 puntos en la puntuación global del PSQI para definir la presencia de mala calidad del sueño, de acuerdo con la validación original del instrumento, en la que este umbral ha demostrado adecuada sensibilidad y especificidad para discriminar entre sujetos con sueño de buena y mala calidad⁽⁹⁾.
- Estrés percibido: se utilizó la Escala de Estrés Percibido en su versión de 10 ítems (Perceived Stress Scale, PSS-10), instrumento ampliamente validado que evalúa el grado en que las situaciones de la vida cotidiana son percibidas como impredecibles, incontrolables o sobrecargantes durante el último mes. La puntuación total oscila entre 0 y 40, indicando valores más altos mayores niveles de estrés percibido⁽¹⁰⁾.
- Variables sociodemográficas y laborales: Se categorizaron variables como edad, sexo, categoría profesional, titularidad del centro, régimen de jornada, carga horaria semanal y antigüedad en el puesto.

Análisis estadístico

El proceso analítico se estructuró en tres fases consecutivas. En primer lugar, se llevó a cabo un análisis descriptivo para caracterizar la muestra. Las variables categóricas (sexo, categoría profesional, tipo de turno, entre otras) se expresaron mediante frecuencias absolutas (n) y porcentajes relativos (%). Para las variables cuantitativas (puntuación global del PSQI y de la escala PSS-10), se emplearon medidas de tendencia central (media) y de dispersión (desviación estándar).

En segundo lugar, se realizó un análisis bivalente con el objetivo de identificar factores asociados a la calidad del sueño. La variable dependiente (calidad del sueño: buena vs. mala) se cruzó con las variables independientes de carácter sociodemográfico y laboral. La asociación entre variables cualitativas se evaluó mediante la prueba de Chi-cuadrado de Pearson, estableciéndose el nivel de significación estadística en $p < 0,05$.

Finalmente, se llevó a cabo un análisis de correlación y regresión para examinar la relación entre el estrés percibido y la calidad del sueño. Se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson entre las puntuaciones totales de la escala PSS-10 y el índice PSQI. Posteriormente, se construyó un modelo de regresión lineal simple, en el que el estrés percibido actuó como variable predictora y la calidad del sueño como variable dependiente. Se estimaron los coeficientes de regresión (β), el error estándar y el coeficiente de determinación (R^2), con el fin de cuantificar la proporción de varianza de la calidad del sueño explicada por el nivel de estrés. Asimismo, se evaluaron los supuestos del modelo, incluyendo la linealidad, para garantizar la validez de los resultados. El tratamiento estadístico de los datos se realizó mediante el software de código abierto jamovi (versión 2.7.12)⁽¹¹⁾.

Consideraciones éticas

El estudio cuenta con la aprobación y el beneplácito del Comité de Ética del Hospital Universitario y

Politécnico La Fe y el Instituto de Investigación Sanitaria (IIS) La Fe, hospital de referencia e inicio del proyecto. (Nº de registro: 2025-0727-1 y Código de protocolo: Sueño_San_ES)

El estudio se rigió por los principios de la Declaración de Helsinki. Se garantizó en todo momento el anonimato, la confidencialidad de los datos (RGPD 2016/679) y la voluntariedad, obteniendo el consentimiento informado de cada participante antes del acceso al cuestionario.

Resultados

Descripción sociodemográfica y perfil laboral de la muestra

La muestra final, tras la aplicación de los criterios de exclusión, estuvo compuesta por 507 profesionales sanitarios. El análisis sociodemográfico, como se muestra en la Tabla 1, evidenció una clara feminización de la muestra, con un 84,4% de mujeres ($n = 428$) frente a un 15,6% de hombres ($n = 79$). La edad media fue de 42,3 años ($DE \pm 10,2$), concentrándose la mayor proporción de participantes en el rango de 40 a 49 años.

En relación con la distribución profesional, el grupo más representado fue el de enfermería (58,2%), seguido de facultativos especialistas (21,1%) y técnicos en cuidados auxiliares de enfermería (TCAE) (10,8%). En cuanto a las condiciones laborales, el 54,2% de los participantes realizaba turnos rotatorios, incluyendo guardias y trabajo nocturno, mientras que el 42,6% refería una jornada laboral superior a 40 horas semanales. La antigüedad media en el ámbito sanitario fue de 16,8 años.

Calidad del sueño (PSQI)

Tras la aplicación del Índice de Calidad del Sueño de Pittsburgh (PSQI), la puntuación media global obtenida fue de 9,24 puntos ($DE \pm 3,8$), situándose por encima del punto de corte establecido en 5. Como se muestra en la Tabla 2, la prevalencia de mala calidad del sueño alcanzó el 81,06% ($n = 411$) de los profesionales encuestados, mientras que el 18,93% ($n = 96$) fue clasificado con una buena calidad del sueño.

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS Y PROFESIONALES

VARIABLE	CATEGORIA	N (%)	PSQI (< 5) N (%)	PSQI (>5) N (%)
SEXO	Femenino	444(%)	84 (%)	360 (%)
	Masculino	74 (%)	13 (18,30%)	61 (%)
EDAD	< 21 Años	3 (%)	0	3 (%)
	21-29 Años	80 (%)	14 (%)	66 (%)
	30-39 Años	127 (%)	25 (%)	102 (%)
	40-49 Años	151 (%)	32 (%)	119 (%)
	50-59 Años	126 (%)	19 (15,70%)	107 (%)
	> 60 Años	31 (%)	7 (20%)	24 (80%)
COMUNIDAD AUTONOMA	Andalucía	8 (%)	2 (%)	6 (%)
	Aragón	16 (%)	4 (%)	12 (%)
	Asturias	2 (%)	1 (%)	1 (%)
	Islas Baleares	1 (%)	1 (%)	0
	Islas Canarias	11 (%)	2 (%)	9 (%)
	Cantabria	0	0	0
	Castilla La Mancha	10 (%)	2 (%)	8 (%)
	Castilla y León	54 (%)	11 (%)	43 (%)
	Cataluña	1	0	1
	Comunidad Valenciana	226 (%)	44 (%)	182 (%)
	Comunidad de Madrid	183 (%)	28 (%)	155 (%)
	Comunidad Foral de Navarra	2 (%)	0	2 (%)
	Extremadura	0	0	0
	Galicia	0	0	0
	La Rioja	0	0	0
	Región de Murcia	0	0	0
	País Vasco	3 (%)	2	1 (%)
	Ceuta	1 (%)	0	1 (%)
	Melilla	0	0	0
CATEGORIA PROFESIONAL	Medico/a	45 (%)	14 (%)	31 (%)
	Enfermero/a	380 (%)	71 (%)	309 (%)
	Auxiliar de Enfermería	60 (%)	4 (%)	56 (%)
	Técnico de Radiodiagnóstico	4 (%)	0	4 (%)
	Celador	7 (%)	0	7 (%)
	Auxiliar administrativo	5 (%)	2 (%)	3 (%)
	Otros	17 (%)	6 (%)	11 (%)

En relación con los componentes específicos del PSQI, se observaron peores resultados en la latencia y duración del sueño, así como en la disfunción diurna. En concreto, el 64% de los participantes refirió una latencia superior a 30 minutos para conciliar el sueño al menos tres veces por semana. Asimismo, la duración media del sueño fue de 6,15 horas diarias, considerada insuficiente en el 78% de la muestra. Por último, el 72% de los encuestados manifestó la presencia de disfunción diurna, evidenciada por dificultades para mantener el nivel de alerta o el rendimiento durante la jornada.

Estrés percibido (PSS-10)

Los niveles de estrés medidos mediante la escala PSS-10 revelaron una situación de alta carga psicosocial. La puntuación media fue de 24,8 puntos.

Tal como se puede comprobar en la Tabla 3, el 87,37% (n=443) de los profesionales presentó niveles de estrés moderado, mientras que un 9,46% (n=48) reportó niveles de estrés elevado/grave, y tan solo el 3,15% (n=16) mostró niveles de estrés bajo.

Análisis bivalente: Calidad del sueño (PSQI)

Se realizó un análisis bivalente con el objetivo de identificar los factores asociados a la calidad del sueño. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 4.

En relación con la categoría profesional, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,011$), evidenciándose una mayor prevalencia de mala calidad del sueño en el personal de enfermería y en los Técnicos en Cuidados Auxiliares de Enfermería (TCAE), en comparación con el personal médico y administrativo.

La carga horaria semanal mostró una asociación estadísticamente significativa ($p < 0,001$), posicionándose como uno de los factores más relevantes. Los profesionales con jornadas superiores a 40 horas semanales presentaron una mayor proporción de mala calidad del sueño

en comparación con aquellos con menor carga horaria.

Por el contrario, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en función del sexo ($p = 0,91$) ni de la edad ($p = 0,83$), lo que sugiere que estas variables no se asocian de forma significativa con la calidad del sueño en la muestra analizada.

Estrés como predictor del sueño

Con el objetivo de analizar la capacidad predictiva del estrés percibido sobre la calidad del sueño, se realizó un modelo de regresión lineal simple. Se observó una correlación positiva y estadísticamente significativa entre ambas variables ($R = 0,286$; $p < 0,001$).

El modelo indicó que el estrés percibido se asocia de forma significativa con un mayor deterioro de la calidad del sueño, explicando aproximadamente el 8,2% de la varianza total del PSQI ($R^2 = 0,082$). Los resultados del ajuste del modelo se representan de forma gráfica en la Figura 1.

Esto quiere decir que por cada punto de incremento en la escala de estrés PSS-10, la puntuación del PSQI (mala calidad del sueño) aumenta de forma lineal. El estrés percibido explica aproximadamente el 8,2% de la varianza total de la calidad del sueño en esta población. Estos datos pueden visualizarse mejor en el diagrama de la Figura 2.

Barreras percibidas para el descanso y apoyo institucional

Se analizaron las principales barreras percibidas por los profesionales sanitarios para lograr un sueño reparador, así como el grado de apoyo institucional disponible.

En cuanto a las barreras personales y familiares, el 47,14% de los participantes señaló que las responsabilidades relacionadas con el cuidado de hijos o familiares dependientes dificultaban su descanso adecuado.

Respecto a las barreras laborales, el 68% de la muestra identificó el estrés tras la jornada laboral —especialmente tras las guardias— y la rumiación

TABLA 2. PREVALENCIA TOTAL DE PSQI DE LA MUESTRA.

VARIABLE	N (%) (507)
BUENA CALIDAD DEL SUEÑO	96 (18,93 %)
MALA CALIDAD DEL SUEÑO	411 (81,06 %)

TABLA 3. PREVALENCIA TOTAL DE PSS-10 DE LA MUESTRA.

VARIABLE	N (%) (507)
INDICE DE ESTRES LEVE	16 (3,15 %)
INDICE DE ESTRES MODERADO	443 (87,37 %)
INDICE DE ESTRES GRAVE	48 (9,46 %)

TABLA 4. TABLA DE PREVALENCIA DE MALA CALIDAD SUEÑO, GLOBAL Y POR CATEGORÍAS.

VARIABLE	P-VALOR	N (%) (507)
SEXO	0,914	No significativo
EDAD	0,831	No significativo
COMUNIDAD AUTÓNOMA	0,642	No significativo
CATEGORÍA PROFESIONAL	0,011	Significativo
CENTRO DE TRABAJO	0,154	No significativo
ANTIGÜEDAD LABORAL	0,412	No significativo
CAMBIO DE PUESTO DE TRABAJO	0,298	No significativo
ANTIGÜEDAD EN PUESTO ACTUAL	0,673	No significativo
JORNADA LABORAL	0,231	No significativo
HORAS TRABAJADAS POR SEMANA	< 0,001	Significativo

de pensamientos relacionados con el trabajo como factores que interfieren negativamente en la conciliación y calidad del sueño.

Por último, en relación con el apoyo institucional, el 92,70% (n = 470) de los participantes manifestó que su centro de trabajo no dispone de programas, formación o protocolos específicos orientados a la mejora de la higiene del sueño o a la gestión de la fatiga, lo que pone de manifiesto una limitada

implementación de estrategias organizativas en este ámbito.

Discusión

Análisis de la prevalencia y comparación con la literatura

El hallazgo más relevante de este estudio es la prevalencia de mala calidad del sueño entre los profesionales sanitarios en España,

FIGURA 1. AJUSTES DE MODELO DE LA ESTADÍSTICA INFERENCIA.

Regresión Lineal

Medidas de Ajuste del Modelo

Modelo	R	R ²
1	0.286	0.0819

Nota. Models estimated using sample size of N=506

Coeficientes del Modelo - PSQI

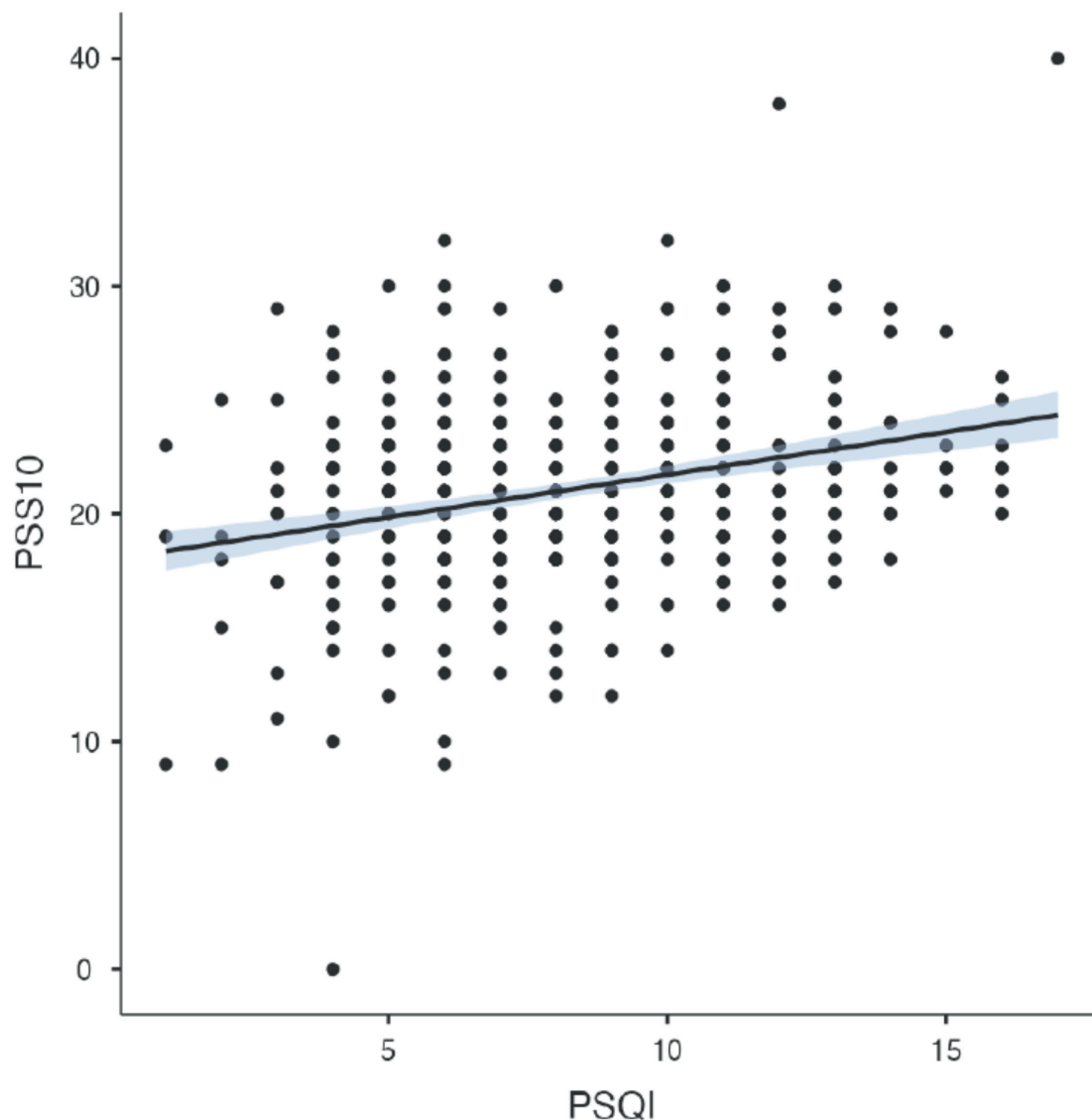
Predictor	Estimador	EE	t	p
Constante	3.608	0.6995	5.16	<.001
PSS10	0.219	0.0326	6.70	<.001

alcanzando al 81,06% de la muestra. Esta cifra no solo es alarmante por sí misma, sino que supera ampliamente los registros que se tienen y los datos de la población general adulta, donde la prevalencia de insomnio o mala calidad del descanso suele oscilar entre el 20% y el 30% ⁽²⁾.

Al contrastar los resultados con estudios específicos en el sector, se observa una tendencia al alza. Autores como Palazón y Sánchez⁽¹³⁾ ya

comentaban la deficiencia en la calidad de sueño en el personal de enfermería, pero los datos obtenidos sugieren que el problema se ha vuelto sistémico, afectando de forma transversal a todas las categorías profesionales. La puntuación media del PSQI^(11,23) se sitúa muy por encima del umbral patológico, lo que indica que el personal sanitario no solo duerme poco, sino que su descanso es de escasa eficiencia y alta fragmentación.

FIGURA 2. DIAGRAMA DE DISPERSIÓN Y RECTA DE REGRESIÓN PSS-10 VS PSQI.



El impacto de los factores laborales y la carga horaria

Los datos confirman que la calidad del sueño está condicionada primordialmente por la organización del trabajo. La asociación significativa entre las horas trabajadas semanalmente ($p < 0,001$) y el deterioro del descanso refuerzan la hipótesis de que la sobrecarga laboral impide una recuperación funcional adecuada. Por tanto, aquellos profesionales que exceden de las 40 horas semanales de trabajo entran en un ciclo de

fatiga acumulada donde el déficit de sueño no llega a resolverse.

Uno de los aspectos clave analizado es la turnicidad. Los resultados coinciden con la cronobiología clásica: el trabajo nocturno y rotatorio desincroniza los ritmos circadianos regulados por el hipotálamo⁽¹⁾. Esta desincronización altera la arquitectura del sueño, reduciendo la fase REM y el sueño profundo, lo que explica por qué el 72% de nuestra muestra refiere disfunción diurna y

dificultades para mantener la alerta. Como señala la bibliografía^(4,5), esta falta de vigilancia no es solo un riesgo para el trabajador, sino un factor crítico en la seguridad del paciente y la comisión de errores adversos.

El estrés como predictor del descanso

El modelo de regresión lineal simple confirmó que el estrés percibido explica una parte significativa de la varianza en la calidad del sueño. La correlación positiva encontrada indica que el estrés actúa como un activador del sistema de alerta que imposibilita el inicio del sueño.

Muchos de los participantes relacionaron la «rumiación de pensamientos» con la jornada laboral como la principal barrera para conciliar el sueño. Este fenómeno sugiere que el estrés psicosocial en el entorno sanitario no se limita al tiempo de trabajo, sino que invade el espacio de descanso, cronificando la activación del eje hipotálamo-hipofisario-adrenal y manteniendo niveles elevados de cortisol durante la noche⁽⁹⁾.

El vacío preventivo y el papel de la salud laboral

Uno de los hallazgos más relevantes de este estudio es la percepción de escaso apoyo institucional por parte de los profesionales sanitarios. En concreto, el 92,70% de los participantes refirió no disponer de programas orientados a mejorar el descanso, lo que pone de manifiesto una posible carencia en la actuación de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales (SPRL) en este ámbito.

La gestión de la calidad del sueño en el entorno sanitario continúa siendo un reto pendiente. Los resultados obtenidos sugieren que las intervenciones centradas exclusivamente en recomendaciones individuales de higiene del sueño pueden resultar insuficientes. En este sentido, se hace necesario un enfoque más integral y estructural, que aborde los determinantes organizativos y laborales implicados.

Entre las posibles líneas de intervención, cabría destacar el rediseño de los turnos de trabajo, priorizando la reducción de los turnos

rotatorios rápidos y favoreciendo esquemas más compatibles con los ritmos circadianos. Asimismo, la implementación de programas de formación específica en estrategias de desconexión cognitiva y manejo del estrés podría contribuir a mejorar el descanso de los profesionales. Por último, la habilitación de espacios adecuados para el descanso durante las guardias prolongadas, incluyendo la posibilidad de realizar siestas terapéuticas, se plantea como una medida potencialmente eficaz para reducir la fatiga y mejorar el rendimiento clínico.

Limitaciones y líneas futuras

Este estudio presenta limitaciones propias de su diseño transversal, lo que impide establecer relaciones de causalidad definitiva. Asimismo, el uso de cuestionarios autoinformados (PSQI y PSS-10) introduce un componente de subjetividad. Futuras investigaciones podrían beneficiarse del uso de medidas objetivas como la polisomnografía para validar estos hallazgos.

A pesar de ello, la consistencia de los datos y el tamaño de la muestra proporcionan una base sólida para que las instituciones sanitarias españolas comiencen a considerar el sueño como un indicador de salud laboral y un elemento indispensable de la seguridad clínica.

Bibliografía

1. González Almela, A.J.; Bellido Diego-Madrado, R.A.; Marzo Lostalé, E.M.; Domingo Grau, A.; Corredor Isla, A.I.; González Corredor, P. "Relación entre el sueño y la salud: impacto en la calidad de vida y prevención de enfermedades". Ocronos - Editorial Científico-Técnica. 2025. Disponible en: <https://revistamedica.com/relacion-sueno-salud-prevencion-enfermedades/>
2. Calahorrano Yépez, M.F.; Larrosa Rodríguez, E.M.; Baño Paca, M.I.; Quintana Castillo, M.; Rejón Delgado, J.; Hernández Varona, Y. "Importancia del descanso y la calidad del sueño." Ocronos. 2024;7(1):84. Disponible en: <https://revistamedica.com/importancia-descanso-calidad-sueno/>

3. Cappuccio FP, D'Elia L, Strazzullo P, Miller MA. Sleep duration and all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis of prospective studies. *Sleep*. 2010;33(5):585-592. doi:10.1093/sleep/33.5.585.
4. Morales Anguisaca, C.M.; Reinoso Avecillas, M.B.; Narváez Zurita, C.I. "Factores asociados a la fatiga laboral y su influencia en los trastornos del sueño". *Rev Univ Soc* 16(3):108. Mayo, 2024. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-3
5. Reséndiz García, M.; Valencia Pérez, M.; Santiago Ayala, M.V.; Castaño, V.A.; Montes Rojas, J.; Sumano Hernández J.; García Ramos, G. "Somnolencia diurna excesiva: causas y medición". *Rev Mex Neuroci*; 5(2):147-155. 2004
6. Drake CL, Roehrs T, Richardson G, Walsh JK, Roth T. Shift work sleep disorder: prevalence and consequences beyond that of symptomatic day workers. *Sleep*. 2004;27(8):1453-1462.
7. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). Directrices básicas para la vigilancia de la salud de los trabajadores. Madrid: Ministerio de Trabajo y Economía Social; 2021. Disponible en: <https://www.insst.es/>
8. Instituto Nacional de estadística. Estadística de Profesionales sanitarios colegiados año 2024. Nota de Prensa. Mayo, 2025. Disponible en: <https://www.ine.es/dyngs/Prensa/EPSC2024.htm#:~:text=El%20n%C3%BAmero%20de%20profesionales%20sanitarios%20colegiados%20en%20Espa%C3%B1a%20super%C3%B3%20por,2%2C9%25%20m%C3%A1s>
9. Buysse, DJ, Reynolds, CF, Monk, TH, Berman, SR y Kupfer, DJ (1989). El Índice de Calidad del Sueño de Pittsburgh (PSQI): Un nuevo instrumento para la investigación y la práctica psiquiátricas. *Psychiatry Research*, 28(2), 193-213.
10. Remor E. & Carrobbles JA. (2001). Versión Española de la escala de estrés percibido (PSS-14): Estudio psicométrico en una muestra VIH+. *Ansiedad y Estrés*, 7 (2-3), 195-201.
11. The jamovi project (2025). jamovi. (Version 2.7) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
12. R Core Team (2025). R: A Language and environment for statistical computing. (Version 4.5) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from CRAN snapshot 2025-05-25).
13. Palazón E, Sánchez JC. "Calidad del sueño del personal de enfermería. Comparativa entre profesionales con turnos de 8 y de 12 horas". *Revista Enfermería del Trabajo* 2017; 7:11(30-37). Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5920690>
14. Díaz-Ramiro, E.M., Rubio-Valdehita, S., López-Núñez, M.I., Aparicio-García, M.E. "Los hábitos de sueño como predictores de la salud psicológica en profesionales sanitarios". *Anales de Psicología / Annals of Psychology* , 36 (2), 242-246. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.6018/analesps.350301>
15. Gómez-García T, Ruzafa-Martínez M, Fuentelsaz-Gallego C, et al. Nurses' Sleep Quality, Work Environment and Quality of Care in the Spanish NHS. *BMJ Open*. 2016;6:e012073.
16. Hita-Contreras F, Martínez-López E, Latorre-Román PA, et al. Reliability and Validity of the Spanish Version of the PSQI. *Rheumatol Int*. 2014;34(7):929-936.
17. Mollayeva T, Thurairajah P, Burton K, et al. The Pittsburgh Sleep Quality Index as a Screening Tool. *Sleep Med Rev*. 2016;25:52-73.
18. Carvalho VP, Barcelos KA, Oliveira EP, et al. Poor Sleep Quality and Daytime Sleepiness in Health Professionals. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18:6864.
19. Del Rio João KA, de Jesus SN, Carmo C, Pinto P. Sleep Quality Components and Mental Health. *Psychiatry Res*. 2018;269:244-250.
20. Tello MEC, Dalmau Torres JM, Ibort EG, Jiménez Boraita R. Sleep Quality in Spanish University Professors. *PLoS One*. 2025;20(4):e0320352.
21. Vallejo MA, Vallejo-Slocker L, Fernández-Abascal EG, Mañanes G. Determining Factors for Stress Perception Assessed With the PSS-4. *Front Psychol*. 2018;9:37.
22. Pérez-Fuentes MDC, Molero Jurado MDM, Simón Márquez MDM, Gázquez Linares JJ. Analysis

of Sociodemographic and Psychological Variables Involved in Sleep Quality in Nurses. Int J Environ Res Public Health. 2019;16:3846.

23. Rodríguez-González-Moro MT, Rodríguez-González-Moro JM, Rivera-Caravaca JM, et al. Work Shift and Circadian Rhythm as Risk Factors for Poor Sleep Quality in Public Workers From Murcia. Int J Environ Res Public Health. 2020;17:5881.

Venosmil

(hidrosmina)



¿Tus piernas
pesan como
el cemento?

**Hinchazón - Tirantez - Pesadez
Hormigueo - Dolor - Picor**

Aligéralas con Venosmil, tratamiento
de los síntomas relacionados con
la insuficiencia venosa leve en adultos.



ACCEDE A LA
FICHA TÉCNICA
VENOSMIL CÁPSULAS



ACCEDE A LA
FICHA TÉCNICA
VENOSMIL GEL



PVP IVA: VENOSMIL cápsulas 14,38 €. VENOSMIL gel 8,30 €. REGIMEN DE PRESCRIPCIÓN Y
DISPENSACIÓN: Sin receta médica.
Información dirigida a profesionales de la salud.

Venosmil ¡menos mal!

FAES FARMA
Pasión por la salud

Respuesta serológica a la vacunación frente al virus de la Hepatitis B Virus (VHB) en residentes sanitarios de nuevo ingreso

Pedro Pablo Tenllado Matoses⁽¹⁾, Remedios Taberner Hermosilla⁽²⁾, Alina Dunca Bloanca⁽³⁾, Enrique Mira Nouselles⁽⁴⁾, Marina De Porres López⁽⁵⁾, Marta Moya Ayza⁽⁶⁾

¹Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Clínico Universitario de Valencia. Valencia (Valencia), España. ORCID: 0000-0002-5699-8717

²Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital General Universitario de Castellón. Castellón de la Plana (Castellón), España. ORCID: 0009-0007-2044-0177

³Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital General Universitario de Castellón. Castellón de la Plana (Castellón), España. ORCID: 0009-0007-5974-680X

⁴Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Clínico Universitario de Valencia. Valencia (Valencia), España. ORCID: 0009-0006-9008-8051

⁵Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Clínico Universitario de Valencia. Valencia (Valencia), España. ORCID: 0009-0000-9409-4252

⁶Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Clínico Universitario de Valencia. Valencia (Valencia), España. ORCID: 0009-0003-9569-1608

Primer para poster de especialistas del Congreso Español de Medicina y Enfermería del Trabajo celebrado en Burgos en marzo de 2026

Correspondencia:

Pedro Pablo Tenllado Matoses

Dirección postal: Cra. 38a #5A 100 Cali, Valle del Cauca, Colombia.

Correo electrónico: pablotenllado@gmail.com

La cita de este artículo es: Pedro Pablo Tenllado Matoses et al. Respuesta serológica a la vacunación frente al virus de la Hepatitis B Virus (VHB) en residentes sanitarios de nuevo ingreso. Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2026; 35(3):289-294

RESUMEN.

Antecedentes: La seroprotección para el VHB se define como anti-HBs ≥ 10 UI tras 3 dosis. Los estudios describen tasas de respuesta del 78-95%, y en sanitarios residentes vacunados previamente, entre un 28-60%.

Objetivos: Evaluar la seroprotección frente al VHB en residentes recién incorporados y comparar las tasas observadas en la literatura. Realizar asociaciones casuísticas entre las titulaciones de VHB y registros vacunales.

Material y Métodos: Estudio observacional de 183 residentes del Hospital Clínico de Valencia y el Hospital General de Castellón en 2025. Se recogieron dosis previas de vacuna VHB, anti-HBs basal y necesidad de dosis de refuerzo según protocolos.

Resultados y Conclusiones: En esta cohorte, la proporción de seroprotección tras una pauta documentada de tres dosis es baja (38,3%) según la literatura publicada, lo que apoya la determinación sistemática de anti-HBs al ingreso y la administración selectiva de dosis de refuerzo. Se evidenciaron asociaciones de Chi2 de anticuerpos de VHB en enfermeras ($p < 0,01$); y en españoles ($p < 0,01$).

Palabras Clave: seroprotección VHB, sanitarios residentes y dosis de refuerzo.

SEROLOGICAL RESPONSE TO HEPATITIS B VIRUS (HBV) VACCINATION IN NEWLY ADMITTED HEALTHCARE RESIDENTS

ABSTRACT

Background: HBV seroprotection is defined as anti-HBs ≥ 10 IU after three doses. Clinical trials describe response rates of 78–95%, and follow-up studies of healthcare residents vaccinated in childhood show between 28% and 60%.

Objectives: To evaluate HBV seroprotection in newly admitted residents and compare the observed rates with those described in the literature. To establish associations between HBV titers and vaccination records.

Materials and Methods: Observational study of 183 residents who joined the Hospital Clínico de Valencia and the Hospital General de Castellón in 2025. Previous doses of HBV vaccine, baseline anti-HBs levels, and the need for booster doses according to protocols were collected.

Results and Conclusions: In this cohort of residents, the proportion of seroprotection after a documented three-dose regimen is low compared to published data, supporting the systematic determination of anti-HBs levels and booster doses. It was seen evidences with Chi2 method, for antibodies of HBV with nurses ($p < 0,01$) and with Spaniards ($p < 0,01$).

Key words: HBV seroprotection, resident physician and booster doses.

Fecha de recepción: 21 de abril de 2026

Fecha de aceptación: 2 de septiembre de 2026

Introducción

La infección por el virus de la hepatitis B (VHB) constituye un importante problema de salud pública global y uno de los principales agentes biológicos de riesgo para el personal sanitario debido a la exposición ocupacional a sangre y fluidos biológicos^(1,2). La vacunación frente al VHB es la medida preventiva más eficaz y está recomendada de forma sistemática para los profesionales sanitarios y personas con riesgo de exposición laboral^(3,4).

Desde su introducción en los calendarios de inmunización universales, las vacunas contra el VHB han demostrado alta eficacia para inducir protección serológica^(5,6). La implementación de programas de vacunación ha reducido significativamente la prevalencia del estado de

portador y la morbilidad asociada a la infección crónica por VHB, constituyendo una de las intervenciones de salud pública más exitosas en enfermedades infecciosas prevenibles mediante vacunación (caídas de 10,000 a 384 infecciones ocupacionales/año de 1984 a 2004)^(7,8).

Sin embargo, diversos estudios observacionales han demostrado que una proporción de trabajadores sanitarios vacunados puede presentar títulos de anticuerpos anti-HBs por debajo del umbral considerado protector (≥ 10 mIU/mL)^(9,10), especialmente cuando han pasado años desde la primovacunación (población sanitaria con más de 60 años, presentaba un 75% de seroprotección)^(7,11), lo cual puede limitar la protección en el momento de mayor exposición ocupacional (seroprotección del 67%–68% en trabajadores de 18-49 años de varios estudios en 2009)^(12,13).

En este contexto, los reconocimientos médicos de ingreso laboral son esenciales para identificar trabajadores susceptibles y garantizar su inmunoprotección frente al VHB. El presente estudio evalúa la respuesta serológica frente a VHB en residentes nuevos y la necesidad de dosis de refuerzo vacunal como estrategia preventiva dentro de los servicios de salud laboral.

Material y métodos

El trabajo realizado es un estudio observacional y descriptivo de 183 trabajadores residentes en formación, que se han incorporado a su puesto de trabajo a lo largo del 2025 en los complejos hospitalarios del Hospital Clínico de Valencia (HCUV) y el Hospital General Universitario de Castellón (HGUCS).

Las variables analizadas y estudiadas fueron serológicas (titulación de los anticuerpos frente al VHB (Ac anti-HBs), vacunales (dosis previas de vacuna VHB y dosis de refuerzo) sociodemográficas (edad, sexo y país de nacimiento) y médicas (Índice de Masa Corporal (IMC)).

Se realizó el cálculo de correlación entre variables cualitativas mediante Chi cuadrado; mientras que para medidas cualitativas y cuantitativas se usó la regresión lineal. Se usaron fórmulas estadísticas en formato Excel.

Se establecieron como criterios de exclusión a aquellos trabajadores que no se habían incorporado a su plaza.

Resultados

Se recogió una muestra de 184 trabajadores, de los cuales tras aplicar los criterios de exclusión fueron estudiados finalmente un total de 183 trabajadores. El colectivo profesional más numeroso fue el de médico interno residente (MIR) (81,4%); seguido de enfermeros internos residentes (EIR) (11,5%), farmacéuticos internos residentes (3,3%), psicólogo interno residente (1,6%), biólogos internos residentes (1,1%) y radiofísico interno residente (0,6%) y bioquímico

interno residente (0,6%) (Tabla 1). La edad media de la muestra fue de aproximadamente 26 años, con un límite inferior de 22 años y un límite superior de aproximadamente 48 años de edad. El sexo predominante de la muestra fueron las mujeres (70%). La nacionalidad principal de la muestra de estudio fue la española (89%); seguido del grupo de trabajadores provenientes de países de Hispanoamérica (7,1%) y de otros países europeos (3,8%). Los resultados de los índices de masa corporal (IMC) ofrecieron como resultados una media de 22,9 kg/m², con un límite inferior de 17 kg/m² y un límite superior de 40,8 kg/m².

La población de la muestra de estudio que presentaba inmunidad frente al VHB (anticuerpos Ac-HBs >10UI/L) fue de 70 trabajadores (38,3%). Las dosis de vacunas registradas y pautadas en los trabajadores residentes, previamente al reconocimiento médico, fueron en su mayoría de 3 dosis (133 o 72,7%), seguido de 4 dosis (23 o 12,6%), 5 dosis (4 o 2,2%), 6 dosis (2 o 1,1%), 2 dosis (2 o 1,1%) y un no respondedor frente a las vacunas (1 o 0,6%) (Tabla 2). Los trabajadores sin inmunidad frente al VHB (113; 61,7%) recibieron las siguientes dosis de refuerzo: 4 dosis (82; 44,8%), 5 dosis (8; 4,4%), 6 dosis (5; 2,7%), un no respondedor (1; 0,6%) y 13 pendientes de finalización en el momento del estudio (13; 7,1%). En esta última muestra, se observó respuesta frente a las vacunas de refuerzo en 74 trabajadores (65,5%), mientras que el resto de trabajadores estaban aún pendientes de finalizar las pautas vacunales o de la extracción serológica (34 o 30%).

Mediante la prueba de Chi-cuadrado, se observaron asociaciones estadísticamente significativas entre la presencia de inmunidad frente al VHB al inicio del reconocimiento médico y la categoría profesional de EIR ($p<0,01$) (Tabla 3), así como entre haber nacido en España y presentar inmunidad previa ($p<0,01$) (Tabla 4). Asimismo, mediante regresión lineal, se evidenció una correlación estadísticamente significativa de magnitud moderada entre la

TABLA 1. POBLACIÓN RESIDENTE ESTUDIADA, SEGÚN CATEGORÍA PROFESIONAL.

CATEGORÍA PROFESIONAL	NÚMERO
MIR	149
EIR	21
FIR	6
PIR	3
BIR	2
Radiofísica	1
Bioquímico	1

TABLA 2. REGISTRO VACUNAL DE VHB EN LA POBLACIÓN RESIDENTE ESTUDIADA.

VACUNAS PREVIAS	NÚMERO
2 DOSIS	2
3 DOSIS	133
4 DOSIS	23
5 DOSIS	4
6 DOSIS	2
NO RESPONDEDOR	1

TABLA 3. ASOCIACIÓN CHI CUADRADO ENTRE VARIABLES DE EIR E INMUNIDAD FRENTE A VHB.

	INMUNIDAD VHB			
EIR	SI	NO		CHI2
SI	15	6	21	9.6
NO	59	104	163	P<0,01
	74	120		

edad y la titulación de Ac anti-HBs (coeficiente de correlación múltiple de 0,35), así como entre el IMC y la titulación de Ac anti-HBs tras la pauta de refuerzo (coeficiente de correlación múltiple de 0,21). No se encontraron relaciones significativas entre el resto de variables a través del método de Chi-cuadrado y del método de regresión lineal.

Discusión

En esta cohorte de residentes sanitarios de nuevo ingreso, la proporción de seroprotección frente al VHB de nuestro estudio (38,3%) tras una pauta vacunal completa documentada fue inferior a la esperada según estudios previos (58.6% en el estudio de sanitarios residentes de Hanafi NF

TABLA 4. ASOCIACIÓN CHI CUADRADO ENTRE VARIABLES DE EIR Y NACIDOS EN ESPAÑA.

	INMUNIDAD VHB			
España	SI	NO		CHI2
SI	57	108	165	15,43
NO	16	4	20	P<0,01
	74	112		

et al.)⁽¹³⁾; y 67-68% del estudio del Centers for Disease Control and Prevention (CDC)⁽⁷⁾.

Los resultados ponen de manifiesto que la historia vacunal por sí sola no garantiza la persistencia de inmunidad protectora, especialmente en población vacunada años atrás, lo que refuerza la necesidad de una evaluación serológica sistemática al inicio de la actividad laboral sanitaria.

La determinación rutinaria de anti -HBs al ingreso, junto con la administración selectiva de dosis de refuerzo, se confirma como una estrategia eficaz, segura y coste-efectiva para garantizar la protección frente al VHB en residentes sanitarios y reducir el riesgo biológico en el entorno asistencial (resultado visualizado en nuestro estudio (65,5% de respuestas serológicas en la muestra con refuerzo vacunal; y en los datos de los estudios descritos (44-100%) (CDC)⁽⁷⁾.

Bibliografía

1. World Health Organization (WHO). Hepatitis B vaccines: WHO position paper – July 2017. Wkly Epidemiol Rec. 2017;92(27):369–392.
2. World Health Organization (WHO). Vaccine efficacy, effectiveness and protection. Geneva: WHO; 2021.
3. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Immunization of health-care personnel: recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). MMWR Recomm Rep. 2011;60(RR-7):1–45.
4. Asociación Española de Pediatría – Comité Asesor de Vacunas; Ministerio de Sanidad. Vacunación en trabajadores sanitarios: directrices de serología y revacunación. Madrid; 2017. Disponible en: https://www.sanidad.gob.es/areas/promocionPrevencion/vacunaciones/vacunas/docs/Vacunacion_sanitarios.pdf
5. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Immunization of health-care personnel: recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). MMWR Recomm Rep. 2011;60(RR-7):1–45.
6. Ministerio de Sanidad (España). Calendario de vacunación y recomendaciones para la población adulta y trabajadores sanitarios. Madrid; 2025. Disponible en: https://www.sanidad.gob.es/areas/promocionPrevencion/vacunaciones/calendario/calendario/Calendario_Todalavida_2025.htm
7. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Hepatitis B and healthcare personnel: evaluation and postexposure management. MMWR. 2013;62(RR-10):1–19. Disponible en: <https://www.cdc.gov/mmwr/pdf/rr/rr6210.pdf>
8. Pasko MT, Beam TR Jr. Persistence of anti-HBs among health care personnel immunized with hepatitis B vaccine. Am J Public Health. 1990;80(5):590–593.
9. Coppeta L, Somma G, Scarci F, et al. Persistence of immunity for hepatitis B virus among healthcare workers and response to booster dose. Hum Vaccin Immunother. 2019;15(2):386–391. doi:10.1080/21645515.2018.1540807

10. Asociación Española de Vacunología (AEV). Persistencia de anti-HBs de hasta 30 años después de la vacunación frente al VHB en trabajadores sanitarios. Madrid: AEV; actualización 2023. Disponible en: <https://vacunas.org/persistencia-de-anti-hbs-de-hasta-30-anos-despues-de-la-vacunacion-frente-al-virus-de-la-hepatitis-b-en-trabajadores-sanitarios/>

11. Duro-Torrijos JL, del Castillo-Agudo L, Martínez-de la Concha J, et al. Estado inmunológico frente a la hepatitis B del personal sanitario en España. Rev Esp Salud Pública. 2016;90:e1-e9.

12. Cocchio S, Zanoni G, Ometto M, et al. Persistence of anti-HBs after up to 30 years in healthcare workers vaccinated against hepatitis B virus. Vaccines (Basel). 2021;9(4):323. doi:10.3390/vaccines9040323

13. Hanafi NF, Zakaria Z, Kamarudin MA, et al. Anti-HBs persistence and anamnestic response among medical interns vaccinated against hepatitis B in infancy. Sci Rep. 2025;15:16213. doi:10.1038/s41598-025-27938-2



losa
logística + salud MED

LOSAMED dispone de soluciones profesionales globales en el ámbito de la salud laboral y privada, ofreciendo suministros, logística y servicios según análisis específico para cada cliente.

LOSAMED ofrece servicio global a nuestros clientes. Facilitando el aprovisionamiento de recursos y servicios poniendo a su disposición los mejores profesionales y productos.



Diseño de una estrategia de éxito frente al riesgo psicosocial y el absentismo por salud mental: un estudio Delphi entre profesionales de la salud y la prevención de riesgos en el trabajo

Guillermo Soriano-Tarín¹⁾, Alicia Chanca Díaz⁽²⁾, Fernando Vidal-Barrero⁽³⁾

¹Especialista en Medicina del Trabajo. Miembro del Consejo Asesor Técnico de Affor Health. (Valencia, España).
ORCID: 0000-0002-1563-1572

²Enfermera del Trabajo. Psicóloga. Doctoranda en Psicología del trabajo en Grupo Affor Health. (Madrid, España).
ORCID: 0009-0001-0893-6829

³Director de la Cátedra de Prevención de Riesgos Laborales de la Universidad de Sevilla. (Sevilla, España).
ORCID: 0000-0001-5286-8328

Correspondencia:

MD PhD Guillermo Soriano

Correo electrónico: guillermo.soriano@afforhealth.com

La cita de este artículo es: Guillermo Soriano-Tarín et al. Diseño de una estrategia de éxito frente al riesgo psicosocial y el absentismo por salud mental: un estudio Delphi entre profesionales de la salud y la prevención de riesgos en el trabajo. Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2026; 35(3):295-307

RESUMEN.

Objetivo: Conocer el punto de vista de los profesionales de diferentes ámbitos de la salud y la prevención de riesgos en el trabajo acerca de las causas, estrategias y gestión exitosa de los riesgos psicosociales en organizaciones con bajos niveles de absentismo por patología mental en España.

Material y Métodos: Técnica Delphi en doble vuelta sobre una muestra de 61 expertos, que puntúan 8 dimensiones sobre factores moderadores, causas, ponderación, riesgos psicosociales y estrategias preventivas del absentismo por trastornos de salud mental, a través de un cuestionario contrastado por el equipo investigador.

Resultados: Las respuestas obtenidas (frecuencia de 80,3%) señalan un amplio consenso (más de un 80% de los participantes coincidiendo en puntuaciones como 1ª o 2ª causa cada uno de los

DESIGNING A SUCCESSFUL STRATEGY TO ADDRESS PSYCHOSOCIAL RISKS AND MENTAL HEALTH-RELATED ABSENTEEISM: A DELPHI STUDY AMONG OCCUPATIONAL HEALTH AND RISK PREVENTION PROFESSIONALS

ABSTRACT

Objective: To examine the perspectives of professionals from various fields of health and occupational risk prevention regarding the causes, strategic factors, and successful management of psychosocial risks in organizations in Spain with low levels of absenteeism due to mental health conditions.

Material and Methods: A two round Delphi technique was conducted with a sample of 61 experts. Participants rated eight dimensions related to moderating factors, causes, weighting, psychosocial risks, and preventive strategies for absenteeism

factores respecto de los ítems propuestos) y acuerdo suficiente (más de 2/3 de los participantes) en las 8 dimensiones, con lo que se consigue un acuerdo global entre el 55,1% y el 93,9% sobre el total de las propuestas.

Conclusiones: Los factores organizacionales constituyen el principal efecto moderador del absentismo por trastornos mentales comunes (TMC). Las condiciones de trabajo, la intensificación del trabajo, la accesibilidad a los servicios de salud mental, la cultura organizacional y las políticas de conciliación laboral-familiar constituyen los elementos clave para una gestión exitosa del absentismo por TMC.

Palabras clave: salud laboral; absentismo; riesgos psicosociales; trastornos mentales comunes; técnica Delphi

associated with mental health disorders, using a questionnaire validated by the research team.

Results: The responses obtained (80.3% response rate) revealed broad consensus (over 80% of participants ranking each factor as the first or second cause among the proposed items) and sufficient agreement (more than two thirds of participants) across all eight dimensions. Overall agreement across the proposals ranged from 55.1% to 93.9%.

Conclusions: Organizational factors constitute the main moderating influence on absenteeism due to common mental disorders (CMDs). Working conditions, work intensification, accessibility of mental health services, organizational culture, and work-family reconciliation policies emerge as key elements for the successful management of absenteeism related to CMDs.

Keywords: occupational health; absenteeism; psychosocial risks; common mental disorders; Delphi technique

Fecha de recepción: 24 de abril de 2026

Fecha de aceptación: 2 de septiembre de 2026

Introducción

El absentismo laboral se ha consolidado en los últimos años como uno de los indicadores más sensibles del funcionamiento real de las organizaciones. Lejos de ser un fenómeno aislado o atribuible únicamente a decisiones individuales, la evidencia técnica y académica lo define como un problema multidimensional, en el que confluyen entre otros, factores de salud, organización del trabajo, liderazgo, marco legal y lógica de negocio. Por ello, desde una perspectiva de salud laboral, el absentismo no debería interpretarse únicamente como una ausencia física, sino como un síntoma organizativo.

Aunque el número de empresas que está trabajando en una mejora de las condiciones organizacionales está aumentando, la gestión

de los riesgos psicosociales sigue siendo una asignatura pendiente en el abordaje preventivo por parte de la mayoría de las empresas. Según los datos del Top 5 safety actions to implement in 2021, solo el 9% de las organizaciones a nivel europeo abordan de una manera integral los riesgos psicosociales⁽¹⁾.

En los últimos años han aumentado considerablemente las estadísticas que indican que los riesgos psicosociales como el estrés o el “síndrome de quemarse en el trabajo” son manifestaciones frecuentes en los trabajadores afectando a su salud y cursando con patologías de distinta naturaleza. Los trastornos mentales comunes (TMC), como los trastornos del estado de ánimo, los trastornos adaptativos y la ansiedad, afectan aproximadamente a un tercio de la población europea en edad de trabajar y

son una de las principales causas de baja por enfermedad común, después de los trastornos musculoesqueléticos⁽²⁾.

Según los datos de la Comisión Europea, los riesgos psicosociales, y en particular el estrés laboral, supone uno de los problemas de seguridad y salud en el trabajo más complejos y que están en progresivo aumento ya que más de la mitad de los trabajadores de la UE señalan que el estrés laboral es habitual en su lugar de trabajo^(3,4).

Además, no existe suficiente bagaje afianzado sobre las estrategias prácticas en la gestión de los riesgos psicosociales para minimizar su impacto en la salud de las personas trabajadoras. Por un lado, se suman el desconocimiento sobre la materia y de otro, la dificultad para su abordaje, tanto a la hora de conocer un diagnóstico real de la organización como a la hora de definir las medidas preventivas acordes a cada situación.

Se constata en la literatura consultada, numerosos estudios sobre el impacto de los riesgos psicosociales tanto en la salud de las personas trabajadoras, y de forma especial entre las mujeres, como para los resultados de las empresas, con elevados índices de presentismo, rotación y absentismo que conllevan⁽⁵⁾. La exposición continuada a factores de riesgo psicosociales tiene pues consecuencias directas a distintos niveles: en la salud de las personas trabajadoras, en la productividad de las empresas y, por supuesto, en el impacto económico de la administración al tener que hacer frente a bajas e incapacidades laborales^(6,7,8).

Sin embargo, la mayor parte de las estrategias para la gestión del absentismo laboral en general y del absentismo por patología mental en particular, se han basado en estrategias de control reactivo, con un impacto muy reducido tal como reflejan las estadísticas^(9,10).

Los diferentes estudios e informes analizan las empresas y los sectores de actividad con mayores índices de absentismo, y análisis cuantitativo según duración de los procesos, género, grupos de edad, tipo de contingencia, grupos de diagnósticos,

sector de actividad, tamaño de la empresa o la localización geográfica. Igualmente, se exploran posibles causas, generalmente atribuidas a factores de tipo legislativo, estructurales y coyunturales, no ahondando en la causalidad derivada de factores organizacionales y de condiciones de trabajo derivadas de la exposición a diferentes riesgos psicosociales.

Por su parte, en nuestro país el objetivo 2 de la Estrategia Española de Salud y Seguridad en el Trabajo para el período 2023-2027, sobre gestionar los cambios derivados de las nuevas formas de organización del trabajo, incide sobre la mejora de la información sobre factores de riesgo psicosocial y ergonómico⁽¹¹⁾.

En este marco, el Consejo Asesor Científico de Affor Health ha llevado a cabo esta investigación como una oportunidad para hacer patente el punto de vista de los profesionales de la salud y la prevención de riesgos laborales, mediante una aportación de criterios expertos al proceso de toma de decisiones para una gestión estratégica de éxito del absentismo por trastornos mentales comunes. Con esta finalidad se promovió la iniciativa de intentar un consenso entre un amplio grupo de profesionales sobre las propuestas estratégicas que, a su juicio, mejorarían una gestión exitosa de los riesgos psicosociales y el absentismo por trastornos mentales comunes en las empresas.

En el presente artículo se describe la metodología utilizada en el citado proyecto y se ofrecen los principales resultados obtenidos. Por ello, el objetivo general del presente proyecto de investigación aplicada es determinar cuáles son, desde el punto de vista de los profesionales que trabajan en el campo de la salud laboral desde diferentes ámbitos, los factores moderadores del absentismo por trastornos mentales comunes derivados de la exposición a riesgos psicosociales incluidos en la clasificación del Grupo PRIMA-EF^(12,13) y qué estrategias de gestión resultan más exitosas en la reducción del absentismo laboral por patología mental.

Material y Métodos

Nuestra investigación se ha basado fundamentalmente en la aplicación de la metodología Delphi⁽¹⁴⁾ a un grupo amplio de expertos (panel de expertos Delphi) que fueron seleccionados por el equipo investigador combinando criterios de conocimiento y experiencia reconocida sobre el tema del estudio, multidisciplinariedad, accesibilidad geográfica y/o informativa, manteniendo el anonimato de los participantes. Para configurar el panel de expertos Delphi fueron invitados a participar responsables de las sociedades científicas y profesionales de medicina y enfermería del trabajo, psicólogos clínicos, técnicos de prevención de riesgos laborales especialistas en ergonomía y psicociología, responsables de los departamentos de las administraciones públicas y de departamentos universitarios relacionados con la seguridad y salud en el trabajo.

Mediante la aplicación de estos criterios se constituyeron dos grupos: un grupo nominal⁽¹⁵⁾ formado por 6 personas que se encargó de seleccionar una primera lista de objetivos operativos y que asumió la supervisión de todo el proceso; y un segundo grupo o panel de expertos Delphi en el que participaron 49 personas de las 61 invitadas (80,3%) en la primera vuelta, y 41 participantes en la segunda (67,2%), a los que les fueron remitidos por correo electrónico los objetivos estratégicos definidos por el grupo nominal, sobre el que se aplicó la técnica Delphi propiamente dicha. El cuestionario, tras la realización de una revisión bibliográfica, fue elaborado por el grupo nominal y contenía ocho objetivos estratégicos/dimensiones y 80 ítems en total, distribuidos a razón de entre cinco y dieciocho por cada objetivo. Se distribuyó entre todos los miembros del grupo Delphi por correo electrónico anonimizado en dos rondas durante los meses de enero y marzo de 2026. Los participantes debían emitir su juicio mediante puntuaciones en una escala de likert o mediante una ordenación de los objetivos propuestos

según criterios de prioridad. Las respuestas se realizaban sobre un diseño en formato electrónico que permitía su recogida en línea con volcado automático en una base de datos que aseguraba el anonimato.

Para el análisis de las puntuaciones se tomaron en consideración dos categorías: por un lado, en las preguntas que se solicita ordenar de mayor a menor importancia de los diferentes ítems, y de otro, seleccionar de un listado de 18-20 ítems, los 10 ítems más determinantes respecto al carácter relevante o pertinente de entre los ítems propuestos y posteriormente en una segunda ronda, ordenar por importancia dichos ítems seleccionados. A partir de este criterio, el grado de acuerdo entre los participantes se clasificó en cuatro niveles: unanimidad en el caso de que se lograra un 100% de acuerdo respecto a las categorías de puntuación; consenso amplio cuando hubiera más del 80% de coincidencias en dichas categorías; mayoría suficiente si el acuerdo se situaba entre 66% y 80%; y, finalmente, se consideró que el acuerdo era insuficiente cuando las coincidencias en las valoraciones de los participantes no superaban los 2/3.

Finalmente, se realizó una ordenación priorizada de las acciones propuestas, ponderando el porcentaje de acuerdo en puntuaciones más altas de las acciones para las que se había conseguido un consenso amplio (>80%) con la ordenación otorgada a los objetivos correspondientes.

Resultados

La distribución de los 61 expertos del panel ofrece la siguiente caracterización general (Tabla 1): Pertenecen a diversas áreas de especialización preventiva (gestión, prevención técnica, medicina del trabajo y docencia) y trabajan en distintos ámbitos de actuación (servicios de prevención, empresas, administraciones públicas, docencia e investigación). Por otra parte, han participado expertos de 17 provincias y 10 comunidades autónomas, aunque casi un 66%

TABLA 1. ESTUDIO DELPHI SOBRE ESTRATEGIA DE ÉXITO FRENTE AL RIESGO PSICOSOCIAL Y EL ABSENTISMO POR SALUD MENTAL. CARACTERÍSTICAS SOCIOLABORALES DE LOS COMPONENTES DEL PANEL DE EXPERTOS (N=61).

		n	%
Area de especialización	Medicina del trabajo	13	21,3%
	Prevención técnica (ergo/psico)	6	9,84%
	Psicología laboral	11	18,0%
	Área docente	13	21,3%
	Gestión de la prevención, MCSS y RRHH	18	29,5%
Ámbito de actuación	Administración pública/MCSS	13	21,3%
	Docencia/investigación	13	21,3%
	Empresa/servicio prevención	35	57,4%
Lugar de procedencia	Comunidad de Madrid	18	29,5%
	Comunidad Valenciana	12	19,7%
	Cataluña	10	16,4%
	Comunidad de Andalucía	9	14,7%
	Comunidad de Murcia	5	8,20%
	Resto CCAA	7	11,5%

de los participantes procedían de tres territorios: Cataluña, Comunidad Valenciana y Comunidad de Madrid.

Los factores organizacionales, seguido de los factores personales tendrían mayor peso como factores moduladores del absentismo por TMC (Tabla 2). El grupo de expertos ha señalado 97 aspectos o elementos de la organización que actúan como factores moderadores del absentismo, destacando en primer lugar, los aspectos relacionados con el liderazgo saludable, y, en segundo lugar, aquellos relacionados con la conciliación y flexibilidad laboral.

Respecto a las causas del absentismo laboral existe un consenso amplio (85,7%) señalando como principales causas las derivadas de los factores laborales y las condiciones de trabajo (Tabla 3), y más concretamente, las relacionadas con la intensificación del trabajo (carga de trabajo, elevada de manda, presión de tiempo) unas elevadas exigencias emocionales, el clima laboral nocivo, las malas relaciones interpersonales, el liderazgo tóxico, los cambios en las condiciones de trabajo y el desequilibrio entre la vida laboral y personal (Tabla 4). Asimismo, existe un consenso amplio a juicio de los expertos en

que factores tales como el trabajo a distancia, las nuevas formas de contratación, el envejecimiento de la población activa o el posible impacto de la transición ecológica, digital y demográfica tienen poca relevancia como factores causales de absentismo por TMC.

El impacto en la salud mental constituye hoy la principal causa de años perdidos por discapacidad, siendo varios los factores que impiden que las personas trabajadoras busquen ayuda para dichos trastornos. En este sentido la mala accesibilidad a los servicios de salud mental, los elevados costes de los servicios de salud privados, la estigmatización de los TMC y los bajos conocimientos sobre salud mental serían los principales motivos según el 67,3% de los expertos.

Para la clasificación de los factores de riesgo psicosociales, -aunque la comunidad científica no utiliza una única clasificación-, hemos seguido la clasificación propuesta por PRIMA-EF. Respecto a la relación directa entre la exposición a factores psicosociales de riesgo y los elevados índices de absentismo por trastornos mentales comunes, existe consenso amplio (más del 80% de coincidencias) para los conflictos o conductas inapropiadas, la carga de trabajo

TABLA 2. ESTUDIO DELPHI SOBRE ESTRATEGIA DE ÉXITO FRENTE AL RIESGO PSICOSOCIAL Y EL ABSENTISMO POR SALUD MENTAL. IMPORTANCIA DE LOS FACTORES MODERADORES DEL ABSENTISMO POR TRASTORNOS MENTALES COMUNES.

Factor/dimensión	Número de orden 1º o 2º	(%)
Factores personales	46	93,9%
Factores organizacionales	42	85,7%
Factores sociales	10	20,4%

TABLA 3. ESTUDIO DELPHI SOBRE ESTRATEGIA DE ÉXITO FRENTE AL RIESGO PSICOSOCIAL Y EL ABSENTISMO POR SALUD MENTAL. IMPORTANCIA DE LOS FACTORES CAUSALES DEL ABSENTISMO POR TRASTORNOS MENTALES COMUNES.

Factor/causa	Número de orden 1º o 2º	(%)
Factores laborales/condiciones de trabajo	42	85,7%
Factores personales	34	69,4%
Factores estructurales/sociales	14	28,6%
Factores coyunturales	5	10,2%
Factores legislativos	3	6,12%

excesiva y las malas relaciones interpersonales, y una mayoría suficiente (acuerdo entre 66% y 80%) para el conflicto de demandas o exigencias entre familia-trabajo, problemas de conflicto y/o sobrecarga de rol laboral, personal y familiar, la precariedad de las condiciones de empleo y salario, la escasa valoración y apoyo social del trabajo, los horarios de trabajo muy largos o impredecibles y la falta de autonomía o control sobre el trabajo (método, ritmo, horarios o entorno). (Tabla 5). Se consideró que el acuerdo era insuficiente para el resto de factores ya que las coincidencias en las valoraciones de los participantes no superaban los 2/3 (La comunicaciones deficientes o apoyo insuficiente ante problemas o el desarrollo personal, la inseguridad en el trabajo, la conexión continua al trabajo, la falta de sentido de pertenencia a la organización o al grupo de trabajo, el trabajo a turnos o trabajo nocturno, la monotonía, tareas sin sentido, fragmentación, falta de

variedad, la falta de promoción profesional, la falta de participación en la toma de decisiones, la falta de definición de objetivos, o la puesta a disposición de equipos inadecuados o ausencia de mantenimiento, malas condiciones ambientales (espacio, ruido, iluminación)).

Existe un consenso amplio de los expertos (81,6-89,7%) respecto a la relación directa entre la exposición a determinados factores de riesgo psicosocial y las ausencias por trastornos de salud mental, (sentirse humillado, vejado o despreciado en el trabajo, describir el entorno de trabajo como hostil y cuando la actividad laboral impide conciliar la vida familiar), y el acuerdo ha sido entre el 61,2-79,65%, (mayoría suficiente), para siguientes factores: la existencia de mal ambiente en el área de trabajo, sentir que las exigencias y/o ritmo de trabajo están por encima de las posibilidades o cuando se siente que las tareas laborales requieren un excesivo esfuerzo físico y/o mental.

TABLA 4. IMPORTANCIA DE LOS FACTORES DE RIESGO DEL ABSENTISMO POR TRASTORNOS MENTALES COMUNES.

Factor/Riesgo	Número de orden 1º a 3º	(%)
Intensificación del trabajo	31	63,3%
Elevadas exigencias emocionales del trabajo	24	48,9%
Cambio en las condiciones de trabajo	21	42,8%
Desequilibrio entre la vida laboral y personal	16	32,6%
Inseguridad en el puesto de trabajo	12	24,5%
Tecnoestrés	8	16,3%
Envejecimiento de la población activa	6	12,2%
Nuevas formas de contratación	4	10,3%
El impacto de la transición ecológica, digital y demográfica	3	6,12%
El trabajo a distancia	1	2,04%

TABLA 5. FACTORES PSICOSOCIALES DISEÑADOS NEGATIVAMENTE QUE CONTRIBUYEN A ELEVADOS ÍNDICES DE ABSENTISMO POR TMC.

Factor/Riesgo	n	%
Conflictos o conductas inapropiadas (hostigamiento, acoso)	45	91,8
Carga de trabajo excesiva o insuficiente, presión de tiempo, plazos estrictos	42	85,7
Aislamiento, relaciones insuficientes o malas relaciones con los compañeros	40	81,6
Conflicto de demandas o exigencias entre familia-trabajo, problemas de conflicto y/o sobrecarga de rol laboral, personal y familiar	39	79,6
Precariedad de las condiciones de empleo y salario	36	73,5
Escasa valoración y apoyo social del trabajo	33	67,3
Horarios de trabajo muy largos o impredecibles	32	65,3
Falta de autonomía o control sobre el trabajo (método, ritmo, horarios o entorno)	30	61,2

En la Tabla 6 se presenta la lista de los seis factores que, diseñados de forma positiva, pueden contribuir en mayor medida a promover empresas generadoras de salud con bajos índices de absentismo por TMC, siendo la interacción vida personal-trabajo el factor que más contribuye según un 68,3% de los expertos.

Las principales estrategias preventivas de éxito basadas en la evidencia para reducir el absentismo

laboral por TMC que obtienen un consenso amplio por su importancia muy alta o alta (>80%) son los programas de formación en liderazgo saludable (gestión emocional, comunicación) el establecimiento de canales de apoyo psicológico internos o externos y los programas de prevención del estrés. (Tabla 7).

Finalmente, las principales medidas o acciones facilitadoras de unos bajos niveles

TABLA 6. IMPORTANCIA DE DISEÑO SALUDABLE DE LOS FACTORES PSICOSOCIALES PARA PROMOVER EMPRESAS GENERADORAS DE SALUD CON BAJOS ÍNDICES DE ABSENTISMO DERIVADO DE TMC.

Factor/Riesgo	n	%
Interacción vida personal-trabajo	28	68,3
Cultura de la organización	23	56,1
Carga y ritmo de trabajo	21	51,2
Ambiente y equipos de trabajo	20	48,8
Relaciones personales en el trabajo	16	39,0
Contenido y características del trabajo	12	29,3

TABLA 7. NIVEL DE IMPORTANCIA DE ESTRATEGIAS PREVENTIVAS BASADAS EN EVIDENCIA PARA REDUCIR LOS ÍNDICES DE ABSENTISMO DERIVADO DE TMC EN LAS ORGANIZACIONES.

Estrategia preventiva	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja
Formación en liderazgo saludable (gestión emocional, comunicación)	36 (73,5%)	9 (18,4%)	4 (8,2%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Programas de prevención del estrés (mindfulness, pausas activas, etc..)	31 (63,3%)	13 (26,5%)	5 (10,2%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Establecer canales de apoyo psicológico internos o externos	29 (59,2%)	14 (28,6%)	3 (6,1%)	3 (6,1%)	0 (0,0%)
Establecer políticas de conciliación laboral-familiar (teletrabajo, flexibilidad...)	29 (59,2%)	13 (26,5%)	4 (8,2%)	2 (4,1%)	1 (2,0%)
Evaluaciones periódicas de los riesgos psicosociales	26 (53,1%)	14 (28,6%)	8 (16,3%)	1 (2,0%)	0 (0,0%)
Medición continua del clima laboral	25 (51,0%)	9 (18,4%)	7 (14,3%)	6 (12,2%)	2 (4,1%)
Comunicación transparente y participación del trabajador	17 (34,7%)	15 (30,6%)	12 (24,5%)	4 (8,2%)	1 (2,0%)
Integración de la gestión de los riesgos psicosociales dentro del sistema de gestión de seguridad y salud (ISO 45003 o similar)	13 (26,5%)	19 (38,8%)	14 (28,6%)	2 (4,1%)	1 (2,0%)

de absentismo laboral por TMC según la opinión experta serían la obligatoriedad de disponer de un procedimiento consensuado de retorno al trabajo tras ausencia por motivos de salud mental, la obligatoriedad de formación específica de líderes y mandos de las empresas para reconocer los problemas de salud mental en las empresas, establecer espacios de

conversación para trabajadores y managers de forma periódica, la inclusión de consultas de psicología laboral en los centros de salud pública y por último, disponer de permiso remunerado para el cuidado justificado de personas dependientes.

Discusión

El absentismo laboral se ha consolidado en los últimos años como uno de los indicadores más sensibles del funcionamiento real de las organizaciones. Lejos de ser un fenómeno aislado o atribuible únicamente a decisiones individuales, la evidencia técnica y académica lo define como un problema multidimensional, en el que confluyen factores de salud, organización del trabajo, liderazgo, marco legal y lógica de negocio.

Desde una perspectiva de salud laboral, el absentismo no debería interpretarse únicamente como una ausencia física, sino como un síntoma organizativo.

Los riesgos psicosociales, y en particular el estrés laboral, suponen uno de los problemas de seguridad y salud más complejos, que están en progresivo aumento, y a él se deben aproximadamente la mitad de los días de trabajo perdidos⁽¹⁸⁾. Sin embargo, la mayor parte de los estudios sobre el absentismo laboral por patología mental, se basan únicamente en un análisis para identificar los elementos y componentes esenciales para cuantificar el impacto de los TMC en el ámbito laboral.

El objetivo de esta investigación es promover acciones y estrategias que permitan intervenir en la reducción de los índices de absentismo por problemas mentales en la población activa, prevenir el deterioro de la salud y mejorar el bienestar psicológico de las personas trabajadoras. Para ello, sobre la base del criterio experto, se han propuesto 8 objetivos estratégicos o dimensiones cualitativas y diferentes acciones para cada uno de ellos, sometiéndose dicha propuesta a votación en doble ronda por un grupo multidisciplinar de profesionales según pautas del método Delphi.

La investigación cualitativa aplicada a los sistemas de salud ha sido considerada como un medio óptimo de sintetizar informaciones, mediante el consenso entre expertos, en los casos en que la literatura no ofrece suficiente información o ésta resulta inadecuada para la toma de decisiones⁽¹⁹⁾. En el ámbito específico de la salud laboral, el

método Delphi se ha venido utilizando como una herramienta de investigación cualitativa orientada fundamentalmente al mundo académico, sobre todo para la definición de prioridades en el campo de la investigación^(20,21).

A pesar de que los resultados reflejan el consenso logrado entre un grupo de expertos relativamente amplio (49 personas), desde el punto de vista metodológico la muestra no tiene pretensión de representatividad sobre el conjunto de los profesionales relacionados con de la seguridad y la salud en España, ya que no se trata de una muestra aleatoria sino seleccionada de forma individual en base a criterios de experiencia. No obstante, tal como señala Lavicoli S, la parte más delicada de un Delphi es la selección de los participantes⁽²²⁾, por lo que se ha tenido especial cuidado en diseñar un procedimiento que minimizara sesgos y garantizara resultados fiables.

Las intervenciones psicosociales facilitan el retorno al trabajo saludable y sostenible. Sin embargo, para que esto suceda, estas deben dirigirse no solo al individuo con incapacidad para trabajar, sino también a la interacción de este con su lugar de trabajo^(23,24). Es un error habitual de muchas empresas el medicalizar el problema o individualizarlo, ofreciendo básicamente programas de resiliencia, talleres de mindfulness o campañas motivacionales que no cuestionan la organización del trabajo. La evidencia es clara: estas medidas, aisladas, tienen un impacto limitado si no se revisan factores estructurales como la carga de trabajo, los turnos, los objetivos, el estilo de mando o la autonomía real. De ahí la importancia de los factores organizacionales y factores personales relacionados con el trabajo predictivos de la ausencia como del retorno al trabajo por trastornos mentales comunes^(25,26).

Según el panel de expertos, son cuatro los principales factores que impiden a las personas trabajadoras que busquen ayuda para los problemas de salud mental. La mala accesibilidad a los servicios de salud mental, el elevado coste de los servicios de salud mental privados, la

estigmatización de los TMC y, finalmente, los bajos niveles de conocimientos sobre salud mental. Según la última edición del Atlas de Salud Mental de la OMS de 2024⁽²⁷⁾, a pesar de la mayor atención prestada a la salud mental en los últimos años, aún no se ha traducido en una ampliación de los servicios de atención de salud mental de calidad que se ajusten a las necesidades, y solo un 25% de los países cumplen criterios de integración de la salud mental en la atención primaria. España tiene solo 5,4 psicólogos por cada 100.000, muy lejos del umbral adecuado para una buena atención psicológica a la población que se sitúa en 20 psicólogos cada 100.000 habitantes⁽²⁸⁾.

El clima, como realidad psicosocial, se nutre de las interacciones entre los individuos y la organización, y es el mediador entre los procesos organizacionales y los comportamientos de los trabajadores. Por ello, el clima organizacional puede tener una repercusión sustancial en el bienestar psicológico de los trabajadores, y este nivel de bienestar generado por el trabajo influirá no sólo en su comportamiento sino también en su vida familiar y social. El ambiente de trabajo o clima laboral percibido por los empleados se asocia tanto con la satisfacción laboral como con algunas dimensiones del bienestar psicológico⁽²⁹⁾. Desde una perspectiva económica, se dispone de datos sólidos que indican un retorno de la inversión en el nivel de promoción de la salud mental en el lugar de trabajo. Diferentes estudios de revisión⁽³⁰⁾ muestran la eficacia de la gestión de riesgos psicosociales. Los beneficios de la inversión en programas de promoción de la salud mental están estimados según el estudio realizado por Deloitte en 1,62 dólares anuales por cada dólar invertido, alcanzando los 2,18 dólares en las empresas con programas en marcha durante tres o más años⁽³¹⁾. Sin embargo, la mayor parte de la literatura económica existente se ha centrado en el caso de las intervenciones dirigidas a los individuos en lugar de intervenciones a nivel organizacional. Los modelos de éxito demuestran que proteger la salud psicosocial de las personas va más allá de cumplir la legislación. Es una

cuestión ética y entraría en el ámbito de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC), con lo que debe buscar sinergias con este tipo de enfoques voluntarios en las empresas.

La formación en liderazgo saludable (gestión emocional, comunicación, etc.) ocupa el primer nivel de importancia según el 91,9% de los expertos dentro de las estrategias preventivas basadas en evidencia para reducir los índices de absentismo derivado de TMC en las organizaciones. En este sentido, algunos autores señalan también que el liderazgo transformacional reduce la posibilidad de que sus empleados abandonen la compañía y se reduce la intención de abandono cuando existe un alto nivel de compromiso afectivo⁽³²⁾.

Asimismo, los programas de prevención del estrés, el establecimiento de canales de apoyo psicológico internos o externos, junto a políticas de conciliación laboral-familiar (teletrabajo, flexibilidad...) y las evaluaciones periódicas de los riesgos psicosociales y el clima laboral, constituyen según una mayoría suficiente de los expertos (69-4-89,8%) los principales elementos o acciones que conformarían una estrategia de éxito para reducir los niveles de absentismo laboral por TMC en las organizaciones.

Dichas medidas, tal como indican diferentes autores^(33,34,35), se corresponden tanto con medidas de intervención primarias dirigidas a la organización para modificar o eliminar las fuentes de estrés, como medidas de intervención secundarias de detección de grupos de riesgo para limitar el deterioro (formación y recursos de afrontamiento), o de intervención terciaria, dirigidas al trabajador para su recuperación y rehabilitación y minimizar los efectos de los riesgos psicosociales.

Como las limitaciones metodológicas del estudio para tener en cuenta, destaca el carácter cerrado del cuestionario ya que, a pesar de haber sido construido por profesionales expertos del grupo nominal, podría haber condicionado en exceso la reflexión del panel de expertos.

Como conclusiones de la investigación hay que destacar que la ponderación entre las acciones

propuestas ha merecido un consenso superior al 80% así como en el orden de importancia concedido a los objetivos correspondientes, lo que ha permitido proponer una lista de ocho acciones prioritarias para una estrategia de éxito frente al absentismo laboral por Trastornos Mentales Comunes,

Agradecimientos

Agradecer la participación durante las diferentes fases del proyecto al panel de expertos (por orden alfabético): Francisco Javier Agudo Lora, Asier Arriaga, José Ramón Azcona Castellot, María del Carmen Bellido Cambren, Marta Luz Blanco Rad, Juan Luis Cabanillas Moruno, Daniela Campos, Javier Cantera Herrero, Beatriz Calvo Cerrada, Carlos Catalina Romero, Antonio Cirujano González, Houria Ech Chaibi El Hidaoui, María Isabel Cobreros Ramos, Ambar Deschamps Perdomo, Simón Dolan, Natalia Fernández Laviada, Jorge Gabriel Cutuli, Mariano García Izquierdo, Ramona García-Macià, María Pedro R. Gil-Monte, María del Rosario Gutiérrez Labrador, Alejandro Hernández Gallego, Luis Hernández Herrero, María Concepción Ibáñez García, Sonia Latorre Cazaña, José Rafael Lobato Cañón, Ángeles López, Sergio López Besnard, Araceli López Guillen García Alonso, Francisco Javier Llana Álvarez, Gianluca Manuli Calameonte, Luis Mazon Cuadrado, Araceli Navarro Sahuquillo, Carmen Otero Sierra, Ventura Pérez Mira, Juan Antonio Pestaña Blanca, Rosa Teresa Quiles Moliner, Fermín Salvador Rodríguez Laguna, Pablo Romero Blanco, Mireya Rifá Fabregat, Juan Rivera Mata, Marina Romeo, Juan Carlos Rueda Garrido, Carlos Ruiz Frutos, María Sabater Molina, J. Ramon San Sebastián Rubayo, Silvia Santo Domino, Jorge Soriano Martínez, Juan José Veramartinez, María Villaplana García.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ninguna relación comercial que pueda suponer un conflicto de

intereses en conexión con el presente artículo. Proyecto de investigación ha sido financiado mediante la resolución del Instituto Andaluz de Prevención de Riesgos Laborales de concesión de subvenciones en régimen de concurrencia competitiva para proyectos de investigación innovadores en materia de prevención de riesgos laborales, convocadas para el ejercicio 2025 mediante Resolución de 8 de mayo de 2025. (10 de noviembre de 2025)

Bibliografía

1. The top five workplace safety priorities for 2021. [citado 12 ene 2026]. Disponible en: <https://www.consultancy.uk/news/26922/the-top-five-workplace-safety-priorities-for-2021>
2. Garrido-Larrea P, Ansoleaga-Moreno E, Tomicic-Suñer A et al. Afecciones de Salud Mental y el Proceso de Retorno al Trabajo: Una revisión sistemática. *Cien Trab.* 2013;15(48):105-13. DOI: 10.4067/S0718-24492013000300002.
3. OSH Pulse 2022 - La salud y la seguridad en el trabajo con posterioridad a la pandemia. [citado 18 mar 2026]. Disponible en <https://osha.europa.eu/es/facts-and-figures/osh-pulse/post-pandemic>
4. Agencia Europea de Seguridad y Salud. Riesgos psicosociales y salud mental en el trabajo. [citado 18 mar 2026]. Disponible en: <https://osha.europa.eu/es/themes/psychosocial-risks-and-mental-health>
5. Ruiz-Rodríguez, P., Cano-Vindel, A., Navarro, R.M., Medrano, J.A., Moriana, J.A. et al. Impacto económico y carga de los trastornos mentales comunes en España: una revisión sistemática y crítica. *Ansiedad y Estrés*, 23(2), 118-23. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/J.ANYES.2017.10.003>
6. Oliva-Moreno, J., López-Bastida, J., Montejo-González, A. The socioeconomic cost of mental illness in Spain. *The European Journal of Health Economics: HEPAC: Health Economics in Prevention and Care*, 10(4), 361-9. Disponible en <http://doi.org/10.1007/S10198-008-0135-0>
7. Stewart, W.F., Ricci, J.A., Chee, E. C. Cost of lost productive work time among US workers

- with depression. 2003. JAMA, 289(23), 3135-44. Disponible en <http://doi.org/10.101/JAMA.289.23.3135>
8. Ronnie Goetzel et al., "Health, absence, disability, and presenteeism cost estimates of certain psychical and mental health conditions affecting U.S. employers," Journal of Occupational and Environmental Medicine 46, no. 4 (2004): pp. 398-412.
9. CSA Group and Bureau de normalisation du Québec, Psychological health and safety in the workplace Prevention, promotion, and guidance to staged implementation, January 2013
10. Pim Cuijpers et al., "How effective are cognitive behavior therapies for major depression and anxiety disorders? A meta-analytic update of the evidence," World Psychiatry 15, no. 3 (2016): p. 245.
11. Estrategia Española de Salud y Seguridad en el Trabajo (2023-2027). Junio 2023 [citado 18 mar 2026]. [citado 12 ene 2026]. Disponible en: <https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/documentos-tecnicos/estrategia-espa%C3%B1ola-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-2023-2027>
12. Leka, S. Cox, T. (EDS.). PRIMA-EF. Guidance on the European Framework for Psychosocial Risk Management. A resource for employers and worker representatives. Protecting Workers' Health Series: 9. WHO, 2008. Accesible en: http://www.prima-ef.org/uploads/1/1/0/2/11022736/prima-ef_brochure_english.pdf
13. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. NTP 1.056. PRIMA-EF: marco europeo para la gestión del riesgo psicosocial. (2015)
14. Hasson F, Keeney S, McKenna H. Research guideliness for the Delphy survey technique. J Adv Nurs. 2000;32849.1008-1015.
15. Jorm, AF. Using the Delphi expert consensus method in mental health research. Aust N Z J Psychiatry., 49 (2015), pp. 887-897 <http://dx.doi.org/10.1177/0004867415600891>
16. Diamond, R.C. Grant, B.M. Feldman, P.B. Bencharz, S.C. Ling, A.M. Moore, et al. Defining consensus: A systematic review recommends methodologic criteria for reporting of Delphi studies. J Clin Epidemiol., 67 (2014), pp. 401-409 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclinepi.2013.12.002>
17. Peiró S, Portella E. El grupo nominal en el entorno sanitario. Valencia: Escuela Valenciana de Estudios en Salud; 2003.
18. Ministerio de Trabajo y Economía Social. Criterio técnico 104/2021, sobre actuaciones de la inspección de trabajo y seguridad social en riesgos psicosociales. Disponible en: https://oeitss.gob.es/content/dam/oeitss/documentos/4-0-informaci%C3%B3n-y-normativa/4-1-a-criterios-t%C3%A9cnicos/CT_104_21.pdf
19. Jones J, Hunter D. Qualitative research: consensus methods for medical and health services research. BMJ. 1995;311:376-380.
20. Humphrey-Murto, S., Varpio, L., Gonsalves, C., Wood, TJ. Using consensus group methods such as Delphi and Nominal Group in medical education research. Med Teach., 39 (2017), pp. 14-19 <http://dx.doi.org/10.1080/0142159X.2017.1245856>
21. McMillan, SS., King, M., Tully, MP. How to use the nominal group and Delphi techniques. Int J Clin Pharm., 38 (2016), pp. 655-662 <http://dx.doi.org/10.1007/s11096-016-0257-x>
22. Lavicoli S, Marinaccio A, Vonesch N, Ursini CL, Grandi C, Palmi S. Research priorities in occupational health in Italy. Occup Environ. Med. 2001;58:325-329
23. Betancourt GP, Brand AC. Revisión Sistemática-Intervenciones en el proceso de Retorno al trabajo en los trastornos Mentales Comunes. Med Segur Trab (Internet). 2021;67(264): 212-231. doi:10.4321/s0465-546x2021000300006
24. Villaplana-García, MD, F, García-Izquierdo M, Meseguer P. Una revisión de los modelos de gestión de la ausencia y el retorno al trabajo desde el enfoque psicológico. Trabajo: revista andaluza de relaciones laborales. 2013; 28:55-67
25. Villotti P, Gragnano A, Larivière C, Negrini A, Dionne CE, Corbière M.J. Tools Appraisal of Organizational Factors Associated with Return-to-Work in Workers on Sick Leave Due to Musculoskeletal and Common Mental Disorders: A Systematic Search and Review. Occup Rehabil.

- 2021 Mar;31(1):7-25. doi: 10.1007/s10926-020-09902-1.
26. Gragnano A, Villotti P, Larivière C et al. A Systematic Search and Review of Questionnaires Measuring Individual psychosocial Factors Predicting Return to Work After Musculoskeletal and Common Mental Disorders. *J Occup Rehabil.* 2021 Sep;31(3):491-511. doi: 10.1007/s10926-020-09935-6.
27. OMS. Mental Health Atlas 2024. Disponible en <https://iris.who.int/server/api/core/bitstreams/5897b3c7-2848-47a7-ba22-0a7902342a81/content>
28. Fundación CIVIO. Listas de espera para el psicólogo en España. Disponible en: <https://datos.civio.es/dataset/listas-de-espera-para-el-psicologo-en-espana/>
29. Romero, J.M. Clima laboral y bienestar psicológico en una empresa pública. *Arch Prev Riesgos Labor* 2001;4(1):17-23
30. Swenneke G. Van den Heuvel, S.G., Bakhuys Roozeboom, M. Management of psychosocial risks in European workplaces - evidence from the second European survey of enterprises on new and emerging risks (ESENER-2) Management of psychosocial risks in European workplaces - evidence from the second European survey of enterprises on new and emerging risks (ESENER-2) - OSHwiki | European Agency for Safety and Health at Work
31. Chapman, S. Kangasniemi, A., Maxwell, L. The ROI in workplace mental health programs: Good for people, good for business A blueprint for workplace mental health programs (DELOITTE 2019). Disponible en : https://www.deloitte.com/content/dam/insights/articles/2024/ca22901_blueprint-for-workplace-mental-health/di-blueprint-for-workplace-mental-health.pdf
32. Mañas.Rodriguez MA, Díaz-Fuster PA, Llopis-Marin-Jetal.Relationshipbetweentransformational leadership, affective commitment and turnover intention of workers in a multinational company. *International Journal of Social Psychology.* 2019. DOI:10.1080/02134748.2019.1682292
33. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. NTP 1.045. Salud mental: etapas para su promoción en la empresa
34. Umivale-Activa. Buenas prácticas preventivas para abordar la salud mental en el trabajo. 2024. [buenas_practicas_preventivas_para_abordar_la_salud_mental_en_entorno_laboral.pdf](#)
35. Bernardo Moreno-Jiménez, B., Báez-León, C. Factores y riesgos psicosociales, formas, consecuencias, medidas y buenas prácticas. 2010. NIPO 792-11-088-1. Disponible en : <https://www.insst.es/documents/94886/96076/Factores+y+riesgos+psicosociales,+formas,+consecuencias,+medidas+y+buenas+pr%C3%A1cticas>

Fenotipos audiométricos específicos por frecuencia en tamizaje ocupacional: alteración aislada de alta frecuencia y compromiso de frecuencias conversacionales

Víctor Juan Vera-Ponce⁽¹⁾

¹Facultad de Medicina (FAMED), Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), Chachapoyas, Amazonas, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4075-9049>

Correspondencia:

Víctor Juan Vera-Ponce

Dirección postal: Facultad de Medicina (FAMED),
Universidad Nacional Toribio Rodríguez de
Mendoza de Amazonas (UNTRM).
Calle Higos Urco N.º 342-350-356,
Chachapoyas, Amazonas, Perú

Correo electrónico: victor.vera@untrm.edu.pe

La cita de este artículo es: Víctor Juan Vera-Ponce. Fenotipos audiométricos específicos por frecuencia en tamizaje ocupacional: alteración aislada de alta frecuencia y compromiso de frecuencias conversacionales. Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2026; 35(3):308-324

RESUMEN.

Antecedentes: La audiometría ocupacional suele resumirse como hipoacusia presente o ausente, aunque los umbrales por frecuencia permiten reconocer patrones clínicamente más informativos.

Objetivos: Caracterizar fenotipos audiométricos específicos por frecuencia en trabajadores sometidos a tamizaje ocupacional.

Material y Métodos: Estudio transversal de registros secundarios. Se incluyeron 1439 adultos con audiometría tonal aérea bilateral válida entre 500 y 6000 Hz. Se definieron tres fenotipos mutuamente excluyentes y se estimaron prevalencias y probabilidades marginales ajustadas por edad, sexo y grupo ocupacional mediante regresión multinomial.

Resultados: El 59,1% no presentó alteración, el 21,3% mostró alteración aislada de alta frecuencia y el 19,5% compromiso conversacional. La alteración de alta frecuencia, con independencia

FREQUENCY-SPECIFIC AUDIOMETRIC PHENOTYPES IN OCCUPATIONAL SCREENING: ISOLATED HIGH-FREQUENCY IMPAIRMENT AND SPEECH-FREQUENCY INVOLVEMENT

ABSTRACT

Background: Occupational audiometry is often reduced to hearing loss present or absent, although frequency-specific thresholds can identify more informative patterns.

Objectives: To characterize frequency-specific audiometric phenotypes among workers undergoing occupational screening.

Material and Methods: Cross-sectional study of secondary records. We included 1,439 adults with valid bilateral air-conduction pure-tone audiometry from 500 to 6,000 Hz. Three mutually exclusive phenotypes were defined, and prevalence estimates and marginal probabilities adjusted for age, sex, and occupational group were obtained using multinomial regression.

del compromiso conversacional, alcanzó 37,0%. El compromiso conversacional predominó a edades mayores.

Conclusiones: Los fenotipos por frecuencia identifican patrones que una clasificación binaria no capta. Los resultados son descriptivos y no demuestran causalidad ocupacional por ruido.

Palabras clave: Audiometría de Tonos Puros; Pérdida Auditiva; Pérdida Auditiva de Alta Frecuencia; Salud Laboral; Estudios Transversales.

Results: No impairment was observed in 59.1%, isolated high-frequency impairment in 21.3%, and speech-frequency involvement in 19.5%. High-frequency impairment, irrespective of speech-frequency involvement, affected 37.0%. Speech-frequency involvement predominated at older ages.

Conclusions: Frequency-specific phenotypes identify patterns not captured by a binary classification. These descriptive findings do not demonstrate occupational causation by noise.

Key words: Audiometry; Pure-Tone; Hearing Loss; Hearing Loss; High-Frequency; Occupational Health; Cross-Sectional Studies.

Fecha de recepción: 29 de abril de 2026

Fecha de aceptación: 4 de septiembre de 2026

Introducción

La pérdida auditiva es una condición frecuente y con impacto funcional, social y económico. En 2019, el Global Burden of Disease estimó que 1.57 mil millones de personas vivían con algún grado de pérdida auditiva, equivalente a aproximadamente una quinta parte de la población mundial, y proyectó un incremento sustantivo para 2050⁽¹⁾. La Organización Mundial de la Salud ha señalado que más de 430 millones de personas requieren rehabilitación por pérdida auditiva discapacitante y que la mayor carga se concentra en países de ingresos bajos y medianos, donde el acceso a detección, rehabilitación y dispositivos auditivos sigue siendo insuficiente⁽²⁾.

En adultos en edad laboral, la pérdida auditiva no es solo un problema sensorial. Puede afectar

la comunicación, la seguridad durante tareas de riesgo, la interacción social, el desempeño laboral y la necesidad de rehabilitación. La exposición a ruido intenso sigue siendo uno de los factores modificables más relevantes en el trabajo; sin embargo, la magnitud del problema no depende únicamente de la exposición sonora, sino también de edad, susceptibilidad individual, condiciones clínicas, exposición extralaboral y calidad de los programas de conservación auditiva⁽³⁾. Por ello, la evaluación audiométrica ocupacional tiene utilidad como herramienta de vigilancia, pero su interpretación exige distinguir entre patrones compatibles con daño auditivo y causalidad ocupacional demostrada.

En América Latina, la evidencia sobre alteraciones auditivas en trabajadores continúa siendo heterogénea y con frecuencia se concentra en

sectores específicos, como minería, manufactura o actividades con exposición sonora evidente. Una revisión sistemática sobre pérdida auditiva y exposición laboral a ruido en minería identificó estudios observacionales con limitaciones metodológicas relevantes y concluyó que, aunque existe asociación entre ruido ocupacional y pérdida auditiva en ese sector, la calidad y consistencia de la evidencia restringen la fuerza de las inferencias⁽⁴⁾. Un estudio transversal publicado en la Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo entre 432 trabajadores del sector alimentos de Bogotá estimó una prevalencia de hipoacusia de 8,8% y describió asociaciones con variables laborales y clínicas⁽⁵⁾. En contextos locales, donde la audiometría ocupacional suele producirse como parte de evaluaciones rutinarias, persiste una oportunidad analítica poco explotada: describir los umbrales por frecuencia y por oído, en lugar de reducir toda la información a una clasificación binaria de hipoacusia.

La clasificación binaria de pérdida auditiva puede ser insuficiente cuando se dispone de audiometría tonal por frecuencia. En particular, la distinción entre alteración aislada de alta frecuencia y compromiso de frecuencias conversacionales permite separar patrones con distinta interpretación funcional. Las frecuencias altas pueden mostrar alteraciones tempranas o subclínicas, mientras que el compromiso de 500, 1000 y 2000 Hz se aproxima más a dificultades en la audición de sonidos conversacionales. Además, la bilateralidad, la asimetría interaural y los patrones notch-like aportan información adicional, siempre que no se interpreten como diagnóstico etiológico sin mediciones individuales de exposición a ruido ni audiogramas seriados.

En este contexto, el presente estudio aporta una caracterización fenotípica de audiometrías ocupacionales usando umbrales específicos por frecuencia y por oído. El objetivo fue caracterizar fenotipos audiométricos específicos por frecuencia en trabajadores evaluados mediante tamizaje ocupacional, con énfasis en

alteración aislada de alta frecuencia, compromiso de frecuencias conversacionales, bilateralidad, asimetría interaural y distribución según edad, sexo y grupo ocupacional. Es importante detallar que el propósito no fue estimar hipoacusia ocupacional inducida por ruido, sino describir patrones audiométricos de tamizaje que puedan orientar vigilancia, análisis epidemiológico y futuras investigaciones con medición directa de exposición acústica.

Material y Métodos

Diseño del estudio

Se realizó un estudio observacional transversal a partir de registros secundarios de evaluaciones médicas ocupacionales. La unidad de análisis fue el trabajador evaluado con audiometría tonal aérea. El objetivo analítico fue caracterizar fenotipos audiométricos de tamizaje por frecuencia y describir su distribución según edad, sexo y grupo ocupacional. El manuscrito se preparó siguiendo las recomendaciones STROBE para estudios observacionales transversales⁽⁶⁾.

Fuente de datos y población de estudio

La fuente de datos correspondió a una base institucional de evaluaciones de salud ocupacional. Los registros incluyeron información sociodemográfica, puesto de trabajo, antecedentes conductuales, mediciones antropométricas, presión arterial, variables clínicas disponibles y umbrales audiométricos por frecuencia y oído. No se dispuso de mediciones individuales de exposición a ruido, duración acumulada de exposición, uso de protección auditiva, antecedentes otológicos detallados, audiogramas basales ni audiogramas seriados.

Se consideraron elegibles los trabajadores de 18 años o más. La muestra analítica primaria se restringió a trabajadores con umbrales audiométricos válidos en ambos oídos para 500, 1000, 2000, 3000, 4000 y 6000 Hz. Estas frecuencias se utilizaron como núcleo analítico porque corresponden al conjunto mínimo

empleado en estándares de vigilancia audiométrica ocupacional, en los que los umbrales deben medirse por oído en 500, 1000, 2000, 3000, 4000 y 6000 Hz⁽⁷⁾. Las frecuencias de 250 y 8000 Hz no fueron criterio de inclusión del análisis primario para evitar que frecuencias no necesarias para la definición principal redujeran innecesariamente la muestra. La frecuencia de 8000 Hz se reservó para el análisis secundario del patrón notch-like. Se excluyeron del análisis primario los registros con edad faltante, edad menor de 18 años o audiometría incompleta o inválida en cualquiera de las frecuencias centrales del análisis. No se imputaron umbrales audiométricos faltantes para construir el desenlace, debido a que la imputación de valores por frecuencia podría generar fenotipos derivados que no fueron observados directamente.

Alcance inferencial

El análisis fue diseñado para describir fenotipos audiométricos específicos por frecuencia, no para estimar hipoacusia ocupacional inducida por ruido ni desplazamiento auditivo longitudinal. Esta restricción se definió antes de la interpretación de los resultados porque la base no contenía dosimetría individual ni audiogramas seriados. La definición regulatoria de standard threshold shift requiere comparar el promedio de 2000, 3000 y 4000 Hz con un audiograma basal, información que no estuvo disponible en esta base⁽⁷⁾. Además, aunque NIOSH reconoce 85 dBA como límite recomendado para exposición ocupacional promedio de 8 horas, la base no permitió clasificar a los trabajadores según ese umbral a nivel individual⁽⁹⁾. Por ello, las estimaciones se interpretaron como asociaciones y distribuciones transversales de fenotipos audiométricos de tamizaje.

Variables audiométricas y control de calidad

Los umbrales audiométricos se analizaron en dB HL para oído derecho y oído izquierdo. Antes de construir las variables derivadas, se aplicó una regla de control de calidad a nivel de frecuencia

y oído: los valores menores de -10 dB HL o mayores de 120 dB HL se consideraron inválidos y fueron tratados como faltantes. Esta regla buscó evitar que valores extremos, compatibles con error de digitación o registro no interpretable, determinaran la clasificación fenotípica. Un trabajador fue excluido de la muestra primaria solo cuando el valor faltante o inválido afectó alguna frecuencia central requerida para el desenlace principal.

Para mantener una unidad analítica individual, los oídos no se modelaron como observaciones independientes. Las definiciones principales se basaron en la presencia de alteración en cualquier oído o en el peor oído, según correspondiera. Esta decisión evitó pseudo-replicación, ya que las mediciones de ambos oídos pertenecen al mismo trabajador y no son estadísticamente independientes.

Desenlace principal

El desenlace principal fue un fenotipo audiométrico mutuamente excluyente de tres niveles: sin alteración en frecuencias clave, alteración aislada de alta frecuencia y compromiso de frecuencia conversacional. La categoría sin alteración se definió por ausencia de umbrales mayores de 25 dB HL en 500, 1000, 2000, 3000, 4000 o 6000 Hz en ambos oídos. La alteración aislada de alta frecuencia se definió como al menos un umbral mayor de 25 dB HL en 3000, 4000 o 6000 Hz en cualquier oído, sin umbrales mayores de 25 dB HL en 500, 1000 o 2000 Hz. El compromiso de frecuencia conversacional se definió como al menos un umbral mayor de 25 dB HL en 500, 1000 o 2000 Hz en cualquier oído, con o sin alteración concomitante de alta frecuencia. La jerarquía del desenlace asignó a los trabajadores con alteración conversacional a la categoría de compromiso de frecuencia conversacional, aun cuando también tuvieran alteración de alta frecuencia. Esta decisión evitó solapamientos y preservó una distinción funcional entre alteración limitada a frecuencias altas y alteración que alcanza frecuencias conversacionales. El punto

de corte primario mayor de 25 dB HL se usó como definición pragmática de tamizaje para favorecer especificidad frente a alteraciones puntuales. Como sensibilidad, se utilizó un punto de corte mayor de 20 dB HL, consistente con la definición de audición normal de 20 dB o menos descrita por la Organización Mundial de la Salud⁽⁸⁾.

Desenlaces secundarios

Los desenlaces secundarios incluyeron alteración de alta frecuencia, bilateralidad, asimetría interaural y patrón notch-like. La alteración de alta frecuencia se definió como al menos un umbral mayor de 25 dB HL en 3000, 4000 o 6000 Hz en cualquier oído, independientemente de las frecuencias conversacionales. La bilateralidad se definió cuando el criterio correspondiente se cumplió simultáneamente en oído derecho e izquierdo. La asimetría interaural primaria se definió como una diferencia absoluta de al menos 15 dB entre oído derecho e izquierdo en una o más frecuencias centrales. Como definición más específica, se evaluó la diferencia absoluta de al menos 15 dB entre los promedios de 3000, 4000 y 6000 Hz de ambos oídos.

El patrón notch-like se evaluó como análisis secundario y no como criterio diagnóstico de hipoacusia inducida por ruido. La definición conservadora requirió, en al menos un oído, un máximo umbral en 3000, 4000 o 6000 Hz mayor de 25 dB HL, al menos 10 dB peor que el promedio de 1000 y 2000 Hz, y una recuperación relativa de al menos 10 dB en 8000 Hz. Se evaluaron definiciones alternativas de notch-like para determinar la sensibilidad de la prevalencia a los criterios operacionales.

Covariables y clasificación ocupacional

Las covariables principales fueron edad, sexo y grupo ocupacional. La edad se describió en categorías de 18 a 29, 30 a 39, 40 a 49, 50 a 59 y 60 años o más. En los modelos ajustados, la edad se incorporó como variable continua mediante spline cúbico restringido con 3 grados de libertad, porque la relación entre edad y fenotipo podía

ser no lineal y las categorías de edad introducen puntos de corte arbitrarios. El sexo se incluyó como covariable de ajuste en los modelos primarios.

El grupo ocupacional se derivó de la variable textual de puesto mediante un diccionario reproducible. Los textos fueron normalizados y luego agrupados en categorías amplias: operativo/manual general, construcción/mantenimiento/instalación, transporte/equipos, almacén/logística/despacho, administrativo/técnico/profesional y no clasificado/vacío/otro. La agrupación se realizó para reducir inestabilidad por celdas pequeñas y errores ortográficos del texto libre. Esta variable se interpretó como descriptor ocupacional, no como medición de exposición a ruido.

El índice de masa corporal, tabaquismo, consumo de alcohol, presión arterial, glucosa y diabetes se utilizaron para descripción de la muestra y análisis secundarios. No se incorporaron al modelo principal porque el objetivo primario fue describir fenotipos audiométricos y su distribución demográfica y ocupacional, no estimar un efecto etiológico de una exposición específica. Además, algunas variables clínicas pudieron tener disponibilidad condicionada por decisiones de evaluación ocupacional y no necesariamente por un proceso aleatorio. Para evaluar estabilidad, se especificaron análisis expandidos con covariables clínicas disponibles.

Análisis estadístico

Las variables continuas se resumieron mediante media y desviación estándar, y mediante mediana y rango intercuartílico cuando fue informativo. Las variables categóricas se resumieron con frecuencias absolutas y porcentajes. Las prevalencias de fenotipos y rasgos secundarios se estimaron con intervalos de confianza del 95% mediante el método de Wilson. La comparación entre trabajadores incluidos y excluidos se realizó con diferencias estandarizadas, debido a que los valores p pueden sobredimensionar diferencias triviales cuando el tamaño muestral es amplio.

El análisis descriptivo de los umbrales audiométricos utilizó el peor oído por individuo para las curvas principales, con el fin de mantener coherencia con la definición del desenlace basada en cualquier oído. Los análisis por oído derecho e izquierdo se trataron como complementarios para examinar lateralidad y asimetría, no como análisis primarios independientes.

El modelo principal fue una regresión multinomial nominal para el fenotipo audiométrico de tres niveles, con la categoría sin alteración como referencia. Este modelo se eligió porque los fenotipos son mutuamente excluyentes pero no estrictamente ordinales; un modelo ordinal habría impuesto un supuesto de orden y de odds proporcionales difícil de justificar. Tampoco se eligió un desenlace binario único como análisis principal, porque habría mezclado alteración aislada de alta frecuencia y compromiso conversacional, perdiendo la estructura clínica del patrón audiométrico.

El modelo multinomial incluyó edad modelada con spline cúbico restringido, sexo y grupo ocupacional. Los resultados principales del modelo se expresaron como probabilidades marginales ajustadas, estandarizadas a la distribución de covariables de la muestra analítica. Esta forma de presentación se priorizó sobre los coeficientes logarítmicos o razones relativas del modelo, porque los fenotipos fueron frecuentes y las probabilidades marginales son directamente interpretables. Los intervalos de confianza del 95% de las probabilidades marginales se estimaron mediante simulación paramétrica a partir del vector de coeficientes y la matriz de covarianza del modelo, con 1000 extracciones.

Como análisis secundarios, se ajustaron modelos de Poisson con varianza robusta para desenlaces binarios, incluyendo alteración aislada de alta frecuencia, compromiso conversacional, alteración bilateral de alta frecuencia y asimetría interaural. Estos modelos se usaron para estimar razones de prevalencia, medida más interpretable

que las razones de odds cuando los desenlaces son frecuentes. No se consideraron sustitutos del modelo multinomial principal, porque cada desenlace binario colapsa parte de la clasificación fenotípica original⁽¹⁰⁾.

Los análisis de sensibilidad evaluaron la dependencia de los resultados frente a decisiones operacionales discutibles. Se repitieron las prevalencias utilizando umbral mayor de 20 dB HL, promedios tonales en lugar de cualquier frecuencia alterada, bilateralidad obligatoria, exclusión de trabajadores de 60 años o más, restricción a trabajadores con frecuencias completas entre 250 y 8000 Hz, y definiciones alternativas de notch-like. Estos análisis fueron especificados para distinguir cambios atribuibles a la definición operacional de cambios compatibles con el patrón principal observado.

No se imputaron desenlaces audiométricos ni frecuencias faltantes. Los análisis fueron bilaterales y se presentaron intervalos de confianza del 95%. Los valores p se reportaron para modelos secundarios y completos, pero la interpretación se centró en magnitud, dirección y precisión de las estimaciones. Los análisis se realizaron en Python 3.11.8, usando principalmente pandas 1.5.3, NumPy 1.24.0, SciPy 1.14.1, statsmodels 0.13.5 y matplotlib 3.6.3.

Consideraciones éticas

El protocolo de investigación recibió la aprobación del Comité de Ética en Investigación de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Previo al procesamiento estadístico, la información fue anonimizada para garantizar la confidencialidad tanto de los sujetos de estudio como de las empresas involucradas. El trabajo se desarrolló cumpliendo los principios estipulados en la Declaración de Helsinki, así como las directrices de buenas prácticas en investigación sobre salud ocupacional. La base de datos empleada está disponible bajo el identificador 10.6084/m9.figshare.32330487.

Selección de la muestra

De 3674 registros iniciales, se excluyeron 11 por edad faltante y 5 por edad menor de 18 años. Entre los adultos elegibles, 2219 fueron excluidos por audiometría incompleta o inválida en las frecuencias centrales del análisis. La muestra analítica primaria incluyó 1439 trabajadores con audiometría válida en ambos oídos para 500, 1000, 2000, 3000, 4000 y 6000 Hz.

En la comparación entre incluidos y excluidos, la edad media fue 35.5 ± 11.1 años en incluidos y 36.3 ± 11.9 años en excluidos. La proporción de varones fue mayor entre incluidos que entre excluidos, con 93.6% frente a 60.5% y una diferencia estandarizada de 0.785. También se observaron diferencias relevantes en la distribución ocupacional, principalmente en administrativo/técnico/profesional, operativo/manual general y no clasificado/vacío/otro.

Características de la muestra analítica

Las características de la muestra analítica se presentan en la Tabla 1. La edad media fue 35.5 ± 11.1 años y la mediana fue 34.0 años (RIC: 27.0–42.0). El grupo de 18 a 29 años representó 34.5% de la muestra, seguido por 30 a 39 años con 32.9%, 40 a 49 años con 20.8%, 50 a 59 años con 8.8% y 60 años o más con 3.1%.

Entre los trabajadores con sexo registrado, 93.6% fueron varones. El índice de masa corporal medio fue 26.6 ± 3.7 kg/m²; 46.0% tuvo sobrepeso y 17.2% obesidad. El 13.1% reportó tabaquismo y 51.6% consumo de alcohol. La presión arterial alta total estuvo presente en 6.6% y la diabetes en 1.7%. El grupo ocupacional más frecuente fue operativo/manual general, con 59.8%, seguido por construcción/mantenimiento/instalación con 13.0% y administrativo/técnico/profesional con 10.6%.

Calidad de las variables audiométricas

La disponibilidad de variables audiométricas fue similar entre frecuencias y oídos dentro del subconjunto con registros audiométricos. Se identificó un valor fuera de rango en

OI_6000, tratado como inválido según la regla preespecificada de valores menores de -10 dB HL o mayores de 120 dB HL. Los umbrales válidos oscilaron entre 0 y 110 dB HL según frecuencia y oído, excepto un valor de -5 dB HL en OI_4000, considerado dentro del rango plausible.

Fenotipos audiométricos

En la muestra analítica primaria, la ausencia de alteración en frecuencias clave fue el fenotipo más frecuente, con 851 trabajadores, equivalente a 59.1% (IC95%: 56.6–61.7). La alteración aislada de alta frecuencia se observó en 307 trabajadores, equivalente a 21.3% (IC95%: 19.3–23.5), y el compromiso de frecuencia conversacional en 281 trabajadores, equivalente a 19.5% (IC95%: 17.6–21.7). Estos resultados se presentan en la Tabla 2.

La alteración de alta frecuencia, independientemente del compromiso conversacional, estuvo presente en 533 trabajadores, equivalente a 37.0% (IC95%: 34.6–39.6). La alteración bilateral de alta frecuencia se observó en 21.9% y la alteración unilateral en 15.1%. El compromiso conversacional bilateral se observó en 7.6% y el compromiso conversacional unilateral en 11.9%. La asimetría interaural de al menos 15 dB en alguna frecuencia clave se observó en 45.2%, mientras que la asimetría definida por el promedio de altas frecuencias se observó en 4.2%. El patrón notch-like conservador se observó en 21.5% y el patrón notch-like bilateral conservador en 7.7%.

Patrón audiométrico según edad

Las curvas audiométricas por grupo de edad se presentan en la Figura 1. El umbral medio del peor oído aumentó con la edad, especialmente en frecuencias altas. En el grupo de 18 a 29 años, el umbral medio fue 19.7 dB HL en 4000 Hz y 20.1 dB HL en 6000 Hz. En el grupo de 40 a 49 años, los valores correspondientes fueron 28.1 y 26.6 dB HL. En el grupo de 60 años o más, los umbrales medios alcanzaron 44.5 dB HL en 4000 Hz y 47.2 dB HL en 6000 Hz.

En el grupo de 18 a 29 años, la alteración aislada de alta frecuencia fue cercana a 12% tanto en mujeres como en varones. En varones, la alteración aislada de alta frecuencia aumentó de 11.9% en 18 a 29 años a 22.5% en 30 a 39 años, 32.4% en 40 a 49 años y 36.9% en 50 a 59 años. En el grupo de 60 años o más, el compromiso conversacional fue el fenotipo predominante, con 75.0% en mujeres y 70.0% en varones, aunque las estimaciones femeninas se basaron en denominadores pequeños.

El modelo multinomial ajustado mostró una relación no lineal entre edad y fenotipo, presentada en la Figura 2. A los 20 años, las probabilidades ajustadas estimadas fueron 81.1% para ausencia de alteración, 8.2% para alteración aislada de alta frecuencia y 10.6% para compromiso conversacional. A los 40 años, las probabilidades fueron 52.9%, 28.3% y 18.7%, respectivamente. A los 50 años, la probabilidad ajustada de alteración aislada de alta frecuencia fue 34.8% y la de compromiso conversacional fue 33.7%. A los 60 años, el compromiso conversacional fue 58.8%, la alteración aislada de alta frecuencia fue 26.7% y la ausencia de alteración fue 14.5%.

Fenotipos según grupo ocupacional

Las probabilidades marginales ajustadas por grupo ocupacional se presentan en la Tabla 3. En operativo/manual general, la probabilidad ajustada de ausencia de alteración fue 58.0% (IC95%: 54.8–60.7), la de alteración aislada de alta frecuencia fue 21.9% (IC95%: 19.4–24.7) y la de compromiso conversacional fue 20.1% (IC95%: 17.7–23.0). En construcción/mantenimiento/instalación, las probabilidades fueron 60.1% (IC95%: 53.5–66.2), 24.8% (IC95%: 19.3–30.9) y 15.1% (IC95%: 11.0–20.6), respectivamente.

En transporte/equipos, la probabilidad ajustada de ausencia de alteración fue 75.7% (IC95%: 63.6–83.7), con 17.0% (IC95%: 9.9–27.7) para alteración aislada de alta frecuencia y 7.4% (IC95%: 3.1–15.5) para compromiso conversacional. En almacén/logística/despacho,

la probabilidad ajustada de compromiso conversacional fue 27.6% (IC95%: 18.5–38.3). En no clasificado/vacío/otro, esta probabilidad fue 26.4% (IC95%: 19.4–34.6).

Análisis secundarios y de sensibilidad

Al utilizar un umbral mayor de 20 dB HL, la proporción sin alteración disminuyó a 20.2%, mientras que el compromiso conversacional aumentó a 58.0%. La alteración aislada de alta frecuencia con este umbral fue 21.8%. Al utilizar fenotipos basados en promedio tonal del peor oído, la ausencia de alteración fue 71.9%, la alteración aislada de alta frecuencia fue 17.3% y el compromiso conversacional fue 10.8%. Al exigir bilateralidad, la ausencia de alteración fue 76.3%, la alteración aislada de alta frecuencia fue 16.1% y el compromiso conversacional fue 7.6%.

Al excluir trabajadores de 60 años o más, la alteración aislada de alta frecuencia fue 21.5% y el compromiso conversacional fue 17.9%. La restricción a trabajadores con frecuencias completas entre 250 y 8000 Hz produjo resultados similares al análisis primario, con 21.4% para alteración aislada de alta frecuencia y 19.5% para compromiso conversacional.

En los modelos de Poisson con varianza robusta, el sexo femenino se asoció con menor prevalencia de alteración aislada de alta frecuencia frente al resto de fenotipos, con razón de prevalencia de 0.55 (IC95%: 0.30–1.00). En comparación con operativo/manual general, almacén/logística/despacho tuvo una razón de prevalencia de 0.46 (IC95%: 0.22–0.98) para alteración aislada de alta frecuencia frente al resto, y transporte/equipos tuvo una razón de prevalencia de 0.38 (IC95%: 0.16–0.89) para compromiso conversacional frente al resto.

Patrón notch-like

Según la definición utilizada, la prevalencia unilateral o bilateral del patrón notch-like varió entre 18.3% y 27.7%, mientras que la prevalencia bilateral varió entre 6.3% y 10.2%. Con la

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA ANALÍTICA.

Característica	n disponible	Resultado
Tamaño muestral	1439	1439
Edad, años		
media $\pm$ DE	1439	35.5 $\pm$ 11.1
mediana (RIC)	1439	34.0 (27.0–42.0)
IMC, kg/m ²		
media $\pm$ DE	1439	26.6 $\pm$ 3.7
mediana (RIC)	1439	26.2 (24.0–28.8)
Presión sistólica, mmHg		
media $\pm$ DE	1420	109.9 $\pm$ 10.3
mediana (RIC)	1420	110.0 (100.0–120.0)
Presión diastólica, mmHg		
media $\pm$ DE	1419	70.8 $\pm$ 8.9
mediana (RIC)	1419	70.0 (60.0–80.0)
Glucosa, mg/dL		
media $\pm$ DE	1432	92.7 $\pm$ 16.9
mediana (RIC)	1432	92.0 (84.0–99.0)
Colesterol total, mg/dL		
media $\pm$ DE	1088	181.4 $\pm$ 36.2
mediana (RIC)	1088	179.0 (156.0–199.0)
Triglicéridos, mg/dL		
media $\pm$ DE	1088	143.5 $\pm$ 89.7
mediana (RIC)	1088	120.5 (81.8–178.0)
HDL, mg/dL		
media $\pm$ DE	24	47.2 $\pm$ 12.3
mediana (RIC)	24	43.5 (40.8–48.0)
LDL, mg/dL		
media $\pm$ DE	25	95.9 $\pm$ 32.2
mediana (RIC)	25	95.0 (82.0–109.0)
Edad categórica		
18–29	1439	496 (34.5%)
30–39	1439	473 (32.9%)
40–49	1439	299 (20.8%)
50–59	1439	127 (8.8%)
≥ 60	1439	44 (3.1%)

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA ANALÍTICA.

Característica	n disponible	Resultado
Sexo		
Femenino	1437	92 (6.4%)
Masculino	1437	1345 (93.6%)
Categoría IMC		
Bajo peso	1439	4 (0.3%)
Normopeso	1439	525 (36.5%)
Sobrepeso	1439	662 (46.0%)
Obesidad	1439	248 (17.2%)
Fumador		
No	1439	1251 (86.9%)
Sí	1439	188 (13.1%)
Consumo de alcohol		
No	1439	696 (48.4%)
Sí	1439	743 (51.6%)
Presión arterial alta total		
No	1439	1344 (93.4%)
Sí	1439	95 (6.6%)
Diabetes		
No	1432	1408 (98.3%)
Sí	1432	24 (1.7%)
Grupo ocupacional recodificado		
Administrativo/técnico/profesional	1439	152 (10.6%)
Almacén/logística/despacho	1439	68 (4.7%)
Construcción/mantenimiento/instalación	1439	187 (13.0%)
No clasificado/vacío/otro	1439	119 (8.3%)
Operativo/manual general	1439	860 (59.8%)
Transporte/equipos	1439	53 (3.7%)

definición conservadora de caída de al menos 10 dB respecto al promedio de 1000 y 2000 Hz y recuperación de al menos 10 dB en 8000 Hz, la prevalencia unilateral o bilateral fue 21.5% y la bilateral fue 7.7%.

Discusión

Hallazgos principales

En esta población de tamizaje ocupacional, 37.0% de los trabajadores presentó alteración

TABLA 2. PREVALENCIA GLOBAL DE FENOTIPOS Y RASGOS AUDIOMÉTRICOS SECUNDARIOS.

Indicador	n	Denominador	%	IC95%
Sin alteración en frecuencias clave	851	1439	59.1	56.6–61.7
Alteración aislada de alta frecuencia	307	1439	21.3	19.3–23.5
Compromiso de frecuencia conversacional	281	1439	19.5	17.6–21.7
Alta frecuencia alterada (>25 dB en 3000/4000/6000 Hz, cualquier oído)	533	1439	37.0	34.6–39.6
Alta frecuencia bilateral	315	1439	21.9	19.8–24.1
Alta frecuencia unilateral	218	1439	15.1	13.4–17.1
Compromiso conversacional bilateral	110	1439	7.6	6.4–9.1
Compromiso conversacional unilateral	171	1439	11.9	10.3–13.7
Asimetría interaural ≥ 15 dB en alguna frecuencia clave	651	1439	45.2	42.7–47.8
Asimetría PTA altas frecuencias ≥ 15 dB	60	1439	4.2	3.3–5.3
Patrón notch-like conservador	309	1439	21.5	19.4–23.7
Patrón notch-like bilateral conservador	111	1434	7.7	6.5–9.2

FIGURA 1. CURVAS AUDIOMÉTRICAS POR GRUPO DE EDAD, USANDO EL PEOR OÍDO POR INDIVIDUO.

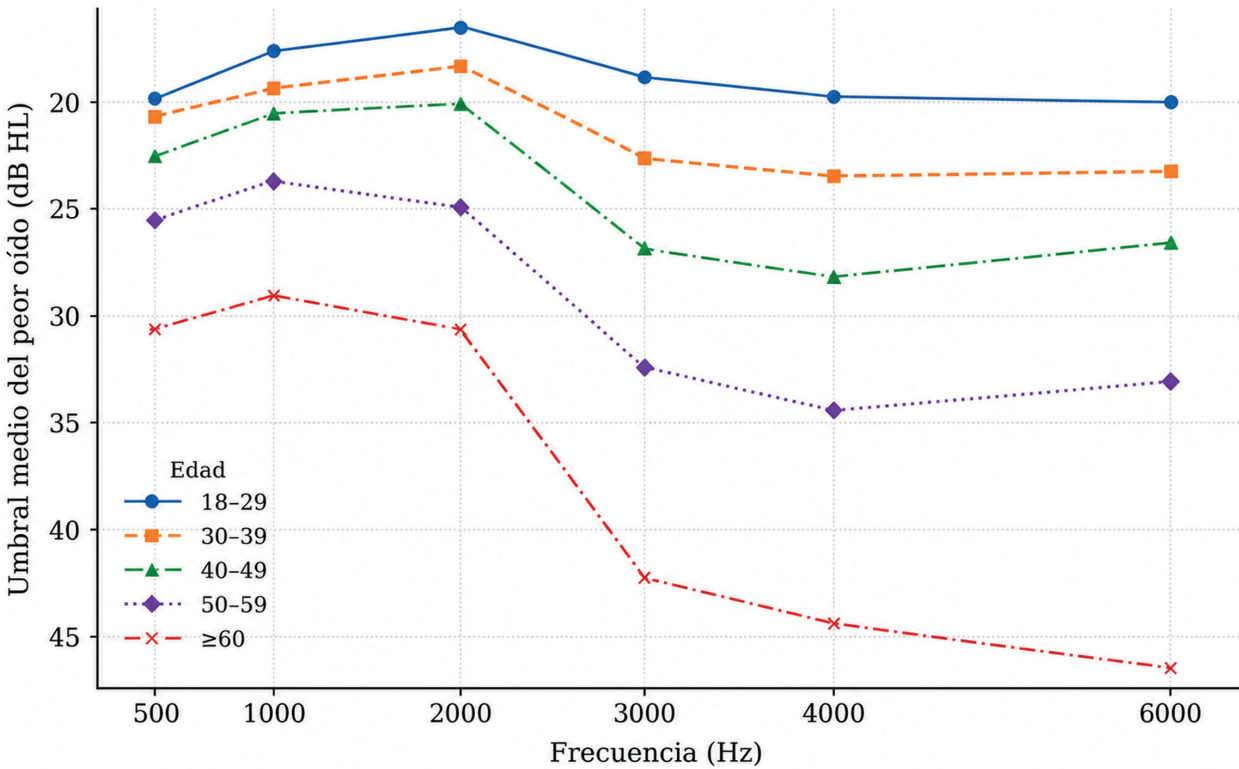
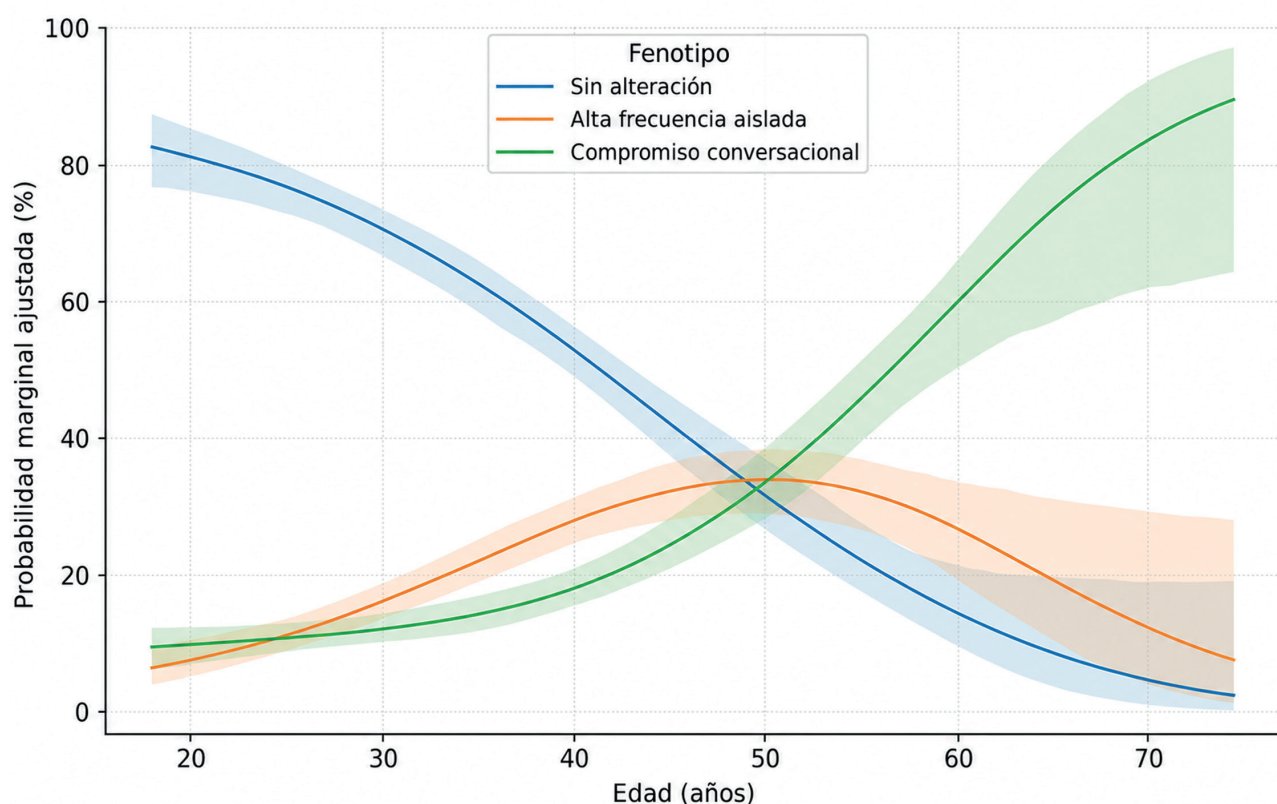


FIGURA 2. PROBABILIDAD MARGINAL AJUSTADA DE FENOTIPO AUDIOMÉTRICO SEGÚN EDAD..



de alta frecuencia y 21.3% tuvo un fenotipo de alteración aislada de alta frecuencia, mientras que 19.5% mostró compromiso de frecuencias conversacionales. El patrón por edad fue no lineal: la alteración aislada de alta frecuencia aumentó hasta edades medias, y el compromiso conversacional predominó en edades mayores. Las diferencias por grupo ocupacional se observaron después del ajuste por edad y sexo, pero deben interpretarse como asociaciones descriptivas basadas en puestos textuales, no como estimaciones causales de exposición ocupacional a ruido. Este encuadre es consistente con el diseño transversal del estudio y con la ausencia de dosimetría individual o audiogramas seriados.

Comparación con otros estudios

La magnitud observada de alteración audiométrica se ubica dentro de un campo de evidencia en el que las estimaciones varían ampliamente por definición de desenlace, población, frecuencia analizada y nivel de exposición. A escala global, Nelson y colaboradores estimaron que 16% de la pérdida auditiva discapacitante en adultos era atribuible al ruido ocupacional, con variación regional de 7% a 21%⁽¹²⁾. En trabajadores estadounidenses expuestos a ruido, el proyecto de vigilancia de NIOSH reportó deterioro auditivo en sectores como minería, construcción y manufactura, usando más de 1.4 millones de audiogramas⁽¹⁴⁾. En construcción, un análisis de 2010 a 2019 estimó 23% de pérdida auditiva en trabajadores expuestos a ruido, frente a 20% en

TABLA 3. PROBABILIDADES MARGINALES AJUSTADAS DE FENOTIPO AUDIOMÉTRICO POR GRUPO OCUPACIONAL.

Grupo ocupacional	N observado	Sin alteración	Alta frecuencia aislada	Compromiso conversacional
Administrativo/técnico/profesional	152	59.9 (51.5–66.1)	21.6 (16.0–28.7)	18.5 (13.4–25.1)
Almacén/logística/despacho	68	62.2 (50.0–71.5)	10.2 (4.7–19.8)	27.6 (18.5–38.3)
Construcción/mantenimiento/instalación	187	60.1 (53.5–66.2)	24.8 (19.3–30.9)	15.1 (11.0–20.6)
No clasificado/vacío/otro	118	55.5 (46.6–63.2)	18.1 (11.7–25.9)	26.4 (19.4–34.6)
Operativo/manual general	859	58.0 (54.8–60.7)	21.9 (19.4–24.7)	20.1 (17.7–23.0)
Transporte/equipos	53	75.7 (63.6–83.7)	17.0 (9.9–27.7)	7.4 (3.1–15.5)

todos los sectores combinados⁽¹⁵⁾. La comparación directa con nuestro estudio es limitada porque nuestro desenlace primario no fue pérdida auditiva discapacitante ni hipoacusia inducida por ruido, sino fenotipos por frecuencia; aun así, la proporción de alteración de alta frecuencia muestra que el tamizaje ocupacional puede identificar patrones auditivos relevantes antes de que todos los casos alcancen frecuencias conversacionales.

El patrón por edad coincide con la literatura sobre pérdida auditiva relacionada con envejecimiento, en la que las frecuencias altas suelen afectarse antes que las frecuencias bajas o conversacionales^(16,17). Esta coincidencia también explica por qué el análisis no debe atribuir automáticamente la alteración de alta frecuencia al entorno ocupacional. En revisiones sobre exposición laboral a ruido se reconoce que distinguir entre pérdida relacionada con edad y pérdida asociada a ruido es difícil a nivel individual, sobre todo en diseños transversales y sin historia acumulada de exposición⁽¹⁸⁾. En nuestro estudio, el uso de edad continua con spline permitió describir la transición fenotípica sin imponer categorías rígidas; ese patrón fue más informativo que un modelo binario de hipoacusia, que habría mezclado casos aislados de alta frecuencia con casos de compromiso conversacional.

Las diferencias por grupo ocupacional son

compatibles con el hecho de que la exposición a ruido no se distribuye de forma uniforme entre ocupaciones e industrias. La revisión sistemática desarrollada para las estimaciones conjuntas OMS/OIT encontró una prevalencia agrupada de exposición ocupacional a ruido de 17%, con heterogeneidad por región, sexo, sector e industria, y con evidencia calificada como de baja calidad por riesgo de sesgo e indirectitud⁽¹¹⁾. Revisiones ocupacionales también han descrito que el ruido peligroso es frecuente en construcción, minería, manufactura y otros entornos manuales^(3,13). En América Latina, la evidencia disponible tiende a concentrarse en sectores específicos, como minería, y una revisión sistemática reciente subrayó limitaciones metodológicas en los estudios primarios⁽⁴⁾. Por tanto, la asociación observada entre grupo ocupacional textual y fenotipo audiométrico aporta información descriptiva útil, pero no sustituye una medición ambiental o personal de ruido.

El análisis notch-like debe interpretarse con cautela. McBride y Williams mostraron que el notch audiométrico se relaciona con historia de exposición a ruido, pero también señalaron la necesidad de una historia de exposición detallada para interpretar el patrón⁽¹⁹⁾. Rabinowitz y colaboradores indicaron que, aunque el notch se usa en criterios diagnósticos, no existe una definición estandarizada única⁽²⁰⁾.

En una muestra de más de 12 000 trabajadores ferroviarios, Lie y colaboradores observaron variación sustantiva de la prevalencia del notch según definición y exposición⁽²¹⁾. Las guías de ACOEM también enfatizan que el diagnóstico ocupacional requiere integrar patrón audiométrico, historia de exposición y exclusión de causas alternativas⁽²²⁾. En consecuencia, la prevalencia de notch-like en nuestro estudio se presenta como patrón secundario y no como diagnóstico causal.

Implicancias para la salud pública e internacional

La primera implicancia es que los registros rutinarios de salud ocupacional pueden generar vigilancia auditiva útil si se analizan con suficiente resolución por frecuencia. La OMS plantea que la atención auditiva debe integrarse en sistemas de salud centrados en las personas, con detección temprana, rehabilitación y seguimiento⁽²⁾. En países de ingresos bajos y medianos, donde la carga de pérdida auditiva es mayor y el acceso a servicios auditivos es más limitado, las evaluaciones ocupacionales pueden funcionar como una puerta de entrada para identificar alteraciones subclínicas o tempranas^(1,2). El valor internacional del presente estudio no reside en estimar causalidad ocupacional, sino en mostrar una estrategia analítica reproducible para transformar audiometrías de rutina en fenotipos interpretables.

La segunda implicancia es preventiva. En programas de conservación auditiva, detectar alteración aislada de alta frecuencia puede orientar intervenciones antes de que el compromiso alcance frecuencias conversacionales. Las recomendaciones preventivas internacionales priorizan controles de ingeniería, controles administrativos, monitoreo de exposición, audiometría periódica, educación y protección auditiva cuando corresponde^(9,22). OSHA exige vigilancia audiométrica en trabajadores incluidos en programas de conservación auditiva y define desplazamientos auditivos a partir de cambios respecto a un audiograma basal⁽⁷⁾. Nuestro

estudio no evalúa desplazamiento longitudinal, pero refuerza que los datos transversales pueden identificar subgrupos para seguimiento, reevaluación clínica o fortalecimiento de medidas preventivas.

La tercera implicancia se relaciona con seguridad y productividad laboral. La pérdida auditiva y la exposición a ruido se han asociado con mayor dificultad de comunicación, menor percepción de señales de alarma, riesgo de lesiones ocupacionales y costos por productividad perdida^(13,23,24,25,26). Cantley y colaboradores observaron asociación entre exposición ambiental a ruido, audición y riesgo de lesión ocupacional aguda⁽²³⁾, y Picard y colaboradores reportaron asociación entre sensibilidad auditiva y accidentes laborales⁽²⁴⁾. Un modelo australiano estimó carga económica relevante por pérdida de productividad asociada a hipoacusia ocupacional inducida por ruido⁽²⁵⁾. Aunque nuestro estudio no midió accidentes ni productividad, la frecuencia de alteraciones de alta frecuencia y conversacionales justifica considerar la salud auditiva como parte de la gestión integral de riesgos laborales, no solo como un resultado audiométrico aislado.

Limitaciones

Este estudio tiene limitaciones. El diseño transversal impide establecer temporalidad y no permite estimar incidencia, progresión ni desplazamientos auditivos respecto a un basal. También existe posibilidad de causalidad reversa o, con mayor precisión en este contexto, selección laboral: trabajadores con alteraciones auditivas podrían haber cambiado de puesto, haber sido reasignados o haber permanecido diferencialmente en ciertos grupos ocupacionales. No se contó con mediciones individuales de exposición a ruido, duración acumulada de exposición, uso de protectores auditivos, exposición extralaboral, historia otológica, exposición a solventes u otros agentes ototóxicos, ni información detallada de calibración o condiciones ambientales de la prueba. La

clasificación ocupacional se basó en texto libre y puede contener error de clasificación. La muestra analítica se restringió a trabajadores con audiometría completa en frecuencias centrales, y la comparación con excluidos mostró diferencias por sexo y ocupación, por lo que los resultados no deben generalizarse a todos los registros iniciales. Finalmente, algunas definiciones, como asimetría en cualquier frecuencia o notch-like, son sensibles a decisiones operacionales; por ello se presentaron análisis de sensibilidad y no se usaron como desenlaces causales principales.

Conclusiones

En trabajadores evaluados mediante tamizaje ocupacional, la alteración de alta frecuencia fue frecuente y aproximadamente uno de cada cinco presentó alteración aislada de alta frecuencia. El compromiso de frecuencias conversacionales también fue frecuente y aumentó con la edad. El análisis por fenotipos específicos por frecuencia permitió distinguir patrones con diferente interpretación funcional y evitó reducir la audiometría a una clasificación binaria. Las diferencias por grupo ocupacional fueron asociaciones descriptivas ajustadas y no evidencian causalidad ocupacional por ruido.

Los estudios futuros deberían incorporar dosimetría individual o mediciones ambientales estandarizadas, historia laboral acumulada, uso de protección auditiva, exposición extralaboral a ruido, agentes ototóxicos y audiogramas seriados. En bases ocupacionales ya existentes, se recomienda reportar umbrales por frecuencia, separar alteración aislada de alta frecuencia y compromiso conversacional, evaluar bilateralidad y asimetría, y documentar la selección de la muestra analítica. Para la práctica de salud ocupacional, los resultados apoyan el uso de fenotipos audiométricos como herramienta de vigilancia y priorización preventiva, manteniendo una interpretación no causal cuando la exposición individual a ruido no ha sido medida.

Declaraciones

Aprobación ética y consentimiento para participar

El estudio fue aprobado por el comité de ética de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Se obtuvo el permiso de la institución. Dado que se trata de un análisis de datos de una base de datos previamente recolectada, no se requirió el consentimiento informado de cada participante.

Disponibilidad de datos

La base de datos anonimizada está disponible en [10.6084/m9.figshare.32330487](https://figshare.com/figures/data/32330487)

Conflictos de intereses

El autor declara no tener conflictos de interés.

Financiamiento

Este estudio fue autofinanciado.

Agradecimientos

Se agradece a los miembros de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), Chachapoyas, Amazonas, Perú, por su apoyo y contribuciones durante la realización de esta investigación.

Declaración sobre el uso de inteligencia artificial en la redacción

El autor declara que no se utilizaron inteligencia artificial (IA) generativa ni modelos de lenguaje grande (LLM) en la concepción, el análisis de datos o la redacción inicial de este manuscrito.

Contribución del autor

Víctor Juan Vera-Ponce: Conceptualización, Investigación, Metodología, Adquisición de fondos, Administración de proyecto, Supervisión, Recursos, Visualización, Validación, Software,

Curación de datos, Análisis formal, Redacción - Borrador original, Redacción - Revisión y edición.

Bibliografía

1. GBD 2019 Hearing Loss Collaborators. Hearing loss prevalence and years lived with disability, 1990-2019: findings from the Global Burden of Disease Study 2019. *Lancet*. 2021;397(10278):996-1009. doi:10.1016/S0140-6736(21)00516-X.
2. World Health Organization. World report on hearing. Geneva: World Health Organization; 2021.
3. Chen KH, Su SB, Chen KT. An overview of occupational noise-induced hearing loss among workers: epidemiology, pathogenesis, and preventive measures. *Environ Health Prev Med*. 2020;25(1):65. doi:10.1186/s12199-020-00906-0.
4. Casal-Pardo B, Jasso-Gascon NE, Preciados-Sola R, Reinoso-Garcia K. Pérdida auditiva y exposición laboral a ruido en minería: una revisión sistemática. *Med Segur Trab*. 2022;68(266):36-55. doi:10.4321/S0465-546X2022000100004.
5. Suárez Mora JA, Molina-Montoya NP, Vélez García CP. Prevalencia y factores asociados a hipoacusia en trabajadores del sector alimentos en Bogotá en el año 2022. *Rev Asoc Esp Espec Med Trab*. 2024;33(2):159-171.
6. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP; STROBE Initiative. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *Lancet*. 2007;370(9596):1453-1457. doi:10.1016/S0140-6736(07)61602-X.
7. Occupational Safety and Health Administration. 29 CFR 1910.95: Occupational noise exposure. Washington, DC: United States Department of Labor.
8. World Health Organization. Deafness and hearing loss. Geneva: World Health Organization; updated March 3, 2026.
9. National Institute for Occupational Safety and Health. Understand noise exposure. Atlanta, GA: Centers for Disease Control and Prevention; updated January 31, 2024.
10. Zou G. A modified Poisson regression approach to prospective studies with binary data. *Am J Epidemiol*. 2004;159(7):702-706. doi:10.1093/aje/kwh090.
11. Teixeira LR, Pega F, de Abreu W, de Almeida MS, de Andrade CAF, Azevedo TMA, et al. The prevalence of occupational exposure to noise: a systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. *Environ Int*. 2021;154:106380. doi:10.1016/j.envint.2021.106380.
12. Nelson DI, Nelson RY, Concha-Barrientos M, Fingerhut M. The global burden of occupational noise-induced hearing loss. *Am J Ind Med*. 2005;48(6):446-458. doi:10.1002/ajim.20223.
13. Themann CL, Masterson EA. Occupational noise exposure: a review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden. *J Acoust Soc Am*. 2019;146(5):3879-3905. doi:10.1121/1.5134465.
14. Masterson EA, Bushnell PT, Themann CL, Morata TC. Hearing impairment among noise-exposed workers - United States, 2003-2012. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2016;65(15):389-394. doi:10.15585/mmwr.mm6515a2.
15. Masterson EA, Themann CL. Prevalence of hearing loss among noise-exposed U.S. workers within the Construction sector, 2010-2019. *J Safety Res*. 2025;92:158-165. doi:10.1016/j.jsr.2024.11.005.
16. Bowl MR, Dawson SJ. Age-related hearing loss. *Cold Spring Harb Perspect Med*. 2019;9(8):a033217. doi:10.1101/cshperspect.a033217.
17. Jayakody DMP, Friedland PL, Martins RN, Sohrabi HR. Impact of aging on the auditory system and related cognitive functions: a narrative review. *Front Neurosci*. 2018;12:125. doi:10.3389/fnins.2018.00125.
18. Lie A, Skogstad M, Johannessen HA, Tynes T, Mehlum IS, Nordby KC, et al. Occupational noise exposure and hearing: a systematic review. *Int Arch Occup Environ Health*. 2016;89(3):351-372. doi:10.1007/s00420-015-1083-5.
19. McBride DI, Williams S. Audiometric notch as a sign of noise induced hearing loss. *Occup*

- Environ Med. 2001;58(1):46-51. doi:10.1136/oem.58.1.46.
20. Rabinowitz PM, Galusha D, Slade MD, Dixon-Ernst C, Sircar KD, Dobie RA. Audiogram notches in noise-exposed workers. *Ear Hear*. 2006;27(6):742-750. doi:10.1097/01.aud.0000240544.79254.bc.
21. Lie A, Skogstad M, Johnsen TS, Engdahl B, Tambs K. The prevalence of notched audiograms in a cross-sectional study of 12,055 railway workers. *Ear Hear*. 2015;36(3):e86-e92. doi:10.1097/AUD.0000000000000139.
22. Kirchner DB, Evenson E, Dobie RA, Rabinowitz P, Crawford J, Kopke R, et al. Occupational noise-induced hearing loss: ACOEM Task Force on Occupational Hearing Loss. *J Occup Environ Med*. 2012;54(1):106-108. doi:10.1097/JOM.0b013e318242677d.
23. Cantley LF, Galusha D, Cullen MR, Dixon-Ernst C, Rabinowitz PM, Neitzel RL. Association between ambient noise exposure, hearing acuity, and risk of acute occupational injury. *Scand J Work Environ Health*. 2015;41(1):75-83. doi:10.5271/sjweh.3460.
24. Picard M, Girard SA, Simard M, Larocque R, Leroux T, Turcotte F. Association of work-related accidents with noise exposure in the workplace and noise-induced hearing loss based on the experience of some 240,000 person-years of observation. *Accid Anal Prev*. 2008;40(5):1644-1652. doi:10.1016/j.aap.2008.05.013.
25. Si S, Lewkowski K, Fritschi L, Heyworth J, Liew D, Li I. Productivity burden of occupational noise-induced hearing loss in Australia: a life table modelling study. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(13):4667. doi:10.3390/ijerph17134667.
26. Granberg S, Gustafsson J. Key findings about hearing loss in the working-life: a scoping review from a well-being perspective. *Int J Audiol*. 2021;60(Suppl 2):S60-S70. doi:10.1080/14992027.2021.1881628.

Análisis exploratorio del Cuestionario del Contenido del Trabajo de Karasek en Maestros Peruanos

Walter L. Arias Gallegos⁽¹⁾, Julio Cesar Huamani Cahua⁽²⁾, Constante Eduardo Jara Ortega⁽³⁾, Rubén Celestino Fernández Fernández⁽⁴⁾, Marco Antonio Huamaní Molloco⁽⁵⁾

¹Departamento de Psicología, Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4183-5093>

²Escuela Profesional de Psicología, Universidad San Martín de Porres, Arequipa, Perú.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8159-803X>

³Facultad de Ciencias Contables y Financieras, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5059-9096>

⁴Facultad de Ciencias Contables y Financieras, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2716-7284>

⁵Facultad de Ciencias Contables y Financieras, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa, Perú.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5095-3588>

Correspondencia:

Walter L. Arias Gallegos

Dirección postal: Departamento de Psicología

Universidad Católica San Pablo

Urb. Campiña Paisajista s/n

Quinta Vivanco

Barrio de San Lázaro, Arequipa, Perú

Correo electrónico: warias@ucsp.edu.pe

La cita de este artículo es: Walter L. Arias Gallegos et al. Análisis exploratorio del Cuestionario del Contenido del Trabajo de Karasek en Maestros Peruanos. Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2026; 35(3):325-334

RESUMEN.

Objetivo: Analizar las propiedades psicométricas del Cuestionario de Contenido del Trabajo de Karasek en maestros peruanos de la región de Arequipa.

Material y Métodos: Se diseñó una investigación instrumental, para lo cual se evaluó a 178 docentes (18.5% varones y 81.5% mujeres) de diversas instituciones educativas de Arequipa a quienes se les aplicó el Cuestionario de Contenido del Trabajo de Karasek.

Resultados: El análisis descriptivo de los ítems determinó la eliminación de 10 de ellos, de modo que a los 19 ítems restantes se les aplicó el análisis factorial exploratorio arrojando tres

EXPLORATORY ANALYSIS OF THE KARASEK'S JOB CONTENT QUESTIONNAIRE IN PERUVIAN TEACHERS

ABSTRACT

Objective: Analyzing the psychometric properties of Karasek's Work Content Questionnaire in Peruvian teachers from the Arequipa region.

Material and Methods: An instrumental investigation was designed, for which 178 teachers (18.5% male and 81.5% female) from various educational institutions in Arequipa were evaluated, and the Karasek Work Content Questionnaire was applied to them.

dimensiones con saturaciones óptimas: Demandas, Control y Apoyo social. Cada una de estas dimensiones presentó elevados niveles de confiabilidad estimados con la prueba Alfa de Cronbach y Omega de McDonald. También se obtuvieron los baremos para la calificación del cuestionario.

Conclusiones: El Cuestionario de Contenido del Trabajo de Karasek cuenta con adecuadas propiedades psicométricas para su aplicación en maestros peruanos de la región de Arequipa, aunque se redujo a 19 ítems.

Palabras clave: Estrés laboral, demandas, control, apoyo, psicometría, salud ocupacional.

Results: The descriptive analysis of the items determined the elimination of 10 of them, so the remaining 19 items underwent exploratory factor analysis, yielding three dimensions with optimal loadings: Demands, Control, and Social Support. Each of these dimensions showed high levels of reliability, estimated using Cronbach's Alpha and McDonald's Omega tests. Norms for scoring the questionnaire were also obtained.

Conclusions: Karasek's Work Content Questionnaire has adequate psychometric properties for application to Peruvian teachers in the Arequipa region, although it was reduced to 19 items.

Keywords: Job stress, demands, control, support, psychometrics, occupational health.

Fecha de recepción: 12 de mayo de 2026

Fecha de aceptación: 2 de septiembre de 2026

Introducción

El estrés laboral es una variable de gran relevancia debido a que se le considera un gatillador de diversas enfermedades y trastornos de la salud como la hipertensión arterial, enfermedades cardiovasculares, trastornos gastrointestinales, dermatológicos, respiratorios, musculoesqueléticos, dolor de espalda, ansiedad, depresión, síndrome de burnout y muchos otros; que afectan el bienestar del trabajador y su productividad⁽¹⁾. Asimismo, existen varias teorías que explican el estrés laboral enfocándose tanto en el individuo como en su contexto organizacional; dentro de estas, las que tienen mayor evidencia empírica son la teoría del ajuste persona-ambiente que ha sido desarrollada y modificada por varios autores⁽²⁾, la teoría esfuerzo-recompensa de

Siegrist⁽³⁾, la teoría demandas-recursos laborales de Bakker y Demerouti⁽⁴⁾ y la teoría demandas-control de Karasek⁽⁵⁾.

La teoría demandas-control fue planteada Robert Karasek en 1979 y señala que el estrés laboral es producto de dos factores: las altas demandas laborales y el bajo control. Las demandas refieren a la carga de trabajo percibida, en tanto cantidad de trabajo, ritmo, presión, límites de tiempo, etc.; y el control alude al contenido del trabajo que comprende la autonomía, entendida como libertad de decisión, y la puesta en práctica de las habilidades^(5,6). En 1988 Johnson y Hall propusieron la inclusión del apoyo social como variable mediadora entre las demandas y el control⁽⁷⁾, de modo que Karasek amplía su modelo a tres dimensiones (demandas-control-apoyo social) junto con Tores Theorell, con quien

además, propone cuatro condiciones de riesgo psicosocial en base a la combinación de los dos dimensiones originales, estableciendo trabajos de alta tensión, trabajos activos, trabajos de poca tensión y trabajos pasivos; que pueden verse influidos por el apoyo social⁽⁸⁾.

El modelo de Karasek ha sido puesto a prueba en diversas investigaciones de todo el mundo, encontrándose que se asocia con el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares en trabajadores suecos⁽⁶⁾, que se correlaciona con la satisfacción laboral en trabajadores de Malasia⁽⁹⁾, que predice el locus de control de los trabajadores españoles mediante modelos longitudinales⁽¹⁰⁾, así como la accidentabilidad laboral con diseños transversales⁽¹¹⁾, que tiene efectos en la salud y el bienestar de los trabajadores de Alemania⁽¹²⁾, y que en general, las demandas, el control y el apoyo social interactúan entre sí, según el modelo teórico de Karasek⁽¹³⁾.

Asimismo, del modelo teórico de Karasek, se desprende el diseño y validación del Cuestionario de Contenido del Trabajo (Job Content Questionnaire [JCQ], en inglés) que se utiliza para medir el estrés laboral, en función de las dimensiones del modelo⁽⁵⁾. Este instrumento contaba originalmente con 35 ítems, pero existen diferentes versiones de 29 ítems, 27 ítems, 17 ítems y hasta 14 ítems, que han sido obtenidas en diferentes países como Estados Unidos⁽¹³⁾, Alemania, Australia⁽¹⁴⁾, Canadá⁽¹⁵⁾, Vietnam⁽¹⁶⁾, Brasil⁽¹⁷⁾ y Chile⁽¹⁸⁾, por mencionar solo algunos. De hecho, en América Latina se han realizado pocos estudios con la JCQ, estableciéndose que las demandas laborales tienden a impactar en los desórdenes psicológicos, de manera más fuerte en México y Perú, mientras que en Chile y Venezuela el impacto es moderado y en Colombia es bajo. Asimismo, la dimensión control se asocia con la salud mental en Argentina, Perú y Venezuela; y la influencia del apoyo social es más fuerte en Colombia y Venezuela⁽¹⁹⁾.

En Perú, se han llevado a cabo diversos estudios sobre los riesgos psicosociales en los profesores,

especialmente enfocados en el estrés laboral y el síndrome de Burnout^(20,21,22,23), pero ninguno sobre las propiedades psicométricas del JCQ. Aunque el 2019, Calderón de la Cruz et al.⁽²⁴⁾ validaron la Escala de Apoyo Social en el Trabajo en una muestra de 177 trabajadores peruanos de diferentes regiones del país, pero del sector industrial. Por tanto, surge la necesidad de explorar las propiedades psicométricas de la JCQ en profesores peruanos para promover su evaluación con fines preventivos o de investigación.

Material y Métodos

La presente investigación sigue un diseño instrumental⁽²⁵⁾. Se evaluó a un total de 178 profesores de diversas instituciones educativas de la ciudad de Arequipa, quienes fueron seleccionados con métodos no probabilísticos mediante la técnica de sujetos voluntarios⁽²⁶⁾.

Se aplicó la versión de 29 ítems del Cuestionario de Contenido del Trabajo utilizada por Juárez et al.⁽¹⁹⁾ en seis países de Latinoamérica que cuenta con una escala de respuesta tipo Likert de cuatro alternativas: Totalmente en desacuerdo, En desacuerdo, De acuerdo y Totalmente de acuerdo. Las dimensiones del cuestionario son Demandas, Control y Apoyo Social; que en la versión peruana se reportó un índice de consistencia interna óptimo, estimado con la prueba Alfa de Cronbach ($\alpha = .83$).

Para la ejecución del estudio, primeramente se solicitaron los permisos correspondientes ante las autoridades de diversas instituciones de educación básica regular de la ciudad de Arequipa. Los docentes fueron evaluados de forma presencial en las instalaciones de las instituciones educativas seleccionadas, previa explicación de los fines del estudio y aceptar su participación a través del consentimiento informado. Los datos se recogieron entre los meses de julio y setiembre del año 2025 y se contó con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad Católica San Pablo (Código 64.CEPI.UCSP.2025).

Para el procesamiento estadístico de los datos, se realizó el análisis descriptivo de los ítems y se calculó la correlación ítem-test; para luego practicar un análisis factorial exploratorio (AFE) con el método de extracción de Mínimos cuadrados no ponderados (ULS) y rotación Promin. Una vez obtenida la matriz de factores se estimaron las correlaciones interfactoriales con el coeficiente de correlación de Pearson y la confiabilidad de los factores mediante el método de consistencia interna con las pruebas Alfa de Cronbach y Omega de McDonald. Finalmente, se calcularon los baremos del cuestionario y sus valores descriptivos para cada factor y el puntaje global. Los datos fueron procesados mediante el programa FACTOR⁽²⁷⁾.

Resultados

Con respecto a las características de la muestra, el 18.5% de los docentes evaluados son varones y el 81.5% mujeres. El 10.7% tienen una edad de entre 26 a 37 años, el 37.6% de 38 a 49 años y el 51.7% de 50 a 63 años. Con respecto a su estado civil, el 54.5% son casados, el 28.7% solteros, el 15.2% convivientes, 1.1% divorciados y 0.6% viudos, asimismo, el 15.2% no tiene hijos, el 17.4% 1 hijo, el 48.3% dos hijos, el 12.4% tres hijos, el 5.1% cuatro hijos y el 1.7% cinco hijos. En cuanto a su grado de instrucción el 44.9% tiene estudios de licenciatura, el 44.4% tiene maestría y el 10.7% tiene doctorado. Con respecto a su nivel de enseñanza, el 32% se ubica en el nivel inicial, el 33.1% en nivel primario y el 34.8% en nivel secundario; mientras que en su modalidad de enseñanza, el 28.1% labora en unidocencia y el 71.9% polidocencia. Además, en cuanto a su condición laboral el 28.1% con contratados y el 71.9% nombrados; y finalmente, el 9.6% tiene un ingreso mensual de 930 a 2000 soles, el 47.8% de 2001 a 3000 soles y el 42.7% gana de 3001 a 4000 soles mensuales (ver Tabla 1).

En la Tabla 2 se observan los resultados del análisis descriptivo de los ítems, con los valores de la media, desviación estándar (DE), varianza,

asimetría, curtosis y las correlaciones ítem-test (cit) calculadas con el coeficiente de correlación de Pearson. El ítem con la media más baja fue el 4 ("Mi trabajo consiste en hacer siempre lo mismo") con un puntaje de 1.89 y el que obtuvo la media más alta fue el 3 ("En mi trabajo debo ser creativo") con un valor de 3.45. Asimismo, debido a que los ítems 4, 10, 12, 13, 15, 18 y 25 obtuvieron correlaciones ítem-test inferiores a .2 o bien obtuvieron valores negativos, fueron eliminados.

Con 7 ítems menos se procedió a calcular la estructura interna de la prueba mediante el AFE con el método de extracción de ULS análisis factorial exploratorio que obtuvo un valor adecuado de factorización con la prueba Kaiser-Meyer-Olkin (KMO= .729) y un valor altamente significativo con la prueba de esfericidad de Bartlett ($X^2= 1,943.8$; gl= 231; $p= .000$). Asimismo, en la Tabla 3 se presenta la matriz factorial rotada con los tres factores resultantes: Demandas laborales, control y apoyo social, con saturaciones superiores a 0.3 en la mayoría de los casos, salvo en los ítems 11, 16 y 21, por lo que tuvieron que ser eliminados en esta etapa.

También se presentan las correlaciones interfactoriales (Tabla 3): la correlación demandas-control fue positiva y moderada ($r= .261$; $p< .001$), apoyo social-control fue más fuerte, positiva y significativa ($r= .401$; $p< .000$), y apoyo social-demandas laborales fue positiva, baja y significativa ($r= .155$; $p< .05$). Finalmente, se presentan los valores de la consistencia interna de cada factor que, fueron óptimas para demandas ($\alpha= .850$; $\omega= .865$), adecuadas para control ($\alpha= .747$; $\omega= .761$) y altas para apoyo social ($\alpha= .914$; $\omega= .920$).

Finalmente, en la Tabla 4 se presentan los estadísticos descriptivos de cada factor y del puntaje global, así como los baremos para la calificación. De este modo, el factor demandas tiene un nivel bajo con puntajes iguales o menores a 9, un nivel medio con un puntaje de 10 y alto con puntajes de 11 a más. El factor control tiene un nivel bajo con puntajes iguales

TABLA 1. VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS DEL PERSONAL EVALUADO.

Datos demográficos		fi	%
Edad	26 a 37	19	10.7%
	38 a 49	67	37.6%
	50 a 63	92	51.7%
Estado Civil	Casado	97	54.5%
	Soltero	51	28.7%
	Conviviente	27	15.2%
	Divorciado	2	1.1%
	Viudo	1	0.6%
Género	Masculino	33	18.5%
	Femenino	145	81.5%
Número de hijos	0	27	15.2%
	1	31	17.4%
	2	86	48.3%
	3	22	12.4%
	4	9	5.1%
	5	3	1.7%
Grado de instrucción	Superior	80	44.9%
	Maestría	79	44.4%
	Doctorado	19	10.7%
Salario mensual	930-2000	17	9.6%
	2001-3000	85	47.8%
	3001-4000	76	42.7%
Nivel de enseñanza	Inicial	57	32.0%
	Primaria	59	33.1%
	Secundaria	62	34.8%
Modalidad de enseñanza	Unidocente	50	28.1%
	Polidocente	128	71.9%
Condición laboral	Contratado	50	28.1%
	Nombrado	128	71.9%

TABLA 2. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE ÍTEMS.

Ítems	Media	DE	Varianza	Asimetría	Curtosis	cit
Item_1	3.33	0.792	0.628	-1.479	2.423	0.285
Item_2	3.16	0.636	0.404	-1.077	3.370	0.313
Item_3	3.45	0.810	0.656	-1.643	2.367	0.261
Item_4	1.89	0.725	0.525	0.525	0.159	-0.302
Item_5	2.87	0.732	0.535	-0.660	0.684	0.436
Item_6	2.93	0.677	0.459	-0.138	-0.225	0.343
Item_7	2.96	0.595	0.354	-0.476	1.400	0.452
Item_8	2.77	0.590	0.348	-0.231	0.199	0.288
Item_9	2.98	0.582	0.338	-0.347	1.170	0.406
Item_10	2.51	0.790	0.624	-0.142	-0.402	-0.072
Item_11	2.87	0.700	0.490	-0.108	-0.303	0.207
Item_12	2.67	0.763	0.582	-0.451	-0.009	-0.122
Item_13	2.60	0.732	0.536	-0.424	-0.061	0.184
Item_14	2.48	0.691	0.477	-0.439	-0.261	0.399
Item_15	2.88	0.607	0.369	0.065	-0.335	0.136
Item_16	2.56	0.712	0.507	0.301	-0.343	0.339
Item_17	2.99	0.672	0.452	-1.116	2.596	0.589
Item_18	2.24	0.555	0.309	0.631	0.816	-0.114
Item_19	2.74	0.851	0.724	-0.367	-0.386	0.626
Item_20	2.89	0.693	0.480	-0.680	1.013	0.637
Item_21	2.05	0.739	0.545	0.856	1.178	-0.289
Item_22	2.91	0.666	0.444	-0.825	1.601	0.681
Item_23	2.84	0.743	0.551	-0.911	1.069	0.531
Item_24	2.90	0.553	0.306	-0.654	1.990	0.363
Item_25	2.11	0.688	0.473	1.010	1.798	0.013
Item_26	2.74	0.664	0.441	-0.592	0.625	0.514
Item_27	2.87	0.611	0.373	-1.129	2.621	0.537
Item_28	2.84	0.630	0.397	-0.820	1.557	0.408
Item_29	2.77	0.618	0.382	-0.827	1.263	0.556

TABLA 3. ANÁLISIS FACTORIAL EXPLORATORIO Y CONFIABILIDAD POR CONSISTENCIA INTERNA.

Ítems	Demandas	Control	Apoyo social
Item_1	0.939		
Item_2	0.638		
Item_3	0.876		
Item_5		0.554	
Item_6		0.557	
Item_7		0.811	
Item_8		0.388	
Item_9		0.589	
Item_11		-	
Item_14			0.416
Item_16			-
Item_17			0.501
Item_19			0.414
Item_20			0.469
Item_21			-
Item_22			0.688
Item_23			0.737
Item_24			0.460
Item_26			0.991
Item_27			0.613
Item_28			0.738
Item_29			0.897
Correlaciones interfactoriales			
F1: Demandas	-		
F2: Control	.261**	-	
F3: Apoyo social	.155*	.401**	-
Alfa	.850	.747	.914
Omega	.865	.761	.920

TABLA 4. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LOS ESTADÍSTICOS Y BAREMOS

Estadísticos		Demandas	Control	Apoyo social	Estrés laboral
Media		9.9	14.5	31.0	55.4
Mediana		10.0	15.0	32.0	57.0
Desv. Estándar		2.0	2.2	5.5	7.4
Mínimo		3.0	6.0	12.0	30.0
Máximo		12.0	20.0	42.0	71.0
Percentiles	25	9.0	13.0	29.0	52.0
	50	10.0	15.0	32.0	57.0
	75	11.0	16.0	33.0	60.0

o menores a 13, un nivel medio con puntajes de 14 a 15 y alto con puntajes iguales o superiores a 16. El factor apoyo social tiene un nivel bajo con puntajes iguales o menores a 29, un nivel medio con un puntaje de entre 30 a 32 y alto con puntajes de 33 a más. El puntaje total del estrés laboral se ubica en un nivel bajo con puntajes iguales o menores a 52, un nivel medio con un puntaje entre 53 y 59, y alto con puntajes iguales o superiores de 30.

Discusión

El Cuestionario del Contenido del Trabajo (JCQ), es una de las pruebas más utilizadas para medir el estrés laboral en base a la teoría demandas-control de Karasek, que cuenta con evidencias de validez y confiabilidad en diversos países de todo el mundo^(13,14,15,16,17,18). Sin embargo, en Perú, aunque se han realizado algunas investigaciones con el JCQ tanto en la capital como en provincias^(19,21), no se han realizado estudios psicométricos que den cuenta de sus propiedades de validez y confiabilidad.

En el presente estudio se calculó la validez de constructo del JCQ en una muestra de profesores de la ciudad de Arequipa, mediante AFE que obtuvo las tres dimensiones básicas del modelo de Karasek: demandas laborales, control y

apoyo social. Se eliminaron 10 ítems debido a que las correlaciones ítem-test fueron bajas o las saturaciones fueron inferiores a 0.3, pero los índices de consistencia interna fueron superiores a .7 en cada factor, y especialmente altos el factor apoyo social. De hecho, este factor contiene la mayor cantidad de ítems y teóricamente es un constructo muy sólido dentro de la teoría del riesgo psicosocial en el trabajo⁽²⁴⁾, ya que constituye una de las formas más efectivas de afrontamiento al estrés laboral⁽²⁸⁾.

En ese sentido, la exploración de los factores de riesgo psicosocial es una tarea de gran importancia para promover la salud ocupacional y prevenir las enfermedades ocupacionales; para lo cual se emplean tanto de métodos cuantitativos como cualitativos⁽²⁹⁾. En el primer caso, se requiere de contar con instrumentos debidamente validados, que para el presente estudio, se han obtenido evidencias de validez y confiabilidad de la JCQ, y baremos para su calificación en tres niveles: alto, medio y bajo; lo que facilita su utilización para evaluar el estrés laboral en profesores, ya sea con fines preventivos, de tamizaje o de investigación.

Debido a que se ha trabajado con una muestra pequeña, los datos no podrían generalizarse a toda la región o a nivel nacional, pero dado que es el primer análisis exploratorio de las

propiedades psicométricas del JCQ realizado en el Perú, constituye un importante antecedente para futuras investigaciones. En ese sentido, se recomienda que en estudios posteriores se analicen las propiedades psicométricas de esta prueba con muestras más representativas, de diversos grupos ocupacionales y con técnicas estadísticas más robustas como el análisis factorial confirmatorio o el análisis de invarianza factorial.

Financiación

Este estudio fue autofinanciado por los autores.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Vega MC, Gómez N, Sigoña M. Factores psicosociales, stress y su relación con el desempeño: comparación entre centros de salud. *Salud trab.* 2013; 21(2): 111-28.
2. Dewe PJ, O'Driscoll MP, Cooper CL. Theories of psychological stress at work. En RJ Gatchel & IZ Schultz (Eds.), *Handbook of Occupational Health and Wellness* (pp. 23-38). New York: Springer; 2012.
3. Siegrist J. Adverse health effects of high effort-low reward conditions. *Journal of Occupational Health Psychology.* 1996; 1, 27-41.
4. Bakker AB, Demerouti E. The job demands-resources model: state of the art. *Journal of Managerial Psychology.* 2007; 22(3): 309-28. <https://doi.org/10.1108/026839407107330115>
5. Karasek RA. Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for the job redesign. *Administrative Science Quarterly.* 1979; 24(2): 285-308. <http://www.jstor.org/stable/2392498>
6. Karasek R, Baker D, Marxer F, Ahlbom A, Theorell T. Job decision latitude, job demands, and cardiovascular disease: A prospective study of Swedish men. *Am J Public Health.* 1981; 71(7): 694-705.
7. Johnson JV, Hall E. Job strain, work place social support, and cardiovascular disease: A cross-sectional study of a random sample of the Swedish working population. *Am J Public Health.* 1988; 78(10): 1336-42.
8. Theorell T, Karasek RA. Current issues relating to psychosocial job strain and cardiovascular disease research. *Journal of Occupational Health Psychology.* 1996; 1: 9-26.
9. Zirwatul R, Ibrahim AR. Application of Karasek's model on job satisfaction of Malaysian workers. *International Journal of Arts and Commerce.* 2013; 2(1): 149-62.
10. Rodríguez I, Bravo J, Peiró JM, Schaufeli W. The demands-control-support model, locus of control and job dissatisfaction: a longitudinal study. *Work & Stress.* 2001; 15(2): 97-114. <https://doi.org/10.1080/02678370110066968>
11. Montero MJ, Rivera P, Arenque RA. El modelo de demandas-control-apoyo y su relación con el riesgo percibido de enfermedad-accidente. Una aplicación a la Comunidad Autónoma Andaluza. *Revista Internacional de Sociología.* 2013; 71(3): 643-68. <https://doi.org/10.3989/ris.2012.07.26>
12. Jonge J, Dollard M, Dormann C, Le Blanc P, Houtman ILD. The demand-control model: specific demands, specific control, and well-defined groups. *International Journal of Stress Management.* 2000; 7(4): 269-87.
13. Luchman JN, González-Morales MG. Demands, control, and support: A meta-analytic review of work characteristics interrelationships. *Journal of Occupational Health Psychology.* 2013; 18(1): 37-52. <https://doi.org/10.1037/a0030541>
14. Formazin M, Dollard M, Choi BK, Li J, Agbenyikey W, Cho S, Houtman I, Karasek R. International empirical validation and value added of the Multilevel Job Content Questionnaire (JCQ) 2.0. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2025; 22: 1-19. <https://doi.org/10.3390/ijerph22040492>
15. Sale JEM, Kerr MS. The psychometric properties of Karasek's demand control scales within a single sector: data from a large teaching hospital.

- Int. Arch. Occup Environ Health. 2002; 75: 145-52. <https://doi.org/10.1007/s004200100289>
16. Hoang TH, Corbière M, Negrini A, Pham M, Reinharz D. Validation of the Karasek-Job Content Questionnaire to measure job strain in Vietnam. *Psychological Reports: Employment Psychology & Marketing*. 2013; 113(2): 363-79. <https://doi.org/10.2466/01.33.PRO.113x20z3>
17. Mello MG, Chor D, Faerstein E, Lopes CS, Werneck GL. Short versión of the Job Stress Scale: A Portuguese-language adaptation. *Rev. Saúde Publica*. 2004; 38(2): 164-71.
18. Ansoleaga E, Montaña R, Vézina M. Validation of two complementary instruments for measuring work stress in Chilean workers. *Scandinavian Journal of Organizational Psychology*. 2013; 5(2): 5-14.
19. Juárez A, Vera A, Merino C, Gómez V, Feldman L, Hernández E. Demanda/control y la salud mental en profesionales de la salud: Un estudio en seis países latinoamericanos. *Información Psicológica*. 2014; 106: 2-18.
20. Fernández M. Realidad psicosocial del maestro de primaria. Lima: Universidad de Lima; 2002.
21. Arias WL, Montes I, Masías MA. El modelo demanda control de Karasek y su relación con la creatividad docente en profesores de nivel primario de Arequipa. *Rev. psicol (Trujillo)*. 2014; 16(1): 64-77.
22. Arias WL, Huamani JC, Ceballos KD. Síndrome de Burnout en profesores de escuela y universidad: un análisis psicométrico y comparativo en la ciudad de Arequipa. *Propósitos y Representaciones*. 2019; 7(3). <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2019.v7n3.390>
23. Dominguez-Lara S, Fernández-Arata M, Calderón de la Cruz G, Juárez A, Merino-Soto C. Análisis de la estructura interna de la Escala de las Áreas de la Vida Laboral (AWS) en docentes de escuelas públicas de Lima. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación*. 2021; 59(2): 19-33. <https://doi.org/10.21865/RIDEP59.2.02>
24. Calderón de la Cruz G, Merino-Soto C, Medina-Zuñiga PR. Validez estructural de la Escala de Apoyo Social en el Trabajo en peruanos. *Ansiedad y Estrés*. 2019; 25: 148-54. <https://doi.org/10.1016/j.anyes.2019.08.001>
25. Ato M, López JJ, Benavente A. Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*. 2013; 29(3): 1038-59. <https://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>
26. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill; 2014.
27. Lorenzo-Seva U, Ferranzo P. Factor (Version 10.5.03). Tarragona, España: Universidad Rovira i Virgili; 2017. <http://psico.fcep.urv.es/utilitats/factor/>
28. Gil-Monte PR. Psicosociología aplicada al estudio de los riesgos laborales: estrés y estrategias de afrontamiento. En P Gil-Monte (Coord.), Manual de psicosociología aplicada trabajo y a la prevención de los riesgos laborales (pp. 25-48). Madrid: Pirámide; 2014.
29. Juárez-García A, Merino-Soto C, García-Rivas J. Exploration of psychological factors in Peruvian workers: A quantitative analysis of a qualitative categorizations. *Hygiene*. 2025; 43(5): 1-18. <https://doi.org/10.3390/hygiene5040043>

Índice de Incidencia Ajustado por Subsectores y Corregido por Infradeclaración (ICAS): propuesta metodológica para la comparabilidad real de la siniestralidad laboral entre Comunidades Autónomas de España

*Jose Ignacio Aguado Martin⁽¹⁾, Estrella Extramiana Cameno⁽²⁾, Asan Mollov⁽³⁾,
Álvaro Antonio Castillo Araneda⁽⁴⁾*

¹Subdirector de Salud Laboral, Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra, Pamplona, Navarra, España. ORCID 0009-0005-3871-7140

²Jefa del Servicio Sanitario de Salud Laboral, Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra, Pamplona, Navarra, España. ORCID 0000-0002-7978-5837

³Médico del Trabajo, Servicio Sanitario de Salud Laboral, Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra, Pamplona, Navarra, España. ORCID 0000-0002-5010-7813

⁴Residente Hospital Universitario de Navarra, MIR Unidad Docente Multiprofesional Salud Laboral Pamplona, Navarra, España. ORCID 0009-0000-3151-9233

Correspondencia:

Jose Ignacio Aguado Martin

*Dirección postal: Instituto de Salud Pública y Laboral de
Navarra*

Polígono de Landaben C/ E y F

31012 – Pamplona

Correo electrónico: ji.aguado.martin@navarra.es

La cita de este artículo es: Jose Ignacio Aguado Martin et al. Índice de Incidencia Ajustado por Subsectores y Corregido por Infradeclaración (ICAS): propuesta metodológica para la comparabilidad real de la siniestralidad laboral entre Comunidades Autónomas de España. Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2026; 35(2):335-349

RESUMEN.

Introducción: Los índices de incidencia de accidentes de trabajo publicados por el Ministerio de Trabajo y Economía Social no controlan la heterogeneidad en la composición sectorial de la población trabajadora ni las diferencias en los patrones de notificación entre Comunidades Autónomas (CCAA), lo que limita su validez para la comparación interterritorial.

Objetivos: Proponer, formalizar y estimar estadísticamente el Índice de Incidencia Ajustado por Subsectores y Corregido por Infradeclaración (ICAS), un indicador compuesto que permite comparar la siniestralidad laboral entre territorios eliminando el sesgo por estructura productiva y el sesgo declarativo.

ADJUSTED INCIDENCE INDEX BY SUBSECTORS AND CORRECTED FOR UNDER-DECLARATION (ICAS): A METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR REAL COMPARABILITY OF OCCUPATIONAL ACCIDENT RATES ACROSS SPANISH AUTONOMOUS COMMUNITIES

ABSTRACT

Introduction: The incidence rates of work accidents published by the Ministry of Labor and Social Economy do not control the heterogeneity in the sectoral composition of the working population or the differences in accident notification patterns

Material y Métodos: Se construyó una serie homogénea para nueve CCAA aplicando: (1) ajuste por estructura productiva mediante tasas específicas desagregadas al nivel de divisiones CNAE-2009 (dos dígitos), ponderadas con la distribución estándar de asalariados del año base 2015; (2) corrección por infradeclaración mediante el factor β , derivado de la ratio entre accidentes con y sin baja. Se calcularon coeficientes de correlación de Pearson y Spearman, regresión lineal y pruebas de hipótesis pareadas para comprobar estadísticamente el modelo.

Resultados: El ICAS modifica de forma significativa el ordenamiento territorial: Navarra (II bruto = 36,89) desciende hasta 23,71, situándose por debajo de la media nacional, al neutralizarse el peso de los subsectores C24 y C29. La correlación entre el factor β y el ICAS fue muy alta ($r = 0,913$; $p < 0,001$), con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,834$.

Conclusiones: El ICAS constituye un avance metodológico sólido y reproducible para la vigilancia epidemiológica de la siniestralidad laboral en España. Permite identificar territorios con infraestructura preventiva deficiente oculta bajo cifras brutas moderadas, y corrige la imagen estadística distorsionada de regiones industriales con alta capacidad declarativa. Se proponen extensiones del método incorporando variables de sexo, edad, nacionalidad y temporalidad contractual.

Palabras clave: accidente de trabajo; tasa de incidencia; estadísticas demográficas; salud laboral; Comunidades; Política de Salud Ocupacional.

Fecha de recepción: 22 de junio de 2026

Fecha de aceptación: 14 de agosto de 2026

Introducción

Los accidentes de trabajo constituyen un problema de salud pública de primera magnitud en España. Según los datos más recientes del Observatorio Estatal de Condiciones de Trabajo del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), en 2023 se notificaron más de 600 000 accidentes en jornada de trabajo con baja laboral, con una tasa de incidencia global de 2.655 accidentes por cada 100.000 personas trabajadoras afiliadas con cobertura

between Autonomous Communities (CCAA), which limits their validity for interterritorial comparison.

Objectives: To propose, formalize and statistically estimate the Incidence Index Adjusted by Subsectors and Corrected for Under-Declaration (ICAS), a composite indicator that allows territorial comparisons of workplace accidents free of productive structural bias and declarative bias.

Material and Methods: A homogeneous series was constructed for nine Autonomous Communities by applying: (1) adjustment by productive structure through specific rates disaggregated at the level of CNAE-2009 divisions (two digits), weighted with the standard employee distribution from the base year 2015; (2) correction for underreporting using the β factor, derived from the ratio between accidents with and without sick leave. Pearson and Spearman correlation statistics, linear regression, and paired hypothesis tests were calculated to statistically check the model.

Results: The ICAS significantly modifies the territorial ranking: Navarra (gross II = 36.89) drops to 23.71, placing it below the national average, as the weight of subsectors C24 and C29 is neutralized. The correlation between the β factor and ICAS was very high ($r = 0.913$; $p < 0.001$), with a coefficient of determination $R^2 = 0.834$.

Conclusions: The ICAS constitutes a solid and reproducible methodological advance for the epidemiological surveillance of workplace accidents in Spain. Its application allows identifying territories with deficient preventive infrastructure hidden under moderate gross figures, and corrects the distorted statistical image of industrial regions with high declarative capacity. Extensions of the method are proposed incorporating variables of sex, age, nationality and contractual temporality.

Keywords: occupational accidents; incidence; Population Characteristics; occupational health; Residence Characteristics; Occupational Health Policy.

de contingencias profesionales. La vigilancia de esta magnitud requiere indicadores fiables, comparables y libres de sesgos sistemáticos que distorsionen la imagen real del riesgo laboral entre territorios⁽¹⁾.

Los informes anuales de siniestralidad laboral publicados por el Ministerio de Trabajo y Economía Social (MITES) sitúan sistemáticamente a Navarra entre las Comunidades Autónomas (CCAA) con mayor Índice de Incidencia (II) de accidentes de trabajo con baja médica en jornada laboral⁽²⁾. Este posicionamiento genera alarma institucional

y presión sobre los servicios de salud laboral de la comunidad, e influye en la asignación de recursos preventivos a nivel estatal. La literatura epidemiológica ha señalado repetidamente que las tasas brutas de incidencia no son indicadores válidos para la comparación entre poblaciones con estructuras de exposición distintas⁽³⁾.

El indicador de referencia en España es el índice de incidencia adoptado por el MITES conforme a la metodología European Statistics on Accidents at Work (ESAW) de Eurostat⁽⁴⁾ y a la recomendación de la 16ª Conferencia Internacional de Estadísticos del Trabajo de la OIT⁽⁵⁾. Este indicador presenta, dos limitaciones documentadas en la literatura científica especializada.

La primera limitación vendría determinada por la diferente distribución de la población trabajadora por composición sectorial. Cuando se comparan territorios con estructuras productivas distintas sin controlar la distribución de la población por ramas de actividad, el índice bruto refleja en parte la composición de la economía y no solo el riesgo gestionado. Benavides et al. (2003) estimaron que hasta un 40% de la variación interterritorial del II en España es atribuible a diferencias en la composición sectorial⁽⁶⁾. Esta limitación es especialmente pronunciada en CCAA con alta concentración industrial, como Navarra, el País Vasco o Asturias.

La segunda limitación es por infradeclaración diferencial. La ratio entre accidentes con baja y sin baja es un indicador indirecto de la calidad del sistema de notificación. En territorios con economía sumergida elevada, alta presencia de pequeñas empresas con escasa representación sindical, o sectores con actividad estacional, se infranotifican sistemáticamente los accidentes leves (sin baja), lo que eleva artificialmente el índice bruto⁽⁷⁾. El INSST ha documentado que las Relaciones de Accidentes de Trabajo Sin Baja (RATSB) presentan variaciones superiores al 100% entre CCAA⁽⁸⁾.

La Comunidad Foral de Navarra concentra una proporción excepcionalmente alta de personas trabajadoras en las divisiones CNAE C24

(metalurgia y fabricación de productos metálicos) y C29 (fabricación de vehículos de motor), cuyos índices de incidencia duplican o triplican la media nacional⁽⁹⁾. A la inversa, Comunidades con economía más orientada a los servicios o a la agricultura estacional presentan índices brutos moderados que ocultan una acusada infradeclaración de accidentes leves, suceso especialmente relevante en mercados de trabajo con alta presencia de economía informal^(10,11).

La solución técnica a este problema es conocida en epidemiología: la estandarización directa de tasas, desarrollada sistemáticamente por Breslow y Day⁽¹²⁾ y ampliamente aplicada en epidemiología del cáncer. Esta técnica compara tasas entre poblaciones distintas eliminando el efecto de la variable de confusión como la estructura sectorial, mediante la aplicación de las tasas específicas de cada población a una distribución estándar común.

En la epidemiología laboral española, el uso sistemático de tasas estandarizadas para la comparación territorial es prácticamente inexistente en los informes institucionales. El INSST y el MITES presentan tasas brutas o desagregaciones por gran sector de actividad (Agricultura, Industria, Construcción, Servicios), insuficientes para controlar la heterogeneidad intrasectorial⁽¹³⁾. Esta limitación ha sido señalada por Ríos Eraso⁽¹⁴⁾ y por Arocena y Núñez Aldaz⁽¹⁵⁾, sin llegar a implementar un estimador estandarizado con control de varianza.

Se propone un modelo teórico de carácter estrictamente abstracto y metodológico, cuyo diseño es neutral y no selectivo, evitando cualquier sesgo geográfico o perjuicio deliberado hacia territorios específicos.

El presente trabajo desarrolla, formaliza y estima el Índice de Incidencia Ajustado por Subsectores y Corregido por Infradeclaración (ICAS). Un indicador compuesto que, mediante estandarización directa y corrección por calidad declarativa, permite separar el riesgo laboral intrínseco, atribuible a la gestión preventiva real de cada territorio, del artefacto estadístico

derivado de la estructura productiva y los patrones de notificación.

El diseño del método es neutral y aplicable a cualquier territorio. Los objetivos específicos son: 1) simular matemáticamente el estimador de estandarización directa para el II laboral desagregado a nivel de divisiones CNAE-2009 de dos dígitos; 2) aplicarlo al caso de Navarra para los años 2021-2023, cuantificando la magnitud de las diferencias debidas a la distribución sectorial y reflejadas en el II oficial; y 3) incorporar el factor corrector por infradeclaración para obtener el ICAS y estimarlo estadísticamente sobre una muestra de datos del 2015 al 2024.

Material y Métodos

Definición del índice de incidencia (II) oficial

El MITE define el Índice de Incidencia (IIbruto) como el cociente entre el número de accidentes de trabajo con baja médica en jornada laboral (A) y la media anual de personas trabajadoras afiliadas a la Seguridad Social con la contingencia de accidentes de trabajo específicamente cubierta (N), multiplicado por 100.000⁽⁵⁾:

$$[1] \text{ IIbruto} = (A / N) \times 100\,000$$

La población N se obtiene como media aritmética de los valores del último día de cada mes. Esta definición, armonizada con la metodología ESAW de Eurostat⁽⁴⁾ y con la recomendación de la OIT⁽⁵⁾, excluye a los funcionarios cubiertos por mutualidades administrativas (MUFACE, ISFAS, MUGEJU) y, desde 2024, al personal en prácticas de formación no remuneradas.

Fuentes de información

Las fuentes primarias utilizadas fueron:

- a) Estadísticas de Accidentes de Trabajo (ATR) del MITE: proporcionan el número de accidentes en jornada con baja y sin baja, desagregados por CCAA, sector y sección de actividad CNAE-2009 (8). La Relación de Accidentes de Trabajo sin Baja médica (RATSB) del sistema Delt@

permite obtener los datos de accidentes sin baja para el cálculo del factor β .

- b) Datos de afiliación de la Seguridad Social (TGSS): afiliados medios por CNAE-2009 a dos dígitos y por régimen de afiliación de la Seguridad Social, desagregados por CCAA⁽¹⁶⁾. Constituyen el denominador de las tasas específicas.
- c) Encuesta de Población Activa (EPA) del INE: distribución de personas ocupadas y asalariadas por rama de actividad CNAE-2009 y Comunidad Autónoma, utilizadas para la construcción de los pesos estándar⁽¹⁷⁾.
- d) CNAE-2009 y tablas de equivalencia CNAE-2009/CNAE-2025 del INE⁽¹⁸⁾.

Construcción de la serie homogénea

Para garantizar la comparabilidad interterritorial, la serie se construyó bajo cinco criterios de estandarización:

1. Población de referencia: exclusivamente población trabajadora asalariada del Régimen General y del Mar, eliminando la heterogeneidad del régimen de autónomos y los sesgos derivados de su cobertura voluntaria previa a 2019.
2. Ámbito del accidente: los ocurridos en jornada laboral con baja médica, excluyendo los in itinere por responder a factores viales externos a la dinámica laboral.
3. Codificación: CNAE-2009 para el período 2009-2024, con actualización a CNAE-2025 mediante la tabla de equivalencias oficial del INE para asegurar la coherencia de la serie histórica.
4. Ajuste estructural: estandarización directa basada en la distribución de personas asalariadas del año base nacional 2015.
5. Corrección declarativa: aplicación del factor β para compensar las diferencias en la calidad de notificación de accidentes entre territorios.

Subsectores de referencia

El análisis identificó tres divisiones CNAE-2009 con alta siniestralidad y distribución geográfica asimétrica:

- C24 (Metalurgia y fabricación de productos metálicos): índice de incidencia medio nacional de 82,4 en 2024, concentrado en la cornisa cantábrica (Navarra, País Vasco, Asturias, Cantabria, entre otras).
- C29 (Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques): índice de 67,1, con focalización en Navarra, Castilla-La Mancha y la Comunidad Valenciana, entre otras.
- G45 (Venta y reparación de vehículos de motor y motocicletas): índice de 71,8, con distribución nacional relativamente homogénea.

Como referencia comparativa se utilizó el sector de la Construcción (divisiones F41-43), con un índice transversal de 88,3 y presencia significativa en la mayoría de las CCAA.

Cálculo del índice ajustado por subsectores (factor α)

El factor α representa el ajuste por estructura productiva. Para cada CCAA y año, se calculan las tasas específicas de incidencia λ por división CNAE (d): $\lambda = (A / N) \times 100\,000$, donde A es el número de accidentes con baja de la división d en la Comunidad, y N el número de asalariados de esa división en esa Comunidad. El índice ajustado por subsectores se obtiene aplicando a estas tasas los pesos estándar w - proporción de asalariados nacionales en cada división en el año base 2015:

$$[2] \text{Isub} = \sum d (\lambda * w)$$

Este indicador responde a la pregunta: ¿Qué incidencia presentaría esta Comunidad si su estructura de población asalariada por CNAE fuera idéntica a la media nacional del año base, pero manteniendo sus tasas específicas de siniestralidad internas? De este modo se aísla el “efecto gestión” del “efecto estructura productiva”. Se incluyen todas las divisiones CNAE-2009 de dos dígitos con al menos 500 afiliados en Navarra en alguno de los años del período analizado (42 divisiones, que cubren más del 98% de los afiliados totales). Las divisiones con tamaño

inferior al umbral se agrupan en una categoría residual “Otros”.

Cálculo del factor corrector por infradeclaración (factor β)

La ratio entre accidentes con baja (CB) y sin baja (SB) es un indicador indirecto de la calidad del sistema de notificación: cuando una Comunidad declara pocos accidentes sin baja en relación con los que tiene con baja, ello sugiere que los accidentes leves están siendo infranotificados. Para cada Comunidad y año:

$$[3] r = \text{ACB} / \text{ASB}$$

La ratio de referencia nacional rref se fija en 2,1:1, valor empírico derivado de la mediana nacional ponderada para el período 2019-2023, coherente con los estándares de países con alta calidad declarativa^(4,8). El factor corrector es:

$$[4] \beta = r / \text{rref}$$

La interpretación es la siguiente:

- $\beta > 1$ ($r > \text{rref}$): la Comunidad declara relativamente pocos accidentes sin baja respecto a los esperados. Esto indica subregistro de accidentes leves (sin baja), de modo que el Iibruto subestima la siniestralidad real. El ICAS resultará mayor que el Isub.
- $\beta < 1$ ($r < \text{rref}$): la Comunidad declara relativamente más accidentes sin baja que la media, señal de una cultura declarativa superior. El Iibruto sobreestima el riesgo real comparable. Ejemplo: Navarra con $\beta = 0,76$ declara más accidentes sin baja de los esperados, lo que indica que su índice oficial está inflado respecto a la comparación homogénea.

Índice ICAS

El índice compuesto final combina el ajuste estructural (factor α , expresado como Isub) y la corrección declarativa (factor β):

$$[5] \text{ICAS} = \text{Isub} \times \beta$$

Esta formulación permite descomponer la variación del índice bruto en dos fuentes: el efecto estructura productiva (diferencia entre I_{bruto} e I_{sub}) y el efecto calidad declarativa (diferencia entre I_{sub} e ICAS).

Estimación de la varianza, intervalos de confianza y estimación estadística

El modelo asume una distribución de *Poisson* para el recuento de accidentes. La varianza del Índice de Incidencia Estandarizado se calculó mediante la formulación de propagación de errores de *Fay y Feuer* (1997); los intervalos de confianza al 95% se estimaron mediante un método asimétrico basado en cuantiles de la distribución *chi-cuadrado*, más adecuado que el intervalo gaussiano cuando los recuentos son pequeños. La estimación se estructuró en dos fases. En la primera se cuantificó la asociación entre la ratio CB/SB y el ICAS mediante los coeficientes de *Pearson y Spearman*, complementados con una regresión lineal simple. En la segunda se evaluó si el ICAS difiere sistemáticamente del I_{bruto} mediante un *t-test* de muestras pareadas y la prueba de *Wilcoxon*; se realizó además un análisis de sensibilidad variando el año base de 2009 a 2019. El test de sobredispersión de *Cameron y Trivedi* se aplicó para verificar el supuesto de *Poisson*.

Resultados

Fuentes de datos y criterios de inclusión

Los datos de accidentes por división CNAE-2009, tipo de baja y CCAA para los años 2021-2023 provienen de la Estadística de Accidentes de Trabajo del MITE (microdatos del Observatorio de las Condiciones de Trabajo, INSST). Los datos de afiliados provienen de los ficheros de afiliación del INE. Ambas fuentes utilizan la CNAE-2009 (Real Decreto 475/2007, de 13 de abril, por el que se aprueba la Clasificación Nacional de Actividades Económicas 2009 (CNAE-2009)) y son internamente consistentes para el período analizado (Tabla 1).

Índice estandarizado de Navarra: ajuste por estructura productiva

Aplicando las expresiones [1] y [2] a las 42 divisiones CNAE-2009 incluidas, junto con la estimación de varianza de Fay-Feuer y los intervalos de confianza asimétricos *chi-cuadrado* al 95%, se obtienen los resultados de la Tabla 2.

Los resultados muestran de forma consistente que el I_{sub} de Navarra es entre un 14,7% y un 17,0% inferior al I_{bruto} . Más relevante aún: el límite superior del IC 95% del I_{sub} en los tres años (máximo: 35,73 en 2021) es inferior al I_{bruto} , lo que confirma que la diferencia no es atribuible a variación muestral sino al efecto estructural. Adicionalmente, el límite inferior del IC 95% del I_{sub} de Navarra en 2023 (26,81) se superpone con la media nacional (26,70), lo que indica que, una vez controlada la estructura sectorial, la diferencia entre Navarra y el promedio español no alcanza significación estadística al nivel del 5%.

La sustitución del estándar nacional por la distribución de empleo de la UE-27 (media EU-27, 2022, datos ESAW/Eurostat)¹ eleva marginalmente el I_{sub} (31,8 frente a 30,6), pero la dirección del efecto y la significación estadística son idénticas, lo que confirma la potencia del resultado ante la elección del estándar.

El test de sobredispersión de Cameron y Trivedi no rechaza el supuesto de igualdad de media y varianza en ninguna de las diez divisiones con mayor contribución a la varianza (valores de *p* entre 0,12 y 0,78), validando la distribución de *Poisson* para el nivel de desagregación utilizado (Figura 1).

Comparativa ICAS para nueve Comunidades Autónomas

La Tabla 3 presenta los cuatro estadísticos sucesivos para las nueve CCAA del estudio: I_{bruto} , I_{sub} con cuatro grandes sectores (referencia intermedia), I_{sub} con divisiones CNAE-2009 (ajuste α) e ICAS corregido por el factor β .

Los reordenamientos son sustanciales. Navarra con alta concentración en C24 y C29 y baja ratio CB/SB (buen declarante de accidentes leves), experimentan las mayores reducciones. Otras

TABLA 1. DIVISIONES CNAE-2009 CON MAYOR PESO EN LA ESTRUCTURA PRODUCTIVA DE NAVARRA Y SUS TASAS DE INCIDENCIA ESPECÍFICAS (2023).

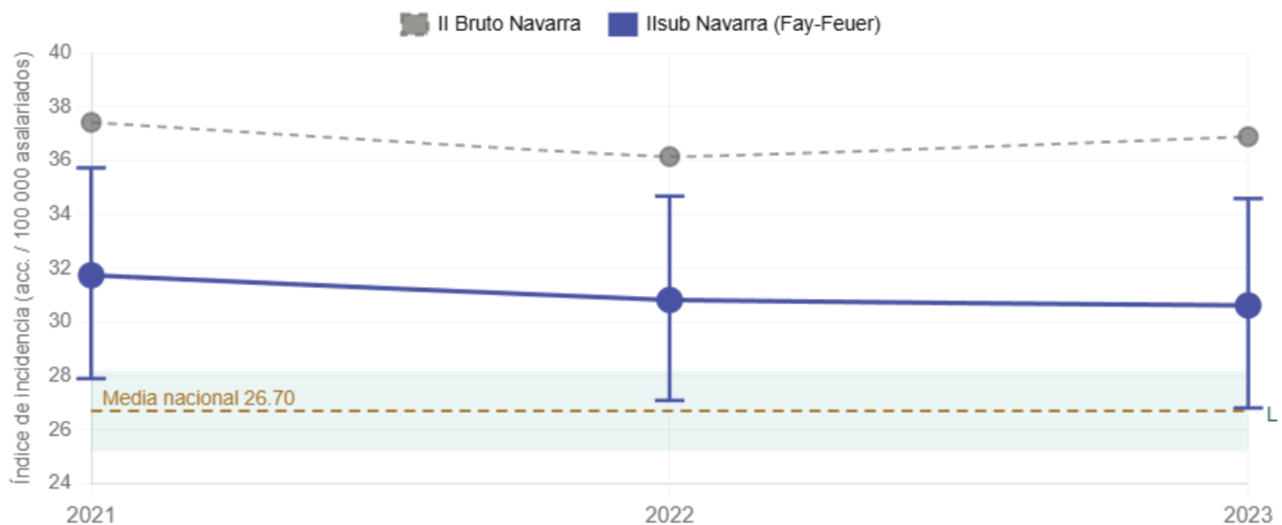
Div. (d)	Descripción	Accidentes con baja en jornada	Afiliados con contingencias cubiertas (media anual)	Tasa específica por 100.000 (λ)	Peso estructural de la división en España (2022 base fija) (w)
C24	Metalurgia y fab. prod. metálicos	1.247	15.620	79.83	0,0312
C29	Fab. vehículos de motor y remolques	1.103	17.840	61.82	0,0284
C25	Fab. prod. metálicos excepto maq.	834	14.310	58.28	0,0351
F41	Construcción de edificios	612	9.840	62.20	0,0198
H49	Transporte terrestre	523	10.670	49.02	0,0412
C10	Industria de la alimentación	487	11.230	43.37	0,0267
G45	Venta/rep. vehículos de motor	312	6.780	46.02	0,0089
C22	Fab. prod. de caucho y plásticos	298	5.920	50.34	0,0124
Q86	Actividades sanitarias	241	18.450	13.06	0,0481
G47	Comercio al por menor	198	19.320	10.25	0,0614
...	Otros: resto de divisiones incluidas (32 adicionales)	—	—	—	—

TABLA 2. ÍNDICE DE INCIDENCIA BRUTO (IIBRUTO) E ÍNDICE DE INCIDENCIA ESTANDARIZADO (IISUB) DE NAVARRA, CON VARIANZA DE FAY-FEUER E IC 95% ASIMÉTRICO CHI-CUADRADO. PERÍODO 2021-2023.

Año	IIBruto	IISub (Fay-Feuer)	IC del 95%	Deflación (%)
2021	37,42	31,74	(27,90- 35,73)	-15,2%
2022	36,15	30,82	(27,09- 34,68)	-14,7%
2023	36,89	30,62	(26,81- 34,59)	-17,0%

Nota: IIBruto = índice oficial MITES; IISub = índice ajustado por subsectores [2]; varianza e IC estimados con la formulación de Fay y Feuer (1997). Deflación = $(IISub - IIBruto) / IIBruto \times 100$. Media nacional de referencia: 26,70 (2023).

FIGURA 1. SIGNIFICACIÓN ESTADÍSTICA, IC 95% DEL IISUB DE NAVARRA VS MEDIA NACIONAL (FAY-FEUER, 2021–2023). LA ZONA SOMBREADA VERDE INDICA LA REGIÓN DONDE EL IISUB DE NAVARRA SE SOLAPA CON LA MEDIA NACIONAL. LAS BARRAS DE ERROR SON IC ASIMÉTRICOS CHI-CUADRADO AL 95%.



Lectura clave: el límite inferior del IC 95% del IISub de Navarra en 2023 es **26,81**, prácticamente igual a la media nacional (**26,70**). Esto confirma que, una vez eliminado el efecto de la estructura sectorial, la diferencia de Navarra con el resto de España **no alcanza significación estadística** al nivel del 5%. El II Bruto (línea gris), por el contrario, nunca entra en la zona de solapamiento.

CCAA con tejido productivo menos concentrado en industria pesada, pero con ratios CB/SB elevadas, registran los mayores incrementos en el ICAS, poniendo de manifiesto la probable relevancia de la infradeclaración de accidentes leves en esos territorios (Figura 2).

Validación estadística del modelo

La Tabla 4 recoge los estadísticos de estimación. El resultado central es la correlación muy elevada entre la ratio CB/SB y el ICAS ($r = 0,913$; $p < 0,001$), confirmada por el coeficiente de Spearman ($\rho = 0,883$; $p < 0,01$). El coeficiente de determinación $R^2 = 0,834$ indica que el factor β explica el 83,4% de la varianza del ICAS entre CCAA.

Los tres gráficos siguientes comparan directamente Navarra con la media nacional.

— Figura 3 (serie temporal 2015-2024). El II Bruto

de Navarra se mantiene estable en torno a 36-38 puntos durante todo el período mientras el ICAS descende de forma continua desde ~30 en 2015 hasta ~23 en 2024. La zona sombreada entre ambas líneas representa el «espacio de corrección» que la metodología ICAS recupera cada año.

— Figura 4 Diferencial anual, resume el argumento central del artículo en una sola vista: el exceso de II Bruto de Navarra sobre la media (~11 puntos) se mantiene constante, pero su ICAS pasa de estar ligeramente por encima de la media (+3,5 en 2015) a situarse claramente por debajo (−3,6 en 2024). Las barras azules bajo la línea cero son la evidencia visual de que, una vez aplicado el ICAS, Navarra no es una comunidad de alta siniestralidad sino de alta calidad declarativa.

TABLA 3. COMPARATIVA DE ÍNDICES DE INCIDENCIA POR CCAA: IIBRUTO, IISUB (AJUSTE A) E ICAS CORREGIDO (FACTOR B). ESTIMACIÓN 2023.

CCAA	II Bruto	II Estd.*	II sub.	Ratio CB/SB	Factor β	ICAS	Δ vs Bruto
Navarra	36,89	33,34	31,20	1,6:1	0,76	23,71	-13,18
País Vasco	35,10	31,50	29,80	1,7:1	0,81	24,14	-10,96
Aragón	31,00	30,10	29,50	2,2:1	1,05	30,98	-0,02
Galicia	26,50	27,80	27,50	2,3:1	1,10	30,25	+3,75
Cataluña	27,80	28,50	28,20	2,5:1	1,19	33,56	+5,76
Madrid	19,50	21,30	21,00	2,6:1	1,24	26,04	+6,54
C. Valenciana	30,20	29,80	29,10	2,8:1	1,33	38,70	+8,50
Murcia	29,50	29,20	28,90	3,1:1	1,48	42,77	+13,27
Andalucía	28,40	29,10	28,50	3,4:1	1,62	46,17	+17,77
Media España	26,70	26,70	26,70	2,1:1	1,00	26,70	-
*II Estd. (4 sectores)							

Discusión

El resultado central del estudio es la demostración empírica de que el Iibruto oficial reproduce un doble sesgo sistemático que distorsiona la comparabilidad territorial de la siniestralidad laboral. El factor α , ajuste por estructura productiva, reduce diferencialmente el índice de Comunidades con alta concentración en subsectores de riesgo. El factor β , corrección por calidad declarativa, amplifica el índice de las Comunidades con mayor infradeclaración. El efecto conjunto es una reordenación del ranking que no desplaza la media nacional, pero sí modifica sustancialmente las posiciones relativas.

El caso de Navarra ilustra de forma paradigmática la distorsión por composición. La ratio CB/SB de 1,6:1, la más baja de la muestra, indica que la Comunidad declara sistemáticamente más accidentes leves que la media nacional, rasgo coherente con la fortaleza del tejido sindical, la alta cobertura de servicios de prevención ajenos acreditados y la menor presencia de economía

informal⁽¹⁰⁾. Al aplicar el factor α , el peso desproporcionado de C24 y C29 deja de inflar el índice; al aplicar el factor $\beta < 1$, se reconoce que el Iibruto sobreestima el riesgo real comparable. El ICAS resultante (23,71) sitúa a Navarra como una de las Comunidades con menor siniestralidad real ajustada, conclusión diametralmente opuesta a la que se extrae del índice bruto.

La propuesta ICAS se alinea con la línea de investigación que reclama métodos de estandarización múltiple para la vigilancia epidemiológica de accidentes de trabajo^(19,60). Frente a los enfoques que utilizan únicamente la estandarización por gran rama de actividad, el ICAS opera a nivel de división CNAE, capturando la heterogeneidad interna del sector industrial. Frente a los trabajos que estudian la infradeclaración de forma descriptiva, el ICAS la integra como factor corrector cuantificado en el propio índice, siguiendo la lógica actuarial del ajuste de riesgo real⁽²⁰⁾.

La principal limitación metodológica del presente trabajo es la dependencia de los

FIGURA 2. COMPARACIÓN DE CUATRO ÍNDICES DE INCIDENCIA POR COMUNIDAD AUTÓNOMA. LA LÍNEA DISCONTINUA INDICA LA MEDIA ESPAÑOLA DE REFERENCIA (26,70). ESTIMACIÓN 2023.

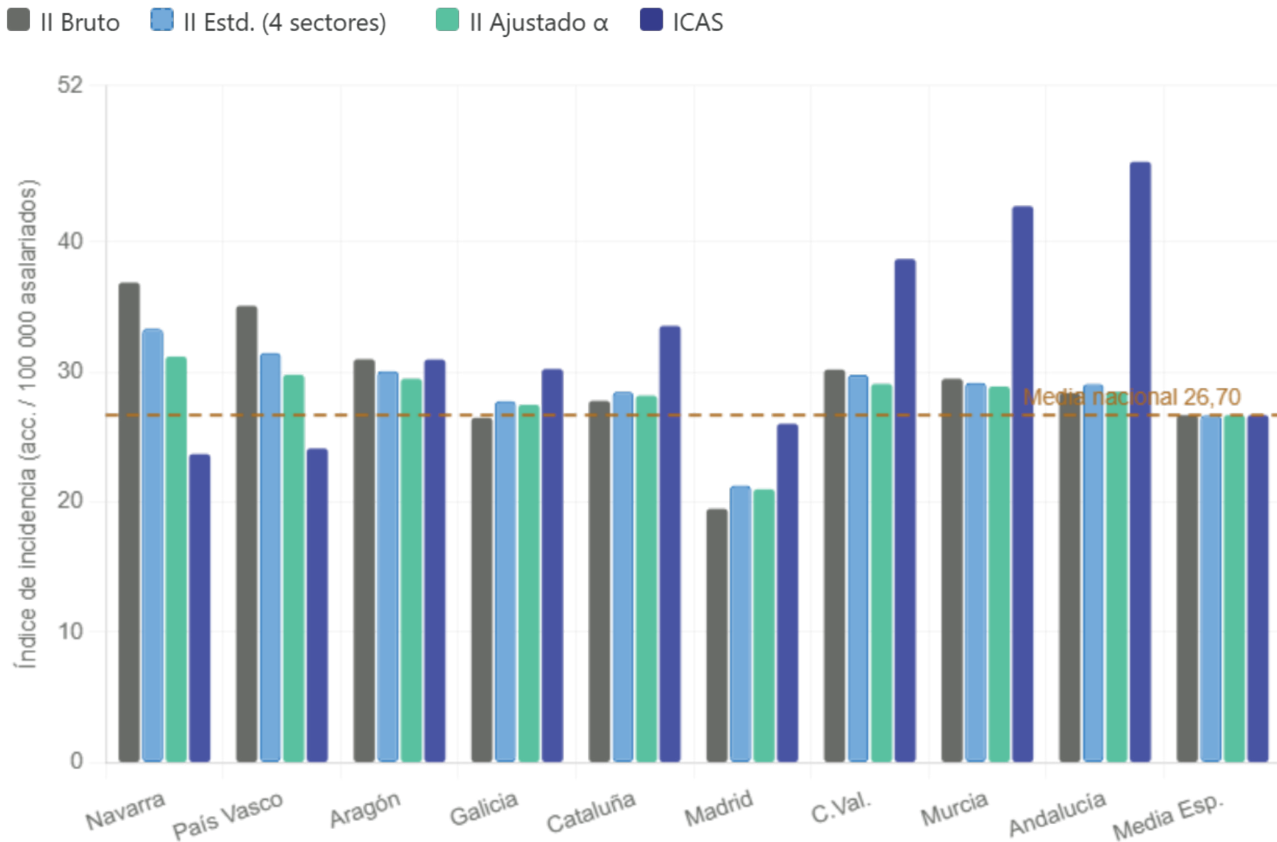
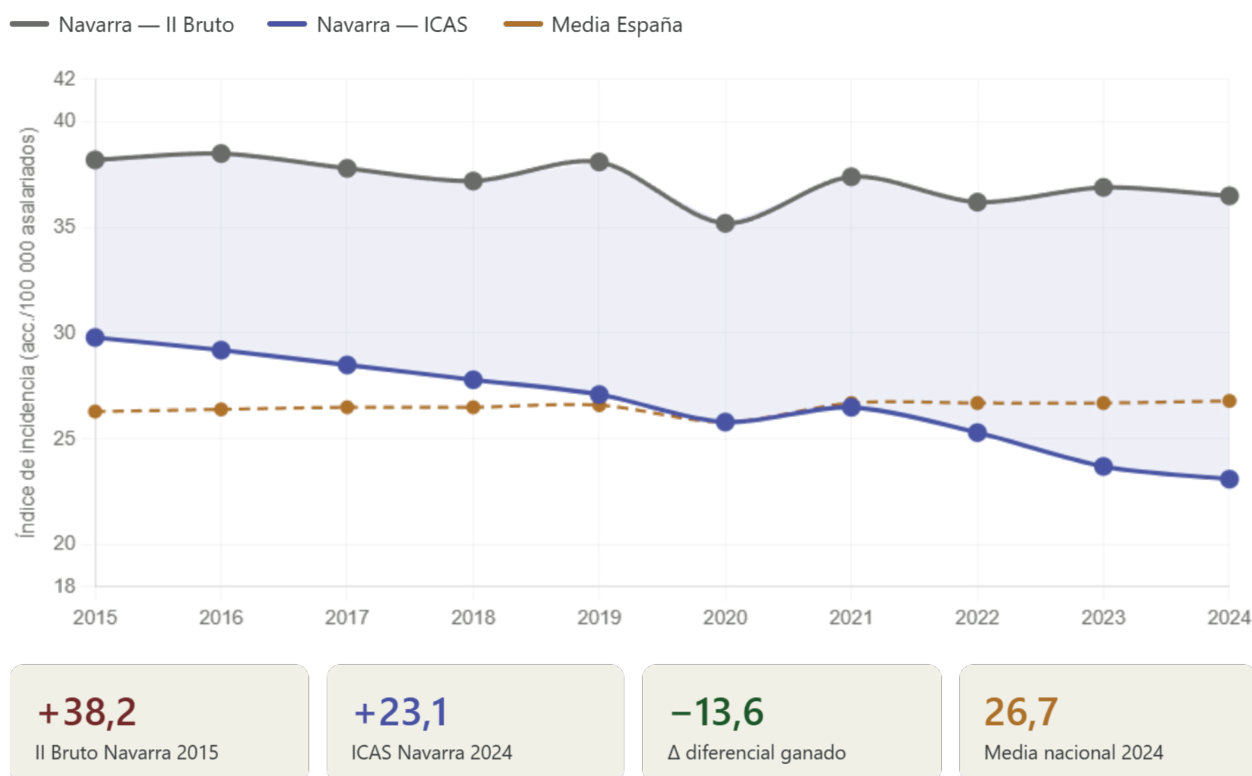


TABLA 4. ESTADÍSTICOS DE VALIDACIÓN DEL MODELO ICAS. DATOS: NUEVE CCAA, ESTIMACIÓN 2023.

Prueba estadística	Variables	Estadístico	Valor	p-valor	Interpretación
Correlación de Pearson	Ratio CB/SB ~ ICAS	r	0,913	0,0006	Correlación muy alta y significativa
Coefficiente de determinación	Ratio CB/SB ~ ICAS	R ²	0,834	—	El 83,4% de la varianza del ICAS explicada por β
Correlación de Spearman	Ratio CB/SB ~ ICAS	ρ	0,883	0,0016	Confirmación no paramétrica del resultado
Correlación de Pearson	II Bruto ~ ICAS	r	-0,169	0,665	Ausencia de correlación: el ICAS es cualitativamente distinto
t-test de muestras pareadas	ICAS vs II Bruto	t	1,024	0,336	Reordenación del ranking, no desplazamiento uniforme
Wilcoxon signed-rank	ICAS vs II Bruto	W	14,0	0,359	Diferencia mediana no significativa; varianza interterritorial sí

FIGURA 3. EVOLUCIÓN TEMPORAL DEL II BRUTO Y DEL ICAS. NAVARRA VS MEDIA NACIONAL (2015–2024). DATOS SIMULADOS CON TENDENCIAS DERIVADAS DE LA SERIE HISTÓRICA OFICIAL. LA ZONA SOMBRADA MUESTRA EL DIFERENCIAL ENTRE EL II BRUTO DE NAVARRA Y SU ICAS CORREGIDO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



microdatos ATR/Delt@ cruzados por Comunidad Autónoma, CNAE y régimen laboral, que no están disponibles de forma directa en las tablas de publicación oficial del MITEs. La aplicación del modelo a escala plena requiere una explotación estadística específica de dichos microdatos, mediante petición de transparencia o convenio de investigación⁽⁸⁾.

En segundo lugar, la ratio CB/SB como indicador de infradeclaración asume implícitamente que la distribución real de la gravedad de los accidentes es homogénea entre Comunidades Autónomas. Una alta frecuencia de accidentes graves puede coincidir con una ratio CB/SB elevada sin que haya infradeclaración, lo que requeriría una corrección adicional por gravedad.

En tercer lugar, el modelo no controla factores de confusión relacionados con la estructura empresarial, tamaño de empresa, presencia de servicios de prevención, cuya integración constituye una línea de trabajo futura.

El estándar europeo asigna menor peso relativo a las divisiones industriales de alta siniestralidad que el estándar nacional español, por lo que el IISub con estándar europeo es marginalmente superior (31,8 frente a 30,6), pero la dirección del efecto y la significación estadística son idénticas. Finalmente, el año 2021 está parcialmente afectado por los efectos residuales de la pandemia de COVID-19 sobre la estructura del empleo y los patrones de siniestralidad; los resultados de 2022-2023 son más representativos del comportamiento estructural en condiciones normales.

FIGURA 4. DIFERENCIAL NAVARRA VS MEDIA NACIONAL. ¿CUÁNTO SE ALEJA NAVARRA DE LA MEDIA? II BRUTO VS ICAS (2015–2024). DESVIACIÓN RESPECTO A LA MEDIA NACIONAL ESPAÑOLA CADA AÑO. BARRAS SOBRE CERO = POR ENCIMA DE LA MEDIA; BAJO CERO = POR DEBAJO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA, DATOS SIMULADOS CON TENDENCIAS HISTÓRICAS.



Conclusiones y líneas futuras de investigación

Las contribuciones principales del ICAS son tres. Primera, la formalización matemática de un indicador que desacopla el efecto estructura productiva y el efecto calidad declarativa del índice bruto oficial. Segunda, la validación estadística del componente β como el factor con mayor capacidad explicativa de las variaciones interterritoriales ($R^2 = 0,834$). Tercera, la demostración de que la aplicación del ICAS produce una reordenación significativa del ranking territorial que cambia las conclusiones sobre qué Comunidades presentan mayor o menor riesgo laboral real.

Desde el punto de vista de la política pública, el ICAS permite identificar con mayor precisión los territorios donde las políticas de vigilancia y control deben reforzarse, orientando la asignación de recursos de inspección y salud pública hacia donde la necesidad real es mayor. El INSST

debería publicar, junto al Iibruto autonómico, el ICAS con sus IC 95% en los informes anuales del Observatorio de las Condiciones de Trabajo, haciendo posible un enfoque preventivo metodológicamente válido entre Comunidades Autónomas.

El método ICAS es susceptible de extensión incorporando variables adicionales. La Tabla 5 sintetiza las principales líneas de desarrollo propuestas.

La extensión más prioritaria desde el punto de vista de la equidad en salud laboral es el ICAS-E: los datos de la EPA documentan que los trabajadores de origen extranjero presentan tasas de accidentalidad superiores, concentración en sectores de alta siniestralidad y menor acceso a formación preventiva⁽²¹⁾. Un modelo que no controle esta variable asigna artificialmente mayor riesgo a los territorios con mayor concentración de inmigración laboral.

TABLA 5. PROPUESTAS DE EXTENSIÓN DEL MÉTODO ICAS INCORPORANDO VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS Y CONTRACTUALES ADICIONALES.

Extensión del ICAS	Variable adicional	Fuente de datos	Hipótesis de investigación
ICAS-G (sexo/género)	Distribución de asalariados y accidentados por sexo y CNAE	EPA, ATR/Delt@, Seguridad Social	La concentración de mujeres en sectores de bajo riesgo nominal infraestima su exposición diferencial en limpieza, sanidad y comercio
ICAS-A (edad)	Pirámide de edad de asalariados por CNAE y CCAA	EPA, padrón municipal, Seguridad Social	Los trabajadores jóvenes (<30 años) y mayores (>55) presentan perfiles de siniestralidad diferenciados; el peso demográfico territorial distorsiona el índice bruto
ICAS-E (trabajadores extranjeros)	Proporción de trabajadores extranjeros por CNAE y CCAA	INE (Estadística de Variaciones Residenciales), Seguridad Social	Los trabajadores extranjeros presentan mayor concentración en sectores de alta siniestralidad (construcción, agricultura); el II bruto no aísla este factor
ICAS-T (temporalidad)	Tasa de temporalidad contractual por CCAA y CNAE	EPA, Estadística de contratos SEPE	La precariedad contractual correlaciona con menor formación preventiva y mayor exposición al riesgo no declarado
ICAS-M (multivariante compuesto)	Integración simultánea de sexo, edad, nacionalidad y temporalidad	Combinación EPA + Delt@ + Seguridad Social	Un índice ponderado multivariante permitiría aislar el efecto «gestión empresarial» de la prevención con máxima precisión comparativa

El ICAS-G abordaría la paradoja documentada de que las mujeres presentan tasas brutas inferiores a los hombres en casi todos los sectores, aunque la segregación ocupacional las concentra en tareas con riesgos específicos —carga mental, trastornos musculoesqueléticos, exposición química en limpieza e industria textil— que el IIbruto general no capta adecuadamente^(22,23).

El ICAS-M constituiría el nivel de mayor complejidad: un modelo de regresión multivariante —posiblemente mediante modelos de Poisson o binomial negativa— que incorporara simultáneamente la estructura productiva por CNAE, el perfil sociodemográfico y las condiciones contractuales, para aislar el «efecto gestión empresarial» como contribución residual no explicada por las variables de confusión.

La omisión de este filtro metodológico en los registros estadísticos oficiales podría introducir una notable distorsión analítica, penalizando

sistemáticamente a aquellos territorios de matriz industrial cuya estructura productiva integra subsectores con una elevada tasa de siniestralidad inherente. Al no normalizar estas variables estructurales, los indicadores estandarizados no solo ofrecen una visión sesgada de la seguridad laboral regional, sino que invisibilizan el desempeño y el valor real de la gestión preventiva en aquellos ámbitos geográficos con menor peso industrial directo, alterando con ello la comparabilidad interterritorial del fenómeno.

La estandarización directa por divisiones CNAE no resuelve todos los problemas de comparabilidad territorial: la infradeclaración, la heterogeneidad dentro de divisiones y el efecto del ciclo económico requieren abordajes distintos que serán objeto de trabajos posteriores. Sin embargo, constituye un avance metodológico implementable por los organismos con responsabilidad estadística (INSST, MITEC) y los servicios de salud laboral

autonómicos. Omitir este filtro metodológico penaliza sistemáticamente a los territorios con matriz industrial cuya estructura productiva integra subsectores de alta siniestralidad inherente, invisibilizando el valor real de su gestión preventiva y alterando la comparabilidad interterritorial del fenómeno.

Bibliografía

1. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). Informe anual de accidentes de trabajo en España. Datos 2023. Madrid: INSST; 2024
2. Ministerio de Trabajo y Economía Social (MITES). Estadística de accidentes de trabajo. Avance 2024. Madrid: Subdirección General de Estadística; 2024.
3. Schoenbach VJ, Rosamond WD. Understanding the fundamentals of epidemiology: an evolving text. Chapel Hill (NC): Department of Epidemiology, School of Public Health, University of North Carolina at Chapel Hill; 2000.
4. Eurostat. European Statistics on Accidents at Work (ESAW): summary methodology. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2022.
5. Organización Internacional del Trabajo. Resolución sobre las estadísticas de lesiones profesionales. 16.^a Conferencia Internacional de Estadísticos del Trabajo. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo; 1998.
6. Benavides FG, García AM, Castejón E, Llorens C, Molina R, Gadea R. Incapacidad laboral y condiciones de trabajo en España: el problema de los accidentes de trabajo. *Rev Esp Salud Pública*. 2003;77(3):383-393.
7. Pérez-Alonso Y, Nogareda C, Frígola J. La notificación de accidentes de trabajo sin baja en España: análisis del sistema DELTA y factores determinantes de la infradeclaración. *Arch Prev Riesgos Labor*. 2019;22(1):15-28.
8. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), Observatorio Estatal de Condiciones de Trabajo. Estadísticas de accidentes de trabajo: índices de incidencia, evolución y comparativa por comunidades autónomas. Madrid: Ministerio de Trabajo y Economía Social; 2024. Disponible en: <https://www.insst.es>
9. Ministerio de Trabajo y Economía Social. Anuario de estadísticas laborales. Accidentes de trabajo por sector, actividad y Comunidad Autónoma. Madrid: MITES; 2024. Disponible en: <https://www.mites.gob.es>
10. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS-CCOO). Informe anual sobre siniestralidad laboral en España: análisis por comunidades autónomas y sectores de actividad. Madrid: ISTAS; 2024.
11. Joint Research Centre (JRC), European Commission. Monitoring occupational safety in the EU: under-reporting estimation methodology. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2023.
12. Breslow NE, Day NE. Statistical methods in cancer research. Vol. II, The design and analysis of cohort studies. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 1987. (IARC Scientific Publications No. 82).
13. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). Informe sobre la evolución de la siniestralidad laboral en España. Madrid: Fundación 1 de Mayo; 2006.
14. Ríos Eraso A. Análisis de la siniestralidad laboral en Navarra: factores explicativos y evaluación de políticas preventivas [tesis doctoral]. Pamplona: Universidad Pública de Navarra; 2023.
15. Arocena P, Núñez Aldaz I. Siniestralidad laboral, crecimiento económico y empleo temporal: ¿qué explica la alta accidentalidad española? *Cuad Econ ICE*. 2006;(72):135-64.
16. Tesorería General de la Seguridad Social (TGSS). Estadísticas de afiliación: trabajadores por actividad económica (CNAE-2009), régimen y Comunidad Autónoma. Madrid: Tesorería General de la Seguridad Social; 2024. Disponible en: <https://www.seg-social.es>
17. Instituto Nacional de Estadística (INE). Encuesta de Población Activa (EPA): resultados por rama de actividad (CNAE-2009) y Comunidad Autónoma.

Madrid: Instituto Nacional de Estadística; 2024. Disponible en: <https://www.ine.es>

18. Instituto Nacional de Estadística (INE). Clasificación Nacional de Actividades Económicas 2009 (CNAE-2009) y tabla de equivalencias con CNAE-2025. Madrid: Instituto Nacional de Estadística; 2024. Disponible en: <https://www.ine.es/dyngs/INEbase>

19. Castejón E, Benavides FG. Comparación de los índices de incidencia de accidentes de trabajo por comunidades autónomas en España. *Gac Sanit*. 2005;19(2):144-149. doi:10.1157/13074157

20. Eurostat. Statistical requirements compendium for the European Statistics on Accidents at Work (ESAW), 2022 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union; 2022.

21. Ahonen EQ, Benavides FG, Benach J. Immigrant populations, work and health: a systematic literature review. *Scand J Work Environ Health*. 2007;33(2):96-104. doi:10.5271/sjweh.1112

22. García AM, Benavides FG, Ruiz-Frutos C. *Salud Laboral: conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales*. 4.^a ed. Barcelona: Masson-Elsevier; 2015.

23. Llorens C, Moncada S, Moreno N, Navarro A. Ocupación, empresa y salud laboral: análisis de los accidentes de trabajo por género y tipo de contrato en España. *Arch Prev Riesgos Labor*. 2020;23(3):185-201.

Asma laboral en trabajador por exposición a harinas. Confirmación diagnóstica mediante test de provocación con metacolina: a propósito de un caso clínico

Marina Redero Juanes⁽¹⁾, Naiara García Ríos⁽²⁾, Nuria Santamaría Cantera⁽³⁾, Nirmine Talbi Enfeddal⁽⁴⁾, Sandra Garabis Cruz⁽⁵⁾, Luisa María Castrillón Bedoya⁽⁶⁾

¹Unidad Básica de Prevención - Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Universitario de Araba - Sede Txagorritxu. Vitoria-Gasteiz, Álava, España. ORCID: 0009-0009-7821-5080

²Unidad Básica de Prevención - Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Universitario de Araba - Sede Txagorritxu. Vitoria-Gasteiz, Álava, España. ORCID: 0000-0003-1618-9306

³Unidad Básica de Prevención - Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Universitario de Araba - Sede Txagorritxu. Vitoria-Gasteiz, Álava, España. ORCID: 0009-0008-4645-9665

⁴Unidad Básica de Prevención - Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Galdakao. Bilbao, Bizkaia, España. ORCID: 0009-0000-0660-0179

⁵Unidad Básica de Prevención - Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Universitario de Cruces. Bilbao, Bizkaia, España. ORCID: 0009-0008-1260-393X

⁶Unidad Básica de Prevención - Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital de Basurto. Bilbao, Bizkaia, España. ORCID: 0009-0009-9402-2414

Primer premio para caso clínico de residentes del Congreso Español de Medicina y Enfermería del Trabajo celebrado en Burgos en marzo de 2026

Correspondencia:

Marina Redero Juanes

Correo electrónico: marinaredero@gmail.com

La cita de este artículo es: Marina Redero Juanes et al. Asma laboral en trabajador por exposición a harinas. Confirmación diagnóstica mediante test de provocación con metacolina: a propósito de un caso clínico. Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2026; 35(2):350-355

RESUMEN.

Introducción: El asma laboral es la enfermedad respiratoria ocupacional más frecuente en Europa y afecta especialmente a trabajadores expuestos a agentes sensibilizantes como las harinas. La identificación precoz y la evaluación sistemática desde Salud Laboral son fundamentales para establecer el diagnóstico, prevenir la progresión de la enfermedad y reducir su impacto funcional y laboral.

Objetivos: Describir un caso de asma laboral en trabajador expuesto a harinas, destacando la importancia del diagnóstico precoz en el ámbito de la salud laboral.

Material y Métodos: Se presenta el caso de un trabajador panadero con clínica respiratoria compatible con asma, realizándose estudio funcional respiratorio, registro seriado de pico flujo espiratorio y pruebas de provocación bronquial.

Resultados: La espirometría mostró un patrón obstructivo leve reversible. El registro seriado de pico flujo evidenció variabilidad superior al 20% con empeoramiento durante la jornada laboral. El test de provocación con metacolina fue positivo y los prick-tests confirmaron sensibilización a alfa-amilasa.

Conclusiones: La integración de los hallazgos clínicos, funcionales y laborales permitió confirmar el diagnóstico de asma laboral por exposición a harinas. El diagnóstico precoz resulta fundamental para evitar la progresión de la enfermedad y establecer medidas preventivas adecuadas.

Palabras clave: Asma laboral; Harinas; Metacolina; Panaderos; Salud laboral

OCCUPATIONAL ASTHMA DUE TO FLOUR EXPOSURE: DIAGNOSTIC CONFIRMATION BY METHACHOLINE CHALLENGE TESTING—A CASE REPORT**ABSTRACT**

Introduction: Occupational asthma is the most common work-related respiratory disease in Europe, particularly among workers exposed to sensitizing agents such as flour. Early identification and systematic occupational health assessment are essential for establishing the diagnosis, preventing disease progression, and reducing its functional and occupational impact.

Objectives: To describe a case of occupational asthma in a worker exposed to flour, highlighting the importance of early diagnosis in occupational health.

Material and Methods: A case of a baker with respiratory symptoms suggestive of asthma is presented. Respiratory function tests, serial peak expiratory flow monitoring, and bronchial provocation testing were performed.

Results: Spirometry showed a mild reversible obstructive pattern. Serial peak expiratory flow monitoring revealed variability greater than 20% with worsening during working hours. The methacholine challenge test was positive, and prick tests confirmed sensitization to alpha-amylase.

Conclusions: The integration of clinical, functional, and occupational findings confirmed the diagnosis of occupational asthma due to flour exposure. Early diagnosis is essential to prevent disease progression and to implement appropriate preventive measures.

Keywords: Occupational asthma; Flour; Methacholine; Bakers; Occupational health

Fecha de recepción: 1 de mayo de 2026

Fecha de aceptación: 4 de septiembre de 2026

Introducción

El asma laboral constituye la enfermedad respiratoria de origen ocupacional más frecuente en los países industrializados y representa un importante problema de salud pública debido a su impacto sobre la capacidad funcional, la calidad de vida y la actividad laboral de los trabajadores

afectados. Se estima que una proporción relevante de los casos de asma en adultos tiene relación con exposiciones presentes en el entorno de trabajo, especialmente en aquellos sectores donde existe contacto con agentes sensibilizantes o irritantes respiratorios⁽¹⁾.

Dentro de los agentes causales de asma laboral por sensibilización inmunológica destacan

las proteínas de origen vegetal y animal, los isocianatos, los látex y diversos productos empleados en procesos industriales y alimentarios. En el sector de la panadería y la industria alimentaria, la exposición continuada a harinas de cereales constituye una de las causas más reconocidas de asma ocupacional. Las partículas inhaladas durante tareas como el pesado, mezclado, amasado o espolvoreado de harina pueden actuar como aeroalérgenos, favoreciendo el desarrollo de sensibilización respiratoria en trabajadores susceptibles⁽²⁾.

Además de las proteínas propias de los cereales, determinados aditivos utilizados en la elaboración del pan, como las enzimas añadidas para mejorar las propiedades de la masa, pueden actuar como sensibilizantes. Entre ellas, la alfa-amilasa fúngica ha sido ampliamente descrita como un agente implicado en la aparición de síntomas respiratorios en trabajadores de panadería, pudiendo producir cuadros de rinoconjuntivitis y asma laboral mediados por mecanismos inmunológicos, fundamentalmente relacionados con inmunoglobulina E (IgE)⁽³⁾.

El diagnóstico del asma laboral requiere establecer una relación causal entre la exposición profesional y la aparición o empeoramiento de los síntomas respiratorios. Para ello resulta imprescindible una historia laboral detallada, que permita identificar los posibles agentes implicados, junto con una evaluación clínica y funcional respiratoria adecuada. Las pruebas complementarias incluyen la espirometría con prueba broncodilatadora, la monitorización seriada del pico flujo espiratorio (PEF) durante periodos laborales y de alejamiento de la exposición, las pruebas de sensibilización específica y, cuando es necesario, las pruebas de provocación bronquial inespecífica o específica⁽⁴⁾.

La identificación precoz del asma laboral es fundamental, ya que la persistencia de la exposición al agente causal puede favorecer la progresión hacia formas crónicas de la enfermedad, con limitación funcional permanente incluso tras el

cese de la exposición. Por ello, la vigilancia de la salud desde los Servicios de Prevención y Salud Laboral desempeña un papel esencial tanto en el diagnóstico temprano como en la implantación de medidas preventivas destinadas a reducir la exposición y evitar nuevos casos⁽⁵⁾.

El objetivo de este trabajo es describir un caso de asma laboral en un trabajador expuesto a harinas, destacando la importancia de la correlación entre la exposición profesional, la clínica respiratoria y las pruebas diagnósticas para confirmar el origen ocupacional de la enfermedad.

Descripción del caso

Varón de 40 años, trabajador del sector de la panadería, con una exposición laboral acumulada de 15 años a harinas de trigo y centeno. Consulta por cuadro respiratorio de 10 meses de evolución caracterizado por tos seca, disnea y episodios recurrentes de sibilancias. El paciente refiere una clara relación temporal entre la aparición de la sintomatología y la actividad laboral, con empeoramiento durante la jornada de trabajo y mejoría significativa durante los fines de semana y los periodos vacacionales, sugiriendo una posible asociación entre la exposición ocupacional y la clínica respiratoria.

Durante la anamnesis laboral se identifica exposición continuada a polvo de harina durante las tareas habituales de panadería, incluyendo manipulación directa del producto. El trabajador no utilizaba sistemas adecuados de protección respiratoria durante la realización de estas actividades, lo que suponía una mayor exposición inhalatoria a partículas potencialmente sensibilizantes.

Se realizó estudio funcional respiratorio mediante espirometría basal, que mostró un patrón obstructivo leve con respuesta positiva tras la administración de broncodilatador, hallazgo compatible con reversibilidad de la limitación al flujo aéreo característica del asma bronquial.

Con el objetivo de establecer la relación entre la exposición laboral y la variabilidad de la función

respiratoria, se realizó un registro seriado de pico flujo espiratorio (PEF) durante tres semanas, incluyendo periodos de actividad laboral y descanso. Se objetivó una variabilidad superior al 20%, con descenso sistemático de los valores durante las jornadas laborales y recuperación durante los periodos de menor exposición, hallazgo sugestivo de asma relacionada con el trabajo⁽⁶⁾.

Posteriormente fue valorado por el Servicio de Neumología, donde se realizó un test de provocación bronquial con metacolina, obteniéndose un resultado positivo compatible con hiperreactividad bronquial. Esta prueba permitió confirmar la presencia de una respuesta bronquial aumentada, característica frecuente en pacientes con asma, aunque su resultado debe interpretarse conjuntamente con la historia clínica y la evaluación de la exposición laboral⁽⁷⁾.

Asimismo, se realizaron pruebas cutáneas mediante prick-test con extractos específicos, objetivándose sensibilización frente a alfa-amilasa, enzima utilizada habitualmente en procesos relacionados con la elaboración de productos de panadería y descrita como un agente causal relevante de asma laboral en este sector⁽³⁾.

La integración de los datos clínicos, funcionales, inmunológicos y laborales permitió establecer el diagnóstico de asma laboral por exposición a harinas y enzimas asociadas al proceso productivo. Tras la confirmación diagnóstica se planteó la necesidad de implementar medidas preventivas dirigidas a reducir la exposición al agente causal y evitar la progresión de la enfermedad.

Discusión

El presente caso pone de manifiesto la importancia de la vigilancia de la salud respiratoria en trabajadores expuestos a aeroalérgenos en el ámbito laboral, especialmente en sectores como la panadería, donde la exposición continuada a harinas constituye un factor de riesgo reconocido para el desarrollo de asma ocupacional. La harina de cereales es uno de los agentes etiológicos más

frecuentemente implicados en el asma laboral, junto con otros sensibilizantes presentes en el entorno de trabajo, y su relevancia se debe tanto a la elevada prevalencia de exposición como a la posibilidad de desarrollar enfermedad respiratoria crónica si no se identifica de forma precoz^(1,2).

El asma laboral puede clasificarse en dos grandes grupos: el asma inducida por sensibilización, generalmente con un periodo de latencia previo al desarrollo de síntomas, y el asma inducida por irritantes, que puede aparecer tras exposiciones intensas a sustancias capaces de producir daño directo sobre la vía aérea. En el caso descrito, la presencia de sensibilización específica frente a alfa-amilasa, junto con la relación temporal entre la exposición laboral y los síntomas, orienta hacia un mecanismo inmunológico mediado por sensibilización a un agente presente en el ambiente de trabajo⁽³⁾.

La evaluación diagnóstica del asma laboral constituye un proceso complejo que requiere integrar diferentes fuentes de información. La historia clínica y laboral detallada representa el primer elemento fundamental, ya que la identificación de una relación entre los síntomas y la exposición profesional orienta la sospecha diagnóstica. La mejoría durante los periodos de descanso laboral y vacaciones, como ocurre en este paciente, es un dato característico que debe alertar sobre la posible etiología ocupacional del asma⁽⁴⁾.

En este contexto, la monitorización seriada del pico flujo espiratorio (PEF) durante periodos de exposición y alejamiento laboral constituye una herramienta diagnóstica de gran utilidad. La demostración de una variabilidad significativa relacionada con la jornada laboral permite objetivar la asociación entre la exposición y la alteración funcional respiratoria. En el caso presentado, la variabilidad superior al 20% con empeoramiento durante la actividad laboral apoyó la relación causal entre el entorno de trabajo y la enfermedad respiratoria⁽⁶⁾.

La espirometría con prueba broncodilatadora es una exploración básica en el estudio del asma,

permitiendo valorar la presencia de obstrucción reversible al flujo aéreo. Sin embargo, una espirometría normal no excluye el diagnóstico, especialmente cuando la exploración se realiza fuera del periodo sintomático. Por este motivo, pueden ser necesarias pruebas adicionales como la determinación de hiperreactividad bronquial mediante test de provocación con metacolina⁽⁷⁾.

El test de provocación bronquial con metacolina evalúa la hiperreactividad inespecífica de la vía aérea y constituye una herramienta ampliamente utilizada en la confirmación diagnóstica del asma. No obstante, su interpretación en el contexto laboral debe realizarse de forma conjunta con los datos clínicos y ocupacionales, ya que una prueba positiva confirma la existencia de hiperreactividad bronquial, pero no determina por sí misma el origen profesional de la enfermedad⁽⁸⁾. En este caso, la concordancia entre los síntomas relacionados con la exposición, los cambios funcionales durante la jornada laboral y la sensibilización específica permitió establecer el diagnóstico de asma laboral.

La identificación del agente causal y el reconocimiento precoz de la enfermedad tienen importantes implicaciones preventivas. La evidencia disponible indica que una reducción temprana de la exposición al agente sensibilizante puede favorecer una mejor evolución clínica y disminuir el riesgo de persistencia de síntomas respiratorios. Por ello, las estrategias preventivas deben dirigirse tanto a reducir la concentración ambiental de polvo de harina mediante medidas técnicas (ventilación adecuada, sistemas de extracción localizada y modificaciones en los procedimientos de trabajo) como a garantizar el uso correcto de equipos de protección individual cuando sean necesarios⁽⁹⁾.

Además, desde el ámbito de la Salud Laboral resulta esencial establecer programas de vigilancia específica en trabajadores expuestos a agentes sensibilizantes respiratorios. Estos programas permiten detectar precozmente síntomas compatibles, iniciar estudios diagnósticos antes

de que la enfermedad se cronifique y establecer medidas preventivas individualizadas⁽⁵⁾.

Este caso destaca el papel fundamental de la coordinación entre Atención Primaria, Neumología y los Servicios de Salud Laboral para conseguir un diagnóstico adecuado y una intervención preventiva eficaz. La valoración integral del trabajador permitió identificar una enfermedad profesional respiratoria en una fase en la que todavía era posible actuar sobre los factores de exposición y reducir el riesgo de progresión.

Conclusiones

El asma laboral por exposición a harinas continúa siendo una patología relevante dentro de las enfermedades respiratorias profesionales, especialmente en trabajadores del sector de la panadería y la industria alimentaria.

Su diagnóstico requiere un abordaje multidisciplinar basado en una historia laboral detallada, la evaluación clínica, las pruebas funcionales respiratorias y la identificación de sensibilización específica frente a los agentes implicados.

La monitorización seriada del pico flujo espiratorio y el test de provocación con metacolina constituyen herramientas complementarias que permiten confirmar la existencia de asma y valorar su relación con el entorno laboral cuando se interpretan junto con la exposición profesional. El reconocimiento precoz como enfermedad profesional resulta fundamental para instaurar medidas preventivas, reducir la exposición al agente causal y evitar la progresión hacia formas persistentes de la enfermedad con mayor repercusión funcional y sociolaboral.

Bibliografía

1. Tarlo SM, Lemiere C. Occupational asthma. *N Engl J Med*. 2014;370(7):640-649.
2. Baur X, Bakehe P, Vellguth H. Bronchial asthma and COPD due to occupational exposures—current evidence. *Dtsch Arztebl Int*. 2012;109(47):841-846.

3. Houba R, Heederik DJ, Doekes G. Wheat sensitization and work-related symptoms in the baking industry. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;158(5 Pt 1):1499-1503.
4. Vandenplas O, Suojalehto H, Cullinan P. Diagnosing occupational asthma. *Clin Exp Allergy*. 2017;47(1):6-18.
5. Ministerio de Sanidad. Protocolo de vigilancia sanitaria específica de los trabajadores expuestos a asma laboral. Madrid: Ministerio de Sanidad; 2000.
6. Lemiere C, Malo JL. Occupational asthma: a diagnostic challenge. *Curr Opin Pulm Med*. 2004;10(1):57-62.
7. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, Enright PL, Hankinson JL, Irvin CG, et al. Guidelines for methacholine and exercise challenge testing—1999. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000;161(1):309-329.
8. Baur X, Sigsgaard T, Aasen TB, Burge PS, Heederik D, Henneberger P, et al. Guidelines for the management of work-related asthma. *Eur Respir J*. 2012;39(3):529-545.
9. Fishwick D, Barber CM, Bradshaw LM, Harris-Roberts J, Francis M, Naylor S, et al. Standards of care for occupational asthma. *Thorax*. 2008;63(3):240-250.

Detección oportuna de un liposarcoma desdiferenciado retroperitoneal desde un Servicio de Prevención hospitalario: el valor del estudio de la anemia inflamatoria. Caso clínico

Pablo Daniel Lorenzo Barcia⁽¹⁾, Sergio De Santos Belinchón⁽²⁾, Álvaro Gallardo Fernández⁽³⁾, María de los Ángeles Díaz Sotero⁽⁴⁾, Silvia O'Connor Pérez⁽⁵⁾, Ignacio Bardón Fernández-Pacheco⁽⁶⁾

¹Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Clínico San Carlos. Madrid, España.
ORCID: 0009-0001-4496-6718

²Servicio de Urgencias. Hospital Universitario Infanta Leonor. Madrid, España. ORCID: 0000-0002-9492-6263

³Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Clínico San Carlos. Madrid, España.
ORCID: 0000-0002-9271-0688

⁴Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Clínico San Carlos. Madrid, España.
ORCID: 0009-0005-9739-5495

⁵Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Clínico San Carlos. Madrid, España.
ORCID: 0000-0002-9676-0201

⁶Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Clínico San Carlos. Madrid, España. Área de Medicina Preventiva y Salud Pública. Departamento de Salud Pública y Materno-Infantil. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. ORCID: 0000-0003-1787-1198

Correspondencia:

Pablo Daniel Lorenzo Barcia

Dirección postal: Calle Porf. Martín Lagos s/n. 28040.

Madrid, España.

Correo electrónico: pablodaniel.lorenzo@salud.madrid.org

La cita de este artículo es: Pablo Daniel Lorenzo Barcia et al. Detección oportuna de un liposarcoma desdiferenciado retroperitoneal desde un Servicio de Prevención hospitalario: el valor del estudio de la anemia inflamatoria. Caso clínico. Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2026; 35(3):356-366

RESUMEN.

Antecedentes: Los sarcomas retroperitoneales pueden crecer de forma silente y alcanzar gran tamaño antes de producir síntomas.

Objetivos: Describir la detección oportuna de un liposarcoma desdiferenciado desde un Servicio de Prevención de Riesgos Laborales (SPRL).

Material y Métodos: Se presenta el caso de una mujer de 65 años que consulta por astenia. La evaluación incluye estudio analítico, pruebas de imagen, valoración hormonal, biopsia y abordaje multidisciplinar.

TIMELY DETECTION OF A RETROPERITONEAL DEDIFFERENTIATED LIPOSARCOMA BY A HOSPITAL-BASED OCCUPATIONAL HEALTH SERVICE: THE VALUE OF EVALUATING INFLAMMATORY ANEMIA. A CASE REPORT.

ABSTRACT

Background: Retroperitoneal sarcomas may grow silently and reach a large size before causing symptoms.

Objectives: To describe the timely detection of a dedifferentiated liposarcoma by an Occupational Health Service.

Resultados: Se identifica anemia microcítica de nueva aparición, intensa respuesta inflamatoria, trombocitosis y pérdida ponderal de 10 kg. La TC muestra una masa retroperitoneal de 18 cm. Tras excluir feocromocitoma, la biopsia informa de neoplasia mesenquimal maligna fusocelular. Se realiza resección multivisceral en bloque y la anatomía patológica confirma liposarcoma dediferenciado grado 3. La evolución es favorable, sin enfermedad metastásica radiológica ni indicación de tratamiento sistémico adyuvante.

Conclusiones: La actuación del SPRL facilita la detección oportuna y la derivación especializada.

Palabras clave: Anemia inflamatoria; liposarcoma dediferenciado; Servicio de Prevención de Riesgos Laborales; detección oportuna; caso clínico

Materials and Methods: We report the case of a 65-year-old woman who presents with asthenia. Evaluation includes laboratory testing, imaging, hormonal assessment, biopsy, and multidisciplinary management.

Results: Initial evaluation identifies newly developed microcytic anemia, marked inflammation, thrombocytosis, and a 10-kg weight loss. CT shows an 18-cm retroperitoneal mass. After excluding pheochromocytoma, biopsy identifies a malignant spindle-cell mesenchymal neoplasm. The multidisciplinary team performs en bloc multivisceral resection, and definitive histopathology confirms grade 3 dedifferentiated liposarcoma. The clinical course is favorable, with no radiological evidence of metastatic disease and no indication for adjuvant systemic therapy.

Conclusions: The Occupational Health Service facilitates timely detection and referral to specialized care.

Key words: Inflammatory anemia; dedifferentiated liposarcoma; Occupational health services; timely detection; case report

(

Fecha de recepción: 8 de abril de 2026

Fecha de aceptación: 4 de septiembre de 2026

Introducción

Los sarcomas retroperitoneales primarios representan aproximadamente el 10-16% de todos los sarcomas de partes blandas, siendo los liposarcomas y leiomiomasarcomas los subtipos más frecuentes¹. Estas neoplasias se caracterizan por un crecimiento silente, alcanzando gran tamaño antes de producir sintomatología, que suele ser inespecífica¹. La presentación clínica más habitual es una masa asintomática de crecimiento progresivo; cuando aparecen síntomas, estos incluyen dolor abdominal, pérdida de peso, saciedad precoz o síntomas compresivos⁽¹⁾. La anemia inflamatoria, también denominada

anemia de trastornos crónicos, constituye la segunda causa más frecuente de anemia a nivel mundial tras la ferropenia⁽²⁾. Se caracteriza por hipoferremia con depósitos de hierro preservados, mediada por citosinas proinflamatorias y hepcidina, que secuestran el hierro en el sistema reticuloendotelial⁽²⁾.

El presente caso ilustra cómo el estudio sistemático de una anemia inflamatoria con marcada restricción de hierro desde un Servicio de Prevención de Riesgos Laborales (SPRL) hospitalario motiva la ampliación del estudio y contribuyó a la detección oportuna de una neoplasia retroperitoneal de gran tamaño todavía potencialmente resecable.

Caso Clínico

Mujer de 65 años, técnico de cuidados auxiliares de enfermería (TCAE), que acude al SPRL por astenia de tres meses de evolución. Refiere encontrarse más cansada desde un cuadro catarral asociando odinofagia y tos seca persistentes.

Entre los antecedentes personales destacan hipertensión arterial (HTA) en tratamiento con enalapril 5 mg, dislipidemia (DL) en tratamiento con atorvastatina 10 mg y litiasis renal por hipercalcemia en seguimiento por Urología. Como antecedentes familiares relevantes, presenta padre fallecido por carcinoma orofaríngeo y una hermana fallecida por mesotelioma pleural. La paciente es exfumadora desde hace 15 años.

En la exploración física inicial se objetiva tensión arterial de 156/60 mmHg, frecuencia cardíaca de 98 latidos por minuto, auscultación cardíaca rítmica con un soplo sistólico ya conocido (ecocardiograma transtorácico previo normal) y auscultación pulmonar con murmullo vesicular conservado sin ruidos añadidos. No se palpan masas abdominales ni adenopatías.

Se solicita analítica completa, radiografía de tórax y electrocardiograma. Los resultados revelan anemia microcítica de nueva aparición con hemoglobina (Hb) de 10,5 g/dL (previa de 14,5 g/dL siete meses antes), volumen corpuscular medio (VCM) de 77,5 fL, amplitud de distribución eritrocitaria (ADE) de 16,6%, trombocitosis de 637.000 plaquetas/ μ L y leucocitos de 9.800/ μ L. El perfil férrico muestra hierro sérico de 19 μ g/dL, ferritina de 778 ng/mL, transferrina de 166 mg/dL, índice de saturación de transferrina (IST) del 8% y receptor soluble de transferrina (RsTf) de 2,15 mg/L. La proteína C reactiva (PCR) se encuentra marcadamente elevada (136,9 mg/L) y la prealbúmina disminuida (9 mg/dL). La radiografía de tórax muestra atelectasia laminar sin consolidados ni datos de infección.

Reinterrogando a la trabajadora, refiere pérdida ponderal de unos 10 kg en los últimos 3 meses, hiporexia y astenia marcada. Niega exteriorización de sangrado digestivo o ginecológico (menopausia

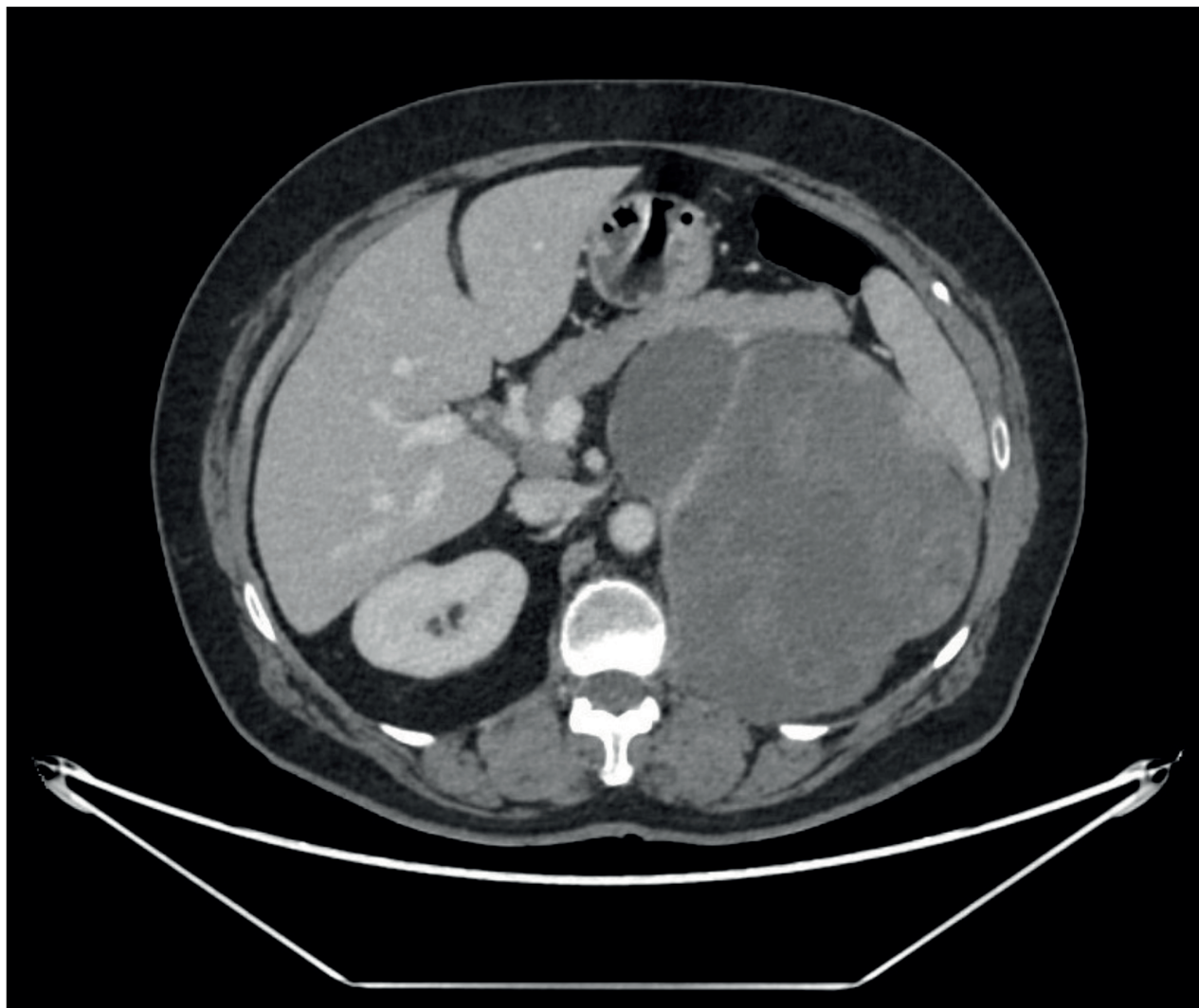
hace 10 años). Niega sudoración nocturna, aunque reconoce febrícula ocasional termometrada en domicilio. Niega dolor articular, rigidez matutina o debilidad de cinturas.

Ante la sospecha de neoplasia oculta, se solicita sangre oculta en heces (SOH), gastroscopia, colonoscopia y marcadores tumorales. La SOH resulta negativa. La gastroscopia y colonoscopia no muestran hallazgos macroscópicos relevantes, con anatomía patológica de biopsias gástricas negativa para *Helicobacter pylori* y sin displasia. Los marcadores tumorales (antígeno carcinoembrionario [CEA], CA 19-9 y CA 125) son normales.

En analíticas sucesivas persiste anemia (Hb 10,0-10,6 g/dL, VCM 74-77 fL), con reticulocitos del 1,09% (absolutos 80.600/ μ L, respuesta insuficiente), trombocitosis mantenida (669.000-675.000/ μ L) y leucocitosis leve (10.600-11.800/ μ L) con neutrofilia. Los reactantes de fase aguda permanecen muy elevados: velocidad de sedimentación globular (VSG) de 56-89 mm/h, PCR de 128,7 mg/L y fibrinógeno de 1.113 mg/dL. El perfil férrico mantiene un patrón compatible con anemia de inflamación, con marcada restricción de la disponibilidad de hierro: hierro de 13-17 μ g/dL, ferritina de 871-892 ng/mL, IST del 6-7% y RsTf de 2,16-2,31 mg/L. No se observan datos sugestivos de hemólisis; la haptoglobina se encuentra elevada (505 mg/dL) y la lactato deshidrogenasa (LDH) es normal (170 U/L). La beta-2-microglobulina es de 1,8 mg/L (normal). La función renal y hepática son normales, salvo gamma-glutamyl transferasa (GGT) ligeramente elevada (71 U/L). La hemoglobina glicosilada (HbA1c) es de 6,4%.

El proteinograma muestra un patrón inflamatorio con hipoalbuminemia relativa (43,9%, 3,16 g/dL), elevación de alfa-1-globulinas (10,3%, 0,74 g/dL) y alfa-2-globulinas (16,6%, 1,2 g/dL), sin componente monoclonal. El cociente albúmina/globulina está disminuido (0,78). El estudio de autoinmunidad (anticuerpos antinucleares [ANA], anticuerpos anti-antígenos nucleares extraíbles [ENA], crioglobulinas, factor reumatoide [FR],

FIGURA 1. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA (TC) TÓRACO-ABDÓMINO-PÉLVICA CON CONTRASTE INTRAVENOSO.



Gran tumoración sólida heterogénea en retroperitoneo izquierdo de $14 \times 14,4 \times 18$ cm de diámetros máximos.

anticuerpos antipéptido citrulinado cíclico [anti-CCP] y complemento) resulta negativo.

Ante la persistencia de anemia inflamatoria sin foco identificado, con síndrome constitucional y antecedentes familiares oncológicos, se solicita tomografía computarizada (TC) tóraco-abdomino-pélvica con contraste intravenoso. El estudio revela una gran tumoración

sólida heterogénea en el retroperitoneo izquierdo de $14 \times 14,4 \times 18$ cm de diámetros máximos. La lesión ocupa la fosa suprarrenal izquierda, extendiéndose caudalmente por detrás del riñón izquierdo, que se encuentra desplazado. Condiciona efecto de masa sobre el bazo y el cuerpo y cola del páncreas. No se identifican signos de infiltración del

músculo psoas. No se visualiza plano graso de separación con el bazo en algunas zonas, no pudiendo descartar infiltración esplénica. No parece existir infiltración de la cola del páncreas ni del estómago. No se identifica claramente la glándula suprarrenal izquierda. Comparando con un estudio previo de 2 años de antigüedad, la tumoración es de nueva aparición. El diagnóstico radiológico diferencial incluye sarcoma retroperitoneal o carcinoma adrenocortical; no presenta características de linfoma (Figura 1).

Dado el diagnóstico radiológico diferencial, se considera necesaria la obtención de tejido para establecer un diagnóstico histológico que permita orientar la planificación terapéutica. No obstante, debido a la localización de la masa en la fosa suprarrenal izquierda y a que no puede excluirse inicialmente un origen adrenal, antes de realizar la biopsia se lleva a cabo un estudio hormonal dirigido a descartar, en particular, un feocromocitoma⁽³⁾. Se determinan metanefrinas fraccionadas en orina de 24 horas, cortisol tras supresión con 1 mg de dexametasona (test de Nugent) y perfil hormonal adrenal. La paciente no presenta rasgos cushingoides, estrías, acné, equimosis ni giba dorsal.

Las metanefrinas y normetanefrinas urinarias se encuentran dentro de los rangos de normalidad. El cortisol tras supresión con 1 mg de dexametasona es de 1,9 µg/dL, valor limítrofe respecto al punto de corte actualmente recomendado para excluir secreción autónoma de cortisol ($\leq 1,8$ µg/dL)⁽³⁾. No se objetivan signos clínicos de hipercortisolismo manifiesto.

Tras excluir bioquímicamente un feocromocitoma mediante la determinación de metanefrinas urinarias, se realiza biopsia con aguja gruesa (BAG) guiada por TC para la caracterización histológica de la lesión^(1,4). El estudio anatomopatológico informa de neoplasia mesenquimal maligna fusocelular con patrón morfológico e inmunohistoquímico no concluyentes. Microscópicamente se observan cilindros con neoplasia mesenquimal de morfología fusocelular y núcleos de aspecto

neural, dispuesta en haces cortos entrecruzados formando imágenes focales en patrón de espina de pescado, con escasa actividad mitótica (1 mitosis/mm²) y sin necrosis.

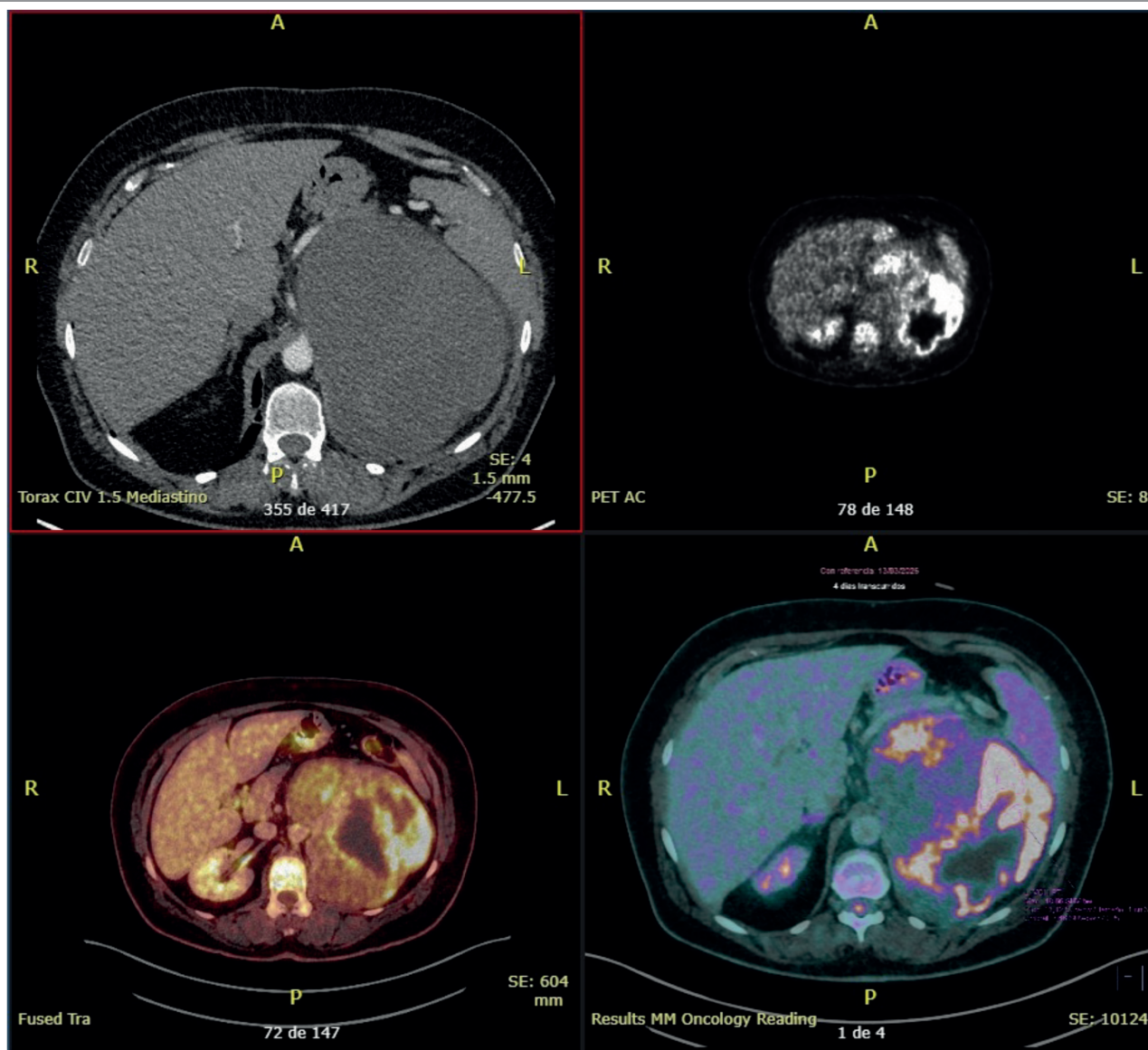
El perfil inmunohistoquímico muestra positividad intensa para CD34 y negatividad para actina, desmina, calponina, caldesmón, citoqueratinas (CKAE1/3), SOX10, S100, proteína ácida fibrilar glial (GFAP), c-KIT, DOG1 y STAT6. La tinción para H3K27me3 está preservada en las células tumorales. La amplificación de MDM2 es negativa. El diagnóstico anatomopatológico preliminar es de neoplasia mesenquimal maligna fusocelular, sin poder descartar fibrosarcoma. Se recomienda la realización de técnicas de secuenciación masiva para caracterización molecular definitiva.

Como parte del estudio de estadificación, se realiza PET/TC, que muestra intensa captación metabólica en la masa retroperitoneal izquierda, sin otros focos hipermetabólicos sugestivos de enfermedad metastásica a distancia (Figura 2).

Tras obtener el diagnóstico histológico preliminar de neoplasia mesenquimal maligna fusocelular, la paciente es derivada para valoración especializada y el caso se presenta en el comité multidisciplinar de sarcomas. Tras la revisión conjunta de los hallazgos clínicos, radiológicos y anatomopatológicos, y dada la resecabilidad de la tumoración, se decide tratamiento quirúrgico con intención curativa^(1,5).

Aproximadamente un mes después de la valoración multidisciplinar se realiza resección quirúrgica en bloque de la tumoración retroperitoneal junto con bazo, cola pancreática, riñón izquierdo, glándula suprarrenal izquierda y colon descendente. El estudio anatomopatológico definitivo establece el diagnóstico de liposarcoma desdiferenciado retroperitoneal grado 3, de 19,5 cm de diámetro máximo, con 11 mitosis/mm² y un 35% de necrosis, sin invasión linfovascular y con afectación del margen de resección. El ganglio linfático regional analizado se encuentra libre de afectación neoplásica, correspondiendo a pT4 pN0 cM0, estadio pronóstico IIIB (AJCC 8.^a edición). El tumor engloba la glándula suprarrenal

FIGURA 2. TOMOGRAFÍA POR EMISIÓN DE POSITRONES/TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA (PET/TC) DE ESTADIFICACIÓN.



Intensa captación metabólica en la masa retroperitoneal izquierda, sin evidencia de focos hipermetabólicos compatibles con enfermedad metastásica a distancia.

e invade la cápsula renal, sin evidenciarse infiltración parenquimatosa o estromal del resto de los órganos incluidos en la pieza.

El estudio mediante hibridación fluorescente in situ (FISH) no demuestra amplificación de

MDM2. No obstante, dada la morfología tumoral, la presencia de lipoblastos ocasionales y la exclusión de otros subtipos de sarcoma, el estudio anatomopatológico definitivo considera el cuadro compatible con liposarcoma desdiferenciado.

Durante el postoperatorio presenta anemia grave que requiere transfusión de dos concentrados de hematíes y una fístula pancreática, de evolución favorable con tratamiento conservador. En el seguimiento posterior al alta hospitalaria presenta buena recuperación clínica, con resolución del síndrome constitucional, ausencia de dolor y situación funcional según la escala del Eastern Cooperative Oncology Group (ECOG) de 0. La TC de control muestra cambios posquirúrgicos, sin evidencia de afectación tumoral a distancia. Tras valoración por Oncología Médica no se considera indicado tratamiento sistémico adyuvante, manteniéndose seguimiento clínico y radiológico (Tabla 1).

Discusión

En este caso, la ferritina marcadamente elevada, junto con la hipoferremia, la disminución de la transferrina y la intensa respuesta inflamatoria, apoya el diagnóstico de anemia de inflamación. El IST marcadamente disminuido (6-8%) indica una importante restricción de la disponibilidad de hierro para la eritropoyesis, compatible con el secuestro de hierro mediado por la inflamación. Sin embargo, en este contexto, un IST bajo no permite establecer por sí solo la existencia de un déficit absoluto de hierro. Los valores de RsTf discretamente elevados pueden sugerir una alteración de la disponibilidad de hierro a nivel eritropoyético, pero no se consideran suficientes para demostrar una ferropenia absoluta concomitante⁽²⁾.

La anemia de inflamación puede acompañar a las neoplasias y formar parte de su presentación clínica⁽²⁾. En tumores sólidos, la anemia puede ser una manifestación de la enfermedad; en las neoplasias retroperitoneales, el crecimiento silente permite que alcancen gran tamaño antes de producir sintomatología⁽¹⁾.

Los sarcomas retroperitoneales representan aproximadamente el 10-16% de los sarcomas de partes blandas del adulto⁽¹⁾. Se caracterizan por

presentarse como masas de gran tamaño debido a que el retroperitoneo permite un crecimiento expansivo sin producir síntomas hasta fases avanzadas^(1,5). El diagnóstico diferencial de una masa retroperitoneal incluye linfoma, tumores de células germinales, carcinomas indiferenciados, tumores estromales gastrointestinales (GIST), tumores adrenales y lesiones benignas^(1,5). La TC con contraste es la modalidad de imagen preferida para la evaluación inicial^(1,5).

La localización de la masa en la fosa suprarrenal izquierda obliga a descartar un tumor adrenal funcionante antes de realizar la biopsia. Las guías recomiendan determinar metanefrinas plasmáticas o urinarias para descartar feocromocitoma en las lesiones adrenales con características no típicas de adenoma benigno⁽³⁾. El test de supresión con dexametasona (test de Nugent) permite valorar la existencia de secreción autónoma de cortisol⁽³⁾. Las metanefrinas urinarias son normales, permitiendo excluir bioquímicamente un feocromocitoma antes de realizar la BAG.

El estudio anatomopatológico inicial mediante biopsia con aguja gruesa muestra una neoplasia mesenquimal maligna fusocelular con perfil inmunohistoquímico no concluyente. La positividad intensa para CD34, junto con la negatividad para STAT6, S100, SOX10, c-KIT, DOG1, actina, desmina y caldesmón, permite excluir varios diagnósticos diferenciales, aunque no es posible establecer un subtipo definitivo. El estudio mediante FISH no demuestra amplificación de MDM2.

Sin embargo, el análisis de la pieza quirúrgica permite establecer el diagnóstico definitivo de liposarcoma desdiferenciado grado 3, pese a mantenerse la ausencia de amplificación de MDM2. Aunque la amplificación de MDM2 constituye una alteración molecular característica de los liposarcomas bien diferenciados y desdiferenciados, su ausencia no debe interpretarse de forma aislada como criterio absoluto de exclusión diagnóstica. En este caso, la morfología tumoral, la identificación de lipoblastos ocasionales y la exclusión de otros

TABLA 1. CRONOLOGÍA DEL PROCESO DIAGNÓSTICO, TERAPÉUTICO Y EVOLUTIVO.

Momento del proceso	Actuaciones y decisiones	Resultados
Día 1: Consulta inicial en el SPRL	Mujer de 65 años que consulta por astenia de tres meses de evolución. Se realiza anamnesis, exploración física, analítica, radiografía de tórax y electrocardiograma.	Se objetiva anemia microcítica de nueva aparición (Hb 10,5 g/dL; Hb previa 14,5 g/dL siete meses antes), trombocitosis y marcada elevación de reactantes de fase aguda.
Día 4: Reevaluación clínica	Ante los hallazgos analíticos se amplía la anamnesis dirigida. Se plantea la posibilidad de neoplasia oculta.	La paciente refiere pérdida ponderal de aproximadamente 10 kg en tres meses, hiporexia, astenia marcada y episodios ocasionales de febrícula, sin exteriorización de sangrado.
Día 22: Estudio etiológico inicial	Se realiza sangre oculta en heces, gastroscopia, colonoscopia y marcadores tumorales.	Sangre oculta en heces negativa; endoscopias sin hallazgos macroscópicos relevantes y marcadores tumorales dentro de la normalidad.
Día 23: Controles analíticos sucesivos	Se amplía el estudio hematológico, inflamatorio, bioquímico, inmunológico y proteinograma.	Persiste anemia microcítica de perfil inflamatorio, trombocitosis y elevación de VSG, PCR y fibrinógeno. Sin datos de hemólisis, gammapatía monoclonal ni enfermedad autoinmune.
Día 25: Persistencia del síndrome inflamatorio sin foco	Ante la persistencia de anemia inflamatoria, síndrome constitucional y ausencia de causa identificada, se solicita TC tóraco-abdomino-pélvica con contraste.	Se identifica una masa retroperitoneal izquierda de 14 × 14,4 × 18 cm, localizada en la fosa suprarrenal y con efecto de masa sobre estructuras vecinas. El diagnóstico diferencial radiológico incluye sarcoma retroperitoneal y carcinoma adrenocortical.
Día 29: Caracterización endocrinológica	Dada la localización en la fosa suprarrenal, se realiza estudio hormonal previo a la biopsia para descartar funcionalidad adrenal, especialmente feocromocitoma.	Metanefrinas y normetanefrinas urinarias dentro de rango; cortisol tras dexametasona de 1,9 µg/dL, valor límite respecto al punto de corte actualmente recomendado, sin signos clínicos de hipercortisolismo manifiesto.
Día 33: Biopsia preoperatoria	Tras excluir bioquímicamente un feocromocitoma, se realiza BAG guiada por TC.	Anatomía patológica compatible con neoplasia mesenquimal maligna fusocelular, sin clasificación definitiva. El estudio inmunohistoquímico no resulta concluyente y se plantea caracterización molecular.
Día 37: PET/TC de estadificación	Se realiza PET/TC para completar el estudio de estadificación.	Se observa intensa captación metabólica en la masa retroperitoneal izquierda, sin evidencia de focos hipermetabólicos compatibles con enfermedad metastásica a distancia.
Día 39: Valoración multidisciplinar	La paciente es derivada para coordinación con Oncología y presentación del caso en comité multidisciplinar de sarcomas.	Se decide tratamiento quirúrgico dada la aparente resecabilidad de la lesión.
Día 65: Tratamiento quirúrgico	Se realiza resección multivisceral en bloque de la tumoración retroperitoneal junto con bazo, cola pancreática, riñón izquierdo, glándula suprarrenal izquierda y colon descendente.	Cirugía realizada con intención curativa y obtención de pieza quirúrgica para estudio anatomopatológico definitivo.

TABLA 1. CRONOLOGÍA DEL PROCESO DIAGNÓSTICO, TERAPÉUTICO Y EVOLUTIVO.

Momento del proceso	Actuaciones y decisiones	Resultados
Día 77: Postoperatorio	Durante el ingreso postquirúrgico presenta anemia grave y fístula pancreática.	Requiere transfusión de dos concentrados de hematies. Ambas complicaciones evolucionan favorablemente.
Día 81: Anatomía patológica definitiva	Se analiza la pieza de resección quirúrgica.	Diagnóstico definitivo de liposarcoma desdiferenciado grado 3, de 19,5 cm, con 11 mitosis/mm ² , 35% de necrosis, ausencia de invasión linfovascular y afectación del margen de resección; estadio pT4 pN0 cM0, estadio pronóstico IIIB (AJCC 8. ^a edición). El ganglio regional analizado resulta negativo.
Día 117: Seguimiento oncológico	Seguimiento clínico y radiológico posterior.	Buena recuperación clínica, resolución del síndrome constitucional, ausencia de dolor y ECOG 0. La TC de control no muestra enfermedad metastásica. Tras valoración por Oncología Médica no se indica tratamiento sistémico adyuvante y se mantiene seguimiento clínico-radiológico.
SPRL: Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hb: hemoglobina. VSG: velocidad de sedimentación globular. PCR: proteína C reactiva. TC: tomografía computarizada. BAG: biopsia con aguja gruesa. PET: tomografía por emisión de positrones. ECOG: Eastern Cooperative Oncology Group.		

subtipos de sarcoma permiten establecer el diagnóstico definitivo⁽⁴⁾.

La discrepancia entre los hallazgos de la biopsia preoperatoria y los de la pieza de resección pone de manifiesto las limitaciones inherentes al muestreo mediante biopsia con aguja gruesa en tumores retroperitoneales de gran tamaño y marcada heterogeneidad. Mientras que la biopsia muestra escasa actividad mitótica y ausencia de necrosis, la pieza quirúrgica presenta 11 mitosis/mm² y un 35% de necrosis, correspondiente a un sarcoma grado 3. Esta heterogeneidad puede conducir a una infraestimación del grado tumoral o a la ausencia de representación del componente desdiferenciado en la muestra preoperatoria, fenómeno descrito particularmente en los liposarcomas retroperitoneales⁽⁴⁾.

El manejo de los sarcomas retroperitoneales debe realizarse en centros con experiencia y mediante un abordaje multidisciplinar, dada la complejidad de su diagnóstico y tratamiento^(1,5). La resección quirúrgica completa con márgenes

oncológicamente adecuados constituye el principal tratamiento potencialmente curativo de la enfermedad localizada^(1,5).

En la paciente, la valoración multidisciplinar permite realizar una resección multivisceral en bloque con intención curativa, incluyendo nefrectomía, esplenectomía, pancreatectomía distal y colectomía izquierda. La anatomía patológica definitiva permite además establecer el diagnóstico de liposarcoma desdiferenciado grado 3, modificando la caracterización inicialmente obtenida mediante biopsia con aguja gruesa. La evolución postoperatoria es favorable y, tras valoración por Oncología Médica, se decide seguimiento clínico-radiológico sin tratamiento sistémico adyuvante.

Entre las fortalezas del caso destaca la disponibilidad de interacción directa con la paciente y de pruebas complementarias en el propio centro de trabajo, que permite documentar la aparición reciente de la anemia y reconstruir el proceso diagnóstico y terapéutico. Como

limitaciones, se trata de un caso único y el periodo de seguimiento oncológico disponible es todavía limitado.

Finalmente, este caso subraya el valor de la vigilancia de la salud y de la valoración clínica realizada desde el SPRL para identificar hallazgos que, aun no siendo necesariamente de origen laboral, pueden requerir evaluación asistencial⁶. La función del SPRL no es sustituir a los servicios asistenciales encargados del diagnóstico y tratamiento de la enfermedad común, sino detectar alteraciones relevantes durante sus actuaciones sanitarias, valorar su posible relación con el trabajo y, cuando proceda, orientar y facilitar la derivación al circuito asistencial correspondiente⁽⁶⁾. En este caso concreto, la identificación de una anemia de perfil inflamatorio asociada a síndrome constitucional motiva la ampliación del estudio y la solicitud de una TC, que permite detectar la masa retroperitoneal y agilizar su posterior valoración por los servicios especializados.

Conclusiones

La anemia inflamatoria asociada a marcada restricción de la disponibilidad de hierro, elevación persistente de los reactantes de fase aguda y síndrome constitucional debe motivar la búsqueda de una causa subyacente, incluyendo la posibilidad de neoplasia oculta. En el presente caso, el estudio sistemático de estas alteraciones permite la detección oportuna de un liposarcoma desdiferenciado retroperitoneal de gran tamaño cuando todavía es susceptible de tratamiento quirúrgico con intención curativa.

Este caso pone de manifiesto el valor de la vigilancia de la salud realizada desde los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales para identificar alteraciones clínicas o analíticas relevantes y facilitar, cuando sea necesario, una adecuada derivación asistencial. La actuación del médico del trabajo debe entenderse como complementaria, y no sustitutiva, de la atención sanitaria asistencial, favoreciendo la identificación

oportuna de hallazgos relevantes y la coordinación con los servicios responsables de su diagnóstico y tratamiento.

Perspectiva de la paciente

La paciente expresa un profundo agradecimiento por la atención recibida desde el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales y destaca la importancia de disponer de un servicio que vele por la salud de los trabajadores. En el seguimiento refiere encontrarse muy bien, sin dolor y con recuperación de la fuerza y de su actividad habitual. En sus propias palabras, señala que «ha vuelto a ser persona».

Consentimiento informado y confidencialidad

Se obtuvo el consentimiento informado de la paciente para la publicación del presente caso clínico. Se han eliminado los datos de carácter personal y los identificadores directos, y se han omitido o generalizado aquellos datos no esenciales que pudieran facilitar su identificación, manteniendo únicamente la información necesaria para la adecuada comprensión clínica del caso. El manuscrito se ha elaborado de acuerdo con las recomendaciones CARE para la publicación de casos clínicos.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses relacionados con el presente trabajo.

Financiación

El presente trabajo no ha recibido financiación específica.

Bibliografía

1. Swallow CJ, Strauss DC, Bonvalot S, et al. Management of primary retroperitoneal sarcoma (RPS) in the adult: an updated consensus approach

from the Transatlantic Australasian RPS Working Group. *Ann Surg Oncol* 2021; 28: 7873-88.

2. Ganz T. Anemia of inflammation. *N Engl J Med* 2019; 381: 1148-57.

3. Fassnacht M, Tsagarakis S, Terzolo M, et al. European Society of Endocrinology clinical practice guidelines on the management of adrenal incidentalomas, in collaboration with the European Network for the Study of Adrenal Tumours. *Eur J Endocrinol* 2023; 189: G1-G42.

4. Purgina B, Di Blasi E, Collini P, et al. Pathologic assessment of retroperitoneal sarcomas: a position paper by the Transatlantic Australasian Retroperitoneal Sarcoma Working Group. *Am J Surg Pathol* 2026; 50: 455-66.

5. Serrano C, Arregui M, Carrasco I, et al. SEOM-GEIS Spanish clinical guidelines for the management of soft-tissue sarcomas (2024). *Clin Transl Oncol* 2025; 27: 1460-71.

6. España. Real Decreto 843/2011, de 17 de junio, por el que se establecen los criterios básicos sobre la organización de recursos para desarrollar la actividad sanitaria de los servicios de prevención. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 158, de 4 de julio de 2011.

De la Gestión de la Incapacidad a la Gestión de la Capacidad: Repensando el Modelo Español de Incapacidad Temporal

Pablo Llamas Blázquez⁽¹⁾, Luis Reinoso Barbero⁽²⁾

¹Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Hospital Universitario Ramón y Cajal. Servicio Madrileño de Salud (SERMAS). Madrid, Comunidad de Madrid, España. Categoría profesional: Médico Interno Residente de Medicina del Trabajo. ORCID: 0009-0007-3290-3553

²Área Médica, Servicio de Prevención Mancomunado. Endesa. Madrid, Comunidad de Madrid, España. Categoría profesional: Especialista en Medicina del Trabajo. Director Médico y Responsable del Área Médica del Servicio de Prevención Mancomunado de Endesa. ORCID: 0000-0001-8761-6382

Correspondencia:

Pablo Llamas Blázquez

Dirección postal: Hospital Universitario Ramón y Cajal,
Ctra. de Colmenar Viejo km 9,100,
28034 Madrid, España.

Correo electrónico: pablollamas24699@gmail.com

La cita de este artículo es: Pablo Llamas Blázquez et al. De la Gestión de la Incapacidad a la Gestión de la Capacidad: Repensando el Modelo Español de Incapacidad Temporal. Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2026; 35(2):367-374

RESUMEN.

Objetivos: Analizar las limitaciones conceptuales del modelo español de incapacidad temporal (IT) y proponer su evolución hacia una gestión de la capacidad funcional liderada por el médico del trabajo.

Material y Métodos: Revisión narrativa de la evidencia sobre retorno al trabajo, de la normativa española de IT y prevención, y de los modelos neerlandés (Wet Verbetering Poortwachter) y alemán (§ 167 SGB IX), desde el marco biopsicosocial de la CIF.

Resultados: El sistema español fragmenta responsabilidades entre atención primaria, mutuas e INSS y carece de instrumentos para graduar la capacidad residual; los modelos con hitos obligatorios de intervención temprana y participación del médico del trabajo logran mejores reincorporaciones.

Conclusiones: Se proponen tres funciones: perfil funcional del puesto, evaluación de la capacidad residual y coordinación del

FROM DISABILITY MANAGEMENT TO CAPACITY MANAGEMENT: RETHINKING THE SPANISH TEMPORARY SICK LEAVE MODEL

ABSTRACT

Objectives: To analyse the conceptual limitations of the Spanish temporary sick leave (TSL) model and to propose its evolution towards functional capacity management led by the occupational physician.

Material and Methods: Narrative review of the evidence on return to work, of Spanish sick leave and occupational health regulations, and of the Dutch (Wet Verbetering Poortwachter) and German (§ 167 SGB IX) models, read through the biopsychosocial framework of the WHO ICF.

Results: The Spanish system fragments responsibilities among primary care, mutual insurance bodies and the National Social

retorno progresivo. Su viabilidad exige desarrollar el artículo 39 del Reglamento de los Servicios de Prevención, garantizar la interoperabilidad y prever soluciones para pymes.

Palabras clave: Retorno al trabajo; Medicina del trabajo; Incapacidad temporal; Evaluación de la capacidad de trabajo; Absentismo.

Security Institute, and lacks instruments to grade residual work capacity; systems with mandatory early-intervention milestones and occupational physician involvement achieve better return-to-work outcomes.

Conclusions: Three functions are proposed: early functional job profiling, residual capacity assessment and coordination of progressive return. Their feasibility requires developing article 39 of the Spanish Prevention Services Regulation, ensuring information interoperability and providing solutions for small enterprises.

Key-Words: Return to Work; Occupational Medicine; Sick Leave; Work Capacity Evaluation; Absenteeism.

Fecha de recepción: 18 de mayo de 2026

Fecha de aceptación: 6 de septiembre de 2026

Introducción

La incapacidad temporal por contingencias comunes representa actualmente uno de los principales desafíos para la sostenibilidad del sistema de protección social en España. El incremento sostenido de los procesos de baja laboral —con especial incidencia en los trastornos musculoesqueléticos y los problemas de salud mental— ha intensificado el debate público sobre la eficiencia del modelo y sobre la necesidad de estrategias más efectivas de reincorporación laboral⁽¹⁾.

Sin embargo, gran parte de ese debate continúa centrado en variables administrativas —duración media de las bajas, gasto en prestaciones, tasas de absentismo por sector— sin cuestionar la premisa

conceptual sobre la que el sistema está construido: que la incapacidad laboral es un estado binario, en el que el trabajador se encuentra plenamente apto o plenamente incapacitado para desempeñar su actividad. Esta dicotomía simplifica la gestión de la prestación, pero resulta clínicamente inadecuada para la mayoría de los procesos patológicos contemporáneos.

La evidencia científica acumulada durante las últimas dos décadas en el ámbito de la salud laboral apunta en una dirección inequívoca: la reincorporación progresiva y adaptada al trabajo, incluso en condiciones de capacidad parcial, se asocia con mejores resultados de salud, menor cronificación y mayor recuperación funcional a largo plazo en comparación con el mantenimiento indefinido de la situación de baja absoluta^(3,7). El

trabajo bien adaptado no constituye un riesgo para la recuperación; en muchos casos, es un determinante positivo de ella.

Este artículo no pretende cuestionar la función protectora del sistema de incapacidad temporal, ni proponer su desmantelamiento. Sostiene, en cambio, que el modelo necesita evolucionar desde una lógica de gestión de la ausencia hacia una lógica de gestión de la capacidad; y que esa evolución requiere redefinir el papel de la medicina del trabajo en el proceso de IT, dotándola de un rol activo en las fases iniciales que hoy le está sistemáticamente vedado.

2. Las limitaciones estructurales del modelo español

El sistema español de IT por contingencia común articula sus responsabilidades clínicas y administrativas de forma fragmentada entre tres actores principales: el médico de atención primaria, responsable de la emisión y seguimiento de los partes de baja y alta; las mutuas colaboradoras de la Seguridad Social, con competencias en el control y la gestión de las contingencias comunes a partir de determinados umbrales temporales; y el Instituto Nacional de la Seguridad Social (INSS), que interviene en los procesos de larga duración o cuando se plantea el acceso a la incapacidad permanente. Esta distribución no es inocua en términos de resultados: incluso en la contingencia profesional, donde los circuitos de seguimiento están más definidos, un estudio sobre 253 procesos de IT por accidente de trabajo en un hospital de tercer nivel encontró que el 60 % superaba el tiempo óptimo de baja establecido, atribuyéndolo en buena parte a demoras en los procesos diagnóstico-terapéuticos⁽²⁾.

En ese esquema, el médico del trabajo — el profesional con mayor conocimiento de las exigencias funcionales del puesto, de los riesgos específicos del entorno laboral y de las posibilidades reales de adaptación en la empresa— ocupa un lugar periférico. Su intervención en el proceso de IT carece de un marco normativo que

la estructure y, en la práctica, suele producirse tarde: cuando la baja ya se ha cronificado, cuando la mutua activa una revisión o cuando el INSS convoca una evaluación para valorar la transición a la incapacidad permanente.

Esta desconexión entre el sistema sanitario general y la medicina del trabajo genera un vacío de intervención especialmente crítico en las primeras semanas de la baja, que es precisamente el periodo donde la evidencia sitúa la mayor ventana de oportunidad para prevenir la cronificación^(3,6). El médico de atención primaria, por su parte, dispone de información clínica suficiente para gestionar el proceso diagnóstico y terapéutico, pero raramente conoce con detalle las exigencias funcionales del puesto de trabajo ni las posibilidades de adaptación disponibles en la empresa. Nadie ocupa ese espacio de forma sistemática.

A esta fragmentación competencial se añade una limitación conceptual de fondo: el sistema no dispone de mecanismos estructurados para identificar y gestionar la capacidad residual de trabajo. En patologías musculoesqueléticas, trastornos adaptativos, ansiedad, depresión o procesos crónicos de larga evolución, la capacidad laboral rara vez desaparece de forma absoluta. Más frecuentemente se modifica, fluctúa o requiere adaptaciones transitorias. Sin embargo, la lógica binaria del sistema —apto o no apto— no ofrece instrumentos para articular esa graduación funcional.

3. Referentes europeos: intervención temprana y corresponsabilidad

La comparación con sistemas europeos de gestión funcional de la incapacidad laboral permite identificar los elementos estructurales que explican sus mejores resultados en términos de duración de las bajas y reincorporación sostenida^(3,8).

3.1. Países Bajos: la *Wet Verbetering Poortwachter*

El modelo neerlandés constituye el referente más

sólido de intervención temprana y coordinación funcional en Europa. La *Wet Verbetering Poortwachter* —vigente desde 2002— establece hitos temporales obligatorios que estructuran el proceso de reincorporación desde las primeras semanas de ausencia. A la sexta semana, el médico del trabajo realiza una evaluación funcional de capacidades y limitaciones laborales; a la octava, empresa y trabajador elaboran conjuntamente un plan de acción individualizado orientado al retorno progresivo. La notificación al organismo de seguridad social se produce a las cuarenta y dos semanas si la situación de IT persiste, activando una evaluación independiente. El incumplimiento de estos hitos por parte del empleador puede conllevar la extensión obligatoria del período de pago salarial durante la baja, generando así un incentivo económico directo para la gestión activa del retorno^(8,9).

El resultado de este modelo ha sido una reducción significativa de las tasas de incapacidad de larga duración, y su principal aportación conceptual no es normativa, sino epistemológica: obliga al sistema a preguntarse, desde la sexta semana, qué puede hacer el trabajador y qué habría que adaptar para facilitar su retorno, en lugar de limitarse a certificar que no puede trabajar.

3.2. Alemania: el *Betriebliches Eingliederungsmanagement* (BEM)

El sistema alemán aborda el mismo problema desde una lógica complementaria. El § 167 SGB IX10 obliga legalmente a cualquier empresa a ofrecer un proceso formal de reincorporación asistida —el BEM— cuando un trabajador acumula más de seis semanas de baja laboral en un período de doce meses. El proceso involucra al médico del trabajo de la empresa, al representante sindical y al responsable de Recursos Humanos, y requiere el consentimiento expreso del trabajador para iniciarse, lo que protege sus derechos y diferencia el BEM de un mecanismo de presión hacia la reincorporación prematura.

Su elemento más distintivo en términos de política de salud laboral es la vinculación entre el

cumplimiento del proceso y la protección jurídica del empleador: las empresas que no hayan ofrecido formalmente el BEM pueden encontrar limitada su capacidad de extinguir contratos por causas relacionadas con la salud del trabajador. Este mecanismo convierte la gestión activa del retorno en un interés legítimo de la empresa, no solo del sistema sanitario o de seguridad social.

3.3. El elemento común: un cambio de pregunta

Más allá de sus diferencias normativas, ambos modelos comparten un rasgo definitorio: modifican estructuralmente la pregunta que el sistema está obligado a hacerse ante una baja laboral. La pregunta ya no es únicamente «¿puede trabajar este trabajador?», sino «¿qué puede hacer actualmente, en qué condiciones podría reincorporarse progresivamente, y qué adaptaciones serían necesarias para que eso fuera posible?». Esa pregunta, en cuanto se convierte en un requerimiento formal del sistema, produce respuestas que el modelo español actual simplemente no genera.

4. Del diagnóstico a la función: el marco biopsicosocial como instrumento clínico

La evolución conceptual necesaria para sostener este cambio de modelo tiene una base teórica sólida en la Clasificación Internacional del Funcionamiento, la Discapacidad y la Salud (CIF) de la Organización Mundial de la Salud⁽¹¹⁾. Desde el marco biopsicosocial que la CIF articula, la incapacidad laboral no depende exclusivamente del diagnóstico médico, sino de la interacción dinámica entre la condición de salud del trabajador, sus capacidades funcionales, las exigencias del puesto, los factores psicosociales del entorno y el contexto organizativo de la empresa.

Esta perspectiva tiene implicaciones clínicas concretas. Preguntar «¿qué puede hacer este trabajador?» orienta la intervención hacia la adaptación funcional; preguntar únicamente «¿qué diagnóstico tiene?» la orienta hacia la certificación. Ambas preguntas son necesarias, pero la primera

es la que permite diseñar un retorno terapéutico al trabajo, mientras que la segunda solo permite autorizar o denegar la baja.

La evidencia disponible sobre programas de retorno terapéutico al trabajo es consistente en este sentido: la reincorporación progresiva y adaptada se asocia con mejores resultados funcionales a largo plazo, menor recurrencia de la baja y mayor satisfacción del trabajador con el proceso de recuperación^(4,6,7). El trabajo adaptado no debe entenderse como una concesión administrativa, sino como una intervención clínica activa con evidencia de eficacia, que debe ser prescrita, diseñada y supervisada con el mismo rigor con el que se prescribe cualquier otra intervención terapéutica.

5. Reconfigurar el rol del médico del trabajo

La transformación del modelo español requiere, en primer lugar, redefinir el papel de la medicina del trabajo en el proceso de IT. Se propone que esa redefinición se articule en torno a tres funciones que la especialidad puede asumir dentro del marco competencial existente, sin necesidad de modificar el reparto de responsabilidades sobre la emisión y el control de los partes de baja.

La primera función es la elaboración temprana del perfil funcional del puesto, articulando el profesiograma y la evaluación de riesgos como entidades distintas pero complementarias: el primero documenta las exigencias y aptitudes asociadas al puesto desde la perspectiva de la vigilancia de la salud, mientras que la segunda identifica los riesgos laborales presentes y las medidas preventivas necesarias. Desde las primeras semanas de la baja —y sin necesidad de contacto directo con el trabajador en esa fase inicial—, el médico del trabajo puede identificar las exigencias físicas, motrices, sensoriales, cognitivas y psicosociales del puesto afectado, y documentar las posibilidades reales de adaptación disponibles en la empresa. Esta información, que hoy no se sistematiza en ningún momento del proceso, es la que permite planificar un retorno

progresivo con base en la realidad del entorno laboral concreto.

La segunda función es la evaluación de la capacidad residual de trabajo. Con el consentimiento del trabajador y en coordinación con su médico de atención primaria, el médico del trabajo puede realizar una valoración funcional orientada a identificar qué puede hacer el trabajador en su situación clínica actual, qué actividades laborales son compatibles con su proceso de recuperación y qué adaptaciones —de carga, horario, ergonomía, modalidad de trabajo— permitirían una reincorporación clínicamente segura y funcionalmente significativa.

La tercera función es la coordinación y el seguimiento del retorno progresivo. El médico del trabajo puede actuar como interlocutor entre el trabajador, el empleador y el sistema sanitario, supervisando la evolución del proceso de reincorporación, ajustando las adaptaciones en función de la evolución clínica y derivando al INSS o a recursos de rehabilitación especializados cuando la complejidad del caso lo requiera.

Estas tres funciones no exigen partir de cero. El propio Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo publicó en 2018 la NTP 1116, que ofrece a las empresas un esquema de procedimiento de mantenimiento y vuelta al trabajo con una figura explícita de gestor del caso, un proceso de intervención estructurado y mecanismos de seguimiento y evaluación⁽¹²⁾. Su existencia demuestra que la lógica funcional no es ajena a la cultura preventiva española: lo que falta no es la herramienta técnica, sino la obligatoriedad y la conexión con el circuito asistencial que la haría operativa más allá de las empresas que voluntariamente decidan aplicarla.

Una vía complementaria, y probablemente más ambiciosa, consistiría en incorporar médicos del trabajo a los equipos de atención primaria y a determinados servicios de atención especializada con alta carga de procesos incapacitantes —rehabilitación, traumatología, salud mental, reumatología u oncología—, con funciones de consultoría en salud laboral. Su papel no sería

asistencial ni certificador, sino aportar al equipo tratante la información de la que hoy carece en el punto exacto donde se decide sobre la baja: qué exige realmente el puesto, qué adaptaciones son posibles en esa empresa concreta y qué trayectoria de retorno es realista. Una figura de este tipo permitiría además dar cobertura a los trabajadores de empresas sin recursos preventivos propios y encontraría acomodo natural en el desarrollo de los mecanismos de coordinación entre el sistema asistencial y el preventivo que se analizan en el apartado siguiente.

Este modelo de intervención no modifica el sistema de competencias vigente sobre la emisión de bajas y altas, que permanece bajo la responsabilidad del médico de atención primaria. Lo que se propone es la creación de una vía paralela y coordinada de gestión funcional, en la que la medicina del trabajo actúa no como verificadora de la incapacidad, sino como arquitecta del retorno.

6. Condicionantes para la transformación del modelo

La transición hacia un sistema de gestión de la capacidad funcional enfrenta condicionantes estructurales que no pueden ignorarse en ningún análisis serio de viabilidad. Figura 1.

El primero es la fragmentación entre sistemas. La ausencia de canales formales de comunicación entre los médicos de atención primaria, los médicos del trabajo y los servicios de las mutuas impide la coordinación que requiere un modelo funcional. La historia clínica laboral no está integrada en las plataformas sanitarias generales, y el intercambio de información relevante sobre el puesto de trabajo depende de iniciativas individuales en lugar de protocolos estructurados. Esta fragmentación no es técnica —las soluciones de interoperabilidad existen—, sino organizativa y de gobernanza.

Conviene matizar, no obstante, que esta fragmentación no es un destino inevitable. La pandemia de COVID-19 ofreció el ejemplo más claro y reciente de coordinación efectiva entre

la medicina del trabajo y los servicios públicos de salud en España. El Procedimiento de actuación para los servicios de prevención de riesgos laborales frente a la exposición al SARS-CoV-2 atribuyó a los servicios de prevención la identificación y la valoración individualizada de los trabajadores especialmente sensibles, la emisión de informes de adaptación del puesto y, cuando esta no era posible, la propuesta de situaciones de IT, además de tareas de rastreo de contactos y de seguimiento de los procesos en curso⁽¹³⁾. Aquella experiencia obligó a construir en pocas semanas canales de comunicación bidireccional con la atención primaria y con las autoridades sanitarias que hasta entonces se consideraban inviables, y generó criterios técnicos compartidos para valorar la vulnerabilidad individual⁽¹⁴⁾. Que esos canales se desmantelaran al remitir la emergencia, en lugar de reconvertirse en infraestructura estable de coordinación para la gestión de la incapacidad temporal, es probablemente una de las oportunidades perdidas más relevantes del período.

El segundo condicionante es normativo. El marco legal vigente no contempla la participación activa del médico del trabajo en el proceso de IT salvo en supuestos muy específicos. Avanzar hacia un modelo de intervención temprana estructurada requeriría modificaciones en la Ley General de la Seguridad Social, en el Reglamento de los Servicios de Prevención (RSP) y en los convenios de colaboración entre el INSS y las mutuas colaboradoras. En este sentido, conviene recordar que, treinta años después de la promulgación del RSP, su artículo 39 —que regula la coordinación entre el sistema sanitario y el preventivo y el acceso del médico del trabajo a la información clínica necesaria para el desempeño de sus funciones— permanece prácticamente virgen desde su redacción original, con excepciones puntuales como la del Servicio de Prevención Propio del sector público valenciano y la disponibilidad de acceso web a la información sobre vacunaciones en algunas comunidades autónomas. Su desarrollo efectivo sigue siendo,

tres décadas después, una asignatura pendiente del sistema y una de las condiciones habilitantes para cualquier modelo de gestión funcional de la incapacidad temporal. Se trata, en cualquier caso, de un proceso complejo pero no inédito: el propio sistema ha acometido reformas de alcance comparable en períodos de mayor presión sobre el gasto en prestaciones.

El tercer condicionante es la escala del tejido empresarial. El 99,8 % de las empresas españolas son pequeñas y medianas empresas (pymes), muchas de las cuales no disponen de servicio de prevención propio ni de acceso continuado a un médico del trabajo. Cualquier modelo de intervención temprana que no contemple soluciones específicas para este contexto —como la activación del médico del trabajo de referencia a través de la mutua, o la creación de protocolos de intervención adaptados a empresas sin recursos preventivos propios— tendrá una aplicabilidad real muy limitada.

El cuarto condicionante es la creciente polivalencia de los puestos de trabajo. La organización del trabajo ha evolucionado hacia perfiles multitarea, con rotación entre funciones, contenidos variables a lo largo de la jornada y descripciones de puesto amplias, especialmente en el comercio, la hostelería, la logística, los cuidados y las empresas de menor tamaño, donde un mismo trabajador acumula tareas que en otros contextos corresponderían a varios puestos. Esta polivalencia dificulta simultáneamente las dos operaciones sobre las que descansa el modelo propuesto: definir un profesigramas estable, porque el conjunto de exigencias varía según la tarea concreta y el momento; e identificar adaptaciones viables, ya que suprimir una tarea de un puesto polivalente puede vaciarlo de contenido o trasladar la carga a los compañeros. La respuesta no puede ser renunciar al perfil funcional, sino construirlo por dominios de exigencia —carga física, bipedestación, manipulación manual de cargas, atención sostenida, exigencia emocional, atención al público, turnicidad— en lugar de por denominaciones de puesto, y revisarlo con

una periodicidad acorde a la variabilidad real del trabajo.

Finalmente, existe un condicionante de cultura profesional que afecta a la propia especialidad. La medicina del trabajo española ha construido históricamente su identidad en torno a la vigilancia de la salud y la certificación de aptitudes. Asumir un rol activo en la gestión del retorno al trabajo implica ampliar esa identidad hacia funciones de coordinación clínica y de gestión de casos ocupacional que requieren habilidades específicas, marcos normativos habilitadores y, sobre todo, la convicción colectiva de que ese espacio pertenece a la especialidad.

7. Conclusión

El modelo español de incapacidad temporal es funcionalmente eficaz para el objetivo para el que fue diseñado: garantizar la protección económica del trabajador durante el período de enfermedad. Lo que no fue diseñado para hacer —y cada vez se le exige más que haga— es gestionar la complejidad funcional de los procesos de incapacidad contemporáneos, facilitar la reincorporación progresiva y prevenir la cronificación de las bajas de larga duración.

La comparación con los sistemas europeos más avanzados en este ámbito sugiere que el cambio más relevante no es normativo ni tecnológico: es conceptual. Los sistemas que obtienen mejores resultados son aquellos que han logrado desplazar el centro de gravedad del proceso desde la certificación diagnóstica hacia la gestión funcional de la capacidad residual de trabajo. Y ese desplazamiento, en todos los casos documentados, ha requerido la participación activa y temprana de la medicina del trabajo en el proceso de IT.

Se sostiene que la especialidad dispone del conocimiento técnico, del acceso al entorno laboral y de la posición institucional necesarios para asumir ese rol. Lo que requiere es un marco normativo que lo habilite, una articulación clara con el resto del sistema sanitario y preventivo,

y una redefinición de la identidad profesional que sitúe la gestión del retorno al trabajo como función central —y no periférica— de la medicina del trabajo en el siglo XXI.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener conflictos de interés en relación con el contenido de este artículo.

Financiación

El presente trabajo no ha recibido financiación específica de organismos públicos, comerciales o sin ánimo de lucro.

Bibliografía

1. OECD. Fitter Minds, Fitter Jobs: Re-thinking the Approach to Mental Health and Work in OECD Countries. Paris: OECD Publishing; 2021.
2. Sánchez Jiménez C, Fabiano R, del Campo Balsa MT, Rubio Pérez E. ¿Se cumplen los tiempos óptimos de incapacidad temporal por accidente de trabajo? *Rev Asoc Esp Espec Med Trab* 2024; 33: 183-97.
3. Anema JR, Schellart AJ, Cassidy JD, Loisel P, Weerman TJ, van der Beek AJ. Can cross country differences in return-to-work after chronic occupational back pain be explained? An exploratory analysis on disability policies in a six country cohort study. *J Occup Rehabil* 2009; 19: 419-26.
4. Loisel P, Buchbinder R, Hazard R, et al. Prevention of work disability due to musculoskeletal disorders: the challenge of implementing evidence. *J Occup Rehabil* 2005; 15: 507-24.
5. Waddell G, Burton AK. Is Work Good for Your Health and Well-Being? London: The Stationery Office; 2006.
6. Tingulstad A, Meneses-Echavez J, Evensen LH, Bjerk M, Berg RC. Effectiveness of work-related interventions for return to work in people on sick leave: a systematic review and meta-analysis. *Syst Rev* 2022; 11: 192.
7. Schultz IZ, Stowell AW, Feuerstein M, Gatchel RJ. Models of return to work for musculoskeletal disorders. *J Occup Rehabil* 2007; 17: 327-52.
8. de Boer WEL, Besseling JJM, Willems JHBM. Organization of disability evaluation in 15 countries. *Pratiques et Organisation des Soins* 2007; 38: 205-17.
9. Netherlands Government. Wet Verbetering Poortwachter (Gatekeeper Improvement Act). Den Haag: Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid; 2002.
10. Bundesministerium der Justiz. § 167 SGB IX — Betriebliches Eingliederungsmanagement. Sozialgesetzbuch Neuntes Buch (SGB IX). Berlin: Bundesministerium der Justiz; 2018.
11. World Health Organization. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). Geneva: WHO; 2001.
12. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. NTP 1116: Mantenimiento y vuelta al trabajo: procedimiento. Madrid: INSST; 2018.
13. Ministerio de Sanidad. Procedimiento de actuación para los servicios de prevención de riesgos laborales frente a la exposición al SARS-CoV-2. Madrid: Ministerio de Sanidad; 2021.
14. Vicente Herrero MT, Ramírez Iñiguez de la Torre MV, Rueda Garrido JC. Criterios de vulnerabilidad frente a infección Covid-19 en trabajadores. *Rev Asoc Esp Espec Med Trab* 2020; 29: 12-22.

Riesgos Emergentes en Seguridad y Salud en el Trabajo Asociados a la Manufactura Aditiva: Una Revisión Sistemática de Literatura

**Mariana Ruiz Vesga⁽¹⁾, Sergio Bayona Gómez⁽²⁾, Jairo Núñez Rodríguez⁽³⁾,
María Alexandra Malagón Torres⁽⁴⁾, Luis Gabriel Gutierrez Bernal⁽⁵⁾**

¹Estudiante Ingeniera Industrial (e). Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), Bucaramanga, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9426-5040>

²Docente Ingeniero Industrial, Fundación Universitaria Comfenalco Santander, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6942-340X>

³Docente Ingeniero Industrial, Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4301-9081>

⁴Docente Fisioterapeuta, Politécnico Grancolombiano Bogotá, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0415-1722>

⁵Docente Ingeniero Industrial, Corporación Universitaria Minuto de Dios Bogotá, Colombia.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3788-0104>

Correspondencia:

Luis Gabriel Gutierrez Bernal

Dirección postal: Corporación Universitaria Minuto de Dios
Bogotá, Colombia.

Correo electrónico: luis.gutierrez@uniminuto.edu

La cita de este artículo es: Mariana Ruiz Vesga et al. Riesgos Emergentes en Seguridad y Salud en el Trabajo Asociados a la Manufactura Aditiva: Una Revisión Sistemática de Literatura. Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2026; 35(2):375-393

RESUMEN.

Antecedentes: Aunque la manufactura aditiva ha revolucionado la producción industrial y médica, su rápida adopción ha superado la capacidad para gestionar sus riesgos. El presente estudio analiza los riesgos emergentes en Seguridad y Salud en el Trabajo asociados a la manufactura aditiva a partir de la evidencia científica reciente.

Material y Métodos: revisión sistemática de la literatura bajo los lineamientos PRISMA 2020 y STROBE.

Resultados: Los hallazgos revelan una concentración de riesgos en las tecnologías FFF/FDM y PBF, donde materiales como el PLA, ABS y aleaciones metálicas (Ni, Ti, Co-Cr) dominan el

EMERGING OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH RISKS ASSOCIATED WITH ADDITIVE MANUFACTURING: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

ABSTRACT

Background: Although additive manufacturing has revolutionized industrial and medical production, its rapid adoption has outpaced the ability to manage its risks. This study analyzes the emerging Occupational Health and Safety risks associated with additive manufacturing based on recent scientific evidence.

Materials and Methods: Systematic literature review following PRISMA 2020 and STROBE guidelines.

perfil de exposición. Se identificaron “peligros mixtos” en el 71,4% de la evidencia, confirmando que el riesgo no proviene de un contaminante aislado, sino de una interacción entre la degradación térmica del material y las condiciones de control del recinto.

Conclusiones: La prevención debe abandonar el enfoque reactivo basado en EPP, hacia controles integrales, contención desde el diseño, ventilación localizada y formación sobre la variabilidad química de cada proceso.

Palabras clave: seguridad y salud en el trabajo; riesgos emergentes; exposición ocupacional; bibliometría

Results: The findings reveal a concentration of risks in FFF/FDM and PBF technologies, where materials such as PLA, ABS, and metal alloys (Ni, Ti, Co-Cr) dominate the exposure profile. “Mixed hazards” were identified in 71.4% of the evidence, confirming that the risk does not come from a single contaminant, but from an interaction between material thermal degradation and enclosure control conditions.

Conclusions: Prevention should move away from a reactive approach based on PPE, toward integral controls, containment by design, localized ventilation, and training on the chemical variability of each process.

Keywords: occupational safety and health; emerging risks; occupational exposure; bibliometrics.

Fecha de recepción: 20 d

Fecha de aceptación: 9 de junio de 2025

Introducción

La Manufactura Aditiva (MA), popularmente denominada impresión 3D, ha trascendido su rol inicial como herramienta de prototipado rápido para convertirse en un pilar de la producción industrial personalizada. Su capacidad para materializar geometrías complejas mediante la adición selectiva de capas ha permitido optimizar cadenas de suministro y democratizar el diseño digital^(1,2). No obstante, esta expansión acelerada ha generado un fenómeno crítico: la tecnología ha evolucionado con mayor rapidez que nuestra comprensión sobre sus implicaciones en la Salud y Seguridad en el Trabajo (SST). El entorno laboral ya no solo se compone de máquinas, sino de una

interacción dinámica y a menudo impredecible entre equipos, operarios y una diversidad creciente de materiales reactivos.

Para la gestión del riesgo laboral, es un error conceptual abordar la manufactura aditiva como un proceso monolítico. En realidad, constituye un ecosistema heterogéneo donde convergen filamentos termoplásticos, resinas fotosensibles, polvos metálicos micrométricos y una amplia gama de agentes químicos de limpieza⁽³⁾. Esta diversidad demanda un análisis de riesgo diferenciado, que considere no solo el estado físico inicial del material, sino su transformación química bajo fuentes de alta energía, radiación UV o temperaturas de extrusión extremas, tal como lo sugieren las normativas internacionales emergentes en la materia^(2,4).

La evidencia científica reciente ha comenzado a desmitificar la supuesta inocuidad de estos procesos. En las tecnologías de extrusión de material más comunes como el Modelado por Deposición Fundida (FDM) y Fabricación por Filamento Fundido (FFF), el calentamiento de filamentos poliméricos actúa como un reactor químico que libera partículas ultrafinas (UFP) y compuestos orgánicos volátiles (COV), cuya tasa de emisión es altamente sensible a variables como la temperatura del extrusor y la eficiencia del intercambio de aire en el recinto⁽⁵⁾. Por otro lado, en los procesos de fusión en lecho de polvo metálico (PBF), el foco preventivo se desplaza hacia la manipulación física de polvos reactivos y las tareas de mantenimiento, donde la exposición a metales de alta relevancia toxicológica como el níquel, titanio o cobalto-cromo ocurre principalmente a través de la inhalación de partículas respirables y la contaminación secundaria de superficies⁽⁶⁾. Este escenario de riesgo se complejiza aún más con las tecnologías basadas en resinas. Aquí, la amenaza no se limita a la fase de impresión; se extiende al contacto dérmico con acrilatos sin curar, la inhalación de vapores durante el lavado con solventes y la desgaseificación química de las piezas durante su almacenamiento inicial^(7,8). Por lo tanto, el vacío de conocimiento actual no reside únicamente en la detección de contaminantes, sino en la comprensión de la sinergia entre tecnología, material y protocolos de control. Bajo esta premisa, el presente artículo tiene como objetivo analizar los riesgos emergentes en SST vinculados a la manufactura aditiva, sintetizando la evidencia científica más reciente para proponer marcos preventivos adaptados a la realidad industrial contemporánea⁽⁹⁾.

Metodología

Diseño de la revisión

El estudio se desarrolló bajo un enfoque de revisión sistemática de literatura, enfocada a identificar y condensar la evidencia sobre riesgos emergentes de seguridad y salud en el trabajo

asociados a la manufactura aditiva. Este tipo de revisión permite establecer un procedimiento explícito de búsqueda, selección, extracción y síntesis de información, reduciendo la subjetividad propia de revisiones narrativas y favoreciendo la trazabilidad de las decisiones metodológicas^(9,10). La metodología se estructuró tomando como referencia el enfoque propuesto por Tranfield, Denyer y Smart, quienes plantean la revisión sistemática como un proceso útil para construir conocimiento basado en evidencia mediante etapas de planificación, ejecución y reporte⁽⁹⁾. Asimismo, el proceso de identificación, cribado e inclusión se organizó según los lineamientos PRISMA 2020, con el fin de presentar de manera clara el flujo de registros identificados, documentos evaluados y estudios incluidos⁽¹⁰⁾.

Estrategia de búsqueda

La búsqueda bibliográfica se realizó en Scopus, debido a su cobertura de literatura científica revisada por pares en áreas relacionadas con ingeniería, manufactura, higiene industrial, salud ocupacional y seguridad en el trabajo. La ventana temporal se delimitó entre 2020 y 2026, con el propósito de concentrar la revisión en literatura reciente y en riesgos asociados a los procesos de la manufactura aditiva moderna^(9,10). La ecuación de búsqueda utilizada fue la siguiente:

TITLE-ABS-KEY [[additive manufactur* OR 3D print*]] AND TITLE-ABS-KEY [“occupational health” OR “occupational safety” OR OSH OR OHS OR workplace OR “industrial hygiene” OR ergonom* OR “risk assessment”] AND PUBYEAR > 2019 AND PUBYEAR < 2027.

Como resultado de esta estrategia se identificaron 235 registros, los cuales fueron exportados a una matriz en Excel para su depuración y análisis.

Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyeron artículos científicos que trataran los procesos de manufactura aditiva o impresión 3D y que presentaran información relacionada con

seguridad y salud laboral, exposición laboral, emisiones, partículas, compuestos orgánicos volátiles, polvos metálicos, sustancias químicas, consecuencias para la salud, vías de exposición, controles preventivos o evaluación de riesgos. Estos criterios se definieron de acuerdo con el objetivo de la revisión y la necesidad de conservar documentos que aportaran información verificable y relevante para la matriz de análisis.

Se excluyeron documentos sin relación directa con seguridad y salud en el trabajo, artículos centrados únicamente en propiedades mecánicas, diseño de piezas, optimización de parámetros, desempeño de producto o aplicaciones biomédicas sin análisis de exposición ocupacional. También fueron excluidos documentos sin acceso suficiente al contenido necesario para completar la matriz de análisis o que no permitieran identificar peligros concretos asociados al proceso de manufactura aditiva.

Proceso de selección de estudios

El proceso de selección se desarrolló en dos etapas. En la primera se examinaron los títulos y resúmenes de los 235 registros identificados en Scopus, con el propósito de determinar su relación inicial con la manufactura aditiva y la seguridad y salud en el trabajo. Como resultado de esta revisión preliminar se preseleccionaron 109 artículos, siguiendo una lógica de cribado compatible con el reporte PRISMA 2020^(10,11).

En la segunda etapa se verificó el acceso al documento completo y la pertinencia real del contenido frente al objetivo de la revisión. Durante esta fase se revisó si cada documento aportaba información útil sobre peligros, rutas de exposición, consecuencias, controles o condiciones de riesgo asociadas a manufactura aditiva o impresión 3D. Finalmente, el corpus quedó conformado por 49 artículos incluidos y analizados en la revisión sistemática^(10,11).

En esta revisión, cada artículo incluido fue tratado como un estudio independiente; por esta razón, el número de reportes incluidos corresponde con el número de estudios incluidos en la síntesis final.

Extracción y organización de la información

La información de los artículos incluidos se organizó en una matriz de análisis elaborada en Excel. En esta matriz se registraron datos bibliográficos y variables técnicas relacionadas con el objetivo de la revisión: título, autores, año, fuente, tecnología de manufactura aditiva, materiales empleados, área de aplicación, etapa del proceso donde se presenta el riesgo, peligro identificado, ruta de exposición, consecuencia potencial y medidas de control^(9,10).

Para garantizar la trazabilidad, cada artículo incluido recibió una numeración consecutiva de acuerdo con el orden definido en la matriz final. Esta numeración se utilizó en las tablas de resultados, de modo que cada categoría pudiera verificarse directamente con los artículos que la sustentan. Así, los resultados no se presentan únicamente como cantidades y porcentajes, sino también mediante los números de artículos asociados a cada variable.

Clasificación de los peligros

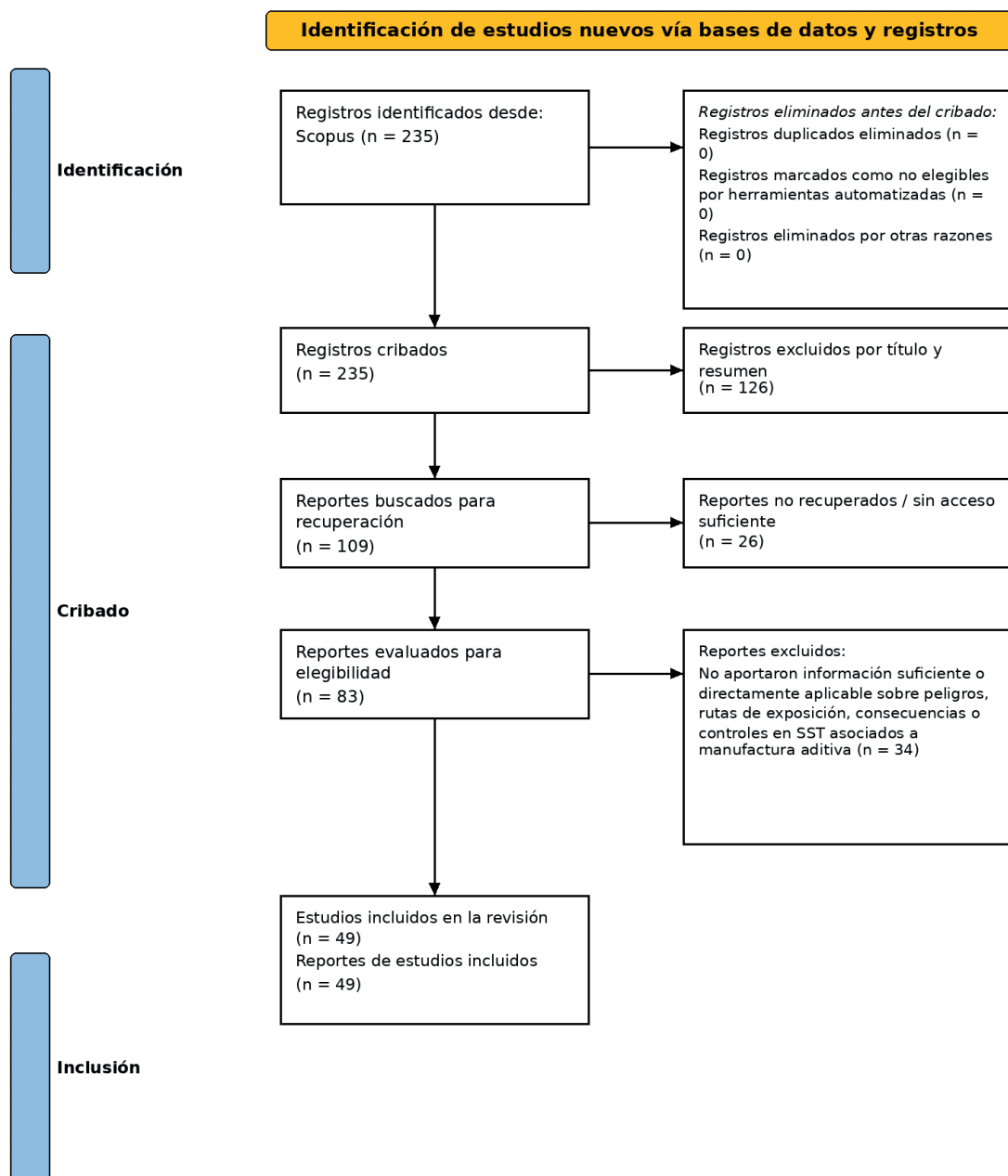
Los peligros identificados fueron clasificados de acuerdo con el tipo de riesgo predominante reportado en cada estudio. Esta clasificación permitió agrupar la evidencia en categorías relacionadas con partículas y nanopartículas, sustancias químicas y compuestos orgánicos volátiles, polvos metálicos, incendio o explosión y peligros mixtos, siguiendo la orientación de normas internacionales sobre ambiente, salud y seguridad en manufactura aditiva y nanomateriales.

La clasificación se apoyó en normas internacionales relacionadas con ambiente, salud y seguridad en manufactura aditiva y nanomateriales. ISO 27548:2024 aborda métodos para determinar emisiones de partículas y compuestos químicos en impresoras 3D de escritorio por extrusión de material⁽³⁾; ISO/ASTM 52933:2024 se enfoca en sustancias peligrosas emitidas por impresoras de extrusión de material en lugares no industriales⁽¹²⁾; ISO/ASTM 52931:2023 establece principios generales de ambiente, salud y seguridad para

FIGURA 1. DIAGRAMA PRISMA 2020 DEL PROCESO.

Diagrama de flujo PRISMA 2020 del proceso de selección de estudios

Identificación de nuevos estudios mediante bases de datos y registros



Nota. En esta revisión, cada artículo incluido fue tratado como un estudio independiente; por tanto, el número de estudios incluidos coincide con el número de reportes incluidos.

Fuente: elaboración propia con base en PRISMA 2020 (Page et al., 2021) y en la matriz final de selección de artículos.

el uso de materiales metálicos en manufactura aditiva⁽¹⁾; ISO/ASTM 52938-1:2025 aborda requisitos de seguridad para máquinas PBF-LB con polvos metálicos⁽⁴⁾; e ISO/TS 12901-2 orienta la gestión de riesgos por exposición ocupacional a nano-objetos mediante control por bandas⁽¹³⁾.

Cuando un artículo abordaba más de un peligro, la clasificación se realizó considerando el riesgo principal o más representativo del estudio. En los casos en que el documento integraba simultáneamente diferentes tipos de exposición, como partículas, vapores químicos, polvos metálicos, inflamabilidad o condiciones organizacionales, se clasificó dentro de peligro mixto.

Evaluación de calidad del reporte mediante STROBE

La calidad del reporte de los 49 artículos incluidos se evaluó mediante ítems seleccionados del STROBE Checklist for cross-sectional studies, tomado de la página oficial de STROBE⁽¹⁴⁾. Este checklist fue elegido considerando que varios documentos del corpus corresponden a mediciones de exposición, caracterización ambiental, evaluaciones de condiciones de trabajo o estudios con enfoque transversal^(14,15). No obstante, debido a que la muestra también incluye revisiones técnicas, evaluaciones de riesgo y estudios experimentales sin participantes humanos, la lista no fue aplicada de manera completa ni rígida.

Los ítems seleccionados permitieron valorar si cada artículo reportaba de forma suficiente su objetivo, diseño, contexto, variables, fuentes de datos o medición, tratamiento de datos, resultados, limitaciones, interpretación y financiación. Cada criterio fue clasificado como cumple, cumple parcialmente, no cumple o no aplica. Para la síntesis cuantitativa se asignó un punto a los criterios cumplidos, medio punto a los parcialmente cumplidos y cero puntos a los no cumplidos; los ítems no aplicables se excluyeron del denominador^(14,15).

La evaluación STROBE se utilizó como guía de transparencia del reporte y no como criterio de exclusión. Por tanto, su propósito fue apoyar

la lectura crítica de la evidencia y reconocer limitaciones del corpus, no modificar el número final de artículos incluidos.

Procedimiento de síntesis y trazabilidad de la información

La síntesis de la información se desarrolló a partir de la matriz final de 49 artículos. En lugar de plantear un análisis estadístico inferencial, el procedimiento se orientó a organizar y comparar la evidencia mediante categorías descriptivas relacionadas con tecnología de impresión, material, área de aplicación y peligro predominante. Esta decisión metodológica responde a la heterogeneidad del corpus, dado que los estudios incluidos difieren en diseño, escala, instrumentos de medición, tipo de material y condiciones de operación.

Las variables de tecnología, materiales y áreas de aplicación se trataron como categorías no excluyentes, debido a que un mismo artículo podía abordar varias tecnologías, comparar diferentes materiales o presentar aplicaciones múltiples. Por esta razón, los porcentajes de estas tablas expresan la proporción de artículos del corpus final que reportan cada categoría, pero no deben interpretarse como una distribución mutuamente excluyente. En contraste, la clasificación de peligros se organizó como categoría principal por artículo, con el fin de identificar el riesgo predominante dentro de cada estudio.

Para reforzar la trazabilidad, las tablas de resultados incorporan los números de los artículos finales asociados a cada categoría. Esta forma de presentación permite verificar de manera directa qué documentos sustentan cada resultado y evita que la revisión se limite a una lectura agregada de frecuencias. Posteriormente, cada tabla fue interpretada considerando la relación entre tecnología, material, etapa del proceso y medidas de control reportadas.

Resultados

Selección de artículos incluidos

La búsqueda inicial permitió identificar 235 registros en Scopus. Luego del cribado por

título y resumen se excluyeron 126 registros y se preseleccionaron 109 documentos para recuperación. De estos, 26 no fueron recuperados o no contaban con acceso suficiente para completar la revisión de texto completo. En consecuencia, 83 reportes fueron evaluados en detalle y 34 fueron excluidos por no cumplir los criterios finales de inclusión. La muestra final quedó conformada por 49 estudios incluidos en la revisión sistemática, reportados mediante la estructura PRISMA 2020^(10,11).

Este proceso de selección muestra que la reducción del corpus no se debió únicamente a restricciones de acceso, sino también a la necesidad de conservar documentos con información directamente aplicable a seguridad y salud en el trabajo. En particular, se priorizaron estudios que permitieran reconocer peligros, rutas de exposición, consecuencias o controles, debido a que estas variables constituían el eje de la matriz de análisis.

Calidad del reporte según STROBE

La evaluación STROBE se aplicó a los 49 artículos incluidos sin modificar la selección final. En términos generales, 44 artículos presentaron calidad de reporte alta, 5 calidad media y ninguno fue clasificado con calidad baja. El cumplimiento promedio fue de 90,3%, lo que indica que la mayoría de los documentos proporciona información suficiente para sustentar la extracción de datos y la síntesis de resultados^(14,15).

Los ítems con mejor desempeño fueron antecedentes, datos de resultado, interpretación, variables y resultados clave. Esto significa que los artículos incluidos justifican adecuadamente la relevancia de la manufactura aditiva en relación con la exposición ocupacional, definen de manera suficiente los contaminantes o variables de interés y presentan hallazgos útiles para interpretar los riesgos. En cambio, los aspectos más débiles fueron la declaración explícita de sesgos o incertidumbres, las limitaciones y, en menor medida, la financiación o conflictos de

interés. Esta tendencia es importante porque en estudios de emisiones y exposición las condiciones de ventilación, tamaño del recinto, modelo de impresora, número de mediciones, variabilidad del material y límites de detección pueden modificar sustancialmente la interpretación de los resultados. Tabla 1.

La lectura de STROBE no debe entenderse como una calificación clínica o epidemiológica estricta, sino como una valoración de transparencia del reporte adaptada a estudios técnicos de manufactura aditiva. En ese sentido, los porcentajes permiten resumir el grado de completitud de la información, pero la interpretación de cada artículo siguió considerando su diseño particular.

Tecnologías de manufactura aditiva identificadas

La distribución por tecnología evidencia que la literatura reciente sobre riesgos ocupacionales se concentra principalmente en procesos de extrusión de material y tecnologías basadas en lecho de polvo. Este resultado es coherente con la expansión simultánea de impresoras FFF/FDM en entornos no industriales y de sistemas PBF en manufactura avanzada. Las categorías de esta tabla no son excluyentes, debido a que algunos artículos analizan más de una tecnología o presentan revisiones multitecnológica.

FFF/FDM fue la tecnología más frecuente, con 27 artículos, equivalente al 55,1% del corpus final. Su presencia no solo responde a su disponibilidad comercial, sino también a que se usa en espacios con distintos niveles de control: hogares, aulas, laboratorios universitarios, bibliotecas, talleres de prototipado y pequeñas unidades productivas. En estos contextos, el riesgo puede subestimarse porque los equipos son compactos y fáciles de operar; sin embargo, los estudios sobre FFF/FDM muestran emisiones de partículas ultrafinas y COV asociadas al calentamiento de filamentos, con variaciones importantes según material, temperatura, ventilación y condiciones de operación^(5,16,17).

PBF apareció en 23 artículos, equivalente al 46,9%. En esta tecnología, el punto crítico no

TABLA 1. RESUMEN DE CUMPLIMIENTO POR ÍTEM STROBE EN LOS ARTÍCULOS INCLUIDOS.

Ítem	Criterio	Cumple	Cumple Parcialmente	No cumple	No aplica	Aplicables	Cumplimiento
I1	Título y resumen	34	15	0	0	49	84,7%
I2	Antecedentes / justificación	49	0	0	0	49	100,0%
I3	Objetivos	47	2	0	0	49	98,0%
I4	Diseño del estudio	41	8	0	0	49	91,8%
I5	Contexto	39	10	0	0	49	89,8%
I7	Variables	48	1	0	0	49	99,0%
I8	Fuentes de datos / medición	39	10	0	0	49	89,8%
I9	Sesgos / incertidumbre	2	41	6	0	49	45,9%
I10	Tamaño del estudio	46	2	0	1	48	97,9%
I11	Variables cuantitativas	35	6	0	8	41	92,7%
I12	Métodos estadísticos	32	11	0	6	43	87,2%
I15	Datos de resultado	49	0	0	0	49	100,0%
I18	Resultados clave	48	1	0	0	49	99,0%
I19	Limitaciones	37	9	3	0	49	84,7%
I20	Interpretación	49	0	0	0	49	100,0%
I22	Financiación / conflicto de interés	43	0	6	0	49	87,8%

Nota: Elaboración propia a partir de matriz de Excel de cumplimiento STROBE

se limita a la fusión del material dentro de la máquina, sino que se extiende a la preparación del polvo, carga de material, recuperación de polvo no sinterizado, limpieza de cámara, retiro de piezas y posprocesado. Interpreto que la hegemonía de la tecnología FFF/FDM responde no solo a su disponibilidad, sino a

una “comodidad” peligrosa: su masificación en entornos no industriales (aulas, oficinas) ha invisibilizado el hecho de que el extrusor actúa como un reactor químico, mientras que el PBF, por su naturaleza industrial, ha forzado una mayor vigilancia técnica debido a la volatilidad de sus insumos metálicos. Tabla 2.

TABLA 2. DISTRIBUCIÓN DE ARTÍCULOS POR TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN.

Tecnología	Artículos finales (apéndice A)	Cantidad	% sobre 49 artículos
FFF / FDM [Fused Filament Fabrication / Fused Deposition Modeling]	2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 12, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 32, 34, 35, 37, 38, 40, 43, 46, 48	27	55,1%
PBF – Powder Bed Fusion [SLM / SLS / L-PBF / EBM]	4, 5, 7, 8, 11, 12, 15, 19, 21, 24, 26, 27, 28, 30, 31, 35, 39, 41, 44, 45, 47, 48, 49	23	46,9%
DED – Directed Energy Deposition [WAAM / LMD / DLD]	1, 4, 7, 8, 9, 15, 33, 35, 39	9	18,4%
BJ – Binder Jetting	4, 7, 13, 17, 24, 31, 35, 36	8	16,3%
VP – Vat Photopolymerization [SLA / DLP] y Material Jetting [MJ]	4, 7, 10, 14, 17, 19, 35, 42, 48	9	18,4%
Múltiples tecnologías / General AM [artículo no especifica una sola]	4, 7, 8, 10, 12, 15, 17, 18, 19, 24, 27, 31, 35, 39, 48	15	30,6%

Nota: Elaboración propia a partir de la matriz de extracción de datos de los 49 estudios incluidos en la revisión sistemática.

Materiales asociados a los estudios revisados

El análisis por materiales confirma que los riesgos en manufactura aditiva no se originan únicamente en la máquina, sino en la interacción entre la naturaleza del material, la temperatura o energía aplicada, la forma física del insumo y la operación realizada. Por ello, un mismo equipo puede presentar perfiles de exposición distintos cuando cambia el filamento, el polvo, la resina o el procedimiento de limpieza. Las categorías son no excluyentes porque varios artículos comparan materiales o trabajan con familias amplias de insumos.

Los polvos y metales fueron reportados en 27 artículos, equivalentes al 55,1%. Esta categoría agrupa aceros, aleaciones de titanio, níquel, cobalto-cromo, aluminio y otros materiales usados principalmente en PBF, DED o procesos relacionados. Su relevancia ocupacional se debe a que la exposición puede ocurrir durante tareas manuales que no siempre coinciden con la fase de impresión: carga, recuperación, tamizado, limpieza, retiro de piezas o mantenimiento. En estos casos, la masa total de polvo no es el único criterio de interés; también importan

el tamaño de partícula, la composición de la aleación y la posibilidad de contacto respiratorio o dérmico^(18,19,20).

En los materiales poliméricos, PLA y ABS aparecen como los insumos más frecuentes, con 17 y 16 artículos respectivamente. Esta concentración corresponde al predominio de FFF/FDM dentro del corpus. Aunque PLA suele considerarse una opción comparativamente menos problemática que ABS, la evidencia revisada indica que no debe asumirse como material libre de riesgo, porque las emisiones dependen de temperatura, colorantes, aditivos, geometría de impresión, tiempo de operación y ventilación^(5,16). En ABS, la preocupación se relaciona de forma más marcada con partículas submicrométricas, estireno y otros compuestos generados por degradación térmica. Las resinas fotopoliméricas y poliamidas amplían el perfil de exposición hacia vapores, acrilatos, solventes, sensibilización dérmica y polvo durante posprocesado⁽¹⁶⁾. El predominio de metales en las investigaciones ratifica que el desafío actual de la higiene industrial en manufactura aditiva ya no es solo la toxicidad química convencional, sino la gestión de nanopartículas incidentales

TABLA 3. DISTRIBUCIÓN DE ARTÍCULOS POR TIPO DE MATERIAL

Material	Artículos finales (apéndice A)	Cantidad	% sobre 49 artículos
PLA [Ácido Poliláctico]	2, 6, 10, 12, 16, 17, 20, 25, 27, 29, 32, 34, 35, 38, 40, 43, 46	17	34,7%
ABS [Acrlonitrilo Butadieno Estireno]	6, 10, 12, 16, 17, 20, 24, 25, 27, 29, 32, 34, 35, 38, 43, 48	16	32,7%
Polvos/metales en MA [aceros, Co-Cr, Ti-6Al-4V, Ni, Al y otras aleaciones]	1, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 31, 33, 35, 39, 41, 44, 45, 47, 49	27	55,1%
PEEK / Polímeros de alto rendimiento [PI, Ultem, PC, PSU, PPS]	3, 27, 29, 35	4	8,2%
Resinas fotopoliméricas [fotopolímeros VP / MJ]	4, 10, 14, 17, 24, 27, 35, 36, 42, 48	10	20,4%
Nanocompuestos / Nano-aditivos [AgNP, SPION, Fe ₃ O ₄ , ZnO, CNT]	9, 12, 14, 16, 22, 23, 29	7	14,3%
TPU / Elastómeros termoplásticos y polímeros flexibles	16, 22, 23, 29, 38, 40	6	12,2%
PA / Nylon [Poliamida]	7, 16, 22, 23, 24, 27, 29, 30, 35, 40, 48	11	22,4%
PMMA [Polimetilmetacrilato]	36	1	2,0%
Hormigón / Cemento y materiales cementicios	7	1	2,0%
Biomateriales / Bioimpresión	14, 37	2	4,1%
Múltiples / No especificado / General	4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 32, 34, 35, 36, 38, 40, 42, 43, 48	29	59,2%

Nota: Elaboración propia a partir de la matriz de extracción de datos de los 49 estudios incluidos en la revisión sistemática.

cuya reactividad es aún una frontera en estudio. Tabla 3.

Áreas de aplicación de la manufactura aditiva

La clasificación por área de aplicación permite reconocer en qué contextos se está investigando con mayor frecuencia la relación entre manufactura aditiva y seguridad y salud en el trabajo. La categoría dominante fue higiene ocupacional, evaluación de emisiones y exposición laboral, con 46 artículos, equivalente al 93,9% del conjunto final. Esto confirma que el corpus seleccionado responde directamente al objetivo de la revisión,

porque la mayoría de los documentos aporta datos sobre contaminantes, medición ambiental, exposición del operador o gestión preventiva.

La manufactura industrial y la producción general también tuvieron una presencia importante, con 31 artículos. Este resultado es relevante porque la transición desde prototipado ocasional hacia producción repetitiva modifica la magnitud del riesgo: aumenta el tiempo de operación, la cantidad de material procesado, el número de tareas de limpieza y la posibilidad de exposición acumulada. En ambientes industriales, además, la exposición no depende solo de una máquina,

sino del flujo completo de trabajo y de la forma como se integran almacenamiento, impresión, posprocesado y mantenimiento^(6,21).

Las áreas de educación, entornos no industriales y gestión de ciclo de vida tuvieron menor frecuencia, pero no deben considerarse secundarias desde el punto de vista preventivo. En espacios académicos o domésticos puede existir menor percepción de riesgo, menor uso de extracción localizada y menor formalización de procedimientos de limpieza. Por otra parte, los estudios vinculados con reciclaje y sostenibilidad advierten que triturar, extruir o reutilizar polímeros puede generar nuevas fuentes de partículas y vapores, por lo que la evaluación de sostenibilidad debe incluir también la exposición ocupacional⁽²²⁾. Al observar esta disparidad, concluyo que la ciencia actual prioriza un enfoque reactivo centrado en “lo que el trabajador respira”, dejando en un segundo plano factores humanos vitales como la carga física o el diseño de las estaciones. Esto representa un vacío de conocimiento que las futuras guías técnicas en países como Colombia no deben ignorar si buscan una protección integral del operario. Tabla 4.

Clasificación de peligros identificados

La clasificación de peligros fue tratada como mutuamente excluyente, de modo que cada artículo se ubicó en una categoría principal según el peligro predominante. Esta decisión permitió establecer una lectura global del corpus sin desconocer que varios documentos describen más de un peligro. La categorización se apoyó en lineamientos internacionales sobre emisiones, materiales metálicos, seguridad en máquinas PBF-LB y gestión de nano-objetos^(1,3,4,12,13).

La categoría de peligro mixto fue la más frecuente, con 35 artículos, equivalente al 71,4%. Este hallazgo es central para la interpretación de la revisión, porque muestra que la manufactura aditiva rara vez genera un escenario de exposición simple. Una misma operación puede combinar partículas ultrafinas, COV, polvos metálicos, vapores de resina, contaminación superficial,

riesgos de inflamabilidad, exposición dérmica y factores organizacionales asociados a limpieza, capacitación o disponibilidad de ventilación. Por tanto, clasificar estos estudios como mixtos no significa falta de precisión, sino reconocimiento de la complejidad real del proceso^(6,7).

La segunda categoría fue partículas y nanopartículas, con 11 artículos, equivalente al 22,4%. Esta concentración confirma la importancia de la exposición inhalatoria a partículas ultrafinas y nanomateriales incidentales, especialmente en FFF/FDM, procesos metálicos y actividades de posprocesado^(21,23,24). Las categorías de sustancias químicas y COV, polvos metálicos e incendio/explosión aparecen con menor frecuencia como peligro predominante individual; sin embargo, ello no implica baja relevancia, sino que estos peligros suelen aparecer combinados dentro de escenarios mixtos, como ocurre con resinas, polvos metálicos o procesos multitecnología^(7,25). Este hallazgo constituye el corazón de la investigación y permite concluir que los protocolos de gestión de riesgos aislados han quedado obsoletos. Un operario de manufactura aditiva está inmerso en un “cóctel” de amenazas interdependientes que invalidan cualquier estrategia de seguridad que no integre controles de ingeniería, ventilación y formación técnica de manera sinérgica. Tabla 5 y Tabla 6.

Rutas de exposición, consecuencias y controles

Las rutas de exposición identificadas se relacionan principalmente con inhalación de partículas, nanopartículas, vapores, carbonilos y compuestos orgánicos volátiles. Esta ruta es crítica durante la operación de impresoras FFF/FDM, el manejo de polvos en PBF y DED, la limpieza de cámaras, el retiro de piezas, el tamizado, la recuperación de material y el uso de solventes o resinas^(6,16,21). La inhalación no depende únicamente de la emisión generada; también está condicionada por ventilación, volumen del recinto, número de equipos operando, duración de la tarea, distancia a la fuente y permanencia del trabajador en el área.

TABLA 4. DISTRIBUCIÓN DE ARTÍCULOS POR ÁREA DE APLICACIÓN.

Área de aplicación	Artículos finales (Apendice A)	Cantidad	% sobre 49 artículos
Higiene ocupacional / Evaluación de emisiones y exposición laboral	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49	46	93,9%
Manufactura industrial / Producción general	1, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 26, 28, 30, 31, 33, 35, 36, 39, 41, 44, 45, 47, 49	31	63,3%
Dispositivos médicos y aplicaciones clínicas	14, 37	2	4,1%
Ergonomía / Diseño centrado en el trabajador	4, 10, 18, 30, 37	5	10,2%
Educación / Entornos no industriales [escuelas, universidades, hogares]	18, 20, 30, 46	4	8,2%
Gestión fin de vida / Ciclo de vida AM	9, 12, 19, 22, 23, 43	6	12,2%
Aeroespacial / Defensa	3, 8	2	4,1%
Seguridad digital / Ciberseguridad en AM	8	1	2,0%
Marina / Naval	7	1	2,0%

Nota: Elaboración propia a partir de la matriz de extracción de datos de los 49 estudios incluidos en la revisión sistemática.

El contacto dérmico también aparece como una ruta relevante, especialmente en estudios sobre polvos metálicos, resinas, superficies contaminadas y procesos de posprocesado. Esta exposición puede subestimarse cuando la evaluación se centra solo en mediciones del aire. En tecnologías metálicas, el polvo depositado sobre superficies, guantes o estaciones de trabajo puede generar transferencia secundaria; en tecnologías con resinas, el contacto con fotopolímeros, acrilatos o solventes puede relacionarse con irritación, sensibilización o dermatitis ocupacional^(7,20). Bajo un análisis riguroso, esta dualidad de rutas es a menudo subestimada en los entornos laborales; se tiende a priorizar la calidad del aire respirable mientras se ignora que las superficies contaminadas y la transferencia secundaria desde guantes o herramientas actúan como depósitos permanentes de agentes sensibilizantes y tóxicos. En cuanto a las consecuencias, los estudios

analizados reportan un espectro que transita desde irritaciones respiratorias agudas y síntomas de asma hasta preocupaciones crónicas por carcinogenicidad sistémica y disfunción cardiovascular vinculada a la translocación de nanopartículas incidentales. Se interpreta que el verdadero desafío para la salud ocupacional no es solo la toxicidad de un contaminante específico, como el estireno o el níquel, sino el efecto sinérgico de las mezclas complejas. La literatura actual sugiere que la exposición a este “cóctel” de emisiones genera una incertidumbre preventiva tal, que las consecuencias para la salud no deben tratarse como probabilidades estadísticas, sino como amenazas latentes que exigen una vigilancia epidemiológica mucho más proactiva y de largo plazo.

Finalmente, la efectividad de las medidas de control reportadas evidencia una dependencia excesiva en los Elementos de Protección Personal

TABLA 5. CLASIFICACIÓN DE PELIGROS OCUPACIONALES IDENTIFICADOS EN MANUFACTURA ADITIVA.

Clasificación	Uso en la revisión	Norma[s] base	Artículos finales (ApendiceA)	Cantidad	%
Partículas y nanopartículas	Artículos cuyo peligro principal corresponde a emisión, medición o exposición a partículas ultrafinas, nanopartículas o nanomateriales incidentales durante impresión, postproceso o actividades relacionadas.	ISO 27548:2024; ISO/ASTM 52933:2024; ISO/TS 12901-2:2026	Art. 1, Art. 9, Art. 26, Art. 28, Art. 33, Art. 39, Art. 40, Art. 41, Art. 44, Art. 46, Art. 47	11	22,4%
Sustancias químicas y COV [Compuestos Orgánicos Volátiles]	Artículos cuyo peligro principal corresponde a emisiones químicas, vapores, gases, solventes, monómeros, carbonilos o compuestos orgánicos volátiles.	ISO 27548:2024; ISO/ASTM 52933:2024	Art. 6	1	2,0%
Polvos metálicos	Artículos cuyo peligro principal se asocia al manejo, dispersión o contaminación por polvos metálicos usados como materia prima en manufactura aditiva.	ISO/ASTM 52931:2023; ISO/ASTM 52938-1:2025	Art. 5	1	2,0%
Incendio y explosión	Artículos cuyo peligro principal corresponde a inflamabilidad, combustión espontánea o explosividad de polvos y materiales usados en manufactura aditiva.	ISO/ASTM 52931:2023; ISO/ASTM 52938-1:2025	Art. 21	1	2,0%
Mixto	Artículos que integran dos o más peligros relevantes al mismo tiempo, por ejemplo partículas, COV, polvos metálicos, incendio, riesgos físicos, biológicos, ergonómicos u organizacionales.	ISO 27548:2024; ISO/ASTM 52933:2024; ISO/ASTM 52931:2023; ISO/ASTM 52938-1:2025; ISO/TS 12901-2:2026	Art. 2, Art. 3, Art. 4, Art. 7, Art. 8, Art. 10, Art. 11, Art. 12, Art. 13, Art. 14, Art. 15, Art. 16, Art. 17, Art. 18, Art. 19, Art. 20, Art. 22, Art. 23, Art. 24, Art. 25, Art. 27, Art. 29, Art. 30, Art. 31, Art. 32, Art. 34, Art. 35, Art. 36, Art. 37, Art. 38, Art. 42, Art. 43, Art. 45, Art. 48, Art. 49	35	71,4%

Nota: Elaboración propia a partir de la matriz de extracción de datos de los 49 estudios incluidos en la revisión sistemática.

(EPP), lo cual contradice la jerarquía de controles de la norma ISO 45001. Aunque la ventilación general y la extracción localizada son citadas con frecuencia, su implementación suele ser deficiente o carecer de mantenimiento sistemático. Como

conclusión, al sintetizar estos resultados es que la gestión del riesgo debe migrar hacia el principio de “Seguridad desde el Diseño” (Safe-by-Design). El control exitoso no reside en que el trabajador aprenda a convivir con el peligro usando una

TABLA 6. ARTÍCULOS SELECCIONADOS.

# Artículo	Título
1	Evaluation of nanoparticle exposure during Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) processes
2	Workplace Exposure to Dust Emissions in Additive Manufacturing with an FFF Method
3	Assessment of environmental and health impacts during 3D printing of candidate polymeric materials for space additive manufacturing
4	Is the workforce ready? A look at operational health and safety in additive manufacturing
5	Dermal exposure and surface contamination associated with the use of a cobalt-chrome alloy during additive manufacturing
6	Emission Characteristics of Volatile Organic Compounds from Material Extrusion Printers Using Acrylonitrile–Butadiene–Styrene and Polylactic Acid Filaments in Printing Environments and Their Toxicological Concerns
7	A Critical Systematic Scoping Review on the Applications of Additive Manufacturing (AM) in the Marine Industry
8	Comprehensive Threat Analysis in Additive Manufacturing Supply Chain: A Hybrid Qualitative and Quantitative Risk Assessment Framework
9	Addressing safety and sustainability issues in the development of nano-enabled MULTI-FUNCTIONal materials for metal additive manufacturing
10	A Hierarchical Axiomatic Evaluation of Additive Manufacturing Equipment and the 3D Printing Process Based on Sustainability and Human Factors
11	Safety practices and occupational hazards of the additive manufacturing of high entropy alloys
12	Everything falls apart: How solids degrade and release nanomaterials, composite fragments, and microplastics
13	Analysis of gaseous emission and particle number size distributions in metal casting processes with binder jetting moulds
14	Using Rapid Prototyping to Develop a Cell-Based Platform with Electrical Impedance Sensor Membranes for In Vitro RPMI2650 Nasal Nanotoxicology Monitoring
15	Metal powder as feedstock for laser-based additive manufacturing: From production to powder modification
16	Risk Assessment and Toxicity Effects of Materials Used During Additive Manufacturing with FDM Technology; Ocena Zagrożeń I Działanie Toksyczne Materiałów Stosowanych Podczas Drukowania Przestrzennego W Technologii FDM
17	Assessment of emissions and exposure in 3D printing workplaces in Taiwan
18	The Role of Virtual Reality Simulation in Manufacturing in Industry 4.0
19	3D Printing-Enabled Design and Manufacturing Strategies for Batteries: A Review
20	Characterization of Volatile and Particulate Emissions from Desktop 3D Printers
21	Explosion Risk of Metal Powder Used in Additive Manufacturing
22	Leaching of Nano-Additives as a Method for Life-Cycle Suitability: A Study on 3D-Printed Nanocomposites for Wearables Applications
23	Integrating Exposure Assessment and Process Hazard Analysis: The Nano-Enabled 3D Printing Filament Extrusion Case
24	Workplace Exposure Measurements of Emission from Industrial 3D Printing

TABLA 6. ARTÍCULOS SELECCIONADOS.

# Artículo	Título
25	Emissions of Volatile Compounds and Solids during Additive Manufacturing by the FFF Method
26	Characterizing Nanoparticle Release Patterns of Laser Powder Bed Fusion in Metal Additive Manufacturing: First Step Towards Mitigation Measures
27	Chemicals released from 3D printers and the prevention of workers' health: a literature review
28	Occupational Exposure to Incidental Nanomaterials in Metal Additive Manufacturing: An Innovative Approach for Risk Management
29	Summary and derived Risk Assessment of 3D printing emission studies
30	A Human Factors Approach to Improve Layout Design for A Virtual Reality-based Training Platform
31	Occupational exposure and health surveys at metal additive manufacturing facilities
32	The Risk assessment of 3D printing FDM technology
33	Assessment of nanoparticle emission in additive manufacturing: Comparing wire and powder laser metal deposition processes
34	Variability in the inorganic composition of colored acrylonitrile–butadiene–styrene and polylactic acid filaments used in 3D printing
35	Particulate suspension: a review of studies characterizing particulates and volatile organic compounds emissions during additive manufacturing processes
36	Particle emissions and respiratory exposure to hazardous chemical substances associated with binder jetting additive manufacturing utilizing poly methyl methacrylate
37	A Clinical Risk Assessment of a 3D-Printed Patient-Specific Scaffold by Failure Modes and Effects Analysis
38	Exposure to chemical substances and particles emitted during additive manufacturing
39	A microscopy study of nanoparticles emitted during laser additive manufacturing with stainless steel powder
40	Fused Filament Fabrication 3D Printing: Quantification of Exposure to Airborne Particles
41	Toxicity evaluation of particles formed during 3D-printing: Cytotoxic, genotoxic, and inflammatory response in lung and macrophage models
42	Organic compound and particle emissions of additive manufacturing with photopolymer resins and chemical outgassing of manufactured resin products
43	Towards sustainable additive manufacturing: The need for awareness of particle and vapor releases during polymer recycling, making filament, and fused filament fabrication 3-D printing
44	Occupational exposure to ultrafine particles in metal additive manufacturing: A qualitative and quantitative risk assessment
45	Metal additive manufacturing and possible clinical markers for the monitoring of exposure-related health effects
46	Measurement of Nanoparticles in 3d Printing Using FFF/ FDM Technology
47	Nanoparticle Exposure and Workplace Measurements During Processes Related to 3D Printing of a Metal Object
48	Emissions associated with operations of four different additive manufacturing or 3D printing technologies
49	Powder bed fusion/sintering machines: Safety at workplaces

maskarilla, sino en la adopción de tecnologías con cerramiento absoluto, filtración certificada (HEPA/Carbono) y protocolos de limpieza húmeda o asistida por vacío que eliminen el riesgo en la fuente antes de que este alcance la zona de respiración del operario.

Discusión

Los hallazgos de esta revisión confirman que los riesgos emergentes en la Manufactura Aditiva (MA) no pueden ser evaluados de forma estática ni centrados exclusivamente en el equipo de impresión. La exposición ocupacional se manifiesta como un sistema dinámico donde la tecnología actúa simplemente como el medio, pero es la interacción química y física entre el material y la energía aplicada la que define la peligrosidad real del entorno⁽²⁾. Esta distinción es vital, pues explica por qué un mismo modelo de impresora presenta perfiles de emisión radicalmente distintos al transitar de un polímero termoplástico a un filamento cargado con aditivos metálicos o de carbono^(8,16).

El predominio del proceso FFF/FDM en el 55,1% de la evidencia analizada revela una preocupante normalización de la tecnología en espacios no industriales. Existe una falsa percepción de seguridad alimentada por el diseño compacto y la facilidad de operación de estos equipos, lo que a menudo deriva en una gestión negligente de la ventilación (5,26). Sin embargo, el calentamiento de filamentos como el ABS y el PLA no es un proceso inerte; actúa como un reactor térmico que libera un “cóctel” de partículas ultrafinas (UFP) y compuestos orgánicos volátiles (COV)^(5,27). Autores como Romanowski et al.⁽⁸⁾ subrayan que, aunque las emisiones del PLA suelen ser menores, la presencia de colorantes y aditivos puede disparar la tasa de liberación de partículas a niveles comparables con polímeros más críticos, desafiando la jerarquía de controles tradicionales. En contraste, las tecnologías metálicas como PBF y DED desplazan el riesgo hacia la manipulación física del material. En estos escenarios, el peligro

no se restringe a la fase de fusión por láser; la evidencia identifica como hitos críticos las tareas de tamizado, carga de polvo y limpieza de cámaras^(28,29). Estudios como el de Perneti et al. advierten que incluso en sistemas de arco de alambre (WAAM) considerados “cerrados”, la liberación de nanopartículas incidentales durante la activación del arco eléctrico puede exceder los valores de referencia si no existe una contención desde el diseño. Aquí, la contaminación de superficies y la transferencia dérmica de metales como el níquel, cromo o cobalto configuran un riesgo silencioso que los monitoreos de aire convencionales suelen omitir^(19,22).

El resultado más significativo de este estudio es que el 71,4% de los artículos reportan escenarios de peligro mixto⁽³⁰⁾. Esto ratifica que la gestión preventiva ha fracasado al intentar aislar contaminantes. En la práctica, un operario de manufactura aditiva se enfrenta simultáneamente a la inhalación de vapores, el contacto dérmico con acrilatos o polvos reactivos y riesgos físicos como el ruido o el estrés térmico⁽²⁷⁾. Por lo tanto, la prevención debe migrar hacia marcos integrados como el Control Banding o herramientas específicas para nanopartículas incidentales, como el CB Nanotool, que permiten tomar decisiones en contextos de incertidumbre toxicológica⁽²⁸⁾.

Finalmente, aunque la evaluación bajo la escala STROBE arroja un cumplimiento del 90,3%, es imperativo señalar una debilidad sistémica en la literatura: la falta de declaración explícita de sesgos e incertidumbres en las mediciones de campo. La variabilidad en los límites de detección y las condiciones de ventilación no siempre reportadas dificultan la comparabilidad total de los estudios. Además, persiste un vacío crítico en investigaciones longitudinales sobre efectos crónicos en la salud y una ausencia notable de estudios en el contexto latinoamericano. Para países como Colombia, es urgente desarrollar guías técnicas que no solo repliquen estándares internacionales, sino que se adapten a la informalidad y diversidad de materiales reciclados

que empiezan a integrarse en las cadenas locales de manufactura aditiva

La presente revisión sistemática permite concluir que la Manufactura Aditiva (MA) ha dejado de ser un entorno de riesgo controlado para convertirse en un ecosistema de exposición multicausal. La seguridad del trabajador no depende de la tecnología de forma aislada, sino de la interacción sinérgica entre el material, la energía aplicada y los protocolos de limpieza post-proceso^(31,32). La evidencia analizada obliga a abandonar la visión tradicional de gestionar contaminantes únicos para migrar hacia marcos de gestión de peligros mixtos, un escenario reportado por el 71,4% de los estudios analizados y que representa el desafío preventivo más complejo de la industria actual⁽¹⁹⁾. En el ámbito de las tecnologías de polímeros (FFF/FDM), es imperativo desmentir la supuesta inocuidad de los equipos de escritorio. El calentamiento de filamentos actúa como un proceso de degradación térmica que libera partículas ultrafinas (UFP) y compuestos químicos volátiles (COV), cuya peligrosidad se ve exacerbada por variables operativas como la temperatura del extrusor y la ausencia de cerramientos con filtración certificada⁽³¹⁾. Por su parte, en las tecnologías metálicas (PBF/DED), el riesgo se desplaza hacia las fases manuales; la manipulación de polvos y el mantenimiento de las cámaras configuran hitos críticos de exposición dérmica y suspensión de nanopartículas, lo que exige una higiene de superficies mucho más rigurosa que en la manufactura convencional.

A pesar de que la calidad del reporte científico en este campo es alta, con un cumplimiento del 90,3% bajo la escala STROBE, persiste una debilidad crítica en la declaración de metadatos de ventilación en los estudios de campo⁽¹⁹⁾. Esta falta de estandarización dificulta la creación de límites de exposición profesional (OEL) específicos para la MA y mantiene una brecha persistente entre la innovación productiva y la protección efectiva de la salud^(2,19).

Finalmente, para el contexto de Colombia y Latinoamérica, esta revisión subraya una

necesidad urgente: el desarrollo de guías técnicas que trasciendan el uso reactivo de Elementos de Protección Personal (EPP). La transición hacia una manufactura aditiva segura requiere adoptar el principio de “Seguridad desde el Diseño” (Safe-by-Design), integrando ventilación localizada, monitoreo ambiental continuo y una formación técnica que capacite al trabajador sobre la naturaleza química real de los materiales que transforma cada día

Bibliografía

1. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/74641.html>. 2023. ISO/ASTM 52931:2023.
2. Perneti R, Paulin N, Benni AA, Paradiso F, Previtali B, Oddone E. Evaluation of nanoparticle exposure during Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) processes. *CIRP J Manuf Sci Technol*. 2026 Feb 1;64:149–59. doi:10.1016/j.cirpj.2025.12.006
3. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/contents/data/standard/08/37/83712.html>. 2024. ISO 27548:2024.
4. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/80712.html>. 2025. ISO/ASTM 52938-1:2025.
5. Dostatni E, Osiński F, Karwasz A. Emissions of Volatile Compounds and Solids during Additive Manufacturing by the FFF Method. *Applied Sciences (Switzerland)*. 2023 Jun 1;13(11). doi:10.3390/app13116371
6. Kangas A, Kukko K, Kanerva T, Säämänen A, Akmal JS, Partanen J, et al. Workplace Exposure Measurements of Emission from Industrial 3D Printing. *Ann Work Expo Health*. 2023 Jun 1;67(5):596–608. doi:10.1093/annweh/wxad006
7. Väisänen A, Alonen L, Ylönen S, Hyttinen M. Organic compound and particle emissions of additive manufacturing with photopolymer resins and chemical outgassing of manufactured resin products. *Journal of Toxicology and Environmental Health - Part A: Current Issues*. 2022;85(5):198–216. doi:10.1080/15287394.2021.1998814 PubMed PMID: 34763622.

8. Chuang YS, Berekute AK, Hsu HY, Wei HS, Gong WC, Hsu YY, et al. Assessment of emissions and exposure in 3D printing workplaces in Taiwan. *J Occup Environ Hyg.* 2024;21(4):270–86. doi:10.1080/15459624.2024.2313655 PubMed PMID: 38451632.
9. Tranfield D, Denyer D, Smart P. Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. *British Journal of Management.* 2003 Sep 16;14(3):207–22. doi:10.1111/1467-8551.00375
10. 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 Mar 29;n71. doi:10.1136/bmj.n71
11. PRISMA Statement. <https://www.prisma-statement.org/prisma-2020-flow-diagram>. 2026. PRISMA 2020 Flow Diagram.
12. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/75759.html>. 2024. ISO/ASTM 52933:2024.
13. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/82791.html>. 2026. ISO/TS 12901-2.
14. STROBE Statement. <https://www.strobe-statement.org/checklists/>. 2026. STROBE Checklist: cross-sectional studies.
15. Elm E von, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *BMJ.* 2007 Oct 20;335(7624):806–8. doi:10.1136/bmj.39335.541782.AD
16. Dobrzyńska E, Kondej D, Kowalska J, Szewczyńska M. Exposure to chemical substances and particles emitted during additive manufacturing. *Environmental Science and Pollution Research.* 2022 Jun 1;29(26):40273–8. doi:10.1007/s11356-022-20347-2 PubMed PMID: 35484457.
17. Vallabani NVS, Alijagic A, Persson A, Odnevall I, Särndahl E, Karlsson HL. Toxicity evaluation of particles formed during 3D-printing: Cytotoxic, genotoxic, and inflammatory response in lung and macrophage models. *Toxicology.* 2022 Feb 15;467. doi:10.1016/j.tox.2022.153100 PubMed PMID: 35032623.
18. Kangas A, Kukko K, Kanerva T, Säämänen A, Akmal JS, Partanen J, et al. Workplace Exposure Measurements of Emission from Industrial 3D Printing. *Ann Work Expo Health.* 2023 Jun 1;67(5):596–608. doi:10.1093/annweh/wxad006
19. Sousa M, Arezes P, Silva F. Occupational exposure to ultrafine particles in metal additive manufacturing: A qualitative and quantitative risk assessment. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Sep 1;18(18). doi:10.3390/ijerph18189788 PubMed PMID: 34574711.
20. Ljunggren SA, Ward LJ, Graff P, Persson A, Lind ML, Karlsson H. Metal additive manufacturing and possible clinical markers for the monitoring of exposure-related health effects. *PLoS One.* 2021 Mar 1;16(3 March). doi:10.1371/journal.pone.0248601 PubMed PMID: 33735215.
21. Jensen AC O., Harboe H, Brostrøm A, Jensen KA, Fonseca AS. Nanoparticle Exposure and Workplace Measurements During Processes Related to 3D Printing of a Metal Object. *Front Public Health.* 2020 Nov 25;8. doi:10.3389/fpubh.2020.608718 PubMed PMID: 33324605.
22. Stefaniak AB, Bowers LN, Cottrell G, Erdem E, Knepp AK, Martin SB, et al. Towards sustainable additive manufacturing: The need for awareness of particle and vapor releases during polymer recycling, making filament, and fused filament fabrication 3-D printing. *Resour Conserv Recycl.* 2022 Jan 1;176. doi:10.1016/j.resconrec.2021.105911
23. Noskov A, El-Khoury M, Drobyshev S, Kuchaev E, Yanbaev F, Zhigalina O, et al. A microscopy study of nanoparticles emitted during laser additive manufacturing with stainless steel powder. *Materials Letters: X.* 2022 Jun 1;14. doi:10.1016/j.mlblux.2022.100139
24. Saliakas S, Karayannis P, Kokkinopoulos I, Damilos S, Gkartzou E, Zouboulis P, et al. Fused Filament Fabrication 3D Printing: Quantification of Exposure to Airborne Particles. *Journal of*

Composites Science. 2022 May 1;6(5). doi:10.3390/jcs6050119

25. Sun S, Xing C, Ding J, Cheng Y, Liu K, Pang L. Explosion Risk of Metal Powder Used in Additive Manufacturing. *Processes*. 2023 Oct 1;11(10). doi:10.3390/pr11102943

26. Sousa M, Arezes P, Silva F. Occupational Exposure to Incidental Nanomaterials in Metal Additive Manufacturing: An Innovative Approach for Risk Management. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Feb 1;20(3). doi:10.3390/ijerph20032519 PubMed PMID: 36767885.

27. Hamrol A, Osiński F. Workplace Exposure to Dust Emissions in Additive Manufacturing with an FFF Method. *Processes*. 2025 Nov 1;13(11). doi:10.3390/pr13113470

28. Romanowski H, Bierkandt FS, Luch A, Laux P. Summary and derived Risk Assessment of 3D printing emission studies. *Atmospheric Environment*. Elsevier Ltd; 2023. doi:10.1016/j.atmosenv.2022.119501

29. Assenhöj M, Almstrand AC, Kokelj S, Ljunggren SA, Olin AC, Karlsson H. Occupational exposure and health surveys at metal additive manufacturing facilities. *Front Public Health*. 2023;11. doi:10.3389/fpubh.2023.1292420 PubMed PMID: 38054074.

30. Wohlleben W, Bossa N, Mitrano DM, Scott K. Everything falls apart: How solids degrade and release nanomaterials, composite fragments, and microplastics. *NanoImpact*. 2024 Apr 1;34. doi:10.1016/j.impact.2024.100510 PubMed PMID: 38759729.

31. Mendoza-Muñoz I, Montoya-Reyes MI, Maldonado-Macías AA, Jacobo-Galicia G, Vargas-Bernal OY. A Hierarchical Axiomatic Evaluation of Additive Manufacturing Equipment and the 3D Printing Process Based on Sustainability and Human Factors. *Processes*. 2024 Jun 1;12(6). doi:10.3390/pr12061083

32. Dobrzyńska E, Chojnacka-Puchta L, Sawicka D, Sobiech P, Jankowski T, Okołowicz A, et al. Risk Assessment and Toxicity Effects of Materials Used During Additive Manufacturing With FDM Technology. *Medycyna Pracy. Nofer Institute of Occupational Medicine*; 2024. p. 159–71. doi:10.13075/mp.5893.01486 PubMed PMID: 38523548.

Exposición laboral a ozono en entornos de oficina: fuentes de emisión, valores límite ambientales y efectos sobre la salud. Revisión narrativa.

Asan Mollov⁽¹⁾, Belén Mallen Díaz de Terán⁽²⁾, Álvaro A. Castillo Araneda⁽³⁾, Sandra Herrero Herranz⁽⁴⁾, Carlota Pegenaute Esparza⁽⁵⁾, Estrella Extramiana Cameno⁽⁶⁾

¹Médico del Trabajo, Servicio Sanitario de Salud Laboral, Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra, Pamplona, Navarra, España. ORCID 0000-0002-5010-7813

²Especialista de Enfermería del Trabajo, Servicio Sanitario de Salud Laboral, Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra, Pamplona, Navarra, España. ORCID 0009-0003-3753-0734

³Residente Hospital Universitario de Navarra, MIR Unidad Docente Multiprofesional Salud Laboral Pamplona, Navarra, España. ORCID 0009-0000-3151-9233

⁴Médico del Trabajo, Servicio Sanitario de Salud Laboral, Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra, Pamplona, Navarra, España. ORCID 0009-0005-0851-2603v

⁵Médico del Trabajo, Servicio Sanitario de Salud Laboral, Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra, Pamplona, Navarra, España. ORCID 0009-0007-8646-8366

⁶Jefa del Servicio Sanitario de Salud Laboral, Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra, Pamplona, Navarra, España. ORCID 0000-0002-7978-5837

Correspondencia:

Asan Mollov

Dirección postal: Servicio Sanitario de Salud Laboral
Instituto de Salud Pública y Laboral de
Navarra. Polígono de Landaben C/ E y F
31012 - Pamplona

Correo electrónico: ai.mollov@navarra.es

La cita de este artículo es: Asan Mollov et al. Exposición laboral a ozono en entornos de oficina: fuentes de emisión, valores límite ambientales y efectos sobre la salud. Revisión narrativa.. Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2026; 35(2):394-407

RESUMEN.

Introducción: El ozono (O_3) es un gas incoloro y altamente reactivo cuya molécula está compuesta por tres átomos de oxígeno que, a nivel del suelo, representa un riesgo químico en entornos de oficina por las emisiones de equipos de impresión y reprografía, purificadores iónicos y la infiltración del ozono troposférico exterior. Su presencia en espacios cerrados está directamente relacionada con el Síndrome del Edificio Enfermo (SEE), cuya prevalencia puede afectar hasta al 30% de los edificios de oficinas.

Objetivo: Revisar metódicamente las fuentes de exposición a O_3 en oficinas, los valores límite ambientales vigentes en España e internacionalmente, y los efectos sobre la salud descritos en la literatura científica de los últimos diez años (2015-2025).

Material y Métodos: Revisión narrativa de la literatura mediante búsqueda sistemática en PubMed/MEDLINE, Scopus y Web of Science (2015-2025) con los términos: ozone, indoor, office occupational exposure, health effects y los operadores OR y AND. Se incluyeron estudios epidemiológicos observacionales, ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y documentos normativos de organismos nacionales e internacionales.

Resultados: Las impresoras láser con tecnología de descarga de corona son la principal fuente interna de O_3 en oficinas, con una concentración mediana de $9,04\mu g/m^3$ y una relación interior/exterior de 0,29. El INSST (LEP 2026) establece un VLA-ED de 0,10 ppm para trabajo ligero, y un VLA-EC de 0,20 ppm; valores equiparables a los del ACGIH (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales), pero más exigentes que los de la OSHA para este nivel de esfuerzo. La exposición crónica se asocia con inflamación bronquial, enfisema, aumento del riesgo de Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA) y daño oxidativo sistémico.

Conclusiones: El ozono es un contaminante interior de relevancia creciente en entornos de oficina. La evidencia científica más reciente cuestiona la suficiencia de los límites regulatorios actuales. La Medicina del Trabajo debe incorporar el O_3 interior como factor de riesgo de una evaluación sistemática en oficinas.

Palabras clave: ozono; exposición laboral; calidad del aire interior; valores límite ambientales; Medicina del Trabajo; efectos sobre la salud; Síndrome del Edificio Enfermo.

OCCUPATIONAL OZONE EXPOSURE IN OFFICE ENVIRONMENTS: EMISSION SOURCES, OCCUPATIONAL EXPOSURE LIMITS AND HEALTH EFFECTS. NARRATIVE REVIEW.**ABSTRACT**

Introduction: Ozone (O_3) is a colorless, highly reactive gas whose molecule is composed of three oxygen atoms. At ground level, it poses a chemical risk in office environments due to emissions from printing and reprographic equipment, ionizers, and the infiltration of tropospheric ozone from the outside. Its presence in enclosed spaces is directly related to Sick Building Syndrome (SBS), whose prevalence can affect up to 30% of office buildings.

Objective: To methodically review the sources of O_3 exposure in offices, the current environmental limit values in Spain and internationally, and the health effects described in the scientific literature of the last ten years (2015-2025).

Materials and Methods: A narrative literature review was conducted using a systematic search of PubMed/MEDLINE, Scopus, and Web of Science (2015-2025) with the terms: ozone, indoor, office occupational exposure, health effects, and the operators OR and AND. Observational epidemiological studies, clinical trials, systematic reviews, and normative documents from national and international organizations were included.

Results: Laser printers with corona discharge technology are the main indoor source of O_3 in offices, with a median concentration of $9.04\mu g/m^3$ and an indoor/outdoor ratio of 0.29. The INSST (LEP 2026) establishes a TLV-TWA of 0.10 ppm for light work and a TLV-EC of 0.20 ppm. Values comparable to those of the ACGIH but more stringent than those of OSHA for this level of exertion. Chronic exposure is associated with bronchial inflammation, emphysema, an increased risk of Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS), and systemic oxidative damage.

Conclusions: Ozone is an increasingly relevant indoor pollutant in office environments. The most recent scientific evidence questions the adequacy of current regulatory limits. Occupational Medicine should incorporate indoor ozone (O_3) as a risk factor in systematic assessments for offices.

Keywords: ozone; occupational exposure; indoor air quality; occupational exposure limits; Occupational Medicine; health effects; Sick Building Syndrome.

Fecha de recepción: 12 de junio de 2026

Fecha de aceptación: 4 de septiembre de 2026

Introducción

El ozono (O_3) es una molécula triatómica de oxígeno de color azul pálido a altas concentraciones y propiedades olfativas características. En la estratosfera cumple una función protectora frente a la radiación ultravioleta, sin embargo, en la troposfera y especialmente en espacios interiores de trabajo, su presencia supone un riesgo químico relevante de creciente interés en el ámbito de la Medicina del Trabajo^(1,2). Constituye un contaminante de acción intensamente oxidante con efectos documentados sobre la salud humana. Aunque la investigación histórica se ha centrado en la exposición ambiental exterior, la evidencia científica más reciente ha puesto de manifiesto que la exposición en interiores, contextualizada por el tiempo de permanencia entre el 70 y el 90% del tiempo diario, puede equipararse o incluso superar a la exterior⁽³⁾.

En el contexto de la higiene ocupacional contemporánea, el trabajo en oficina no se limita a un espacio físico estático, sino que se define como un ecosistema dinámico de microambientes cerrados, caracterizados por una exposición laboral continua y prolongada a trabajo sedentario. Desde la perspectiva del riesgo químico, este entorno operativo está intrínsecamente condicionado por la interacción entre sistemas de ventilación natural y artificial, climatización, factores que regulan la infiltración del ozono troposférico exterior y sistemas de desinfección por ozonización, que han diversificado y amplificado las fuentes internas de O_3 . La actividad ofimática actual implica la coexistencia directa de las personas trabajadoras con fuentes de emisión endógenas, como dispositivos electrostáticos de reprografía (impresoras láser y fotocopiadoras) y tecnologías emergentes de purificación ambiental mal calibradas, generadores de campos eléctricos capaces de ionizar el oxígeno y elevar localmente las concentraciones de O_3 . El deterioro de la calidad del aire en entornos urbanos, también ha incrementado la fracción de ozono troposférico

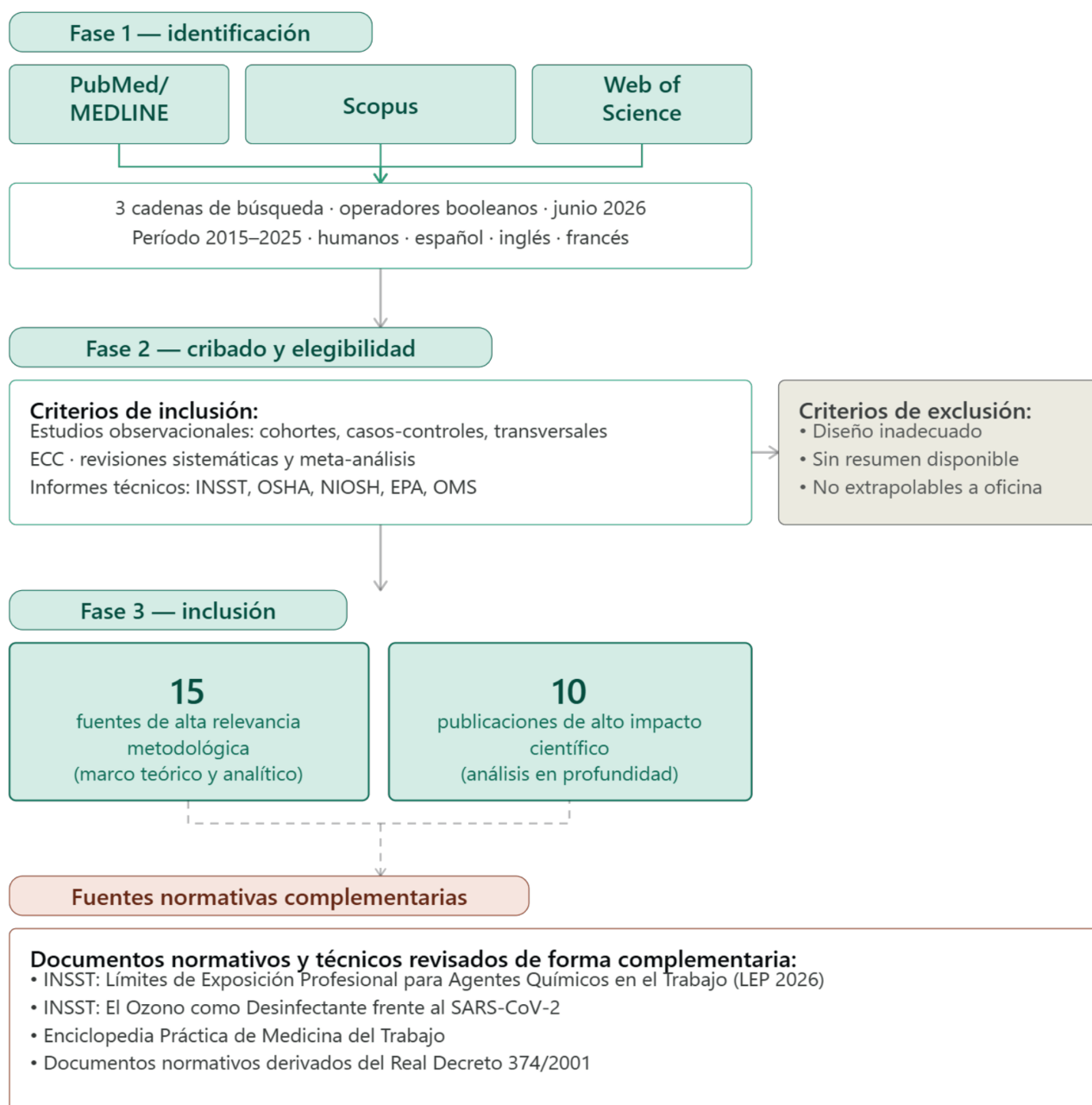
que se infiltra en los edificios a través de los sistemas de ventilación^(4,5).

La Enciclopedia Práctica de Medicina del Trabajo⁽⁶⁾, obra de referencia en Medicina del Trabajo, recoge que hasta el 30% de los edificios de oficinas pueden presentar problemas significativos de calidad del aire interior y que entre el 10 y el 30% de sus ocupantes pueden sufrir efectos adversos para la salud relacionados con contaminantes de interiores, entre los que el O_3 desempeña un papel patogénico reconocido en el denominado Síndrome del Edificio Enfermo (SEE). Los síntomas del SEE; cefalea, irritación ocular, tos seca, congestión nasal, opresión torácica, guardan una coherencia fisiopatológica directa con los efectos agudos del ozono sobre las mucosas respiratoria y conjuntival^(6,7). La densidad de ocupación, el diseño arquitectónico de plantas abiertas y los patrones de ventilación pulmonar basal propios de la baja carga metabólica relacionada con puestos de trabajos de baja exigencia física, configuran un escenario de riesgo específico, diferenciado del ámbito industrial clásico, donde los efectos subagudos y crónicos sobre la salud respiratoria se derivan de la permanencia prolongada en atmósferas interiores modificadas.

Objetivos

El abordaje de interrogantes clínico-técnicos de baja prevalencia, mediante la consulta ágil de la evidencia científica, requiere de revisiones narrativas a través de metabuscadores biomédicos especializados. Mediante la formulación de una estrategia de búsqueda estructurada, basada en descriptores de ciencias de la salud (MeSH) y operadores booleanos, y la posterior aplicación de filtros por tipología documental y ventana temporal, se optimiza la recuperación de síntesis de literatura global. Este procedimiento permite recopilar la evidencia fragmentaria disponible sobre condiciones infrecuentes, ofreciendo un marco teórico de referencia que sustenta la toma de decisiones clínicas y metodológicas con base en el mayor rigor científico disponible para estos escenarios en el menor tiempo posible.

FIGURA 1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS FASES DE RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.



ECC: ensayos clínicos controlados. Búsquedas realizadas en junio de 2026. Adaptado del modelo PRISMA 2020.

Ante este escenario, el presente trabajo de revisión narrativa tiene como objetivo caracterizar las fuentes de exposición a O_3 en entornos de oficina, y evaluar los valores límite ambientales vigentes, tanto en la normativa española como en el ámbito internacional. Asimismo, se busca sistematizar los efectos sobre la salud descritos en la literatura científica en función de la perspectiva temporal de la exposición, e identificar los recursos institucionales españoles disponibles para la consulta y asistencia técnica en materia de riesgo químico por este compuesto.

Material y Métodos

Se realizó una revisión narrativa de la literatura mediante búsqueda semiestructurada en las bases de datos PubMed/MEDLINE, Scopus y Web of Science, con restricción temporal al periodo 2015-2025. Los términos de búsqueda empleados, combinados con operadores booleanos, fueron:

“ozone” OR “ O_3 ”) AND (“indoor” OR “office” OR “workplace” OR “occupational exposure”) AND (“health effects” OR “respiratory” OR “cardiovascular” OR “lung function”); (“laser printer” OR “photocopier” OR “copier”) AND (“ozone emission” OR “indoor air quality”); (“occupational exposure limit” OR “TLV” OR “VLA” OR “PEL”) AND “ozone”.

Los criterios de inclusión fueron: estudios epidemiológicos observacionales (cohorte, casos y controles, transversales), ensayos clínicos controlados, revisiones sistemáticas y meta-análisis, e informes técnicos de organismos reguladores y técnico-científicos (INSST, OSHA, NIOSH, EPA, OMS). Se excluyeron estudios con diseño inadecuado, sin resumen disponible, y aquellos cuyos datos de exposición no fueran extrapolables a entornos de oficina. Todas las búsquedas se realizaron en junio del 2026, filtros: humanos, 2015-2025, español, inglés, francés.

De forma complementaria se revisaron: el documento LEP 2026 del Instituto Nacional de

Seguridad y Salud en el Trabajo⁽¹⁾; el documento “El Ozono como Desinfectante Frente al SARS-CoV-2” del INSST⁽⁷⁾; la Enciclopedia Práctica de Medicina del Trabajo⁽⁶⁾; y los documentos normativos derivados del Real Decreto 374/2001 sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo⁽⁸⁾.

Resultados

Se seleccionaron 15 fuentes bibliográficas de alta relevancia metodológica para sustentar el marco teórico y analítico de esta investigación, junto con el resto de fuentes y textos oficiales consultados. Finalmente, se analizaron en profundidad 10 publicaciones de alto impacto científico. Figura 1. Las impresoras láser y fotocopadoras constituyen la fuente interna de O_3 de mayor relevancia en el ámbito de la oficina. El mecanismo generador es la tecnología de descarga de corona. Un filamento de alta tensión ioniza el oxígeno del aire circundante durante el proceso de revelado electrostático, liberando subproductos como el O_3 junto con compuestos orgánicos volátiles (COV) y semivolátiles, formaldehído, partículas ultrafinas y otros contaminantes químicos^(9,10). Tuomi et al. demostraron que las impresoras con tecnología de corona convencional emiten cantidades significativas de O_3 y formaldehído, mientras que la fotocopadora emite predominantemente ozono⁽¹⁰⁾. La concentración de O_3 generada depende del volumen de impresión, la presencia de filtros, la ventilación del local y la antigüedad del equipo. Los equipos modernos con certificación GREENGUARD o Blue Angel generan emisiones generalmente indetectables o inferiores al umbral de percepción olfativa (~0,01 ppm)⁽⁹⁾. Ambas son certificaciones ecológicas reconocidas internacionalmente, pero se enfocan en aspectos distintos: GREENGUARD se especializa exclusivamente en la calidad del aire interior y las emisiones químicas, mientras que Blue Angel es un sello integral de sostenibilidad que evalúa el ciclo de vida completo de un producto.

Los purificadores de aire basados en ionización por descarga eléctrica generan O_3 como subproducto inherente a su funcionamiento⁽¹¹⁾. Dong et al. demostraron en un ensayo clínico aleatorizado doble ciego que el uso de este tipo de purificadores en aulas empeora paradójicamente determinados parámetros cardiorrespiratorios en niños respecto al grupo control, efecto atribuido precisamente a la generación de O_3 ⁽¹¹⁾. Los generadores de ozono destinados a la desinfección de espacios representan una fuente adicional, el INSST advierte explícitamente que no deben aplicarse en presencia de personas y que se debe garantizar la ventilación completa antes de la reocupación⁽⁷⁾.

La Enciclopedia Práctica de Medicina del Trabajo (2019) recoge textualmente que el ozono es un agente útil como desinfectante de aguas, junto al dióxido de cloro y el yodo, en concentraciones de 8 partes por millón (ppm). En edificios con sistemas de climatización o de tratamiento de agua que incorporen ozonización, puede producirse exposición residual del personal técnico de mantenimiento.

El ozono troposférico exterior puede penetrar en los edificios a través de los sistemas de ventilación y la infiltración natural, especialmente durante los meses de verano y en entornos urbanos con alta radiación solar y tráfico intenso. La revisión de Salonen et al.⁽⁴⁾, la más completa disponible sobre O_3 en oficinas y escuelas con datos de 154 estudios de todo el mundo, cifra la relación interior/exterior (I/O) en un valor mediano de 0,29 para entornos de oficina, con una concentración mediana interior de $9,04 \mu g/m^3$. Dado que las personas permanecen en interiores entre el 70 y el 90% de su tiempo, la exposición acumulada interior puede equipararse a la exterior^(3,4). Tabla 1.

Marco normativo y valores límite ambientales

La normativa española de regulación de la exposición laboral a agentes químicos se articula fundamentalmente en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y el Real

Decreto 374/2001 sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo y sus modificaciones posteriores mediante el Real Decreto 598/2015, de 3 de julio y Real Decreto 818/2018, de 6 de julio, que obliga al empresario a evaluar el riesgo químico y compararlo con los Valores Límite Ambientales (VLA) publicados anualmente por el INSST. Guía Técnica basada en el RD 374/2001 para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en los lugares de trabajo relacionados con agentes químicos (INSST, 2022)⁽⁸⁾. El documento LEP 2026 (1), aprobado por la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo el 30 de enero de 2026 es la referencia normativa vigente y establece para el ozono dos tipos de valores. VLA-ED (Valor Límite Ambiental — Exposición Diaria): concentración media ponderada en el tiempo (TWA) para una jornada de 8 horas diarias y 40 horas semanales. El INSST ajusta este valor a la intensidad del esfuerzo físico, dado que la ventilación pulmonar acelerada aumenta la dosis inhalada. VLA-EC (Exposición de Corta Duración): concentración media ponderada en el tiempo a lo largo de cualquier periodo de 15 minutos que no debe superarse en ningún momento de la jornada laboral.

Otras fuentes oficiales consultadas fueron; La NTP 526: Valores límite de exposición profesional en la Unión Europea y en España (INSST) (12), el documento INSST 'El Ozono como Desinfectante Frente al SARS-CoV-2' (2020): tabla de límites por organismo y efectos para la salud⁽¹³⁾ y la UNE-EN 15251: Criterios del ambiente interior para el diseño, la evaluación energética de edificios y la calidad del aire, temperatura, luz y ruido en interiores⁽¹⁴⁾. Tabla 2.

Para la evaluación del riesgo en oficinas, las tareas se clasifican habitualmente como trabajo LIGERO, por lo que el VLA-ED aplicable es de 0,10 ppm. Sin embargo, en tareas de mantenimiento o uso puntual de generadores de ozono, debe calcularse la Exposición de Corta Duración y compararla con el VLA-EC (0,20 ppm)^(1,7).

FUENTE INTERNA	FUENTE EXTERNA	FUENTE INTENCIONAL
Impresoras láser (descarga de corona)	Infiltración troposférica urbana (vía HVAC*)	Generadores de O ₃ para desinfección
Fotocopiadoras convencionales	Penetración por ventanas y orificios arquitectónicos	Purificadores ionizantes (subproducto)
Equipos multifunción (fax, scanner)	Contaminación de zonas industriales próximas	Lámparas UV-C (<240nm) para desinfección
Sistemas de climatización mal mantenidos	Mayor en verano y en áreas de alta insolación	Ozonización de agua en edificios (mantenimiento)
HVAC son las siglas en inglés de Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado		

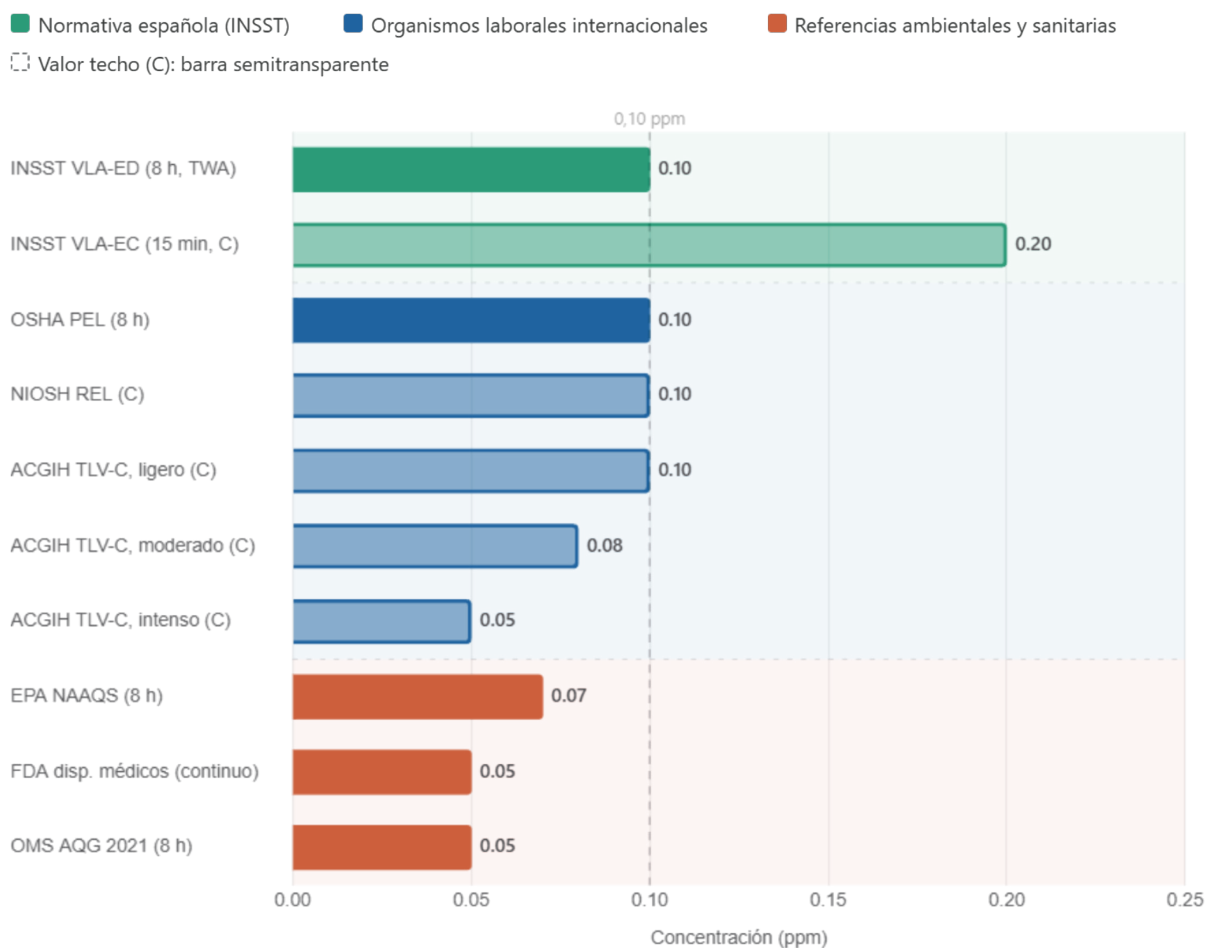
TABLA 2. VALORES LÍMITE AMBIENTALES PARA EL OZONO SEGÚN EL INSST LEP 2026, EN FUNCIÓN DEL TIPO DE TRABAJO Y SU DURACIÓN.

TIPO DE TRABAJO / DURACIÓN	VLA-ED (PPM)	VLA-ED (MG/M ³)	TIPO DE LÍMITE	APLICACIÓN TÍPICA
Trabajo LIGERO	0,10	0,20	VLA-ED	Oficina convencional
Trabajo MODERADO	0,08	0,16	VLA-ED	Limpieza, mantenimiento leve
Trabajo PESADO	0,05	0,10	VLA-ED	Mantenimiento, mudanzas
Exposición breve (<=15 min), cualquier trabajo	0,20	0,40	VLA-EC	Desinfección puntual, averías

TABLA 3. SÍNTESIS DE LOS EFECTOS SOBRE LA SALUD EN FUNCIÓN DEL HORIZONTE TEMPORAL DE EXPOSICIÓN AL OZONO EN ENTORNOS DE OFICINA.

TEMPORALIDAD	EFECTOS DOCUMENTADOS	REFERENCIAS
Agudo (minutos-horas)	Irritación nasal, faríngea y ocular; tos seca; reducción FVC/FEV ₁ ; dolor torácico; neutrofilia en BAL; alteración de variabilidad de FC.	INSST 2020 ⁽⁷⁾ ; Liu 2024 ⁽¹⁸⁾ ; Dong 2019 ⁽¹¹⁾
Medio plazo (semanas-meses)	Inflamación crónica de vía aérea; exacerbación del asma; aumento de biomarcadores oxidativos (8-isoprostano); aumento de presión arterial sistólica; deterioro de FEV ₁ , FVC, PEF.	Salonen 2018 ⁽⁴⁾ ; Lyu 2021 ⁽¹⁹⁾ ; Liu 2021/2023 ⁽³⁾
Crónico (años)	Enfisema; inflamación bronquiolar crónica (EPOC-like); asma de nueva aparición en niños; aumento de riesgo de SDRA; daño oxidativo sistémico persistente.	Wiegman 2020 ⁽¹⁶⁾ ; Moss 2016 ⁽¹⁷⁾ ; EPA ISA 2020 ⁽⁵⁾

FIGURA 2. COMPARACIÓN DE VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN AL OZONO SEGÚN ORGANISMOS NACIONALES E INTERNACIONALES.



C: valor techo — concentración máxima no superable en ningún momento de la jornada laboral. TWA: media ponderada en el tiempo (8 h). ACGIH TLV-C diferencia por intensidad de esfuerzo: ligero/trabajo de oficina $\leq 0,10$ ppm · moderado $\leq 0,08$ ppm · intenso $\leq 0,05$ ppm. La línea discontinua vertical señala 0,10 ppm (umbral más extendido en normativa ocupacional).

Fuentes: INSST (2026); ACGIH TLV-BE (2024); OSHA 29 CFR 1910.1000; NIOSH Pocket Guide; EPA NAAQS; FDA 21 CFR 801.415; OMS/WHO AQG (2021).

La Tabla 3 recoge los valores límite establecidos por los principales organismos reguladores a nivel internacional para actividad laboral de oficinas. El INSST se alinea con el ACGIH (TLV-C) y es más restrictivo que la OSHA estadounidense para trabajo ligero. Las Directrices de Calidad del Aire de la OMS de 2021⁽¹⁵⁾ establecen un valor guía de 0,05 ppm (100 μ g/m³) para la media de 8 horas en exteriores, que debe considerarse como umbral

de alerta complementario cuando se valora la calidad del aire interior en edificios con alta tasa de infiltración exterior.

Efectos sobre la salud

El ozono es clasificado por la ECHACHEM Public Chemicals Database como sustancia peligrosa por vía respiratoria, irritante de piel y causante de daño ocular. El INSST subraya que

se encuentra adicionalmente en evaluación como posible alterador endocrino. La susceptibilidad individual es variable, tanto personas sanas como aquellas con patología respiratoria previa pueden experimentar reducciones considerables de la función pulmonar incluso a concentraciones relativamente bajas.

El mecanismo central de daño del O_3 es el estrés oxidativo. Al entrar en contacto con las células epiteliales de la vía respiratoria, el ozono reacciona generando especies reactivas de oxígeno (ROS) y lípidos oxidados, que desencadenan una cascada inflamatoria dependiente de la concentración y la duración de la exposición (16,17). La susceptibilidad individual es variable, la Enciclopedia Práctica de Medicina del Trabajo (6) y el INSST (7) advierten que tanto personas sanas como aquellas con enfermedades respiratorias previas pueden experimentar reducciones considerables de la función pulmonar con cantidades relativamente bajas de O_3 , y que algunas personas sensibles muestran efectos adversos por debajo de los valores límite establecidos.

Efectos agudos

Los efectos agudos son predominantemente sobre el aparato respiratorio y las mucosas. La exposición a concentraciones entre 0,05 y 0,10 ppm produce irritación nasal y faríngea, tos seca, ardor ocular y reducción de los parámetros espirométricos (FVC y FEV₁). Por encima de 0,10 ppm aparecen dolor torácico, disnea y neutrofilia en lavado broncoalveolar, indicativa de inflamación aguda de la vía aérea inferior (7,17). La actividad física potencia el riesgo al incrementar la ventilación minuto y, por tanto, la dosis inhalada efectiva.

La Enciclopedia (6) recoge entre los síntomas del SEE, directamente relacionados con la mala calidad del aire interior, síntomas inespecíficos, coherentes con la exposición aguda a ozono a bajas concentraciones: dolor de cabeza, somnolencia, dificultad de concentración, irritabilidad; picor de ojos, nariz y garganta; escozor, enrojecimiento e irritación ocular; congestión y prurito nasal, estornudos, ronquera; tos seca y opresión torácica.

Liu et al. (18) demostraron que incluso la exposición nocturna a ozono interior a bajas concentraciones altera significativamente los parámetros respiratorios durante el sueño, identificando el sistema respiratorio como el órgano diana prioritario de la exposición interior. Por su parte, el estudio de Dong et al. en niños (11) constató que la exposición a O_3 interior sin efecto respiratorio detectable, producía alteración significativa de la función autónoma cardíaca, medida como variabilidad de la frecuencia cardíaca, a concentraciones de O_3 por debajo de los límites regulatorios actuales.

Efectos a medio plazo

La exposición repetida a concentraciones cercanas o superiores al VLA típica de personas trabajadoras en salas de reprografía mal ventiladas, provoca inflamación crónica de la vía aérea, exacerbación clínica del asma bronquial respecto a la frecuencia e intensidad de las crisis. El aumento del estrés oxidativo sistémico y la inflamación crónica de las vías respiratorias deriva a remodelación de la pared bronquial, evidenciado por elevación de biomarcadores como 8-isoprostano. Se describen alteraciones de la función autonómica cardíaca (disminución de la variabilidad de la frecuencia cardíaca), incluso a concentraciones de ozono interior por debajo de los umbrales regulatorios actuales. Según estudios recientes en población infantil y adulta se reporta mayor susceptibilidad a infecciones respiratorias del tracto superior e inferior (7). Investigaciones de Salonen et al. (4) y Liu et al. (3,18) confirman que los efectos cardiorrespiratorios son detectables a concentraciones de O_3 interior muy por debajo de los estándares regulatorios, lo que cuestiona la suficiencia de los valores límite vigentes para la protección de poblaciones sensibles.

En el ámbito específico de trabajadores de impresión, Lyu et al. (19) demostraron en un estudio epidemiológico que la exposición a las emisiones de impresoras que incluyen O_3 , COV y nanopartículas, se asocia de forma estadísticamente significativa con aumento de la presión arterial

sistólica y disminución de los parámetros de función pulmonar (FEV_1 , FVC y PEF), con un efecto dosis-dependiente especialmente marcado en personas con más de 10 años de exposición.

Efectos crónicos

La evidencia epidemiológica y experimental sobre exposición crónica al ozono es creciente, aunque con mayor incertidumbre que la de la exposición aguda. Desarrollo de lesiones en la región centroacinar del pulmón similares a las observadas en fumadores jóvenes, con destrucción de tejido alveolar (enfisema) e inflamación bronquiolar crónica, son los mecanismos que constituyen un modelo de EPOC inducida por ozono en asociación con mayor mortalidad y hospitalización por causa respiratoria y cardiovascular, aunque el riesgo atribuible a largo plazo sigue siendo objeto de debate científico. Aumenta el riesgo de desarrollo de Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA) en pacientes críticos con exposición crónica previa al ozono, incluso a niveles relativamente bajos. Según datos de modelos animales y estudios epidemiológicos se reporta posible efecto sobre el desarrollo cognitivo y la salud reproductiva (incluido parto pre-término), que requieren confirmación definitiva en humanos. La elevación de los marcadores de peroxidación lipídica (8-isoprostano) correlacionada con la exposición acumulada a lo largo de la vida, sugiere daño oxidativo sistémico sostenido.

Wiegman et al.⁽¹⁶⁾ describieron en un riguroso artículo de revisión como la exposición crónica al ozono activa en modelos murinos las mismas vías de estrés oxidativo que el tabaco, generando muerte celular, inflamación bronquiolar crónica y destrucción del tejido alveolar (enfisema), en un patrón que mimetiza la EPOC. Estos hallazgos consolidan el papel del O_3 como factor ambiental independiente en la patogenia de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica. En población humana, el Integrated Science Assessment for Ozone de la US EPA⁽⁵⁾ concluye que la evidencia epidemiológica establece una asociación causal

suficiente entre la exposición crónica al O_3 y el asma de nueva aparición en niños, e indica evidencia sugestiva de causalidad para la mortalidad cardiovascular y respiratoria a largo plazo.

Moss et al.⁽¹⁷⁾ publicaron el primer estudio que asocia la exposición crónica al ozono ambiental, incluso a concentraciones relativamente bajas con un riesgo significativamente aumentado de desarrollar Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA) en pacientes críticos. Sus hallazgos sugieren que el O_3 es un factor de riesgo ambiental previamente no reconocido para esta grave complicación, equiparable en magnitud al tabaquismo o el abuso de alcohol.

Revisión De Los Estudios Científicos De Mayor Relevancia (2015-2025)

La Tabla 4 sintetiza los diez estudios internacionales de mayor impacto identificados en la búsqueda bibliográfica sobre exposición a ozono en interiores durante el periodo 2015-2025. El marco institucional de gestión y asistencia técnica frente al riesgo por exposición laboral a agentes químicos en España, y particularmente aplicable al ozono (O_3), se articula a través de una red de organismos con competencias científicas, normativas y ejecutivas. En el núcleo científico-técnico se sitúa el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST), organismo encargado de elaborar las Notas Técnicas de Prevención (NTP) y de publicar anualmente el documento de Límites de Exposición Profesional (LEP 2026). Estos límites normativos son aprobados por la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (CNSST), órgano colegiado encargado de coordinar las políticas entre el gobierno central y las comunidades autónomas. A nivel de ejecución territorial, los órganos técnicos de las Comunidades Autónomas asumen las competencias ejecutivas de prevención de riesgos laborales (PRL), mientras que la vigilancia, la fiscalización y la potestad sancionadora respecto al cumplimiento del Real Decreto 374/2001 recaen sobre la Inspección de Trabajo y Seguridad Social (ITSS). En el ámbito

TABLA 4. RESUMEN DE LOS DIEZ ESTUDIOS DE MAYOR RELEVANCIA SOBRE EXPOSICIÓN A OZONO EN ENTORNOS INTERIORES / LABORALES (2015-2025).

AUTORES / AÑO	DISEÑO	POBLACIÓN / ÁMBITO	HALLAZGOS PRINCIPALES
Salonen et al., 2018 ⁽⁴⁾	Revisión sistemática (154 estudios)	Oficinas y escuelas globales	O ₃ mediana en oficinas: 9,04 µg/m ³ ; I/O mediano: 0,29. Las concentraciones de O ₃ y sus productos de reacción deben minimizarse; trazas de O ₃ son potencialmente dañinas.
*Wiegman et al., 2020 ⁽¹⁶⁾	Revisión modelos experimentales	Modelos murinos de EPOC	Exposición crónica a O ₃ activa vías oxidativas idénticas al tabaco: muerte celular epitelial, enfisema, inflamación bronquiolar crónica. O ₃ como modelo experimental de EPOC.
Moss et al., 2016 ⁽¹⁷⁾	Estudio de cohorte (pacientes críticos)	Unidades de cuidados intensivos, EE.UU.	Exposición crónica a O ₃ ambiental aumenta significativamente el riesgo de SDRA en pacientes críticos, incluso a niveles bajos. Factor de riesgo ambiental no reconocido previamente.
Liu et al., 2021-2023 ⁽³⁾	Serie de estudios epidemiológicos	Adultos, China	Efectos cardiorrespiratorios detectables a concentraciones de O ₃ interior muy por debajo de los estándares regulatorios. Cuestionan la suficiencia de los límites actuales.
Lyu et al., 2021 ⁽¹⁹⁾	Estudio transversal	53 trabajadores de impresión vs. 54 controles, Beijing	Exposición a emisiones de impresoras asociada con aumento de PA sistólica y reducción de FEV ₁ , FVC y PEF, especialmente con >10 años de exposición.
Dong et al., 2019 ⁽¹¹⁾	ECA doble ciego cruzado	Niños en escuelas, Beijing	Purificadores ionizantes empeoran parámetros cardiorrespiratorios por generación de O ₃ como subproducto. Efecto paradójico adverso documentado.
Liu X et al., 2024 ⁽¹⁸⁾	Estudio prospectivo	Adultos, China (exposición nocturna)	Primera evidencia en población general: O ₃ interior durante el sueño afecta principalmente al sistema respiratorio. Resalta necesidad de monitorizar la calidad del aire durante el reposo.
Chen JH et al., 2020 ⁽²⁰⁾	Monitoreo en tiempo real	Adultos jóvenes sanos	Variaciones diarias de O ₃ ambiental correlacionan con indicadores de función pulmonar e inflamación de vías aéreas, reforzando el paradigma de ausencia de umbral seguro.
Liu et al., 2025 ⁽³⁾	Revisión narrativa	Entornos interiores globales	O ₃ interior como amenaza emergente. La exposición interior puede igualar o superar la exterior. Concluye la necesidad de revisar los estándares de calidad del aire interior para espacios de trabajo.
US EPA, 2020 ⁽⁵⁾	ISA (documento normativo-científico)	Revisión global	Causalidad suficiente entre O ₃ y efectos respiratorios agudos. Evidencia sugestiva de causalidad para mortalidad cardiovascular y respiratoria a largo plazo. Documento regulatorio de referencia mundial.

*Excepción de estudio que no cumple con el filtro humanos por su relevancia con el tema de investigación.
 BAL: lavado broncoalveolar; FC: frecuencia cardíaca; SDRA: Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda;
 O3RP: productos de reacción del ozono; I/O: relación interior/exterior.

operativo interno de las empresas, la evaluación de riesgos, las mediciones ambientales de O_3 y la implantación de medidas correctoras son delegadas a los Servicios de Prevención de Riesgos Laboral acreditados y a las Mutuas Colaboradoras con la Seguridad Social, entidades responsables del diseño de protocolos de vigilancia de la salud y atención sanitaria para profesionales expuestos a agentes químicos. Por último, la transferencia de conocimiento y la armonización de criterios se canalizan a nivel nacional a través de sociedades científicas como la Asociación Española de Higiene Industrial (AEHI) y, en la escala internacional, mediante el punto focal español de la Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo (EU-OSHA), el cual actúa como nodo de difusión de los marcos preventivos europeos.

Discusión

Un aspecto de trascendental importancia en la higiene ocupacional actual es que, en condiciones ambientales y ocupacionales reales, las personas raramente se encuentran expuestos a un único contaminante químico, por el contrario, coexisten en una matriz de exposición poliquímica sistémica. En este contexto, el impacto epidemiológico del O_3 se ve condicionado por la presencia de co-contaminantes que suelen actuar como potenciadores de su toxicidad latente. Las investigaciones actuales sugieren que los modelos de evaluación de riesgo tradicionales, basados en umbrales de dosis-respuesta monocuánticos, subestiman los efectos crónicos del O_3 cuando este interactúa con mezclas complejas. En consecuencia, descifrar el rol de este agente dentro del exposoma químico es un paso imperativo para formular guías y protocolos de seguridad regulatorias que sean verdaderamente representativas y eficaces.

Los resultados de esta revisión confirman que el ozono es un contaminante interior de relevancia higiénica en entornos de oficina cuya importancia ha sido históricamente subestimada. La convergencia de tres vectores, proliferación

de equipos generadores de O_3 , aumento del ozono troposférico exterior por efecto del cambio climático e incremento del tiempo de permanencia en interiores, configura un escenario de exposición acumulada de notable relevancia para la Medicina del Trabajo^(3,4,5).

Un hallazgo de especial relevancia clínica es que la evidencia más reciente documenta efectos cardiorrespiratorios a concentraciones de O_3 interior muy por debajo de los límites regulatorios actuales^(3,18). Esto sugiere que el paradigma clásico de “exposición por debajo del VLA = ausencia de riesgo”, debe revisarse en el contexto del ozono interior, especialmente para trabajadores con asma, EPOC u otras patologías respiratorias previas, población que la legislación española encuadra como especialmente sensible en virtud del artículo 25 de la LPRL.

La comparación normativa (Figura 2) revela que el sistema español de VLA diferenciados por intensidad de trabajo, adoptado del ACGIH, ofrece un marco de evaluación más matizado y fisiológicamente fundamentado que el límite único de la OSHA estadounidense. No obstante, ambos se sitúan por encima de la directriz de la OMS de 0,05 ppm para la media de 8 horas en exteriores⁽¹⁵⁾, lo que aconseja adoptar este valor como umbral de precaución complementario en oficinas con alta tasa de infiltración exterior o presencia simultánea de múltiples fuentes internas.

Desde la perspectiva de la Medicina del Trabajo, la Enciclopedia Práctica de Medicina del Trabajo (6) proporciona el marco clínico y preventivo para la gestión del SEE en oficinas, cuya sintomatología, cefalea, irritación mucosa, tos seca, opresión torácica es fisiopatológicamente coherente con la exposición subumbral continuada a O_3 . El protocolo de cuatro fases que describe dicha obra desde la investigación inicial hasta el examen médico y el análisis de contaminantes es directamente aplicable a la evaluación de la exposición a ozono en edificios de oficinas sospechosos de presentar SEE. Los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales debe estar alerta

ante la presencia de este patrón sintomático en personal de oficina, incorporando la medición de O_3 interior en el protocolo de evaluación de riesgos e investigación ambiental.

En cuanto a las limitaciones de esta revisión, debe señalarse que la heterogeneidad metodológica entre estudios en diseño, métodos de medición, características de los edificios y características de los participantes dificulta la comparación cuantitativa de los efectos. Asimismo, la mayoría de los estudios epidemiológicos disponibles proceden de entornos asiáticos, cuyas características de construcción y climatización pueden diferir significativamente de las oficinas europeas y en su defecto españolas. Son necesarios estudios en entornos europeos con medición individual de la exposición a O_3 y sus productos de reacción, que permitan establecer relaciones dosis-respuesta más precisas para la población trabajadora española.

En términos generales, la exposición crónica a O_3 interior podría estar relacionado con patologías graves como inflamación bronquiolar, enfisema (fenotipo EPOC-like), asma, síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) y daño oxidativo sistémico persistente. Se asocia estrechamente con la manifestación del Síndrome del Edificio Enfermo (SEE) en espacios mal ventilados, caracterizado por una exacerbación de la sintomatología durante la jornada laboral y remisión extra laboral. La vigilancia de la salud debe contemplar este factor de riesgo mediante anamnesis dirigidas en la historia clínico-laboral, evaluando la proximidad de los equipos emisores, y la indicación de pruebas funcionales respiratorias en personal expuesto. Respecto a la evaluación del riesgo, se deberán planificar mediciones ambientales periódicas de O_3 con detectores calibrados. Los resultados promoverán la implicación empresarial en implantación de medidas preventivas jerarquizadas; sustitución de equipos no certificados, optimización de la ventilación natural, instalación de filtración específica (extracción local), controles

administrativos y, de modo subsidiario, equipos de protección individual.

Bibliografía

1. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). Límites de exposición profesional para agentes químicos en España 2026. Aprobado por la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo el 30 de enero de 2026. Madrid: INSST; 2026.
2. Agencia Europea de Seguridad y Salud en el Trabajo (EU-OSHA). Chemical risks in the workplace. Disponible en: <https://osha.europa.eu>. [Consultado junio 2026].
3. Liu Y, et al. Indoor ozone and ozone reaction products: an emerging health threat. *Environ Pollut*. 2025. DOI: 10.1016/j.envpol.2025.127416
4. Salonen H, Salthammer T, Morawska L. Human exposure to ozone in school and office indoor environments. *Environ Int*. 2018;119:503-514. doi:10.1016/j.envint.2018.07.012.
5. US Environmental Protection Agency (EPA). Integrated science assessment for ozone and related photochemical oxidants. Research Triangle Park (NC): US EPA; 2020.
6. Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Enciclopedia práctica de medicina del trabajo. Madrid: Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad; 2019.
7. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). El ozono como desinfectante frente al coronavirus SARS-CoV-2. Versión actualizada 29 de junio de 2020. Madrid: INSST; 2020.
8. España. Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Boletín Oficial del Estado. 2001.
9. Brown SK. Chamber assessment of formaldehyde and VOC emissions from wood-based panels. *Indoor Air*. 1999;9(3):209-215.
10. Tuomi T, Engström K, Mustakallio K, et al. Emission of ozone and organic volatiles from

a selection of laser printers and photocopiers. *Indoor Air*. 2000;10(3):170-177. doi:10.1034/j.1600-0668.2000.010003170.x.

11. Dong W, Liu S, Chu M, et al. Different cardiorespiratory effects of indoor air pollution intervention with ionization air purifier: findings from a randomized, double-blind crossover study among school children in Beijing. *Environ Pollut*. 2019;254(Pt B):113046. doi:10.1016/j.envpol.2019.113046.

12. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). NTP 526: valores límite de exposición profesional en la Unión Europea y en España (Nota técnica de prevención 526). Madrid: INSST; 1999.

13. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). El ozono como desinfectante frente al SARS-CoV-2. Madrid: INSST; 2020.

14. Asociación Española de Normalización (UNE). UNE-EN 15251:2008. Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido. Madrid: UNE; 2008.

15. World Health Organization (WHO). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: WHO; 2021. ISBN 978-92-4-003422-8.

16. Wiegman CH, Li F, Ryffel B, Togbe D, Chung KF. Oxidative stress in ozone-induced chronic lung inflammation and emphysema: a facet of chronic obstructive pulmonary disease. *Front Immunol*. 2020;11:1957. doi:10.3389/fimmu.2020.01957.

17. Moss M, Norris PR, Jenkins J, et al. Long-term ozone exposure increases the risk of developing the acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 2016;193(10):1143-1150. doi:10.1164/rccm.201507-1418OC.

18. Liu X, et al. Cardiorespiratory effects of indoor ozone exposure during sleep and the influencing factors: a prospective study among adults in China. *Sci Total Environ*. 2024. doi:10.1016/j.scitotenv.2024.170290.

19. Lyu S, et al. Health effects of occupational exposure to printer emissions on workers in China: cardiopulmonary function change. *Ecotoxicol Environ Saf*. 2021;225:112784. doi:10.1016/j.ecoenv.2021.112784.

20. Chen JH, Hu DT, Jia X, et al. Monitoring metrics for short-term exposure to ambient ozone and pulmonary function and airway inflammation in healthy young adults. *Beijing Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban*. 2020;52(3):492-499. doi:10.19723/j.issn.1671-167X.2020.03.015.

Normas de publicación de artículos

ISSN versión online: 3020-1160

ISSN versión impresa: 1132-6255

La **Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo** es la revista científica de la Asociación Española de Especialistas de Medicina del Trabajo, su título abreviado normalizado es **Rev Asoc Esp Espec Med Trab** y sigue un procedimiento de revisión por pares (peer review).

La **Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo** publica trabajos relacionados con la especialidad de Medicina del Trabajo. Sus objetivos fundamentales son la formación e investigación sobre la salud de los trabajadores y su relación con el medio laboral. Para la consecución de estos objetivos trata temas como la prevención, el diagnóstico, el tratamiento, la rehabilitación y aspectos periciales de los accidentes de trabajo, las enfermedades profesionales y las enfermedades relacionadas con el trabajo, así como la vigilancia de la salud individual y colectiva de los trabajadores y otros aspectos relacionados con la prevención de riesgos laborales y la promoción de la salud en el ámbito laboral.

Sus normas de publicación de artículos son las siguientes:

Formato de los artículos

El formato será en DIN-A4 y todas las páginas irán numeradas consecutivamente empezando por la del título.

La **primera página** incluirá los siguientes datos identificativos:

1. Título completo del artículo en español y en inglés, redactado de forma concisa y sin siglas.
2. Autoría:
 - a) Nombre completo de cada autor. Es aconsejable que el número de firmantes no sea superior a seis.
 - b) Centro de trabajo y categoría profesional de cada uno de ellos: indicar Servicio, Institución/empresa y localidad.
3. Direcciones postal y electrónica del autor a quien pueden dirigirse los lectores y de contacto durante el proceso editorial
4. Número de tablas y figuras.

La **segunda página** incluirá el Resumen del trabajo en español e inglés (**Abstract estructurado**) incluyendo los siguientes apartados: Antecedentes, Objetivos, Material y Métodos, Resultados y Conclusiones, y con una extensión máxima de 150 palabras, y al final una selección de tres a cinco Palabras Clave, en español e inglés (Key-Words) que preferiblemente figuren en los Descriptores de Ciencias Médicas (MSH: Medical Subject Headings) del Index Medicus.

En la **tercera página** comenzará el artículo, que deberá estar escrito con un tipo de letra Times New Roman del cuerpo 11 a doble espacio.

Su estilo deberá ser preciso, directo, neutro y en conjugación verbal impersonal.

La primera vez que aparezca una sigla debe estar precedida por el término completo al que se refiere.

Se evitará el uso de vocablos o términos extranjeros, siempre que exista en español una palabra equivalente. Las denominaciones anatómicas se harán en español o en latín. Los microorganismos se designarán siempre en latín.

Se usarán números para las unidades de medida (preferentemente del Sistema Internacional) y tiempo excepto al inicio de la frase ([...]. Cuarenta pacientes...).

Los autores deberán enviar sus manuscritos en archivos digitales mediante correo electrónico dirigidos a:

medicinadeltrabajo@papernet.es

Los archivos digitales tendrán las siguientes características:

- a) Texto: en formato Microsoft Word®
- b) Imágenes (ver también apartado “Figuras”):
— formato TIFF, EPS o JPG

— resolución mínima: 350 ppp (puntos por pulgada)

— tamaño: 15 cm de ancho

Toda imagen que no se ajuste a estas características se considera inadecuada para imprimir. Indicar la orientación (vertical o apaisada) cuando ello sea necesario para la adecuada interpretación de la imagen. Se pueden acompañar fotografías de 13 × 18, diapositivas y también dibujos o diagramas en los que se detallarán claramente sus elementos. Las microfotografías de preparaciones histológicas deben llevar indicada la relación de aumento y el método de coloración. No se aceptan fotocopias.

La **Bibliografía** se presentará separada del resto del texto. Las referencias irán numeradas de forma consecutiva según el orden de aparición en el texto donde habrán identificado mediante números arábigos en superíndice. No deben emplearse observaciones no publicadas ni comunicaciones personales ni las comunicaciones a Congresos que no hayan sido publicadas en el Libro de Resúmenes. Los manuscritos aceptados pero no publicados se citan como “en prensa”. El formato de las citas bibliográficas será el siguiente:

Artículos de revista

- a) apellido/s e inicial/es del nombre de pila (sin punto final) del cada autor. Si son más de seis, se citan los tres primeros y se añade la locución latina abreviada “et al.” seguido de un punto.
- b) título completo del artículo en la lengua original, seguido de un punto.
- c) nombre abreviado de la revista y año de publicación, seguido de un punto y coma.
- d) número de volumen, seguido de dos puntos.
- e) separados por guión corto, números de página inicial y final (truncando en éste los órdenes de magnitud comunes) seguido de un punto.

Ejemplo:

Ruiz JA, Suárez JM, Carrasco MA, De La Fuente JL, Felipe F, Hernández MA. Modificación de parámetros de salud en trabajadores expuestos al frío. Rev Asoc Esp Espec Med Trab 2012; 21: 8-13.

Para artículos aceptados y pendientes de ser publicados:

Lilly White HB, Donald JA. Pulmonary blood flow regulation in an aquatic snake. Science (en prensa).

Libros

Los campos autor y título se transcriben igual que en el caso anterior, y después de éstos aparecerá:

- c) nombre en español, si existe, del lugar de publicación, seguido de dos puntos.
- d) nombre de la editorial sin referencia al tipo de sociedad mercantil, seguido de punto y coma.
- e) año de publicación, seguido de un punto.
- f) abreviatura "p." y, separados por guión corto, números de página inicial y final (truncando en éste los órdenes de magnitud comunes) seguido de un punto.

Como ejemplos:

— Capítulo de libro:

Eftekhari NS, Pawluk RJ. Role of surgical preparation in acetabular cup fixation. En: Abudu A, Carter SR (eds.). Manuale di otorinolaringologia. Torino: Edizioni Minerva Medica; 1980. p. 308-15.

— Libro completo:

Rossi G. Manuale di otorinolaringologia. IV edizione. Torino: Edizioni Minerva Medica; 1987.

— Tesis doctoral

Marín Cárdenas MA. Comparación de los métodos de diagnóstico por imagen en la identificación del dolor lumbar crónico de origen discal. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza; 1996.

— Citas extraídas de internet

Cross P, Towe K. A guide to citing Internet sources [online]. Disponible en: http://www.bournemouth.ac.uk/service-depts/lis/LIS_Pub/harvards [seguido de fecha de acceso a la cita]

— Libro de Congresos

Nash TP, Li K, Loutzenhiser LE. Infected shoulder arthroplasties: treatment with staged reimplantations. En: Actas del XXIV Congreso de la FAIA. Montréal: Peachnut; 1980: 308-15.

Artículos originales

Trabajos de investigación inéditos y no remitidos simultáneamente a otras publicaciones, en cualquier campo de la Medicina del Trabajo, con estructura científica: resumen, palabras clave, introducción, material y métodos, resultados, discusión y si fuera necesario agradecimientos. La extensión recomendada es de quince páginas DIN-A 4, escritas a doble espacio, con 6 tablas y/o figuras y un máximo de 40 referencias bibliográficas.

En la **Introducción**, deben mencionarse claramente los objetivos del trabajo y resumir el fundamento del mismo sin revisar extensivamente el tema. Citar sólo aquellas referencias estrictamente necesarias

En Material y Métodos, se describirán la selección de personas o material estudiados detallando los métodos, aparatos y procedimientos con suficiente detalle como para permitir reproducir el estudio a otros investigadores. Se describirán brevemente las normas éticas seguidas por los

investigadores tanto en estudios en humanos como en animales. Se expondrán los métodos científicos y estadísticos empleados así como las medidas utilizadas para evitar los sesgos. Se deben identificar con precisión los medicamentos (nombres comerciales o genéricos) o sustancias químicas empleadas, las dosis y las vías de administración.

En los **Resultados**, se indicarán los mismos de forma concisa y clara, incluyendo el mínimo necesario de tablas y/o figuras. Se presentarán de modo que no exista duplicación y repetición de datos en el texto y en las figuras y/o tablas.

En la **Discusión**, se destacarán los aspectos novedosos e importantes del trabajo así como sus posibles limitaciones en relación con trabajos anteriores. Al final de este apartado deberá aparecer un texto a modo de conclusiones, indicando lo que aporta objetivamente el trabajo y las líneas futuras de aplicación y/o investigación que abre. No debe repetirse con detalles los resultados del apartado anterior.

En **Agradecimientos**, podrán reconocerse las contribuciones que necesitan agradecimiento pero no autoría, el reconocimiento por ayuda técnica y/o apoyo material o financiero, especificando la naturaleza del mismo así como las relaciones financieras o de otro tipo que puedan causar conflicto de intereses.

En **Bibliografía** (esta palabra con negrita) deben aparecer las citas numeradas según su orden de aparición en el texto y siguiendo el formato Vancouver (según se explica en la en la sección 3 de estas Normas de presentación de artículos)

Las **Tablas** se presentarán después de la Bibliografía, una por página, con los textos a doble espacio. Irán numeradas consecutivamente en números arábigos en el mismo orden con el que son citadas por primera vez en el texto. Todas las Tablas deben ser citadas en el texto

empleando la palabra Tabla seguida del número correspondiente; Si la remisión se encierra entre paréntesis, son innecesarios los términos “ver”, “véase”, etc. Serán presentadas con un título de cabecera conciso. Las observaciones y explicaciones adicionales, notas estadísticas y desarrollo de siglas se anotarán al pie.

Las **Figuras** incluyen todo tipo de material gráfico que no sea Tabla (fotografías, gráficos, ilustraciones, esquemas, diagramas, reproducciones de pruebas diagnósticas, etc.), y se numeran correlativamente en una sola serie. Se adjuntará una Figura por página después de las Tablas si las hubiera, e independientemente de éstas. Irán numeradas consecutivamente en números arábigos en el mismo orden con el que son citadas por primera vez en el texto.

Para las alusiones desde el texto se empleará la palabra Figura seguida del número correspondiente. Si la remisión se encierra entre paréntesis, son innecesarios los términos ver, véase, etc.

Serán presentadas con un título de cabecera conciso. Las observaciones y explicaciones adicionales, notas estadísticas y desarrollo de siglas se anotarán al pie. Las leyendas interiores deben escribirse como texto, no como parte de la imagen incrustado en ellas.

Otros tipos de artículos

- **Editorial.** Trabajos escritos por encargo de la Directora que traten de aspectos institucionales, científicos o profesionales relacionados con la Medicina del Trabajo. La extensión máxima es de 4 páginas DIN-A 4 escritas a doble espacio y bibliografía no superior a 6 citas.
- **Casos clínicos.** Reseña de experiencias personales de la práctica diaria cuya publicación resulte de interés por la inusual incidencia del problema y/o las perspectivas novedosas que

aporta en el ámbito de la Medicina del Trabajo. Incluye una descripción del caso, información detallada de antecedentes, exploraciones (reproducción de imágenes características), manejo y evolución. Se completará con una discusión, que incluirá una breve conclusión. La extensión no será superior a 4 hojas DIN-A4 escritas a doble espacio y la bibliografía no superior a 6 citas.

- **Revisiones.** Esta sección recoge la puesta al día y ampliación de estudios o trabajos científicos ya publicados. Pueden ser encargadas por el Equipo Editorial en consideración el interés del tema en el ámbito de la Medicina del Trabajo.
- **Protocolos.** Se trata de protocolos clínicos relacionados con la actuación profesional del médico del trabajo.
- **Documentos de Consenso.** Se trata de documentos elaborados por un grupo de expertos sobre un tema relacionado con Medicina del Trabajo en base a una actualización y revisión.
- **Cartas a la Directora.** Sección destinada a contribuciones y opiniones de los lectores sobre documentos recientemente publicados

en la Revista, disposiciones legales que afecten a la Medicina del Trabajo o aspectos editoriales concretos de la propia publicación. Se pueden incluir observaciones científicas formalmente aceptables sobre los temas de la revista, así como aquellos trabajos que por su extensión reducida no se adecuen a la sección de originales.

La extensión máxima será de 2 hojas de tamaño DIN-A4, mecanografiadas a doble espacio, admitiéndose una tabla o figura y hasta 10 citas bibliográficas.

En caso de que se trate de comentarios sobre trabajos ya publicados en la revista, se remitirá la carta a su que dispondrá de 2 meses para responder; pasado dicho plazo, se entenderá que declina esta opción.

Los comentarios, trabajos u opiniones que puedan manifestar los autores ajenos al Comité Editorial en esta sección, en ningún caso serán atribuibles a la línea editorial de la revista. En cualquier caso, la Directora podrá incluir sus propios comentarios.

- **Otro tipo de artículos.** El Equipo Editorial podrá considerar la publicación de trabajos y documentos de especial relevancia para la Medicina del Trabajo, que no se ajusten a los formatos anteriores.

