



Factores asociados al diagnóstico de enfermedades musculoesqueléticas de origen laboral en una multinacional manufacturera en Cali, 2014-2024

Autor
Karyna Reyes Caicedo

Trabajo de Investigación como requisito para optar al título de Magíster en Epidemiología

DIRECTORA
MARISOL BADIEL OCAMPO. MD. MSC.

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE SALUD PÚBLICA
MAESTRÍA EN EPIDEMIOLOGÍA
SANTIAGO DE CALI
2025

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Santiago de Cali, diciembre del 2025

AGRADECIMIENTOS

A mamá y papá, y a todos quienes, de una manera u otra, me han apoyado para llegar hasta aquí.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	10
2. ESTADO DEL ARTE	14
3. MARCO TEÓRICO	24
4.1 Objetivo general	30
4.2 Objetivos específicos	30
5. METODOLOGÍA	31
5.1 Tipo de estudio	31
5.2 Área de estudio	31
5.3 Población y muestra	31
5.3.1 Criterios de inclusión	32
5.3.2 Criterios de exclusión	33
5.3.3 Cálculo del tamaño de muestra	33
5.4 Categorías de análisis o variables	33
5.5 Recolección de la información	37
5.6 Plan de análisis por objetivos	38
6. CONSIDERACIONES ÉTICAS	39
7. RESULTADOS	40
7.1 Análisis exploratorio: descripción de la población de estudio	40
7.2 Definición de la variable de exposición principal	49
7.3 Análisis bivariado	51
7.4 Análisis multivariado	55
8. DISCUSIÓN	59
8.1 Hallazgos principales	59
8.2 Fortalezas y limitaciones	62
8.3 Sesgos potenciales	63
8.4 Implicaciones para el empleador	63
8.5 Futuros estudios	64
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	66
11. ANEXOS	72
Anexo 1. Aprobación del CEIS	72

Anexo 2. Aprobación del CEIS a la enmienda	73
Anexo 3. Formato de recolección de datos.....	74
Anexo 4. Herramienta REBA para medición de carga física postural	76
Anexo 5. Herramienta RULA para evaluación de carga física postural.....	77
Anexo 6. OCRA checklist para movimientos repetitivos	78

ÍNDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Principales factores de riesgo para TME relacionados con el trabajo.
- Tabla 2. Diagnósticos de posible origen laboral por localización anatómica.
- Tabla 3. Factores sociodemográficos de la cohorte
- Tabla 3a. Variables relacionadas con el desenlace (TME relacionados con el trabajo)
- Tabla 3b. Variables relacionadas con la exposición de riesgo
- Tabla 4. Variables relacionadas con la exposición (Unidad de análisis: diagnóstico)
- Tabla 5. Variables relacionadas con el ausentismo laboral en los casos
- Tabla 6. Medianas de incapacidades antes y después de la calificación de origen
- Tabla 7. Resumen de mediana de AUC para cada punto de corte
- Tabla 8. Factores ergonómicos e individuales
- Tabla 9. Evaluación de confusión TME relacionados con el trabajo, Exposición a riesgo ergonómico y sexo.
- Tabla 10. Evaluación de confusión TME relacionados con el trabajo, Exposición a riesgo ergonómico e IMC.
- Tabla 11. Evaluación de confusión TME relacionados con el trabajo, Exposición a riesgo ergonómico y edad.
- Tabla 12. Evaluación de confusión TME relacionados con el trabajo, Exposición a riesgo ergonómico y comorbilidades.
- Tabla 13. Evaluación de confusión TME relacionados con el trabajo, Exposición a riesgo ergonómico y riesgo preexistente
- Tabla 14. Modelo de RLM
- Tabla 15. Rendimiento diagnóstico del modelo 1.
- Tabla 16. Modelo final
- Tabla 17. Rendimiento diagnóstico del modelo 2.
- Tabla 18. Comparación de modelos
- Tabla 19. Datos de incapacidad (episodios y número de días) en casos y controles

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Modelo demanda control (JCD por sus siglas en inglés).

Gráfico 2: Modelo de multicausalidad de TME relacionados con el trabajo. Tomado de: Stock et al. 2013.

Gráfico 3. Modelo conceptual de productividad laboral en el contexto de TME relacionados con el trabajo.

RESUMEN

Introducción: Las enfermedades musculoesqueléticas de origen laboral (TME relacionados con el trabajo) constituyen uno de los problemas de salud ocupacional más significativos a nivel global. Su alta prevalencia genera una pesada carga en los sistemas de salud y, lo que es crucial para las organizaciones, es un factor determinante en la pérdida de la capacidad productiva y el incremento de los costos operativos, principalmente a través del ausentismo. Tradicionalmente, la etiología de los TME relacionados con el trabajo se ha centrado en el estudio de la exposición a factores ergonómicos de carga física, como los movimientos repetitivos y la carga postural. Sin embargo, en las últimas décadas, la investigación epidemiológica ha demostrado que el riesgo no es meramente monocausal, sino que responde a un modelo multicausal donde la vulnerabilidad individual (edad, comorbilidades y genética) y la historia laboral previa desempeñan un papel crucial. Este estudio aborda esta complejidad utilizando datos históricos de una cohorte manufacturera con un largo periodo de seguimiento. Se busca validar la contribución independiente de los factores de riesgo biológicos y, simultáneamente, cuantificar con precisión el impacto funcional de la enfermedad. Este estudio metodológico de casos y controles anidado en una cohorte permite generar estimadores de riesgo más sólidos y estables, esenciales para una gestión de la salud ocupacional basada en la evidencia.

Objetivo: Determinar los factores de riesgo de tipo individual y de carga física independientes para el desarrollo de TME relacionados con el trabajo en trabajadores operarios durante un periodo de seguimiento de once años (2014-2024).

Métodos: Se implementó un diseño de estudio de Casos y Controles anidado en una cohorte dinámica de 780 trabajadores. El análisis estadístico se realizó mediante Regresión Logística multivariada. La variable de exposición principal, "Tiempo de Exposición a Riesgo", fue dicotomizada utilizando un punto de corte óptimo de 4 años, determinado mediante un análisis avanzado de la curva ROC.

Resultados: El modelo final demostró adecuada discriminación y alta utilidad predictiva, con un área bajo la curva (AUC) de 0.81 y una sensibilidad de 84.6% para la detección de casos. Los resultados indicaron que el riesgo está principalmente determinado por factores biológicos y la historia laboral: el riesgo ergonómico preexistente fue el predictor más potente ($ORa = 5.54$ IC95%: 2.95 - 11.07), seguido por el diagnóstico de diabetes mellitus ($ORa = 2.54$ IC95%: 1.19 - 5.01) y la edad ($ORa = 1.10$ IC95%: 1.05 - 1.15). La exposición a riesgo mayor a 4 años no resultó significativa en el modelo ajustado, lo que confirma que su efecto bivariado inicial fue en realidad confundido por las variables biológicas.

Conclusiones: Se concluye que el riesgo de TME relacionados con el trabajo en la población de estudio está determinado por una combinación de vulnerabilidad biológica intrínseca (Edad y Diabetes Mellitus) y la historia acumulada de riesgo, más que por el tiempo de exposición ergonómica reciente. La enfermedad impone una carga desproporcionada en la productividad, caracterizada por una alta frecuencia (mediana de 4 episodios) y severidad de las bajas. Estos hallazgos justifican la necesidad de reorientar los programas de prevención hacia el control de las comorbilidades y la gestión temprana del riesgo preexistente.

Palabras Clave: Enfermedades Musculoesqueléticas, Factores de Riesgo, Ausentismo Laboral, Diabetes Mellitus, Riesgo Ocupacional.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Las enfermedades musculoesqueléticas de origen laboral (Work-related musculoskeletal disorders WMSD, por sus siglas en inglés, de ahora en adelante (TME relacionados con el trabajo) siguen siendo la causa número uno de carga de enfermedades profesionales a nivel mundial (1). La Organización Mundial de la Salud (OMS) reportó que este tipo de condiciones son la fuente principal de discapacidad y limitación relacionada con las actividades de la vida diaria y el empleo remunerado (2), generando aproximadamente el 33% del total de diagnósticos de enfermedad laboral en la población general (3). Según el Centro para la prevención y el Control de enfermedades (CDC) este grupo de patologías producen 70 millones de visitas al médico al año en EE. UU., y un total estimado de 130 millones de consultas médicas, incluyendo citas ambulatorias y consultas al servicio de urgencias (4).

Los TME relacionados con el trabajo tienen consecuencias sociales e individuales y resultan en una amplia y variada carga económica al sistema, tanto al sector salud como al sector empresarial junto a un impacto en la calidad de vida de los trabajadores (5). En 2021, 3 de cada 5 trabajadores reportaron síntomas relacionados con TME relacionados con el trabajo en la Unión Europea (6), y se ha estimado que el 50% de trabajadores con este diagnóstico presenta ausentismo laboral (6,7). De esta forma, los TME relacionados con el trabajo le cuestan al sistema entre 45 y 54 billones de dólares anuales (solo en costos directos), teniendo en cuenta costos de compensación, pérdida de salarios y pérdida de productividad dada principalmente por ausentismo laboral (4). Las lesiones por sobreesfuerzo les cuestan alrededor de 13.4 billones anuales a los empleadores en EE. UU (4), y representan aproximadamente el 2% del PIB para la Unión Europea (7). Adicionalmente, constituyen la cuarta causa de años de vida ajustados por discapacidad (2300 DALYs) (8), por lo que se han convertido en un motivo de preocupación en las agendas de los países desarrollados, pues disminuyen significativamente la productividad del recurso humano, impactando directamente la economía de los países (9).

En Colombia, según la Federación de Aseguradores Colombianos FASECOLDA, las enfermedades musculoesqueléticas abarcan el 51.9% de la totalidad de enfermedades laborales (11) y generan la mayor cantidad de días de ausentismo de un trabajador; en promedio 8 días al año, situación que llama la atención especialmente en el 2021, en donde a pesar de la pandemia por COVID en su pico más alto, las enfermedades laborales continuaron siendo la causa principal de ausentismo de mayor severidad (12). Adicionalmente, este tipo de enfermedades generan una pérdida crónica de la capacidad laboral, que conlleva a que el trabajador no pueda desempeñar la labor para la que inicialmente fue contratado, requiriendo restricciones laborales o reubicación en otro puesto de trabajo bajo la misma remuneración (11), llamando la atención que para el 2021, del total de trabajadores con restricciones médicas, el 92,2% no tenían aún calificación por parte de la junta calificadora (12). Así, para el 2021 el 3.4% de la totalidad

del costo extrasalarial de cada trabajador se asoció al ausentismo laboral, con un sobre costo en la nómina del 0.86% por las restricciones y reubicaciones médicas (12). De ese porcentaje, el 0.30% obedece a costos directos, por trabajadores con restricciones que no le generaron un valor productivo a la empresa, mientras que el 0,56% restante, corresponde a los costos indirectos por adaptación de los puestos de trabajo de los trabajadores que tuvieron que ser reubicados (11,12). En 2020 el porcentaje de sobre costo fue del 0.56%, se observa un incremento en los gastos de 62% entre 2020 y 2021 (12). Además, la carga extrasalarial sobre el salario mínimo totalizado (pago de prestaciones sociales, dotación, vacaciones, entre otras) en el 2021 se ubicó en 62,4%, pero al sumar el porcentaje extra asumido por los empleadores en la gestión del ausentismo, este valor podría haber ascendido, aproximadamente, a 65,8%. Así, el costo total al año de los trabajadores reubicados asciende para las empresas colombianas aproximadamente a 3 mil millones de pesos (12).

Se han estudiado una gran variedad de factores de riesgo para TME relacionados con el trabajo, gran parte de ellos relacionados con el trauma acumulativo y la ergonomía, tales como movimientos repetitivos, manejo excesivo de cargas, posturas prolongadas o sostenidas e incómodas, e incluso vibración, todos ellos clasificados como factores de riesgo de carga física (13). Sin embargo, cada tipo de TME relacionados con el trabajo tiene diferentes factores de riesgo de carga física (14), por lo cual para este estudio solo se tendrán en cuenta aquellas patologías que comparten mecanismos fisiopatológicos en lo referente a ergonomía. Adicionalmente, se han descrito otros riesgos como psicosociales, de clima organizacional y sociodemográficos, cuya presencia varía según el tipo de trabajo desarrollado (14, 15). El tabaquismo, estilo de vida sedentario, IMC elevado, etnia afrodescendiente, bajos niveles de satisfacción laboral y altos niveles de estrés, son algunos de los factores de riesgo no ergonómicos citados por algunos autores (13-15). El sexo femenino también se ha descrito como factor de riesgo, pero es variable según la localización anatómica de la enfermedad, por ejemplo, se presenta como factor de riesgo principalmente a nivel de extremidades superiores, específicamente codo y muñeca (13,14).

El impacto económico de este grupo de enfermedades se ha medido en función del presentismo y ausentismo laboral en diferentes partes del mundo (7, 16,17), y se han planteado múltiples modelos teóricos que definen la productividad laboral en función de los TME relacionados con el trabajo, como el modelo de *Escorpizo*, ampliamente conocido, y el de *Mohd et al* (18, 21). Adicionalmente, en Colombia algunas empresas calculan el coste anual del ausentismo laboral por trabajador a través de costos directos e indirectos, su representación en el porcentaje total de la nómina y el coste de trabajadores con restricciones médicas y reubicaciones, por medio de la Encuesta sobre Ausentismo Laboral e Incapacidades médicas EALI, que se realiza entre los empleadores anualmente (12).

Se ha documentado que los trabajadores con TME relacionados con el trabajo presentan un nivel más bajo de capacidad laboral y calidad de vida, siendo los dominios más

afectados el físico y psicológico (7, 10), de modo que estos individuos experimentan mayores niveles de dolor, menor funcionalidad, tienen una percepción de peor salud física en general, y presentan niveles mayores de ansiedad y depresión (7). Lo anterior tiene un impacto directo en la pérdida de la capacidad laboral, el ausentismo y la productividad de cada trabajador (20, 21); de forma tal que medir las anteriores, se convierte en un factor importante para el sector empresarial.

No existe una manera estandarizada de medir el ausentismo laboral. Sin embargo, se dispone de indicadores globalmente conocidos por medio de los cuales se pueden establecer datos comparativos y metas. Indicadores como el índice de frecuencia, el índice de gravedad y la proporción de ausentes, son algunos ejemplos conocidos internacionalmente para establecer los parámetros del ausentismo en las organizaciones (19), no obstante, los valores son variables, dado que se requiere una constante K, que depende a menudo de la cantidad de horas que cada país permite laborar a la semana.

Así, dado que ya se conoce que los TME relacionados con el trabajo son un problema de salud ocupacional mayor y una causa importante de ausentismo, se identifica entonces una brecha en el conocimiento local de los factores asociados al diagnóstico de estas (de tipo individual y ergonómico), y su impacto a nivel empresarial en términos de ausentismo, que permita establecer puntos de comparación con las estadísticas tanto nacionales como internacionales, dado que la percepción general en la empresa donde se desarrollará este trabajo, radica en una alta cantidad de trabajadores con restricciones médicas, reubicaciones en puestos de trabajo no productivos, y ausentismo secundario a TME relacionados con el trabajo. La investigación propuesta se realizará en una compañía que hace parte de la industria manufacturera con aproximadamente 700 empleados en planta, que ejecutan una amplia variedad de trabajos físicos. De igual manera a través de la determinación de posiciones laborales de riesgo asociadas a la presencia de TME relacionados con el trabajo, se podrá llevar a cabo una planeación e inversión con enfoque de riesgo, y lograr una optimización del recurso.

Se plantea entonces la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son los factores asociados (de tipo individual y ergonómico) al diagnóstico de TME relacionados con el trabajo, y su impacto en ausentismo laboral 2014-2024?. Para responder a esta pregunta se realizó un estudio cuyo desenlace principal fue la presencia de enfermedad laboral calificada, y en el que se establecieron los posibles factores asociados. Adicionalmente se realizaron cálculos de diversos índices para obtener una aproximación al ausentismo laboral secundario a estas patologías.

Este estudio proporciona información valiosa que permite a las empresas de la industria de manufactura, abordar de manera oportuna las demandas biomecánicas de los diferentes procesos y operaciones, generando medidas más efectivas de intervención en el control de riesgos, inclusive mucho antes de que se materialice el riesgo en la aparición de una afectación física osteomuscular. Mejorar las condiciones laborales en las empresas beneficiará a los trabajadores y sus familias, dado que la asociación entre las

enfermedades musculoesqueléticas y la calidad de vida es directa, llegando a limitar las actividades diarias y sociales. Además, la medición del ausentismo laboral permite determinar estrategias para aumentar la productividad, y contribuir al desarrollo económico de la región.

2. ESTADO DEL ARTE

Dado que representan una causa importante de enfermedades laborales con sus respectivas repercusiones económicas y sociales, los TME relacionados con el trabajo han empezado a hacer parte de las agendas de salud pública de los países desarrollados (9). Para el año 1997 el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional, NIOSH por sus siglas en inglés, presenta una revisión sistemática de los estudios epidemiológicos hasta ese momento publicados para evaluar los factores de riesgo asociados con TME relacionados con el trabajo, dentro de los cuales describen factores físicos, psicosociales e individuales; documento que se constituyó como una línea de base para la investigación en el tema. A partir de ahí, múltiples autores han descrito algunos nuevos factores de riesgo, se ha medido su impacto en costes económicos y sociales a nivel del sistema, y en menor medida sobre el ausentismo laboral, y se han planteado diversas intervenciones para el control de estos.

Además, dicho informe marcó un antes y un después en la forma de abordar los TME relacionados con el trabajo, puesto que con factores de riesgo definidos, las intervenciones empezaron a realizarse de forma dirigida (4). Se notificaron en ese momento factores de riesgo como levantamiento de cargas pesadas, vibración continua, trabajo físico pesado, posiciones de trabajo incómodas y sostenidas, y movimientos repetitivos, todos estos a nivel de cuello, hombros, codos, manos y muñecas y espalda (4).

Con el advenimiento posterior a este artículo de un auge en la investigación de los factores de riesgo de los TME relacionados con el trabajo, empezó la aparición de otros factores de riesgo no puramente de carga física, sino individuales (de cada trabajador), psicosociales y del ambiente laboral (15,35), es decir, los TME relacionados con el trabajo no cumplían con el modelo tradicional de monocausalidad de la mayoría de las enfermedades ocupacionales. La tabla 1 muestra entonces los principales factores de riesgo de los TME relacionados con el trabajo reportados hasta ahora.

Factores extra ocupacionales	Factores ocupacionales
Factores de susceptibilidad individual	Biomecánicos
Edad Género femenino (síndrome de túnel del carpo) Predisposición genética Obesidad Embarazo (Síndrome de túnel del carpo)	Movimientos altamente repetitivos (frecuencia y velocidad) Esfuerzos intensos (fuerzas aplicadas, levantamiento de cargas, esfuerzo físico arduo en el puesto de trabajo) Posturas incómodas sostenidas (abducción de hombro, flexión/extensión de codo o muñeca, flexión/extensión del torso) Rangos largos de movimientos

	Usar el talón, la palma o el codo para apoyo, o presión localizada en estas áreas Exposición a vibraciones transmitidas a la mano o al cuerpo entero Trabajo en condiciones de frío Magnitud de la exposición con limitaciones físicas Combinación de factores biomecánicos
Historia médica y quirúrgica	Organizacional
Historia de tendinopatías/ síndromes de túnel/ lumbalgia Diabetes Reumatismo inflamatorio Hipotiroidismo severo (síndrome de túnel del carpo)	Trabajar bajo presión de tiempo Ciclos muy cortos de tiempo Ausencia de tiempo para recuperación Poca flexibilidad de procedimientos y checks Ausencia de libertad de acción individual/colectiva Ausencia de recursos para ejecutar trabajo de alta calidad Tareas monótonas División de trabajo basado en género
Cargas extra-ocupacionales	Psicosocial
Ejercicio pesado/prolongado que ejerce presión sobre las extremidades o la columna Ejercicio pesado/prolongado en actividades generales Ejercicio pesado/prolongado en jardinería	Estrés relacionado al trabajo Carga mental Ausencia de autonomía en toma de decisiones Ausencia de apoyo de superiores o jefes Ausencia de apoyo de colegas o pares Ausencia de reconocimiento de trabajo adecuado

Tabla 1. Principales factores de riesgo para TME relacionados con el trabajo. Tomado de Roquelaure Y. Musculoskeletal disorders and psychosocial factors at work. 2020.

Se presenta a continuación un resumen de los datos sobre los TME relacionados con el trabajo, sus factores de riesgo y su impacto en el ausentismo, más recientemente publicados.

A. Prevalencia, factores de riesgo y formas de medición de la exposición y el desenlace

De los estudios clave relacionados con el tema, se encuentra la revisión llevada a cabo por Punnett y Wegman en el 2004, quienes establecieron que los trastornos musculoesqueléticos son patologías de origen multicausal donde la carga física acumulada actúa como el principal detonante. Este estudio además, permite hoy hablar

de fracción atribuible al trabajo, lo cual es la base de los dictámenes legales que se utilizan en Colombia para califica el origen de enfermedad (54). Además, para el año 2007, el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH por sus siglas en inglés) publicó el documento “Guías ergonómicas para el manejo de materiales”, el cual establece que el riesgo musculoesquelético es proporcional a la frecuencia y duración de la exposición, y subraya que los controles administrativos, como la rotación de tareas, son esenciales cuando los riesgos biomecánicos no pueden eliminarse por completo (55).

En un estudio transversal sobre patología de hombro llevado a cabo en China en 2022, participaron 55,749 individuos de 15 tipos de industrias, los cuales realizaron una encuesta auto diligenciada de autoría del grupo investigador, que se dividía en 3 secciones, la primera de datos individuales y sociodemográficos, la segunda contenía información acerca de síntomas musculoesqueléticos de más de 24 horas de duración en los últimos 12 meses, y la tercera correspondía a 21 preguntas acerca del tipo y características del trabajo desempeñado. Se observó que el 35.5% de trabajadores presentaba síntomas en los últimos 12 meses, coincidiendo en todos los tipos de industria el ser mujer, la edad y la autopercepción del nivel de salud como factores de riesgo ($p < 0,05$). Para la empresa manufacturera la prevalencia de la condición se reportó entre un 25.8% a 46.5% (teniendo en cuenta que las 252 empresas participantes, fueron agrupadas según el tipo de producto final que manufacturaban, pero no reportan una medida resumen para la industria manufacturera en general), con factores contribuyentes comunes: el estar sentado/de pie durante mucho tiempo, operaciones repetidas y fuerzas manuales altas ($p < 0,05$). Sin embargo, se reconoce como limitante de este estudio, que al ser una encuesta de autoría propia, no cuenta con proceso de validación, y que además al ser auto diligenciada, el participante puede sesgar la medida de la exposición (22).

En el metaanálisis llevado a cabo por Hulshof et al en 2020, se incluyeron 5 estudios con un total de 150895 participantes (3 estudios transversales y 2 cohortes), en 36 países y dos regiones (África, Europa), y su objetivo radicó en estimar una medida resumen para la prevalencia de exposición a factores de riesgo de carga física para TME relacionados con el trabajo. Para la medición de la exposición se tuvieron en cuenta estudios que analizaron alguno de los siguientes factores ergonómicos: exceso de fuerza, posturas incómodas sostenidas, movimientos repetitivos, vibración mano-brazo, arrodillarse o ponerse en cuclillas, levantar peso y/o escalar, y para la medición de resultado, estudios que reportan medidas de prevalencia. La medida resumen arrojó una prevalencia del 76% de exposición a dichos factores de riesgo (IC95% 0.69 - 0.84), y al segregarse por grupos de edad la prevalencia fue mayor en el grupo de 15 a 19 años (86% IC95% 0,81 - 0,91), y la menor fue en el grupo de mayores de 65 años (70% IC95% 0,64 - 0,76). Cuando se hizo la división por género, no se presentó diferencia (Hombres 77% IC95% 0,72 - 0,82, Mujeres 77% IC95% 0,69 - 0,84). Al igual que en la mayoría de estudios de factores de riesgo revisados para esta investigación, la limitación principal es secundaria a la diversidad para la medición de la exposición, puesto que no se realizó con instrumentos

validados, sino con cuestionarios autoadministrados. Adicionalmente, para este estudio no se midió ni la frecuencia ni la intensidad de la exposición (23).

Otro estudio transversal en el 2018 en una población de 236 trabajadores de la industria manufacturera textil en Bangladesh, cuyo objetivo era determinar la prevalencia de TME relacionados con el trabajo en nueve regiones corporales y su exposición a factores de riesgo de carga física, demostró que existía una prevalencia de exposición a factores de riesgo del 80% ($p < 0.003$). Respecto a las características de la población, el promedio de edad fue de 31,3 años y el IMC promedio fue 23,52. Del grupo de las mujeres el 24,7% reportaron lumbalgia y el 23,7% reportaron cervicalgia, y del grupo de los hombres el 21,7% reportaron cervicalgia, mientras que el 13% reportaron dolor en rodillas. Encontraron relación estadísticamente significativa entre síntomas de 12 meses o más de TME relacionados con el trabajo por regiones anatómicas: codos ($p = 0,02$), cadera ($p = 0,01$), rodillas ($p = 0,01$) y tobillos ($p = 0,05$) con la edad; dorsalgia ($p = 0,001$), codos ($p = 0,001$), muñecas ($p = 0,03$), cadera ($p = 0,001$) y tobillos ($p = 0,001$) con la experiencia laboral (duración del trabajo en años: más de 15 años); cadera con IMC ($p = 0,03$); y codos ($p = 0,04$) con la cantidad de horas laboradas por día (más de 10 horas). La evaluación de la exposición a factores de riesgo se realizó con una herramienta llamada Quick Exposure Check (QEC por sus siglas en inglés), que consta de 7 preguntas para un observador externo y 8 preguntas para el propio trabajador, y evalúa espalda, hombro/brazo, muñeca/mano y cuello. La medición del resultado (TME relacionados con el trabajo) se realizó a través del Nordic Musculoskeletal Questionnaire-Extended (NMQ-E), haciendo el proceso de traducción al idioma local (24).

En Italia en el 2020 se llevó a cabo un estudio basado en INSula, una encuesta representativa de la salud y seguridad en el trabajo, la cual incluyó 8000 trabajadores entre los 16 a 64 años. El objetivo de este estudio fue establecer la prevalencia de TME relacionados con el trabajo en los trabajadores italianos, explorar posibles correlaciones con variables sociodemográficas o relacionadas con el trabajo (psicosociales y ergonómicos), y determinar si existía un subreporte de los TME relacionados con el trabajo comparando los trabajadores que estaban bajo seguimiento y vigilancia por riesgo ergonómico con aquellos que creían que debían estarlo, pero no lo estaban. La medición de los factores de riesgo de carga física y psicosociales los llevaron a cabo a través de cuestionarios de autoría propia basados en una revisión de la literatura, los cuales no presentan en el artículo de forma detallada, pero informan que se tuvieron en cuenta 3 áreas anatómicas del sistema osteomuscular: Espalda, miembros inferiores (cadera, pierna, rodillas, pies, etc.) y hombros, cuello y/o extremidades superiores, y las preguntas se referían a un período de tiempo de los últimos 12 meses, con respuestas dicotómicas, que incluían la posibilidad de “desconocido”. Para la medición del riesgo se enfocaron en dos líneas grandes: el riesgo percibido por el trabajador y el riesgo detectado. El riesgo percibido se midió mediante preguntas con una escala numérica, a las que el trabajador debía responder, y el riesgo detectado se redujo a una sola pregunta sobre si el trabajador estaba incluido o no en algún programa de vigilancia por exposición

a riesgo. Entre las características de la muestra, el promedio de edad fue de 43 años, con un 53,9% de hombres y solo un 25% con educación universitaria. Los resultados de este trabajo arrojaron que los factores sociodemográficos incluidos estaban asociados con la presencia de TME relacionados con el trabajo: mayor de 55 años (OR 1,32 IC95% 1,13-1,55), ser mujer (OR 1,45 IC95% 1,31-1,61), nivel educativo superior a la primaria (OR 0,78 IC95% 0,68-0,88), y el IMC superior a 24,9 (OR 1,25 IC95% 1,12-1,39). La probabilidad de presentar lumbalgia, dolor a nivel de hombros y cuello aumenta con la edad y es máximo en el rango de edad de los 55 a los 64 años (OR: 1.95; 95%CI: 1.64–2.32), las mujeres fueron más propensas a reportar TME relacionados con el trabajo lo cual fue particularmente evidente para los hombros, cuello y extremidades superiores (OR: 2.00, 95%CI: 1.80–2.22). Respecto a factores ocupacionales, el dolor de extremidades inferiores se asoció con el puesto laboral (operarios), la cantidad de horas de trabajo semanales (más de 40 h semanales) y el tipo de industria (manufacturera). Finalmente, los factores psicosociales asociados fueron: altos niveles de estrés laboral (siendo mayor el riesgo en aquellos que reportaron mucho estrés OR 2,03 IC95% 1,75-2,36), ansiedad (OR 1,50 IC95% 1,31-1,73), insomnio (OR 1,78 IC95% 1,59-2), y recibir entrenamiento en seguridad y salud en el trabajo se asoció con una oportunidad menor de TME relacionados con el trabajo (OR 0,84 IC95% 0,75-0,94) (25).

En Atlanta en el 2014, se llevó a cabo un estudio de cohortes prospectivo cuyo objetivo era determinar la asociación entre factores de riesgo de carga física y TME relacionados con el trabajo de miembro superior en una población de 386 empleados de la empresa manufacturera. La exposición fue medida a través de una evaluación de expertos a cada participante de 10 minutos de duración, en los que analizaron las tareas que realizaban, y el tiempo dedicado a cada tarea durante cada día de trabajo se combinó con las medidas de exposición para construir estimados de exposición promedio ponderada en el tiempo, para cada semana de seguimiento, y semanalmente debían contestar un cuestionario que determinaba la presencia o no de síntomas de TME relacionados con el trabajo. Se hizo uso de grabaciones de 20 minutos por tarea y para determinar la presencia de alteraciones en manos y muñecas se realizó EMG a cada trabajador. Dentro de los resultados de este trabajo se encuentra que los participantes aportaron un total de 12119 persona-semanas de observación, y de los individuos con los que se hizo contacto pero que no aceptaron participar (51,5%), los datos sociodemográficos eran similares. Además, de los 318 participantes, 269 no presentaron TME relacionados con el trabajo, y de esos 97 abandonaron el estudio de manera voluntaria, en 77 se presentaron criterios de exclusión y 111 completaron el seguimiento. Al inicio del estudio la prevalencia general fue del 11,8%, y la incidencia durante el mismo del 19%. Asociaciones estadísticamente significativas pero no ajustadas fueron encontradas entre síntomas de mano/brazo y ser mujer (HR = 1.84, p = .003), comorbilidades (HR = 1.77, p = .02), para antecedente de dolor en mano/brazo (HR = 3.04, p < .001), cantidad de trabajo por horas y segundo empleo manual intenso (HR = 1.05, p = .003), y horas por semana en actividades no laborales intensas a nivel de miembros superiores (HR = 1.04, p = .009), y en cuanto a factores ergonómicos, no se presentó ninguna asociación estadísticamente

significativa, siendo la más cercana el strain index (HR = 1.93, 95% CI = [0.85, 4.40]). Respecto a los modelos ajustados, la asociación entre la escala de movimientos repetitivos en manos y trastornos en manos y hombro fue elevada, pero no estadísticamente significativa (HR = 1.18, 95% CI = [0.89, 1.55]), el resto de valores ajustados tampoco fueron significativos. Respecto a cuello y hombro, se presentó asociación estadísticamente significativa entre síntomas y ser mujer (HR = 2.32, $p < .001$), y antecedente de dolor en esta zona (HR = 2.07, $p = .02$). Respecto a factores físicos, solo se presentó asociación estadísticamente significativa con el porcentaje de tiempo de elevación del hombro mayor de 90 grados (HR 1.07 IC95% [1.02, 1.14]). Los autores reportan algunas limitaciones importantes del estudio, entre ellas que los trabajadores más susceptibles a síntomas musculoesqueléticos podrían haber dejado el empleo precisamente por esa razón, por lo que no estaban disponibles para participar, quedando solo los menos susceptibles. También que una proporción importante de participantes no completaron el seguimiento, y que este se realizó durante máximo 174 semanas, por lo que sí se presentó algún desenlace adicional, se desconoce (27).

Norte da Silva et al, en 2017 realizan un estudio transversal, en el que participaron 267 trabajadores, y en el que a través del cuestionario JCQ determinan factores de riesgo tanto físicos (a través del ítem “demanda física”) como psicosociales, y complementan con algunos ítems del apartado “Esfuerzo” del cuestionario ERI (Effort-Reward Imbalance Questionnaire) para los factores de riesgo ergonómicos; y el desenlace (TME relacionados con el trabajo) fue medido a través del Nordic Musculoskeletal Questionnaire. De los participantes, encontraron que los hombres estaban concentrados en el rango de 21 a 30 años de edad, y las mujeres en el rango de 31 a 40 años. Respecto al IMC también presentaron diferencias entre género, con 4,2% de hombres y 18,8% de mujeres en las categorías de obesidad grado 1, 2 o 3. Observaron que algunos factores psicosociales como el estrés contribuye de forma significativa a los TME relacionados con el trabajo en hombres, aumentando el riesgo de síntomas a nivel de rodilla (OR=3.07; $p\text{-value}=0.036$). En mujeres, el factor insatisfacción laboral contribuye en primera medida y aumenta la probabilidad de síntomas de codo (OR=4.83; $p\text{-value}=0.007$). Concluyeron finalmente que un número mayor de factores psicosociales influyen en el desarrollo de TME relacionados con el trabajo en hombres, pero su efecto estadístico es discreto, no reportaron acerca de factores físicos (28).

Un estudio de casos y controles realizado en el 2007 por la Universidad de California en trabajadores de dos hospitales de la región, tenía como objetivo determinar la causalidad entre factores ergonómicos y psicosociales y TME relacionados con el trabajo (29). Definieron como caso aquellos trabajadores que presentaban una lesión musculoesquelética aguda y por trauma acumulativo, que se hubiera definido como secundaria al trabajo por médicos expertos que trabajaran en el mismo centro hospitalario, y los controles se emparejaron por grupo de trabajo, duración del turno o al azar, con una proporción de 3:1. Para obtener la información, todos los trabajadores tuvieron una entrevista telefónica, en donde se consultó por factores sociodemográficos

y el estado de salud general con el cuestionario Physical Component Score (PCS). Para la medición del desenlace (TME relacionados con el trabajo) utilizaron la escala Roland Morris (Síntomas de lumbalgia), 11 ítems de la escala Saskatchewan Health and Back Pain Survey (síntomas cervicales), la escala Quick-DASH (síntomas de miembros superiores) y una versión corta de WOMAC (síntomas de miembros inferiores). La evaluación de riesgos psicosociales la realizaron utilizando el cuestionario JCQ y el cuestionario ERI. Para la revisión de los factores ergonómicos, realizaron observación ergonómica de cada participante por 1 hora, y utilizaron el método REBA (Rapid entire body assessment) con algunos ítems adicionales para sedentarismo extraídos del University of California Computer Checklist, que incluía las mediciones de UBA-UC (Upper Body Assessment—University of California, y LBA-UC (Lower Body Assessment—University of California) (29). Dentro de los resultados de este estudio para ambos centros se realizaron un total de 664 entrevistas y 497 evaluaciones ergonómicas, con una media de edad de 46 años, el 72% de los participantes eran mujeres, y el 40% eran de raza blanca no hispanica; no hubo diferencia significativa entre los casos y controles en cuanto a edad, género, raza, nivel educativo o ingresos anuales. Dado el emparejamiento entre casos y controles, los controles se dividieron en 3 subgrupos: emparejados por turno, por tipo de trabajo y al azar. Se presentaron diferencias significativas entre el puntaje promedio de SF-12 de los casos y de los controles ($p < 0,05$) para cada tipo de lesión y para la combinación de todas las lesiones. El puntaje PCS fue significativamente más bajo para los casos, y la efectividad laboral auto reportada fue también significativamente más baja entre los casos ($81 \pm 27\%$ comparado con $92 \pm 14\%$, $P < 0.05$). Los casos con lesiones de espalda baja presentaron la menor efectividad laboral $\pm$ ($72 \pm 33\%$), y el patrón de pérdida de días de trabajo fue mayor en cantidad en los casos que en los controles (3.4 ± 5.6 vs. 0.9 ± 2.7 días). No se presentó relación entre nivel educativo con lesión. Para cuello y extremidades superiores el modelo fue significativo, y aquellos con grados técnicos estaban en mayor riesgo comparados con aquellos con título profesional (OR 2.3; 95%CI, 1.03–4.5), pero el modelo no fue significativo ni para extremidades inferiores ni espalda baja, ni para todas las lesiones combinadas. Tampoco fue significativo para el nivel de ingresos mensual. Para la regresión múltiple se tuvieron en cuenta dos modelos: El primero, Incluía el tipo de ocupación como un factor de riesgo y excluía los controles apareados por tipo de ocupación, y el segundo, incluyó el nivel educativo y de ingresos como factor de riesgo y no excluyó los controles apareados por tipo de ocupación. De estos dos modelos el primero fue significativo para cuello y extremidades superiores, espalda y miembros inferiores y todas las lesiones conjuntas. El modelo 2 presenta menor poder predictivo en lo relacionado con el cuestionario ERI para las variables dependientes analizadas, pero aquí la carga medida a través de LBA-UC fue un factor de riesgo significativo (OR 1.5; 95%CI, 1.2– 2.0) (29).

En otra revisión sistemática realizada por da Costa y Viera en 2010 en la que buscaban definir los factores de riesgo de carga física para los TME relacionados con el trabajo, se incluyeron 63 estudios de tipo casos y controles o cohortes, publicados en inglés, después del 1997, y cuya medida de asociación resultado fuera mayor o igual a 3 con un intervalo

de confianza que no cruzara el valor nulo, y en los cuales el factor de exposición fuera consistente, entendiendo consistencia como si más de un estudio reportara su asociación con la variable resultado de interés. Dividieron los resultados por zona anatómica obteniendo entonces que para el cuello los factores de riesgo fueron trabajo físico pesado, posturas incómodas y levantamiento de peso frecuente; para la espalda baja: trabajo físico pesado, posturas incómodas y sostenidas tanto estáticas como dinámicas y levantamiento de cargas. En miembros superiores, hombro: trabajo físico pesado y movimientos repetitivos, y codo/muñeca/mano: trabajo físico pesado, movimientos repetitivos, trabajo en computador prolongado y posturas incómodas y sostenidas tanto estáticas como dinámicas. Finalmente, para miembros inferiores: cadera: subir escaleras con frecuencia y levantar y llevar cargas pesadas con frecuencia; y para rodilla: trabajo físico pesado, posiciones arrodillado, de cuclillas o de pie prolongado, escalar con frecuencia y levantamiento de carga pesada con frecuencia. No obstante, resaltan en esta revisión sistemática, que la imposibilidad de realizar un meta-análisis radica en la heterogeneidad de los estudios, dados por las diferentes formas de medición de la exposición y la variable resultado (no existe un Gold standard para el diagnóstico), por lo que proponen que la comunidad internacional adelante una iniciativa para realizar un esfuerzo colaborativo de estandarizar la conducta, evaluación y reporte de los TME relacionados con el trabajo y de sus factores ergonómicos (14).

En un estudio transversal colombiano realizado en 2018, en una población de 235 trabajadores de la industria manufacturera farmacéutica, cuyo objetivo era determinar la prevalencia y los factores asociados a enfermedades musculoesqueléticas, se utilizó el cuestionario ERGOPAR para evaluar tanto la presencia de síntomas musculoesqueléticos como de factores de riesgo de carga física. Dentro de sus resultados, encontraron asociación entre el sexo femenino y síntomas a nivel de cuello, hombros y/o espalda dorsal ($p = 0.004$), piernas ($p = 0.050$) y pies ($p = 0.001$); la edad de los trabajadores tuvo asociación significativa con la presencia de síntomas en las rodillas (40 - 49.9 años 24.1% y ≥ 50 años 23.8%; $p = 0.030$), y no se encontró asociación significativa con el IMC y estado civil. La carga física por posturas como permanecer sentado ($p = 0.001$) y caminar ($p = 0.002$) se asociaron significativamente con la presencia de síntomas en las rodillas; permanecer de pie sin desplazamiento ($p = 0.010$) estuvo asociado con la zona del cuello, hombros y columna dorsolumbar; también subir y bajar escaleras ($p = 0.001$) se asoció con la zona de los pies. En actividades que requieren levantar los brazos para alcanzar o depositar objetos ($p = 0.010$), se encontró una asociación con la presencia de síntomas en las manos y/o muñecas. Respecto a carga física por movimientos repetitivos se evidenció que realizar movimientos de inclinación del cuello/cabeza ($p = 0.034$) estuvo asociado significativamente con la presencia de síntomas a nivel de cuello, hombros y espalda dorsal; y realizar inclinaciones ($p = 0.003$) y rotaciones ($p = 0.029$) de espalda/tronco se asoció significativamente con síntomas a nivel de espalda lumbar y cuello, hombros y espalda dorsal, respectivamente. Finalmente, la carga física por fuerza relacionada con manipulación manual de cargas en acciones como coger y/o dejar cargas ($p = 0.021$), además de hacerlo con las cargas retiradas del cuerpo y por encima de los hombros, y

empujar y/o arrastrar ($p = 0.011$) objetos, herramientas, materiales de entre 5 kg y 15 kg, se encontraron asociadas significativamente con la presencia de síntomas a nivel la espalda lumbar (30).

Con esta revisión de la literatura más reciente, se puede observar que, respecto a factores de riesgo, gran parte de los estudios recientes son de tipo transversal, lo que dificulta la posibilidad de establecer una relación causal entre los factores y los TME relacionados con el trabajo, y que la dificultad de realizar estudios con mejores niveles de evidencia para establecer causalidad, radica en la falta de estandarización de las mediciones de la exposición y la definición del resultado. Adicionalmente, se puede observar que no existe un Gold standard para determinar la variable resultado (TME relacionados con el trabajo), ni tampoco un cuestionario estándar para medir factores de riesgo. A nivel internacional, para la medición de resultado (entendido como síntomas musculoesqueléticos) utilizan cuestionarios como el NMQ, SF-12 y cuestionarios de autoría propia. Para la medición de factores de riesgo de carga física el más frecuentemente utilizado es el JCQ (el cual ya está validado para Colombia, pero es una herramienta de pago) (31), pero la mayor parte de estudios colombianos, utilizan la herramienta ERGOPAR, desarrollada en España, disponible en español, pero no validada en Colombia, puesto que es una herramienta gratuita. Para la medición objetiva de factores de riesgo de carga física, lo más frecuentemente utilizado es el método REBA o RULA (para carga física postural), checklist OCRA (para movimientos repetitivos), método NIOSH para manipulación manual de cargas, y tablas de Snook y Ciriello (para el sobreesfuerzo por halar o empujar), o las mediciones directas a través de EMG u otras técnicas diagnósticas. En ninguno de los estudios consultados, se encontró un diagnóstico de enfermedad laboral similar al realizado en Colombia a través del proceso legal, por lo que una vez más se evidencia la dificultad en la estandarización de definir una enfermedad como de origen laboral.

B. Medición del impacto en ausentismo:

Los TME relacionados con el trabajo generan impacto a nivel económico, productivo e individual. Para Colombia según FASECOLDA, las enfermedades musculoesqueléticas abarcan el 51,9 % de la totalidad de enfermedades laborales (11) y generan la mayor cantidad de días de ausentismo de un trabajador; en promedio, 8 días al año (12). Adicionalmente, este tipo de enfermedades genera una pérdida crónica de la capacidad laboral, lo que conlleva a que el trabajador no pueda desempeñar la labor para la que inicialmente fue contratado, requiriendo restricciones laborales o reubicación en otro puesto de trabajo bajo la misma remuneración (11). Así, para el 2021 el 3,4 % de la totalidad del costo de cada trabajador se asoció al ausentismo laboral, con un sobre costo en la nómina del 0,86 % por las restricciones y reubicaciones médicas (12). De ese porcentaje, el 0,30% obedece a costos directos, por trabajadores con restricciones que no le generaron un valor productivo a la empresa, mientras que el 0,56% restante, corresponde a los costos indirectos por adaptación de los puestos de trabajo de los

trabajadores que tuvieron que ser reubicados (11,12). En 2020 el porcentaje de sobre costo fue del 0.56%, se observa un incremento en los gastos de 62% entre 2020 y 2021 (12). Así, el costo total al año de los trabajadores reubicados asciende para las empresas colombianas aproximadamente a 3 mil millones de pesos (12).

Respecto al impacto individual, en múltiples estudios se ha evidenciado que estos trabajadores presentan afectación en la esfera psicológica, física e incluso de socialización, con una percepción más baja de la calidad de vida en general (10,20) además de un impacto directo sobre la productividad laboral.

En un estudio llevado a cabo en Brasil en el 2009, en el que participaron 527 enfermeras, encontraron que los TME relacionados con el trabajo fueron la principal causa de ausentismo, medido en días de ausencia (325 días anuales), y que además, eran la causa principal de recurrencia en consultas que generaban ausentismo (32).

Una revisión sistemática realizada en el 2021 en la que deseaban mostrar los costos de los TME relacionados con el trabajo, evidenció que el costo mayor es del presentismo, no obstante, el ausentismo puede ser medido de forma más directa, y que la influencia de ser países de bajos, medianos o altos ingresos no cambia esa relación. En este estudio, el ausentismo se midió sólo en términos de días de ausencia laboral (38).

Respecto a las formas de medición del ausentismo, la información es escasa y variable entre regiones y países en general, pero la medida común es en términos de días absolutos de ausencia (19). No obstante, existen otros indicadores que permiten un análisis más amplio del ausentismo, que además son parcialmente estandarizados, por lo que podrían permitir comparaciones de indicadores. Dentro de estos se encuentran el índice de frecuencia, el índice de gravedad y la proporción de ausentes, que se pueden calcular en función del tamaño de la empresa, y permiten un análisis más objetivo del ausentismo (19). Estas son algunas de las mediciones que se utilizarán en este estudio para complementar el cálculo de días absolutos de ausentismo secundarios a TME relacionados con el trabajo.

3. MARCO TEÓRICO

Las enfermedades musculoesqueléticas de origen laboral (TME relacionados con el trabajo), corresponden a un grupo de trastornos dolorosos de los músculos, tendones, discos intervertebrales, cartílagos, articulaciones y nervios, generadas o agravadas por las actividades del trabajo o el ambiente laboral (4, 15, 33). Los movimientos causantes de este tipo de enfermedad, en la vida diaria no son perjudiciales, pero el componente repetitivo y forzado que confiere el que sea una actividad laboral diaria, conduce a que se presenten estas patologías (33). Se debe aclarar que los accidentes laborales no se consideran un TME relacionados con el trabajo (34). Los TME relacionados con el trabajo incluyen además un amplio espectro de patologías en localizaciones variadas, pero se han descrito principalmente en muñecas, codos, hombro y columna lumbosacra. No obstante, para cada localización anatómica existen diversos tipos de diagnósticos (tabla 2), cuya característica principal se la da el carácter laboral (35).

Tipos de enfermedad	Ubicación	CIE-10
1. Tendinopatías	Manguito rotador Epicóndilos laterales Epicóndilos mediales Flexores/extensores de manos y dedos Síndrome de Quervain Tendones patelares y de cuádriceps Tendón de Aquiles	M75.1 - M75.2 M77.1 M77.0 M70.0 - M 70.8 M65.4 M76.5 M76.6
2. Túnel	Mediano (túnel del carpo) Ulnar (canal de Guyon) Ulnar a nivel del codo Radial a nivel del codo (túnel radial) Hombro, supraescapular, serrato anterior, musculocutáneo, nervio circunflejo Síndrome de salida torácica Nervio ciático Dolor lumbar radicular secundario a hernia discal	G56.0 G56.2 G56.2 G56.3 G56.9 G56.9 G57.3 M51.1
3. Higroma	Higroma de codo Higroma de falanges posteriores Higroma de rodilla	M70.2 - M70.3 M70.1 M70.4 - M70.5
4. Síndromes óseos	Artrosis microtraumática: Codo Muñeca Base del pulgar Osteonecrosis por vibración (Kohler y Kienbock)	M19.9 M19.9 M18.3 - M18.9 M92.6 - M93.1
5. Síndromes vasculares	Trastornos angioneuróticos Síndrome hipotenar de Hammar Síndrome compartimental	I73.0 I73.8 T79.6
6. Lesiones de meniscos	Meniscos	M22.9
7. Otros trastornos no específicos	Síndrome cervicobraquial Dolor no específico en extremidades superiores Cervicalgia Dorsalgia Lumbago no específico	M53.1 M70.9 M79.6 M54 M54 M54.5

Tabla 2. Diagnósticos de posible origen laboral por localización anatómica. Tomado de: EU-OSHA (1999).

Estas enfermedades representan el principal diagnóstico de origen laboral a nivel mundial y son por ende, una prioridad en los sistemas de vigilancia epidemiológica laboral de todo el mundo (35). Sin embargo, existe una tendencia a su subreporte, siendo

las condiciones administrativas, el desconocimiento o el temor a represalias por parte de los empleadores, las principales causas de este (35).

Modelo teórico

Teniendo en cuenta entonces que los TME relacionados con el trabajo son de etiología multicausal y no se deben solamente al estresor físico, se han diseñado varios modelos en esta corriente, en los últimos años. El modelo base radica en el propuesto por Robert Karasek en 1979: Job-Demand Control model (Gráfico 1), en el que se tienen en cuenta dos factores grandes: las demandas laborales, que corresponden a estresores en el ambiente laboral, como cortos tiempos de entregas, altos objetivos, interrupciones continuas y presión conflictiva; y el segundo: autonomía, que corresponde a la capacidad de tomar decisiones respecto al trabajo propio (39). A partir de este modelo, se desarrollaron otros, centrados en la multicausalidad, a los que se les han ido agregando diferentes variables.

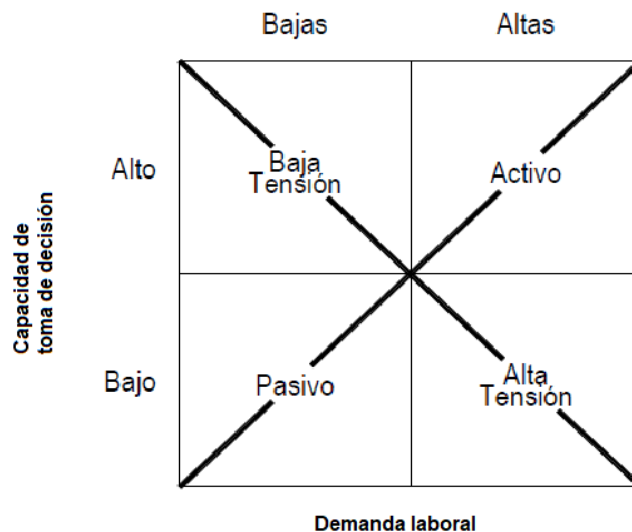


Gráfico 1. Modelo demanda control (JCD por sus siglas en inglés). Adaptado de: Karasek RA, Job Demands, Job decision latitude, and mental strain: Implications for job redesign. 1979.

Para efectos de este trabajo, se usará el modelo descrito por Stock et al en 2013 (Gráfico 2), en el que se examina en detalle el ambiente organizacional (organización del trabajo, organización de la producción, etc.) y la interrelación entre la organización de la producción y la organización del trabajo por un lado, y por el otro entre las restricciones físicas y los factores psicosociales en el trabajo, teniendo en cuenta así todos los tipos de factores de riesgo que se han descrito para los TME relacionados con el trabajo. En este modelo, los factores organizacionales influyen de forma directa las restricciones

físicas y los factores psicosociales; además, las restricciones de tipo organizacional también pueden interactuar con las exposiciones psicosociales e influenciar indirectamente para la aparición de limitaciones físicas como resultado de las demandas laborales dependientes del tiempo o de la cantidad.

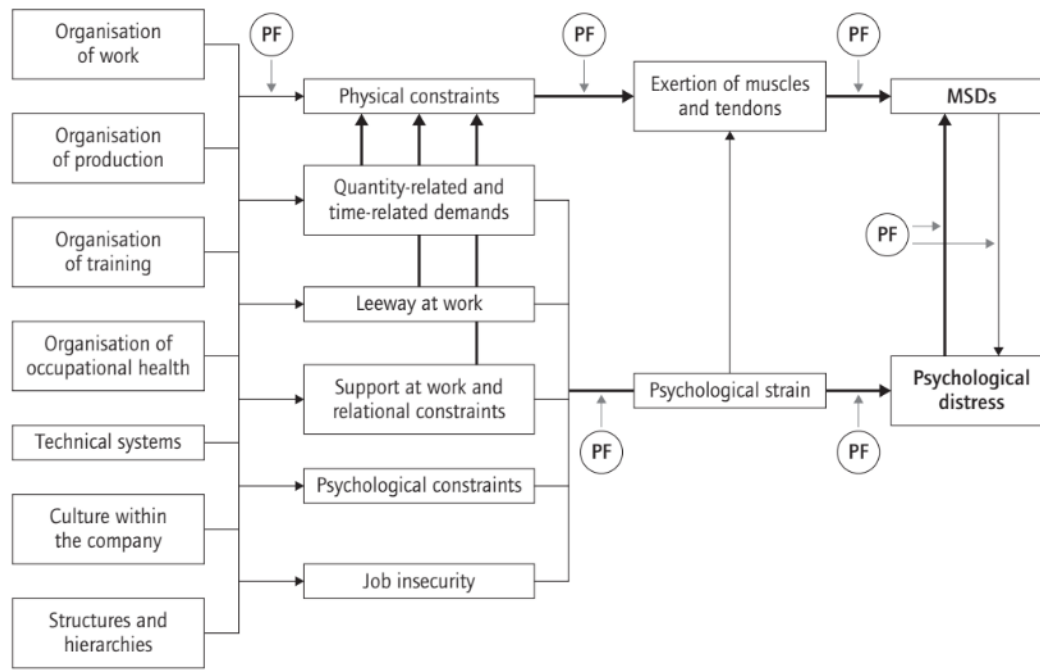


Gráfico 2: Modelo de multicausalidad de TME relacionados con el trabajo. Tomado de: Stock et al. 2013.
PF: personal factors

En este modelo también, la relación entre los TME relacionados con el trabajo y el estrés psicológico es bidireccional, de modo que la presencia de dolor puede generar estrés psicológico y viceversa. Además, incorpora de forma relevante los factores individuales del trabajador que pueden constituirse como factores de susceptibilidad o como recursos para abordar de mejor manera las restricciones físicas o psicológicas (35), lo que lo constituye como un modelo completo que aborda la totalidad de la multicausalidad de este grupo de enfermedades, e interrelaciona todos esos factores (ergonómicos, individuales, organizacionales, psicosociales) de forma integral. Sin embargo, se debe aclarar que aunque para la autora de este proyecto, este es el modelo más completo por las razones anteriormente expuestas, por situaciones logísticas, en este trabajo se tendrán en cuenta solamente los factores ergonómicos e individuales de los trabajadores.

Respecto a otros modelos utilizados para explicar la aparición de TME relacionados con el trabajo, la primera propuesta nace en el 2001, con un modelo propuesto por *National Research Council* (NRC), en el que incluyen por primera vez de forma explícita los factores organizacionales, así como la interrelación entre las dimensiones laborales y personales de cada trabajador, sin embargo, no incluye los factores psicológicos e individuales, por

lo cual no se elige para este trabajo. Hauke et al en 2011, proponen otro modelo en el que le dan especial relevancia a los factores psicológicos individuales y a los factores organizacionales, pero minimizan la presencia de los factores de riesgo de carga física, por lo que tampoco se decide este modelo.

Impacto de los TME relacionados con el trabajo a nivel de ausentismo

Para definir la relación TME relacionados con el trabajo - productividad laboral y ausentismo, se tomará para efectos de este trabajo el modelo propuesto por Escorpizo en el 2008, puesto que incluye las interacciones entre todos los factores que pueden afectar la productividad laboral (individuales, ergonómicos, psicosociales y organizacionales), y sus resultados en términos de ausentismo y presentismo (18). Este modelo tiene 3 propósitos grandes: 1. Determinar los factores que influyen en la productividad laboral y la relación entre estos factores, 2. Describir y evaluar la relación entre la productividad observada y la productividad percibida, y 3. Describir y evaluar la relación entre ausentismo y presentismo (Gráfico 3).

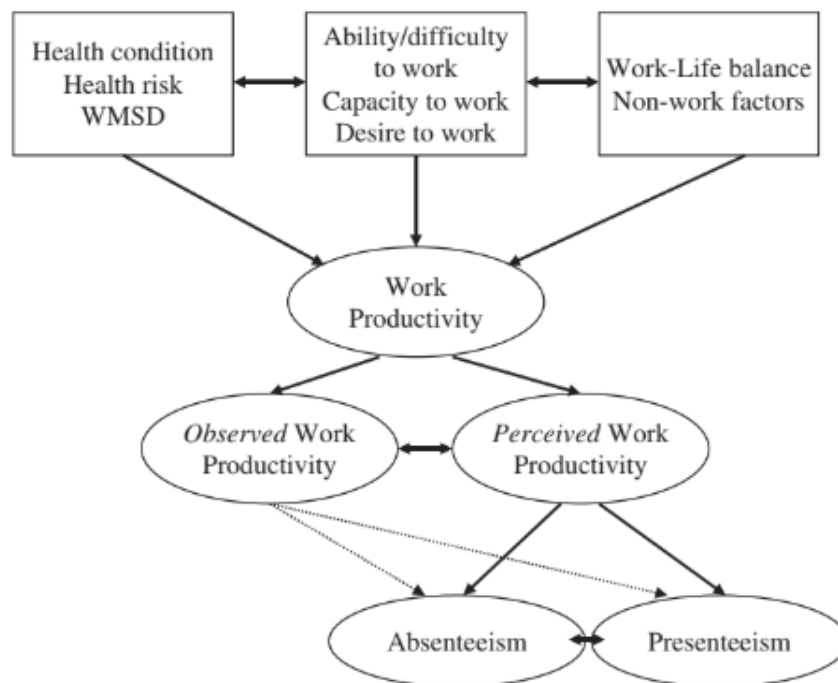


Gráfico 3. Modelo conceptual de productividad laboral en el contexto de TME relacionados con el trabajo. Tomado de: Understanding work productivity and its application to work-related musculoskeletal disorders. Escorpizo R. 2008.

Para el caso de los TME relacionados con el trabajo, corresponden a la casilla superior izquierda, en donde el dolor casi siempre es el protagonista principal, y diversos estudios

han demostrado que un trabajador enfermo es menos productivo, e incluso que el riesgo aumentado de enfermedad también puede impactar sobre la productividad en términos de ausentismo y presentismo (40). Respecto a la casilla de la zona superior central, corresponde a la habilidad, dificultad o deseo de trabajar, los cuales se relacionan con el acto del trabajador durante el horario laboral, o la habilidad de ejecutar las tareas previstas. Esta es importante, porque dicha habilidad puede estar menguada por la presencia de un TME relacionados con el trabajo, de modo que se afecta la productividad laboral. La tercera casilla involucra un equilibrio entre los factores relacionados con la vida en el trabajo, pero también la vida fuera del trabajo, en donde se pueden ver incluidos aspectos físicos, psicosociales, entre otros (18).

Todos estos factores finalmente influyen en la productividad laboral, que puede ser de dos tipos: observada o percibida. La habilidad observable corresponde al número de unidades producidas por día, y la percibida corresponde a la percepción propia del trabajador. Así, este modelo nos permite comprender entonces que el ausentismo hace parte de uno de los resultados directos de la productividad, y que tiene múltiples determinantes, dentro de los cuales, los factores físicos son muy importantes.

Se han descrito otros modelos que buscan explicar esta relación en la literatura. El primero de ellos, propuesto por Westgaard y Winkel en 1996 propone que la exposición interna a factores de riesgo resulta en respuestas psicológicas y fisiológicas, que se traducen en síntomas físicos (TME relacionados con el trabajo). Se trata de un modelo teórico general, que deja por fuera factores organizacionales relevantes. Helander en 1997 propone un modelo enfocado en el ambiente-operador-máquina, y evidencia que los factores relacionados a tareas y procesos tienen interacción con la limitación y capacidad de rendimiento (21). El modelo de O'Donnell (2000) es muy específico en lo relacionado a la salud de los trabajadores y su relación con la productividad, pero los factores de riesgo son abordados de manera muy general (21).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Determinar los factores de riesgo de carga física e individuales asociados a la aparición de TME relacionados con el trabajo, en un grupo de trabajadores de una multinacional manufacturera durante el 2014-2024.

4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar sociodemográficamente la población de trabajadores en el período de tiempo del estudio.
- Establecer posibles factores de riesgo de carga física e individuales para desarrollar una enfermedad musculoesquelética de origen laboral.

5. METODOLOGÍA

5.1 Tipo de estudio

Se realizó un estudio de casos y controles anidado en una cohorte. Este diseño se seleccionó siguiendo los lineamientos de Checkoway et al. (200) (57), quienes lo proponen como el esquema más eficiente en epidemiología ocupacional cuando el desenlace, en este caso, los TME relacionados con el trabajo, es de baja prevalencia y requiere períodos prolongados de exposición debido a su mecanismo fisiopatológico.

Al emplear este diseño sobre una cohorte cerrada de trabajadores, se garantiza que los controles provengan de la misma población en riesgo que originó los casos, minimizando así el riesgo de selección. Si bien un estudio de cohorte pura permitiría una estimación directa de la incidencia, el diseño anidado optimiza los recursos de investigación sin sacrificar la validez interna, permitiendo una reconstrucción precisa de la exposición acumulada y el análisis de variables biológicas en un marco temporal extenso de 11 años.

5.2 Área de estudio

Se trata de una multinacional manufacturera, que cuenta con una cohorte cerrada de trabajadores, aproximadamente 1100 empleados en total, de los cuales aproximadamente 700 son de planta, con labores muy puntuales del tipo de industria: levantar peso, movimientos repetitivos, vibración, arcos extremos de movimiento, e incluso con algunas características adicionales como la alta carga laboral, en mayor intensidad y frecuencia que en otro tipo de industria. Adicionalmente, esta compañía cuenta con niveles de ausentismo elevado y una cantidad considerable de personal restringido y reubicado. Todas estas características convierten a este grupo de trabajadores en una población ideal para evaluar factores de riesgo de los TME relacionados con el trabajo.

5.3 Población y muestra

Se trata de una cohorte cerrada de aproximadamente 700 operarios en planta, la mayoría hombres entre los 20 y 62 años que desempeñan labores propias de este tipo de industria, tales como manejo de envases pesados, empaquetamiento de piezas pequeñas, paletizado, entre otras, con elevada frecuencia e intensidad de dichas labores.

5.3.1 Criterios de inclusión

Para lograr una adecuada comprensión de los criterios de inclusión y la definición de caso y control, se realiza una aclaración acerca de la forma de diagnosticar enfermedades de origen laboral en Colombia.

Según el artículo 4 de la ley 1562 de 2012, una enfermedad laboral se define como “la contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar. El Gobierno Nacional, determinará, en forma periódica, las enfermedades que se consideran como laborales y en los casos en que una enfermedad no figure en la tabla de enfermedades laborales, pero se demuestre la relación de causalidad con los factores de riesgo ocupacional será reconocida como enfermedad laboral, conforme a lo establecido en las normas legales vigentes”. Así, el Decreto 1477 de 2014 expide la Tabla de Enfermedades Laborales, cuyo grupo XII corresponde a las enfermedades del sistema musculoesquelético y tejido conectivo, dentro del cual se encuentran todas las enfermedades del espectro de TME relacionados con el trabajo (36).

Cuando un trabajador se presenta con un diagnóstico musculoesquelético que se encuentre dentro del grupo XII de la tabla de enfermedades laborales y se sospeche su origen laboral, debe acudir en primera instancia a la EPS a la que se encuentra afiliado para que se inicie el proceso de calificación de enfermedad laboral - profesional, por cuanto a la EPS le corresponde hacerlo en concordancia con la Resolución 2569 de 1999. Para poder fundamentar la calificación de enfermedad laboral, la EPS solicitará a la empresa contratante el soporte técnico (análisis de puesto de trabajo, certificación de funciones, etc.). Una vez la EPS haya realizado la calificación de enfermedad laboral, dicho veredicto se envía a la ARL (Administradora de Riesgos Laborales) para su concepto. Posterior a ello la ARL estudia la documentación y si acepta la calificación como enfermedad laboral, procede al reconocimiento y pago de prestaciones asistenciales y económicas (Ley 962 de 2005 – Artículo 52) e ingresa al trabajador al programa de rehabilitación y control (37).

Cuando surge controversia entre la EPS y la ARL, o si el trabajador no está de acuerdo con el veredicto emitido, se debe iniciar el proceso de calificación en segunda instancia en la Junta Regional de Calificación de Invalidez, ente adscrito al Ministerio de Trabajo. Si la controversia sobre la calificación persiste, se inicia el proceso en Tercera Instancia por parte de la Junta Nacional de Calificación de Invalidez, quienes son el ente definitivo y su veredicto no está sujeto a modificaciones (37).

Con esta claridad realizada, y sabiendo que el proceso de calificación tiene un componente de subjetividad considerable, se realizó una búsqueda acerca de otras formas de diagnóstico. No obstante, no se encontraron alternativas que se ajusten a las condiciones de este trabajo, puesto que, en su mayoría, los estudios determinan el desenlace a través de cuestionarios auto administrados y no validados, que consideramos

podrían sesgar aún más la definición de caso. De modo que el criterio de inclusión para ingresar a la cohorte es:

- Trabajador operario con contrato de nómina de la compañía, que al momento del inicio del estudio lleve más de 3 años laborando en esta.

Se definen entonces los casos y controles así:

1. Casos: caso de enfermedad musculoesquelética en trabajador operario con contrato de nómina de la compañía en el período de estudio, cuya calificación de origen laboral sea dictamen en firme por parte del ente territorial correspondiente (EPS, ARL, Junta regional de calificación de invalidez, Junta Nacional de calificación de invalidez), o cuyo diagnóstico se encuentre dentro del período de estudio.
2. Controles: Trabajadores operarios con contrato de nómina que no tengan diagnóstico de enfermedad musculoesquelética de origen laboral, con exposición temporal coincidente con la de los casos.

5.3.2 Criterios de exclusión

- Trabajadores con enfermedades o síntomas musculoesqueléticos en proceso de calificación sin dictamen final.
- Trabajadores con información incompleta en las bases de datos.

5.3.3 Cálculo del tamaño de muestra

Se incluyó la totalidad de los casos de enfermedades musculoesqueléticas identificadas durante el período de estudio. Para este período, se registraron 81 eventos de enfermedad, los cuales corresponden a 52 trabajadores únicos. Es importante destacar que un mismo trabajador puede haber contribuido con múltiples eventos de enfermedad a la cuenta total de casos, lo que será considerado en el análisis. Se seleccionó entonces a través de un muestreo simple sin reemplazo, un total de 2 controles por caso.

5.4 Categorías de análisis o variables

Variable resultado

Nombre de la variable	Definición	Tipo de variable	Posibles valores
Diagnóstico de	Enfermedad	Categorica nominal	Sí - No

WMSD	musculoesquelética de origen laboral ya calificada		
------	--	--	--

Variables individuales

Nombre de la variable	Definición	Tipo de variable	Posibles valores
Género	Sexo biológico	Categórica	Femenino, masculino
Edad	Edad en años cumplidos	Numérica	1,2,3...
Nivel educativo	Máximo nivel de estudios alcanzado	Categórica ordinal	Primaria Bachillerato Técnico Tecnológico Profesional Otra educación superior
IMC	División del peso sobre la estatura al cuadrado	Numérica	24, 25, 26...
Tabaquismo	Consume o no cigarrillo	Categórica nominal	Sí, no
Comorbilidades (SÍ/NO)	Presenta otras enfermedades crónicas	Categórica nominal	Sí, no
Comorbilidades	Código CIE 10 de otras comorbilidades	Categórica nominal	I10X, E119, etc.

Factores de la enfermedad y ausentismo

Nombre de la variable	Definición	Tipo de variable	Posibles valores
Localización anatómica del	Lugar anatómico del diagnóstico	Categórica nominal	Columna cervical, columna

diagnóstico principal			lumbosacra, hombro, codo, muñeca, cadera, rodillas, tobillos
Nombre del diagnóstico principal	Primer diagnóstico calificado como origen laboral como aparece en CIE10	Categórica nominal	Síndrome de manguito rotador, síndrome de túnel carpiano (G560, M771, etc...)
Otros diagnósticos laborales	Presenta otros diagnósticos de origen laboral	Categórica nominal	Sí, No
Nombre de otros diagnósticos laborales	Otros diagnósticos que hayan sido calificados como origen laboral, como aparecen el CIE 10	Categórica nominal	G560, M771, etc...
Año de calificación	Año en el cual se calificó el origen de la enfermedad	Categórica nominal	2000, 2001...
Días acumulados de ausentismo por diagnóstico laboral	Cantidad total de días acumulados por diagnóstico de origen laboral hasta el 2023	Numérica continua	1,2,3... n
Intervención quirúrgica	Patología laboral que requirió intervención quirúrgica	Categórica nominal	Sí, No
Fecha de ingreso a la compañía	Fecha en la que ingresó el trabajador a la compañía.	Numérica continua	DD/MM/AAAA
Fecha de incapacidad por diagnóstico laboral	Fecha de cada incapacidad por diagnóstico laboral	Numérica continua	DD/MM/AAAA
Duración de la incapacidad por diagnóstico laboral	Duración de la cada incapacidad por diagnóstico laboral	Numérica continua	1, 2, 3,... n

Variables ergonómicas (de exposición)

Nombre de la variable	Definición	Tipo de variable	Posibles valores
Posición de riesgo (exposición principal)	Posición de riesgo definida a través de REBA o RULA (para carga física postural), checklist OCRA (para movimientos repetitivos), método NIOSH para manipulación manual de cargas, y tablas de Snook y Ciriello (para el sobreesfuerzo por halar o empujar), previa al diagnóstico de origen laboral.	Categórica nominal	Sí - No
Tipo de exposición de riesgo	Tipo de trabajo de riesgo desempeñado al ingreso a la compañía o al momento de desarrollar síntomas: Movimientos repetitivos: tanto en frecuencia como en velocidad Manipulación manual de cargas Carga física por postura: abducción de hombro, flexión/extensión de codo o muñeca, flexión/extensión del torso	Categórica nominal	Movimientos repetitivos, manipulación manual de cargas, carga física por postura, rangos largos de movimiento.

	Rangos largos de movimiento: empujar muy lejos, empujar muy alto.		
Tiempo en el puesto de trabajo	Tiempo de duración en el puesto de trabajo (para el caso de los casos, tiempo de duración en el puesto de trabajo de riesgo) medido en años, hasta el diagnóstico laboral. Para los controles, tiempo de trabajo en el puesto.	Numérica continua	1, 2, 3 ... n
Reubicado	Trabajador que ha sido reubicado en otra posición diferente para la cual fue inicialmente contratado	Categórica nominal	Sí , No
Restringido	Trabajador que cuenta con restricciones médicas	Categórica nominal	Sí, no

5.5 Recolección de la información

La información fue recolectada por la investigadora principal de este trabajo en un formato de recolección diseñado en Epi-info (Anexo 1), que tuvo fuente secundaria. Esta radicó en las historias clínicas del servicio de salud ocupacional empresarial, teniendo en cuenta las consultas de restricciones médicas y la base de datos del registro de ausentismo, en dónde se encuentra la información acerca de trabajadores con enfermedades de origen laboral. De este último registro se obtuvo además los días de incapacidad para realizar el análisis de ausentismo.

La información se recolectó en una base de datos encriptada, anonimizando a cada participante a través de un código numérico, y no se obtendrán datos que pudieran permitir la identificación de los participantes (nombre, documento de identificación, código). Esta información fue almacenada en un disco duro externo al cual solo tendrá

acceso la investigadora principal. La información será guardada hasta 10 años posterior a la finalización del estudio.

Para la obtención de los controles en relación 1:2 con los casos, se obtuvo de forma retrospectiva la totalidad de trabajadores no enfermos al momento de finalizar la cohorte, que cumplieron con los criterios de inclusión, lo que constituye el marco muestral de los controles, y posterior se realizó un muestreo aleatorio simple para seleccionarlos.

5.6 Plan de análisis por objetivos

Objetivo 1: Las variables sociodemográficas continuas se presentaron en media y desviación estándar si cumple el supuesto de normalidad, el cual se evaluó mediante la prueba de Shapiro Wilk, en caso de rechazar el supuesto se presentan en mediana y rango intercuartílico (RIC). Las variables sociodemográficas cualitativas se presentan en frecuencia absoluta y proporciones.

Objetivo 2: Inicialmente, se evaluó la asociación entre las variables mediante la prueba de chi-cuadrado o, en su defecto, la prueba exacta de Fisher cuando fue necesario. Aquellas variables que presentaron una asociación estadísticamente significativa fueron incluidas en un modelo de respuesta binaria.

La variable “Tiempo de exposición a riesgo” se dicotomizó, con miras a la aplicabilidad práctica de estos resultados en la compañía. Para determinar cuál era el punto de corte idóneo, se realizó una técnica de remuestreo en el análisis de la Curva ROC, que se integró con la simulación del estudio de casos y controles. Este análisis permitió obtener el valor del área bajo la curva y, se identificó el valor de tiempo de exposición que maximizaba simultáneamente la sensibilidad y la especificidad que se consideró como punto de corte óptimo. Este proceso de remuestreo y cálculo se repitió un total de 1000 veces, lo que al final generó una matriz compuesta por 1000 valores de AUC y 1000 puntos de corte óptimos. Finalmente, como criterio de selección del valor más representativo y estable entre todos los simulados, se sacó la mediana de AUC para cada punto de corte obtenido, y se seleccionó el mejor valor de dicha mediana.

6. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Se trata de un estudio analítico tipo casos y controles anidados en una cohorte, en el que se obtendrá información de forma retrospectiva a partir de los registros de la historia clínica del servicio de salud ocupacional, y en cual no se tuvo contacto ni se realizó intervención sobre los sujetos de estudio.

Se condujo bajo el amparo de diversas normas internacionales: la declaración de Helsinki, principalmente su artículo 24 acerca de privacidad y confidencialidad, la pauta 12 del consejo de organizaciones internacionales de las ciencias médicas 2016 (CIOMS), que trata sobre la recolección, almacenamiento y uso de datos en una investigación relacionada con salud, y la pauta 25, mediante la cual, la investigadora principal a pesar de laborar en la compañía de donde se obtendrá la información, se declara sin conflicto de interés, dado que la presente investigación es puramente académica y no representa retribución alguna.

Respecto a la normatividad y legislación colombiana vigente, se rige en el marco de la resolución 8430 de 1993, que a través de su artículo 11 clasifica esta investigación como investigación de riesgo mínimo. Esto dado que aunque se trata de uso de datos secundarios, el riesgo principal radica en la pérdida de la confidencialidad de la información, el cual se minimizará haciendo uso de una base de datos anonimizada, la cual se almacenará en físico en un disco duro, al que solo tendrá acceso el investigador principal, y se extraerán de ella los datos sensibles, que pudieran permitir la identificación del participante, y a cada uno se le asignará un código alfanumérico consecutivo, manteniendo así la anonimidad y la confidencialidad de los datos obtenidos a partir de la historia clínica. Al ser la información obtenida de las historias clínicas y no realizarse intervenciones directamente con los pacientes, no se requiere el diligenciamiento de consentimiento informado.

El protocolo de investigación se sometió para evaluación y aprobación por los comités de ética de la Universidad del Valle y en la compañía manufacturera donde se realizó.

El equipo investigador declara no tener conflicto de interés.

7. RESULTADOS

7.1 Objetivo específico 1. Análisis exploratorio: descripción de la población de estudio

A partir del análisis exploratorio descriptivo de la información, no se evidenciaron datos ausentes o con errores de codificación. Para las variables cuantitativas, se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, la cual indicó una distribución no normal, por lo que se presentan con sus medianas y rangos intercuartílicos (Tabla 1). Sin embargo, en ningún caso se transformaron estas variables con miras a facilitar la interpretación de los coeficientes correspondientes en los modelos de regresión. Para las variables relacionadas con ausentismo asociado con TME relacionados con el trabajo, los registros solo se obtuvieron en los 52 casos. Estas variables también presentan una distribución no normal, por lo que se presentan, de la misma manera, las medianas con sus rangos intercuartílicos en la Tabla 3.

Las variables cualitativas y aquellas variables cuantitativas que fueron agrupadas en categorías de acuerdo con la literatura son presentadas con sus respectivas frecuencias y porcentajes (Tabla 3). Además, se presenta el valor p, obtenido mediante la prueba exacta de Fisher para aquellas variables que tenían una frecuencia esperada menor o igual a 5 en, por lo menos, una de las casillas de la tabla de contingencia, para las demás se obtuvo por medio de la prueba de chi cuadrado.

Los datos recolectados constituyen la cohorte de trabajadores que hacía parte de la compañía entre el 2014 y el 2024. Dicha cohorte es dinámica, con tiempos de seguimiento variables, y tiempos de exposición acumulativos, no necesariamente cronológicamente continuos en el período de tiempo de duración del estudio. Se incluyeron entonces un total de 780 trabajadores operarios que cumplían los criterios de inclusión, de los cuales 52 presentaron enfermedad musculoesquelética de origen laboral (TME relacionados con el trabajo), y 728 trabajadores constituyeron la muestra para los controles, los cuales fueron simulados en muestras iterativas en relación 1:2 (caso:control). La descripción de las variables relacionadas con los factores sociodemográficos se presenta en la tabla 3.

Variable	Caso n = 52	Control n = 728	Total n = 780	Valor p	
Edad Mediana(RIC)	44 [39.75 - 48.17]	39 [35 - 44]	40 [35 - 45]	0†	
Índice de masa corporal					
Normal	17 (32.69)	247 (33.98)	264 (33.89)	0.79**	
Bajo peso	0	4 (0.55)	4 (0.51)		
Sobrepeso	25 (48.08)	365 (50.21)	390 (50.06)		
Obesidad	10 (19.23)	111 (15.27)	121 (15.53)		
Sexo	n (%)	n (%)	n (%)	0.22**	
Femenino	7 (13.46)	63 (8.65)	70 (8.97)		
Masculino	45 (86.54)	665 (91.35)	710 (91.03)		
Tabaquismo					1**
No	50 (96.15)	701 (96.29)	751 (96.28)		
Si	2 (3.85)	27 (3.71)	29 (3.72)		
Estado civil					0.58*
Con pareja	36 (69.23)	536 (73.73)	572 (73.43)		
Sin pareja	16 (30.77)	191 (26.27)	207 (26.57)		
Comorbilidades					
Hipertensión arterial	13 (25)	135 (18.57)	148 (19)	0	
Diabetes Mellitus	5 (9.62)	16 (2.2)	21 (2.7)		
Ambas	5 (9.62)	24 (3.3)	29 (3.72)		
Ninguna	29 (55.77)	552 (75.93)	581 (74.58)		
Nivel Educativo					0.01*
Básica/Media	25 (48.08)	225 (30.91)	250 (32.05)		
Técnico	10 (19.23)	141 (19.37)	151 (19.36)		
Tecnológico	2 (3.85)	176 (24.18)	178 (22.82)		
Superior	3 (5.77)	47 (6.46)	50 (6.41)		
Sin información	12 (23.08)	139 (19.09)	151 (19.36)		
Años de seguimiento en la muestra					0.65†
Mediana (RIC)	11 [9 - 11]	11 [8 - 11]	11 [8 - 11]		
Distribución de Años de seguimiento en la muestra					0.06**
1	5 (9.62)	26 (3.57)	31 (3.97)		
2	0 (0)	29 (3.98)	29 (3.72)		
3	3 (5.77)	20 (2.75)	23 (2.95)		
4	2 (3.85)	56 (7.69)	58 (7.44)		
5	0 (0)	15 (2.06)	15 (1.92)		
6	0 (0)	4 (0.55)	4 (0.51)		
7	0 (0)	6 (0.82)	6 (0.77)		
8	2 (3.85)	50 (6.87)	52 (6.67)		
9	5 (9.62)	24 (3.3)	29 (3.72)		
10	2 (3.85)	79 (10.85)	81 (10.38)		
11	33 (63.46)	419 (57.55)	452 (57.95)		

* Chi 2 **Exacta de fisher †UMann-Whitney

Tabla 3. Factores sociodemográficos de la cohorte

La mediana de edad de los casos fue de 44 años (RIC 39.7 - 48.1), y de los controles 39 años (RIC 35 - 44). Al aplicar la prueba U de Mann-Whitney se obtuvo un valor p menor a 0.05, de modo que se rechazó la hipótesis nula y se puede afirmar que la mediana de la edad, en los dos grupos de comparación es significativamente diferente. Respecto al IMC, se observó en valores normales en el 32.69% de los casos y el 33.98% de los controles, sobrepeso en el 48.08% de los casos y el 50.21% de los controles, y obesidad en el 19.23% y 15.27% respectivamente. Llama la atención que no hubo trabajadores con bajo peso en el grupo de casos, y 4 en el grupo de controles. Esta característica no presentó diferencia significativa entre ambos grupos.

Aproximadamente el 87% de los casos son hombres, y para los controles, este porcentaje es del 91%. Para ambos grupos, el 96% no son ni han sido fumadores. Respecto al estado civil, este se dicotomizó en “con pareja” o “sin pareja” al iniciar la cohorte, siendo así que el 69.2% de los trabajadores enfermos y el 73,7% de los trabajadores sanos tenían pareja. De estas características, no hubo diferencia significativa entre grupos. Por otra parte, el nivel máximo de escolaridad alcanzado en los casos en ambos grupos, también medido al iniciar la cohorte es básica secundaria (48.08% en los casos y 30.9% en los controles), seguido de técnico para los casos (19,23%) y tecnólogo para los controles (24.18%). De acuerdo con la prueba estadística correspondiente estas poblaciones son significativamente diferentes en términos de escolaridad.

En relación con las comorbilidades evaluadas, para el grupo de casos el 34% eran hipertensos, y el 19,2% eran diabéticos. Para los controles, estas cifras fueron significativamente más bajas, con el 21.8% hipertensos y el 5.5% diabéticos, siendo diferentes para el diagnóstico de Diabetes Mellitus. Respecto a los años de seguimiento que aportó cada individuo, el 63.4% de los casos fue seguido durante la totalidad del estudio (11 años), y en los controles este mismo período de seguimiento se completó en el 57.5%, con una mediana general de seguimiento de 11 años para ambos grupos. En el detalle del número de años de seguimiento de cada individuo, se observa que en los casos el 63.4% de los trabajadores y el 57.7% de los controles fueron seguidos por los 11 años del estudio, sin presentar diferencia significativa entre poblaciones.

Para la descripción de la variable dependiente (TME relacionados con el trabajo), de los 52 trabajadores con diagnóstico de enfermedad musculoesquelética de origen laboral, el 67% presentó solo un diagnóstico de este tipo durante el período de estudio, con un solo trabajador que presenta simultáneamente 5 patologías laborales que cumplen con los criterios de caso. Al realizar la sumatoria de cantidad de diagnósticos de tipo enfermedad musculoesquelética de origen laboral en este grupo, se encuentran un total de 83 diagnósticos, representados en esos 52 trabajadores, de modo que hay dos categorías de análisis: el trabajador (que es el que se define como caso), y el diagnóstico de la enfermedad. No obstante, los análisis de riesgo, se realizaron con el trabajador como unidad de análisis (n=52). La descripción de las variables relacionadas con la enfermedad musculoesquelética de origen laboral se encuentra en la tabla 3a.

Variable	Total n (%)
Número de enfermedades laborales totales	n = 83
Número de enfermedades laborales por trabajador (casos)	n = 52
1	35 (67.31)
2	9 (17.31)
3	5 (9.62)
4	2 (3.85)
5	1 (1.92)
Localización anatómica del diagnóstico	83 (100)
Brazo	1 (1.2)
Codo	24 (28.92)
Columna cervical	2 (2.41)
Columna lumbosacra	5 (6.02)
Hombro	26 (31.33)
Mano	3 (3.61)
Muñeca	22 (26.51)
CIE10 del diagnóstico principal	83 (100)
G560 (Síndrome del tunel carpiano)	20 (24.1)
G652 (Lesión del nervio cubital)	1 (1.2)
M518 (Otros trastornos especificados de los discos intervertebrales)	1 (1.2)
M531 (Síndrome cervicobraquial)	1 (1.2)
M542 (Cervicalgia)	1 (1.2)
M545 (Lumbago)	4 (4.82)
M653 (Dedo en gatillo)	2 (2.41)
M654 (Tenosinovitis de quervain)	3 (3.61)
M751 (Síndrome del manguito rotador)	26 (31.33)
M752 (Tendinitis del bíceps)	1 (1.2)
M770 (Epicondilitis media)	11 (13.25)
M771 (Epicondilitis lateral)	12 (14.46)
Intervención quirúrgica por enfermedad laboral	83 (100)
No	71 (85.54)
Sí	12 (14.46)
Número de años desde diagnóstico en la EPS hasta calificación de origen	83 (100)
0	10 (12.05)
1	30 (36.14)
2	19 (22.89)
3	8 (9.64)
4	3 (3.61)
5	3 (3.61)
6	3 (3.61)
7	2 (2.41)
8	2 (2.41)
9	3 (3.61)

Número de <i>trabajadores</i> restringidos por una enfermedad laboral	52 (100)
No	13 (25)
Sí	39 (75)
Número de <i>trabajadores</i> reubicados por una enfermedad laboral	52 (100)
No	25 (48.08)
Sí	27 (51.92)

Tabla 3a. Variables relacionadas con el desenlace (TME relacionados con el trabajo)

De estas enfermedades el 31.3% fueron diagnosticadas a nivel de hombro, 28.9% en codo y 26.5% en muñeca. Las localizaciones anatómicas restantes fueron brazo (1.2%), columna cervical (2.4%), columna lumbosacra (6.0%) y mano (3.6%). Así, el diagnóstico más incidente fue el Síndrome de Manguito Rotador (SMR), seguido de las epicondilitis (media y lateral), y el Síndrome del Túnel del Carpo (STC). El 85.5% de las enfermedades fueron tratadas de manera conservadora. Respecto al tiempo de diagnóstico y calificación de origen, el 12.05% fueron diagnosticadas y calificadas en el mismo año, el 36.1% presentó diferencia de un año entre el diagnóstico y la calificación, el 22.8% tuvo diferencia de 2 años, y en el 28.9% de las enfermedades dicha diferencia fue de 3 años o más. El impacto laboral de las patologías en los trabajadores se midió en términos de restricciones y reubicaciones, con el 75% de los trabajadores caso que requirieron restricciones médico-laborales y aproximadamente la mitad tuvieron que ser reubicados en otro puesto de trabajo (51.9%).

En cuanto a la exposición de riesgo, el 13.4% de los casos y el 33.5% de los controles no tuvieron exposición de riesgo, y el 13.46% de los casos estuvo expuesto por la totalidad del tiempo de seguimiento, al igual que el 3.8% de los controles. Adicionalmente, el 40.38% de los casos y el 31.19% de los controles estuvo expuesto por 12 años o más (por fuera del período de estudio), significativamente diferente en ambos grupos. En la medida resumen, la mediana de años en una posición ergonómica de riesgo en los casos fue de 9 años, y en los controles, de 5 años. La diferencia en términos de exposición de riesgo entre casos y controles fue estadísticamente significativa. En el 71,1% de los casos nunca hubo cambio de categorización de riesgo, es decir, que se cambiara un trabajador de puesto de trabajo con presencia o ausencia de riesgo a otro puesto de trabajo de riesgo distinto (presencia o ausencia), significativamente diferente a los controles en los que el 88,4% no presentó cambio. Para los casos, dicho cambio se presentó 1 vez durante el período de estudio, mientras que para los controles se presentó entre 1 y 3 veces, siendo lo más frecuente 1 solo cambio de puesto de trabajo que implicó cambio de riesgo (8,1%), lo cual también presentó diferencia significativa entre ambos grupos. Adicionalmente, cuando se evalúa la proporción del tiempo de seguimiento en la que cada trabajador estuvo expuesto a riesgo ergonómico, se evidencia que el 59.6% de los trabajadores caso estuvo

a riesgo entre el 90 y 100% del tiempo de seguimiento, al igual que el 53.7% de los controles. Se construye además la nueva variable “Riesgo preexistente al tiempo de seguimiento”, para caracterizar mejor la exposición que presentó el trabajador antes de iniciar la cohorte. En esta, se puede observar que de los 52 trabajadores caso, el 75% ya tenían un riesgo antes del seguimiento, al igual que el 32.3% de los controles, con diferencia estadísticamente significativa entre grupos. Para los controles, no se pudo obtener información acerca del número exacto de años previos de riesgo, pero para los casos sí. Todo lo anterior se consigna en la tabla 3b.

Variable	Caso n = 52	Control n =728	Total n = 780	Valor P
Años de exposición a riesgo				0**
0	7 (13.46)	244 (33.52)	251 (32.18)	
1	0 (0)	15 (2.06)	15 (1.92)	
2	2 (3.85)	26 (3.57)	28 (3.59)	
3	2 (3.85)	21 (2.88)	23 (2.95)	
4	2 (3.85)	13 (1.79)	15 (1.92)	
5	2 (3.85)	25 (3.43)	27 (3.46)	
6	2 (3.85)	33 (4.53)	35 (4.49)	
7	0 (0)	8 (1.1)	8 (1.03)	
8	5 (9.62)	18 (2.47)	23 (2.95)	
9	1 (1.92)	12 (1.65)	13 (1.67)	
10	1 (1.92)	58 (7.97)	59 (7.56)	
11	7 (13.46)	28 (3.85)	35 (4.49)	
≥12	21 (40.38)	227 (31.19)	248 (31.8)	
Número de años en posición ergonómica de riesgo Mediana(RIC)	9 [2.75 - 11]	5 [0 - 11]	5 [0 - 11]	0.02
Cambio de riesgo ergonómico				0*
No	37 (71.15)	644 (88.46)	681 (87.31)	
Sí	15 (28.85)	84 (11.54)	99 (12.69)	
Total cambios de riesgo ergonómico				0**
0	37 (71.15)	644 (88.46)	681 (87.31)	
1	15 (28.85)	59 (8.1)	74 (9.49)	
2	0 (0)	22 (3.02)	22 (2.82)	
3	0 (0)	3 (0.41)	3 (0.38)	
Proporción tiempo de seguimiento a riesgo				0**
0	7 (13.46)	244 (33.52)	251 (32.18)	
(0,10]	0 (0)	9 (1.24)	9 (1.15)	
(10,20]	0 (0)	11 (1.51)	11 (1.41)	
(20,30]	0 (0)	6 (0.82)	6 (0.77)	
(30,40]	2 (3.85)	10 (1.37)	12 (1.54)	
(40,50]	0 (0)	6 (0.82)	6 (0.77)	
(50,60]	1 (1.92)	3 (0.41)	4 (0.51)	

(60,70]	3 (5.77)	18 (2.47)	21 (2.69)
(70,80]	3 (5.77)	15 (2.06)	18 (2.31)
(80,90]	5 (9.62)	18 (2.47)	23 (2.95)
(90,100]	31 (59.62)	388 (53.3)	419 (53.72)
Riesgo preexistente al seguimiento			0**
<i>Sí</i>	39 (75)	235 (32.32)	274 (35.25)
<i>No</i>	13 (25)	492 (67.68)	505 (64.74)

*Chi2 **Exacta de fisher

Tabla 3b. Variables relacionadas con la exposición de riesgo

Para el total de *enfermedades* que se presentaron en los casos, aproximadamente el 82% de los diagnósticos presentaron exposición de riesgo. El 57.35% de la exposición fue a movimientos repetitivos, seguido por cargas por postura (36.7%) y levantamiento de cargas (4.4%). En los trabajadores del grupo control, no fue posible establecer el tipo de riesgo, solo la presencia o ausencia de este (véase tabla 1a). Respecto al tiempo de exposición, teniendo como unidad de análisis el diagnóstico de enfermedad, la mediana de tiempo en el puesto de trabajo de riesgo ergonómico fue de 12 años (RIC 8-15). Para el riesgo preexistente, se observó que para las enfermedades diagnosticadas en las que se evidenció riesgo ergonómico (n=68), el 89.71% de ellas ya tenían riesgo identificado previo al inicio de la cohorte, con una mediana de 6 años de preexposición. El 37.7% tenían entre 1 y 5 años, el 34.43% tenían entre 6 y 10 años de preexposición, el 19.67% entre 11 y 15 años de preexposición y el 8.2% 16 o más años de preexposición. La descripción de las variables relacionadas con la exposición al riesgo de acuerdo con cada uno de los diagnósticos (unidad de análisis: diagnóstico) se encuentra en la tabla 4.

Variable	Total n (%)
Posición de riesgo en algún momento del seguimiento (exposición principal)	83 (100)
No	15 (18.07)
Sí	68 (81.93)
Tipo de exposición de riesgo	68 (100)
Carga por postura	25 (36.76)
Cargas	3 (4.41)
Mov repetitivos	39 (57.35)
Vibración	1 (1.47)
Tiempo en el puesto de trabajo a riesgo (años cumplidos)	68 (81.93)
Mediana(RIC)	12 [8 - 15]
Presencia de riesgo preexistente al tiempo de seguimiento	68 (81.93)
No	7 (10.29)
Sí	61 (89.71)
Mediana de tiempo de riesgo preexistente al tiempo de seguimiento	61 (89.71)
Mediana(RIC)	6 (4 - 11)
Número de años de riesgo preexistente al tiempo de seguimiento	61 (89.71)
1-5	23 (37.70)
6-10	21 (34.43)
11-15	12 (19.67)
Más de 15	5 (8.20)

Tabla 4. Variables relacionadas con la exposición (Unidad de análisis: diagnóstico)

Para analizar el ausentismo, se obtuvo información sobre las incapacidades presentadas por los casos, relacionadas con su diagnóstico musculoesquelético de origen laboral, y se evaluaron dos aspectos diferentes: el número de incapacidades y el número de días de la duración de la incapacidad. De los 52 trabajadores que son casos, el 13.4% no presentaron incapacidad relacionada durante el período de estudio. En los 45 que sí presentaron incapacidad, la mediana del número de episodios de incapacidad fue de 4, con un rango de entre 1 y 9 episodios, y una mediana de días de duración de la incapacidad de 3 días (RIC 2-5). El 55.7% (n=29) presentaron una mediana de número de días de incapacidad entre 1 y 3 días, el 13.46% (n=7) una mediana de entre 3 y 7 días, el 9.6% entre 7 y 15 días, y el 5.7% presentaron una mediana de más de 15 días de duración de la incapacidad. Respecto al número de episodios de incapacidad el 32.69% presentaron entre 1 y 3 incapacidades, el 21.15% entre 3 y 7 incapacidades, el 23.97% entre 7 y 15 incapacidades y el 7.69% más de 15 incapacidades durante el período de estudio. Cuando se evalúa el ausentismo ocurrido antes de la calificación de origen, se obtiene que 36 trabajadores presentaron incapacidad, con una mediana del número de días de duración de la incapacidad de 2.75 (RIC 2-5) días, y mediana de episodios de

incapacidades de 5 (RIC 2-9). Posterior a la calificación de origen, un total de 9 trabajadores presentaron incapacidad, con una mediana de duración en días de 2.5 (RIC 2-8) y una mediana de número de episodios de 3 (RIC 2-5). La descripción de las variables relacionadas con el ausentismo de los casos se encuentra en la tabla 5. Cuando se comparan estos valores, se observa que para los momentos antes y después de la calificación, el número de episodios y el número de días de duración son distintos entre ellos, pero sin diferencia estadísticamente significativa. Lo anterior se puede observar en la tabla 6.

Variable	Total n (%)
Número de trabajadores ausentes en algún momento por enfermedad laboral en el período de seguimiento	n = 52
No	7 (13.4)
Si	45 (86.5)
Número de episodios de ausentismo por enfermedad laboral	n = 45
Mediana(RIC)	4 [1 - 9]
Número de días de duración del ausentismo por enfermedad laboral	n = 45
Mediana(RIC)	3 [2 - 5]
Mediana de días de duración del ausentismo por enfermedad laboral	n = 52
0	8 (15.38)
1 - 3	29 (55.77)
4 - 7	7 (13.46)
8 - 15	5 (9.62)
> 15	3 (5.77)
Mediana de episodios de ausentismos por enfermedad laboral	n = 52
0	8 (15.38)
1 - 3	17 (32.69)
4 - 7	11 (21.15)
8 - 15	12 (23.07)
> 15	4 (7.69)
Mediana de número de días de duración de la incapacidad antes de la calificación de origen	n = 36
Mediana(RIC)	2.75 [2 - 5]
Mediana de número de episodios de incapacidad antes de la calificación de origen	n = 36
Mediana(RIC)	5 [2 - 9]
Mediana de número de días de duración de la incapacidad después de la calificación de origen	n = 9
Mediana(RIC)	2.5 [2 - 8]
Mediana de número de episodios de incapacidad después de la calificación de origen	n = 9
Mediana(RIC)	3 [2 - 5]

Tabla 5. Variables relacionadas con el ausentismo laboral en los casos

	Antes de la calificación de origen	Después de la calificación de origen	Valor p
Mediana de número de días de duración de la incapacidad	2.75 [2 - 5]	2.5 [2 - 8]	0.62*
Mediana de número de episodios de incapacidad	5 [2 - 9]	3 [2 - 5]	0.36*

*Prueba de Wilcoxon

Tabla 6. Medianas de incapacidades antes y después de la calificación de origen

Estos resultados permiten describir una trayectoria general para los casos de enfermedad, que se constituye de la siguiente manera:

Un trabajador caso es seguido por un total de 11 años, está expuesto a una condición ergonómica de riesgo por 9 años, no necesariamente consecutivos, y no cambia su clasificación de riesgo durante el tiempo total de seguimiento (solo el 29% cambió en algún momento su riesgo). Este caso además tiene una exposición a riesgo ergonómico preexistente al tiempo de seguimiento, de 6 años. Posterior a esta exposición, el trabajador es diagnosticado con una enfermedad musculoesquelética probablemente secundaria al trabajo, a la cual, según los datos se le dará un manejo conservador, y a nivel laboral se le generarán restricciones médicas para ejercer su puesto de trabajo. Presenta una mediana de 5 incapacidades desde que lo diagnostican hasta que obtiene una calificación en firme como diagnóstico laboral, con una mediana de días de duración de cada incapacidad, y dicha calificación se toma desde su diagnóstico 2 años o menos. Tras la calificación, presenta una mediana de episodios de incapacidades de 3, y una mediana de duración de cada incapacidad de 2.5 días.

Objetivo específico 2: Factores asociados

7.2 Definición de la variable de exposición principal

Para establecer un umbral de tiempo de exposición que permitiera la dicotomización de la variable principal de riesgo, se implementó una técnica de remuestreo en el análisis de la Curva ROC, que se integró con la simulación del estudio de Casos y Controles. El procedimiento inició manteniendo fijos los 52 casos de enfermedad, mientras que los controles se muestrearon aleatoriamente sin reemplazo en una proporción de 1:2. Con cada subconjunto resultante de la base de datos, se aplicó un análisis de la Curva ROC utilizando el Tiempo de Exposición a Riesgo como predictor y el Estatus de TME relacionados con el trabajo como desenlace. Este análisis permitió obtener el valor del Área bajo la Curva y, se identificó el valor de tiempo de exposición que maximizaba

simultáneamente la Sensibilidad y la Especificidad que se consideró como punto de corte óptimo. Este proceso de remuestreo y cálculo se repitió un total de 1000 veces, lo que al final generó una matriz compuesta por 1000 valores de AUC y 1000 puntos de corte óptimos. Finalmente, como criterio de selección del valor más representativo y estable entre todos los simulados, se sacó la mediana de AUC para cada punto de corte obtenido, y se seleccionó el mejor valor de dicha mediana. Los datos resumidos se pueden observar en la tabla 7.

Puntos de corte	Mediana del AUC
1	0.60 (0.60 - 0.60)
2	0.59 (0.58 - 0.61)
3	0.60 (0.59 - 0.62)
4	0.62 (0.60 - 0.62)
5	0.58 (0.58 - 0.59)
6	0.60 (0.59 - 0.62)
9	0.59 (0.58 - 0.61)
10	0.553 (0.550 - 0.553)

Tabla 7. Resumen de mediana de AUC para cada punto de corte

Se obtiene entonces un punto de corte de 4 años. Para el análisis final, este fue el valor utilizado para dicotomizar el tiempo de exposición, y convertirla en la categoría de expuesto o no expuesto. Esto facilita la interpretación práctica de los datos de cara al empleador.

7.3 Análisis bivariado

En la tabla 8 se evalúa la relación entre los factores personales y ergonómicos y la ocurrencia de diagnóstico de enfermedad laboral musculoesquelética

Variable	Caso n = 52	Control n = 728	OR	IC	p
Edad (Mediana)	44 [39.75 - 48.17]	39 [35 - 44]	1.1	1.06 - 1.15	<0.001
Edad (categorías)					
Mayor de 40 años	37 (71.15)	321 (44.15)	3.01	1.68 - 5.65	<0.001
Menor de 40 años	15 (28.85)	406 (55.85)			
Índice de masa corporal (IMC)					
Normal o bajo peso	17 (32.69)	251 (34.13)			
Sobrepeso	25 (48.08)	365 (50.21)	1.01	0.55 - 1.9	0.97
Obesidad	10 (19.23)	111 (15.27)	1.32	0.58 - 2.83	0.49
Sexo	n = 52	n = 728			
Femenino	7 (13.46)	63 (8.65)			
Masculino	45 (86.54)	665 (91.35)	0.62	0.3 - 1.51	0.24
Tabaquismo					
No	50 (96.15)	701 (96.29)			
Si	2 (3.85)	27 (3.71)	1.04	0.17 - 3.33	0.96
Nivel Educativo					
Básica/Media	25 (48.08)	225 (30.91)			
Técnico	10 (19.23)	141 (19.37)	0.65	0.3 - 1.31	0.25
Tecnológico	2 (3.85)	176 (24.18)	0.11	0.02 - 0.36	<0.001
Superior	3 (5.77)	47 (6.46)	0.59	0.14 - 1.67	0.38
Sin información	12 (23.08)	139 (19.09)	0.79	0.38 - 1.54	0.51
Estado Civil					
Con pareja	36 (69.23)	536 (73.73)			
Sin pareja	16 (30.77)	191 (26.27)	1.24	0.67 - 2.19	0.48
Comorbilidades					
Ninguna	29 (55.77)	552 (75.93)			
Diabetes Mellitus	5 (9.62)	16 (2.2)	5.31	1.8 - 12.61	0
Hipertensión Arterial	13 (25)	135 (18.57)	1.8	0.9 - 3.38	0.08
Ambas	5 (9.62)	24 (3.3)	3.7	1.26 - 8.76	0.01
Años de seguimiento en la muestra Mediana(RIC)	11 [9 - 11]	11 [8 - 11]	1.02	0.95 - 1.12	0.55
Tiempo de exposición a riesgo					
Tiempo a riesgo < 4 años	7 (13.46)	258 (35.49)			
Tiempo a riesgo >= 4 años	45 (86.54)	469 (64.51)	1.89	1.06 - 3.55	0.04
Tiempo de exposición a riesgo Mediana (RIC)	9 [2.75 - 11]	5 [0 - 11]	1.07	1.01 - 1.14	0.03
Riesgo ergonómico preexistente					
Sí	39 (75)	235 (32.32)	5.89	3.23 - 11.47	0
No	13 (25)	492 (67.68)			

Tabla 8. Factores ergonómicos e individuales

En cuanto a la edad, se decide dicotomizar la variable de acuerdo con la mediana de edad de la cohorte total, por lo que se presenta en mayores y menores de 40 años, obteniendo que los mayores de 40 años presentan 3 veces la oportunidad de enfermar de TME relacionados con el trabajo respecto a los menores de 40 años, con un valor p significativo. Adicionalmente para la edad, se observa que por cada año adicional, la oportunidad de desarrollar TME relacionados con el trabajo aumenta en un 10%, siendo esta una asociación también estadísticamente significativa, con un valor p inferior al 0.05. Respecto al IMC, dado que el bajo peso se encontró solo en 4 de los 728 controles y en ningún caso, se decidió agrupar con la categoría “normal”, obteniendo así que el sobrepeso aumenta el riesgo en el 1%, mientras que la obesidad, lo aumenta en el 32%. No obstante, los intervalos de confianza pasan por el valor nulo, por lo que no hay significancia estadística. Para el sexo, se encontró que los hombres tienen un 38% menos oportunidad que las mujeres para presentar un TME relacionado con el trabajo, y en esta característica tampoco hay asociación significativa. Así mismo, la oportunidad de desarrollar un TME relacionado con el trabajo siendo fumador activo en algún punto del período de seguimiento es 4% mayor que en aquellos no fumadores, de nuevo, el IC (95%) de esta asociación pasa por el valor nulo. Características de los participantes como el estado civil y el nivel educativo tampoco mostraron asociaciones significativas.

Respecto a las comorbilidades, en los trabajadores con diagnóstico de diabetes mellitus, la oportunidad de desarrollar un TME relacionado con el trabajo es 5.31 veces la oportunidad de aquellos que no presentaba ninguna comorbilidad, con significancia estadística; y para aquellos que tenían diagnóstico simultáneo de hipertensión arterial y diabetes mellitus, la oportunidad fue 3.7 veces, también con significancia estadística. Para los diagnosticados solo con hipertensión arterial, la oportunidad fue 80% mayor que aquellos sin comorbilidad, pero con un intervalo de confianza que pasa por el valor nulo.

Para el número de años de seguimiento no hubo asociación significativa, contrario al tiempo a riesgo, que se analizó como variable dicotomizada de acuerdo con el punto de corte obtenido previamente. Aquellos trabajadores expuestos a riesgo ergonómico durante 4 o más años tuvieron 89% más de oportunidad de desarrollar TME relacionados con el trabajo en comparación con aquellos que estuvieron expuestos menos de 4 años, con una asociación estadísticamente significativa. Esta misma variable de tiempo de exposición, analizada como variable continua, indica que por cada año más de exposición, la oportunidad de desarrollar TME relacionados con el trabajo aumenta en un 7%, también con asociación significativa. La presencia de riesgo preexistente también fue un factor que mostró asociación estadística, de modo que aquellos trabajadores con riesgo tuvieron 5.89 veces la oportunidad de desarrollar TME relacionados con el trabajo, en comparación con aquellos que no.

Evaluación de confusión y modificación del efecto

Se aplicó la prueba de Mantel y Haenzel con el propósito de evaluar confusión y modificación del efecto entre la variable dependiente (TME relacionados con el trabajo), la exposición (Riesgo ergonómico mayor de 4 años), y las variables sexo, edad, IMC y comorbilidades (Hipertensión arterial y Diabetes Mellitus) para confusión, y con la variable riesgo preexistente para modificación del efecto.

Sexo	OR	IC 95%	
Femenino	0,089	0,001	0,79
Masculino	0,63	0,33	1,2
Crudo	0,52	0,28	0,96
M-H combinado	0,51	0,28	0,93
Test de homogeneidad M-H	Chi2 (1)= 2,669	Pr>chi2 = 0,102	
Test that combined OR = 1	M-H Chi2 (1) = 5,087	Pr>chi2 = 0,024	

Tabla 9. Evaluación de confusión TME relacionados con el trabajo, Exposición a riesgo ergonómico y sexo.

IMC	OR	IC 95%	
Normal	0.75	0.28	2.04
Sobrepeso	0.27	0.09	0.81
Obesidad	0.88	0.23	3.27
Crudo	0.52	0.28	0.96
M-H combinado	0.51	0.28	0.93
Test de homogeneidad M-H	Chi2 (1)= 1,685	Pr>chi2 = 0,194	
Test that combined OR = 1	M-H Chi2 (1) = 5,095	Pr>chi2 = 0,024	

Tabla 10. Evaluación de confusión TME relacionados con el trabajo, Exposición a riesgo ergonómico e IMC.

Edad	OR	IC 95%	
<=40 años	0.39	0.12	1.24
>40 años	0.68	0.32	1.43
Crudo	0.52	0.28	0.96
M-H combinado	0.57	0.31	1.07
Test de homogeneidad M-H	Chi2 (1)= 0,568	Pr>chi2 = 0,451	
Test that combined OR = 1	M-H Chi2 (1) = 3,130	Pr>chi2 = 0,077	

Tabla 11. Evaluación de confusión TME relacionados con el trabajo, Exposición a riesgo ergonómico y edad.

Comorbilidad	OR	IC 95%	
Ninguna	0.4	0.17	0.96
HTA	0.73	0.23	2.36
DM	1.11	0.14	8.68
Ambas	0.5	0.05	5.24
Crudo sobrepeso	0.52	0.28	0.96
M-H combinado	0.53	0.28	0.99
Test de homogeneidad M-H	Chi2 (1)= 1,274	Pr>chi2 = 0,735	
Test that combined OR = 1	M-H Chi2 (1) = 4,015	Pr>chi2 = 0,045	

Tabla 12. Evaluación de confusión TME relacionados con el trabajo, Exposición a riesgo ergonómico y comorbilidades.

Riesgo preexistente	OR	IC 95%	
No	0.84	0.27	2.54
Sí	1.57	0.66	3.73
Crudo sobrepeso	0.52	0.28	0.96
M-H combinado	1.23	0.62	2.45
Test de homogeneidad M-H	Chi2 (1)= 0,93	Pr>chi2 = 0,334	
Test that combined OR = 1	M-H Chi2 (1) = 0,364	Pr>chi2 = 0,54	

Tabla 13. Evaluación de confusión TME relacionados con el trabajo, Exposición a riesgo ergonómico y riesgo preexistente.

Se encontró entonces que no existía confusión en ninguna de las variables observadas, puesto que ninguna de las variables cruza formalmente el umbral del 10% de cambio en el OR. Sin embargo, dado que la edad está muy cerca del umbral y es un confusor biológico fundamental para el desenlace, se decide incluir en el análisis multivariado. Se mantiene además el sexo, por tratarse de un confusor universal en la literatura, y las comorbilidades (HTA y DM) puesto que se ha demostrado que son un factor individual relevante en este desenlace.

Para la modificación del efecto La prueba de homogeneidad de M-H no es significativa para ninguna de las variables, de modo que el efecto del riesgo ergonómico es similar en los diferentes estratos de las variables (sexo, edad, comorbilidades). De igual forma se evaluó la presencia de colinealidad entre las variables edad y tiempo de exposición, encontrando que no existe esta condición entre ellas.

7.4 Análisis multivariado

Posterior al análisis bivariado, las variables con un valor de $p < 0.1$, se seleccionaron para ser incluidas en el modelo multivariado por medio de la regresión logística multivariada. Es importante mencionar que la variable sexo, a pesar de no cumplir este criterio, se mantuvo en el modelo por ser una variable confusora por literatura. En este punto se hizo un análisis de la colinealidad que pudiera existir entre edad y tiempo de exposición a riesgo, encontrando que no existe esta condición entre ellas por lo tanto, ambas variables, fueron incluidas en el modelo.

Los modelos de riesgo se ajustaron mediante la regresión logística. Los resultados del modelo inicial se muestran en la tabla 14.

Variable	OR crudo	IC	p	OR ajustado	IC	p
Edad	1.1	1.06 - 1.15	<0.001	1.1	1.05 - 1.15	<0.001
Sexo						
Femenino	1			1		
Masculino	0.62	0.3 - 1.51	0.24	0.31	0.14 - 0.78	0.01
Diabetes						
No	1			1		
Si	5.31	1.8 - 12.61	0	2.4	1.09 - 4.84	0.02
Hipertensión arterial						
No	1			1		
Si	1.8	0.9- 3.38	0.08	1.22	0.66 - 2.19	0.52
Tiempo de exposición a riesgo						
Menor de 4 años	1			1		
Mayor de 4 años	1.89	1.06 - 3.55	0.04	1.3	0.68 - 2.58	0.44
Riesgo ergonómico preexistente						
No	1			1		
Si	5.89	3.23 - 11.47	0	5.54	2.95 - 11.12	0

Tabla 14. Modelo 1 de RLM

Con este modelo se obtuvo un LR chi2 con valor $p = 0.0001$, lo que permite concluir que el modelo ajustado es significativamente mejor que un modelo nulo en el que solo se tiene en cuenta el intercepto. Lo anterior, significa que mínimo una de las variables incluidas en el modelo contribuye significativamente a la predicción del desenlace (TME relacionados con el trabajo). Para la bondad de ajuste se realizó también la prueba Hosmer - Lemeshow, con resultado de $\text{Chi}^2 = 9.61$, valor $p = 0.29$. Para esta prueba la hipótesis nula es que no hay diferencias entre los valores observados y los valores pronosticados, por tanto, el rechazo de esta hipótesis indicaría que el modelo no está bien ajustado, pero para este caso el valor $p > 0.05$ por lo tanto, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de buen ajuste del modelo a los datos. Esto indica que el modelo se ajusta bien a los datos observados. Además, se calculó el AUC para este modelo, con un valor de 0.81 (IC95%: 0.744 - 0.877) y el AIC con valor de 325,73. Respecto al rendimiento, presentó una sensibilidad de 78%, especificidad de 73%, valor predictivo positivo 17% y valor predictivo negativo 97% (Tabla 15).

Métrica	Valor
Sensibilidad	0.78
Especificidad	0.73
Valor predictivo positivo	0.17
Valor predictivo negativo	0.97

Tabla 15. Rendimiento diagnóstico del modelo 1.

El modelo final se construyó utilizando el método de selección de variables Backward (hacia atrás). La bondad de ajuste se determinó comparando las frecuencias observadas y esperadas a través de la prueba de Hosmer-Lemeshow, el AUC y los valores AIC (tabla 16).

Variable	OR crudo	IC	p	OR ajustado	IC	p
Edad	1.1	1.06 - 1.15	<0.001	1.1	1.05 - 1.15	<0.001
Sexo						
Femenino	1			1		
Masculino	0.62	0.3 - 1.51	0.24	0.31	0.14 - 0.78	<0.001
Diabetes						
No	1			1		
Si	5.31	1.8 - 12.61	0	2.54	1.18 - 5.01	0.01
Tiempo de exposición a riesgo						
Menor de 4 años	1			1		
Mayor de 4 años	1.89	1.06 - 3.55	0.04	1.32	0.69 - 2.62	0.41
Riesgo ergonómico preexistente						
No	1			1		
Si	5.89	3.23 - 11.47	0	5.53	2.95 - 11.07	0

Tabla 16. Modelo final

Con este modelo se obtuvo un LR chi2 con valor $p = 0.0001$, lo que permite concluir que el modelo ajustado es significativamente mejor que un modelo nulo en el que solo se tiene en cuenta el intercepto. Lo anterior, significa que mínimo una de las variables incluidas en el modelo contribuye significativamente a la predicción del desenlace (TME relacionados con el trabajo). Para la bondad de ajuste se realizó también la prueba Hosmer - Lemeshow, con resultado de $\chi^2 = 9.51$, valor $p = 0.3$. Para esta prueba la hipótesis nula es que no hay diferencias entre los valores observados y los valores pronosticados, por tanto, el rechazo de esta hipótesis indicaría que el modelo no está bien ajustado, pero para este caso el valor $p > 0.05$ por lo tanto, no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula de buen ajuste del modelo a los datos. Esto indica que el modelo se ajusta

bien a los datos observados. Además, se calculó el AUC para este modelo, con un valor de 0.809 (IC95%: 0.742 - 0.875) y el AIC con valor de 324,1 (Tabla 17).

Métrica	Valor
Sensibilidad	0.84
Especificidad	0.67
Valor predictivo positivo	0.15
Valor predictivo negativo	0.98

Tabla 17. Rendimiento diagnóstico del modelo final.

Para comparar los dos modelos se aplicó el LR Test cuya hipótesis nula es que el modelo 1 es tan bueno como el modelo 2, y se obtuvo un valor p de 0.52, de modo que no hay evidencia significativa para rechazar esta hipótesis, es decir, ambos modelos son buenos. La elección del modelo final se basó en el criterio de parsimonia. En el modelo 1, se observó que la hipertensión arterial y el tiempo de exposición a riesgo perdían su significancia estadística.

Usando el método de selección de variables backward, se excluyó primero HTA, puesto que era la variable con el valor p más alto, y con esto el criterio de información de Akaike (AIC) mejoró, lo que indica que el modelo 2 es más parsimonioso. Además, el rendimiento de predicción se mantuvo estable (AUC 0.810 - AUC 0.808), pero con aumento de la sensibilidad a 84.6%. A pesar de la no significancia, se decide mantener la variable Tiempo de exposición a riesgo, debido a su rol como variable de exposición principal y su relevancia clínica en el desarrollo de la enfermedad desenlace. Así, se logró un modelo más parsimonioso, sin afectar significativamente el rendimiento (Tabla 18).

Medición	Modelo 1	Modelo 2
LR Chi2 p		
Hosmer - Lemeshow	0,29	0,31
AUC	0,81	0,81
AIC	325,73	324,14
Sensibilidad	0,78	0,84
Especificidad	0,73	0,67
Valor predictivo positivo	0,17	0,15
Valor predictivo negativo	0,97	0,98
LR test prob	0,52	

Tabla 18. Comparación de modelos

Modelo final TME relacionados con el trabajo = edad + sexo masculino + diagnóstico de DM + exposición preexistente + tiempo a riesgo ergonómico.

8. DISCUSIÓN

8.1 Hallazgos principales

Los TME relacionados con el trabajo son patologías altamente importantes por el impacto que tienen sobre la calidad de vida del trabajador, su capacidad laboral y sobre el sistema económico de los países al afectar su fuerza laboral (23). Se han estudiado múltiples factores de riesgo dependiendo de la patología, y con el tiempo, lo que se pensó que eran solamente factores de riesgo de carga física, también ahora incluye factores demográficos y más recientemente factores de riesgo psicosociales y propios del ambiente laboral (35). Este estudio se propuso identificar los factores de riesgo independientes asociados a la enfermedad musculoesquelética de origen laboral (TME relacionados con el trabajo) y cuantificar su impacto en el ausentismo, utilizando un diseño de Casos y Controles (N=780) anidado en una cohorte con un periodo de seguimiento de 11 años. Con base en estos datos se estimaron modelos de regresión logística condicional en los que se buscó asociar el diagnóstico de un TME relacionado con el trabajo con base en una serie de factores observados a nivel individual.

Los resultados del modelo multivariado final demuestran la solidez metodológica del mismo, el cual mostró una buena capacidad de discriminación ($AUC = 0.81$) y calibración (Hosmer-Lemeshow $p=0.31$), confirmando la fiabilidad de las estimaciones ajustadas. De acuerdo con estos resultados, existe un papel dominante de los factores de riesgo individuales y biológicos en la oportunidad de desarrollar TME relacionados con el trabajo. La edad resultó ser un predictor independiente significativo, con un OR ajustado de 1,10 (IC95%: 1,05 - 1,15). Lo anterior está en línea con diversos estudios como el de Kasaw Kibret A et al, que reporta que los trabajadores con edades mayores de 40 años tuvieron un ORa 5,17 (IC95%: 1,42 - 22,4). Esto debido a que, a mayor edad, el riesgo de TME relacionados con el trabajo aumenta dado al envejecimiento de los tejidos y al efecto tardío del estrés biomecánico acumulado en el curso de la vida laboral (35). Al igual que la edad, el diagnóstico de diabetes, con un OR ajustado de 2,54 (IC95%: 1,18 - 5,01) también demostró ser un predictor importante, tal y como lo demostraron Azami M et al en su estudio, en el que se presentó un RR de 1,26 (IC95%: 1,05 - 1,51). Este resultado concuerda con estudios que indican que la microangiopatía diabética y la glicación avanzada comprometen la integridad del colágeno, aumentando la vulnerabilidad musculoesquelética general (42).

El otro factor individual que presentó significancia en el modelo final, fue el sexo masculino, como protector con un OR ajustado de 0,31 (IC95%: 0,14 - 0,78), lo cual indica que para estas personas el riesgo de desarrollar TME relacionados con el trabajo es mayor que en el caso de las mujeres. Sin embargo, llama la atención que en el análisis bivariado esta relación no fue significativa. Esto sugiere que el efecto de la variable sexo estaba siendo enmascarado por otras variables biológicas, el riesgo preexistente o incluso otras

variables no medidas en este estudio. Incluso, podría ser secundario a la subrepresentación que tienen las mujeres en la muestra. Cuando se ajustó por estas variables, hay un efecto independiente del sexo masculino, por lo que se decidió mantener en el modelo, además de actuar como un confusor universal.

De acuerdo con Hooftman et al. 2009; Messing et al. 2009 y Heilskov-Hansen et al. 2016, las mujeres, tienen mayor riesgo de algunos TME relacionados con el trabajo como síndrome de túnel carpiano y menos riesgo de otros TME relacionados con el trabajo como lumbalgias crónicas, pero no es determinado si esto se atribuye a predisposiciones fisiológicas como la antropometría o factores hormonales, o a la exposición laboral ergonómica diferente por la forma en la que tradicionalmente y hasta el día de hoy se dividen las diferentes labores de acuerdo al género. Es importante anotar que, los esfuerzos de prevención en el sitio de trabajo tienen un efecto casi nulo en la mayoría de las características individuales, y que además se debe tener en cuenta la actividad física extralaboral de cualquier índole, que también puede contribuir al estrés ergonómico acumulativo sobre los tejidos (35).

Llama la atención, además, que a pesar de estar ampliamente reportado en la literatura (50-53) el IMC en niveles de sobrepeso y obesidad como factor de riesgo, para este trabajo no fueron significativos en el análisis bivariado, ni en el análisis multivariado. Esto puede deberse a que se ha observado que el IMC es un predictor importante en patologías como la lumbalgia crónica y patologías de miembros inferiores, debido a la carga mecánica (43). Para efectos de este estudio al observar la distribución de las patologías diagnosticadas, aproximadamente el 94% son de segmentos superiores (hombro, codo, muñeca), determinándose el riesgo entonces por la carga biomecánica segmentaria del puesto de trabajo y no por el peso corporal total.

Un hallazgo central y de mayor magnitud fue el riesgo asociado al riesgo ergonómico preexistente (OR ajustado: 5,54 IC95%: 2,95 - 11,07). Este OR, que es el más alto del modelo multivariado final, indica que la historia laboral previa y la presencia de factores de riesgo de carga física anteriores del tiempo de seguimiento del estudio son, con diferencia, los indicadores más potentes de TME relacionados con el trabajo. Esto implica que la patogenia de los TME relacionados con el trabajo es un proceso de daño acumulativo, que, para este caso, probablemente requirieron más tiempo para desarrollarse y diagnosticarse de manera oficial que la ventana de 11 años de esta investigación, razón por la cual, esta variable fue tan relevante en el modelo final. Es importante señalar además que, para la cantidad de años de riesgo ergonómico preexistente, se tenía la información solo para los trabajadores caso, debido a que es un requisito indispensable para el proceso administrativo de calificación de origen de la enfermedad, mientras que para los controles, como la información se obtuvo de los procesos rutinarios de evaluación de riesgo de la empresa, estos se iniciaron sólo en 2014 de manera detallada, por lo que no fue posible obtener esa información específica previa. Sin embargo, se sabe que para los controles, el promedio de empleo en la empresa es de

18 años, lo cual sugiere un “techo” de periodo de preexposición de aproximadamente 7 años (18 años - 11 años de seguimiento).

Se han reportado diversos estudios con diferentes puntos de corte en el tiempo para definir el riesgo ergonómico de carga física (46-49), tales como Yang et al, quienes reportaron un riesgo aumentado en trabajadores expuestos por más de 5 años (OR 1.59 IC95% 1.39 – 1.82) en la industria manufacturera; Le TTT et al, quienes reportaron 7 años en trabajadores de la salud, o Gadjrad R et al, quienes reportaron 15 años en neurocirujanos. Sin embargo, estos valores son muy diferentes para cada estudio, población y en función del factor de riesgo de carga física como tal, y no existe por lo tanto un número específico de años, puesto que el riesgo se ha observado que se construye también a partir de la intensidad y la duración de la exposición al factor físico (44). Con la simulación estadística de la curva ROS la mejor mediana de AUC fue 0,62 (IC95% 0.60 – 0.62), para el punto de corte de 4 años. Así, aunque 4 años resultó se el punto de corte óptimo para la variable “Tiempo de exposición a riesgo”, su máxima capacidad de discriminación fue marginal, de modo que la variable dicotomizada por sí sola es un predictor débil. No obstante, este hallazgo sobre el punto de corte refuerza lo que las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional para desórdenes musculoesqueléticos (GATISO-DME) sugieren sobre la cronicidad (56). Mientras que las guías internacionales de NIOSH nos dan el marco de la carga física, las GATISO nos dan el marco de gestión. Al encontrar que el Riesgo Preexistente aumenta 5.5 veces la probabilidad de enfermedad, se aporta evidencia local que respalda la necesidad de intervenciones preventivas oportunas y tempranas.

En el análisis bivariado, esta variable dicotomizada con un umbral de 4 años fue estadísticamente significativa, y relacionada positivamente con TME relacionados con el trabajo. Este resultado es similar al estudio de Yang et al., quienes identificaron un incremento del riesgo tras 5 años de antigüedad en labores manufactureras. Sin embargo, su significancia estadística desaparece en el modelo final cuando este integra la variable “Riesgo ergonómico preexistente” y el diagnóstico de Diabetes Mellitus (OR 1,30 IC95% p= 0.44). Así se puede evidenciar entonces, que el tiempo de exposición tomado en el período de seguimiento probablemente no fue el suficiente para el desarrollo de la enfermedad, y que aunque el test de Mantel-Haenszel no mostró un cambio en los OR crudos (variable exposición: tiempo de exposición a riesgo, variable desenlace: presencia de TME relacionados con el trabajo, confusores: edad, IMC, sexo, comorbilidades), el ajuste simultáneo de todas las variables biológicas (Edad, DM) y el riesgo preexistente sí actuaron como confusores colectivos.

La evidencia demuestra que los TME relacionados con el trabajo son patologías de alto impacto económico y de salud pública para la organización. La necesidad de intervención es urgente, y debe priorizar la mitigación de los factores de riesgo identificados en el Modelo RLC (DM, Edad, Riesgo Preexistente) para reducir esta carga desproporcionada de ausentismo.

8.2 Fortalezas y limitaciones

Es de mencionar que la alta gerencia de esta compañía está comprometida con acciones que permitan mitigar la aparición de TME relacionados con el trabajo, de modo que permitió el acceso a todos los registros de los que se disponía. La calidad de los datos provenientes de estas fuentes es óptima, puesto que se cuenta con registros sistematizados y actualizados anualmente, y con registros críticos para tanto casos como controles.

Dada la baja prevalencia del desenlace (TME relacionados con el trabajo) y el largo período de daño acumulativo que hace parte de la historia natural del mismo, y posterior diagnóstico y notificación, usar un estudio de casos y controles anidado en una cohorte, permite lograr más eficiencia en términos de diseño epidemiológico, además de permitir evaluar la exposición (riesgo ergonómico en el puesto de trabajo), antes de que ocurra el desenlace, lo que facilita establecer una relación causal temporal..

La definición de caso, como dictamen en firme de enfermedad laboral por los entes correspondientes, minimiza el sesgo de clasificación inherente a los cuestionarios autoadministrados o la sintomatología autoreportada en la cual no se ha demostrado, de manera más objetiva, la relación de causalidad con el trabajo. Esto ayuda a mitigar el sesgo de una clasificación poco uniforme o sesgada. No obstante, este criterio de dictamen en firme también puede llevar a un subregistro de casos menos graves que no completaron el proceso de calificación en Colombia, por razones externas como barreras administrativas o procesos burocráticos. Lo anterior podría sesgar la muestra hacia casos con mayor gravedad o mayor tiempo de evolución.

Otra de las principales limitaciones de este estudio radica en que se ha demostrado ampliamente que los TME relacionados con el trabajo no siguen un modelo clásico monocausal de enfermedad ocupacional (como en el caso de las enfermedades laborales por intoxicación), sino que encajan en un modelo multicausal en el que los factores de exposición de carga física representan una causa, pero otros factores, como las características demográficas, el estado de salud general y factores psicosociales a nivel individual relacionados con el trabajo (carga laboral, percepción de justicia a nivel organizacional, reconocimiento y soporte al trabajador, entre otras), tienen un papel igual de relevante. Este último aspecto, relacionado con la ergonomía cognitiva y los factores psicosociales, no es abordado en este trabajo, por lo que puede persistir confusión residual por estas variables no medidas, dejando un campo amplio para futuras investigaciones. Además, respecto al estado de salud general, se evaluaron solo dos comorbilidades: hipertensión arterial y diabetes mellitus, puesto que eran las únicas que se encontraban en los registros de la compañía.

8.3 Sesgos potenciales

El riesgo del trabajador sano se pudo haber materializado si los trabajadores más enfermos hubieran abandonado la cohorte antes del final del período de estudio o antes de obtener el dictamen en firme que los clasifica como caso, dejando entonces dentro de la cohorte a los trabajadores que más hubieran resistido la exposición y generando que el efecto de la exposición fuera subestimado. No obstante, ningún trabajador clasificado como caso fue pensionado o salió de la cohorte durante el período de estudio, y nadie que tuviera un proceso de calificación de origen en curso, salió tampoco de la cohorte, por lo que se considera que este sesgo está eficazmente mitigado. También, aunque el dictamen en firme se puede considerar como una fortaleza, el proceso es largo y complejo, de modo que sólo los trabajadores con la motivación, la persistencia o la gravedad suficiente para completar el proceso legal de calificación podrían convertirse en casos. Esto puede sesgar la muestra de casos hacia la extrema gravedad y potencialmente llevar a una sobreestimación del efecto de la exposición, o a una subestimación por la pérdida de casos leves que nunca se calificaron.

Para los casos, también se pudo haber realizado una evaluación ergonómica más detallada o sistemática, puesto que es requerida en el proceso de calificación de manera amplia y obligatoria. Sin embargo, la medición general de los puestos de trabajo de la compañía se realiza con métodos validados para cada tipo de riesgo dependiendo de lo identificado previamente por un ergónomo.

8.4 Implicaciones para el empleador

Se hace necesario implementar un sistema de vigilancia de TME relacionados con el trabajo, teniendo en cuenta las variables que estuvieron en el modelo final que este estudio identificó, e incluso se podría considerar tener en cuenta el umbral identificado de 4 años de exposición acumulativa. Este sistema debe mapear el riesgo ergonómico individual y el tiempo de exposición acumulado de cada trabajador, permitiendo intervenciones antes de que el riesgo alcance el umbral crítico. El sistema de vigilancia también debe incluir la monitorización activa y el control de comorbilidades metabólicas en los trabajadores expuestos a riesgo ergonómico alto, puesto que estas condiciones multiplican la oportunidad de desarrollar el desenlace. Así la compañía lograría implementar una cultura de rotación de puestos de trabajo como un control administrativo planificado, buscando garantizar que ningún trabajador permanezca en tareas de alto riesgo ergonómico más allá del umbral de años, permitiendo la recuperación biológica y variando las demandas musculoesqueléticas.

Teniendo en cuenta la importancia del modelo multicausal de las WSMD, se debe considerar la obtención o integración de información de tipo psicosocial, y del ambiente laboral, además de la información sobre actividad física extralaboral.

Además, se deben reevaluar los puestos de trabajo, priorizando los controles de ingeniería en aquellos que presentan mayor prevalencia de casos, para reducir el riesgo a través de la automatización de algunas tareas o el rediseño de herramientas que apoyen en la mitigación del riesgo. Todas estas acciones están dirigidas a impactar sobre la productividad de la empresa.

8.5 Futuros estudios

Teniendo en cuenta la limitación de este estudio relacionada con los factores de ergonomía cognitiva y factores psicosociales asociados al trabajo, sería enriquecedor realizar estudios que incluyan otro tipo de variables que evalúen de manera más integral dicha multicausalidad en este grupo de enfermedades.

También, se podría pensar en realizar estudios de recolección prospectiva, con tiempos de seguimiento prolongados que puedan generar mejor inferencia causal, como una cohorte completa. Adicionalmente, este estudio se realizó en una sola compañía manufacturera, con características laborales y procesos específicos por lo que sería valioso, y aumentaría la validez externa, realizarlo en múltiples centros, para evaluar si los OR obtenidos se mantienen consistentes en diferentes entornos organizacionales. Explorar el proceso de calificación de origen en los diferentes entes, en términos de criterios objetivos de tiempo y variables sociodemográficas como las aquí evaluadas, podría ayudar a estandarizar los procesos de calificación laboral

Finalmente, futuros estudios podrían abordar análisis de costo-efectividad de intervenciones preventivas en caso de que estas se realicen.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Esta investigación realizó un análisis de casos y controles anidado en una cohorte de 11 años para identificar los factores de riesgo de los TME relacionados con el trabajo y cuantificar su impacto en el ausentismo. Mediante modelos de regresión logística condicional con alta capacidad de discriminación, se superó el enfoque de causalidad simple al integrar factores biológicos y la historia laboral previa. Los resultados ofrecen evidencia robusta que contribuyen a la gestión de la salud laboral.

El estudio permite concluir que la aparición de enfermedades musculoesqueléticas (TME relacionados con el trabajo) en la población de estudio está determinada por una interacción entre la vulnerabilidad biológica individual y la historia laboral acumulada, más que por la exposición ergonómica reciente. El análisis multivariado demostró que factores biológicos como la edad y el diagnóstico de diabetes mellitus actúan como predictores independientes significativos, mientras que el riesgo ergonómico preexistente se consolidó como el indicador más potente del modelo, lo que es consistente con un proceso de lesión o daño acumulativo. Por el contrario, la variable de tiempo de exposición de 4 años perdió su significancia estadística al ser ajustada en el modelo final, lo que evidencia que su efecto bivariado inicial estaba confundido por las variables biológicas y el riesgo previo; en consecuencia, estos hallazgos sugieren trascender el enfoque preventivo tradicional de los riesgos ergonómicos hacia una gestión de riesgo individualizada que considere la trayectoria laboral y el perfil clínico-funcional del trabajador como ejes centrales de la vigilancia epidemiológica.

El análisis del impacto en el ausentismo evidenció que los TME relacionados con el trabajo generan una carga de morbilidad desproporcionada. El impacto no se debe principalmente a incapacidades de larga duración, sino a una alta frecuencia y recurrencia de episodios, lo que confirma que las enfermedades musculoesqueléticas afectan la continuidad laboral de manera persistente.

Se recomienda considerar un sistema de vigilancia epidemiológica con un enfoque en la gestión del riesgo personalizada, priorizando la evaluación del riesgo ergonómico preexistente en los exámenes de ingreso y el monitoreo activo de comorbilidades como la diabetes mellitus. Esta estrategia debe reconocer el dominio de los factores biológicos y la historia laboral acumulada sobre la exposición actual, utilizando el umbral de 4 años de exposición como un límite crítico para realizar rotaciones administrativas y rediseños de tareas que mitiguen el daño antes de su manifestación clínica.

Adicionalmente, es relevante que futuras investigaciones incorporen la evaluación de factores psicosociales y de ergonomía cognitiva, abordando las dimensiones de carga mental y apoyo social para eliminar la confusión residual y completar el modelo multicausal de los TME relacionados con el trabajo en la organización.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. (Eurostat European Statistics on Accidents at Work (ESAW) [(accessed on 4 May 2021)];2010 Available online: <https://osha.europa.eu/en/publications/msds-facts-and-figures-overview-prevalence-costs-and-demographics-msds-europe> [Ref list]).
2. Briggs A.M., Woolf A.D., Dreinhöfer K., Homb N., Hoy D.G., Kopansky-Giles D., March L. Reducing the global burden of musculoskeletal conditions. *Bull. World Health Organ.* 2018;**96**:366. doi: 10.2471/BLT.17.204891.
3. Bodhare T, Bele S, Valsangkar S. An epidemiological study of work-related musculoskeletal disorders among construction workers in Karimnagar, Andhra Pradesh. *Indian J Community Med.* 2012;**36**(4):304. doi:10.4103/0970-0218.91420
4. Center for Disease Control and Prevention CDC. Work-Related Musculoskeletal Disorders & Ergonomics. (Accessed on 12 Mar 2023). Available online: <https://www.cdc.gov/workplacehealthpromotion/health-strategies/musculoskeletal-disorders/index.html>
5. Stephen Bevan. Economic impact of musculoskeletal disorders (MSDs) on work in Europe. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. Volume 29, Issue 3, 2015, Pages 356-373, ISSN 1521-6942, <https://doi.org/10.1016/j.berh.2015.08.002>.
6. Work-related musculoskeletal disorders: prevalence, costs and demographics in the EU. European Risk Observatory, European Agency for Safety and Health at Work. ISSN: 1831-9343. 2019.
7. Govaerts, R., Tassignon, B., Ghillebert, J. *et al.* Prevalence and incidence of work-related musculoskeletal disorders in secondary industries of 21st century Europe: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord* 22, 751 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12891-021-04615-9>
8. Yu Z, Zhang J, Lu Y, Zhang N, Wei B, He R, Mao Y. Musculoskeletal Disorder Burden and Its Attributable Risk Factors in China: Estimates and Predicts from 1990 to 2044. *Int J Environ Res Public Health.* 2023 Jan 2;**20**(1):840. doi: 10.3390/ijerph20010840. PMID: 36613162; PMCID: PMC9819435.
9. Krishnan KS, Raju G, Shawkataly O. Prevalence of Work-Related Musculoskeletal Disorders: Psychological and Physical Risk Factors. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Sep 4;**18**(17):9361. doi: 10.3390/ijerph18179361. PMID: 34501950; PMCID: PMC8430476.
10. Chang YF, Yeh CM, Huang SL, Ho CC, Li RH, Wang WH, Tang FC. Work Ability and Quality of Life in Patients with Work-Related Musculoskeletal Disorders. *Int J Environ Res Public Health.* 2020 May 9;**17**(9):3310. doi: 10.3390/ijerph17093310. PMID: 32397534; PMCID: PMC7246860.
11. Pino Castillo, S., & Ponce Bravo, G. (2019). Comportamiento de la enfermedad laboral en Colombia 2015-2017. *Revista Fasecolda*, (175), 48–55. Recuperado a

- partir de
<https://revista.fasecolda.com/index.php/revfasecolda/article/view/555>
12. Arrieta-Burgos, E., Sepúlveda, C., Hurtado, I., Restrepo, J. Jaramillo, T. (2023). Ausentismo laboral e incapacidades médicas 2021. Centro de Estudios Sociales y Laborales de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia ANDI. Disponible en: <https://www.andi.com.co/Uploads/Ausentismo%20laboral%20e%20incapacidades%20m%C3%A9dicas%202021.pdf>
 13. Nestorova Veselina, Mircheva Iskra. Work-related musculoskeletal disorders (WMSDs): risk factors, diagnosis and prevention. Scripta Scientifica Salutis Publicae. 2018/06/19, DOI: 10.14748/sssp.v4i0.5076
 14. da Costa BR, Vieira ER. Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: A systematic review of recent longitudinal studies. Am J Ind Med. 2010 Mar;53(3):285-323. doi: 10.1002/ajim.20750. PMID: 19753591.
 15. Nunes I, McCauley-Bush P. Work-Related Musculoskeletal Disorders Assessment and Prevention. Ergonomics - A Systems Approach. InTech, april 2012. Disponible en: https://cdn.intechopen.com/pdfs/35811/intech-work_related_musculoskeletal_disorders_assessment_and_prevention.pdf
 16. Campo M, Darragh AR. Work-related musculoskeletal disorders are associated with impaired presenteeism in allied health care professionals. J Occup Environ Med. 2012 Jan;54(1):64-70. doi: 10.1097/JOM.0b013e31823c768a. PMID: 22157700.
 17. Stock S, Nicolakakis N, Raïq H, Messing K, Lippel K, Turcot A. Underreporting work absences for nontraumatic work-related musculoskeletal disorders to workers' compensation: results of a 2007-2008 survey of the Québec working population. Am J Public Health. 2014 Mar;104(3):e94-e101. doi: 10.2105/AJPH.2013.301562. Epub 2014 Jan 16. PMID: 24432882; PMCID: PMC3953776.
 18. Escorpizo, R. Understanding work productivity and its application to work-related musculoskeletal disorders. International Journal of Industrial Ergonomics. Volume 38, Pages 291-297. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2007.10.018>
 19. Sánchez DC. Ausentismo laboral: una visión desde la gestión de la seguridad y la salud en el trabajo. Rev Salud Bosque. 2013;5(1):43-54.
 20. Chandralekha K, Joseph M, Joseph B. Work-related Musculoskeletal Disorders and Quality of Life Among Staff Nurses in a Tertiary Care Hospital of Bangalore. Indian J Occup Environ Med. 2022 Jul-Sep;26(3):178-182. doi: 10.4103/ijoem.ijoem_25_22. Epub 2022 Sep 26. PMID: 36408433; PMCID: PMC9674077.
 21. Mohd Nur, N., Md Dawal, S. Z., & Dahari, M. A Conceptual Model of Work Productivity Associated with Work-Related Musculoskeletal Disorders in the Industrial Repetitive Task. Advanced Materials Research, 845, 623-626. 2013. doi:10.4028/www.scientific.net/a
 22. Liang J, Jia N, Zhang F, HuadongZhang, Ling R, Liu Y, Li G, Li D, Yin Y, Shao H, Zhang H, Qiu B, Fang X, Wang D, Zeng Q, Chen J, Zhang D, Mei L, Liu Y, Liu J, Zhang C, Li T, Li Y, Tao H, Luo H, Wang R, Wang Z. Shoulder work-related musculoskeletal disorders and related factors of workers in 15 industries of China: a cross-

- sectional study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2022 Nov 3;23(1):952. doi: 10.1186/s12891-022-05917-2. PMID: 36329459; PMCID: PMC9632074.
23. Hulshof CTJ, Pega F, Neupane S, van der Molen HF, Colosio C, Daams JG, Descatha A, Kc P, Kuijer PPFM, Mandic-Rajcevic S, Masci F, Morgan RL, Nygård CH, Oakman J, Proper KI, Solovieva S, Frings-Dresen MHW. The prevalence of occupational exposure to ergonomic risk factors: A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. *Environ Int*. 2021 Jan;146:106157. doi: 10.1016/j.envint.2020.106157. Epub 2020 Dec 14. PMID: 33395953
 24. Hossain MD, Aftab A, Al Imam MH, Mahmud I, Chowdhury IA, Kabir RI, Sarker M. Prevalence of work related musculoskeletal disorders (WMSDs) and ergonomic risk assessment among readymade garment workers of Bangladesh: A cross sectional study. *PLoS One*. 2018 Jul 6;13(7):e0200122. doi: 10.1371/journal.pone.0200122. PMID: 29979734; PMCID: PMC6034848.
 25. Russo F, Di Tecco C, Fontana L, Adamo G, Papale A, Denaro V, Iavicoli S. Prevalence of work related musculoskeletal disorders in Italian workers: is there an underestimation of the related occupational risk factors? *BMC Musculoskelet Disord*. 2020 Nov 12;21(1):738. doi: 10.1186/s12891-020-03742-z. PMID: 33183245; PMCID: PMC7659235.
 26. Gerr F, Fethke NB, Anton D, Merlino L, Rosecrance J, Marcus M, Jones MP. A prospective study of musculoskeletal outcomes among manufacturing workers: II. Effects of psychosocial stress and work organization factors. *Hum Factors*. 2014 Feb;56(1):178-90. doi: 10.1177/0018720813487201. PMID: 24669552.
 27. Gerr F, Fethke NB, Merlino L, Anton D, Rosecrance J, Jones MP, Marcus M, Meyers AR. A prospective study of musculoskeletal outcomes among manufacturing workers: I. Effects of physical risk factors. *Hum Factors*. 2014 Feb;56(1):112-30. doi: 10.1177/0018720813491114. PMID: 24669547.
 28. Silva JMN da, Silva LB da, Gontijo LA. Relationship between psychosocial factors and musculoskeletal disorders in footwear industry workers. *Prod [Internet]*. 2017;27:e20162315. Available from: <https://doi.org/10.1590/0103-6513.231516>
 29. Gillen M, Yen IH, Trupin L, Swig L, Rugulies R, Mullen K, Font A, Burian D, Ryan G, Janowitz I, Quinlan PA, Frank J, Blanc P. The association of socioeconomic status and psychosocial and physical workplace factors with musculoskeletal injury in hospital workers. *Am J Ind Med*. 2007 Apr;50(4):245-60. doi: 10.1002/ajim.20429. PMID: 17311255.
 30. Sánchez Medina AF. Prevalencia de desórdenes músculo esqueléticos en trabajadores de una empresa de comercio de productos farmacéuticos. *Revista Ciencias de la Salud*, 16(2): 203-218, May-August 2018.
 31. Gómez V. Assessment of psychosocial stressors at work: Psychometric properties of the JCQ in Colombian workers. *Revista Latinoamericana de Psicología*. 43. 329-342. 2011.
 32. Mininel VA, Felli VE, Silva EJ, Torri Z, Abreu AP, Branco MT. Workloads, strain processes and sickness absenteeism in nursing. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2013 Nov-Dec;21(6):1290-7. English, Portuguese, Spanish. doi: 10.1590/0104-1169.2992.2366. PMID: 24402342.

33. Canadian Centre for Occupational Health and Safety CCOHS. Work Related Musculoskeletal disorders. 2014. [Consultado en 11/06/2023] Disponible en: <https://www.ccohs.ca/oshanswers/diseases/rmirsi.html>
34. National Institute for Occupational Safety and Health NIOSH. Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors - A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper Extremity, and Low Back. Publication number 97-141. 1997. Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/97-141/default.html>
35. Roquelaure, Y. Musculoskeletal Disorders and Psychosocial Factors at Work (December 14, 2018). ETUI Research Paper - Report 142, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3316143> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3316143>
36. Ministerio de Salud y Protección social. Decreto 1477 de 2014: por el cual se expide la Tabla de Enfermedades Laborales. [Consultado 11/06/2023] Disponible en: https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/36482/decreto_1477_del_5_de_agosto_de_2014.pdf/b526be63-28ee-8a0d-9014-8b5d7b299500
37. Ministerio de Transporte de Colombia. Cómo se califica una enfermedad laboral. 2013. [Consultado 11/06/2023] Disponible en: https://www.mintransporte.gov.co/publicaciones/3035/como_se_califica_el_ori_gen_de_una_enfermedad/
38. Rosado AS, Santos-Baptista J, Guedes JC. Work-related musculoskeletal disorder and its costs: a short review. 4th Symposium on Occupational Safety and Health Proceedings Book. 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10216/147990>
39. Karasek, R. A. Job Demands, Job Decision Latitude, and Mental Strain: Implications for Job Redesign. 1979. *Administrative Science Quarterly*, 24(2), 285–308. <https://doi.org/10.2307/2392498>
40. Aronsson, G., Gustafsson, K., 2005. Sickness presenteeism: prevalence, attendance-pressure factors, and an outline of a model for research. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 47, 958–966
41. Cuevas Duarte , Y., Garcia Sanchez , T., & Villa Rodriguez , M. (2012). Caracterización del ausentismo laboral
42. Azami M, Moradkhani A, Afraie M, Saed L, Tapak MA, Khoramipoor K, Khateri S, Moradi Y. The association between diabetes mellitus and musculoskeletal disorders: a systematic review and meta-analysis. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2024 Apr 3;15:1320468. doi: 10.3389/fendo.2024.1320468. PMID: 38633759; PMCID: PMC11022848.
43. Menoth Mohan, D., Al Anouti, F., Kohli, N. et al. Association of obesity with musculoskeletal health and functional mobility in females—a systematic review. *Int J Obes* 49, 2184–2205 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41366-025-01881-8>
44. Work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) - risk factors [Internet]. Canadian Centre for Occupational Health and Safety. 2025 [citado el 14 de diciembre de 2025]. Disponible en: <https://www.ccohs.ca/oshanswers/diseases/wmsd/risk.html>
45. Kurt, Gonca & GÜNAL, Ayla & Erdal, Rengin. (2020). Indicators of Work-related Musculoskeletal Disorders and Risk Factors Among Young Adults. *Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences*. 5. 466-476. 10.5336/healthsci.2020-74087.

46. So BCL, Lee EWF, Ng S, Man SS. Prevalence and associated factors of work-related musculoskeletal disorder symptoms amongst emergency medical service workers. *Sci Rep*. 2025 Jun 5;15(1):19806. doi: 10.1038/s41598-025-04945-x. PMID: 40473716; PMCID: PMC12141473.
47. Le TTT, Jalayondeja W, Mekhora K, Bhuuanantanondh P, Jalayondeja C. Prevalence and risk factors of work-related musculoskeletal disorders among physical therapists in Ho Chi Minh City, Vietnam. *BMC Public Health*. 2024 Jan 2;24(1):6. doi: 10.1186/s12889-023-17527-1. PMID: 38166897; PMCID: PMC10759420.
48. Yang F, Di N, Guo W-W, Ding W-B, Jia N, Zhang H, et al. The prevalence and risk factors of work related musculoskeletal disorders among electronics manufacturing workers: a cross-sectional analytical study in China. *BMC Public Health* [Internet]. 2023;23(1):10. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s12889-022-14952-6>
49. Pravesh S. Gadjradj, Kennedy Ogenio, Istifari Voigt, Biswadjiet S. Harhangi. Ergonomics and Related Physical Symptoms Among Neurosurgeons. *World Neurosurgery*. Volume 134, 2020, Pages e432-e441, ISSN 1878-8750, <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.10.093>. Disponible en: (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878875019327123>)
50. Schoenfisch A, Dement J, Stankevitz K, Østbye T. The Relationship Between BMI and Work-Related Musculoskeletal (MSK) Injury Rates is Modified by Job-Associated Level of MSK Injury Risk. *J Occup Environ Med*. 2017 May;59(5):425–433.
51. Sethi J, Sandhu JS, Imbanathan V. Effect of Body Mass Index on work related musculoskeletal discomfort and occupational stress of computer workers in a developed ergonomic setup. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol* [Internet]. 2011;3(1):22. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/1758-2555-3-22>
52. Asif I, Afreen S, Malik R, Muhammad, Kiyani F, Khalid S, et al. Effects of body mass index on work related musculoskeletal discomfort within university teachers. 2023 [citado el 15 de diciembre de 2025]; Disponible en: <https://meddocsonline.org/annals-of-neurology-and-neurosurgery/effects-of-body-mass-index-on-work-related-musculoskeletal-discomfort-within-university-teachers.pdf>
53. Zadoń H, Michnik R, Nowakowska-Lipiec K. Assessment of musculoskeletal loads among office workers due to predicted BMI increase. *Appl Sci (Basel)* [Internet]. 2024 [citado el 15 de diciembre de 2025];14(19):8928. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/14/19/8928>
54. Punnett L, Wegman DH. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 2004;14(1):13–23. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2003.09.015>
55. NIOSH. Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling. California Department of Industrial Relations. 2007. Disponible en: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2007-131/pdfs/2007-131.pdf>

56. Ministerio de la Protección Social. (2006). Guía de Atención Integral de Salud Ocupacional basada en la evidencia para Desórdenes Musculoesqueléticos relacionados con Movimientos Repetitivos de Miembros Superiores (GATISO-DME). Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
57. Checkoway, H., Pearce, N., & Kriebel, D. (2004). Research Methods in Occupational Epidemiology. Oxford University Press.

11. ANEXOS

Anexo 1. Aprobación del CEIS

Comité de Ética en Investigación en Salud
Facultad de Salud



Santiago de Cali, 12 de diciembre de 2023

Investigadores
MARISOL BADIOL OCAMPO
KARYNA REYES CAICEDO
Escuela de Salud Pública
Facultad de Salud
Universidad del valle

Asunto: Aprobación a protocolo sin participación directa de seres humanos

Cordial saludo.

El Comité de Ética en Investigación en Salud en sesión plenaria, deja constancia que en la propuesta **"FACTORES ASOCIADOS AL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES MUSCULOESQUELÉTICAS DE ORIGEN LABORAL Y SU IMPACTO EN AUSENTISMO EN UNA MULTINACIONAL MANUFACTURERA EN CALI, 2015-2022"** con código **E 065-023**, se realizará revisión de historias clínicas.

Esta propuesta fue revisada y aprobada. Se considera que no involucra la participación directa de seres humanos y cumple con los lineamientos éticos.

Se deja copia en nuestro archivo para futuras consultas o constancia de esta decisión.

Atentamente,

BEATRIZ EUGENIA FERNÁNDEZ HURTADO
Presidente
Comité de Ética en Investigación en Salud

"Estamos en la renovación de la acreditación institucional en alta calidad 2024- 2034. ¡La vamos a lograr!"

Calle 48 N° 36 – 00 Edificio 100 oficina 222. Tel. 518 56 77 eticasalud@correounivalle.edu.co Cali, Colombia

Anexo 2. Aprobación del CEIS a la enmienda

Comité de Ética en Investigación en Salud (CEIS)
Facultad de Salud



Santiago de Cali, 14 de agosto de 2025

Docente Responsable
MARISOL BADIEL OCAMPO
Estudiante Posgrado
KARYNA REYES CAICEDO
Escuela de Salud Pública
Facultad de Salud
Universidad del Valle

Asunto: Aprobación de Enmienda

Cordial saludo.

El Comité de Ética en Investigación en Salud en su reunión plenaria, registró el proyecto **"FACTORES ASOCIADOS AL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES MUSCULOESQUELÉTICAS DE ORIGEN LABORAL Y SU IMPACTO EN AUSENTISMO EN UNA MULTINACIONAL MANUFACTURERA EN CALI, 2014-2024"** con código E 065-023. Para este efecto se revisaron los documentos anexados.

Se decide aprobar la enmienda solicitada para este proyecto consistente en:

1. Cambio en el título en el periodo de tiempo.
2. Cambio en el tamaño de la muestra

Atentamente,

MARÍA DEL ROSARIO RADA ISAZA
Presidente encargado
Comité de Ética en Investigación en Salud

Anexo 3. Formato de recolección de datos



Factores asociados al diagnóstico de enfermedades musculoesqueléticas de origen laboral y su impacto en ausentismo en una multinacional manufacturera en Cali, 2015-2022

Variable resultado

1. Diagnóstico de WMSD

Variables Individuales

2. Género

4. Nivel educativo

6. Tabaquismo

8. Comorbilidades

3. Edad

5. IMC

7. Etnia

Factores de la enfermedad y ausentismo

9. Localización anatómica del diagnóstico

10. Nombre del diagnóstico

11. Año de calificación



12. Días acumulados de ausentismo por diagnóstico laboral por año

2015 	2016 	2017 	2018
2019 	2020 	2021 	2022

13. Intervención quirúrgica

Variables ergonómicas

14. Posición de riesgo (exposición principal)

15. Tipo de exposición de riesgo

16. Nombre del puesto de trabajo

17. Focus

18. Tiempo en el puesto de trabajo (en años)

19. Requirido

20. Restringido

Anexo 4. Herramienta REBA para medición de carga física postural

REBA Employee Assessment Worksheet

Based on Technical note: Rapid Entire Body Assessment (REBA), Hignett, McAtamney, Applied Ergonomics 31 (2000) 201-205

A. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 1: Locate Neck Position

 Neck Score:

Step 2: Locate Trunk Position

 Trunk Score:

Step 3: Legs

 Leg Score:

Step 4: Look-up Posture Score in Table A
 Using values from steps 1-3 above, locate score in Table A.
 Table A:

Neck	1	2	3
Legs	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
Trunk Posture Score	1 2 3 4	5 6 7 8	9 10 11 12

Step 5: Add Force/Load Score
 If load = 11 lbs: +0
 If load = 11 to 22 lbs: +1
 If load = 22 lbs: +2
 Adjust: If shock or rapid build up of force: add +1
 Force/Load Score:

Step 6: Score A, Find Row in Table C
 Add values from steps 4 & 5 to obtain Score A.
 Find Row in Table C.
 Score A:

Scoring:
 1 = negligible risk
 2 or 3 = low risk, change may be needed
 4 to 7 = medium risk, further investigation, change soon
 8 to 10 = high risk, investigate and implement change
 11+ = very high risk, implement change

B. Arm and Wrist Analysis

Step 7: Locate Upper Arm Position

 Upper Arm Score:

Step 8: Locate Lower Arm Position

 Lower Arm Score:

Step 9: Locate Wrist Position

 Wrist Score:

Step 9a: Adjust...
 If wrist is bent from midline or twisted: Add +1
 Wrist Score:

Step 10: Look-up Posture Score in Table B
 Using values from steps 7-9 above, locate score in Table B.
 Table B:

Upper Arm	1	2
Lower Arm	1 2 3 4	5 6 7 8
Wrist	1 2 3 4	5 6 7 8

Step 11: Add Coupling Score
 Well fitting Handle and mid range power grip: good: +0
 Acceptable but not ideal hand hold or coupling acceptable with another body part: fair: +1
 Hand hold not acceptable but possible: poor: +2
 No handles, awkward, unsafe with any body part: unacceptable: +3
 Coupling Score:

Step 12: Score B, Find Column in Table C
 Add values from steps 10 & 11 to obtain Score B. Find column in Table C and match with Score A in row from step 6 to obtain Table C Score.
 Score B:

Step 13: Activity Score
 +1 1 or more body parts are held for longer than 1 minute (static)
 +1 Repeated small range actions (more than 4x per minute)
 +1 Action causes rapid large range changes in posture or unstable base
 Activity Score:

Table C

Score A (row from Table A + Force/Load score)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	4	5	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	5	6	6	7	8	8	9	9	9
5	4	5	5	6	7	7	8	9	9	10	10	10
6	5	6	6	7	8	8	9	10	10	11	11	11
7	6	7	7	8	9	9	10	11	11	12	12	12
8	7	8	8	9	10	10	11	12	12	13	13	13
9	8	9	9	10	11	11	12	13	13	14	14	14
10	9	10	10	11	12	12	13	14	14	15	15	15
11	10	11	11	12	13	13	14	15	15	16	16	16
12	11	12	12	13	14	14	15	16	16	17	17	17

Final REBA Score:

Task name: _____ Reviewer: _____ Date: _____

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in REBA. © 2004 Hignett Consulting, Inc. provided by Practical Ergonomics rbarker@ergosmart.com (816) 444-1667

Anexo 5. Herramienta RULA para evaluación de carga física postural

RULA Employee Assessment Worksheet based on RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders, McAtamney & Corlett, Applied Ergonomics 1993, 24(2), 91-99

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

Step 1a: Adjust...
 If shoulder is raised: +1
 If upper arm is abducted: +1
 If arm is supported or person is leaning: -1

Step 2: Locate Lower Arm Position:

Step 2a: Adjust...
 If either arm is working across midline or out to side of body: Add +1

Step 3: Locate Wrist Position:

Step 3a: Adjust...
 If wrist is bent from midline: Add +1

Step 4: Wrist Twist:
 If wrist is twisted in mid-range: +1
 If wrist is at or near end of range: +2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A:
 Using values from steps 1-4 above, locate score in Table A

Step 6: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 7: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

Step 8: Find Row in Table C
 Add values from steps 5-7 to obtain Wrist and Arm Score. Find row in Table C.

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist			
		1	2	3	4
1	1	1	2	2	3
1	2	2	2	2	3
1	3	2	3	3	3
2	1	2	3	3	3
2	2	3	3	3	4
2	3	3	4	4	4
3	1	3	4	4	4
3	2	4	4	4	5
3	3	4	4	4	5
4	1	4	4	4	5
4	2	4	4	4	5
4	3	4	4	4	5
5	1	5	5	5	6
5	2	5	5	5	6
5	3	5	5	5	6
6	1	6	6	6	7
6	2	6	6	6	7
6	3	6	6	6	7

Table B: Neck Posture Score

Neck Posture Score	Legs					
	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	2	3	4	5	6	7
3	3	4	5	6	7	8
4	4	5	6	7	8	9
5	5	6	7	8	9	10
6	6	7	8	9	10	11

Table C: Neck, trunk and leg score

Wrist and Arm Score	Neck, trunk and leg score						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	4	5	6	7
2	2	3	4	5	6	7	8
3	3	4	5	6	7	8	9
4	4	5	6	7	8	9	10
5	5	6	7	8	9	10	11
6	6	7	8	9	10	11	12
7	7	8	9	10	11	12	13
8	8	9	10	11	12	13	14

Table D: Force/Load Score

Force/Load Score	Force/Load Score	
	1	2
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	4	5
5	5	6
6	6	7
7	7	8
8	8	9
9	9	10
10	10	11
11	11	12
12	12	13
13	13	14
14	14	15
15	15	16
16	16	17
17	17	18
18	18	19
19	19	20
20	20	21
21	21	22
22	22	23
23	23	24
24	24	25
25	25	26
26	26	27
27	27	28
28	28	29
29	29	30
30	30	31
31	31	32
32	32	33
33	33	34
34	34	35
35	35	36
36	36	37
37	37	38
38	38	39
39	39	40
40	40	41
41	41	42
42	42	43
43	43	44
44	44	45
45	45	46
46	46	47
47	47	48
48	48	49
49	49	50
50	50	51
51	51	52
52	52	53
53	53	54
54	54	55
55	55	56
56	56	57
57	57	58
58	58	59
59	59	60
60	60	61
61	61	62
62	62	63
63	63	64
64	64	65
65	65	66
66	66	67
67	67	68
68	68	69
69	69	70
70	70	71
71	71	72
72	72	73
73	73	74
74	74	75
75	75	76
76	76	77
77	77	78
78	78	79
79	79	80
80	80	81
81	81	82
82	82	83
83	83	84
84	84	85
85	85	86
86	86	87
87	87	88
88	88	89
89	89	90
90	90	91
91	91	92
92	92	93
93	93	94
94	94	95
95	95	96
96	96	97
97	97	98
98	98	99
99	99	100

Step 9: Locate Neck Position:

Step 9a: Adjust...
 If neck is twisted: +1
 If neck is side bending: +1

Step 10: Locate Trunk Position:

Step 10a: Adjust...
 If trunk is twisted: +1
 If trunk is side bending: +1

Step 11: Legs:
 If legs and feet are supported: +1
 If not: +2

Step 12: Look-up Posture Score in Table B:
 Using values from steps 9-11 above, locate score in Table B

Step 13: Add Muscle Use Score
 If posture mainly static (i.e. held >10 minutes),
 Or if action repeated occurs 4X per minute: +1

Step 14: Add Force/Load Score
 If load < 4.4 lbs (intermittent): +0
 If load 4.4 to 22 lbs (intermittent): +1
 If load 4.4 to 22 lbs (static or repeated): +2
 If more than 22 lbs or repeated or shocks: +3

Step 15: Find Column in Table C
 Add values from steps 12-14 to obtain Neck, Trunk and Leg Score. Find Column in Table C.

Final Score

Task name: _____ Reviewer: _____ Date: _____/_____/_____

This tool is provided without warranty. The author has provided this tool as a simple means for applying the concepts provided in RULA.

provided by Practical Ergonomics
 rtarker@ergosmart.com (816) 444-1667

Anexo 6. OCRA checklist para movimientos repetitivos

OCRA CHECKLIST																															
A shortened procedure for the identification of upper limb overload in repetitive tasks																															
COMPILED BY/																															
DAY																															
DENOMINATION OF THE WORKPLACE																															
BRIEF DESCRIPTION OF THE TASK																															
how many work places are identical or very similar how many shifts are present in a day how many workers work in these workplaces during a day and considering all the identical workplaces																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPTION of SHIFT CONTENTS</th> <th>MINUTES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SHIFT DURATION</td> <td>official</td> </tr> <tr> <td></td> <td>real</td> </tr> <tr> <td>OFFICIAL PAUSES</td> <td>contractual</td> </tr> <tr> <td>REAL BREAKS</td> <td>real</td> </tr> <tr> <td>LUNCH BREAK</td> <td>official</td> </tr> <tr> <td></td> <td>real</td> </tr> <tr> <td>NON REPETITIVE TASKS (eg: cleaning, supplies, etc)</td> <td>official</td> </tr> <tr> <td></td> <td>real</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NET DURATION OF REPETITIVE TASK/S</td> </tr> <tr> <td>NO OF UNIT (OR CYCLE)</td> <td>planned</td> </tr> <tr> <td></td> <td>real</td> </tr> <tr> <td colspan="2">NET CYCLE TIME (secs)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">OBSERVED CYCLE TIME</td> </tr> </tbody> </table>		DESCRIPTION of SHIFT CONTENTS	MINUTES	SHIFT DURATION	official		real	OFFICIAL PAUSES	contractual	REAL BREAKS	real	LUNCH BREAK	official		real	NON REPETITIVE TASKS (eg: cleaning, supplies, etc)	official		real	NET DURATION OF REPETITIVE TASK/S		NO OF UNIT (OR CYCLE)	planned		real	NET CYCLE TIME (secs)		OBSERVED CYCLE TIME			
DESCRIPTION of SHIFT CONTENTS	MINUTES																														
SHIFT DURATION	official																														
	real																														
OFFICIAL PAUSES	contractual																														
REAL BREAKS	real																														
LUNCH BREAK	official																														
	real																														
NON REPETITIVE TASKS (eg: cleaning, supplies, etc)	official																														
	real																														
NET DURATION OF REPETITIVE TASK/S																															
NO OF UNIT (OR CYCLE)	planned																														
	real																														
NET CYCLE TIME (secs)																															
OBSERVED CYCLE TIME																															
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">MULTIPLIERS FOR THE TOTAL NET DURATION OF REPETITIVE TASK/TASKS IN THE SHIFT</th> </tr> <tr> <th>minutes</th> <th>duration multiplier</th> <th>minutes</th> <th>duration multiplier</th> <th>minutes</th> <th>duration multiplier</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60-120</td> <td>0,5</td> <td>241-300</td> <td>0,85</td> <td>421-480</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>121-180</td> <td>0,65</td> <td>301-360</td> <td>0,925</td> <td>sup.480</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td>181-240</td> <td>0,75</td> <td>361-420</td> <td>0,95</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		MULTIPLIERS FOR THE TOTAL NET DURATION OF REPETITIVE TASK/TASKS IN THE SHIFT						minutes	duration multiplier	minutes	duration multiplier	minutes	duration multiplier	60-120	0,5	241-300	0,85	421-480	1	121-180	0,65	301-360	0,925	sup.480	1,5	181-240	0,75	361-420	0,95		
MULTIPLIERS FOR THE TOTAL NET DURATION OF REPETITIVE TASK/TASKS IN THE SHIFT																															
minutes	duration multiplier	minutes	duration multiplier	minutes	duration multiplier																										
60-120	0,5	241-300	0,85	421-480	1																										
121-180	0,65	301-360	0,925	sup.480	1,5																										
181-240	0,75	361-420	0,95																												
Type of work interruptions (distribution of breaks or other visual control tasks). Choose one answer. It is possible to choose intermediate values. <table border="1"> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>There is an interruption of at least 8 minutes every hour in the repetitive work (also count the lunch break)</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>There are 2 interruptions in the morning and 2 in the afternoon (plus the lunch break), lasting at least 8 – 10 minutes on the 7 – 8 hour shift, or at least 4 interruptions per shift (plus the lunch break), or four 8 – 10 minute interruptions in the 6 hour shift</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>There are 2 breaks, lasting at least 8 – 10 minutes each in the 6-hour shift (without lunch break), or 3 breaks, plus the lunch break in a 7 – 8 hour shift</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>There are 2 breaks, plus the lunch break, lasting at least 8 – 10 minutes each over a 7 – 8 hour shift (or 3 breaks without the lunch break, or 1 break of at least 8 – 10 minutes over a 6-hour shift</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>There is a single break, lasting at least 10 minutes, in a 7-hour shift without lunch break, or, in a 6-hour shift, there is only a lunch break (the lunch break is not counted in the working hours)</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>There are no real breaks except for a few minutes (less than 5) in a 7 to 8-hour shift</td> </tr> </tbody> </table>		0	There is an interruption of at least 8 minutes every hour in the repetitive work (also count the lunch break)	1	There are 2 interruptions in the morning and 2 in the afternoon (plus the lunch break), lasting at least 8 – 10 minutes on the 7 – 8 hour shift, or at least 4 interruptions per shift (plus the lunch break), or four 8 – 10 minute interruptions in the 6 hour shift	3	There are 2 breaks, lasting at least 8 – 10 minutes each in the 6-hour shift (without lunch break), or 3 breaks, plus the lunch break in a 7 – 8 hour shift	4	There are 2 breaks, plus the lunch break, lasting at least 8 – 10 minutes each over a 7 – 8 hour shift (or 3 breaks without the lunch break, or 1 break of at least 8 – 10 minutes over a 6-hour shift	6	There is a single break, lasting at least 10 minutes, in a 7-hour shift without lunch break, or, in a 6-hour shift, there is only a lunch break (the lunch break is not counted in the working hours)	10	There are no real breaks except for a few minutes (less than 5) in a 7 to 8-hour shift																		
0	There is an interruption of at least 8 minutes every hour in the repetitive work (also count the lunch break)																														
1	There are 2 interruptions in the morning and 2 in the afternoon (plus the lunch break), lasting at least 8 – 10 minutes on the 7 – 8 hour shift, or at least 4 interruptions per shift (plus the lunch break), or four 8 – 10 minute interruptions in the 6 hour shift																														
3	There are 2 breaks, lasting at least 8 – 10 minutes each in the 6-hour shift (without lunch break), or 3 breaks, plus the lunch break in a 7 – 8 hour shift																														
4	There are 2 breaks, plus the lunch break, lasting at least 8 – 10 minutes each over a 7 – 8 hour shift (or 3 breaks without the lunch break, or 1 break of at least 8 – 10 minutes over a 6-hour shift																														
6	There is a single break, lasting at least 10 minutes, in a 7-hour shift without lunch break, or, in a 6-hour shift, there is only a lunch break (the lunch break is not counted in the working hours)																														
10	There are no real breaks except for a few minutes (less than 5) in a 7 to 8-hour shift																														

DURATION MULTIPLIER

RECOVERY SCORE

Arm activity and frequency of actions

☐ RIGHT ☐ LEFT ☐ BOTH

DYNAMIC ACTIONS	
0	Arm movements are slow and frequent short interruptions are possible (20 actions per minute)
1	Arm movements are not too fast, they are constant and regular. Short interruptions are possible (30 actions per minute)
3	Arm movements are quite fast and regular, only occasional and irregular short pauses are possible (about 40 actions per minute)
4	Arm movements are fast. Only occasional and irregular short pauses are possible (about 45 actions per minute)
6	Arm movements are fast. Only occasional and irregular short pauses are possible (about 50 actions per minute)
8	Arm movements are very fast. The lack of interruptions makes it difficult to hold the pace, which is about 60 actions per minute
10	Very high frequencies (70 actions per minute or more). Absolutely no interruptions are possible
STATIC ACTIONS	
2,5	an object is held for at least 5 consecutive seconds secs., insuring one or more static actions for 2/3 of the cycle (or observation) time
4,5	an object is held for at least 5 consecutive seconds secs., insuring one or more static actions for 5/5 of the cycle (or observation) time

FREQUENCY
SCORE

--	--

RIGHT LEFT

Choose one answer for each upper limb. It is possible to use intermediate scores. If both static and dynamic actions are present CONSIDER both static and dynamic actions. As most representative of the task CHOOSE the one with the highest risk value

Presence of working activities involving the repeated use of force in the hands/arms

More than one answer can be ticked: add up the partial scores obtained. If necessary, choose intermediate scores, and then add them together

☐ RIGHT ☐ LEFT ☐ BOTH

The working activity requires the use of <u>almost maximal</u> force (score 8 or more on the Borg scale) for: When:	4	2 seconds every 10 min
	12	1 % of the time
	24	5 % of the time
	32	over 10% of the time
The working activity requires the use of <u>intense</u> force (score 5-6-7 on the Borg scale) for: When:	4	2 seconds every 10 min
	8	1 % of the time
	16	5 % of the time
	24	over 10% of the time
The working activity requires the use of <u>moderate</u> force (score 3-4 on the Borg scale) for: When:	2	1/3 of the time
	4	About half the time
	6	Over half the time
	8	Nearly all the time

FORCE
SCORE

--	--

RIGHT LEFT

Presence of additional factors occupying over half the time

(choose only one answer per group of questions)

☐ RIGHT ☐ LEFT ☐ BOTH

PHYSICAL	
2	Gloves inadequate to the task are used for over half the time
2	Vibrating tools are used for over half the time
2	The employed tools cause skin compressions
2	The task implies repeated impacts by the hand (the hand is used as a tool)
2	Cold temperature
2	Other additional factors are present :specify
3	More than 1 additional factors are present, and they occupy the whole of the time
ORGANISATIONAL	
1	Working pace is set by the machine, but there are "buffers" by which the working pace may either be slowed down or accelerated.
2	Working pace is completely determined by the machine.

ADDITIONAL
SCORE

--	--

RIGHT LEFT

Presence of awkward posture and movement and/or stereotypy

☐ RIGHT ☐ LEFT ☐ BOTH

A. ARMS

1 The arm are not leaning on the workbench but are a little uplifted for half (or more) of the time



The arms are kept nearly at shoulder height, without support

2 for about 10% of the time

6 for about 1/3 of the time

12 for about 1/2 of the time

24 nearly all the time

--	--

B. ELBOW



The elbow executes wide movements (wide flexion-extension or pronosupination) or sudden movements (jerking movements, striking movements)

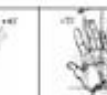
2 for about 1/3 of the time

4 for over half the time

8 nearly all the time

--	--

C. WRIST



The wrist must bend in an extreme position, or must keep awkward postures (such as wide flexions or extensions, or wide lateral deviations)

2 for about 1/3 of the time

4 for over half the time

8 nearly all the time

--	--

D. HAND



Grip objects, parts or tools with fingertips with constricted fingers (pinch) or with a nearly open hand (palmar grip) or keeping fingers hooked

2 for about 1/3 of the time

4 for over half the time

8 nearly all the time

--	--

E. Lack of variation or stereotypy

1,5 Performs working gestures of the same type involving shoulders and/or elbow and/or wrist and/or fingers for 51-80% of time (or cycle time between 8 and 15 seconds, full of manual actions)

3 Performs working gestures of the same type involving shoulders and/or elbow and/or wrist and/or fingers for 81-100% of time (or cycle time less than 8 seconds, full of manual actions)

--	--

POSTURE SCORE

--	--

RIGHT LEFT

Final awkward postures and movements score

Use the highest value obtained among the four groups of questions (A, B, C, D) only once, and eventually add to that of the last question E.

OCRA CHECKLIST

FINAL SCORE

--

RIGHT

--

LEFT

