

**Riesgo biomecánico por carga postural en trabajadores del área operativa de la empresa
ECOFILLERS E.U. de Suesca, Cundinamarca**

**Laura Marcela Granados Salazar, Erika Brigith Mestizo Alvarez y Wencel De La Cruz
Viloria**

Trabajo de grado para optar el título de Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo

Director

Hermes Escorcía Figueroa

Magíster en Prevención de Riesgos Laborales

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Especialización en Seguridad y Salud en el Trabajo

2026

Contenido

Introducción	7
1. Riesgo biomecánico por carga postural en trabajadores del área operativa de la empresa ECOFILLERS E.U. de Suesca, Cundinamarca	9
1.1 Identificación de la empresa donde se desarrolló la consultoría	9
1.2 Problema identificado para el proceso de consultoría	9
1.3 Formulación de la pregunta problema	12
1.4 Justificación	12
1.5 Objetivos	14
1.5.1 Objetivo general	14
1.5.2 Objetivos específicos	15
2. Marco referencial	15
2.1 Antecedentes	15
2.1.1 Internacionales	15
2.1.2 Nacionales	16
2.1.3 Regional	18
2.2 Marco teórico	19
2.2.1 Modelos teóricos de la causalidad de los trastornos musculoesqueléticos	19
2.3 Marco conceptual	22
2.3.1 Biomecánica	22
2.3.2 Ergonomía	23
2.3.3 Riesgos biomecánicos	24
2.3.4 Sistema Osteomuscular	26

2.3.5 Trastornos musculoesqueléticos	26
2.4 Marco legal.....	28
3. Diseño metodológico	30
3.1 Alcance.....	30
3.2 Propuesta metodológica	31
3.2.1 Diagnóstico situacional	31
3.2.2 Desarrollo de soluciones.....	32
3.2.3 Plan de desarrollo de la consultoría.....	32
3.2.4 Presupuesto	33
3.3 Universo, población y muestra.....	34
3.4 Aspectos éticos.....	34
4. Desarrollo.....	34
4.1 Evaluación de Exposición a Riesgos Biomecánicos de la empresa ECOFILLERS E.U mediante la guía GTC-45	34
4.2 Análisis ergonómico de los puestos de trabajo de la empresa ECOFILLERS E.U	39
4.3 Formulación de estrategias y lineamientos preventivos en la empresa ECOFILLERS E.U	48
5. Lecciones aprendidas	53
6. Conclusiones.....	53
Referencias.....	55
Apéndices.....	67

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Identificación de la empresa</i>	9
Tabla 2. <i>Factores de riesgo</i>	25
Tabla 3. <i>Trastornos musculoesqueléticos</i>	28
Tabla 4. <i>Plan de desarrollo de la consultoría.</i>	33
Tabla 5. <i>Presupuesto para el desarrollo de la consultoría</i>	33
Tabla 6. <i>Aplicación del método REBA para la construcción de la estructura</i>	39
Tabla 7. <i>Aplicación del método REBA para el llenado de camas</i>	42
Tabla 8. <i>Aplicación del método REBA para el riego de camas</i>	44
Tabla 9. <i>Aplicación del método REBA para el ahoyado</i>	46
Tabla 10. <i>Estrategias de reducción de riesgos según la actividad</i>	47
Tabla 11. <i>Estrategias preventivas para la empresa ECOFILLERS E.U</i>	49

Lista de figuras

Figura 1. <i>Modelo de Armstrong et al (1993)</i>	20
Figura 2. <i>Modelo de Van der Beek y Frigs-Dresen</i>	21
Figura 3. <i>Identificación de peligros y valoración de riesgos biomecánicos</i>	37

Lista de Apéndice

Apéndice A. <i>Matriz de identificación de peligros y valoración de riesgo</i>	67
---	----

Introducción

El riesgo biomecánico constituye uno de los principales retos para la salud de los empleados en entornos donde se destaca el desarrollo prolongado de tareas operativas, movimientos repetitivos, manipulación de cargas y posturas sostenidas o forzadas. En estos escenarios, la exposición a exigencias físicas contribuye a la aparición de trastornos musculoesqueléticos, especialmente en cuello, hombros, espalda y extremidades superiores, afectando el desempeño y la seguridad laboral (Nevado, 2026).

En Colombia, la gestión de este tipo de peligro se ha consolidado como una prioridad para las organizaciones que buscan reducir ausentismo, limitar incapacidades y fortalecer el cumplimiento de los sistemas de seguridad y salud en el trabajo. Para ello, se han usado métodos observacionales como REBA y RULA para evaluar tareas con riesgo alto o muy alto a través de la estimación del nivel de actuación requerido, identificando la necesidad de acciones correctivas y/o medidas preventivas concretas como rediseño del puesto, ajuste antropométrico, pausas activas y control de la exposición (Galvis, 2025).

En el caso de ECOFILLERS E.U., ubicada en Suesca, Cundinamarca, el problema de investigación se centra en la posible exposición de sus trabajadores del área operativa a carga postural y otros factores biomecánicos asociados a sus funciones diarias debido a la ejecución continua de tareas operativas bajo condiciones posturales que incrementan el nivel de riesgo biomecánico y, por tanto, puede favorecer síntomas musculoesqueléticos y disminución del bienestar laboral.

A partir de esa situación, la pregunta de investigación estuvo conformada por: ¿Cuáles es el riesgo biomecánico por carga postural en trabajadores del área operativa de la empresa ECOFILLERS E.U., Suesca Cundinamarca? Permitiendo delimitar el objeto de estudio y enfocar

el análisis en la valoración y priorización del riesgo postural presente en el proceso productivo analizado.

Desde esta perspectiva, el presente trabajo se justifica al aportar evidencia aplicada para reconocer cómo las condiciones reales del trabajo operativo pueden generar afectaciones en la salud de los trabajadores y el desempeño organizacional; además, el análisis biomecánico permite transformar una percepción del malestar en una valoración técnica y útil para la toma de decisiones preventivas dentro de la empresa. En un contexto teórico, se aplicaron competencias en temas relacionada con el análisis de entornos de trabajo y factores de riesgos ergonómicos, generando un aporte teórico-práctico como herramienta para futuras investigaciones en función programas de prevención para profesionales de la salud ocupacional, ergonomistas y diseñadores de sistemas hidropónicos. Por otro lado, se fortaleció la línea de investigación Institucional de Innovación, Productividad, Competitividad y la línea del grupo CAYPRO y del semillero Gemba de la Facultad de Ingeniería

En síntesis, la organización del documento está segmentada en una serie de capítulos relacionados con el problema identificado en el primer capítulo describiendo la formulación de la pregunta problema, justificación y objetivos; en segundo lugar, un marco referencial destacando antecedentes, marco teórico, conceptual y legal. El tercer capítulo, describe el diseño metodológico del trabajo describiendo el alcance, la propuesta, universo y aspectos técnicos.

Por su parte, el capítulo cuatro engloba el desarrollo presentando la ejecución de los objetivos específicos para presentar las lecciones aprendidas y conclusiones en el capítulo cinco y seis. Finalmente, se describen las referencias y apéndices.

1. Riesgo biomecánico por carga postural en trabajadores del área operativa de la empresa ECOFILLERS E.U. de Suesca, Cundinamarca

1.1 Identificación de la empresa donde se desarrolló la consultoría

Tabla 1. *Identificación de la empresa*

Razón social	Descripción
<i>Nombre representante legal</i>	<i>Felipe Arango Pardo</i>
<i>NIT</i>	<i>830.141.144-8</i>
<i>Ciudad</i>	<i>Suesca</i>
<i>Departamento</i>	<i>Cundinamarca</i>
<i>Dirección</i>	<i>Km 2 vía Suesca Nemocón</i>
<i>Teléfono Corporativo</i>	<i>3153058381</i>
<i>Sucursales o agencias</i>	<i>ECOFILLERS EU</i>
<i>Nombre de la ARL</i>	<i>SURA</i>
<i>Clase de riesgo asignado por la ARL.</i>	<i>III</i>
<i>Código de la actividad económica CIU</i>	<i>3011201</i>
<i>Actividad económica</i>	<i>La producción especializada de flor de corte bajo cubierta y al aire libre incluye solamente los invernaderos, cultivo floricultura.</i>
<i>Número de trabajadores directos e indirectos</i>	<i>80</i>

Nota: la tabla presenta las características de la organización en donde se llevó a cabo la consultoría.

1.2 Problema identificado para el proceso de consultoría

Las enfermedades laborales constituyen un desafío global para las empresas, impactando de forma negativa en la salud de los trabajadores y en la productividad empresarial al generar un aumento en los costos económicos (Organización Internacional del Trabajo, 2021). Particularmente, los riesgos biomecánicos representan una de las principales problemáticas de salud laboral a nivel mundial, vinculados a posturas de trabajo prolongadas, repetitivas o forzadas (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España – INSST, 2025), afectando al 59% de los empleados por la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos -TME (Sociedad de

Medicina del Trabajo, 2024) , lo que se traduce en un problema significativo que incide en aspectos sociales y económicos.

Los TME generan síntomas que incluyen el dolor y malestar, discapacidad a largo plazo y reducción de la calidad de vida (Moreno, 2023); además, el impacto económico de estos trastornos se refleja en la generación de costos directos e indirectos, relacionados con el pago de atención médica, tratamientos, rehabilitación e indemnizaciones por incapacidad laboral, así como el ausentismo laboral, reducción de productividad, rotación de personal y pérdida de competitividad empresarial (Avila et al., 2023). En un contexto social, este tipo de trastorno influye en la sostenibilidad de las actividades agrícolas, la seguridad alimentaria y el desarrollo rural, al afectar en la continuidad de las actividades productivas.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reporta que aproximadamente 1,710 millones de personas padecen trastornos musculoesqueléticos (TME), representado por el dolor lumbar con una prevalencia de 568 millones de personas, constituyendo la principal causa de discapacidad (OMS, 2021); en el territorio colombiano, este panorama no es ajeno, existiendo un alto índice de trastornos osteomusculares relacionados con esfuerzos prolongados, movimiento repetitivos que demandan mucha energía y posiciones incómodas que incrementan las posibilidades de padecer problemas musculoesqueléticos (Rodríguez y Cáceres, 2021, constituyendo la primera causa de morbilidad profesional (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2021).

En un contexto agrícola, la evidencia epidemiológica demuestra que los trabajadores presentan tasas de incidencia de TME superiores a otros sectores, como por ejemplo en países como Brasil, en donde se ha generado afecciones como la prevalencia del dolor de espalda al producirse una mayor angulación de la columna torácica, hipercifosis, enderezamiento lumbar y dolor cervical entre productores que utilizan métodos tradicionales (De Souza et al., 2023).

En países como Ecuador, se ha identificado que el 81,8% de los empleados agrícolas presenta dolor en la región lumbar, el 69,5% mantiene posturas con brazos elevados y el 64,8% trabaja con flexión constante de rodilla y un 71,4% requiere ajustes inmediatos en sus condiciones laborales, evidenciando jornadas de hasta 40 horas semanales que propician fatiga y manifestación de TME (Almeida et al., 2025). En Colombia, se presenta un panorama caracterizado por condiciones precarias que intensifican la exposición a riesgos ergonómicos, constituyendo un factor predisponente a corto y largo plazo para el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos (Lumbaqué, 2021).

En ese orden de ideas, se evidencia una problemática relacionada con la carga postural de los empleados, si bien aunque estos sistemas representan una alternativa tecnológica sostenible frente a modelos tradicionales de agricultura, mantienen una exposición alta a riesgos biomecánicos. No obstante, aunque existen investigaciones sobre riesgos ergonómicos en la agricultura tradicional y estudios comparativos entre sistemas tradicionales e hidropónicos, se presenta una brecha de conocimiento respecto a la caracterización detallada de los riesgos biomecánicos en las diversas actividades operativas de los sistemas hidropónicos (De Souza et al., 2023).

A partir de lo anterior, la empresa Ecofillers E.U dedicada al cultivo de flor de corte en invernaderos con estructuras de madera o metálica no es ajena a esta problemática debido a que se caracteriza por el desarrollo de trabajos repetitivos bajo periodos de tiempo prolongados en donde se realizan actividades de cortes de tres a seis horas y deshojes a nivel de piso. Si bien, la organización cuenta con afiliaciones con administradoras de riesgos laborales dentro de su Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo, los riesgos biomecánicos no han sido abordados

de forma integral y específica, existiendo ausencia en la evaluación del riesgo biomecánico por carga postural en trabajadores del área operativa de la organización.

Por lo tanto, la falta de una evaluación de tareas con un enfoque biomecánico en los trabajadores de la empresa ECOFILLERS E.U. podría propiciar la aparición de síntomas osteomusculares y al desarrollo de enfermedades laborales entre los empleados. En consecuencia, ambientes de trabajo que no presentan condiciones seguras en el puesto de trabajo conlleva a una serie de impactos reflejadas en el incremento de lesiones musculares y óseas, episodios de estrés, las cuales, sino se tratan, a largo plazo puede ocasionan cefaleas, migrañas y enfermedades graves, así como ausencias laborales e incremento de incapacidades (Patiño y Rocha, 2021).

Bajo esta premisa, se hace necesario la investigación y propuestas de lineamientos que promuevan la reducción de riesgos biomecánicos adaptados a las condiciones del entorno físico de trabajo de ECOFILLERS E.U., con el propósito de disminuir la aparición de enfermedades laborales de origen musculoesquelético en el marco de condiciones que protejan la salud de los empleados y mejoren la eficiencia de la organización cumpliendo con la normatividad colombiana en cuanto a ambientes seguros y saludables se refiere.

1.3 Formulación de la pregunta problema

¿Cuáles es el riesgo biomecánico por carga postural en trabajadores del área operativa de la empresa ECOFILLERS E.U., Suesca Cundinamarca?

1.4 Justificación

Las investigaciones relacionadas con riesgos biomecánicos por carga postural en trabajadores de cultivos hidropónicos se alinean con las prioridades internacionales estipuladas en

los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como el objetivo 2, 3 y 8 enmarcados en garantizar la seguridad alimentaria y la agricultura sostenible, promoción del bienestar y la protección de los derechos laborales respectivamente (Naciones Unidas, S.f).

A nivel nacional, esta temática está relacionada con el Plan Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de Colombia 2022-2031 contribuyendo a la promoción de la Seguridad y Salud en el Trabajo y a la prevención de Accidentes de Trabajo y Enfermedad Laboral; a su vez, en un panorama regional, contribuye a la competitividad del sector mediante la protección de la salud de los trabajadores.

El trabajo de investigación generará conocimiento aplicable para estudios enmarcados en la identificación las características de los riesgos biomecánicos en trabajadores de cultivos hidropónicos, sistematizando los factores de riesgo específicos de cada tarea, las posturas críticas adoptadas durante las jornadas laborales, y las partes del cuerpo más afectados por las demandas biomecánicas, con el propósito de generar recomendaciones técnicas para el diseño ergonómico de estaciones de trabajo y mejoras en la carga física laboral. Además, se brindará un constructo metodológico sobre la aplicación de herramientas de evaluación ergonómica en entornos hidropónicos, lo cual contribuye al desarrollo de protocolos para este sector.

En ese sentido, los resultados de esta investigación tendrán múltiples aplicaciones y beneficiarán a diversos actores; a nivel social, la identificación de los riesgos biomecánicos presentes en la empresa ECOFILLERS E.U., localizada en Suesca Cundinamarca busca contribuir a la consolidación de entornos de trabajo seguros y saludable, generando un mayor confort en los trabajadores al facilitar el reconocimiento de los factores físicos a los que se encuentran expuestos fortaleciendo la adopción de conductas seguras mediante la promoción de la responsabilidad

individual. Por otro lado, las empresas del sector se beneficiarán a través de la reducción del ausentismo laboral, disminución de costos asociados con incapacidades (Ortega y Oliveros, 2023).

En consecuencia, los resultados contribuirán a la competitividad del sector hidropónico a través de la reducción de costos asociados con enfermedades laborales al construir estrategias robustas dentro del sistema de gestión de seguridad y la salud en el trabajo, lo cual deriva un incremento de la productividad y la mejora en la imagen corporativa de la empresa.

En un contexto académico, los futuros especialistas en Seguridad y Salud en el Trabajo aplicaran sus competencias en temas relacionada con el análisis de entornos de trabajo y factores de riesgos ergonómicos, generando un aporte teórico-práctico como herramienta para futuras investigaciones en función programas de prevención para profesionales de la salud ocupacional, ergonomistas y diseñadores de sistemas hidropónicos. Por otro lado, el trabajo de grado fortalece la línea de investigación Institucional de Innovación, Productividad, Competitividad y la línea del grupo CAYPRO y del semillero Gemba de la Facultad de Ingeniería Industrial de Sistemas de Calidad y productividad y Emprendimiento y desarrollo empresarial.

Finalmente, el estudio contribuye al posicionamiento de la Universidad Santo Tomás como referente en investigación aplicada en salud y seguridad en el trabajo, fortaleciendo su compromiso con el desarrollo regional y nacional.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Valorar el riesgo Biomecánico por carga postural en trabajadores del área operativa de la empresa ECOFILLERSE.U., Suesca Cundinamarca.

1.5.2 Objetivos específicos

- Evaluar el nivel de exposición del riesgo biomecánico de los trabajadores del área operativa de la empresa GTC-45.
- Determinar el nivel de riesgo por carga postural en la población.
- Proponer recomendaciones de intervención orientadas a la prevención y reducción del riesgo biomecánico.

2. Marco referencial

2.1 Antecedentes

2.1.1 Internacionales

Un estudio descriptivo de corte transversal realizado en Brasil dirigido a una empresa manufacturera con 267 trabajadores reveló una relación entre factores biomecánicos con la sintomatología de desórdenes musculoesqueléticos. De esta forma, mediante la aplicación de fuentes de información primaria, los autores identificaron que la edad, el estilo de vida sedentario, la postura inapropiada y el esfuerzo percibido están asociado con síntomas en los hombros, por otro lado, se destacan riesgos como posturas inadecuadas y el esfuerzo con síntomas en las muñecas incrementando las probabilidades de ocurrencia de trastornos musculo esqueléticos (TME) (Dos Santos et al., 2021).

La investigación de Hajaghazadeh et al. (2022) valoraron los factores de riesgo ergonómicos en una empresa de calzado hechos a mano en Irán mediante la aplicación de metodologías de análisis semicuantitativa como el Índice de Deformación Revisado (Revised

Strain Index-RSI) y el Valor límite umbral (TLV) de la ACGIH para la actividad manual (ACGIH Hand Activity Level Threshold Limit Value (HAL-TLV) dirigidos a una población compuesta por 218 trabajadores. Este estudio demostró que los síntomas de mayor relevancia se encontraban relacionados con el cuello de los empleados (90.7-98.4%), seguido por síntomas en hombro derecho, codo y mano/muñeca, siendo más prevalentes en el lado derecho que en el izquierdo; a partir de lo anterior, los investigadores concluyen que los colaboradores dedicados a la elaboración de calzados presentan niveles de riesgo más altos a comparación de los operadores de costura.

Finalmente, Yang et al. (2022) determinaron la prevalencia de TME y los factores de riesgos que están asociados en las actividades desarrolladas por un grupo de empleados de manufactura de muebles en China; para ello, realizaron un estudio transversal con 4,181 trabajadores arrojando resultados que mostraron una prevalencia general de desórdenes musculoesqueléticos del 31.57%, con síntomas presentes en el cuello (16.77%), hombros (14.90%) y tobillos/pies (14.64%). Como conclusiones los investigadores aseguran que los factores individuales, de organización laboral y relacionados con la ergonomía dan paso a la generación de riesgos que facilitan la aparición de desórdenes musculoesqueléticos en diferentes sitios corporales siendo necesario el desarrollo de medidas de protección eficaces y viables para estos trabajadores a fin de aliviar la carga de salud que estos causan.

2.1.2 Nacionales

Castro (2023) realiza una investigación fundamentada en una metodología interpretativa en la cual clasifica las enfermedades laborales en el territorio nacional, así como las entidades que intervienen y los indicadores relacionados con las tasas de enfermedades laborales. A partir de lo anterior, se describe la legislación colombiana enmarcada en el riesgo biomecánico para

finalmente mediante una comparación entre Positiva Compañía de Seguros, AXA Colpatria y Seguros Bolívar determinando una serie de innovaciones tecnológicas y enfoques presenciales para la creación de entornos seguros que beneficien a los colaborado.

Roa et al. (2023) evalúan una serie de estrategias que reduzcan los riesgos biomecánicos relacionados con la manipulación de cargas mediante la caracterización de las actividades relacionadas con el levantamiento de carguío, la identificación de sintomatología, aplicación de metodología que conlleve a la valoración del factor de riesgo biomecánico para finalmente establecer un Sistema de Vigilancia Epidemiológico Osteomuscular.

En ese orden de ideas, los autores emplearon la metodología NIOSH determinando un riesgo alto ante lesiones dorso lumbares para los empleados siendo necesario la generación de estrategias que reduzcan la aparición de desórdenes en los colaboradores sanos; por lo tanto, la instauración de sistemas de vigilancia epidemiológica biomecánica facilita la prevención de forma efectiva bajo el Decreto 1072 de 2015 (Roa et al., 2023).

Velasco (2023) realizó un programa para la reducción de riesgos biomecánicos en miras de prevenir la aparición de lesiones musculo esqueléticas en los miembros superiores en una organización del sector metalmecánico en donde se observaron molestias en los empleados; en consecuencia, mediante una metodología descriptiva la autora aplicó la matriz de riesgos junto a la revisión de ausentismos laborales y el seguimiento a exámenes ocupacionales dando paso a la identificación de acciones que beneficien la salud de los empleados.

Por consiguiente, el programa de vigilancia epidemiológica estuvo enmarcado en el ciclo de mejora continua PHVA destacando actividades como la valoración rápida de las extremidades superiores, la metodología Check List OCRA valorando riesgos provenientes de acciones repetitivas y la aparición de trastornos en un tiempo determinado, entre otros (Velasco, 2023).

2.1.3 Regional

Leguizamón et al. (2021) determinaron los factores de riesgos biomecánicos y la sintomatología musculoesquelética en empleados cuyas responsabilidades responden al área operativa a través de un estudio descriptivo de corte transversal en la ciudad de Cúcuta dirigido a una población de 120 colaboradores, aplicando el cuestionario Nórdico de Kuorinka Estandarizado a una muestra de 100 individuos calculando medidas que identificaran las tendencias centrales. De esta forma, como principales hallazgos se describen síntomas musculoesqueléticos relacionados con cuello-postura, hombro-esfuerzo, mano movimiento repetitivo y dorso lumbar.

Mora et al. (2024) basó su investigación en la descripción de estrategias que reduzcan los trastornos músculoesqueléticos (TME) en empleados colombianos, mediante una revisión sistemática utilizando bases de datos como Pubmen, Clinical Key y Google Scholar con una ventana de tiempo de 2019-2024 con disponibilidad de lectura completa. Como principales resultados, los autores identifican como TME los movimientos repetitivos, posturas incómodas y unos escasos de conocimiento en relación con la ergonomía dando paso a la formulación de una serie de intervenciones enmarcadas con programas de ejercicio físico para la mitigación de estas problemáticas y la promoción de entornos seguros.

Morales y Jaimes (2024) diseñaron un programa encaminado a la gestión de riesgos biomecánicos en una ferretería mediante un enfoque mixto bajo una tipología mixta empleando fuentes de recolección de información primaria conformadas por encuestas que recolectaran información demográfica, hábitos y sintomatología de los empleados. Arraigado a lo anterior, se utilizó la GTC-45 identificando los riesgos y la NTP 387 del INHST para el análisis ergonómico.

Como resultado, el análisis ergonómico identificó riesgos asociados a posturas forzadas, movimientos repetitivos, posturas prolongadas y manejo de cargas, los cuales, mediante un

programa dirigido a la generación de capacitaciones, inspecciones de puestos de trabajo, valoraciones médicas, pausas activas y estrategias de intervención mejoran las condiciones biomecánicas de la organización (Morales y Jaimes, 2024).

2.2 Marco teórico

2.2.1 Modelos teóricos de la causalidad de los trastornos musculoesqueléticos

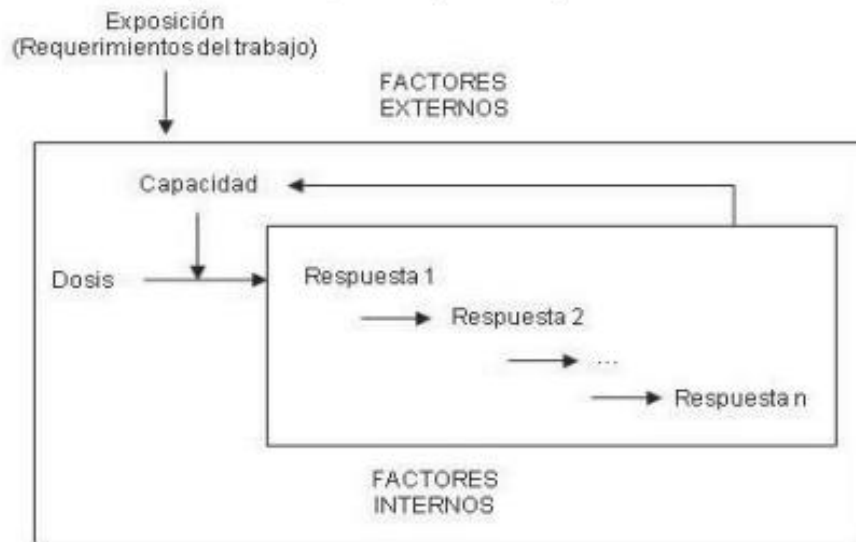
Los trastornos musculoesqueléticos (TME) se caracterizan por ser enfermedades que generan una condición anormal en los huesos, músculos, nervios, tendones, articulaciones o ligamentos, trayendo consigo la alteración de una función motora o sensitiva; una de sus principales causas se encuentra relacionada cuando se sobre exige una estructura y/o se excede el periodo de recuperación viscoelástico de los tejidos (Márquez, 2015). A partir de lo anterior, existe una serie de modelos teóricos desarrollados por diferentes autores encaminados a brindar una explicación al fenómeno relacionado con los TME en un contexto laboral.

En ese orden de ideas, se destacan modelos que enfocan los TME en factores biomecánicos; como Armstrong et al. (1993), que relaciona la naturaleza desórdenes musculoesqueléticos en un componente multifactoriales bajo un paradigma dirigido a identificar los límites aceptables ante la exposición de factores externos y el grado de respuesta reflejados en los cambios de las variables de un individuo planteando una interacción en forma de cascada entre la exposición, capacidad, dosis y respuesta (ver Figura 1) (Sailema, 2023).

Por lo cual, la respuesta ante un nivel tiene la capacidad de actuar como una dosis en el siguiente nivel; en contraparte, la exposición está relacionada con factores externos que pueden provenir de fuerzas o posturas con diferentes tasas de duración y magnitud, finalmente, la dosis es

entendida como un factor que incide en el estado interno de los tejidos de orden mecánica o fisiológica y la capacidad es el grado de resistencia ante los impactos de las dosis (Hueso, 2025).

Figura 1. *Modelo de Armstrong et al (1993).*



Tomado de Márquez (2015).

En otras palabras, el modelo de Armstrong establece que la respuesta ante una dosis puede causar deterioro o adaptabilidad ante otras dosis sucesivas. En un contexto laboral, este paradigma se enfoca en las asociaciones entre la parte alta (carga física del trabajo, demás psicológicas y factores de riesgos ambientales) y baja de la cascada (manifestación, enfermedades y discapacidades); sin embargo, no se identifican las respuestas intermedias (Márquez, 2015).

Por otro lado, el modelo teórico de Westgaard y Winkel (1996) presentan una relación entre la exposición de forma mecánica y los efectos en la salud de un individuo conformados por los factores relativos a la carga de trabajo físico producidas en el cuerpo; para lo cual, se identifican niveles internos como por ejemplo la demanda laborales y externos de exposición empleados en las directrices de diseño. En ese orden de ideas, la exposición interna conlleva a la generación de

respuestas fisiológicas y psicológicas que ocasionan un conjunto de efectos a nivel del sistema, órganos, entre otros, los cuales tienen la capacidad de desarrollar malestares, dolores, fatiga y afectaciones en la salud a corto/largo plazo (Aguiar et al. 2023), siendo influenciadas por efectos relacionados con el entorno y aspectos como la edad, género o aptitud física del individuo (Márquez, 2015).

Cabe mencionar que Van der Beek y FrigsDresen (1998) plantearon un modelo que describe como las condiciones de trabajo producen respuestas y/o efectos sobre la salud de los empleados; es así, que el entorno laboral esta caracterizado por la fijación de demandas en los diferentes puestos y la libertad de decisión vista como el grado de autonomía que tiene el individuo para mejorar o agravar sus condiciones (Sailema, 2023). De modo que, se produce un método de trabajo real sujeto a las características antropométricas del sujeto obligándolo a incorporar posturas, efectuar movimientos y desarrollar fuerzas ante la exposición externa del ambiente (situación de trabajo, método implementado y tríada de posturas) (Márquez, 2015) como se observa en la Figura 2.

Figura 2. Modelo de Van der Beek y Frigs-Dresen



Tomado de Márquez (2015).

En consecuencia, el modelo detalla como las condiciones de trabajo producen una respuesta y efectos sobre el estado físico-mental de un individuo en donde la exposición interna está fundamentada en el desarrollo de fuerzas dentro del cuerpo humano abarcando estructuras activas y pasivas del aparato locomotor según la capacidad de trabajo sobre el sistema a nivel de tejido celular y molecular. Dicho de otra manera, el desarrollo de actividades laborales provoca mayor fatiga muscular de manera localizada y diversos efectos fisiológicos (Hueso, 2025).

Finalmente, la Teoría de Interacción Multivariada de Kumar (2001) asegura que la problemática del sistema musculoesquelético de un individuo tiene un origen multifactorial influenciado por aspectos genéticos, morfológicos, psicosociales y biomecánicos asociados a las características y demandas del trabajo. En ese sentido, el modelo presupone la naturaleza de las lesiones musculoesqueléticas definiéndola a múltiples factores entre los cuales se destacan el biomecánico, en donde al exceder la carga en las capacidades funcionales y estructurales se da paso a la generación de fatiga o lesiones (Iglesias y Quinde, 2025).

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Biomecánica

Para Gutiérrez (2022), la biomecánica es una disciplina dirigida a la aplicación de directrices que hacen parte de la mecánica, composición y desplazamiento de los seres vivos; por lo tanto, analiza fenómenos cinemáticos, así como el estudio de las acciones físicas desde sus orígenes hasta sus efectos abarcando la identificación de las propiedades de los huesos, circulación sanguínea y el funcionamiento de los sistemas. Dicho de otra manera, relaciona la interacción del

trabajador con elementos que utiliza en sus puestos de trabajo en miras de reducir las lesiones e incrementar la productividad de los colaboradores.

En ese orden de ideas, la biomecánica representa una disciplina científica fundamental empleada para la comprensión y prevención de las enfermedades laborales de origen biomecánico, estableciendo la base conceptual de una ciencia que analiza los fenómenos mecánicos y cinemáticos desarrollados por los seres humanos enfocándose específicamente en el análisis de la interacción del trabajador con los elementos de su puesto de trabajo (Quintero et al., 2021).

2.3.2 Ergonomía

Conjunto de conocimientos bajo un carácter multidisciplinar enfocado a la adecuación de productos, entornos artificiales según las necesidades, características y limitaciones de los usuarios de forma que se presente un incremento en la eficacia de la seguridad y bienestar. A partir de lo anterior, responde a una disciplina científica enmarcada en comprender la interacción de los individuos con la profesión que incorpora métodos de diseño y los elementos de un sistema en miras de incrementar el desempeño (Quintero et al., 2021).

Autores como López et al. (2020) definen la ergonomía como una disciplina fundamentada en la aplicación de teorías, datos, principios y métodos de diseño en miras de optimizar el bienestar humano mediante la adecuación de productos y entornos que respondan ante las características y limitaciones de los individuos. Para ello, se llevan a cabo intervenciones técnicas enfocadas en la reducción de cargas en la espalda y extremidades superiores; por otro lado, se incorporan entrenamientos de fuerza que reduzcan los desórdenes musculoesqueléticos, se aplican medidas organizacionales, individuales y técnicas bajo un enfoque participativo (Gutiérrez, 2022).

2.3.3 Riesgos biomecánicos

El riesgo biomecánico se encuentra definido como la probabilidad de un individuo a sufrir de una eventualidad indeseada que conlleve a un accidente, lesión o enfermedad en el puesto de trabajo; por consiguiente, su ocurrencia está asociada a factores de riesgos compuestos por el sobreesfuerzo, manipulación de cargas y movimientos repetitivos generando un desorden músculo esquelético (DME) y/o trastornos musculo esqueléticos (TME) (Ortega y Oliveros, 2023).

En un contexto de riesgos biomecánicos, los factores de riesgos se encuentran sujetos a la intensidad del trabajo, tiempo, frecuencia y niveles de exposición ocasionando un menor/mayor impacto en un individuo; en consecuencia, las condiciones de trabajo que facilitan la aparición de TME están conformadas por trabajos repetitivos, levantamiento de cargas, empuje y arrastre de cargas, posturas forzadas, aplicación de fuerza (Morales y Jaimes, 2024).

Autores como Gutiérrez (2022) asocian los riesgos biomecánicos a una serie de atributos provenientes de la tarea laboral a desarrollar o del entorno en el que está ubicado su puesto de trabajo, los cuales incrementan la probabilidad a desarrollar una lesión en los empleados. En otras palabras, representa las condiciones de trabajo o exigencias derivadas de una actividad repetitiva (frecuencia de movimiento, utilización de fuerza, adopción de posturas, tiempo de recuperación ineficiente y durabilidad del trabajo) y/o posturas forzadas.

Por su parte González y Montoya (2022) cataloga los riesgos biomecánicos como elementos externos que impactan en un individuo al momento de llevar a cabo una actividad en específico dentro de los cuales se encuentran malas posturas y demás actividades que desencadenan desórdenes afectando al empleado a largo o corto plazo. En consecuencia, comprende la probabilidad de ocurrencia de eventos adversos.

Finalmente, la Tabla 2 presenta las características de los factores que influyen en los problemas biomecánicos.

Tabla 2. *Factores de riesgo*

Factor	Descripción
Posturas inadecuadas	Comprende el trabajo realizado mediante posturas incómodas o forzadas prolongadas afectando en partes del cuerpo como la columna vertebral y las articulaciones. Por consiguiente, este factor se encuentra asociado a cargas estáticas en donde el colaborador permanece en una posición fija dividiéndose en postura prolongada (mantenimiento de una postura a lo largo del 75% del horario de trabajo), postura mantenida (la postura se caracteriza por ser bípeda durante un tiempo mayor a 2 horas), postura forzada que provocan hiperextensiones o hiperrotaciones y posturas antigravitacionales (posicionamiento del tronco en contra de la gravedad).
Movimientos repetitivos	Este factor de riesgo está relacionado con cargas dinámicas caracterizada por el trabajo muscular al momento de efectuar acciones forzadas tales como el transporte de cargas generando lesiones como dolores musculares, fatiga y dolor en las articulaciones. En ese orden de ideas, el movimiento repetitivo está asociado al conjunto de movimientos mantenidos y desarrollados de forma continua que afecta la parte osteomuscular de un individuo derivando sintomatologías y lesiones; en ese orden de ideas, el movimiento es considerado repetitivo cuando la duración del trabajo es menor a 30 segundos.
Levantamiento de cargas pesadas	El levantamiento de objetos pesados de forma inadecuada y/o realizados con técnicas deficientes contribuyen al incremento de riesgos por lesiones en partes del cuerpo como extremidades, espalda y hombros. A partir de lo anterior, corresponde a la manipulación de cargas abarcando actividades como la operación de transporte o sujeción de un paquete y acciones como el levantamiento, el empuje, tracción, desplazamiento y colocación, los cuales debido a sus características pueden conllevar a la aparición de riesgos a nivel dorsolumbar.
Ergonomía deficiente	Este factor está asociado a equipos y/o estaciones de trabajo con un diseño inadecuado que no se adecua de forma óptima a la altura y alcance de los empleados derivando tensiones y molestias musculoesqueléticas.
Vibraciones e impactos	Exposición ante vibraciones y golpes constantes provenientes del manejo de maquinaria o herramientas generando afectaciones físicas en las articulaciones y tejidos.
Ambiente de trabajo apresurado	Se encuentra relacionado con la presión derivada de cumplir con tiempos estipulados dan paso a la adopción de posturas y movimientos riesgos para dar respuesta ante la carga laboral.
Falta de descansos adecuados	La ausencia de espacios dedicados a pausas activas relacionados con ejercicios de estiramiento y descanso conlleva al incremento de la fatiga, así como la generación de lesiones.
Factores psicosociales	Está conformado por el estrés laboral y la insatisfacción los cuales influyen en la probabilidad de accidentes al incidir en la gestión de los riesgos biomecánicos.

Adaptado a partir de Velasco (2023); Florez y Moreno (2021).

2.3.4 *Sistema Osteomuscular*

Se encuentra constituido por todos los músculos a excepción del corazón del cuerpo humano, así como el tejido conjuntivo asociado conformado por tendones y ligamentos. De esta manera el sistema osteomuscular desarrolla una serie de funciones fundamentadas en brindar forma y movimiento al cuerpo, generar protección a órganos y tejidos blancos como el cráneo asegurando el cerebro contra golpes y contusiones, vértebras que protegen la columna vertebral, entre otros; finalmente, la producción de glóbulos en la médula de ciertos huesos (Bejarano y Gaona, 2021).

El sistema osteomuscular constituye una estructura del cuerpo humano que permite el desarrollo de funciones de movimiento, estabilidad, forma y soporte, dividido en dos componentes funcionales el muscular incluyendo todos los tipos de músculos del cuerpo, específicamente aquellos que forman parte de las articulaciones para la generación de movimientos; del mismo modo, comprende también los tendones definidos como las estructuras que unen los músculos a los huesos. Por otro lado, el sistema esquelético conformado principalmente por los huesos, que se unen entre sí formando las articulaciones; la integridad de estas partes del cuerpo está determinada por el cartílago articular, ligamentos y bursa (bolsa sinovial) (Serrano, 2023).

2.3.5 *Trastornos musculoesqueléticos*

Comprende una serie de lesiones que generan afectaciones en la parte locomotora de un individuo incidiendo de forma directa en los músculos, nervios, tendones, articulaciones incluyendo en algunos casos efectos en los huesos. En ese orden de ideas, los síntomas relacionados con este tipo de trastorno incluyen dolores e inflamaciones; a su vez, engloba la

perdida de fuerza representando molestias para los empleados conllevando a la aparición de secuelas irreversibles (Greggi et al., 2024).

Este tipo de desorden es de naturaleza biomecánica generado por la interacción de factores de índole genético, morfológico y psicosocial, los cuales impactan a los empleados a través del uso de herramientas y las condiciones en las que se desarrolla la actividad laboral; además, factores como la asimetría de las actividades y la acumulación de carga conducen a la generación de posturas y esfuerzos excesivos (González y Montoya, 2022).

La teoría de la interacción multivariante asegura que los trastornos y lesiones musculoesqueléticas de orden laboral generan una interrupción mecánica en el sistema biológico del individuo dependiendo de la dotación genética, características, composición psicosocial y la biomecánica ocupacional, las cuales están reflejadas en el desarrollo de actividades asimétricas y desequilibradas que dan como resultado la creación de fatigas y problemas cinético y cinemáticos (Castañeda, 2023).

Autores como Cenea (2025), catalogan los trastornos musculoesqueléticos como una enfermedad de origen laboral resultado de una serie de factores en donde el entorno de trabajo aunado con la ejecución de responsabilidades desencadena estos malestares en los trabajadores variando su intensidad según la carga laboral. De modo que los TME afectan cualquier parte del cuerpo resaltando como principales zonas afectadas la espalda y las extremidades superiores produciendo tendinitis del manguito de los rotadores, hernias discales, lumbalgias, distensión muscular, epicondilitis, síndrome del túnel carpiano, síndrome cervical por tensión, bursitis prepatela, entre otros (Morales y Jaimes, 2024).

Para Bejarano y Gaona (2021), los TME son enfermedades que generan una condición anormal de huesos, nervios, articulaciones, tendones o ligamentos trayendo como consecuencia

alteraciones en las funciones motoras o sensitivas; dicho de otra manera, inciden de forma temprana en los tejidos cercanos involucrando de forma frecuente afectaciones en las extremidades superiores y la espalda a través de lesiones dolorosas e incapacitantes desarrolladas de forma gradual en semanas, años, o meses de exposición. En ese orden de ideas, la Tabla 3 presenta una serie de trastornos musculo esqueléticos

Tabla 3. *Trastornos musculoesqueléticos*

Tipo de trastorno	Descripción
Tendinitis	Afección en donde el tendón sufre hinchazón, irritación e inflamación produciendo dolor y limitación del movimiento en partes del cuerpo como hombros, codos, muñecas, codo e inclusive el talón. Esta condición es una problemática crónica generando la degeneración del tendón.
Enfermedad de Quervain	Recibe el nombre de Tenosinovitis respondiendo a una problemática que produce dolor en la parte inferior del pulgar, así como en el costado de la muñeca. Este trastorno se produce cuando se inflama el tendón ubicado en el pulgar de los otros dedos.
Síndrome de túnel carpiano	Afección en donde se genera una presión en el nervio de la muñeca; por lo cual, está relacionada con el entumecimiento, daño muscular y hormigueo en las manos y dedos.
Epicondilitis	También conocido como el codo de tenista, caracterizado por ser un trastorno que afecta a los individuos que llevan a cabo movimientos de hiperextensión del codo incidiendo en los músculos extensores de la mano y muñeca.
Hombro doloroso	Es definido por la presencia de dolores en los hombros, siendo más frecuentes en personas mayores. Dentro de sus características, este trastorno se relaciona con el desarrollo de movimientos de los brazos generando lesiones de la articulación, tendones, músculo y ligamentos.
Síndrome de manguito rotador	Lesiones que generan un dolor en el hombro se caracterizan por ser frecuentes incrementando con la edad.
Lumbalgia	Se presenta como un dolor o malestar en la parte inferior de la espalda, considerada como una de las principales razones de discapacidad a nivel mundial, incidiendo de forma adversa en el desempeño laboral.
Escoliosis	Desviación lateral del raquis generando una rotación en las vértebras de forma permanente. Este trastorno está clasificado en escoliosis estructural (afectación en vértebras, ligamentos y músculos) y funcional (produce una desviación del eje de la columna vertebral incidiendo en la postura y generando asimetría en los miembros inferiores)

Adaptado a partir de Velasco (2023); Florez y Moreno, (2021); Hueso (2023).

2.4 Marco legal

En el marco legal relacionado con los riesgos biomecánicos se destaca la Resolución 0312 de 2019 la cual indica los estándares mínimos para las empresas referentes a los Sistemas de

Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo y estructura la clasificación de riesgo para las organizaciones; por otro lado, la Ley 1562 de 2012 define aspectos relacionados con la prevención de riesgos laborales, la norma colombiana NTC 5723 establece la valoración de posturas de trabajo estático dentro de los riesgos biomecánicos y la NTP 387 relaciona aspectos referentes a la valoración de las condiciones de trabajo. Además, el Ministerio de Salud y Protección Social presenta una serie de guías de atención compendiadas en la Resolución 2844 de 2017 y 2013 de 2008 fundamentadas en el manejo y prevención de patologías laborales basadas en la evidencia para dolor lumbar inespecífico y enfermedad discal.

Arraigado a lo anterior, la Resolución 1016 de 1989 en el anexo técnico N°. 2 presenta una serie de medidas de prevención y control de riesgos biomecánicos asociados al desarrollo de actividades en el puesto de trabajo; paralelamente, la Resolución 2646 de 2008 define las obligaciones de los empleadores referentes a la prevención, identificación y diagnóstico de riesgos biomecánicos, como también, las responsabilidades para la intervención y seguimiento permanente a los factores de riesgos psicosocial en el entorno laboral.

Cabe mencionar que la Resolución 2400 de 1979 decreta la instauración de puestos de trabajo dirigidos a tareas donde el personal permanezca sentado conformado por asientos cómodos y adecuados. Frente a la investigación de incidentes laborales, la resolución 1401 de 2007 presenta las obligaciones y requisitos para llevar a cabo este proceso relacionado con desórdenes musculoesqueléticos en beneficio de reducir las condiciones de riesgo; del mismo modo, la Ley 1562 modifica el Sistema de riesgos laborales.

En un contexto de enfermedades, el Decreto 1477 de 2014 estructura una tabla en la cual se abordan los agentes de riesgo presentes en los puestos de trabajo contribuyendo a la obtención de un diagnóstico médico en la población afectada. Finalmente, la resolución 1046 de 1989

establece el desarrollo de acciones preventivas asociadas a riesgos biomecánicos a través de visitas a los puestos de trabajo.

3. Diseño metodológico

El estudio investigativo respondió a un ejercicio de alcance descriptivo bajo un enfoque cuantitativo de corte transversal y diseño no experimental dando paso a la recolección de datos a través de metodologías de observación directa, inspecciones y registros fotográficos con el propósito de evaluar el nivel de exposición de los trabajadores de la empresa ECOFILLERS E.U a riesgos biomecánicos relacionados con carga postural.

A partir de lo anterior, el estudio descriptivo dará paso a especificar las propiedades y características de objeto o fenómeno, de manera que no se realiza la manipulación de las variables; por lo tanto, el diseño no experimental no desarrolla cambios en los contextos naturales de los sujetos sin alterar las situaciones de forma que los datos son recolectados en un solo momento (Arias y Covinos, 2021). Finalmente, el enfoque cuantitativo logra una comprensión profunda del panorama a investigar mediante la recolección de datos conformada por técnicas y métodos (Vízcaíno et al., 2023).

3.1 Alcance

La investigación adopta un alcance descriptivo permitiendo la valoración del riesgo biomecánico en la empresa ECOFILLERS E.U., debido a que esta tipología de estudio es utilizada para el análisis de las propiedades y aspectos relevantes de una población, lugares, eventos o comunidades, brindando una imagen precisa del fenómeno objeto de estudio. A su vez, mediante un diseño observacional se recolectan datos mediante la observación directa.

3.2 Propuesta metodológica

3.2.1 Diagnóstico situacional

Con el objetivo de evaluar el nivel de exposición de los trabajadores de la empresa ECOFILLERS E.U a los riesgos biomecánicos se recolectará información mediante la utilización de técnicas como la observación directa incorporando la guía metodológica de la GTC-45 para la identificación de peligros y valoración del riesgo biomecánico. Paralelamente, en el caso del análisis ergonómico de los puestos de trabajo de la empresa se aplicaron la observación directa y la evaluación de carga postural mediante la metodología REBA a la población de estudio para la determinación de acciones de mejoras en el entorno laboral.

En ese sentido, la evaluación de carga postural mediante la metodología REBA facilita la obtención de resultados de manera precisa y confiable mediante el desarrollo de los siguientes pasos planteados por Diego (2015):

- Determinación de los ciclos de trabajo. Este paso consta de verificar si existen ciclos, su durabilidad y la observación del empleado en estos intervalos.
- Selección de las posturas que se valorarán. Tiene como finalidad elegir las posturas que representen una mayor carga debido a factores como duración, frecuencia o desviación.
- Determinación de la zona del cuerpo a valorar. Análisis del lado izquierdo o derecho del cuerpo.
- Toma de datos angulares. Para el desarrollo de las mediciones se pueden realizar registros fotográficos desde los puntos adecuados.
- Obtención de las puntuaciones parciales y finales del método. Tiene como propósito la identificación de la existencia de riesgo, así como la definición del nivel de actuación.

- Si se necesita, determinación de medidas que deben llevarse a cabo. Análisis de las puntuaciones otorgadas al cuerpo para la identificación de las zonas que requieren de intervención/corrección.
- Rediseño del puesto. Enmarcado en la definición de los cambios e implementación para contribuir a la mejora de la postura.
- En el caso de presentarse cambios, valorar de nuevo la postura.

3.2.2 Desarrollo de soluciones

Las estrategias y lineamientos preventivos propuestos a partir de la información recolectada y el estudio de casos se enmarcaron en el modelo PHVA, contribuyendo a la mitigación de los riesgos biomecánicos en la empresa ECOFILLERS E.U. Este enfoque permite a la organización la promoción de la reducción del riesgo biomecánico en concordancia con el Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo dando paso a la planeación que identifica la enfermedad y peligros así como el nivel de riesgo, la ejecución a través de una intervención en el ambiente y personas para posteriormente verificar mediante actividades de seguimiento enmarcado en la definición de oportunidades para mejorar el desempeño del sistema de vigilancia epidemiológico y finalmente la actuación en donde se lleve a cabo una comparación del nivel de riesgo actual comparado con el periodo anterior (Montaño y Jiménez, 2023).

3.2.3 Plan de desarrollo de la consultoría

Este inciso establece la forma en la que se desarrollará la consultoría. a partir del punto de vista operativo y los tiempos de ejecución en función del periodo académico.

Tabla 4. *Plan de desarrollo de la consultoría.*

Fases	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4			
	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Identificación de peligros y valoración de riesgos	X															
Construcción de la matriz GTC-45		X	X													
Valoración del nivel de exposición a riesgos biomecánicos en los trabajadores				X												
Observación directa de los puestos de trabajo					X	X										
Análisis ergonómicos de los puestos de trabajo						X	X									
Determinación de acciones de mejoras en el entorno laboral								X	X							
Revisión de estudio de casos										X						
Análisis de la información recolectada											X	X				
Propuesta de estrategias y lineamientos preventivos													X			
Entrega del documento Final para evaluación														X		
Sustentación del trabajo de grado															X	
Entrega final																X

3.2.4 Presupuesto

Corresponde a los recursos necesarios para llevar a cabo la propuesta, los cuales son abordados en la Tabla 5

Tabla 5. *Presupuesto para el desarrollo de la consultoría*

Presupuesto para la ejecución de la propuesta			
Cantidad	Concepto	Valor Unitario	Valor Total
3 semanas	Paquete de datos	\$ 11.000	\$ 33.000
4 meses	Internet	\$ 60.000	\$ 240.000
3	Portátil	\$ 1.800.000	\$ 5.400.000
4 meses	Luz	\$ 80.000	\$ 320.000
Total			\$ 5.993.000

3.3 Universo, población y muestra

La unidad de análisis y la población del estudio estuvieron constituidas por la empresa ECOFILLERS E.U., organización del sector floricultor que cuenta con una nómina de 83 empleados vinculados mediante contratación directa. El muestreo se focalizó en los procesos de producción y supervisión del área de poscosecha.

3.4 Aspectos éticos

En función de los principios establecidos en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud que define los requisitos para la generación de investigación proveniente de la actividad investigativa en el campo de la salud y la Ley 23 de 1982 enmarcada en la protección de la forma literaria, se precisa que el análisis documental desarrollado en los estudios de caso respetará la propiedad intelectual de las fuentes bibliográficas utilizadas y los autores consultados; además, no representó ningún riesgo en humanos y en el ambiente. Por otro lado, en función de la Ley 1266 de 2008 (Ley de Hábeas Data) se realizará un manejo de los datos mediante el consentimiento informado garantizando la confidencialidad de la información.

4. Desarrollo

4.1 Evaluación de Exposición a Riesgos Biomecánicos de la empresa ECOFILLERS E.U mediante la guía GTC-45

La Guía Técnica Colombiana GTC-45 facilita la identificación de peligros y valoración de riesgo en el marco de la seguridad y salud en el trabajo; de esta forma, da paso a la valoración y control de las labores en diversos sectores (Alvarado, 2025) como por ejemplo el floricultor al ser

una herramienta esencial para la detección de riesgos biomecánicos que pueden incidir de forma negativa en la salud de los empleados. La empresa ECOFILLERS E.U emplea 83 trabajadores en las áreas de producción que incluyen procesos de cosecha y postcosecha que abarcan tareas de siembra, fumigación, almacenamiento y comercialización.

Así, en el proceso de siembra se preparan las camas, se selecciona el material vegetal y se siembra en camas. Paralelamente en las labores culturales se realizan actividades en las que se aseguran de que las condiciones de la flor de corte este óptimas para su comercialización a través de acciones de siembra, deshoje, desbotone/despunte según para optimizar la forma del tallo y el tamaño de la flor, así como la limpieza de las canales, sustratos y tuberías para prevenir enfermedades, así como el retiro de hojas viejas o enfermas para mejorar la ventilación y la sanidad del cultivo.

Dentro del proceso de fumigación, se aplican fertilizantes y fungicidas para cada una de las camas, con el objetivo de exterminar las plagas existentes mediante la preparación de mezclas agroquímicas y biológicas, siguiendo protocolos de seguridad, la aplicación de los productos de manera uniforme en el follaje, tallos y flores. Finalmente, el proceso de postcosecha está conformado por las tareas de clasificación en donde se seleccionan y separan las flores valorando la madurez del botón, la calidad del follaje y el descarte de individuos que presenten daños físicos, plagas o enfermedades.

A su vez, se realizan actividades de agrupación (boncheo), asegurando que todos los tallos dentro de los paquetes sean homogéneos en longitud y calidad. Las flores son almacenadas en un cuarto frío para finalmente ser empacadas según órdenes de compra en cajas de cartón (con hielo o paquetes de gel frío), reduciendo el movimiento y el daño durante el transporte.

A partir de lo anterior, se identifican los riesgos biomecánicos que pueden ser causa de lesiones, sintomatología y desórdenes musculoesqueléticos en los procesos operativos comprendidos por la siembra y labores culturales, Fumigación, y Post-cosecha/Empaque (Clasificación y boncheo de flor para exportación, cuarto frío y empaque) bajo la metodología GTC-45 (Ver apéndice A), en donde se identificaron como principales peligros biomecánicos la postura/posición sedente y bipedestación (prologada, forzada, mantenida, anti-gravitacional), movimiento repetitivo (acciones que se realizan de manera cíclica y frecuente), manipulación y levantamiento manual de cargas (Levantamiento, transporte y empuje de objetos/productos) como se observa en la figura 3.

Figura 3. Identificación de peligros y valoración de riesgos biomecánicos

ASPECTOS GENERALES		PELIGRO		PER EXPT	EVALUACION DEL RIESGO		VALORACIÓN DEL RIESGO
PROCESO	CLASIFICACION	DESCRIPCION	EFFECTOS POSIBLES	No. Expu.	Interpretación del (NP)	Interpretación del (NR)	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO
Siembra y labores culturales	Biomecánico	Postura /posición sedente y Bipedestación (prologada, forzada, mantenida) Por Deshoje, corte, erradicación, siembra, hechura de camas)	Alteraciones osteomusculares y vasculares	40	ALTO	NIVEL II Corregir y adaptar medidas de control	NO. ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO
		Movimiento Repetitivos. Por corte, deshoje, empole, erradicación	Alteraciones osteomusculares de miembros superiores	40	ALTO	NIVEL II Corregir y adaptar medidas de control	NO. ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO
Fumigación (MIPE)	Biomecánico	Manipulación y levantamiento manual de cargas	Espasmos, dolores musculares	2	BAJO	NIVEL III Mejorar si es posible	ACEPTABLE
	Biomecánico	Postura /posición sedente y Bipedestación (prologada, forzada, mantenida, anti gravitacionales)	Alteraciones osteomusculares y vasculares	2	ALTO	NIVEL II Corregir y adaptar medidas de control	NO. ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO
	Biomecánico	Exposición a caída de objetos	Heridas, fracturas, aplastamientos, atrapamientos, amputación, muerte	2	MEDIO	NIVEL II Corregir y adaptar medidas de control	NO. ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO
Actividades postcosecha (Clasificación y boncheo de flor para exportación, cuarto frío y empaque)	Biomecánico	Manipulación y levantamiento manual de cargas	Espasmos, dolores musculares	21	MEDIO	NIVEL II Corregir y adaptar medidas de control	NO. ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO
		Postura /posición sedente y bipedestación (prologada, forzada, mantenida, anti-gravitacionales)	Alteraciones osteomusculares y vasculares	21	ALTO	NIVEL II Corregir y adaptar medidas de control	NO. ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO
		Movimiento Repetitivo. Reempaque de producto.	Alteraciones osteomusculares de miembros superiores	21	ALTO	NIVEL II Corregir y adaptar medidas de control	NO. ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECIFICO

La matriz presentada en la Tabla 6 permite observar que las posturas forzadas y prolongadas (Sedestación y Bipedestación) son el peligro más recurrente, clasificado como en los tres procesos (siembra y labores culturales, Fumigación, y Post-cosecha/Empaque). Por otro lado, el proceso de cultivo indica que la operación requiere largos periodos de trabajo en posiciones estáticas o anti-gravitacionales (inclinación, extensión), características del trabajo intensivo; en consecuencia, existe un riesgo de alteraciones osteomusculares y vasculares (Ej: lumbalgias crónicas, síndrome del túnel carpiano, várices).

Otro peligro identificado fueron los movimientos repetitivos, clasificados como ALTO en Siebra y labores culturales y actividades post-cosecha donde se exponen alrededor de 21 personas, siendo inherente a tareas como el corte, boncheo, clasificación y empaque y cuyo riesgo directo son las alteraciones osteomusculares de miembros superiores. Finalmente, se presentan peligros de seguridad en la fumigación al requerir del sostenimiento y maniobra de equipos pesados (bombas) en posturas forzadas (hacia arriba o bajo las camas de cultivo), lo que justifica el riesgo ALTO de lesiones musculoesqueléticas.

A partir de lo anterior, las tareas operativas especialmente en las fases de siembra, labores culturales y actividades postcosecha, presentan una alta probabilidad de generar enfermedades laborales de origen musculoesquelético (lumbalgias, tendinitis, síndrome del túnel carpiano) en alrededor de 61 personas de forma recurrente, siendo necesario la implementación de estaciones de trabajo ergonómicas y programas de pausas activas que contrarresten la fatiga estática. Para ello, como medidas de control, la organización cuenta con un Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE) para el tratamiento de desórdenes musculoesqueléticos, exámenes médicos periódicos con énfasis biomecánico, estrategias de inspección, orden y aseo, señalización y un programa de estilos de vida saludables. ejecución de pausas activas.

4.2 Análisis ergonómico de los puestos de trabajo de la empresa ECOFILLERS E.U

La evaluación ergonómica fue realizada mediante el uso de herramientas como la observación directa y la metodología REBA permitiendo la valoración de la carga postural de extremidades superiores (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello e inferiores (piernas) mediante la asignación de una puntuación global para la identificación del nivel de intervención que se le debe realizar al puesto de trabajo. Los resultados que se presentan a continuación se obtuvieron consultando al autor Diego-Mas (2015), en la página web de argonautas con el fin de obtener resultados más precisos.

En ese sentido, las posturas analizadas comprendieron los procesos de preparación de camas, que implican una mayor carga postural, ya sea por su duración, su frecuencia o por presentar una mayor desviación respecto a la posición neutra; en consecuencia, se seleccionaron las actividades de construcción de estructura, llenado de las camas, riego de las camas y ahoyado como se observa a continuación.

Tabla 6. *Aplicación del método REBA para la construcción de la estructura*

Datos generales de la evaluación: preparación de camas			
Método de evaluación		REBA	
Area de Trabajo		Cultivo	
Tarea para evaluar		Construcción de la estructura	
Descripción de las actividades		Comprende el ensamblaje de las canaletas utilizando materiales como tubos y camas plásticas, asegurando firmeza y la correcta disposición de travesaños para soportar el cultivo.	
Duración de la jornada laboral del trabajador	8 horas	Tiempo que ocupa el puesto evaluado por jornada	120 min
Pausa reglamentaria		10 minutos	
Registro fotográfico de la evaluación			

Datos generales de la evaluación: preparación de camas



Tabla con resultados de la valoración

Grupo A			
Análisis de cuello, piernas y tronco		Carga/fuerza	Puntaje REBA
Puntuación cuello	2	0	4
Puntuación piernas	1		
Puntuación tronco	3		
Puntuación obtenida	4		
Grupo B			
Análisis antebrazos, muñeca, brazos y agarre		Carga/fuerza	Puntaje REBA
Puntuación antebrazos	1	0	1
Puntuación muñeca	1		
Puntuación brazos	1		
Puntuación obtenida	1		

Puntuación final obtenida	3	Nivel de riesgo observado	1	Bajo
Nivel de actuación		Puede ser necesaria la actuación		

La matriz REBA presentada en la Tabla 7 revela un nivel de riesgo bajo para la actividad relacionada con la construcción de la cama al obtenerse una puntuación final de 3, lo cual indica que, aunque la postura no es crítica, requiere de una intervención preventiva para reducir los riesgos asociados al desarrollo de esta tarea. A partir de lo anterior, el análisis técnico permite identificar que la mayor carga ergonómica se concentra en el Grupo A (cuello, piernas y tronco), contrastando con la estabilidad del Grupo B (miembros superiores) que mantiene una puntuación mínima de 1.

Si bien la actividad solo ocupa 120 minutos de la jornada de 8 horas, la persistencia de posturas inadecuadas en el eje axial del trabajador podría generar escenarios en donde se produzcan enfermedades laborales que impacten la eficiencia operativa y generen pasivos para la organización. Por lo tanto, se deben integrar medidas correctivas en el diseño de las estructuras plásticas o en la rotación del personal para mitigar el riesgo biomecánico identificado.

En el caso del llenado de la cama, la postura 1 combina una flexión del tronco con brazos por encima de los hombros de forma demandante justificando el nivel de riesgo alto el cual exige una intervención inmediata para proteger la integridad del trabajador ante la probabilidad de desórdenes musculoesqueléticos en la zona lumbar. Por otro lado, la postura 2 presentó un riesgo medio observándose una postura de flexión profunda del tronco y cuello en donde la adición de una carga/manejo de fuerza incrementa el riesgo; mediante lo anterior, esta actividad alcanza una puntuación de 7 con un nivel de riesgo medio como se observa en la Tabla 8.

Para mitigar este riesgo es necesaria la adopción de estrategias de mejora biomecánica que prioricen controles de ingeniería, tales como el uso de sistemas mecánicos de llenado o mesas de soporte con altura regulable que eliminen la necesidad de flexión extrema del eje axial,

complementados con la dotación de herramientas de agarre ergonómico para reducir la tensión en muñecas y antebrazos observada en las valoraciones intermedias.

Tabla 7. *Aplicación del método REBA para el llenado de camas*

DATOS GENERALES DE LA EVALUACIÓN: PREPARACIÓN DE CAMAS			
Método de evaluación		REBA	
Área de Trabajo		Cultivo	
Tarea para evaluar		Llenado de la cama	
Descripción de las actividades		Hace referencia a elegir un sustrato adecuado que proporcione aireación, drenaje y soporte a la planta con el objetivo de realizar el llenado de las camas nivelando de forma que la superficie esté uniforme.	
Duración de la jornada laboral del trabajador	8 horas	Tiempo que ocupa el puesto evaluado por jornada	30 min
Pausa reglamentaria		10 minutos	
Registro fotográfico de la Evaluación			



Tabla con resultados de la valoración de la postura 1

Grupo A			
Análisis de cuello, piernas y tronco	Carga/fuerza	Puntaje REBA	
Puntuación cuello	2	3	7
Puntuación piernas	2		
Puntuación tronco	3		

DATOS GENERALES DE LA EVALUACIÓN: PREPARACIÓN DE CAMAS				
Puntuación obtenida		5		
Grupo B				
Análisis antebrazos, muñeca, brazos y agarre		Calidad de agarre	Puntaje REBA	
Puntuación antebrazos	1	1	5	
Puntuación muñeca	2			
Puntuación brazos	3			
Puntuación obtenida		4		
Puntuación final obtenida	9	Nivel de riesgo observado	3	Alto
Actuación		Es necesaria la actuación cuanto antes		
Tabla con resultados de la valoración de la postura 2				
Grupo A				
Análisis de cuello, piernas y tronco		Carga/fuerza	Puntaje REBA	
Puntuación cuello	3	1	7	
Puntuación piernas	2			
Puntuación tronco	4			
Puntuación obtenida		7		
Grupo B				
Análisis antebrazos, muñeca, brazos y agarre		Calidad de agarre	Puntaje REBA	
Puntuación antebrazos	1	0	2	
Puntuación muñeca	2			
Puntuación brazos	2			
Puntuación obtenida		2		
Puntuación final obtenida	7	Nivel de riesgo observado	2	Medio
Nivel de actuación		Es necesaria la actuación		

Frente a la labor de riego de las camas se identifica un nivel de riesgo medio con una puntuación final de 6 al presentarse una mayor tensión en el grupo A donde la flexión o torsión del cuello y del tronco evidencia una postura forzada durante el manejo de la herramienta; además, el Grupo B reporta una puntuación de 3 generada principalmente del esfuerzo en los brazos, lo que indica una elevación inadecuada de los miembros superiores al manipular la flauta de riego,

afectando la estabilidad articular del operario como se observa en la Tabla 8. En consecuencia, es fundamental la adopción de estrategias que incluyan el rediseño ergonómico del sistema de riego mediante boquillas de largo alcance o soportes que permitan mantener una postura neutra del eje axial.

Tabla 8. *Aplicación del método REBA para el riego de camas*

Datos generales de la evaluación: preparación de camas			
Método de evaluación		REBA	
Área de Trabajo		Cultivo	
Tarea para evaluar		Riego de las camas	
Descripción de las actividades		Humedecer las camas con flauta para garantizar que el sustrato esté a capacidad de campo. A su vez, abarca el monitoreo de la humedad.	
Duración de la jornada laboral del trabajador	8 horas	Tiempo que ocupa el puesto evaluado por jornada	30 min
Pausa reglamentaria		10 minutos	
Registro fotográfico de la evaluación			



Tabla con resultados de la valoración

Grupo A			
Análisis de cuello, piernas y tronco	Carga/fuerza		Puntaje REBA
Puntuación cuello	3	1	6

Datos generales de la evaluación: preparación de camas				
Puntuación piernas	1			
Puntuación tronco	3			
Puntuación obtenida	5			
Grupo B				
Análisis antebrazos, muñeca, brazos y agarre		Calidad de agarre	Puntaje REBA	
Puntuación antebrazos	1			
Puntuación muñeca	1	0	3	
Puntuación brazos	3			
Puntuación obtenida	3			
Puntuación final obtenida	6	Nivel de riesgo observado	2	Medio
Nivel de actuación	Es necesaria la actuación			

Finalmente, el ahoyado para la siembra obtuvo una puntuación final de 4 clasificando esta actividad bajo un nivel de riesgo medio con una intervención correctiva para reducir la carga postural del operario. En ese sentido, el análisis del grupo A con una puntuación de 2 refleja una postura de flexión moderada sostenida; además, el grupo B registró un nivel de riesgo medio distribuyendo la carga entre los antebrazos y brazos a causa de la manipulación del cabo de madera para realizar los agujeros a una profundidad de 4 a 5 cm, mientras que la muñeca mantiene una posición más neutral con una valoración de 1.

Bajo una perspectiva de gestión de riesgos, este hallazgo deriva en la implementación de estrategias que integren el rediseño o ajuste de la longitud de la herramienta manual para minimizar la inclinación del eje axial y la fatiga en miembros superiores en el marco del sistema de vigilancia epidemiológica para prevenir desórdenes musculoesqueléticos que puedan derivar en ausentismo o pasivos laborales para la empresa.

Tabla 9. *Aplicación del método REBA para el ahoyado*

Datos generales de la evaluación: preparación de camas			
Método de evaluación		REBA	
Área de Trabajo		Cultivo	
Tarea para evaluar		Ahoyado para la siembra	
Descripción de las actividades		Consiste en la realización de un agujero cuya profundidad oscila entre los 4 y 5 cm. Como herramienta se utiliza un cabo de madera.	
Duración de la jornada laboral del trabajador	8 horas	Tiempo que ocupa el puesto evaluado por jornada	60 min
Pausa reglamentaria		10 minutos	
Registro fotográfico de la evaluación			



Tabla con resultados de la valoración

Grupo A			
Análisis de cuello, piernas y tronco	Carga/fuerza	Puntaje REBA	
Puntuación cuello	2	0	4
Puntuación piernas	2		
Puntuación tronco	2		
Puntuación obtenida	4		
Grupo B			
Análisis antebrazos, muñeca, brazos y agarre	Calidad de agarre	Puntaje REBA	

Datos generales de la evaluación: preparación de camas				
Puntuación antebrazos	2			
Puntuación muñeca	1	0	2	
Puntuación brazos	2			
Puntuación obtenida	2			
Puntuación final obtenida	4	Nivel de riesgo observado	2	Medio
Actuación		Es necesaria la actuación		

Al aplicarse la metodología REBA en los puestos de trabajo del proceso de camas se obtiene un nivel de riesgo medio-alto, en el cual la intervención debe ser necesaria; por lo tanto, se debe incorporar una serie de mejoras que disminuyan los impactos en la fisiología de los empleados reflejados en dolores y/o afectaciones músculo- esqueléticas que pueden impactar en la productividad del trabajadores destacando las estrategias presentadas en la Tabla 10. Cabe mencionar que estos lineamientos serán abordados en el inciso 5.3.

Tabla 10. Estrategias de reducción de riesgos según la actividad

Actividad	Riesgos	Estrategias
Construcción de la estructura	Fatiga y sobrecarga en la zona lumbar La flexión sostenida del tronco (puntuación 3) por periodos de hasta 120 minutos, incluso con pausas, genera una carga estática continua en la musculatura extensora de la espalda (erectores espinales) y compresión en los discos intervertebrales lumbares.	Ingeniería. Elevación de la zona de trabajo y utilización de dispositivos de sujeción
	Dolor lumbar no específico, fatiga muscular localizada, aumento del riesgo de trastorno musculoesquelético (TME) a largo plazo si no se gestiona. Aunque en un rango aceptable (puntuación 2), mantener el cuello en una posición fija (probablemente mirando hacia abajo) durante la tarea puede generar tensión en la zona cervical y trapecios.	Administrativas. Rotación de tareas, micro pausas con ejercicios de estiramiento para la espalda baja y capacitación en biomecánica.
Llenado de la cama	Lesión por estrés repetitivo en hombros. Mantener los brazos elevados por encima de los 90° comprime los tendones del manguito rotador y reduce el flujo sanguíneo, pudiendo llevar a tendinitis, bursitis o síndrome de pinzamiento	Ingeniería. Rediseño de la cama o adopción de dispositivos.

Actividad	Riesgos	Estrategias
	(Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), 2023).	Administrativos. Rotación de tareas, pausas activas específicas.
Sobrecarga Lumbar	La flexión del tronco genera una presión discal lumbar muy elevada. Combinada con una base de apoyo inestable aumenta de forma exponencial el riesgo de lumbalgia aguda o hernia discal	
Fatiga y Dolor Cervical	La posición forzada del cuello para mirar hacia el punto de trabajo genera tensión en la musculatura cervical y trapecios.	
Riego de las camas	Mantener los brazos elevados por encima del nivel de los hombros de forma estática o repetitiva es uno de los mayores factores de riesgo para trastornos del hombro (Kozak et al., 2019). Comprime los tendones, reduce el riego sanguíneo y puede provocar tendinitis, bursitis o síndrome de pinzamiento subacromial (Darroman et al., 2024).	Ingeniería. Rediseño del sistema de riego, adecuación de la altura de las camas
	La combinación de tronco flexionado cuello flexionado/extendido genera una postura que tensiona toda la musculatura posterior de la espalda (trapecios, romboides, erectores espinales) y puede provocar dolor cervicodorsal (Akin, 2024).	Administrativo. Rotación de tareas
Ahoyado	Fatiga y lesión por posturas sostenidas en piernas y tronco	Ingeniería. Herramientas de ahoyado ergonómicas, modificación del puesto de trabajo.
	Molestia en hombros y antebrazos por movimientos repetitivos	Administrativas. Establecer ciclos de trabajo, rotación de tareas, capacitaciones. Equipo de protección.

4.3 Formulación de estrategias y lineamientos preventivos en la empresa ECOFILLERS E.U

Los trabajadores del sector floricultor presentan síntomas en todas las áreas del cuerpo como por ejemplo dolores en la región lumbar principalmente, seguido por molestias en la pierna, pie, hombro, muñeca, manos, brazo codo y cuello (Ramírez, 2019). Para el caso de la empresa ECOFILLERS E.U se observa fatiga y sobrecarga en la zona lumbar, postura estática del cuello,

lesión por estrés repetitivo en hombros, dolor cervical, sobrecarga del manguito rotador y fatiga de hombros y molestia en antebrazos por movimientos repetitivos.

A partir de lo anterior, se proponen una serie de estrategias que involucren un enfoque de ingeniería y administrativo de la siguiente forma:

Tabla 11. Estrategias preventivas para la empresa ECOFILLERS E.U

Actividad	Estrategia	Seguimiento
Construcción de la estructura	Ingeniería Elevación de la Zona de Trabajo. Implementar mesas de ensamblaje ajustables en altura o bancos de trabajo que permitan al operario realizar la tarea con el tronco en posición vertical o cerca de la neutralidad.	Observación de Técnica. Verificar durante la tarea que se use la postura correcta para levantar/materiales.
	Dispositivos de Sujeción: Uso de soportes o gatos que mantengan las canaletas y tubos en la posición correcta para el ensamblaje, minimizando la necesidad de doblarse para sostenerlas.	
	Rotación de Tareas. Programar la rotación del personal que realiza esta tarea con otras que impliquen posturas, supervisión, abastecimiento de materiales. Lo anterior, evita la carga estática prolongada.	Auditoría de Pausas. Se efectúa con el propósito de confirmar que se realizan los estiramientos prescritos.
	Pausas Activas Específicas: Incluir, dentro de la pausa reglamentaria, micro pausas de 2-3 minutos con ejercicios de estiramiento para la espalda baja e isquiotibiales.	
	Administrativas Capacitación en Biomecánica. Brindar espacios de formación relacionados con la técnica de la "sentadilla de potencia" (flexión de rodillas y caderas manteniendo la espalda recta) para los momentos en los que deban trabajar a baja altura, en lugar de la flexión del tronco.	Indicadores de cumplimiento. Nº de capacitación realizada/Total capacitación planificada) * 100
Llenado de la cama	Ingeniería Rediseño de la cama con altura ajustable facilitando la elevación de la cama. De esta manera, el empleado realiza el llenado y nivelado de pie, con el tronco recto y los brazos por debajo del nivel de los hombros.	Establecer indicadores de salud enmarcados en la revisión de reportes de molestias musculoesqueléticas en relación con la espalda baja.
	Utilización de herramientas de alcance y nivelado extendidas como palas o niveladores con mangos largos, facultando la realización de actividades en el fondo y los bordes de la cama sin requerir de flexiones en el tronco.	
	Sistemas de llenado semiautomático para el volcado inicial del sustrato.	Observación directa de manera aleatoria. Verificar postura real con nuevas herramientas.

Actividad		Estrategia	Seguimiento
Riego de las camas	Administrativas	Rotación obligatoria de las tareas incorporando posturas totalmente opuestas.	Encuesta de fatiga. Aplicar a los 15 y 60 minutos de iniciada la tarea con la mejora.
		Solicitar a los proveedores o fabricantes, que los fertilizantes/abono tanto sólidos como sean comercializados los comercialicen en presentaciones de 25 kg. (saco, o caneca)	Indicadores de cumplimiento.
		Pausas activas con ejercicios para hombros (estiramiento de pectoral, rotación externa de hombro), espalda (como por ejemplo ponerse de pie y arquear de forma suave la espalda hacia atrás), cuello (movilizaciones suaves).	Nº de capacitación realizada/Total capacitación planificada) * 100
Riego de las camas	Ingeniería	Capacitación enmarcada en técnicas de levantamiento y postura.	
		Soportes o arneses de suspensión conformados por un sistema de poleas o arneses que sostengan el peso de la manguera/flauta permitiendo al empleado guiar con los brazos este dispositivo por debajo del nivel de los hombros.	
		Diseño de mangos ergonómicos que faciliten un agarre neutral y que faciliten el manejo de la flauta con los brazos en una posición más baja.	Realizar un estudio de factibilidad para camas de altura ajustable o dispositivos auxiliares.
	Administrativas	Adecuación de la altura de las camas con el objetivo de que el empleado realice el riego de pie con el tronco recto. Se debe valorar la viabilidad de esta estrategia.	Cronometraje de pausas. Verificación del cumplimiento de forma semanal/trimestral.
		Rotación de personal con el propósito de que esta tarea no sea asignada consecutivamente al mismo trabajador. En ese sentido, debe rotarse con otras actividades que no impliquen brazos por encima de la cabeza o flexión de tronco	Indicadores de cumplimiento.
Ahoyado	Ingeniería	Microdescansos activos conformados por la realización de estiramientos de hombros (llevar el brazo frente al pecho, estirar el tríceps) y de la espalda (ponerse de pie y arquear suavemente la columna hacia atrás con las manos en la zona lumbar).	Nº de capacitación realizada/Total capacitación planificada) * 100
		Capacitación en técnicas de riego	
		Incorporar herramientas de ahoyado ergonómicas tales como taladros manuales livianos o plantadores con mangos tipo "T" que permitan usar el peso del cuerpo y la fuerza de las piernas, manteniendo la columna recta y reduciendo la elevación de brazos.	Checklist de Rotación. Lista firmada por supervisor y trabajador al cambiar de tarea.
	Administrativas	Adopción de herramientas con apoyo en rodilla o pecho.	Entrevista Corta: Preguntar sobre fatiga específica en hombros y piernas al final de la semana.
		Modificación del puesto de trabajo. En el caso de trabajo en cuclillas prolongadas, la incorporación de bancos o asientos bajos portátiles permite alternar entre posturas de pie y sentado.	Indicadores de cumplimiento.

Actividad	Estrategia	Seguimiento
Administrativas	Establecer ciclos de trabajo-descanso. Un ejemplo se establece en un modelo de 20-25 minutos de trabajo activo, seguidos de 5 minutos de descanso o cambio a una tarea diferente (como transporte de materiales o selección de plántulas).	Un realizada/Total capacitación planificada) * 100
	Rotación de tarea.	
	Capacitación en técnicas de trabajo segura como cambios en la postura de las piernas, utilización de la fuerza de la pierna y el peso corporal para clavar el cabo y el cuidado de posturas relacionadas con la espalda.	
	Dotación de equipo de protección personal conformado por rodilleras acolchadas y guantes para mejorar el agarre.	

De manera complementaria, se establecen lineamientos preventivos alineados con los criterios definidos por Umatambo (2018), las cuales buscan reducir los riesgos mediante la implementación de buenas prácticas ergonómicas como revisar diariamente el orden y la limpieza del área de trabajo, mantener las herramientas y equipos cerca evitando el estiramiento y levantamientos forzados, el análisis del entorno de trabajo en miras de preparar mentalmente el trabajo a desarrollar, mantener la espalda recta, separar los pies uno más adelantado que el otro dando como resultado una postura estable, evitar los giros y/o posturas forzadas.

Finalmente, el sistema de vigilancia epidemiológica para la prevención de desórdenes musculoesqueléticos derivado de la exposición a factores de riesgo biomecánico, tiene como propósito reducir el impacto en la salud de los empleados ante la exposición al riesgo por medio de intervenciones y controles en las condiciones del puesto de trabajo. En ese sentido, la organización deberá establecer actividades orientadas a la prevención, promoción de la salud y educación mediante el desarrollo de un diagnóstico utilizando una herramienta de recolección de información primaria (encuesta) la cual se aplicará y analizará por un fisioterapeuta, acompañada por las inspecciones de puestos de trabajo (IPT) o las áreas de cultivo.

Arraigado a lo anterior, se definirán de las actividades propuestas por el fisioterapeuta y el equipo de seguridad y salud en el trabajo para la intervención de las condiciones del puesto de trabajo. Por último, se da paso a la etapa de seguimiento y evaluación a ese sistema que se implementa. Cabe mencionar, que en caso de contar con personas con diagnósticos musculoesqueléticos se debe realizar un seguimiento en donde se revise el estado actual de recomendaciones, estado actual de la sintomatología, revisión de cumplimiento de recomendaciones y verificación de puesto trabajo si así lo requiere, en este sentido, se recomienda la adopción de actividades de promoción y prevención a la comunidad operaria del proceso de preparación de camas.

Finalmente, Con el objetivo de mitigar la fatiga osteomuscular y la compresión discal identificada en las áreas operativas, se establecen lineamientos preventivos fundamentados en buenas prácticas ergonómicas que priorizan el mantenimiento de la higiene postural, el orden del entorno y la optimización del alcance de herramientas para evitar estiramientos forzados. Estas acciones se integran en un Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE) cuyo propósito es reducir la incidencia de desórdenes musculoesqueléticos mediante un ciclo de diagnóstico, intervención y seguimiento.

El modelo incluye la aplicación de encuestas de sintomatología y evaluaciones directas por fisioterapia, las cuales derivan en controles de ingeniería como el uso de herramientas ergonómicas de mango tipo 'T', mesas de altura regulable y sistemas de suspensión para herramientas de riego y controles administrativos, que abarcan la rotación obligatoria de tareas, micro-pausas activas de estiramiento y programas de capacitación en biomecánica. A partir de lo anterior, el sistema garantiza la sostenibilidad operativa mediante el seguimiento clínico de trabajadores con

diagnósticos preexistentes y la verificación continua de las condiciones de los puestos de trabajo en los procesos de preparación de camas y cultivo

5. Lecciones aprendidas

Priorización de la Intervención en el Eje Axial y Lumbar: la metodología REBA demostró que las actividades críticas, como el llenado de camas, generan una presión discal elevada debido a la flexión del tronco y el manejo de fuerzas, lo que requiere controles de ingeniería inmediatos (como sistemas mecánicos o mesas regulables) para prevenir hernias discales y lumbalgias agudas.

Multifactorialidad del Riesgo en Procesos de Cultivo: se identificó que el riesgo biomecánico no es aislado, sino que proviene de una combinación de posturas estáticas (bipedestación prolongada), movimientos cíclicos repetitivos y posturas antigravitacionales de los miembros superiores, lo que demanda un enfoque integral que combine rediseño de herramientas con programas de pausas activas específicas.

Necesidad de un Modelo de Gestión Dinámico (SVE): la efectividad de las medidas preventivas está sujeta a la integración de un Sistema de Vigilancia Epidemiológica, en donde se realicen diagnósticos iniciales con fisioterapia y ejecuten seguimientos clínicos y administrativos rigurosos, asegurando que la rotación de tareas y las mejoras ergonómicas reduzcan el ausentismo y los pasivos laborales para la organización.

6. Conclusiones

Bajo la metodología de la Guía Técnica Colombiana GTC-45, se realizó la identificación de peligros y valoración de riesgos en la empresa ECOFILLERS E.U., la cual cuenta con 83 trabajadores distribuidos en los procesos de siembra, labores culturales, fumigación y poscosecha.

El diagnóstico determinó que las posturas forzadas y prolongadas (sedestación y bipedestación) constituyen el peligro más recurrente en todas las áreas, mientras que los movimientos repetitivos en las fases de siembra y poscosecha, sumados a la manipulación de cargas pesadas en fumigación, presentan un nivel de riesgo alto. Estas condiciones incrementan la probabilidad de desarrollar desórdenes musculoesqueléticos como lumbalgias, tendinitis y síndrome del túnel carpiano, ante lo cual la organización ha implementado controles mediante un Sistema de Vigilancia Epidemiológica (SVE), exámenes médicos con énfasis biomecánico, programas de pausas activas y fomento de estilos de vida saludables para mitigar el impacto de la fatiga estática y las posturas antigravitacionales.

Mediante la aplicación de la metodología REBA y la observación directa, se evaluó la carga postural en los procesos de preparación de camas de la empresa, identificando niveles de riesgo que oscilan entre bajo y alto. La actividad de construcción de estructura presentó un riesgo bajo con afectación principal en el eje axial (cuello, piernas y tronco), mientras que el llenado de cama alcanzó un riesgo alto debido a la flexión profunda del tronco combinada con extremidades superiores por encima de los hombros, exigiendo intervención inmediata. Por su parte, el riego de camas y el ahoyado registraron riesgos medios caracterizados por torsiones de cuello y fatiga en miembros superiores debido a la manipulación de herramientas como la flauta de riego y el cabo de madera.

Ante este panorama de riesgo medio-alto predominante, se hace necesario la ejecución de controles de ingeniería como el rediseño de herramientas, ajuste de alturas de trabajo y sistemas mecánicos de llenado, complementados con medidas administrativas que incluyan rotación de tareas, pausas activas específicas y el fortalecimiento del Sistema de Vigilancia Epidemiológica para prevenir desórdenes musculoesqueléticos y mitigar pasivos laborales

Referencias

- Aguilar Cargnin, Z., Ghizoni Schneider, D., y Niquini Rosa-Junior, J. (2023). Autocuidado digital en el manejo de los trastornos musculoesqueléticos de la columna vertebral: una revisión sistemática y un metanálisis. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 31, 1-16. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.6423.3909>
- Akin, J. (2024). *Red de Bibliotecas de Luisiana*. Capítulo 13. Anatomía y movimiento muscular: <https://louis.pressbooks.pub/humananatomyandphysiology1/chapter/13-muscle-anatomy-and-movement/#:~:text=Flexi%C3%B3n%20y%20extensi%C3%B3n,-La%20flexi%C3%B3n%20y&text=En%20la%20columna%20vertebral%2C%20la,flexio nada%20o%20inclinarse%20hacia%20atr%C3%A1s>.
- Almeida Duarte, N. E., López Reyes, S. L., Chicaiza Olivarez, A. C., Chapi Chandi, M. M., y Flores Alarcón, J. O. (2025). Riesgos ergonómicos y trastornos musculoesqueléticos en los trabajadores agrícolas: un análisis de condiciones laborales y salud ocupacional: Ergonomic risks and musculoskeletal disorders among agricultural workers: an analysis of working conditions and o. *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 6(3), 208-303. doi:<https://doi.org/10.56712/latam.v6i3.3948>
- Alvarado Lozano, K. (2025). *Evaluación de riesgos biomecánicos, nivel de exposición y controles en trabajadores de una cementera en la ciudad Nobsa en el 2024*. [Tesis de Pregrado, Fundación Universitaria San Mateo]. Centro Académico de Opciones de Grado Básicas y Aplicadas. <https://caoba.sanmateo.edu.co/ojs/index.php/sst/article/view/326>.
- American Psychological Association. (s.f.). *Style and Grammar Guidelines*. Apastyle: <https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines>

- Arias Gonzalez, J., y Covinos, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Arequipa, Perú: Enfoques Consulting EIRL.
https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf.
- Armstrong, T., Buckle, P., Fine, L., Hagberg, M., Jonsson, B., Kilborn, A., Kuorinka, I., Silverstein, B., Sjøgaard, G. y Viikari, E. (1993). Un modelo conceptual para los trastornos musculoesqueléticos del cuello y de las extremidades superiores relacionados con el trabajo. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 19(2), 73-84.
<https://doi.org/10.5271/sjweh.1494>
- Avila Angulo, E., Peppla Marquez, J. G., y Rivera Taboada, J. A. (2023). Prevalencia de los trastornos musculoesqueléticos asociados con el trabajo de cargos administrativos: un estudio transversal. *Revista Científica Investigación & Negocios*, 16(28), 5-13.
doi:<https://doi.org/10.38147/invneg.v16i28.230>
- Bejarano Loza, I. M., y Gaona Domínguez, A. M. (2021). *Morbilidad sentida y carga estática en docentes de una Institución de Educación Superior que realizan trabajo en casa durante la emergencia sanitaria por COVID -19 (II - Semestre 2021)*. [Tesis de Pregrado, Corporación Universitaria Minuto De Dios]. Biblioteca Digital UNIMINUTO.
<https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/dd21daa0-ae5a-4271-918d-49e094b5510d/content>
- Bellosta-López, P., Blasco-Abadía, J., Pastora, J. B., Hoegh, M. S., Palsson, T. S., Christensen, S. W., . . . Doménech-García, V. (2022). Guía de buenas prácticas para el dolor y los trastornos musculoesqueléticos en empresas y trabajadores. *Prevenir4Trabajar*.
<https://doi.org/10.54391/123456789/751>.

- Burgasí Delgado, D. D., Cobo Panchi, D. V., Pérez Salazar, K. T., Pilacuan Pinos, R. L., y Rocha Guano, M. B. (2021). El diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad en la educación: Una revisión de los últimos 7 años. *Revista Tambara* (84), 1212-1230. https://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf
- Castañeda Ballesta, W. (2023). *Desordenes musculoesquelético desarrollados en actividades de servicios generales en Colombia*. [Tesis de Especialización, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Colecciones Digitales UNIMINUTO. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/18330>.
- Castro Madrigal, E. A. (2023). *Gestión de mecanismos de Innovación en el riesgo biomecánico por enfermedades laborales para empresas de vigilancia y seguridad privada en Bogotá*. [Tesis de Pregrado, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio Institucional Universidad Militar Nueva Granada. <https://repository.umng.edu.co/server/api/core/bitstreams/22d3e0fb-0da7-4bc8-850e-9ae869d04238/content>
- CRAI USTA Bucaramanga. (2020). *Informe de recursos y servicios bibliográficos*. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás.
- Darroman Hall, C., Mora Mora, A. L., & Bustamante Cruz, R. E. (2024). Enfoque del tratamiento integral de la tendinitis del hombro. *Enfoque*, 35(31), 23-35. doi:<https://doi.org/10.48204/j.enfoque.v35n31.a5248>
- De Souza, J., Mioreselli Rigatti, T., Dhein, W., y La Torre, M. (2023). Influencia del modelo de cultivo en la postura y prevalencia del dolor de espalda en productores de fresa. *Revista Brasileira de Medicina do Trabalho*, 20(4), 608-614. doi:10.47626/1679-4435-2022-803

- Diego-Mas, J. A. (2015). *Evaluación postural mediante el método RULA*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Dos Santos Leite, W. K., da Silva Araújo, A. J., Norte da Silva, J. M., Amaral Gontujo, L., de Araújo Viera, E. M., Lopes de Souza, E., . . . Bueno da Silva, L. (2021). Factores de riesgo de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo en trabajadores de la industria del calzado: un estudio transversal. *Revista Internacional de Seguridad y Ergonomía Ocupacional*, 27(2), 393-409. <https://doi.org/10.1080/10803548.2019.1579966>
- Florez Valencia, A. M., y Moreno Ospina, J. A. (2021). *Factor de riesgo ergonómico y sintomatología musculoesquelética en trabajadores del área de cuarto frío de un cultivo de flores*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. Repositorio - Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/4372>.
- Galvis Ospina, A. M. (2025). El sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo como un instrumento de prevención de riesgos laborales, un blindaje para las organizaciones y su importancia en el derecho laboral. *Misión Jurídica*, 18(29), 207-225. <https://doi.org/10.25058/1794600X.2590>
- Golubovich J., Chang, C., y Eatough, E. M. (2014). Clima de seguridad, resistencia y molestias musculoesqueléticas: un modelo de moderación mediada. *Ergonomía Aplicada*, 45(3), 757-766. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2013.10.008>
- González García, L. Y., y Montoya Ramírez, S. L. (2022). *Manual para la prevención en riesgos biomecánicos al personal de archivo de la Alcaldía de Melgar*. [Tesis de Pregrado,

- Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Colecciones Digitales UNIMINUTO.
<https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/16770>.
- Greggi, C., Visconti, V. V., Albanese, M., Gasperini, B., Chiavoghilefu, A., Prezioso, C., . . . Tarantino, U. (2024). Trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo: una revisión sistemática y un metanálisis. *Journal of Clinical Medicine*, 13(13), 1-18.
<https://doi.org/10.3390/jcm13133964>
- Gutiérrez Dorado, C. M. (2022). *Estudio de Identificación y Evaluación del Riesgo Biomecánico en el Personal Logístico de Suministros e Impresos S.A.S.* [Tesis de Especialización, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio Institucional Universidad Distrital Francisco José de Caldas. <http://hdl.handle.net/11349/6134>
- Hajaghazadeh, M., Aghazadeh, M., y Ghahramani, A. (2022). Evaluación de los factores de riesgo ergonómicos entre los trabajadores de calzado artesanal en Tabriz, noroeste de Irán. *International Journal of Occupational Hygiene*, 14(2), 1-8.
<https://ijoh.tums.ac.ir/index.php/ijoh/article/view/588>
- Hueso Garzón, D. F. (2023). *Incidencia de Trastornos Musculoesqueléticos y su Relación con el Desempeño Laboral en los Trabajadores de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD, en el Municipio de Neiva – Huila.* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD]. Repositorio Institucional UNAD.
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/58463>
- Iglesias-del Rosario, M. K., y Quinde-Alvear, A. G. (2025). Riesgo de trastornos musculoesqueléticos en empleados administrativos de una institución de educación superior de Cuenca-Ecuador. *Journal Scientific Investigar*, 9(1), 1-24.
<https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.1.2025.e312>

- INSST. (2025). *Posturas de trabajo*. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos/posturas-de-trabajo>
- Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS). (2023). *Guía de Práctica Clínica Basada en Evidencia (GPC-BE) No. 52. Manejo rehabilitativo de hombro doloroso (Actualización 2023)*. Guatemala: IGSS. <https://www.igssgt.org/wp-content/uploads/2025/04/GPC-BE-No-52-Manejo-rehabilitativo-de-hombro-doloroso-actualizacion-2023-IGSS.pdf>.
- Kozak, A., Wirth, T., Verhamme, M., & Nienhaus, A. (2019). Salud musculoesquelética, factores de riesgo laborales y medidas preventivas en peluquería: una revisión del alcance. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 14(24), 1-14. doi:<https://doi.org/10.1186/s12995-019-0244-y>
- Kumar, S. (2001). Teorías sobre la causalidad de las lesiones musculoesqueléticas. *Ergonomía*, 44(1), 17-47. <https://doi.org/10.1080/00140130120716>
- Leguizamón Soto, L. Y., Bravo Becerra, A. M., y Cárdenas Serrano, D. C. (2021). *Factores de riesgos biomecánicos y sintomatología musculo esquelética en trabajadores del área operativa de una empresa en Cúcuta, 2020*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Santander]. Repositorio Digital Universidad de Santander.<https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/5156>.
- López Acosta, M., Ramírez Cárdenas, E., Naranjo Flores, A. A., Velarde Cantú, J. M., Rodríguez Gámez, I. F., y Chacara Montes, A. (2020). *Programa para la prevención de Trastornos Musculoesqueléticos*. Bosques de las Lomas, Ciudad de México: Editorial externa
- Lumbaqué Melo, L. M. (2021). *Factores de riesgo en trabajadores del sector agrícola, una revisión bibliográfica*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y

Ambientales]. Repositorio Institucional UDCA.
<https://repository.udca.edu.co/handle/11158/4053>.

Márquez Gómez, M. (2015). Modelos teóricos de la causalidad de los trastornos musculoesqueléticos. *Actualidad y Nuevas Tendencias*, 4(14), 85-102.
<https://www.redalyc.org/pdf/2150/215047422009.pdf>

Medina, M., Rojas, R., y Bustamante, W. (2023). *Metodología de la investigación : Técnicas e instrumentos de investigación*. Puno, Perú: Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <http://coralito.umar.mx:8383/jspui/handle/123456789/1539>.

Miao, L. L. (November 8-12). A specification based approach to testing polymorphic attributes. *Formal Methods and Software Engineering: Proceedings of the 6th International Conference on Formal Engineering Methods, ICFEM 2004*. Seattle, WA, USA,.

Montaño Villa, S., y Jimenez Olave, L. M. (2023). *Estrategias para la gestión del riesgo biomecánico y su impacto en la salud del personal de asistencia administrativa de la fundación clínica infantil Club Noel de la ciudad de Cali 2023*. [Tesis de Pregrado, Institución Universitaria Antonio José Camacho]. Biblioteca Digital UNIAJC.
<https://repositorio.uniajc.edu.co/handle/uniajc/2060>.

Mora Salazar, T., Ramírez García, C. A., y Téllez Palacio, Y. J. (2024). *Estrategias de prevención de los trastornos músculo esqueléticos en miembros superiores en población trabajadora en colombia, revisión de alcance de la literatura 2019 a 2024*. [Tesis de Maestría, Universidad del Rosario]. Repositorio Institucional E-docUR.
<https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/44686>

- Morales Jiménez, J., y Jaimes Flórez, G. K. (2024). *Diseño del programa para la gestión del riesgo biomecánico en la empresa M&S*. [Tesis de Especialización, Universidad Santo Tomás]. CRAI USTA. <http://hdl.handle.net/11634/58961>
- Moreno Díaz, P. (2023). *Análisis del Riesgo Ergonómico en el Sector Agrícola en Colombia entre los Años 2015 – 2021. Revisión Bibliográfica*. [Tesis de Pregrado, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Repositorio Institucional UNIMINUTO. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/17652>.
- Muñoz, S., Fiallo Castro, S., y Cárdenas Figueredo, A. V. (2021). *Estrategias de control del riesgo biomecánico para el personal operativo de una empresa que ejecuta obras civiles*. [Tesis de Especialización, Corporación Universitaria UNITEC]. Repositorio Institucional UNITEC. <https://hdl.handle.net/20.500.12962/843>
- Naciones Unidas. (S.f). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Nevado Sotelo, K. B. (2026). *Asociación entre riesgos ergonómicos y trastornos musculoesqueléticos en personal de salud del Hospital San José del Callao en el año 2025*. [Tesis de Pregrado, Universidad Ricardo Palma - URP]. Repositorio Institucional Universidad Ricardo Palma. http://purl.org/coar/resource_type/c_7a1f
- OMS. (08 de febrero de 2021). *Trastornos musculoesqueléticos*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
- Organización Internacional del Trabajo. (2021). *Seguridad y salud en el centro del futuro del trabajo: Aprovechar 100 años de experiencia*. Ginebra: OIT. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@dgreports/@dcomm/documents/publication/wcms_686762.pdf.

- Ortega, Y. A., y Oliveros Lizcano, D. (2023). *Diseño programa de riesgo biomecánico para una cadena de supermercados - Fusagasugá*. [Tesis de Pregrado, Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO]. Colecciones Digitales UNIMINUTO. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/18748>.
- Patiño Gallego, D. M., y Rocha Garavito, Y. C. (2021). *Diseño de un Puesto de Trabajo Seguro para Profesores de UNIMINUTO Vicerrectoría Regional Orinoquia en Modalidad de Trabajo en Casa, Enfocado desde los Factores de Riesgo Biomecánicos y Físicos*. [Tesis de Especialización, Corporación Universitaria Minuto de Dios]. Colecciones Digital UNIMINUTO. <https://hdl.handle.net/10656/12478>
- Quintero Gómez, J. C., Arteaga Jaramillo, J. M., y Orozco Giraldo, M. J. (2021). *Factores biomecánicos determinantes en la ocurrencia de desórdenes musculoesqueléticos en trabajadores administrativos*. [Tesis de Especialización, Universidad Católica de Manizales]. Repositorio Institucional Universidad Católica de Manizales. <https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/3389>.
- Ramírez Borda, J. K. (2019). *Factores de riesgo ergonómicos presentes en las labores de cultivo de flor una revisión literaria*. [Tesis de Pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. SIDE. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/1672>.
- Rezi, A., y Allam, M. (1995). Techniques in array processing by means of transformations. *Control and Dynamic Systems*, (69), 133-180. [https://doi.org/10.1016/S0090-5267\(05\)80040-4](https://doi.org/10.1016/S0090-5267(05)80040-4)
- Roa Hernández, A. M., López Castro, L. V., y Segura García, K. (2023). *Mitigación del riesgo biomecánico por manipulación de Cargas en el personal de la empresa PROSAMCOL SAS*. [Tesis de Especialización, Universidad ECCI]. Repositorio Institucional Universidad ECCI. <https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/3506>.

- Rodríguez Herrera, K. A., y Cáceres Rodríguez, D. L. (2021). *Propuesta de intervención para los riesgos biomecánicos en fisioterapeutas del área de consulta externa de la entidad vivir IPS en la ciudad de Bogotá Colombia durante el año 2021*. [Tesis de Especialización, Corporación Universitaria IBEROAMERICANA]. Repositorio Institucional IBERO. <https://repositorio.ibero.edu.co/handle/001/4569>.
- Sailema Sailema, G. X. (2023). *Trastornos musculoesqueléticos asociados a posturas forzadas en los trabajadores de la empresa SEGUVID, en la ciudad de Ambato*. [Tesis de Maestría, Universidad UNIANDES]. Repositorio Digital UNIANDES. <https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/16644>
- Sauter, S. y Swanson, N. (1996). Un modelo ecológico de los trastornos musculoesqueléticos en el trabajo de oficina. En Sauter, S. y Moon, S. *Beyond Biomechanics: Psychosocial Aspects of Musculoskeletal Disorders in Office Work*. Bristol: Taylor and Francis, 3-71. <https://doi.org/10.1201/9781482272680>
- Serrano, C. (30 de octubre de 2023). *Sistema musculoesquelético*. <https://www.kenhub.com/es/library/anatomia-es/sistema-musculoesqueletico>
- Sociedad de Medicina del Trabajo. (2024). *Trastornos musculoesqueléticos (TME) en el ámbito laboral*. Argentina: Sociedad de Medicina del Trabajo. <https://smtba.org.ar/wp-content/uploads/2024/02/Revista-10-24.pdf>.
- Sole, A. C. (2006). *Instrumentación Industrial*. Mexico: Alfaomega.
- Torres Tello, P., y Larreal Bracho, A. J. (2024). Ergonomía y Biomecánica: Fundamentos Teóricos para el Diseño de Puestos de Trabajo Seguros y Saludables. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 13124-13150. <https://doi.org/10.37811/clrcm.v8i4.13591>

- Umatambo, W. H. (2018). *Riesgos ergonómicos que afectan la salud laboral de los trabajadores de la empresa florícola flores de Machachi. Diseño de un sistema de prevención*. [Tesis de Maestría, Universidad Técnica Cotopaxi]. Repositorio Institucional Universidad Técnica Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6085>
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres. (29 de julio de 2021). *Programa de Vigilancia Epidemiológico de Desórdenes Músculo Esqueléticos*. <https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Documents/SIPLAG/PROGRAMA-VIGILANCIA-EPIDEMIOLOGICO-DESORDENES-MUSCULO-ESQUELETICOS.pdf>
- Van der Beek, A. y Frigs-Dresen, M. (1998). Evaluación de la exposición mecánica en la epidemiología ergonómica. *Occupational and Environmental Medicine*, 55, 291–299. <https://doi.org/10.1136/oem.55.5.291>
- Velasco Herrera, M. O. (2023). *Programa de intervención en el riesgo biomecánico y prevención de lesiones musculo esqueléticas en miembros superiores*. [Tesis de Pregrado, Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO]. Colecciones Digital UNIMINUTO. <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/17620>.
- Vizcaíno Zúñiga, P. I., Cedeño Cedeño, R. J., y Maldonado Palacios, I. A. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658
- Westgaard y Winkel (1996) Westgaard, R. y Winkel, J. (1996). Pautas para la carga musculoesquelética ocupacional como base para la intervención: una revisión crítica. *Applied Ergonomics*, 27(2), 79-88. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(95\)00062-3](https://doi.org/10.1016/0003-6870(95)00062-3)
- Wigner, E. P. (2005). Theory of traveling wave optical laser. *Phys. Rev.*, 134, A635-A646

Yang, Y., Zeng, J., Liu, Y., Wang, Z., Jia, N., y Wang, Z. (2022). Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos y sus factores de riesgo asociados entre trabajadores de la fabricación de muebles en Guangdong, China: un estudio transversal. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(21), 1-15.
<https://doi.org/10.3390/ijerph192114435>

Apéndices

Apéndice A. Matriz de identificación de peligros y valoración de riesgo

ASPECTOS GENERALES		TIPO ACTIVIDAD	PELIGRO			PERSONAL EXPUESTO	CONTROLES EXISTENTES			EVALUACIÓN DEL RIESGO						VALORACIÓN DEL RIESGO	CRITERIOS PARA ESTABLECER CONTROLES	EXISTENCIA REQUISITOS LEGALES	
PROCESO	RUTINARIO (SI)	RUTINARIO (NO)	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	EFECTOS POSIBLES	No. Expu.	MEDIDAS DE CONTROL EXISTENTES			Nivel de deficiencia (ND)	Nivel de exposición (NE)	Nivel de probabilidad (NP)	Interpretación del (NP)	Nivel de consecuencia (NC)	Nivel de riesgo (NR)	Interpretación del (NR)	ACEPTABILIDAD DEL RIESGO		PEOR CONSECUENCIA
							MEDIO	FUENTE	INDIVIDUO										
Siembra y labores culturales	X		Biomecánico	Postura /posición sedente y Bipedestación (prologada, forzada, mantenida) Por Deshoje, corte, erradicación, siembra, hechura de camas) anti gravitacionales)	Alteraciones osteomusculares y vasculares	40	Programa de DME, programa de estilos de vida saludable. Silla ergonómica.	No se evidencia	Pausas durante la jornada de trabajo	6	3	18	ALTO	10	180	NIVEL II Corregir y adaptar medidas de control	NO. ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECÍFICO	Enfermedades musculoesqueléticas y cardiovasculares	SI
				Movimiento Repetitivos. Por corte, deshoje, empuje, erradicación	Alteraciones osteomusculares de miembros superiores	40	Programa de DME, programa de estilos de vida saludable.	No se evidencia	Pausas durante la jornada de trabajo	6	3	18	ALTO	10	180	NIVEL II Corregir y adaptar medidas de control	NO. ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECÍFICO	Síndrome de túnel del carpo, tendinitis, enfermedades y lesiones de las manos en general.	SI
Fumigación (MIPE)		X	Biomecánico	Manipulación y levantamiento manual de cargas	Espasmos, dolores musculares	2	Estilos de vida saludable	No se evidencia	Pausas durante la jornada de trabajo	2	2	4	BAJO	25	100	NIVEL III Mejorar si es posible	ACEPTABLE	Alteraciones significativas a nivel osteomuscular.	SI
	X		Biomecánico	Postura /posición sedente y Bipedestación (prologada, forzada, mantenida anti gravitacionales)	Alteraciones osteomusculares y vasculares	2	Programa de DME, programa de estilos de vida saludable. Silla ergonómica.	No se evidencia	Pausas durante la jornada de trabajo	6	3	18	ALTO	25	450	NIVEL II Corregir y adaptar medidas de control	NO. ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECÍFICO	Enfermedades musculoesqueléticas y cardiovasculares	SI

	SI		Biomecánico	Exposición a caída de objetos	Heridas, fracturas, aplastamientos, atrapamientos, amputación, muerte	2	Inspección de las instalaciones	No se evidencia	Botas de seguridad	4	2	8	MEDIO	25	200	NIVEL II Corrección y adaptación medidas de control	NO. ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECÍFICO	Atrapamientos, amputación, muerte	SI
Actividades postcosecha (Clasificación y boncheo de flor para exportación, cuarto frío y empaque)	SI		Biomecánico	Manipulación y levantamiento manual de cargas	Espasmos, dolores musculares	21	Estilos de vida saludable	No se evidencia	Pausas durante la jornada de trabajo	2	3	6	MEDIO	25	150	NIVEL II Corrección y adaptación medidas de control	NO. ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECÍFICO	Alteraciones significativas a nivel osteomuscular.	SI
				Postura /posición sedente y Bipedestación (prologada, forzada, mantenida anti gravitacionales)	Alteraciones osteomusculares y vasculares	21	Programa de DME, programa de estilos de vida saludable. Silla ergonómica.	No se evidencia	Pausas durante la jornada de trabajo	6	3	18	ALTO	25	450	NIVEL II Corrección y adaptación medidas de control	NO. ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECÍFICO	Enfermedades musculoesqueléticas y cardiovasculares	SI
				Movimiento Repetitivos. Reempaque de producto.	Alteraciones osteomusculares de miembros superiores	21	Programa de DME, programa de estilos de vida saludable.	No se evidencia	Pausas durante la jornada de trabajo	6	3	18	ALTO	25	450	NIVEL II Corrección y adaptación medidas de control	NO. ACEPTABLE O ACEPTABLE CON CONTROL ESPECÍFICO	Síndrome de túnel del carpo, tendinitis, enfermedades y lesiones de las manos en general.	SI