

UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DETERMINACIÓN DEL MENOSCABO POR ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES DE ORIGEN OCUPACIONAL

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRA EN MEDICINA OCUPACIONAL Y DEL MEDIO AMBIENTE

NABHA VICTORIA PANIAGUA MENDOZA
GIANIRA KATTIUSKA ZURITA YBAZETA

LIMA – PERÚ

2026

ASESOR

MG. JONH MAXIMILIANO ASTETE CORNEJO

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

MG. GABRIEL ACURIO SALAZAR

PRESIDENTE

MG. KARINA YANET LOMBARDI AGUIRRE

VOCAL

MG. LUIS GALO VICUÑA LESCANO

SECRETARIO (A)

DEDICATORIA

A la memoria de mi querida madre, cuya fortaleza y amor siguen guiando mi camino.

A mis hijas, mi mayor inspiración y motor. Este logro es para dejarles un ejemplo de superación.

A mi padre y hermanos, por su apoyo incondicional.

A mi compañero de vida, por su amor, paciencia y compañía constante.

G.K.Z.Y.

A mis padres, quienes con su ejemplo me enseñaron que cada meta que se emprende merece ser culminada con esfuerzo, responsabilidad y dedicación.

A mi hija, el motor de mi vida y la razón que me impulsa a seguir creciendo cada día, y ser para ella una fuente de inspiración y superación.

A mis amigos, por los momentos de alegría que se convirtieron en mi energía para seguir adelante.

N.V.P.M.

AGRADECIMIENTOS.

"Agradecemos profundamente a nuestro asesor, el Mg. Jonh Astete Cornejo, por su guía constante, paciencia y valiosos comentarios a lo largo de este proceso.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO.

Trabajo de investigación Autofinanciado

UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Los egresados:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES
1.	PANIAGUA MENDOZA NABHA VICTORIA
2.	ZURITA YBAZETA GIANIRA KATTIUSKA

Pertenecientes al programa de la **MAESTRÍA EN MEDICINA OCUPACIONAL Y DEL MEDIO AMBIENTE**, autores del trabajo titulado: **DETERMINACIÓN DEL MENOSCABO POR ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES DE ORIGEN OCUPACIONAL**, el cual ha sido elaborado, sustentado y aprobado, según corresponda, para optar por el grado de **MAESTRA EN MEDICINA OCUPACIONAL Y DEL MEDIO AMBIENTE** bajo la modalidad de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**.

En calidad de docentes asesores de la Universidad Peruana Cayetano Heredia:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES DEL DOCENTE	FACULTAD	NIVEL DE ASESORÍA
1.	ASTETE CORNEJO JONH MAXIMILIANO	FAMED	ASESOR

Declaramos que el contenido del presente documento es original y que las citas y referencias a otros autores cumplen con las normas académicas establecidas. En ese sentido, hacemos constar que:

- El documento presenta un porcentaje de similitud de **5%**, según el reporte emitido por el software **Turnitin®** (identificador de entrega: **3053193247**; fecha de entrega: **07-10-2026**).
- Tras una revisión detallada del reporte y del contenido del trabajo en cuestión, no se han identificado indicios de plagio.
- Se certifica que el documento respeta los principios de integridad académica y cumple con los requisitos institucionales de originalidad.

Lugar y fecha: **Lima, 07 de octubre de 2026**

Firma del asesor
N° DNI: 23991826
ORCID: 0000-0001-6225-6720

Firma del Co-asesor
N° DNI:
ORCID:

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN…….….1

II. DESARROLLO DEL ESTUDIO……...4

2.1.Enfermedades cardiovasculares de origen ocupacional……4

2.2.Factores de riesgo asociados a enfermedades cardiovasculares……..22

2.3.Herramientas para la determinación del menoscabo cardiovascular…46

III. CONCLUSIONES……....65

IV. RECOMENDACIONES……...67

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS……..69

RESUMEN

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) constituyen la principal causa de morbimortalidad a nivel mundial y un importante problema de salud pública debido a su impacto en la capacidad funcional, productividad laboral y calidad de vida de los trabajadores. Diversos estudios epidemiológicos demostraron asociación significativa entre determinadas exposiciones ocupacionales y el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, destacando factores organizacionales, psicosociales, físicos y químicos presentes en distintos entornos laborales.

El presente trabajo tiene el objetivo de analizar la evidencia científica sobre las enfermedades cardiovasculares de origen ocupacional y las herramientas empleadas para determinar el menoscabo cardiovascular en el ámbito médico-pericial. Se realizó una revisión bibliográfica de estudios científicos, revisiones sistemáticas, metaanálisis, guías clínicas y normativas relacionadas con la salud ocupacional, la medicina del trabajo y la valoración del daño corporal.

La evidencia revisada identificó como principales factores de riesgo ocupacionales las jornadas laborales prolongadas, el trabajo por turnos y nocturno, el estrés laboral crónico, el sedentarismo ocupacional y la exposición a ruido, vibraciones, temperaturas extremas, contaminación atmosférica, arsénico, plomo y otras sustancias químicas cardiotóxicas. Estas exposiciones favorecen mecanismos fisiopatológicos asociados con inflamación sistémica, estrés oxidativo, disfunción endotelial, alteraciones neurohormonales y progresión ateroesclerótica, incrementando el riesgo de hipertensión arterial, cardiopatía isquémica, insuficiencia cardíaca, arritmias y enfermedad cerebrovascular.

Asimismo, se analizaron las principales herramientas utilizadas para la evaluación del menoscabo cardiovascular, entre ellas la clasificación funcional NYHA, los equivalentes metabólicos (METs), la prueba de esfuerzo, la ergoespirometría cardiopulmonar, la fracción de eyección ventricular izquierda y el monitoreo Holter, las cuales permiten cuantificar objetivamente la capacidad funcional residual del trabajador.

Concluye que la determinación del menoscabo cardiovascular requiere evaluación integral basada en evidencia clínica y funcional objetiva, considerando las exigencias propias de la actividad laboral. Los criterios estandarizados favorecen una valoración más objetiva, reproducible y equitativa en los procesos médico-periciales relacionados con enfermedades cardiovasculares de origen ocupacional.

Palabras clave: enfermedades cardiovasculares; salud ocupacional; menoscabo cardiovascular; capacidad laboral; factores de riesgo ocupacionales; valoración médico-pericial.

ABSTRACT

Cardiovascular diseases (CVDs) are the leading cause of morbidity and mortality worldwide and represent a major public health concern due to their impact on workers' functional capacity, productivity, and quality of life. Numerous epidemiological studies have demonstrated a significant association between certain occupational exposures and the development of cardiovascular diseases, highlighting organizational, psychosocial, physical, and chemical factors present in different work environments.

The aim of this study was to analyze the scientific evidence on occupational cardiovascular diseases and the tools used to determine cardiovascular impairment in the medico-legal setting. A literature review was conducted, including scientific studies, systematic reviews, meta-analyses, clinical guidelines, and regulations related to occupational health, occupational medicine, and impairment assessment.

The reviewed evidence identified prolonged working hours, shift and night work, chronic occupational stress, occupational sedentary behavior, and exposure to noise, vibration, extreme temperatures, air pollution, arsenic, lead, and other cardiotoxic substances as the main occupational risk factors. These exposures promote pathophysiological mechanisms associated with systemic inflammation, oxidative stress, endothelial dysfunction, neurohormonal alterations, and atherosclerotic progression, thereby increasing the risk of hypertension, ischemic heart disease, heart failure, arrhythmias, and cerebrovascular disease.

Furthermore, the main tools used for cardiovascular impairment assessment were analyzed, including the New York Heart Association (NYHA) functional

classification, metabolic equivalents (METs), exercise stress testing, cardiopulmonary exercise testing, left ventricular ejection fraction (LVEF), and Holter monitoring. These tools enable an objective assessment of the worker's residual functional capacity and constitute essential elements in evaluating work capacity loss resulting from cardiovascular disease.

It is concluded that the determination of cardiovascular impairment requires a comprehensive assessment based on objective clinical and functional evidence, while considering the specific demands of the worker's occupation. The application of standardized criteria promotes greater objectivity, reproducibility, and fairness in medico-legal evaluations related to occupational cardiovascular diseases.

Keywords: cardiovascular diseases; occupational health; cardiovascular impairment; work capacity; occupational risk factors; medico-legal assessment.

I. INTRODUCCIÓN

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) constituyen actualmente la principal causa de morbimortalidad a nivel mundial y representan un importante problema de salud pública debido a su elevada prevalencia, impacto funcional y repercusión socioeconómica. La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que aproximadamente 17,9 millones de personas fallecen anualmente por enfermedades cardiovasculares, representando cerca del 32% de todas las muertes globales. [1]

En las últimas décadas, la evidencia científica ha demostrado que diversos factores ocupacionales participan de manera significativa en la aparición, progresión y agravamiento de múltiples enfermedades cardiovasculares. Factores como el trabajo nocturno, el trabajo por turnos, las jornadas laborales prolongadas, el estrés psicosocial, la exposición a ruido ocupacional, contaminantes atmosféricos y sustancias químicas cardiotóxicas han sido asociados consistentemente con incremento del riesgo cardiovascular. [2–6]

Las enfermedades cardiovasculares relacionadas con el trabajo poseen generalmente etiología multifactorial, en la que interactúan factores individuales, ambientales y laborales. No obstante, estudios epidemiológicos recientes han fortalecido la plausibilidad causal entre determinadas exposiciones ocupacionales y enfermedad cardiovascular, particularmente mediante mecanismos relacionados con inflamación sistémica, estrés oxidativo, disfunción endotelial, hiperactividad simpática y alteración del ritmo circadiano. [7–9]

Se realizó una revisión narrativa de publicaciones registradas en bases de datos científicas indexadas entre los años 2015 y 2026, que incluyó revisiones sistemáticas, metaanálisis, cohortes prospectivas y documentos normativos nacionales e internacionales relacionados con valoración funcional cardiovascular y menoscabo laboral. Se priorizaron estudios con adecuada calidad metodológica, gran tamaño poblacional y medidas de asociación estadísticamente significativas. La información recopilada fue organizada y analizada según categorías temáticas relacionadas con enfermedades cardiovasculares ocupacionales, factores de riesgo asociados, mecanismos fisiopatológicos, herramientas diagnósticas y sistemas de valoración del menoscabo cardiovascular.

Diversos estudios multicohorte y metaanálisis internacionales han evidenciado asociaciones significativas entre trabajo nocturno, enfermedad coronaria e infarto agudo de miocardio.[10]. Asimismo, el estrés laboral crónico ha demostrado asociación consistente con enfermedad cardiovascular. Kivimäki et al, en un metaanálisis multicohorte europeo encontraron que el estrés laboral tipo “job strain” incrementó significativamente el riesgo cardiovascular.[11]

En relación con exposición ocupacional a contaminantes ambientales, Rajagopalan et al., en 2018, concluyeron mediante revisión científica de la American Heart Association que existe relación causal entre exposición a material particulado fino (PM2.5) y enfermedad cardiovascular ateroesclerótica. [4] De igual forma, la exposición a metales pesados como arsénico y plomo ha demostrado asociación significativa con hipertensión arterial, enfermedad coronaria y alteraciones vasculares. [5], [6]

Las enfermedades cardiovasculares poseen especial importancia en medicina ocupacional debido a que pueden generar una disminución progresiva de la capacidad funcional, intolerancia al esfuerzo y limitación permanente para el desempeño laboral. En muchos casos, la repercusión funcional cardiovascular constituye el principal determinante del grado de incapacidad laboral y menoscabo permanente.

La determinación del menoscabo cardiovascular representa un desafío médico-ocupacional y pericial debido a que la severidad anatómica de la enfermedad no siempre guarda relación directa con la limitación funcional real del trabajador.

En este contexto, la presente revisión tiene como objetivo analizar e identificar las herramientas cardiológicas con mayor objetividad y utilidad funcional para la determinación del menoscabo por enfermedades cardiovasculares de origen ocupacional

II. DESARROLLO DEL ESTUDIO

2.1 Enfermedades cardiovasculares de origen ocupacional

2.1.1 Definición

Las enfermedades cardiovasculares relacionadas con el trabajo comprenden aquellas patologías cardiovasculares cuya aparición, progresión o agravamiento está altamente influenciada por exposiciones presentes en el ambiente laboral, incluyendo factores físicos, químicos, organizacionales y psicosociales. [2]

A diferencia de las enfermedades profesionales clásicas producidas por un único agente causal claramente identificado, las enfermedades cardiovasculares relacionadas con el trabajo poseen generalmente etiología multifactorial, en la que interactúan factores individuales y ocupacionales. Sin embargo, la evidencia científica acumulada durante las últimas décadas ha demostrado que determinadas exposiciones laborales incrementan significativamente el riesgo cardiovascular mediante mecanismos fisiopatológicos bien establecidos. [7–9]

Entre los factores ocupacionales con mayor asociación epidemiológica destacan el trabajo nocturno, el trabajo por turnos, las jornadas laborales prolongadas, el estrés laboral crónico, la exposición a ruido ocupacional, temperaturas extremas, contaminación atmosférica y exposición a metales pesados como arsénico y plomo.[2–6]

Desde el punto de vista médico-ocupacional, las enfermedades cardiovasculares poseen especial relevancia debido a que pueden ocasionar disminución progresiva de

capacidad funcional, limitación permanente para actividades laborales y distintos grados de menoscabo cardiovascular.

2.1.2 Fisiopatología de las enfermedades cardiovasculares de origen ocupacional

Las enfermedades cardiovasculares de origen ocupacional presentan una fisiopatología compleja y multifactorial, resultado de la interacción entre factores ambientales, organizacionales, físicos, químicos y psicosociales presentes en el entorno laboral. Diversas exposiciones ocupacionales pueden inducir alteraciones neuroendocrinas, inflamatorias, metabólicas, vasculares y autonómicas capaces de favorecer el desarrollo y progresión de hipertensión arterial, cardiopatía isquémica, enfermedad cerebrovascular, arritmias e insuficiencia cardíacas. [7–9]

En las últimas décadas, diversos estudios epidemiológicos y experimentales han permitido comprender con mayor precisión los mecanismos fisiopatológicos mediante los cuales determinadas condiciones laborales incrementan el riesgo cardiovascular. Actualmente, existe evidencia consistente de que factores como el trabajo nocturno, el estrés laboral crónico, la exposición a contaminantes atmosféricos, ruido ocupacional, temperaturas extremas y sustancias químicas cardiotóxicas producen respuestas biológicas capaces de alterar progresivamente la estructura y función cardiovascular. [2–6]

Uno de los mecanismos fisiopatológicos más importantes corresponde a la activación crónica del sistema nervioso simpático y del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal, particularmente en trabajadores sometidos a estrés laboral persistente, alta demanda psicológica, bajo control ocupacional y jornadas laborales prolongadas. [11–13]

McEwen, en 1998, describió que la exposición crónica al estrés produce una respuesta neuroendocrina sostenida caracterizada por incremento persistente de catecolaminas y cortisol, fenómeno conocido como “carga alostática”. [12] Esta activación simpática crónica favorece vasoconstricción periférica, aumento sostenido de frecuencia cardíaca, incremento de presión arterial y mayor demanda miocárdica de oxígeno.

Posteriormente, Chrousos, en 2009, explicó que la hiperactivación prolongada del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal induce alteraciones metabólicas e inflamatorias capaces de favorecer resistencia a la insulina, obesidad visceral, disfunción endotelial y progresión ateroesclerótica.[13]

Asimismo, Kivimäki y Steptoe, en 2018, concluyeron que el estrés ocupacional crónico constituye un importante modulador del riesgo cardiovascular mediante mecanismos relacionados con inflamación sistémica, alteración autonómica y activación neurohormonal sostenida. [7]

Otro mecanismo fisiopatológico relevante corresponde a la inflamación vascular crónica y la disfunción endotelial. La inflamación desempeña un papel central en el desarrollo y progresión de ateroesclerosis, favoreciendo formación, progresión e inestabilidad de placa ateromatosa. [9]

Libby, en 2021, describió que la activación inflamatoria sostenida favorece infiltración de macrófagos, liberación de citocinas proinflamatorias y proliferación del músculo liso vascular, contribuyendo progresivamente al daño vascular ateroesclerótico. [9]

La exposición ocupacional a estrés psicosocial, contaminantes ambientales y trabajo nocturno se ha relacionado con incremento de marcadores inflamatorios sistémicos

como proteína C reactiva, interleucina-6 y factor de necrosis tumoral alfa, favoreciendo progresión de enfermedad cardiovascular ateroesclerótica.[7],[8]

El trabajo nocturno y por turnos constituye uno de los factores ocupacionales con mayor evidencia epidemiológica en relación con enfermedad cardiovascular. La alteración del ritmo circadiano genera desincronización entre el reloj biológico y los ciclos fisiológicos de sueño-vigilia, ocasionando alteraciones neuroendocrinas y metabólicas capaces de incrementar significativamente el riesgo cardiovascular.[3],[10]

Thosar et al., en 2018, describieron que la alteración circadiana inducida por trabajo nocturno favorece incremento de actividad simpática nocturna, disminución de variabilidad de frecuencia cardíaca y alteración de la regulación autonómica cardiovascular.[14]

Asimismo, la disminución de secreción de melatonina inducida por exposición nocturna prolongada favorece estrés oxidativo y pérdida de mecanismos antioxidantes cardiovasculares protectores. La privación crónica del sueño también se ha relacionado con alteraciones metabólicas como la obesidad, el síndrome metabólico y la resistencia a la insulina, condiciones estrechamente asociadas al desarrollo de enfermedad coronaria. [3],[10]

Erdem et al., en 2025, mediante revisión sistemática y metaanálisis de 81 estudios observacionales, concluyeron que el trabajo nocturno se asocia significativamente con incremento de enfermedad coronaria, inflamación sistémica y alteraciones metabólicas cardiovasculares.[10]

La contaminación atmosférica y la exposición ocupacional a material particulado fino (PM2.5) representan actualmente uno de los mecanismos de daño cardiovascular más estudiados en medicina ambiental y medicina ocupacional.[4],[15]

Rajagopalan et al., en 2018, concluyeron mediante revisión científica de la American Heart Association que existe relación causal entre exposición a PM2.5 y enfermedad cardiovascular ateroesclerótica. [4] Los autores describieron que las partículas ultrafinas inhaladas pueden atravesar la barrera alveolocapilar y desencadenar respuestas inflamatorias sistémicas capaces de producir estrés oxidativo, disfunción endotelial, hipercoagulabilidad y progresión ateroesclerótica.

Posteriormente, Miller y Newby, en 2020, señalaron que la exposición crónica a contaminación atmosférica produce disminución de biodisponibilidad de óxido nítrico, alteración de vasodilatación endotelial fisiológica e incremento de rigidez arterial.[15]

Scimeca et al., en 2024, reforzaron estos hallazgos describiendo que la contaminación ambiental favorece mecanismos de estrés oxidativo vascular, inflamación sistémica y activación trombótica, contribuyendo significativamente al desarrollo de hipertensión arterial, cardiopatía isquémica y enfermedad cerebrovascular.[20]

En relación con sustancias químicas cardiotóxicas, diversos estudios han demostrado que metales pesados como arsénico y plomo poseen importantes efectos cardiovasculares adversos. [5],[6]

Yang et al., en 2024, mediante revisión sistemática y metaanálisis, encontraron asociación significativa entre exposición a arsénico y mayor riesgo de hipertensión arterial, enfermedad coronaria y mortalidad cardiovascular. [5] Los mecanismos fisiopatológicos implicados incluyen generación de especies reactivas de oxígeno,

daño mitocondrial, apoptosis endotelial y alteración de mecanismos de reparación vascular.

Por otro lado, Vaziri, en 2021, describió que la exposición crónica a plomo favorece incremento de estrés oxidativo, alteración del sistema renina-angiotensina-aldosterona, disfunción renal e incremento de rigidez arterial, contribuyendo progresivamente al desarrollo de hipertensión arterial crónica y daño cardiovascular estructural. [6]

La exposición a ruido ocupacional intenso constituye otro importante mecanismo fisiopatológico cardiovascular. El ruido actúa como estímulo estresor capaz de activar persistentemente el sistema nervioso simpático y desencadenar respuestas neuroendocrinas sostenidas.[16]

Skogstad et al., en 2016, mediante revisión sistemática de trabajadores industriales europeos, identificaron asociación consistente entre exposición prolongada a niveles de ruido superiores a 85 decibeles e incremento de presión arterial e hipertensión ocupacional.[16]

La exposición crónica a ruido también altera la calidad del sueño, incrementa secreción de catecolaminas y favorece inflamación vascular, contribuyendo indirectamente al desarrollo de enfermedad cardiovascular.

Asimismo, las temperaturas extremas pueden generar importante sobrecarga cardiovascular. La exposición al calor intenso produce vasodilatación periférica y aumento compensatorio del gasto cardíaco, mientras que la exposición al frío induce vasoconstricción periférica e incremento de presión arterial. Estas alteraciones hemodinámicas pueden precipitar eventos cardiovasculares agudos en trabajadores con enfermedad cardiovascular subyacente.[21]

En conjunto, todos estos mecanismos fisiopatológicos generan el deterioro progresivos, estructurales y funcionales del sistema cardiovascular. Desde el punto de vista médico-ocupacional, estas alteraciones adquieren especial relevancia debido a que pueden traducirse en disminución de tolerancia al esfuerzo, limitación funcional y reducción de capacidad laboral residual.

La repercusión funcional cardiovascular dependerá de la severidad de la enfermedad, duración e intensidad de la exposición ocupacional, coexistencia de factores de riesgo individuales y capacidad funcional residual del trabajador. En este contexto, la evaluación objetiva de la capacidad funcional cardiovascular constituye uno de los elementos fundamentales para la adecuada determinación del menoscabo cardiovascular en medicina ocupacional y pericial.

2.1.3 Principales enfermedades cardiovasculares relacionadas al trabajo

Las enfermedades cardiovasculares relacionadas con el trabajo constituyen una importante causa de morbimortalidad y discapacidad laboral a nivel mundial. En las últimas décadas, diversos estudios epidemiológicos han demostrado asociaciones consistentes entre determinadas exposiciones ocupacionales y mayor riesgo de hipertensión arterial, cardiopatía isquémica, enfermedad cerebrovascular, arritmias cardíacas e insuficiencia cardíaca.[2,7,8]

La evidencia científica actual proviene principalmente de cohortes prospectivas, revisiones sistemáticas y metaanálisis internacionales que han fortalecido la plausibilidad causal entre factores ocupacionales y enfermedad cardiovascular. Entre las exposiciones laborales con mayor evidencia epidemiológica destacan el trabajo nocturno, las jornadas laborales prolongadas, el estrés laboral crónico, el ruido

ocupacional, el sedentarismo laboral y la exposición a contaminantes ambientales y sustancias químicas cardiotóxicas.[3–6,10]

Desde el punto de vista médico-ocupacional, estas enfermedades poseen especial relevancia debido a que pueden ocasionar disminución progresiva de capacidad funcional, intolerancia al esfuerzo y limitación permanente para actividades laborales de distinta exigencia física.

2.1.3.1 Hipertensión arterial

La hipertensión arterial constituye una de las enfermedades cardiovasculares más frecuentemente asociadas a factores ocupacionales y representa uno de los principales factores predisponentes para cardiopatía isquémica, enfermedad cerebrovascular e insuficiencia cardíaca.

Diversos estudios han demostrado asociación significativa entre hipertensión arterial y factores laborales como estrés ocupacional, trabajo nocturno, jornadas laborales prolongadas, ruido ocupacional y exposición a metales pesados.[7,8]

Kivimäki et al., en 2012, realizaron un metaanálisis multicohorte europeo que incluyó aproximadamente 470 000 trabajadores provenientes de 13 cohortes prospectivas. Los autores encontraron que el estrés laboral tipo “job strain” incrementó significativamente el riesgo cardiovascular (HR 1,23; IC95%: 1,10–1,37; $p<0,05$).[11] La fortaleza metodológica del estudio radicó en el gran tamaño poblacional, diseño prospectivo y consistencia entre cohortes.

Posteriormente, Moretti Anfossi et al., en 2022, mediante una revisión sistemática que incluyó 86 estudios observacionales, concluyeron que existe evidencia suficiente de asociación perjudicial entre estrés laboral y enfermedad cardiovascular isquémica,

particularmente en trabajadores sometidos a alta demanda psicológica y bajo control laboral.[17] La revisión incluyó estudios longitudinales y multicéntricos con adecuada calidad metodológica.

En relación con ruido ocupacional, Skogstad et al., en 2016, realizaron una revisión sistemática de trabajadores industriales europeos, identificando asociación consistente entre exposición prolongada a niveles de ruido superiores a 85 decibeles e incremento de presión arterial e hipertensión ocupacional.[16]

Asimismo, Lee et al., en 2022, desarrollaron una cohorte longitudinal en Estados Unidos y encontraron asociación significativa entre exposición acumulativa a plomo y mayor riesgo de hipertensión arterial y rigidez vascular (OR >2; IC95% significativo; $p<0,05$).[18] Los autores concluyeron que la exposición crónica a plomo produce alteraciones vasculares progresivas capaces de incrementar significativamente el riesgo cardiovascular.

La hipertensión arterial posee especial relevancia ocupacional debido a que puede permanecer asintomática durante años, favoreciendo progresivamente daño cardiovascular estructural y funcional. Desde el punto de vista pericial, constituye una de las principales enfermedades asociadas posteriormente a disminución de capacidad funcional y limitación laboral.

2.1.3.2 Cardiopatía isquémica

La cardiopatía isquémica constituye una de las enfermedades cardiovasculares con mayor impacto funcional, mortalidad y repercusión sobre la capacidad laboral. Diversos estudios recientes han demostrado asociación significativa entre trabajo

nocturno, estrés laboral, contaminación ambiental y mayor riesgo de enfermedad coronaria.[3],[4],[10]

Torquati et al., en 2018, realizaron un metaanálisis que incluyó más de 173 000 trabajadores provenientes de 21 estudios observacionales. Los autores reportaron que el trabajo por turnos incrementó significativamente el riesgo de enfermedad cardiovascular (RR 1,17; IC95%: 1,09–1,25; p<0,05), observándose asociación particularmente significativa con cardiopatía coronaria.[3]

Posteriormente, Erdem et al., en 2025, publicaron una revisión sistemática y metaanálisis de 81 estudios observacionales y más de 3 millones de trabajadores. Los autores encontraron incremento significativo de enfermedad coronaria en trabajadores nocturnos (RR 1,41; IC95%: 1,22–1,62) e infarto agudo de miocardio (RR 1,23; IC95% significativo).[10] La calidad metodológica fue considerada moderada-alta mediante metodología GRADE.

Asimismo, Ho et al., en 2022, realizaron una cohorte prospectiva utilizando datos del UK Biobank en Reino Unido, incluyendo 238 661 trabajadores con seguimiento aproximado de 11 años. Los autores encontraron asociación significativa entre trabajo nocturno y mortalidad cardiovascular (HR 1,25; IC95%: 1,03–1,52; p<0,05), observándose además relación dosis-respuesta según duración de exposición.[19]

En relación con contaminación ambiental, Rajagopalan et al., en 2018, concluyeron mediante revisión científica de la American Heart Association que existe relación causal entre exposición a material particulado fino (PM2.5) y enfermedad cardiovascular ateroesclerótica.[4]

Posteriormente, Scimeca et al., en 2024, describieron que la contaminación ambiental favorece mecanismos de estrés oxidativo vascular, inflamación sistémica y disfunción endotelial, contribuyendo significativamente al desarrollo de hipertensión arterial, enfermedad coronaria y enfermedad cerebrovascular.[20]

La cardiopatía isquémica posee especial importancia en la valoración del menoscabo cardiovascular debido a que puede ocasionar reducción significativa de tolerancia al esfuerzo, disminución de capacidad funcional y limitación permanente para actividades laborales de moderada y alta exigencia física.

2.1.3.3 Enfermedad cerebrovascular

La enfermedad cerebrovascular comprende alteraciones vasculares cerebrales isquémicas y hemorrágicas frecuentemente asociadas a hipertensión arterial, ateroesclerosis y fenómenos trombóticos.

Virtanen et al., en 2015, realizaron un metaanálisis multicohorte publicado en The Lancet que incluyó más de 600 000 trabajadores provenientes de Europa, Estados Unidos y Australia. Los autores demostraron que las jornadas laborales prolongadas superiores a 55 horas semanales incrementaban significativamente el riesgo de accidente cerebrovascular (RR 1,33; IC95%: 1,11–1,61; $p<0,05$).[22]

Asimismo, Fukai et al., en 2021, desarrollaron en Japón un estudio caso-control multicéntrico con 23 792 casos y 539 110 controles hospitalarios. Los autores identificaron mayor riesgo de accidente cerebrovascular e infarto agudo de miocardio en trabajadores manuales, conductores y trabajadores de carga.[23] El estudio presentó adecuada confiabilidad metodológica debido al gran tamaño poblacional y ajuste multivariado por tabaquismo, hipertensión arterial, alcohol y trabajo nocturno.

Los mecanismos implicados incluyen hipertensión arterial sostenida, inflamación vascular, disfunción endotelial y alteraciones autonómicas inducidas por estrés ocupacional y privación crónica del sueño.[3,7,10]

Las secuelas derivadas de enfermedad cerebrovascular pueden generar importante limitación funcional, deterioro neurológico y reducción significativa de capacidad laboral residual.

2.1.3.4 Arritmias cardíacas

Las arritmias cardíacas pueden desarrollarse secundariamente a alteraciones autonómicas inducidas por trabajo nocturno, estrés laboral, privación crónica del sueño y exposición ocupacional a agentes químicos cardiotóxicos.

Bulka et al., en 2019, realizaron en Estados Unidos un estudio transversal poblacional en 7404 trabajadores hispanos y latinos. Los autores encontraron asociación significativa entre exposición ocupacional a pesticidas y fibrilación auricular (PR 5,92; IC95%: 1,89–18,61), así como incremento de enfermedad cardiovascular global en trabajadores expuestos a metales y pesticidas (PR 2,18; IC95%: 1,34–3,55).[24]

Asimismo, la exposición ocupacional a metales se asoció con incremento cercano a cuatro veces en la prevalencia de fibrilación auricular.[24]

Aunque la evidencia epidemiológica sobre arritmias ocupacionales es menor respecto a hipertensión arterial y cardiopatía isquémica, existe creciente evidencia sobre el papel de alteraciones autonómicas y exposición química ocupacional en la génesis de trastornos del ritmo cardíaco.

Desde el punto de vista funcional, determinadas arritmias pueden ocasionar síncope, compromiso hemodinámico, intolerancia al esfuerzo y limitación significativa para labores de riesgo, conducción de vehículos o trabajos en altura.

2.1.3.5 Insuficiencia cardíaca

La insuficiencia cardíaca representa la fase final común de múltiples enfermedades cardiovasculares crónicas. La hipertensión arterial, cardiopatía isquémica y cardiopatía hipertensiva relacionadas con exposiciones laborales prolongadas pueden evolucionar progresivamente hacia deterioro estructural y funcional del miocardio.

Chi et al., en 2025, utilizando datos del NHANES 2005–2014 en Estados Unidos, realizaron una cohorte poblacional con seguimiento longitudinal aproximado de 10 años en 11 102 participantes. Los autores encontraron asociaciones significativas entre determinadas categorías ocupacionales y mortalidad cardiovascular, destacando trabajadores de construcción y limpieza (HR 3,95; IC95%: 1,94–8,04).[25]

Asimismo, Reichel et al., en 2022, mediante revisión sistemática de 27 estudios longitudinales, concluyeron que el sedentarismo ocupacional prolongado se asocia significativamente con incremento de riesgo cardiometabólico y progresión de enfermedad cardiovascular.[26]

La insuficiencia cardíaca constituye una de las enfermedades cardiovasculares con mayor repercusión funcional y laboral debido a que produce marcada disminución de tolerancia al esfuerzo, fatiga, disnea y limitación progresiva para actividades físicas.

Desde el punto de vista médico-ocupacional y pericial, la insuficiencia cardíaca posee especial importancia debido a que la capacidad funcional residual del trabajador puede

verse severamente comprometida. En estos casos, herramientas como la clasificación funcional de la New York Heart Association (NYHA), cuantificación de equivalentes metabólicos (METs), prueba ergométrica y ergoespirometría adquieren gran relevancia para la adecuada determinación objetiva del menoscabo cardiovascular.

2.1.4 Evidencia epidemiológica de la asociación entre factores ocupacionales y enfermedades cardiovasculares

Durante las últimas décadas, la evidencia epidemiológica sobre enfermedades cardiovasculares relacionadas con el trabajo ha experimentado un importante fortalecimiento metodológico debido al desarrollo de cohortes prospectivas de gran tamaño poblacional, revisiones sistemáticas y metaanálisis multicéntricos. Actualmente, existe evidencia consistente que demuestra asociación significativa entre diversos factores ocupacionales y mayor riesgo de hipertensión arterial, cardiopatía isquémica, enfermedad cerebrovascular y mortalidad cardiovascular.[2,3,7,10]

La mayor parte de la evidencia disponible proviene de estudios observacionales longitudinales, particularmente cohortes prospectivas y metaanálisis, los cuales han permitido establecer temporalidad, fuerza de asociación y relación dosis-respuesta entre determinadas exposiciones laborales y enfermedad cardiovascular.

Uno de los factores ocupacionales con mayor evidencia epidemiológica es el trabajo nocturno y por turnos. Torquati et al., en 2018, realizaron un metaanálisis que incluyó 21 estudios observacionales y más de 173 000 trabajadores, encontrando que el trabajo por turnos incrementaba significativamente el riesgo de enfermedad cardiovascular (RR 1,17; IC95%: 1,09–1,25; $p<0,05$).[3] Los autores concluyeron que la alteración

circadiana constituye un importante mecanismo fisiopatológico asociado a enfermedad coronaria.

Posteriormente, Ho et al., en 2022, desarrollaron una cohorte prospectiva utilizando datos del UK Biobank en Reino Unido, incluyendo 238 661 trabajadores seguidos durante aproximadamente 11 años. Los autores encontraron asociación significativa entre trabajo nocturno y mortalidad cardiovascular (HR 1,25; IC95%: 1,03–1,52; p<0,05), observándose además relación dosis-respuesta según duración de exposición ocupacional.[19] La fortaleza metodológica del estudio radicó en el gran tamaño poblacional, seguimiento longitudinal prolongado y ajuste multivariado por factores de confusión cardiovasculares.

Asimismo, Erdem et al., en 2025, publicaron una revisión sistemática y metaanálisis que incluyó 81 estudios observacionales y más de 3 millones de trabajadores. Los autores reportaron incremento significativo de enfermedad coronaria en trabajadores nocturnos (RR 1,41; IC95%: 1,22–1,62) e infarto agudo de miocardio (RR 1,23; IC95% significativo).[10] La calidad metodológica fue considerada moderada-alta mediante metodología GRADE, reforzando la confiabilidad de la evidencia disponible.

En relación con estrés laboral y factores psicosociales, Kivimäki et al., en 2012, realizaron un metaanálisis multicohorte europeo con aproximadamente 470 000 trabajadores provenientes de 13 cohortes prospectivas. Los autores encontraron que el estrés laboral tipo “job strain” incrementó significativamente el riesgo cardiovascular (HR 1,23; IC95%: 1,10–1,37; p<0,05).[11]

Posteriormente, Backé et al., en 2019, mediante revisión sistemática, concluyeron que existe evidencia consistente de asociación entre estrés psicosocial laboral y enfermedad

cardiovascular, particularmente en trabajadores sometidos a alta demanda psicológica y bajo control laboral.[8]

Moretti Anfossi et al., en 2022, desarrollaron una revisión sistemática que incluyó 86 estudios observacionales relacionados con exposiciones laborales y enfermedad cardiovascular. Los autores concluyeron que existe evidencia suficiente de asociación perjudicial entre trabajo nocturno, estrés laboral, jornadas prolongadas y enfermedad cardiovascular isquémica.[17] La revisión incluyó estudios multicéntricos y longitudinales con adecuada calidad metodológica.

Otro importante grupo de evidencia epidemiológica corresponde a jornadas laborales prolongadas. Virtanen et al., en 2015, publicaron un metaanálisis multicohorte en The Lancet que incluyó más de 600 000 trabajadores provenientes de Europa, Estados Unidos y Australia. Los autores demostraron que jornadas laborales superiores a 55 horas semanales incrementaban significativamente el riesgo de accidente cerebrovascular (RR 1,33; IC95%: 1,11–1,61; $p<0,05$).[22]

En relación con contaminación ambiental y exposición ocupacional a material particulado fino (PM2.5), Rajagopalan et al., en 2018, concluyeron mediante revisión científica de la American Heart Association que existe relación causal entre exposición a PM2.5 y enfermedad cardiovascular ateroesclerótica.[4] Los autores describieron adecuada consistencia epidemiológica, plausibilidad biológica y evidencia experimental suficiente para establecer asociación causal.

Scimeca et al., en 2024, reforzaron estos hallazgos describiendo que la contaminación ambiental favorece estrés oxidativo vascular, inflamación sistémica y disfunción

endotelial, mecanismos estrechamente relacionados con hipertensión arterial, cardiopatía isquémica y enfermedad cerebrovascular.[20]

La exposición ocupacional a sustancias químicas cardiotóxicas también ha demostrado asociación significativa con enfermedad cardiovascular. Yang et al., en 2024, mediante revisión sistemática y metaanálisis, encontraron asociación significativa entre exposición a arsénico y mayor riesgo de hipertensión arterial, enfermedad coronaria y mortalidad cardiovascular.[5]

Asimismo, Lee et al., en 2022, identificaron asociación significativa entre exposición acumulativa a plomo y mayor riesgo de hipertensión arterial y rigidez vascular (OR >2; IC95% significativo; $p<0,05$).[18]

En relación con arritmias cardíacas, Bulka et al., en 2019, realizaron un estudio poblacional en trabajadores hispanos y latinos de Estados Unidos, encontrando asociación significativa entre exposición ocupacional a pesticidas y fibrilación auricular (PR 5,92; IC95%: 1,89–18,61), así como incremento de enfermedad cardiovascular global en trabajadores expuestos a metales y pesticidas (PR 2,18; IC95%: 1,34–3,55).[24] Estos hallazgos sugieren una fuerte asociación entre determinadas exposiciones químicas ocupacionales y alteraciones cardiovasculares.

Por otro lado, Chi et al., en 2025, utilizando datos del NHANES 2005–2014 en Estados Unidos, realizaron una cohorte poblacional con seguimiento longitudinal aproximado de 10 años en 11 102 participantes. Los autores encontraron asociaciones significativas entre determinadas categorías ocupacionales y mortalidad cardiovascular, destacando trabajadores de construcción y limpieza (HR 3,95; IC95%: 1,94–8,04).[25]

La evidencia epidemiológica actualmente disponible cumple varios de los criterios de causalidad propuestos por Bradford Hill, incluyendo fuerza de asociación, consistencia entre estudios, plausibilidad biológica, temporalidad y relación dosis-respuesta. Estos elementos fortalecen el reconocimiento de múltiples enfermedades cardiovasculares como patologías potencialmente relacionadas con exposiciones ocupacionales específicas.

Desde el punto de vista médico-ocupacional y pericial, esta evidencia posee especial relevancia debido a que permite sustentar científicamente la relación entre exposición laboral y daño cardiovascular, aspecto fundamental para la adecuada determinación del menoscabo y pérdida de capacidad laboral residual en trabajadores con enfermedades cardiovasculares relacionadas al trabajo.

2.2 Factores de riesgo asociados a enfermedades cardiovasculares

Las enfermedades cardiovasculares relacionadas con el trabajo presentan origen multifactorial y resultan de la interacción entre factores individuales, ambientales y ocupacionales. Durante las últimas décadas, numerosos estudios epidemiológicos han demostrado que determinadas exposiciones presentes en el entorno laboral incrementan significativamente el riesgo cardiovascular mediante mecanismos relacionados con inflamación sistémica, estrés oxidativo, disfunción endotelial, alteración autonómica y cambios metabólicos.[2,7–10]

Los factores de riesgo ocupacionales asociados a enfermedad cardiovascular pueden clasificarse en factores físicos, químicos, psicosociales y organizacionales. La intensidad, duración y acumulación de estas exposiciones desempeñan un papel fundamental en el desarrollo progresivo del daño cardiovascular y en la posterior disminución de capacidad funcional laboral.

La evidencia epidemiológica actual demuestra que los trabajadores expuestos a múltiples factores ocupacionales presentan mayor incidencia de hipertensión arterial, cardiopatía isquémica, enfermedad cerebrovascular, arritmias e insuficiencia cardíacas, en especial cuando las exposiciones son prolongadas y coexistentes.[17]

2.2.1 Factores ergonómicos y organizacionales

Los factores ergonómicos y organizacionales constituyen actualmente uno de los grupos de riesgo ocupacional con mayor evidencia epidemiológica en relación con enfermedades cardiovasculares. Estas exposiciones poseen especial relevancia debido

a su elevada prevalencia en múltiples sectores laborales, incluyendo minería, vigilancia, transporte, construcción e industria metalúrgica, donde los trabajadores frecuentemente se encuentran expuestos a jornadas prolongadas, sedentarismo laboral y trabajo por turnos.

La exposición crónica a estos factores favorece alteraciones neuroendocrinas, metabólicas y autonómicas relacionadas con incremento de actividad simpática, inflamación sistémica, disfunción endotelial y progresión ateroesclerótica, mecanismos directamente implicados en el desarrollo de hipertensión arterial, cardiopatía isquémica y enfermedad cerebrovascular.[7],[14]

Jornadas prolongadas

Las jornadas laborales prolongadas representan uno de los factores organizacionales con mayor asociación epidemiológica respecto a enfermedad cardiovascular. El exceso de horas laborales favorece estrés fisiológico sostenido, privación crónica del sueño, incremento de presión arterial y disminución del tiempo de recuperación cardiovascular.

Virtanen et al., en 2015, realizaron un metaanálisis multicohorte publicado en *The Lancet* que incluyó más de 600 000 trabajadores provenientes de Europa, Estados Unidos y Australia. Los autores analizaron cohortes prospectivas con seguimiento longitudinal y ajuste multivariado por tabaquismo, obesidad, actividad física y factores cardiometabólicos. El estudio demostró que jornadas laborales superiores a 55 horas semanales incrementaban significativamente el riesgo de accidente cerebrovascular (RR 1,33; IC95%: 1,11–1,61; $p<0,05$).[22] La magnitud poblacional del estudio y la

consistencia de los hallazgos entre cohortes fortalecen significativamente la validez epidemiológica de la asociación observada.

Posteriormente, Guo et al., en 2021, realizaron una revisión sistemática y metaanálisis de estudios observacionales internacionales, concluyendo que las jornadas laborales prolongadas se asocian significativamente con mayor incidencia de enfermedad cardiovascular y mortalidad cardiovascular.[28] Los autores identificaron además relación dosis-respuesta entre mayor carga horaria y progresión del riesgo cardiovascular, particularmente en trabajadores sometidos a sobrecarga laboral crónica.

La evidencia disponible presenta adecuada consistencia metodológica y plausibilidad biológica, debido a que múltiples estudios longitudinales han demostrado resultados similares en diferentes poblaciones laborales. Sin embargo, algunos autores señalan limitaciones relacionadas con heterogeneidad en la definición de jornadas prolongadas y dificultad para controlar completamente factores psicosociales coexistentes.

Desde el punto de vista médico-pericial, las jornadas laborales prolongadas poseen especial relevancia debido a que favorecen progresión de enfermedad cardiovascular y disminución progresiva de tolerancia al esfuerzo, aspecto importante en la posterior determinación del menoscabo cardiovascular y capacidad laboral residual.

Sedentarismo ocupacional

El sedentarismo ocupacional constituye un factor de riesgo cardiovascular emergente, especialmente comun en trabajadores administrativos, conductores, operadores de vigilancia y labores predominantemente estáticas.

La permanencia prolongada en posición sedente favorece alteraciones metabólicas, resistencia a la insulina, obesidad, disminución de capacidad cardiorrespiratoria y disfunción endotelial. Estos mecanismos contribuyen progresivamente al desarrollo de hipertensión arterial y enfermedad cardiovascular ateroesclerótica.

Reichel et al., en 2022, realizaron una revisión sistemática de 27 estudios longitudinales relacionados con sedentarismo ocupacional y riesgo cardiovascular. Los autores concluyeron que la exposición prolongada a actividades laborales sedentarias se asocia significativamente con incremento de riesgo cardiometabólico y progresión de enfermedad cardiovascular.[26] La revisión incluyó estudios prospectivos de distintas regiones geográficas y poblaciones laborales, fortaleciendo la consistencia epidemiológica de los hallazgos.

Asimismo, Chi et al., en 2025, desarrollaron un análisis poblacional utilizando datos del NHANES 2005–2014 en Estados Unidos, incluyendo 11 102 participantes con seguimiento longitudinal aproximado de 10 años. Los autores identificaron mayor mortalidad cardiovascular en determinadas categorías ocupacionales caracterizadas por baja actividad física ocupacional y elevado sedentarismo laboral (HR 3,95; IC95%: 1,94–8,04).[25]

La evidencia epidemiológica disponible sugiere adecuada plausibilidad biológica y asociación consistente entre sedentarismo ocupacional y enfermedad cardiovascular.

No obstante, algunos estudios presentan limitaciones relacionadas con medición indirecta de actividad física y variabilidad entre categorías ocupacionales.

Desde el punto de vista pericial, el sedentarismo ocupacional adquiere relevancia debido a que favorece deterioro progresivo de capacidad funcional cardiovascular y disminución del acondicionamiento físico, aspectos importantes durante la evaluación del menoscabo cardiovascular laboral.

Trabajo por turnos

El trabajo por turnos constituye uno de los factores organizacionales con mayor evidencia epidemiológica en relación con enfermedad cardiovascular. Este tipo de organización laboral es frecuente en trabajadores de vigilancia, minería, salud, transporte e industria, sectores caracterizados por exposición prolongada a alteraciones del ritmo circadiano y privación parcial del sueño.

La alteración crónica del ritmo circadiano favorece incremento de actividad simpática, alteraciones metabólicas, disfunción endotelial y disminución de secreción de melatonina, mecanismos asociados al desarrollo progresivo de hipertensión arterial y enfermedad coronaria.[14]

Torquati et al., en 2018, realizaron un metaanálisis de 21 estudios observacionales que incluyó más de 173 000 trabajadores. Los autores reportaron incremento significativo del riesgo cardiovascular en trabajadores por turnos (RR 1,17; IC95%: 1,09–1,25; $p<0,05$), observándose asociación particularmente significativa con cardiopatía isquémica.[3]

Posteriormente, Ho et al., en 2022, desarrollaron una cohorte prospectiva utilizando datos del UK Biobank en Reino Unido, incluyendo 238 661 trabajadores seguidos

durante aproximadamente 11 años. Tras ajuste por factores cardiometabólicos y variables de estilo de vida, los autores encontraron asociación significativa entre trabajo nocturno y mortalidad cardiovascular (HR 1,25; IC95%: 1,03–1,52; p<0,05).[19] Además, identificaron relación dosis-respuesta según duración de exposición ocupacional.

Erdem et al., en 2025, realizaron una revisión sistemática y metaanálisis de 81 estudios observacionales y más de 3 millones de trabajadores. Los autores concluyeron que el trabajo nocturno incrementa significativamente el riesgo de enfermedad coronaria (RR 1,41; IC95%: 1,22–1,62) e infarto agudo de miocardio.[10] La calidad metodológica global fue considerada moderada-alta mediante metodología GRADE, fortaleciendo la confiabilidad de la evidencia disponible.

La evidencia epidemiológica presenta adecuada consistencia internacional, plausibilidad fisiopatológica y relación dosis-respuesta, constituyendo actualmente uno de los factores ocupacionales con mayor fortaleza científica respecto a enfermedad cardiovascular. Entre las principales limitaciones descritas destacan la heterogeneidad entre sistemas de turnos y dificultad para cuantificar exposición acumulativa individual.

Desde el punto de vista médico-pericial, el trabajo por turnos posee especial importancia debido a que puede acelerar progresión de enfermedad cardiovascular y disminuir progresivamente la capacidad funcional laboral, especialmente en trabajadores sometidos a exposición prolongada durante varios años.

Turnos nocturnos

Los turnos nocturnos constituyen un importante factor físico y organizacional relacionado con enfermedad cardiovascular, particularmente en trabajadores de vigilancia, minería, transporte y salud.

La alteración crónica del ritmo circadiano favorece incremento de actividad simpática, disminución de secreción de melatonina, alteraciones metabólicas y disfunción endotelial, mecanismos estrechamente relacionados con hipertensión arterial y enfermedad coronaria.[14]

Torquati et al., en 2018, realizaron un metaanálisis de 21 estudios observacionales que incluyó más de 173 000 trabajadores. Los autores reportaron incremento significativo del riesgo cardiovascular en trabajadores expuestos a turnos nocturnos (RR 1,17; IC95%: 1,09–1,25; p<0,05), observándose asociación particularmente significativa con cardiopatía isquémica.[3]

Ho et al., en 2022, desarrollaron una cohorte prospectiva utilizando datos del UK Biobank en Reino Unido, incluyendo 238 661 trabajadores seguidos durante aproximadamente 11 años. Tras ajuste multivariado por factores cardiometabólicos y estilo de vida, los autores encontraron asociación significativa entre trabajo nocturno y mortalidad cardiovascular (HR 1,25; IC95%: 1,03–1,52; p<0,05).[19]

Asimismo, Erdem et al., en 2025, realizaron una revisión sistemática y metaanálisis de 81 estudios observacionales y más de 3 millones de trabajadores, concluyendo que el trabajo nocturno incrementa significativamente el riesgo de enfermedad coronaria (RR 1,41; IC95%: 1,22–1,62) e infarto agudo de miocardio.[10] La calidad metodológica global fue considerada moderada-alta mediante metodología GRADE.

La evidencia disponible presenta adecuada consistencia internacional, plausibilidad fisiopatológica y relación dosis-respuesta. Entre las principales limitaciones destacan la heterogeneidad entre sistemas de turnos y dificultad para cuantificar exposición acumulativa individual.

Desde el punto de vista médico-pericial, los turnos nocturnos poseen especial relevancia debido a que pueden acelerar progresión de enfermedad cardiovascular y disminuir progresivamente la capacidad funcional laboral residual.

2.2.2 Factores psicosociales

Los factores psicosociales laborales constituyen uno de los grupos de riesgo ocupacional con mayor impacto sobre la salud cardiovascular debido a su elevada prevalencia y asociación consistente con enfermedad cardiovascular en múltiples cohortes internacionales y revisiones sistemáticas. Entre los principales factores psicosociales asociados a enfermedad cardiovascular destacan el estrés laboral crónico, el modelo demanda-control, el burnout y la fatiga laboral.[7],[8]

La exposición sostenida a factores psicosociales adversos genera activación persistente del sistema nervioso simpático y del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal, favoreciendo incremento de catecolaminas, cortisol, inflamación sistémica y disfunción endotelial. Estos mecanismos contribuyen progresivamente al desarrollo de hipertensión arterial, ateroesclerosis y enfermedad coronaria.[12],[13]

Diversos estudios epidemiológicos han demostrado además que los factores psicosociales laborales frecuentemente coexisten con otros factores organizacionales como jornadas prolongadas, trabajo por turnos y privación crónica del sueño,

potenciando el riesgo cardiovascular global, especialmente en trabajadores de vigilancia, minería, transporte y salud.

Estrés laboral

El estrés laboral crónico constituye uno de los factores psicosociales más estudiados en medicina ocupacional. Se caracteriza por exposición prolongada a altas demandas laborales, presión psicológica sostenida y limitada capacidad de recuperación fisiológica.

Kivimäki et al., en 2012, realizaron un metaanálisis multicohorte europeo que incluyó aproximadamente 470 000 trabajadores provenientes de 13 cohortes prospectivas. Los autores analizaron trabajadores de distintos sectores ocupacionales mediante seguimiento longitudinal y ajuste por factores cardiometabólicos y conductuales. El estudio encontró que el estrés laboral tipo "job strain" incrementó significativamente el riesgo cardiovascular (HR 1,23; IC95%: 1,10–1,37; $p<0,05$).[11] La gran muestra poblacional, la consistencia entre cohortes y el diseño prospectivo fortalecen significativamente la calidad epidemiológica de la evidencia.

Posteriormente, Backé et al., en 2019, realizaron una revisión sistemática sobre estrés psicosocial y enfermedad cardiovascular, concluyendo que existe asociación consistente entre alta demanda psicológica laboral y mayor incidencia de hipertensión arterial y cardiopatía isquémica.[8] Los autores identificaron además adecuada plausibilidad biológica mediante activación neuroendocrina sostenida e inflamación vascular crónica.

Asimismo, Moretti Anfossi et al., en 2022, desarrollaron una revisión sistemática que incluyó 86 estudios observacionales relacionados con exposiciones laborales y

enfermedad cardiovascular. Los autores concluyeron que existe evidencia suficiente de asociación perjudicial entre estrés laboral y enfermedad cardiovascular isquémica, particularmente cuando coexisten jornadas prolongadas y trabajo por turnos.[17]

La evidencia epidemiológica disponible presenta adecuada consistencia metodológica debido a la repetición de hallazgos similares en cohortes internacionales y revisiones sistemáticas. Sin embargo, algunos estudios presentan limitaciones relacionadas con subjetividad en la percepción individual del estrés y heterogeneidad en las herramientas de evaluación psicosocial.

Desde el punto de vista médico-pericial, el estrés laboral posee especial relevancia debido a que puede acelerar progresión de enfermedad cardiovascular y favorecer disminución progresiva de capacidad funcional y tolerancia al esfuerzo laboral.

Modelo demanda-control

El modelo demanda-control propuesto por Karasek constituye uno de los principales marcos teóricos utilizados para evaluar estrés psicosocial ocupacional. Este modelo plantea que el mayor riesgo cardiovascular ocurre cuando coexisten altas demandas psicológicas con bajo control laboral y limitada autonomía del trabajador.[28]

Kivimäki et al., en 2012, demostraron mediante metaanálisis multicohorte que trabajadores expuestos a condiciones de “job strain” presentaban mayor riesgo de enfermedad coronaria y eventos cardiovasculares.[11] Los autores identificaron asociaciones consistentes incluso tras ajuste por tabaquismo, obesidad y factores metabólicos.

La plausibilidad fisiopatológica del modelo demanda-control se sustenta en la activación sostenida del sistema nervioso simpático y del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal, favoreciendo incremento de presión arterial, inflamación vascular y progresión ateroesclerótica.

La evidencia disponible posee adecuada coherencia epidemiológica y respaldo conceptual en salud ocupacional. No obstante, una de las principales limitaciones descritas corresponde a la variabilidad en la percepción individual de control laboral y diferencias culturales entre poblaciones estudiadas.

Desde el punto de vista pericial, este modelo adquiere relevancia debido a que permite comprender cómo determinadas condiciones organizacionales pueden contribuir al deterioro progresivo de salud cardiovascular y posterior limitación funcional laboral.

Burnout

El síndrome de burnout corresponde a un estado de agotamiento físico y emocional asociado a exposición prolongada a estrés laboral crónico. Se caracteriza por agotamiento emocional, despersonalización y disminución del rendimiento laboral.

Schnall et al., en 2016, describieron mediante revisión sobre estrés ocupacional y enfermedad cardiovascular que trabajadores sometidos a sobrecarga laboral y agotamiento crónico presentan mayor incidencia de hipertensión arterial, alteraciones metabólicas y enfermedad cardiovascular.[2]

Diversos estudios han sugerido asociación entre burnout y alteraciones autonómicas, incremento de marcadores inflamatorios y disfunción metabólica, mecanismos relacionados con progresión de enfermedad cardiovascular.

Aunque la evidencia epidemiológica sobre burnout continúa siendo más heterogénea comparada con otros factores ocupacionales, existe una creciente consistencia respecto a su impacto negativo sobre salud cardiovascular, particularmente en trabajadores sometidos a elevada carga emocional y psicológica.

Entre las principales limitaciones metodológicas se encuentran la heterogeneidad en criterios diagnósticos y la dificultad para diferenciar burnout de otros trastornos relacionados con estrés laboral.

Desde el punto de vista médico-pericial, el burnout puede contribuir al deterioro progresivo de capacidad funcional cardiovascular y coexistir con otros factores organizacionales y psicosociales que incrementan el menoscabo laboral.

Fatiga laboral

La fatiga laboral constituye un importante factor psicosocial asociado a enfermedad cardiovascular, particularmente en trabajadores expuestos a jornadas prolongadas, trabajo nocturno y privación crónica del sueño.

La fatiga sostenida favorece alteraciones autonómicas, incremento de actividad simpática, disminución de capacidad de recuperación cardiovascular y mayor susceptibilidad a eventos cardiovasculares agudos.

Ho et al., en 2022, mediante cohorte prospectiva utilizando datos del UK Biobank con 238 661 trabajadores seguidos aproximadamente durante 11 años, observaron que la exposición prolongada a trabajo nocturno y alteraciones del sueño incrementaba significativamente la mortalidad cardiovascular y el riesgo de enfermedad coronaria (HR 1,25; IC95%: 1,03–1,52; $p<0,05$).[19]

Asimismo, Erdem et al., en 2025, realizaron una revisión sistemática y metaanálisis de 81 estudios observacionales y más de 3 millones de trabajadores, concluyendo que la alteración crónica del sueño y trabajo nocturno incrementan significativamente el riesgo de enfermedad coronaria e infarto agudo de miocardio.[10]

La evidencia epidemiológica disponible presenta adecuada consistencia y plausibilidad fisiopatológica, particularmente respecto al impacto de la privación crónica del sueño sobre regulación autonómica y metabolismo cardiovascular. Entre las principales limitaciones se encuentran las dificultades para cuantificar objetivamente fatiga acumulativa y calidad del sueño en trabajadores expuestos.

Desde el punto de vista médico-pericial, la fatiga laboral posee especial importancia debido a que puede acelerar progresión de enfermedad cardiovascular y disminuir progresivamente la tolerancia al esfuerzo y capacidad funcional laboral residual.

2.2.3 Factores físicos

Los factores físicos ocupacionales constituyen un importante grupo de exposiciones laborales asociadas a alteraciones cardiovasculares, particularmente en trabajadores de minería, construcción, transporte, vigilancia e industria metalúrgica. Entre los principales factores físicos relacionados con enfermedad cardiovascular destacan el ruido ocupacional, la vibración, las temperaturas extremas y los turnos nocturnos.

Estas exposiciones pueden inducir respuestas neuroendocrinas, inflamatorias y hemodinámicas capaces de favorecer hipertensión arterial, disfunción endotelial y progresión ateroesclerótica. La exposición simultánea a múltiples factores físicos puede además potenciar el daño cardiovascular ocupacional.

Ruido ocupacional

El ruido ocupacional constituye uno de los factores físicos más frecuentemente asociados a enfermedad cardiovascular en trabajadores expuestos crónicamente a niveles elevados de presión sonora, especialmente en minería, construcción e industria metalúrgica.

La exposición prolongada a ruido produce activación persistente del sistema nervioso simpático y del eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenal, favoreciendo incremento sostenido de presión arterial, liberación de catecolaminas, alteraciones del sueño y disfunción endotelial.[16]

Skogstad et al., en 2016, realizaron una revisión sistemática de trabajadores industriales europeos expuestos a ruido ocupacional. Los autores analizaron estudios observacionales relacionados con hipertensión arterial y enfermedad cardiovascular, identificando asociación consistente entre exposición prolongada a niveles superiores a 85 decibeles e incremento de presión arterial e hipertensión ocupacional.[16] La revisión incluyó trabajadores de múltiples sectores industriales y presentó adecuada consistencia metodológica entre estudios.

Posteriormente, Münzel et al., en 2021, desarrollaron una revisión narrativa sobre contaminación acústica y enfermedad cardiovascular, describiendo que la exposición crónica a ruido ambiental y ocupacional favorece estrés oxidativo vascular, inflamación sistémica y disfunción endotelial, mecanismos estrechamente relacionados con enfermedad cardiovascular ateroesclerótica.[29]

La evidencia disponible presenta adecuada plausibilidad fisiopatológica y consistencia epidemiológica, particularmente respecto a hipertensión arterial y alteraciones

autonómicas cardiovasculares. Sin embargo, algunas limitaciones metodológicas incluyen dificultad para cuantificar exposición acumulativa individual y coexistencia de otros factores ocupacionales concomitantes.

Desde el punto de vista médico-pericial, la exposición prolongada a ruido adquiere relevancia debido a que puede favorecer progresión de hipertensión arterial y cardiopatía isquémica, contribuyendo progresivamente a disminución de capacidad funcional cardiovascular.

Vibración

La exposición ocupacional a vibración, particularmente vibración de cuerpo entero presente en operadores de maquinaria pesada, conductores y trabajadores mineros, ha sido relacionada con alteraciones vasculares y autonómicas cardiovasculares.

Diversos estudios sugieren que la vibración prolongada puede inducir vasoconstricción periférica, incremento de actividad simpática y alteraciones hemodinámicas capaces de favorecer hipertensión arterial y disfunción vascular.

Bovenzi, en 2006, realizó un estudio longitudinal en conductores profesionales expuestos a vibración de cuerpo entero, identificando asociación entre exposición vibratoria prolongada y alteraciones cardiovasculares relacionadas con incremento de actividad simpática y cambios hemodinámicos vasculares.[30]

La evidencia epidemiológica disponible sobre vibración y enfermedad cardiovascular continúa siendo más limitada y heterogénea en comparación con otros factores ocupacionales. La mayoría de los estudios disponibles corresponden a poblaciones pequeñas y exposiciones específicas, lo que limita la extrapolación de resultados.

No obstante, existe adecuada plausibilidad biológica respecto a los mecanismos vasculares y autonómicos involucrados, particularmente en trabajadores sometidos a exposición vibratoria prolongada durante varios años.

Desde el punto de vista médico-pericial, la vibración adquiere relevancia debido a que puede coexistir con otros factores físicos y organizacionales capaces de potenciar progresivamente el daño cardiovascular y la limitación funcional laboral.

Temperaturas extremas

La exposición ocupacional a temperaturas extremas representa un importante factor de estrés cardiovascular, especialmente en trabajadores de minería, construcción, agricultura e industria metalúrgica.

La exposición al calor intenso genera vasodilatación periférica y aumento compensatorio del gasto cardíaco, mientras que la exposición al frío induce vasoconstricción periférica e incremento de presión arterial. Estas respuestas hemodinámicas incrementan significativamente la carga cardiovascular y pueden precipitar eventos cardiovasculares agudos en trabajadores susceptibles.[21]

Flouris et al., en 2018, realizaron una revisión sistemática y metaanálisis sobre estrés térmico ocupacional y salud cardiovascular. Los autores concluyeron que la exposición prolongada a altas temperaturas afecta significativamente la capacidad funcional y la salud cardiovascular de trabajadores expuestos a calor ocupacional.[21] La revisión incluyó trabajadores de minería, agricultura y construcción provenientes de diferentes regiones geográficas.

Posteriormente, Hu et al., en 2021, describieron que la exposición ocupacional a calor extremo incrementa significativamente el riesgo cardiovascular mediante mecanismos relacionados con deshidratación, alteraciones hemodinámicas y sobrecarga cardíaca.[31]

Por otro lado, Keatinge et al., en 2005, identificaron asociación entre exposición a bajas temperaturas y aumento de mortalidad cardiovascular, particularmente en trabajadores con enfermedad cardiovascular previa.[32]

La evidencia epidemiológica presenta adecuada coherencia fisiopatológica y consistencia respecto al impacto cardiovascular del estrés térmico. Sin embargo, algunos estudios presentan limitaciones relacionadas con variabilidad climática regional y dificultad para controlar simultáneamente otros factores ambientales.

Desde el punto de vista médico-pericial, las temperaturas extremas poseen especial relevancia debido a que pueden precipitar descompensación cardiovascular y acelerar progresión de enfermedad cardíaca en trabajadores con susceptibilidad previa.

2.2.4 Factores químicos

Los factores químicos ocupacionales constituyen uno de los grupos de exposición con mayor plausibilidad fisiopatológica y asociación directa con enfermedad cardiovascular. Aunque su prevalencia poblacional suele ser menor comparada con factores organizacionales y psicosociales, determinadas exposiciones químicas presentan asociaciones epidemiológicas robustas con hipertensión arterial, cardiopatía isquémica, enfermedad cerebrovascular y mortalidad cardiovascular.

Los trabajadores de minería, fundición, transporte, construcción e industria metalúrgica presentan mayor riesgo de exposición a sustancias cardiotóxicas como monóxido de carbono, arsénico, plomo, disolventes orgánicos y material particulado fino. Estas

exposiciones frecuentemente ocurren de manera simultánea y acumulativa, potenciando progresivamente el daño cardiovascular ocupacional.

Los mecanismos fisiopatológicos involucrados incluyen estrés oxidativo vascular, inflamación sistémica, disfunción endotelial, activación protrombótica, alteraciones autonómicas y daño mitocondrial, favoreciendo progresión ateroesclerótica y deterioro funcional cardiovascular.[4–6]

La evidencia epidemiológica disponible para determinados agentes químicos, particularmente material particulado fino, arsénico y plomo, presenta adecuada consistencia internacional, plausibilidad biológica y asociaciones estadísticamente significativas, fortaleciendo su relevancia en medicina ocupacional y valoración médico-pericial cardiovascular.

Monóxido de carbono

El monóxido de carbono (CO) constituye un gas tóxico generado por combustión incompleta de combustibles fósiles y representa una importante exposición ocupacional en trabajadores de minería subterránea, transporte, fundición e industrias con motores de combustión interna.

Su principal mecanismo de toxicidad cardiovascular corresponde a la formación de carboxihemoglobina, reduciendo significativamente la capacidad de transporte de oxígeno y favoreciendo hipoxia tisular miocárdica. Asimismo, la exposición prolongada puede inducir estrés oxidativo vascular, alteraciones endoteliales y disfunción autonómica cardiovascular.

Bulka et al., en 2019, desarrollaron un estudio poblacional multicéntrico en trabajadores hispanos y latinos de Estados Unidos, evaluando exposición ocupacional

a contaminantes inhalatorios y enfermedad cardiovascular. Los autores identificaron asociación significativa entre determinadas exposiciones ocupacionales relacionadas con gases de combustión y mayor prevalencia de enfermedad cardiovascular, observándose asociaciones estadísticamente significativas con hipertensión arterial y cardiopatía isquémica (OR significativo; IC95% sin incluir la unidad; $p<0,05$).[24]

La evidencia epidemiológica disponible presenta adecuada plausibilidad fisiopatológica y coherencia clínica respecto al efecto hipóxico y vascular del monóxido de carbono. Sin embargo, la fuerza epidemiológica global continúa siendo moderada debido a que muchos estudios evalúan exposiciones mixtas a múltiples contaminantes atmosféricos, dificultando aislar el efecto específico del CO.

Entre las principales limitaciones metodológicas destacan la heterogeneidad en cuantificación de exposición ocupacional y la coexistencia de otros factores ambientales y químicos concomitantes.

Desde el punto de vista médico-pericial, la exposición prolongada a monóxido de carbono posee relevancia debido a que puede acelerar progresión de cardiopatía isquémica y disminuir progresivamente la tolerancia al esfuerzo en trabajadores con exposición crónica.

Arsénico

El arsénico constituye uno de los agentes químicos con mayor evidencia de asociación cardiovascular, particularmente en trabajadores de minería, fundición e industria metalúrgica, donde la exposición ocupacional prolongada representa un importante problema de salud ocupacional.

La exposición crónica a arsénico favorece estrés oxidativo vascular, inflamación sistémica, disfunción endotelial y alteraciones del metabolismo celular, mecanismos relacionados con hipertensión arterial, ateroesclerosis y enfermedad coronaria.[5]

Yang et al., en 2024, realizaron una revisión sistemática y metaanálisis sobre exposición a arsénico y enfermedad cardiovascular, incluyendo estudios observacionales internacionales de exposición ambiental y ocupacional. Los autores identificaron asociación significativa entre exposición crónica a arsénico y mayor riesgo de hipertensión arterial, enfermedad coronaria y mortalidad cardiovascular, observándose asociaciones estadísticamente significativas en múltiples cohortes internacionales.[5]

El metaanálisis incluyó estudios de cohorte y caso-control provenientes de múltiples regiones geográficas, fortaleciendo la consistencia epidemiológica y reproducibilidad internacional de los hallazgos. Asimismo, los autores describieron adecuada plausibilidad biológica mediante mecanismos relacionados con estrés oxidativo vascular, inflamación endotelial y daño ateroesclerótico progresivo.

La evidencia disponible presenta moderada-alta confiabilidad metodológica debido a la inclusión de estudios multicéntricos y consistencia entre resultados epidemiológicos y experimentales. Entre las principales limitaciones descritas se encuentran la heterogeneidad en métodos de medición de exposición y la coexistencia de otros metales pesados en ambientes laborales complejos.

Desde el punto de vista médico-pericial, la exposición ocupacional a arsénico posee especial relevancia debido a que puede favorecer progresión de enfermedad

cardiovascular crónica y deterioro progresivo de capacidad funcional cardiovascular en trabajadores expuestos durante largos períodos.

Plomo

El plomo constituye uno de los metales pesados más estudiados respecto a toxicidad cardiovascular ocupacional. Los trabajadores de minería, fundición, fabricación de baterías e industria metalúrgica presentan mayor riesgo de exposición prolongada.

La exposición crónica a plomo favorece incremento de estrés oxidativo, alteración del metabolismo vascular, disfunción endotelial y activación neurohormonal, mecanismos estrechamente relacionados con hipertensión arterial y enfermedad cardiovascular ateroesclerótica.[6]

Lee et al., en 2022, desarrollaron una cohorte longitudinal en trabajadores expuestos a plomo, encontrando asociación significativa entre exposición acumulativa y mayor riesgo de hipertensión arterial y rigidez vascular (OR >2; IC95% significativo; $p<0,05$).[18] La cohorte incluyó trabajadores industrialmente expuestos con seguimiento longitudinal y ajuste por factores cardiovasculares tradicionales, fortaleciendo la calidad metodológica de los hallazgos.

Asimismo, Vaziri, en 2021, describió mediante revisión fisiopatológica los principales mecanismos implicados en hipertensión arterial inducida por plomo, incluyendo estrés oxidativo vascular y alteración del sistema renina-angiotensina.[6]

La evidencia epidemiológica presenta adecuada coherencia metodológica, plausibilidad fisiopatológica y consistencia entre estudios ocupacionales y experimentales. La presencia de asociaciones estadísticamente significativas y

mecanismos biológicos claramente establecidos otorgan moderada-alta confiabilidad a la evidencia disponible.

Entre las principales limitaciones metodológicas destacan la coexistencia de otros factores de riesgo cardiovasculares y la dificultad para evaluar exposición histórica acumulativa individual.

Desde el punto de vista médico-pericial, la exposición prolongada a plomo posee especial relevancia debido a que puede favorecer progresión de hipertensión arterial y deterioro cardiovascular crónico con impacto sobre capacidad funcional laboral residual.

Disolventes orgánicos

Los disolventes orgánicos son ampliamente utilizados en la industria química, manufactura, pintura, metalurgia y diversos procesos industriales. La exposición ocupacional prolongada a determinados solventes ha sido relacionada con alteraciones cardiovasculares mediante mecanismos de estrés oxidativo, inflamación vascular y disfunción autonómica.

Diversos estudios experimentales y observacionales han sugerido asociación entre exposición crónica a solventes y alteraciones del ritmo cardíaco, hipertensión arterial y enfermedad cardiovascular ateroesclerótica, particularmente en trabajadores sometidos a exposición simultánea a múltiples compuestos químicos.

Moretti Anfossi et al., en 2022, realizaron una revisión sistemática que incluyó 86 estudios observacionales relacionados con exposiciones ocupacionales y enfermedad cardiovascular. Los autores concluyeron que determinados solventes industriales

presentan asociación perjudicial con enfermedad cardiovascular, especialmente cuando coexisten otras exposiciones químicas y organizacionales.[17]

La evidencia disponible presenta adecuada plausibilidad biológica debido a los efectos tóxicos vasculares y autonómicos descritos experimentalmente. Sin embargo, la calidad epidemiológica global continúa siendo moderada debido a heterogeneidad entre estudios, variabilidad en tipos de solventes analizados y dificultad para individualizar exposiciones específicas.

Asimismo, muchos estudios presentan limitaciones relacionadas con exposición simultánea a múltiples agentes químicos, tamaño poblacional reducido y ausencia de seguimiento longitudinal prolongado.

Desde el punto de vista médico-pericial, la exposición prolongada a disolventes orgánicos adquiere relevancia debido a que puede coexistir con otros agentes cardiotóxicos capaces de potenciar progresivamente el deterioro cardiovascular y la disminución de capacidad funcional laboral.

Material particulado fino

El material particulado fino (PM2.5) constituye actualmente uno de los contaminantes ambientales y ocupacionales con mayor evidencia epidemiológica respecto a enfermedad cardiovascular. Los trabajadores de minería, construcción, transporte e industria metalúrgica presentan elevada exposición a partículas finas suspendidas generadas durante procesos de combustión, perforación, fundición y circulación vehicular.

El PM2.5 favorece inflamación sistémica, estrés oxidativo vascular, disfunción endotelial y activación protrombótica, mecanismos directamente relacionados con hipertensión arterial, cardiopatía isquémica y enfermedad cerebrovascular. [4]

Rajagopalan et al., en 2018, mediante declaración científica de la American Heart Association, realizaron una revisión exhaustiva de evidencia experimental, epidemiológica y clínica relacionada con exposición a partículas finas y enfermedad cardiovascular. Los autores concluyeron que existe relación causal entre exposición prolongada a PM2.5 y enfermedad cardiovascular ateroesclerótica.[4]

Asimismo, Bai et al., en 2019, desarrollaron una cohorte poblacional multicéntrica con seguimiento longitudinal prolongado, evaluando la asociación entre exposición crónica a PM2.5 y mortalidad cardiovascular. Los autores identificaron incremento significativo del riesgo y mortalidad cardiovasculares en poblaciones expuestas a mayores concentraciones acumulativas de partículas finas (HR significativo; IC95% estadísticamente significativo; $p<0,05$).[33] Además, observaron relación dosis-respuesta entre incremento progresivo de exposición y mayor riesgo cardiovascular.

La evidencia epidemiológica disponible presenta alta confiabilidad metodológica debido a que proviene principalmente de cohortes prospectivas multicéntricas y revisiones sistemáticas con gran tamaño poblacional, adecuada consistencia internacional y ajuste multivariado por factores cardiovasculares tradicionales. La presencia de relación dosis-respuesta y mecanismos fisiopatológicos claramente establecidos fortalece adicionalmente la validez causal de la asociación observada.

Sin embargo, las restricciones metodológicas del estudio radican en la complejidad para distinguir entre la exposición laboral particular y la polución ambiental general, sumado a las fluctuaciones regionales en el registro de los niveles de PM2.5.

Desde el punto de vista médico-pericial, la exposición prolongada a material particulado fino posee especial relevancia debido a que puede acelerar progresión de enfermedad cardiovascular ateroesclerótica y contribuir significativamente al deterioro funcional cardiovascular en trabajadores expuestos crónicamente.

2.3. Herramientas para la determinación del menoscabo cardiovascular

La cuantificación del menoscabo cardiovascular representa un procedimiento medicolegal de alta complejidad, cuyo propósito es tipificar el compromiso funcional y la capacidad laboral remanente derivados de una cardiopatía. Debido a la marcada heterogeneidad clínica, funcional y pronóstica que caracteriza a este sistema frente a otros aparatos orgánicos, el dictamen pericial exige la indexación sistemática de indicadores clínicos, evidencia diagnóstica objetiva, reserva funcional y el perfil profesiográfico del trabajador. [34,35]

En las últimas décadas, los modelos internacionales de evaluación de incapacidad laboral han evolucionado progresivamente desde enfoques centrados exclusivamente en daño anatómico hacia modelos biopsicosociales y funcionales que incorporan repercusión ocupacional, participación y desempeño laboral residual.[34,36]

Las AMA Guides to the Evaluation of Permanent Impairment constituyen uno de los principales referentes internacionales para valoración de impairment cardiovascular

permanente y priorizan especialmente parámetros fisiológicos objetivos como equivalentes metabólicos (METs), fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI), tolerancia al esfuerzo y clase funcional cardiovascular.[35]

Por otra parte, tendencias normativas regionales como el baremo unificado colombiano y las directrices técnicas peruanas integran factores determinantes del desempeño sociolaboral, las restricciones en la actividad y la carga de trabajo específica del asegurado.[34,36] Asimismo, los esquemas de valoración en Chile y múltiples normativas europeas centran su análisis en la capacidad funcional de reserva, la estabilidad de la patología y la compatibilidad médico-laboral entre el estado físico remanente y el puesto habitual.[37,38]

Dichas asimetrías regulatorias son el reflejo del avance conceptual en la evaluación médico-laboral cardiovascular, donde la simple presencia de una afección cardíaca es insuficiente para declarar una incapacidad; por el contrario, resulta mandatorio evaluar con objetividad el compromiso funcional real frente a las exigencias del entorno laboral. [35]

En consecuencia, la presente revisión considera que la determinación del menoscabo cardiovascular debe sustentarse en herramientas diagnósticas objetivas, reproducibles y funcionalmente útiles, seleccionadas en función de:

- Correlación con capacidad funcional residual;
- Utilidad médico-pericial;
- Valor pronóstico;
- Aplicabilidad ocupacional;
- Respaldo consistente en guías y baremos internacionales.

Asimismo, debido a que las diferentes enfermedades cardiovasculares presentan mecanismos fisiopatológicos y patrones funcionales distintos, la selección de herramientas diagnósticas debe individualizarse según la patología cardiovascular evaluada.

2.3.1 Concepto de menoscabo cardiovascular

La cuantificación del menoscabo laboral representa un procedimiento médico-legal de carácter interdisciplinario, cuyo propósito es tipificar el compromiso funcional que una condición patológica o su secuela ejercen sobre la aptitud del individuo para ejecutar sus tareas ocupacionales ordinarias.

En la esfera de las cardiopatías, dicha evaluación adquiere una pertinencia crítica, puesto que las alteraciones cardiovasculares inducen un detrimento progresivo de la tolerancia al esfuerzo físico, merman la capacidad funcional y condicionan restricciones selectivas o absolutas en el entorno laboral.

La Norma Técnica de Salud N.° 223-MINSA/DGIESP-2024 define el menoscabo de la capacidad laboral como “la pérdida de la capacidad laboral expresada en términos porcentuales”, señalando además que este refleja “el impacto que las deficiencias, el rol laboral y restricción de la participación ocasionan sobre las actividades de la vida diaria y exigencias del trabajo”.[34]

Asimismo, la normativa peruana establece que la evaluación de la incapacidad laboral debe desarrollarse mediante tres etapas: evaluación de deficiencias, evaluación del rol laboral y restricción de participación, y finalmente calificación del menoscabo laboral final.[34]

Este enfoque representa una evolución importante respecto a modelos tradicionales centrados exclusivamente en daño orgánico, debido a que incorpora variables funcionales y ocupacionales dentro de la valoración médico-pericial.

De manera similar, las AMA Guides establecen que la deficiencia orgánica ("impairment") no equivale necesariamente a discapacidad o incapacidad laboral ("disability"), debido a que la repercusión funcional depende también de las exigencias específicas del trabajo, capacidad residual y contexto ocupacional del individuo.[35]

Por tanto, la determinación del menoscabo cardiovascular requiere integrar información clínica, funcional y ocupacional, permitiendo establecer objetivamente el grado de afectación laboral residual derivado de la enfermedad cardiovascular.

2.3.2 Evaluación funcional cardiovascular

El examen de la aptitud funcional cardiovascular se consolida como un pilar metodológico en la determinación del detrimento laboral crónico, al proveer una medición objetiva de la repercusión de la enfermedad en el rendimiento físico del trabajador. Diferentes modelos regulatorios concuerdan en que la simple presencia de una afección cardíaca es insuficiente para declarar una incapacidad; por el contrario, resulta imperativo ponderar la resistencia al esfuerzo, la suficiencia funcional residual y la compatibilidad médico-laboral frente a las tareas ordinarias.[34-38]

Consecuentemente, las herramientas de evaluación funcional analizadas en esta revisión se adoptaron debido a su alta reproducibilidad clínica, utilidad pericial, correlación con la reserva ergométrica y su amplio respaldo en directrices internacionales especializadas.

Clase funcional NYHA

La clasificación funcional de la New York Heart Association (NYHA) constituye uno de los sistemas más utilizados internacionalmente para evaluar limitación funcional cardiovascular, particularmente en insuficiencia cardíaca y cardiopatía isquémica.

Las AMA Guides incorporan la clasificación NYHA como uno de los principales criterios para determinar impairment cardiovascular permanente.[35] De manera similar, la normativa peruana vigente, el Manual Colombiano y diversos modelos europeos consideran la limitación funcional durante actividades físicas habituales como un elemento central para determinar incapacidad laboral cardiovascular.[34,36,38]

La principal fortaleza de la clasificación NYHA radica en su simplicidad clínica y adecuada correlación con capacidad funcional residual. Sin embargo, presenta limitaciones relacionadas con subjetividad Inter observador y variabilidad en la percepción de síntomas.

Tabla 1. Clasificación funcional NYHA y repercusión laboral aproximada en trabajadores con enfermedad cardiovascular.

Clase NYHA	Características funcionales	Repercusión laboral aproximada
I	Sin limitación para actividad física habitual	Compatible con actividades habituales
II	Limitación leve durante esfuerzos moderados	Limitación parcial para trabajos físicos intensos

III	Limitación marcada con actividad física mínima	Importante restricción laboral
IV	Síntomas incluso en reposo	Incapacidad funcional severa

Equivalentes metabólicos (METs)

Los equivalentes metabólicos (METs) constituyen una medida objetiva del consumo energético durante actividad física y representan uno de los parámetros más importantes para evaluar capacidad funcional cardiovascular.

Las AMA Guides utilizan directamente los METs como criterio fundamental para clasificación del impairment cardiovascular permanente, debido a su adecuada correlación con tolerancia al esfuerzo y pronóstico cardiovascular.[35] Asimismo, diversos modelos internacionales consideran que la capacidad funcional expresada en METs refleja de manera más objetiva la capacidad física residual del trabajador.[36-38]

La principal utilidad médico-pericial de los METs radica en que permiten relacionar objetivamente capacidad cardiovascular con exigencias energéticas del puesto laboral.

Tabla 2. Clasificación de la capacidad funcional cardiovascular según los METs alcanzados.

METs alcanzados	Interpretación funcional
>10 METs	Capacidad funcional conservada
7–10 METs	Limitación leve

5–7 METs	Limitación moderada
<5 METs	Limitación funcional severa

Fracción de eyección ventricular izquierda (FEVI)

La fracción de eyección ventricular izquierda constituye uno de los principales parámetros utilizados para evaluar función sistólica cardíaca.

Las AMA Guides, la normativa peruana y diversos modelos internacionales incorporan la FEVI como criterio relevante para determinar severidad cardiovascular y repercusión funcional.[34,35]

La FEVI posee importante valor pronóstico y correlación con riesgo cardiovascular; sin embargo, múltiples guías coinciden en que no debe utilizarse como único criterio para determinar incapacidad laboral, debido a que algunos pacientes pueden mantener adecuada funcionalidad pese a disfunción ventricular moderada.

Tabla 3. Interpretación funcional aproximada según FEVI

FEVI	Interpretación funcional
>50%	Función ventricular preservada
40–49%	Disfunción leve
30–39%	Disfunción moderada
<30%	Disfunción severa

Ecocardiografía

La ecocardiografía constituye una de las herramientas más importantes para evaluar estructura y función cardiovascular.

Diversos sistemas internacionales utilizan el ecocardiograma para valorar compromiso ventricular, valvulopatías, hipertensión pulmonar y repercusión hemodinámica cardiovascular.[34-38]

Su principal fortaleza radica en permitir una evaluación anatómica y funcional integral del corazón, aportando información relevante sobre severidad estructural y repercusión funcional objetiva.

En valvulopatías, la ecocardiografía Doppler permite cuantificar gradientes valvulares, áreas valvulares y repercusión hemodinámica, parámetros indispensables para valoración médico-pericial cardiovascular.

Prueba de esfuerzo (ergometría)

La prueba de esfuerzo, también denominada ergometría convencional, representa una de las herramientas más utilizadas para determinar tolerancia al ejercicio, presencia de isquemia inducible y capacidad funcional cardiovascular residual.

Diversos modelos internacionales coinciden en que la tolerancia al esfuerzo presenta alta correlación con capacidad laboral residual, particularmente en cardiopatía isquémica e insuficiencia cardíaca.[35-38] Las AMA Guides y diversos baremos europeos priorizan especialmente la capacidad funcional alcanzada durante el ejercicio como indicador objetivo de limitación cardiovascular.[35-38]

Su principal utilidad médico-pericial radica en objetivar síntomas cardiovasculares durante actividad física y establecer compatibilidad funcional con las exigencias ocupacionales del trabajador.

La interpretación funcional de la ergometría debe considerar el protocolo utilizado durante la prueba, debido a que diferentes protocolos pueden modificar la carga física alcanzada, los equivalentes metabólicos obtenidos y la valoración funcional final.

Entre los protocolos más utilizados destacan Bruce y Naughton. El protocolo de Bruce incrementa progresivamente velocidad e inclinación en intervalos relativamente rápidos, siendo ampliamente empleado en evaluación convencional de cardiopatía isquémica y capacidad funcional cardiovascular. Por otro lado, el protocolo de Naughton utiliza incrementos más graduales de carga, permitiendo una evaluación más segura y representativa en pacientes con insuficiencia cardíaca o limitación funcional significativa.

Asimismo, algunos programas de rehabilitación cardiovascular utilizan protocolos como Balke, caracterizados por incrementos más leves y progresivos de intensidad física.

Tabla 4. Principales protocolos utilizados en ergometría cardiovascular

Protocolo	Características principales	Uso clínico más frecuente
Bruce	Incrementos rápidos de velocidad e inclinación	Cardiopatía isquémica y evaluación funcional convencional

Naughton	Progresión gradual de carga	Insuficiencia cardíaca y pacientes con limitación funcional
Balke	Incrementos leves y continuos	Rehabilitación y valoración funcional progresiva

La selección del protocolo ergométrico debe individualizarse según condición clínica, capacidad funcional basal y objetivo médico-pericial de la evaluación, debido a que protocolos excesivamente exigentes podrían sobreestimar la limitación funcional en determinados trabajadores cardiovasculares.

Ergoespirometría (CPET)

La prueba cardiopulmonar de ejercicio o ergoespirometría (CPET) constituye una de las herramientas funcionales más precisas para evaluación cardiovascular avanzada.

Esta prueba permite medir objetivamente el consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx), considerado el estándar funcional más confiable para determinar capacidad cardiorrespiratoria global.

Diversas guías internacionales reconocen que el VO_2 máx presenta elevada correlación con tolerancia al esfuerzo, severidad funcional y pronóstico cardiovascular.[35-38] Su principal utilidad médico-pericial radica en diferenciar limitación cardiovascular verdadera de desacondicionamiento físico u otras causas no cardíacas de intolerancia al esfuerzo. No obstante, su disponibilidad suele ser limitada y requiere equipamiento especializado.

Tabla 5. Interpretación funcional aproximada según VO_2 máx

VO_2 máx	Interpretación funcional
>20 ml/kg/min	Capacidad funcional adecuada
16–20 ml/kg/min	Limitación leve
10–15 ml/kg/min	Limitación moderada
<10 ml/kg/min	Limitación funcional severa

Monitoreo Holter

El monitoreo Holter de 24 horas constituye una herramienta fundamental para detectar arritmias cardíacas intermitentes, alteraciones de conducción y eventos arrítmicos no evidenciables mediante electrocardiograma basal.

Las guías internacionales coinciden en que la repercusión funcional de las arritmias depende principalmente de su impacto hemodinámico, riesgo de síncope y posibilidad de eventos súbitos durante actividades laborales.[34,35,37]

Su utilidad médico-pericial resulta particularmente importante en trabajadores expuestos a conducción vehicular, vigilancia armada, trabajo en altura o manejo de maquinaria pesada.

Tabla 6. Utilidad funcional del Holter según tipo de arritmia

Hallazgo Holter	Posible repercusión funcional
Extrasístoles aisladas	Generalmente mínima
Taquiarritmias sostenidas	Limitación funcional variable
Pausas significativas	Riesgo funcional importante
Arritmias complejas	Posible incompatibilidad ocupacional

2.3.3 Guías y sistemas de valoración del menoscabo cardiovascular

La determinación del detrimento funcional de origen cardiológico ha transitado paulatinamente desde esquemas anatomocéntricos y restrictivos hacia constructos holísticos que indexan la reserva funcional, el rendimiento profesiográfico y el impacto sobre las actividades basales del individuo. En la actualidad, diversos marcos regulatorios internacionales disponen de directrices técnicas y baremologías especializadas con el fin de normar la calificación de la invalidez laboral de causa cardiovascular.[35–39]

Sin perjuicio de las asimetrías metodológicas entre las legislaciones, la doctrina internacional converge en otorgar prioridad a la cuantificación funcional objetiva. Para ello, se fundamenta en biomarcadores y variables críticas tales como la tolerancia a la

carga física, los equivalentes metabólicos (METs), la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI), la homeostasis clínica y el grado de restricción cardiovascular.

Sin embargo, existen diferencias importantes respecto a:

- Interpretación de la deficiencia cardiovascular;
- Incorporación del componente ocupacional;
- Relevancia otorgada al rol laboral;
- Utilización de modelos biopsicosociales;
- Forma de traducir la limitación funcional en porcentaje de incapacidad laboral.

AMA Guides to the Evaluation of Permanent Impairment

Las AMA Guides representan uno de los sistemas internacionales más utilizados para valoración de impairment permanente y constituyen una de las principales referencias en medicina pericial cardiovascular.[36]

Este modelo prioriza especialmente parámetros fisiológicos objetivos como:

- Equivalentes metabólicos (METs);
- Clase funcional NYHA;
- Fracción de eyección ventricular izquierda;
- Pruebas de esfuerzo;
- Evidencia objetiva de cardiopatía estructural.

Uno de los principales aportes de las AMA Guides radica en diferenciar claramente el concepto de “impairment” del concepto de “disability”. El impairment corresponde a

la alteración orgánica o funcional objetiva, mientras que la discapacidad laboral depende además de factores ocupacionales, sociales y laborales específicos.[36]

Desde el punto de vista cardiovascular, las AMA Guides priorizan especialmente la capacidad funcional residual y tolerancia al esfuerzo, debido a que estos parámetros presentan mejor correlación con desempeño físico real del trabajador.

Tabla 7. Principales parámetros cardiovasculares utilizados por AMA Guides

Parámetro	Utilidad principal
METs	Capacidad funcional objetiva
NYHA	Limitación sintomática
FEVI	Función ventricular
Prueba de esfuerzo	Tolerancia al ejercicio
Evidencia estructural	Severidad anatómica

La principal fortaleza del modelo AMA radica en su elevada objetividad fisiológica y reproducibilidad clínica. Sin embargo, una de sus limitaciones más importantes es la escasa integración del contexto ocupacional específico y de variables relacionadas con participación laboral residual.

Manual Único Colombiano de Calificación

El Manual Único Colombiano para la Calificación de la Pérdida de la Capacidad Laboral y Ocupacional representa uno de los modelos latinoamericanos más estructurados para evaluación de incapacidad laboral. [37]

A diferencia del modelo AMA, el sistema colombiano incorpora un enfoque biopsicosocial e integra:

- Deficiencia orgánica;
- Rol laboral;
- Restricción de participación;
- Impacto ocupacional.

Este modelo utiliza tablas específicas para distintas enfermedades cardiovasculares y combina parámetros clínicos, funcionales y ocupacionales para determinar pérdida de capacidad laboral.

Asimismo, incorpora herramientas funcionales objetivas similares a las utilizadas por las AMA Guides, incluyendo METs, clase funcional y estudios cardiológicos complementarios.

Tabla 8. Componentes evaluados en el modelo colombiano

Componente	**Objetivo**
Deficiencia	Daño orgánico cardiovascular
Rol laboral	Impacto sobre trabajo habitual
Restricción participación	Limitación funcional social y laboral
Clasificación funcional	Severidad clínica cardiovascular

Una de las principales fortalezas del modelo colombiano radica en integrar adecuadamente repercusión funcional y contexto ocupacional. Sin embargo, su complejidad metodológica puede generar variabilidad interpretativa entre evaluadores.

Baremo peruano y RM 928-2024/MINSA

La normativa peruana vigente aprobada mediante Resolución Ministerial N.° 928-2024/MINSA adopta un enfoque funcional y biopsicosocial similar al modelo colombiano.[34]

La norma establece que la evaluación del menoscabo laboral debe realizarse mediante tres etapas:

- Evaluación de deficiencias;
- Evaluación del rol laboral y restricción de participación;
- Calificación final del menoscabo laboral.

Asimismo, incorpora criterios funcionales cardiovasculares y tablas específicas para alteraciones del sistema cardiovascular.

La RM 928 prioriza especialmente:

- Repercusión funcional
- Estabilidad clínica
- Pruebas objetivas
- capacidad residual
- Exigencias del puesto laboral.

Tabla 9. Elementos priorizados por la RM 928-2024/MINSA

Elemento	Descripción principal
Deficiencia cardiovascular	Severidad orgánica
Capacidad funcional	Tolerancia física residual
Rol laboral	Compatibilidad ocupacional
Restricción de participación	Impacto funcional global

Una de las principales fortalezas del modelo peruano radica en integrar evaluación clínica, funcional y ocupacional dentro de un mismo sistema de valoración. Además, representa uno de los primeros intentos nacionales de estandarización contemporánea del menoscabo laboral cardiovascular.

No obstante, debido a su reciente implementación, aún existe limitada evidencia respecto a reproducibilidad, validación externa y concordancia interevaluador.

Normativa ESSALUD y SCTR

En el contexto peruano, la valoración del menoscabo cardiovascular también se relaciona con procedimientos administrativos y periciales vinculados al Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo (SCTR) y sistemas de invalidez laboral de ESSALUD.

Estos sistemas priorizan principalmente:

- Determinación de incapacidad permanente;
- Compatibilidad laboral;
- Secuelas funcionales;

- Estabilidad clínica;
- Relación causal ocupacional.

En enfermedades cardiovasculares ocupacionales, la determinación de incapacidad requiere integrar evidencia epidemiológica, evaluación funcional objetiva y análisis de exposición laboral.

Asimismo, la valoración médico-pericial cardiovascular dentro del SCTR adquiere especial complejidad debido a la naturaleza multifactorial de muchas enfermedades cardiovasculares y a la coexistencia frecuente de factores de riesgo no ocupacionales.

Normas chilenas y modelos europeos

Las normas chilenas de evaluación de invalidez y diversos baremos europeos enfatizan especialmente la capacidad funcional residual, tolerancia al esfuerzo y estabilidad clínica cardiovascular.[37,38]

Estos modelos consideran particularmente relevante:

- La capacidad física remanente;
- La posibilidad de reinserción laboral;
- La compatibilidad funcional con actividades habituales;
- La evolución clínica posterior al tratamiento.

En España, las guías de valoración profesional priorizan especialmente la repercusión funcional objetiva y estabilidad clínica prolongada antes de determinar incapacidad permanente cardiovascular.[38]

Tabla 10. Comparación general entre modelos internacionales

Sistema	Enfoque principal	Fortaleza	Limitación
AMA	Fisiológico-funcional	Objetividad	Menor enfoque ocupacional
Colombia	Biopsicosocial	Integralidad	Complejidad
Perú	Funcional-ocupacional	Integración laboral	Reciente implementación
Chile	Funcional residual	Aplicabilidad ocupacional	Menor detalle fisiológico
España	Estabilidad clínica	Enfoque clínico	Menor integración biopsicosocial

En conjunto, los diferentes sistemas internacionales coinciden en que la evaluación del menoscabo cardiovascular debe sustentarse principalmente en limitación funcional objetiva y repercusión sobre la capacidad laboral residual, aunque persisten diferencias importantes respecto a metodología, ponderación ocupacional y criterios específicos de valoración.

Tabla 11. Comparación de las herramientas de evaluación funcional cardiovascular empleadas en sistemas médico-periciales internacionales para la valoración del menoscabo laboral.

Herramienta	AMA	Perú	Colombia	Chile	España	Utilidad pericial
NYHA	✓	✓	✓	✓	✓	Limitación funcional
METs	✓	✓	✓	Parcial	Parcial	Capacidad física
FEVI	✓	✓	✓	✓	✓	Función ventricular
CPET	Parcial	Parcial	Parcial	Limitado	Limitado	Precisión funcional
Holter	✓	✓	✓	✓	✓	Riesgo arrítmico

III. CONCLUSIONES

Las enfermedades cardiovasculares de origen ocupacional constituyen un importante problema de salud laboral debido a su impacto sobre la capacidad funcional, la calidad de vida y la productividad de los trabajadores. La evidencia científica demuestra una asociación consistente entre diversos factores de riesgo ocupacionales y el desarrollo o progresión de patologías cardiovasculares.

Los factores ocupacionales con mayor respaldo epidemiológico incluyen las jornadas laborales prolongadas, el trabajo nocturno y por turnos, el estrés laboral crónico, el sedentarismo ocupacional, la exposición a ruido, temperaturas extremas y

determinados agentes químicos, los cuales contribuyen al desarrollo de hipertensión arterial, cardiopatía isquémica, insuficiencia cardíaca y enfermedad cerebrovascular.

La determinación del menoscabo cardiovascular ha evolucionado desde modelos centrados en el diagnóstico anatómico hacia enfoques funcionales y biopsicosociales que priorizan la capacidad laboral residual, la limitación funcional y la repercusión de la enfermedad sobre el desempeño ocupacional.

Las herramientas funcionales objetivas como la clasificación NYHA, los equivalentes metabólicos (METs), la prueba de esfuerzo, la ecocardiografía y la fracción de eyección ventricular izquierda constituyen los instrumentos de mayor utilidad para la valoración médico-pericial del menoscabo cardiovascular, debido a su capacidad para cuantificar de manera reproducible la capacidad funcional residual.

Los sistemas internacionales de valoración presentan diferencias metodológicas importantes. Mientras las guías AMA mantienen un enfoque predominantemente fisiológico-funcional, los modelos latinoamericanos más recientes incorporan además variables relacionadas con el rol laboral, las actividades de la vida diaria y la restricción de participación, favoreciendo una evaluación más integral del trabajador.

Persisten limitaciones relevantes en los procesos de evaluación, entre ellas la subjetividad clínica, la variabilidad interobservador y la heterogeneidad de criterios entre los distintos sistemas de valoración, factores que pueden generar discrepancias en la determinación del menoscabo cardiovascular.

En el contexto peruano, la incorporación de criterios funcionales y ocupacionales mediante la RM 928-2024/MINSA representa un avance significativo; sin embargo,

existe escasa evidencia nacional sobre la reproducibilidad, validez y concordancia de los modelos utilizados para la evaluación del menoscabo cardiovascular.

La determinación del menoscabo cardiovascular requiere una evaluación multidimensional sustentada en pruebas objetivas, estabilidad clínica y análisis de las exigencias específicas del puesto de trabajo, siendo insuficiente una valoración basada exclusivamente en el diagnóstico cardiovascular estructural.

IV. RECOMENDACIONES

- Fortalecer las estrategias de vigilancia epidemiológica y prevención cardiovascular en los centros de trabajo, priorizando la identificación temprana y el control de factores de riesgo ocupacionales asociados con enfermedad cardiovascular.
- Implementar programas integrales de promoción de la salud cardiovascular ocupacional, orientados a la reducción del estrés laboral, el control de jornadas excesivas, la optimización de los sistemas de turnos, la promoción de actividad física y la mejora de las condiciones psicosociales del trabajo.
- Incorporar de manera sistemática herramientas funcionales objetivas, como los equivalentes metabólicos (METs), la clasificación funcional NYHA, la prueba de esfuerzo, la ergoespirometría y la ecocardiografía, dentro de los procesos de evaluación médico-pericial del menoscabo cardiovascular, con el fin de mejorar la objetividad y reproducibilidad de los dictámenes.
- Promover estudios nacionales de validación, reproducibilidad y concordancia interevaluador de los criterios establecidos en la RM N.° 928-2024/MINSA

para la evaluación del menoscabo cardiovascular, con la finalidad de fortalecer su sustento científico y optimizar su aplicación en la práctica pericial.

- Impulsar la capacitación continua de médicos ocupacionales, cardiólogos y profesionales involucrados en la valoración médico-pericial, con énfasis en la interpretación de parámetros funcionales cardiovasculares y en las metodologías contemporáneas de evaluación del daño corporal.
- Favorecer la implementación de programas de readaptación, reubicación y reinserción laboral para trabajadores con secuelas cardiovasculares permanentes, con el objetivo de preservar su empleabilidad, seguridad ocupacional, calidad de vida y participación laboral.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. World Health Organization. Cardiovascular diseases (CVDs) [Internet]. Geneva: WHO; 2023 [cited 2026 May 20]. Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)
2. Schnall PL, Dobson M, Landsbergis P. Globalization, work, and cardiovascular disease. Int J Health Serv. 2016;46(4):656-92.
3. Torquati L, Mielke GI, Brown WJ, Burton NW, Kolbe-Alexander TL, et al.
4. Rajagopalan S, Al-Kindi SG, Brook RD. Air pollution and cardiovascular disease. J Am Coll Cardiol. 2018;72(17):2054-70.
5. Yang L, Li X, Wang B, et al. Arsenic exposure and cardiovascular disease risk: a systematic review and meta-analysis. Environ Res. 2024;242:117828.
6. Vaziri ND. Mechanisms of lead-induced hypertension and cardiovascular disease. Am J Physiol Heart Circ Physiol. 2021;321(3):H437-H448.
7. Kivimäki M, Steptoe A. Effects of stress on the development and progression of cardiovascular disease. Nat Rev Cardiol. 2018;15(4):215-29.
8. Backé EM, Seidler A, Latza U, Rossnagel K, Schumann B. The role of psychosocial stress at work for the development of cardiovascular diseases. Int Arch Occup Environ Health. 2019;92(1):1-31.
9. Libby P. Inflammation in atherosclerosis. Nature. 2021;592(7855):524-34.

10. Erdem A, et al. Night shift work and cardiovascular disease risk indicators: a systematic review and meta-analysis. Scand J Work Environ Health. 2025;51(2):101-15.
11. Kivimäki M, Nyberg ST, Batty GD, et al. Job strain as a risk factor for coronary heart disease. Lancet. 2012;380(9852):1491-7.
12. McEwen BS. Protective and damaging effects of stress mediators. N Engl J Med. 1998;338(3):171-9.
13. Chrousos GP. Stress and disorders of the stress system. Nat Rev Endocrinol. 2009;5(7):374-81.
14. Thosar SS, Butler MP, Shea SA. Role of the circadian system in cardiovascular disease. J Clin Invest. 2018;128(6):2157-67.
15. Miller MR, Newby DE. Air pollution and cardiovascular disease. Clin Sci (Lond). 2020;134(22):2945-55.
16. Skogstad M, Johannessen HA, Tynes T, et al. Systematic review of the cardiovascular effects of occupational noise. Occup Med (Lond). 2016;66(1):10-6.
17. Moretti Anfossi C, Ahumada Muñoz M, Tobar Fredes C, et al. Work exposures and development of cardiovascular diseases: a systematic review. Ann Work Expo Health. 2022;66(6):698-713.
18. Lee BK, Kim Y. Association between cumulative lead exposure and hypertension. Environ Health Perspect. 2022;130(5):57001.

19. Ho FK, Celis-Morales CA, Gray SR, et al. Association and pathways between shift work and cardiovascular disease: findings from the UK Biobank cohort. Eur J Prev Cardiol. 2022;29(5):857-66.
20. Scimeca M, Feola T, Rao C, et al. Environmental pollution and cardiovascular diseases: an overview. J Clin Med. 2024;13(3):812.
21. Flouris AD, Dinas PC, Ioannou LG, et al. Workers' health and productivity under occupational heat strain: a systematic review and meta-analysis. Lancet Planet Health. 2018;2(12):e521-e531.
22. Virtanen M, Jokela M, Nyberg ST, Singh-Manoux A, Fransson EI, Alfredsson L, et al. Long working hours and risk of stroke and coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis. Lancet. 2015;386(10005):1739-46.
23. Fukai K, Furuya Y, Nakazawa S, Takahashi H, Yamamoto T, Okamura T, et al. A case control study of occupation and cardiovascular disease risk in Japanese men and women. Sci Rep. 2021;11:23983.
24. Bulka CM, Daviglus ML, Persky VW, Durazo-Arvizu RA, Argos M, Sanchez TR, et al. Association of occupational exposures with cardiovascular disease among US Hispanics/Latinos. Heart. 2019;105(6):439-48.
25. Chi H, Zhou J, Li C, Wang Y, Zhao Y, Liu X, et al. Associations of occupation categories with cardiovascular diseases and all-cause mortality: an analysis of NHANES 2005–2014. BMC Public Health. 2025;25:1847.
26. Reichel JL, et al. Sedentary behavior at work and cardiovascular risk: a systematic review of longitudinal studies. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(9):5317.

27. Guo Y, et al. Long working hours and risk of cardiovascular outcomes: a systematic review and meta-analysis. Environ Health Prev Med. 2021;26(1):66.
28. Karasek R. Job demands, job decision latitude, and mental strain: implications for job redesign. Adm Sci Q. 1979;24(2):285-308.
29. Münzel T, Sørensen M, Daiber A. Transportation noise pollution and cardiovascular disease. Nat Rev Cardiol. 2021;18(9):619-36.
30. Bovenzi M. A longitudinal study of vibration exposure and cardiovascular disorders in professional drivers. Int Arch Occup Environ Health. 2006;79(5):377-83.
31. Hu W, et al. Occupational heat stress and cardiovascular risk: current evidence and implications. Environ Res. 2021;201:111573.
32. Keatinge WR, Donaldson GC, Bucher K, et al. Cold exposure and winter mortality from cardiovascular diseases. Int J Circumpolar Health. 2005;64(5):457-64.
33. Bai L, et al. Long-term exposure to ambient fine particulate matter and the risk of cardiovascular disease: a population-based cohort study. Environ Int. 2019;129:483-95.
34. Ministerio de Salud del Perú. Norma Técnica de Salud para la evaluación y calificación del grado de incapacidad laboral. Resolución Ministerial N.° 928-2024/MINSA. Lima: Ministerio de Salud; 2024.
35. American Medical Association. Guides to the Evaluation of Permanent Impairment. 5th ed. Chicago: AMA Press; 2000.

36. Colombia. Ministerio del Trabajo. Manual Único para la Calificación de la Pérdida de la Capacidad Laboral y Ocupacional. Decreto 1507 de 2014. Bogotá: Ministerio del Trabajo; 2014.
37. Chile. Superintendencia de Pensiones. Normas para la evaluación y calificación del grado de invalidez. Santiago de Chile: Superintendencia de Pensiones; 2023.
38. España. Instituto Nacional de la Seguridad Social. Guía de valoración profesional y tablas de deficiencias. Madrid: INSS; 2022.
39. Ministerio de Salud del Perú. Norma Técnica de Salud que establece el procedimiento de evaluación, calificación y certificación de la incapacidad laboral por accidente de trabajo o enfermedad profesional de los trabajadores asegurados al Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo (SCTR). Resolución Ministerial N.° 884-2024/MINSA. Lima: MINSA; 2024.
40. Banco de Previsión Social de Uruguay. Baremo para evaluación de incapacidades laborales y enfermedades profesionales. Montevideo: BPS; 2020.