

**INSTITUTO REGIONAL DE ESTUDIOS EN SUSTANCIAS TÓXICAS (IRET), UNIVERSIDAD NACIONAL DE
COSTA RICA**

**ESCUELA DE SEGURIDAD LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA
RICA**

Posgrado en Salud Ocupacional con énfasis en higiene ambiental

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

**Propuesta de guía para el programa en prevención de lesiones musculoesqueléticas mediante el
análisis de las causas de los riesgos por disergonomía en el área de producción, despacho y bodega
de la empresa Astek**

Elaborado por:

Katerin Vargas Chaves

Profesora asesora:

Ing. Miriam Brenes Cerdas

Lector:

Dr. Carlos Espejo

2024 – 2025

Propuesta de guía para el programa en prevención de lesiones musculoesqueléticas mediante el análisis de las causas de los riesgos por disergonomía en el área de producción, despacho y bodega de la empresa Astek © 2026 by Katerin Vargas Chaves is licensed under CC BY-NC-SA 4.0

Unidad Interna de Posgrado
Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental
Maestría en Salud Ocupacional

TEC-MSO-ATFG -01-2026

ACTA DE PRESENTACIÓN PÚBLICA DE TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN
DE MAESTRÍA

(Constancia de Defensa)

Sesión del Tribunal Examinador de la presentación pública de trabajo final de graduación celebrada a las 17:00 horas, del 30 de abril de 2026 bajo modalidad virtual, por medio de la plataforma TEAMS, con el objeto de recibir el informe de la sustentante:

Katerin Vargas Chaves	Carné 2020426375
-----------------------	------------------

Quién se acoge a la Normativa de Trabajos Finales de Graduación en Posgrado y al Reglamento de la Maestría en Salud Ocupacional, bajo la modalidad profesional, para optar al grado de Máster en Salud Ocupacional con Énfasis en Higiene Ambiental con el trabajo de graduación titulado "Propuesta de guía para el programa en prevención de lesiones musculoesqueléticas mediante el análisis de las causas de los riesgos por disergonomía en el área de producción, despacho y bodega de la empresa Astek"

Están presentes los siguientes miembros del Tribunal Examinador:

Grado académico	Nombre completo	Puesto	Lugar
MSO	Miriam Brenes Cerdas	Profesor tutor	Oficina ITCR
Dr.	Carlos Espejo	Profesor lector	Casa de habitación, México
MQJ	Lourdes Medina	Representante por la UIP (preside)	Casa de habitación, Heredia

Una vez realizada la presentación del Trabajo final de graduación y realizada la deliberación correspondiente, se le asigna una nota de 95 sin observaciones, por lo que el Presidente del Tribunal Examinador declara a la persona sustentante Katerin Vargas Chaves, acreedora al grado de Máster en Salud Ocupacional con Énfasis en Higiene Ambiental.

Se da lectura al acta que firman los miembros del Tribunal Examinador y la persona sustentante, a las

MIRIAM EUGENIA
BRENES CERDAS
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
MIRIAM EUGENIA BRENES
CERDAS (FIRMA)
Fecha: 2026.05.01 21:19:09
0932

MSO. Miriam Brenes Cerdas
Tutor

Dr. Carlos Espejo.
Lector

MARIA DE
LOURDES MEDINA
ESCOBAR (FIRMA)

Firmado digitalmente por MARIA DE
LOURDES MEDINA ESCOBAR (FIRMA)
Fecha: 2026.05.01 21:19:09
0932

MQJ. Lourdes Medina
Representante UIP

Katerin Vargas Chaves
Sustentante

Agradecimientos

Agradezco profundamente a todo el equipo de Astek por brindarme las facilidades, el tiempo y los recursos necesarios para llevar a cabo este proyecto. En especial, expreso mi sincero reconocimiento a la Ing. Gladys Ponce, quien con gran entusiasmo me abrió las puertas de la empresa y me brindó un apoyo constante durante el trabajo de campo, compartiendo además sus valiosos aportes y experiencia profesional.

Deseo extender este agradecimiento a la Prof. Berendina Vanwendel de Joode y a la Ing. Miriam Brenes Cerdas, por haberme acompañado y brindado su apoyo en los momentos difíciles que he atravesado durante este proceso de tesis. Gracias a su confianza, guía académica, dedicación, tiempo en reuniones, correcciones y valiosos consejos, me ha sido posible continuar y fortalecer este proyecto.

De igual manera, agradezco al Dr. Carlos Espejo, quien amablemente contribuyó en el Congreso de Ergonomía 2024 en Costa Rica, facilitándome los softwares de la normativa mexicana que fueron de enorme utilidad para el desarrollo de la investigación en manipulación manual de cargas. También reconozco su dedicación al revisar mi trabajo, sus correcciones y el apoyo constante brindado a lo largo de este proceso.

Finalmente, mi más profundo agradecimiento es para mi hija Chlöe, mi motor de vida y mayor motivación. A pesar de las difíciles circunstancias presentadas durante este camino, su amor me ha dado la fuerza y la alegría necesarias para seguir creciendo tanto profesional como personalmente. Gracias a ella este proyecto cobra un significado aún más especial.

Dedicatoria

Dedico este proyecto a todas las personas que confiaron en mí y me brindaron su apoyo incondicional a lo largo de este proceso.

A quienes me motivaron, me aconsejaron y tuvieron la paciencia necesaria en los momentos de mayor reto.

A mis amigas y hermanas, por ser un sostén de ánimo y comprensión en los días más difíciles.

A mi madre Ruth, quien ha sido clave para que yo pudiera contar con el tiempo y la tranquilidad necesarios para avanzar, brindándome siempre su apoyo y amor incondicional.

Y, con todo mi amor, a mi hija Chlöe, quien es mi mayor inspiración, fuerza y alegría; la razón por la cual nunca dejé de avanzar y creer en mí misma.

Resumen

El objetivo principal de este proyecto es diseñar una guía para la implementación de un programa de prevención de lesiones musculoesqueléticas en la empresa Astek, enfocado especialmente en los puestos de trabajo de producción, bodega y despacho. Estas áreas se caracterizan por realizar tareas con altas exigencias físicas, posturas forzadas, manipulación manual de cargas y factores ambientales que pueden incidir directamente en el desarrollo de los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo.

Basado en la Normativa Mexicana 036 STPS, Método RULA, INTE/ISO 7243:2016 Estimación de Estrés Térmico e INTE/ISO 8995-1:2016 Iluminación en los Puestos de Trabajo. Los cuales permitieron determinar pesos permitidos para la tarea, manipulación de carga, posturas, frecuencias, distancias de levantamiento y condiciones ambientales; tales como temperatura e iluminación.

Los resultados del diagnóstico inicial evidencian una alta prevalencia de tareas de riesgo moderado a alto, en la mayoría de las actividades cotidianas, especialmente en producción, donde los procesos requieren de mucha varianza de pesos, mesas con alturas fijas, no se cuenta con ayuda mecánica ni ayuda ergonómica. En contraste los trabajadores de despacho y bodega presentan menor riesgo, dado a que tiene mayor disponibilidad de herramientas ergonómicas de soporte y mejores condiciones espaciales. Este hallazgo demuestra la importancia de la infraestructura y los recursos ergonómicos como moduladores del riesgo.

Se elaboró una guía estructurada que incorpora fases diagnósticas, correctivas y de seguimiento, proponiendo actividades específicas como pausas activas, rediseño de puestos de trabajo, rotación de tareas y educación e higiene postural. Adicionalmente, se integró el componente práctico del Laboratorio de Ergonomía, Programa de Hidratación, Guía de Prevención de Lesiones Musculoesqueléticas y Ficha Ergonómica, desarrollado con recursos internos de la empresa, para que los trabajadores puedan visualizar y modificar sus patrones posturales de forma interactiva y vivencial.

Finalmente, la propuesta se articula con los objetivos de salud ocupacional de Astek, alineando su implementación con la mejora continua a través del Ciclo de Deming (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), favoreciendo la sostenibilidad del programa en el tiempo. El estudio resalta la necesidad de intervenciones sistemáticas que no solo mitiguen el riesgo físico inmediato, si no que promueva una cultura preventiva y de bienestar integral.

Palabras clave: lesiones musculoesqueléticas, ergonomía, disergonomía, evaluación de riesgos, MAC Tool, Liberty Mutual, producción industrial, carga física, prevención, laboratorio de ergonomía

Tabla de contenido

I.	INTRODUCCIÓN	10
A.	Identificación de la empresa	10
B.	Justificación del proyecto de graduación	11
C.	Objetivos del proyecto de graduación	16
1.	Objetivo general	16
2.	Objetivos específicos	16
D.	Alcances y limitaciones del trabajo	16
1.	Alcances	16
2.	Limitaciones.....	17
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	18
III.	METODOLOGÍA	20
A.	Tipo de estudio	20
B.	Población de estudio	20
C.	Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de información	21
1.	Análisis de riesgo	29
2.	Medición	32
IV.	Análisis de la situación actual.....	40
A.	Evaluación de riesgos	40
B.	Mediciones y análisis postural	43
C.	Mediciones de manipulación manual de cargas	47
D.	Medición de iluminación y temperatura.....	52
E.	Discusión de resultados	64
V.	Conclusiones y recomendaciones.....	66
VI.	Alternativas de solución.....	68
a.	Controles ingenieriles	68
A.	Controles administrativos.....	74
VII.	BIBLIOGRAFÍA	77
VIII.	ANEXOS	80

Tabla de figuras

Figura 1.1.....	11
Figura 1.2.....	13
Figura 1.3.....	13
Figura 1.4.....	14
Figura 3.1.....	22
Figura 3.2.....	29
Figura 3.3.....	30
Figura 3.4.....	30
Figura 3.5.....	31
Figura 3.6.....	33
Figura 3.7.....	33
Figura 3.8.....	34
Figura 3.9.....	34
Figura 3.10.....	35
Figura 3.11.....	37
Figura 3.12.....	37
Figura 4.1.....	41
Figura 4.2.....	42
Figura 4.3.....	43
Figura 4.4.....	47
Figura 4.5.....	48
Figura 4.6.....	49
Figura 4.7.....	50
Figura 4.8.....	53
Figura 4.9.....	53
Figura 4.10.....	55
Figura 4.11.....	56
Figura 4.12.....	57
Figura 4.13.....	58
Figura 4.14.....	59

Tabla de cuadros

TABLA 1.1.....	12
TABLA 1.2.....	14
TABLA 3.1.....	20
Tabla 3.2.....	21
TABLA 3.3.....	23
TABLA 3.4.....	24
TABLA 3.5.....	26
Tabla 3.6.....	39
Tabla 4.1.....	40
Tabla 4.2.....	44
Tabla 4.3.....	45
TABLA 4.4.....	50
TABLA 4.5.....	51
TABLA 4.6.....	59
TABLA 4.7.....	64
Tabla 6.1.....	68
Tabla 6.2.....	71
Tabla 6.3.....	74

I. INTRODUCCIÓN

A. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

Aromas y Sabores Técnicos S.A. (ASTEK) es una empresa costarricense especializada en el diseño, producción y distribución de saborizantes y colorantes para la industria alimentaria, además de fragancias y colorantes destinados al sector industrial en general.

ASTEK fue fundada el 24 de agosto de 1974 por un grupo de cinco expertos con profundo conocimiento del sector industrial y del mercado local, con el objetivo inicial de fabricar saborizantes y colorantes para la industria alimentaria nacional. A lo largo del tiempo, ASTEK diversificó su portafolio de productos, incluyendo fragancias y colorantes para el sector industrial. Gracias al esfuerzo continuo de su equipo administrativo, técnico y de producción, la empresa ha logrado expandirse a los mercados de Centroamérica, El Caribe y Panamá, destacándose por su excelente servicio, soporte técnico y la calidad de sus productos. La satisfacción del cliente es un principio fundamental para ASTEK, lo que ha llevado al desarrollo de un sistema de gestión empresarial enfocado en calidad, inocuidad y salud y seguridad ocupacional e higiene ambiental. Esto ha permitido a la empresa mantenerse a la vanguardia y consolidarse como un socio estratégico en un mercado cada vez más competitivo.

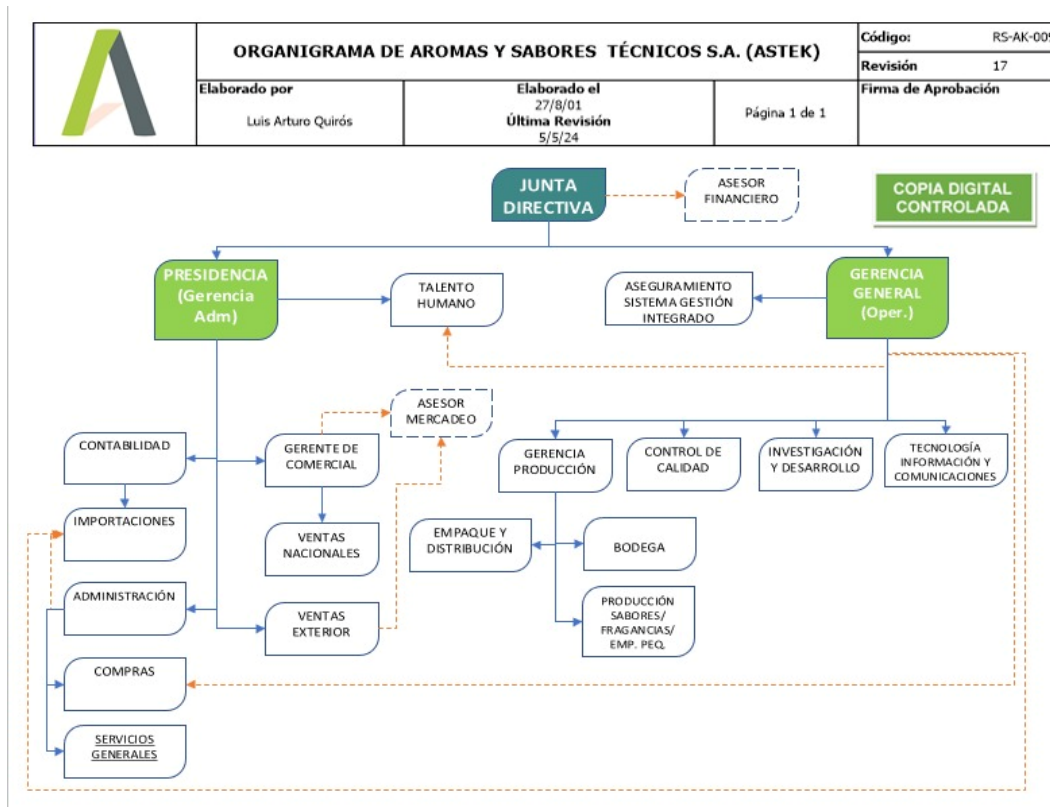
La empresa tiene como misión; elaborar sabores y fragancias para satisfacer el gusto del consumidor mejorando continuamente cada una de las áreas productivas, y centrando los esfuerzos en calidad, servicio, capacitación y normas internacionales. La visión es ser reconocidos como la mejor compañía de Aromas y Sabores en Centroamérica y el Caribe, y así satisfacer a los clientes, crear alianzas con los proveedores, ser apreciados por el personal y convivir en armonía con la comunidad y ambiente.

Además de diseñar, producir y distribuir saborizantes, fragancias, colorantes y otros aditivos, ofrece la oportunidad de colaborar en proyectos de innovación en nuestras instalaciones. Se cuenta con equipo altamente calificado, tecnología de vanguardia, dos laboratorios dedicados a la investigación, innovación y desarrollo, así como un laboratorio de control de calidad. También se proporciona asesoría técnica y acompañamiento personalizado a nuestros clientes durante todo el proceso de desarrollo de sus productos.

Se fabrican productos para diferentes divisiones, por ejemplo; en la división alimentaria, se ofrece una amplia gama de productos, incluyendo saborizantes líquidos, en polvo, en emulsión e hidrosolubles, así como colorantes líquidos, en polvo y en pasta. También proporcionan una variedad de otros aditivos alimentarios y sustancias aromáticas. En la división industrial se enfoca en la producción diversa de artículos de cuidado personal, hogar, estética y perfumería fina. A nivel animal cuentan con productos como concentrados, galletas golosinas, snacks, juguetes comestibles, champo, talcos, perfumería, repelentes, suplementos nutricionales y algunos medicamentos naturales como sedantes para acuicultura.

ASTEK opera en Calle La Rusia, La Asunción de Belén, en una instalación de aproximadamente 3.500 m². Su fuerza laboral se compone por 85 empleados en total, organizados como se muestra en la Figura 1.1, organigrama de la empresa.

Figura 1.1. Organigrama De La Empresa Astek.



Nota: Elaborado por Luis Arturo Quirós (2001), actualizado el (2024).

B. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

En ASTEK, la empresa se especializa en el diseño, fabricación y distribución de sabores y colorantes para la industria alimentaria, además de la producción de fragancias y colorantes destinados al sector industrial. No solo es fundamental mantener un alto nivel de producción, sino también asegurar que las estaciones de trabajo sean seguras y estén organizadas, con el propósito de mejorar la salud y la calidad de vida de sus colaboradores.

La empresa, en proceso continuo de expansión, ha incrementado su planilla en un 17,6 % durante los últimos dos años, concentrando la mayor parte de su fuerza laboral en las áreas de producción, bodega y despacho.

Anteriormente, ASTEK contaba con un médico de empresa que brindaba atención una vez por semana durante un período de tres horas. Sin embargo, a partir de marzo de 2025, se implementó el servicio de médico ocupacional en modalidad de medio tiempo, disponible de lunes a viernes, con el fin de fortalecer la atención en salud y seguridad laboral.

Los resultados obtenidos de los registros de la médica anterior coinciden con los del médico actual, evidenciando que el departamento de producción concentra el mayor número de atenciones. Asimismo, el sistema osteomuscular continúa siendo el principal motivo de consulta, según se detalla en la tabla 1.1, trimestral de motivos de consulta de ASTEK.

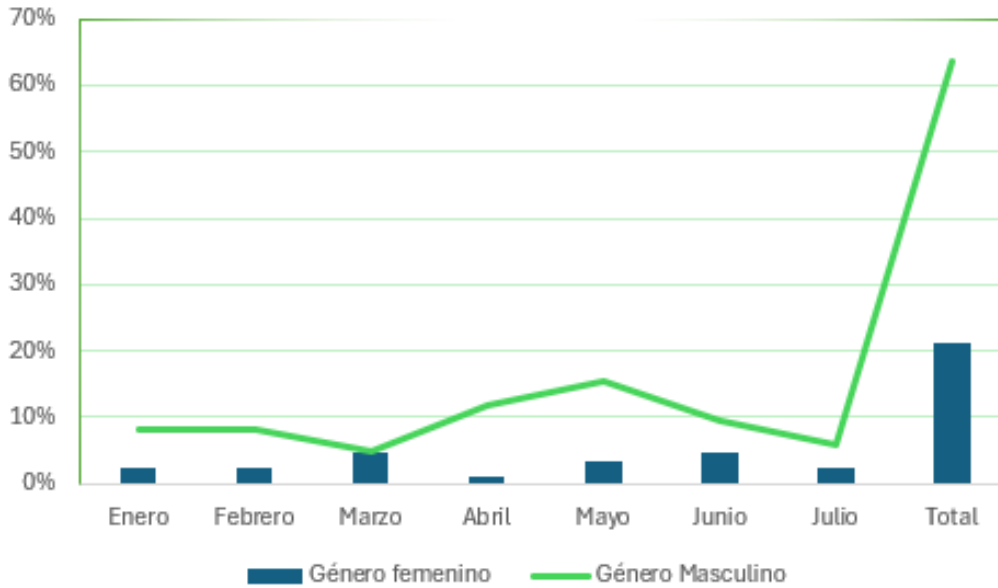
TABLA 1.1. Principales 3 Motivos de Consulta e Incapacidad por Mes.

Mes	Patología %	Incapacidad por patología%
Abril	20% Sistema Osteomuscular	0%
	18% Dermatología	0%
	7% Sistema Respiratorio	0.7%
Mayo	17% Sistema Osteomuscular	1.4%
	15% Dermatología	0.7%
	13% Chequeo médico semestral	0%
Junio	17% Sistema Osteomuscular	0.7%
	13% Dermatología	0%
	12% Sistema Cardiovascular	0%

Nota: Adaptado de la base de datos de incapacidades emitidas por CCSS, abril, mayo y junio 2024

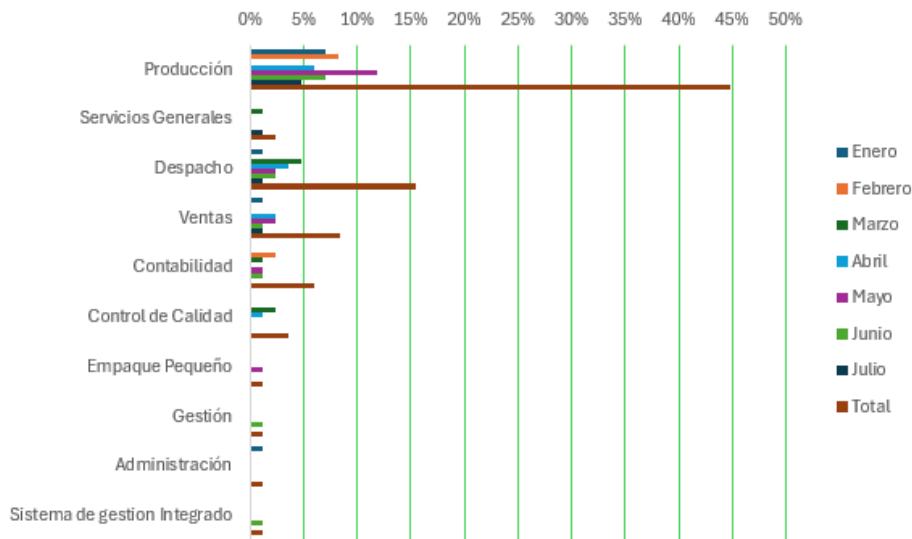
A partir de los registros médicos generados en el consultorio, se han extraído manualmente los datos de las consultas, desglosados por sistema y por departamento. Dentro de los departamentos con mayor número de consultas, destacan los de producción, despacho, calidad y ventas (**Anexo 5**). Además, los 5 motivos de consulta más frecuentes incluyeron al sistema osteomuscular, siendo el primer motivo de consulta los chequeos generales que realiza la empresa (**Anexo 6**). No se logró obtener la estadística de incapacidades por sistema. Por ello, se implementó el Cuestionario Nórdico y la Escala de Borg (**Anexos 1 y 2**) para evaluar las inconformidades musculoesqueléticas en la población de estudio. En la figura 1.2 se presenta el porcentaje de incapacidades laborales por género desde enero hasta julio de 2024, mientras que en la figura 1.3 se muestra el porcentaje de incapacidades laborales en ese mismo periodo, desglosado por departamento.

Figura 1.2. Distribución Porcentual Por Género De Cantidad Por Incapacidades Laborales De Enero A Julio 2024.



Nota: Adaptado del registro de incapacidades emitidas por CCSS de la empresa ASTEK. Elaboración propia con modificaciones.

Figura 1.3. Distribución Porcentual Por Departamento De Cantidad De Incapacidades Laborales De enero a julio 2024.

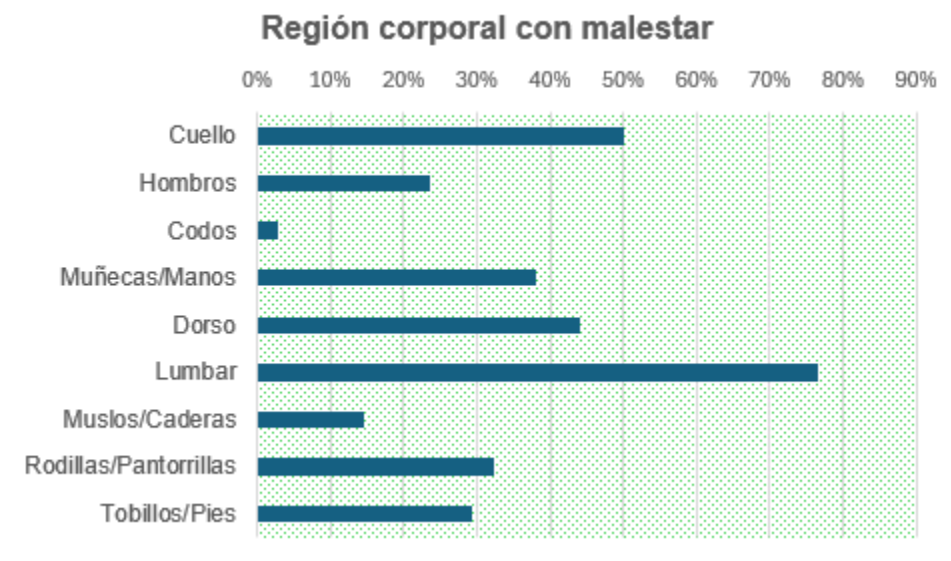


Nota: Adaptado del registro de incapacidades emitidas por departamento según CCSS de la empresa ASTEK. Elaboración propia con modificaciones.

Se puede asumir que las áreas con mayor incidencia de bajas laborales son producción, despacho y bodega, donde los trabajadores se enfrentan a riesgos como el manejo manual de cargas, envasado y empaque de productos, y movimientos repetitivos, todos ellos identificados en la matriz de riesgos elaborada por el Departamento de Salud Ocupacional de ASTEK.

En los resultados obtenidos del Cuestionario Nórdico y la Escala de Borg (**Anexos 1 y 2**), exponen de que el total de colaboradores que lo realizó, solamente una persona no aqueja ninguna molestia musculoesquelética, por lo que 97% trabajadores reportaron alguna molestia musculoesquelética. La dolencia que se reportó con mayor frecuencia es la región lumbar con 76,5% reportes, seguida de cuello, región dorsal, muñecas/manos y rodillas/pantorrillas ver figura 1.4.

Figura 1.4. *Región Corporal Y Frecuencia Según Resultado De Cuestionario Nórdico Aplicado, agosto 2024.*



Nota: Elaboración propia (2024), con base en datos del estudio de campo realizado en ASTEK.

Al mismo tiempo se estimó la intensidad del dolor de las dolencias reportadas por medio de la Escala de Borg, en la que 33% colaboradores reportaron un dolor muy débil, 21,2% reportaron un dolor moderado, 15,2% reportaron dolor fuerte, 12,1% reportaron dolor muy fuerte y el 9,1% reportaron dolor cercano al máximo como se muestra en la tabla 1.2.

Tabla 1.2. *Frecuencias De Intensidad Del Dolor, Según Escala De Borg.*

Intensidad del dolor	Frecuencias	% del Total	% Acumulado
0 Nulo	1	3.0 %	3.0 %
1 Muy Débil	11	33.3 %	36.4 %
2 Débil	1	3.0 %	39.4 %
3 – 4 Moderado	7	21.2 %	60.6 %
5 – 6 Fuerte	5	15.2 %	75.8 %
7 Muy Fuerte	4	12.1 %	87.9 %
8 – 9 Cercano al máximo	3	9.1 %	97.0 %

Intensidad del dolor	Frecuencias	% del Total	% Acumulado
10 Máximo	1	3.0 %	100.0 %

Nota: Elaboración propia (2024), con base en datos del estudio de campo realizado en ASTEK.

Este análisis refleja una situación que llama la atención en el entorno laboral de ASTEK, ya que el cambio en la intensidad del dolor reportado, sumado a la alta prevalencia de dolor en zonas críticas como la zona lumbar, el cuello y las rodillas/pantorrillas, sugiere la existencia de riesgos disergonómicos significativos. Estos hallazgos pueden ser indicativos de una exposición prolongada o repetitiva a condiciones que no favorecen una postura adecuada, movimientos repetitivos o cargas mal distribuidas en los colaboradores.

A pesar de que la mayoría de los colaboradores que experimentaron dolor lo describen como leve, es notable que algunos reportan una intensidad que varía abruptamente hacia niveles de dolor muy fuerte, moderado y cercanos a los valores máximos. Esto es especialmente relevante considerando que el 35.3% de los trabajadores ha experimentado dolor lumbar en los últimos siete días, mientras que el 23.5% ha reportado dolor en el cuello y el 18.2% en la rodilla o pantorrilla en ese mismo periodo. Estos datos señalan la presencia de dolor agudo en la fuerza laboral de las áreas de producción, despacho y bodega, lo que sugiere que existen condiciones disergonómicas en el entorno de trabajo que podrían estar provocando malestares recurrentes y dolor de alta intensidad en los empleados de ASTEK.

En los procesos de producción, despacho y bodega, los empleados manipulan constantemente productos químicos, utilizan maquinaria para verter productos, limpian instrumentos en el área de lavado, manejan embudos de distintos tamaños, pichingas, sacos, perras, mesas adaptadas a la altura con ruedas y montacargas. Además, los trabajadores mezclan diferentes productos para obtener fórmulas específicas, lo que requiere pesajes precisos utilizando balanzas grandes y pequeñas. Para verter los productos, que pueden pesar hasta 25 kg o solo unos pocos gramos, utilizan picheles, goteros o alzan las pichingas, y posteriormente realizan el envasado, embalaje y despacho del producto terminado. En el área de despacho, se cuenta con cuatro choferes encargados de recoger el material ya embalado y cargarlo en los vehículos para su posterior entrega en diversos comercios y zonas del país. Para realizar estas tareas, disponen de tres vehículos de reparto, uno eléctrico, uno híbrido y otro de Diesel, un camión y una motocicleta. También hay 4 trabajadores que desempeñan funciones de acomodo, etiquetado y despacho a clientes de producto terminado, estos productos usualmente se encuentran empacados en botellas, pichingas, estañones. Durante estos procesos, es común que adopten posturas disergonómicas para facilitar su trabajo, lo que hace que estas áreas sean más susceptibles a lesiones del sistema osteomuscular.

El Departamento de Salud Ocupacional está comprometido con la reducción de riesgos disergonómicos. Desde 2019 hasta 2022, han realizado diversos estudios ergonómicos, incluyendo NIOSH, OWAS, RULA y, en oficinas, el método ROSA, que han indicado riesgos tolerables. Han implementado medidas como la corrección de alturas de los planos de trabajo, instalación de alfombras antifatiga, escalones para alcanzar alturas, uso de

respiradores cara completa, lavaojos de emergencia, lentes de protección, cofias, cubrebocas y gabachas. Además, se realizan capacitaciones en manipulación manual de cargas, pausas activas y sesiones de refrescamiento anuales desde la inducción.

C. OBJETIVOS DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

1. OBJETIVO GENERAL

Crear una guía para el desarrollo de un programa de prevención de lesiones musculoesqueléticas que mejore las condiciones disergonómicas en las áreas de producción, despacho y bodega de ASTEK.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a. Identificar los factores de riesgo disergonómico que podrían estar causando lesiones musculoesqueléticas en el área de producción, despacho y bodega.
- b. Valorar las condiciones disergonómicas presentes en las actividades de levantamiento, transporte y descenso de cargas, mediante la definición de los pesos máximos permitidos y el desarrollo de una escala de riesgo que contemple los tiempos óptimos de ejecución para cada acción. Asimismo, se incluirá la estimación de factores ambientales relevantes, como la temperatura e iluminación, en las áreas de producción, despacho y bodega.
- c. Proponer un programa preventivo y de control para los factores disergonómicos en las áreas de producción, despacho y bodega.

D. ALCANCES Y LIMITACIONES DEL TRABAJO

1. ALCANCES

Este proyecto se enfoca en identificar y evaluar los factores de riesgo disergonómicos, tales como posturas inadecuadas y la manipulación manual de cargas, que afectan a los trabajadores. Con esta identificación y evaluación, la empresa obtendrá una visión clara de los riesgos disergonómicos presentes, lo que facilitará la toma de decisiones en cuanto a medidas de control y mejoras ergonómicas.

El proyecto contempla la capacitación de los trabajadores en temas específicos según los hallazgos, el ajuste de herramientas y la optimización de los puestos de trabajo para que las posturas se alineen con los requerimientos ergonómicos de cada tarea. Esto permitirá reducir incapacidades, implementar un programa y detectar dolencias relacionadas con trastornos musculoesqueléticos, con el objetivo de prevenir estos problemas mediante intervenciones como pausas activas y cambios en equipos.

Además, la guía contribuirá a mantener la reducción de las enfermedades en los trabajadores, lo que puede mejorar su rendimiento laboral, la producción y la calidad de los productos. Las herramientas empleadas en este proyecto podrán aplicarse en el análisis de otras tareas dentro de la empresa en el futuro. Las recomendaciones se adaptarán a los recursos y necesidades específicas de la empresa para disminuir casos de incapacidad y reducir el ausentismo debido a citas médicas o dolencias musculoesqueléticas.

Con los datos recolectados y el análisis de riesgos, se elaborará una guía práctica que incluirá recomendaciones específicas para reducir la incidencia de lesiones musculoesqueléticas. El principal objetivo del proyecto es crear una guía estructurada que sirva como base para la implementación de un programa de prevención de lesiones musculoesqueléticas en la empresa.

2. LIMITACIONES

La presente investigación se enfoca exclusivamente en las áreas de producción, despacho y bodega de la empresa ASTEK. Por ello, los resultados obtenidos y la guía propuesta pueden no ser directamente aplicables a otras áreas internas de la organización o a otras industrias con características distintas.

La duración total del estudio es de 16 meses, estructurados en cuatro periodos de 4 meses. Si bien se plantean recomendaciones y una guía para la prevención de lesiones musculoesqueléticas, los plazos definidos podrían no permitir una evaluación exhaustiva de la efectividad de las medidas propuestas a largo plazo, especialmente en lo que respecta a la reducción sostenida de dichas lesiones.

Durante el desarrollo del proyecto se identificaron condiciones inherentes al entorno de manufactura que representan limitaciones metodológicas importantes. Una de ellas es la alta rotación de personal debido a finalizaciones laborales y nuevas contrataciones. Esta fluctuación puede afectar la representatividad de los datos recolectados en las primeras etapas del estudio, ya que los resultados podrían no reflejar con precisión la composición del personal activo al cierre del proyecto, disminuyendo así la aplicabilidad directa de algunas recomendaciones ergonómicas. Asimismo, el estudio se vio interrumpido en determinadas ocasiones por auditorías externas, las cuales exigieron la pausa temporal del trabajo de campo para permitir que la empresa concentrara sus esfuerzos en la atención a dichos procesos. Aunque estas pausas fueron controladas, afectaron la continuidad ideal de la investigación.

Por otro lado, la implementación de algunas de las recomendaciones derivadas del estudio dependerá de la disponibilidad de recursos económicos y técnicos por parte de la empresa, lo que podría limitar el alcance de ciertas intervenciones propuestas.

También es importante señalar que, en resguardo de la privacidad de los trabajadores, el acceso a información médica detallada fue restringido, limitando con ello la posibilidad de realizar análisis profundos sobre ciertos riesgos disergonómicos específicos.

Finalmente, se destaca como una limitación relevante la amplia variabilidad en el peso de los materiales manipulados por los trabajadores, que oscila entre 30 miligramos y 290 kilogramos. Esta diversidad dificulta la estandarización de recomendaciones ergonómicas y obliga a adoptar un

enfoque más flexible e individualizado, lo cual representa un reto en la implementación práctica y efectiva de soluciones preventivas.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Las lesiones musculoesqueléticas relacionadas con el trabajo son actualmente el problema de salud laboral más común. Estas se definen como afectaciones que involucran músculos, tendones, nervios, ligamentos, articulaciones o discos intervertebrales (Cabezas-García & Torres-Lacomba, 2018). Estas lesiones abarcan una amplia gama de trastornos inflamatorios e incluso degenerativos, que pueden agravarse debido al desempeño laboral y el entorno de trabajo. Los movimientos como flexionarse, enderezarse, sostener, agarrar, girar y estirar son las principales causas de estos síntomas (Kahya, 2021).

En Costa Rica, el (Consejo de Salud Ocupacional, 2023) documentó un aumento en las enfermedades relacionadas con el trabajo, con un 65% de los casos afectando a hombres y un 35% a mujeres. Los trastornos del sistema osteomuscular son la causa más común, destacando lesiones como meniscopatía, tenosinovitis, epicondilitis y otras lesiones en muñeca y mano.

Los riesgos laborales pueden generarse en función del tipo de trabajo, maquinaria e instrumentos utilizados, y suelen ser mayores cuando las condiciones laborales no son adecuadas, lo que afecta directamente la salud de los trabajadores (Vega, 2022). En Costa Rica, se han identificado factores disergonómicos en la industria manufacturera que impactan negativamente el sistema osteomuscular, siendo las posturas inadecuadas y forzadas una de las causas más frecuentes (M. J. Rodríguez, 2022). Este hallazgo coincide con lo señalado por (M. Rodríguez, 2022) en su proyecto sobre riesgos disergonómicos en una empresa manufacturera de costura. Además, la investigación de (Vega, 2022) destaca la aplicación de fuerza como otra causa común de estas lesiones en el país.

Las lesiones musculoesqueléticas imponen una carga significativa tanto para los trabajadores como para los empleadores y el sistema de compensación laboral, lo que resulta en un aumento directo de los costos de atención médica y un impacto indirecto en la productividad empresarial (Hui & Chan, 2006). En Japón, aproximadamente una cuarta parte de los casos de dolor lumbar asociados al trabajo provienen de la manipulación de cargas pesadas. El límite de peso que pueden manejar los trabajadores varía según su género: para los hombres es el 40% de su peso corporal, mientras que para las mujeres es el 24% (Id et al., 2023). Un estudio sobre reclamaciones por trastornos musculoesqueléticos realizado por (Bao et al., 2019) estimó que, en EE.UU., estos trastornos del sistema osteomuscular cuestan entre 45 y 54 mil millones de dólares al año, una cifra alarmante. Además, la principal causa de lesiones discapacitantes es a raíz de problemas por disergonomía y sus costos directos se estiman en unos 14 millones de dólares en esta misma región (Potvin et al., 2021a).

Las empresas en España están legalmente obligadas a prevenir los daños laborales y a adaptar las condiciones de trabajo que puedan afectar negativamente la salud de los empleados. Para cumplir con esta

normativa, han establecido servicios de prevención, tanto internos como externos, cuyo propósito es atender las necesidades técnicas de la empresa y asesorarla en materia de prevención. Sin embargo, la prevención de los trastornos musculoesqueléticos sigue siendo un desafío para mejorar la salud laboral. Esto se debe, en parte, a la falta de integración de las medidas preventivas en la rutina diaria de las empresas, así como a la escasa participación de los actores y partes implicadas en el diagnóstico y tratamiento de los problemas relacionados con la salud laboral (De et al., 2012).

En Perú, un estudio de investigación empleó el método RULA, demostrando que es una herramienta efectiva para reducir la accidentabilidad laboral y mitigar problemas como la carga postural excesiva, la fatiga muscular y los trastornos musculoesqueléticos. Este enfoque permitió identificar riesgos ergonómicos y desarrollar estrategias para mejorar las condiciones de trabajo, contribuyendo a la salud y seguridad de los trabajadores (Saavedra, 2020).

La iluminación y la temperatura interactúan con los principios ergonómicos. No pueden analizarse aisladamente. Una mala condición ambiental puede anular los beneficios de una buena silla, una altura adecuada o una carga bien distribuida. Por eso, las evaluaciones ergonómicas deben considerar siempre el entorno físico como parte del diagnóstico. (Silva 2024, takomy 2023)

Las condiciones ambientales de iluminación y temperatura afectan directamente la manera en que un trabajador adopta sus posturas, cuánto esfuerzo físico o mental realiza y qué tan sostenible es su desempeño.

En cuanto a la temperatura, ambientes demasiado calurosos o fríos obligan al cuerpo a adoptar posturas de compensación, aumentar pausas, disminuir la eficiencia muscular o la estabilidad postural, lo que a su vez favorece a la aparición de trastornos o desórdenes musculoesqueléticos relacionados al trabajo. Mdpi.com

En diversas revisiones, se destaca el uso de las tablas de Snook y Ciriello, ya que proporcionan directrices específicas y contemplan múltiples variables, lo que contribuye a optimizar la seguridad y la comodidad en el entorno laboral. Además, permiten prevenir lesiones al diseñar tareas que se mantengan dentro de límites seguros (Potvin et al., 2021a)

El diseño de trabajos flexibles y la capacitación en ergonomía han mostrado un impacto positivo, como se demostró en la investigación de (Robertson et al., 2008), donde los trabajadores que participaron activamente en la capacitación lograron aplicar el conocimiento adquirido en sus lugares de trabajo, mejorando con el tiempo.

La creación de programas de capacitación activa en ergonomía y la capacitación organizacional a través de intervenciones ergonómicas participativas se ha considerado eficaz para reducir la carga de los trastornos musculoesqueléticos (Taylor et al., 2010). Además, las mejoras en los equipos y en el entorno laboral pueden aumentar la aceptación y el éxito de los programas ergonómicos, especialmente en pequeñas y medianas empresas (Heidarimoghadam et al., 2020).

La obligación de garantizar un entorno de trabajo seguro ha crecido junto con la evolución y el desarrollo de nuevas tecnologías. Sin embargo, en el sector manufacturero, impulsado y medido por las ganancias, sigue siendo común que los operarios enfrenten conflictos con el sistema de trabajo en entornos de producción y fabricación (Reiman et al., 2021)

III. METODOLOGÍA

A. TIPO DE ESTUDIO

Este proyecto es de tipo descriptivo, observacional y transversal, ya que se enfoca en identificar riesgos y condiciones disergonómicas con el fin de desarrollar una guía para un programa preventivo de lesiones musculoesqueléticas en ASTEK. Asimismo, puede considerarse como una investigación aplicada, dado que su objetivo fue emplear conocimientos existentes en un contexto real.

B. POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población objeto de estudio estuvo conformada por colaboradores de las áreas de producción, despacho y bodega de la empresa. Al inicio del estudio se contó con la participación de 37 personas, lo que representaba aproximadamente el 40 % del total de la población laboral de la organización. Sobre esta muestra inicial se recolectaron los datos correspondientes al Objetivo Específico 1.

No obstante, debido a las limitaciones previamente descritas como cambios en la plantilla laboral, rotación de personal y restricciones operativas, el trabajo fue finalizado con un total de 22 colaboradores, lo que corresponde al 27,5 % de la población total, como se detalla en la tabla 3.1.

TABLA 3.1. Descripción Detallada De La Población A Estudiar.

Género	Población de estudio inicial	Población final de estudio
F	11	6
M	26	16
Total	37	22
Total %	40	27,5

Nota: Adaptado del listado del personal de la empresa ASTEK. Elaboración propia con modificaciones.

La población final del estudio estuvo compuesta por 22 trabajadores, distribuidos en las áreas de producción, despacho, bodega y transporte. De ellos, 14 personas laboran en el área de producción, 4 en despacho y bodega, y 4 desempeñan funciones como choferes. Estos colaboradores se organizan en dos horarios principales; 8 trabajadores cumplen una jornada de 6:00 a.m. a 3:00 p.m., de lunes a viernes, 14 trabajadores laboran de 5:30 a.m. a 3:00 p.m.

Esta organización por turnos permite dar continuidad a las operaciones en los diferentes procesos de la empresa.

De los 22 trabajadores, 6 son mujeres y 16 son hombres, con edades que varían entre 18 y 60 años. La mayoría de los empleados tienen un año o menos en la empresa, aunque algunos tienen muchos años de antigüedad.

Para la realización del cuestionario nórdico y la escala de Borg, se llevó a cabo un proceso de entrevistas en el lugar de trabajo de cada empleado. Se explicó a cada trabajador el propósito del cuestionario y se les mostró, a través de un iPad, las imágenes correspondientes. Posteriormente, se completó un formulario en línea que tomó aproximadamente 3 minutos por persona (**Anexo 7**). Todos los trabajadores accedieron a colaborar y proporcionar la información requerida.

En la tabla 3.2. se pueden detallar las descripciones de los puestos de trabajo.

Tabla 3.2. Descripción de Puestos de Trabajo Evaluados

Puesto de trabajo	Descripción
Producción	- Mezcla y formulado de productos, trasvase de productos, manipulación de polvos y colorantes, empaque, limpieza de superficie de trabajo
Despacho	- Alistar, revisar contra factura, acomodar y transportar materiales terminados para su despacho a clientes o a los choferes que tiene que entregar
Bodega	- Acomodo y orden de materias primas y material terminado, además de despachar materias primas a solicitud de producción
Choferes	- Carga de materiales terminados a los camiones de reparto, transporte por carretera para descargar en diferentes comercios del país

Nota: Elaboración propia (2025).

C. MÉTODOS, TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

En la figura 3.1 se muestran las etapas en las que el proyecto se desarrolló basado en los objetivos específicos, y en las tablas 3.3, 3.4 y 3.5 se muestra a detalle la asociación de los objetivos con sus variables, indicadores, conceptualización y herramientas a utilizar para la recolección de datos y mediciones.

FIGURA 3.1. *Etapas De Desarrollo Del Proyecto Según Objetivos Específicos.*



Nota: Elaboración propia (2024)

TABLA 3.3. *Etapa De Desarrollo Y Asociación De Objetivo Específico 1 Con Sus Variables, Conceptualización, Indicadores, Herramientas Y Resultados Esperados.*

Valoración	Variables	Conceptualización	Indicadores	Herramientas	Resultado esperado
Identificar los factores por riesgo disergonómico que podrían estar causando lesiones musculoesqueléticas en el área de producción, bodega y despacho	Nivel de riesgo laboral Síntomas o dolencias musculoesqueléticas	Identificar molestias en los trabajadores, además de circunstancias de trabajo como el diseño, construcción, habilidades que permiten exponer riesgos disergonómicos	Grado de peligrosidad Grado de repercusión Clasificación del dolor en zonas corporales Porcentaje de dolor (leve, moderado o severo)	Método Fine Cuestionario Nórdico Escala de Borg Registro fotográfico, programas de Excel y Word	Conocer sobre la percepción de la salud musculoesquelética de los trabajadores Información sobre espacios de trabajo seguros o condiciones disergonómicas

Nota: Elaboración propia (2024)

TABLA 3.4 *Etapa De Desarrollo Y Asociación De Objetivo Específico 2 Con Sus Variables, Conceptualización, Indicadores, Herramientas Y Resultados Esperados*

Valoración	Variables	Conceptualización	Indicadores	Herramientas	Resultado esperado
Valorar las condiciones ergonómicas presentes en las actividades de levantamiento, transporte y descenso de cargas, mediante la definición de los pesos máximos permitidos y el desarrollo de una escala de riesgo que contemple los tiempos óptimos de ejecución para cada acción. Así mismo, se incluirá la estimación de factores ambientales	Calcular valores de exposición disergonómica por carga postural, manipulación manual de carga, temperatura e iluminación	Las condiciones disergonómicas en la manipulación manual de cargas se refieren a los factores físicos posturales ambientales que puedan generar esfuerzo excesivo del trabajador durante tareas de levantamiento, transporte o descenso de objetos	Estimación del porcentaje de riesgo de manipulación manual de cargas Peso máximo permitido para levantamiento llevar y descenso Porcentaje de riesgo y condiciones disergonómicas	Método RULA RULER (software) NOM 036 STPS Método MAC Tool (NIOSH, REBA, OWAS, QEC) y software Liberty Mutual (tablas de Snook y Ciriello) INTE/ISO 7243:2016 Salud y Seguridad en el Trabajo Estimación de	Reducir de posturas incómodas, forzadas o sostenidas en un 50% de los trabajadores Descripción de procesos máximos aceptables para levantamiento, descenso y llevar cargas

<p>relevantes, como temperatura e iluminación, en las áreas de producción, despacho y bodega</p>			<p>Porcentaje de posturas incómodas</p> <p>Porcentaje de cargas asimétricas</p> <p>Estimación de temperatura</p> <p>Estimación de iluminación</p>	<p>estrés térmico basado en el índice TGBH (Temperatura de globo y bulbo húmedo) INTE/ISO 8995-1:2016</p> <p>Iluminación de los lugares de trabajo Parte 1. Interiores (Luxómetro)</p>	<p>Capacitar a un 90% de la población de estudio en cuanto a posturas adecuadas en los puestos de trabajo</p> <p>Evaluaciones periódicas de temperatura e iluminación</p>
--	--	--	---	--	---

Nota: Elaboración propia (2024)

TABLA 3.5 Etapa De Desarrollo Y Asociación De Objetivo Específico 3 Con Sus Variables, Conceptualización, Indicadores, Herramientas Y Resultados Esperados

Valoración	Variables	Conceptualización	Indicadores	Herramientas	Resultado esperado
Proponer un programa preventivo y de control para los factores disergonómicos en las áreas de producción bodega y despacho	Diseñar un programa de prevención de lesiones musculoesqueléticas	Ejecutar un programa de prevención que pueda disminuir los riesgos mediante capacitación y formación continua, además de mejoras en áreas de riesgo	Cantidad de peligros y riesgos Cantidad de variables identificadas Cantidad de capacitaciones en temas específicos Cantidad de disminución de la consulta por motivos musculoesqueléticos	Normativa Mexicana: NOM-036-1-STPS-2018 INTE/ISO 7243:2016 Salud y Seguridad en el Trabajo, Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice de TGBH.	Elaborar un programa preventivo de lesiones musculoesqueléticas mediante análisis de resultados de herramientas anteriores y guías

				<p>INTE/ISO 8995-1:2016 Iluminación de los lugares de trabajo parte 1</p> <p>INTE T29:2016</p> <p>INTE/ISO 11228-1 NTE/ISO 11226</p> <p>INTE/ISO 11228-3</p> <p>Reglamento Salud Ocupacional 39408-S Lista de comprobación ergonómica –</p>	
--	--	--	--	---	--

				"Ergonomic Checkpoints" de la OIT / AIE Ficha "Riesgos ergonómicos" de ISTAS	
--	--	--	--	---	--

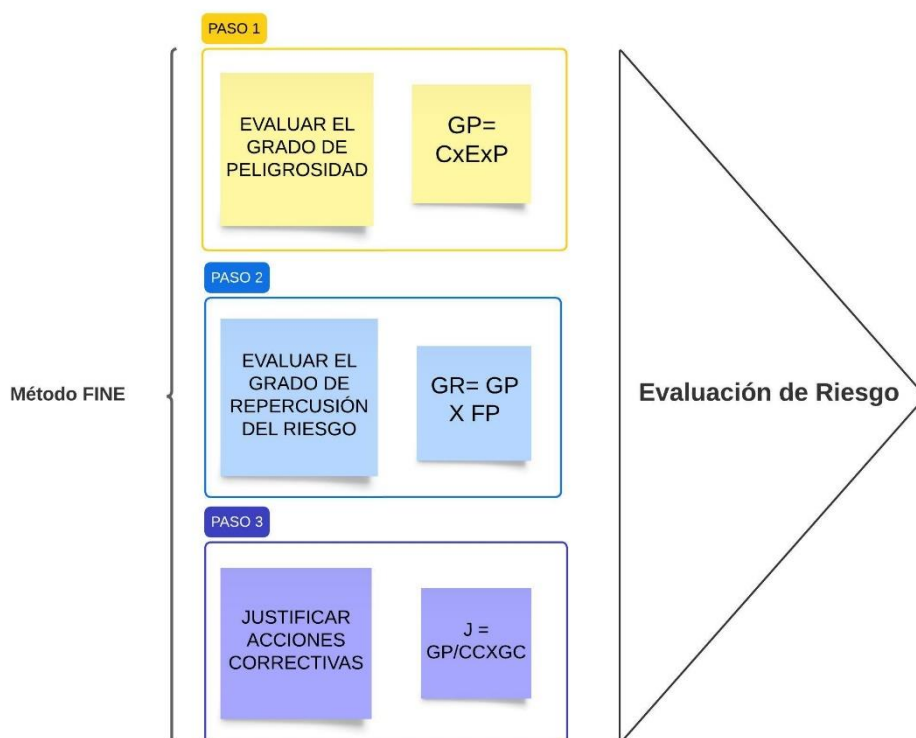
Nota: Elaboración propia (2024)

1. ANÁLISIS DE RIESGO

Para comprender la dirección del proyecto, es fundamental comenzar con un análisis de riesgos en las áreas de producción, bodega y despacho. Este paso es crucial para entender el funcionamiento de estas áreas, identificar los niveles de riesgo y los peligros a los que están expuestos los trabajadores. Para llevar a cabo una correcta identificación de peligros y entender el proceso, se analizaron los perfiles de puesto de cada colaborador.

Para aplicar el método FINE, se colaboró estrechamente con el departamento de Salud y Seguridad en el Trabajo. Se llevó a cabo un análisis de los accidentes ocurridos, se revisaron las medidas de seguridad implementadas en el pasado y se observó los ciclos de trabajo. Además, se evaluaron los peligros considerando su consecuencia, exposición y probabilidad, utilizando las fórmulas descritas en la figura 3.2.

Figura 3.2. Proceso Y Fórmulas Del Método Fine

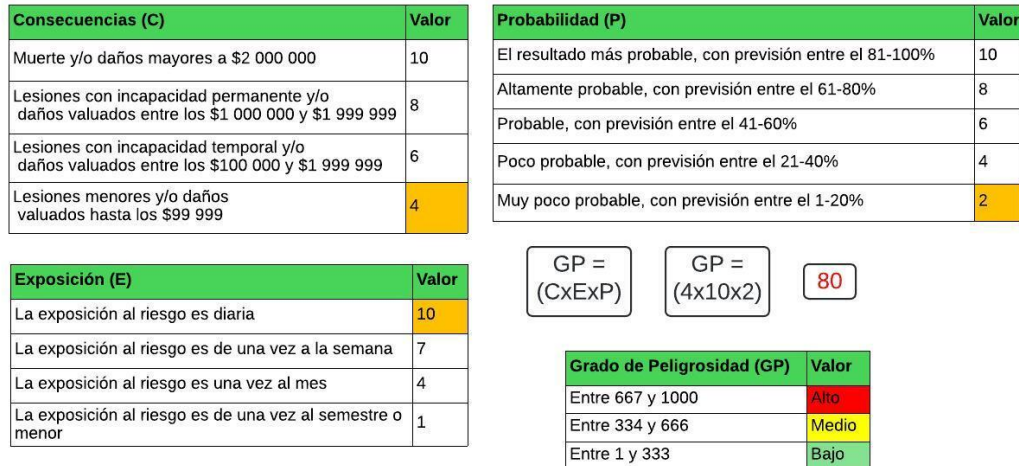


Nota: Elaboración propia (2024)

Los resultados muestran que tanto el nivel de peligrosidad como el impacto del riesgo obtuvieron puntuaciones bajas de acuerdo con la escala empleada, con un grado de corrección considerado justificable, como se ilustra en las figuras 3.3, 3.4 y 3.5. Aunque los

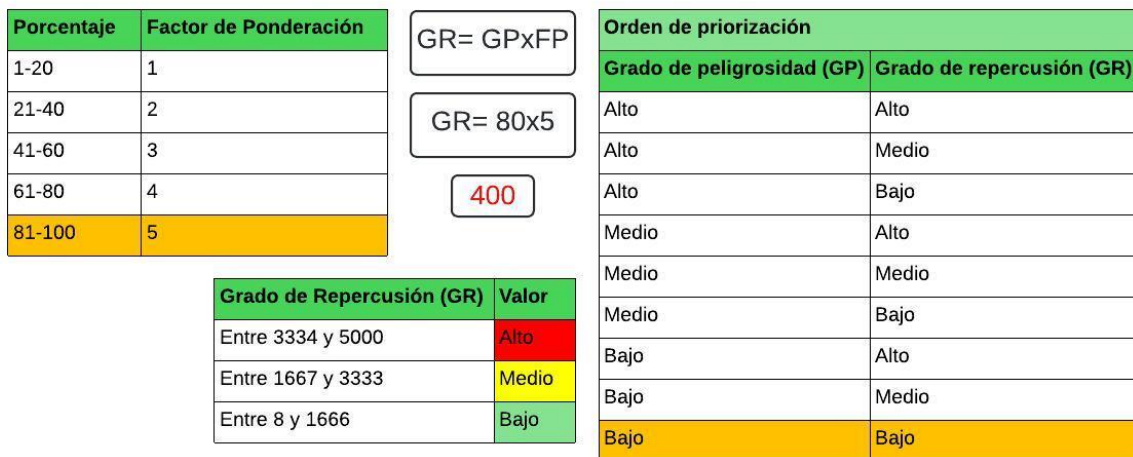
riesgos son bajos, es justificado llevar a cabo una investigación en esta área, no de manera urgente, sino de forma gradual, con el fin de desarrollar un programa preventivo de lesiones musculoesqueléticas.

Figura 3.3. Aplicación Parte 1 Del Método Fine.



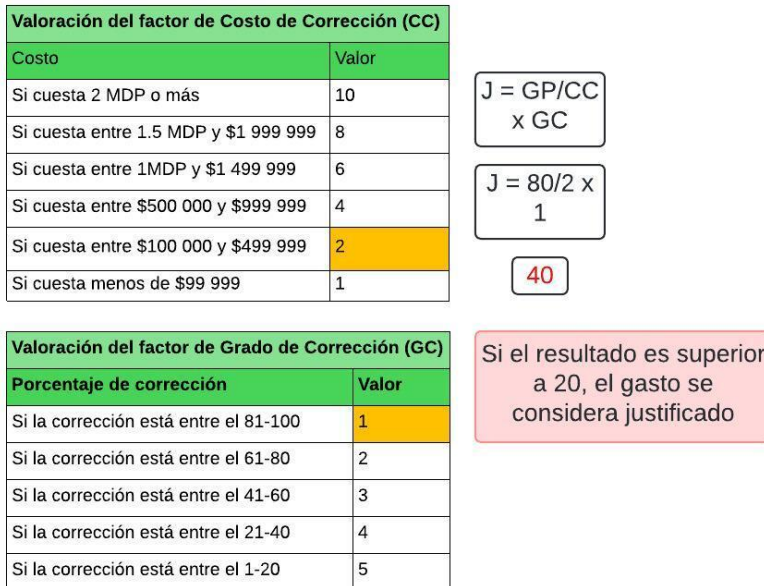
Nota: Elaboración propia (2024), con base en datos obtenidos por el Método Fine realizado en ASTEK.

Figura 3.4. Aplicación Parte 2 Del Método Fine.



Nota: Elaboración propia (2024), con base en datos obtenidos por el Método Fine realizado en ASTEK.

Figura 3.5. Aplicación Parte 3 Del Método Fine



Nota: Elaboración propia (2024), con base en datos obtenidos por el Método Fine realizado en Astek

Asimismo, se aplicaron simultáneamente el Cuestionario Nórdico y la Escala de Borg durante tres visitas a la planta de Astek. Para la recolección de datos, se utilizó un iPad y luego la información fue transcrita a un formulario de Google Forms, al cual se accedía a través de un enlace (Anexo 7). Los resultados indicaron que los dos principales motivos de consulta patológica corresponden al sistema osteomuscular y a problemas dermatológicos.

Llama la atención que, a pesar de tratarse de una población joven, la mayoría reportó algún tipo de dolor osteomuscular, solamente una persona no aquejó dolor en ninguna parte del cuerpo. Aunque la mayoría de los casos indicaron dolores leves, se observó un aumento abrupto hacia dolores moderados y fuertes.

También se observó que la mayoría de los reportes de los colaboradores se enfocan en la región lumbar, el cuello, las muñecas/manos y la región dorsal.

Es relevante señalar que muchos colaboradores presentan estos dolores de forma aguda. En el caso del cuello, un 23.5% de la población reporta haber tenido dolor en los últimos siete días; para la región lumbar, este porcentaje asciende a 35.3%, y en el dorso es del 8.8%. Esto evidencia la persistencia de malestares musculoesqueléticos en las áreas de producción, despacho y bodega de Astek.

2. MEDICIÓN

Durante esta fase se llevaron a cabo mediciones centradas en la identificación de riesgos disergonómicos, estimación del estrés térmico e iluminación al que podrían estar expuestos los trabajadores. Cabe destacar que fue durante la fase de medición cuando se presentó una reducción en el personal participante, debido a situaciones logísticas posteriores a la aplicación del primer objetivo. No obstante, esta limitación no invalida el alcance del programa propuesto, ya que se contempla su futura aplicación al resto de la población laboral una vez sea integrado formalmente en la organización.

En esta fase del estudio se utilizaron dos herramientas especializadas de evaluación ergonómica: el software RULA (Rapid Upper Limb Assessment), el software de Liberty Mutual y la herramienta MAC Tool para análisis de manipulación manual de cargas.

En el caso del software Liberty Mutual, se aplicó una evaluación individual a 21 personas, excluyéndose únicamente un trabajador cuya función específica consiste en el etiquetado de producto liviano, sin involucrarse en actividades de levantamiento o traslado de cargas.

Este software permitió determinar el peso máximo permitido por persona basado en las tablas de Snook y Ciriello (Potvin et al., 2021b), tomando en cuenta la forma en que realizaba la tarea, así como las condiciones ambientales reportadas durante su ejecución. El resultado fue un valor de carga específico asignado a cada colaborador evaluado.

De las 21 personas evaluadas:

- 13 pertenecen al área de producción,
- 4 al área de despacho y bodega,
- y 4 cumplen funciones como choferes.

La aplicación del software se realizó mediante la computadora personal en la que está instalado, además se usó cinta métrica para medir distancias y tamaños de cargas y los datos fueron recolectados de forma individualizada. Como ejemplo de las características del software y el proceso de recolección se detallan en la figura 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 y 3.10.

Figura 3.6. Ejemplo De Las Características Del Software Liberty Mutual

ErgoTec, Peso recomendados para el Manejo de Materiales

Evaluación de pesos recomendados para el manejo de materiales

- Levantar o bajar a dos manos
- Levantar o bajar a una mano
- Acarrear a dos manos
- Acarrear a una mano
- Empujar a dos manos
- Jala a dos manos
- Empujar o jalar a una mano
- Manejo de materiales en posturas difíciles

Seleccione la opción que corresponda al manejo de material

Nota: Elaboración propia (2025), con base en datos obtenidos por el Software Liberty Mutual realizado en Astek

Figura 3.7. Ejemplo De Las Características Del Software Liberty Mutua.

ErgoTec, Peso recomendados para el Manejo de Materiales

Evaluación de pesos recomendados para el manejo de materiales

- Levantamiento a dos manos (mujeres).
- Levantamiento a una mano
- Acarreo a dos manos
- Acarreo a una mano
- Empujar a dos manos
- Jalar a dos manos
- Empujar o jalar a una mano
- Manejo de materiales en posturas difíciles

Seleccione la opción que corresponda al manejo de material

Levantamiento a dos manos (mujeres).

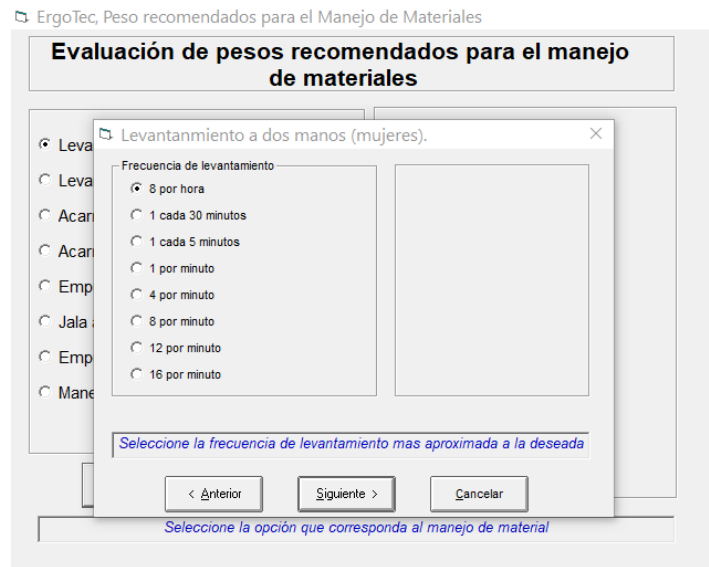
Rango de levantamiento

- Del piso a las rodillas
- Del piso a los hombros
- Del piso a la altura de la cabeza
- De las rodillas a los hombros
- De las rodillas a la altura de la cabeza
- De los hombros a la altura de la cabeza

Levantamiento aproximado:
Del piso a 80 cm (31.5 pulgadas)

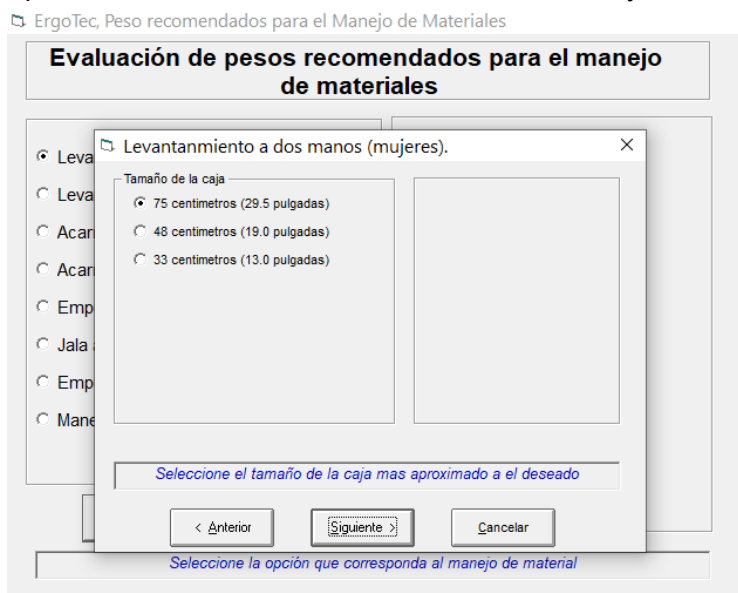
Nota: Elaboración propia (2025), con base en datos obtenidos por el Software Liberty Mutual realizado en Astek

Figura 3.8. Ejemplo De Las Características Del Software Liberty Mutual



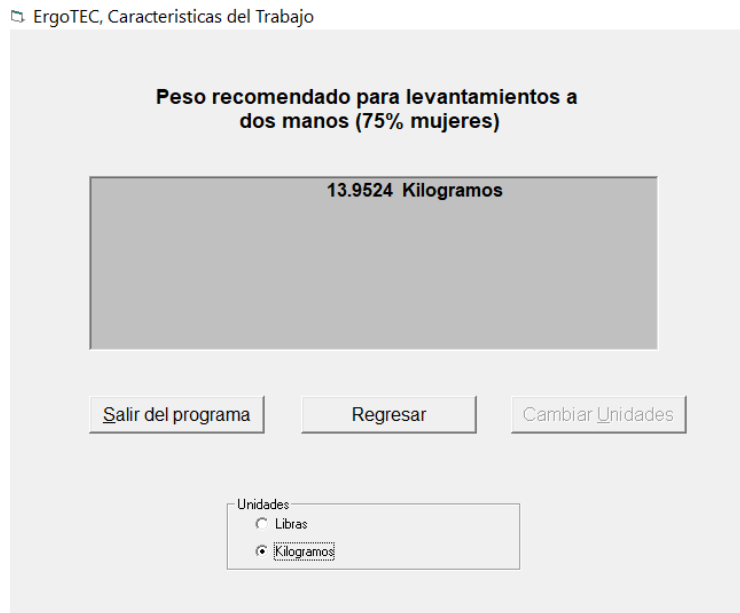
Nota: Elaboración propia (2025), con base en datos obtenidos por el Software Liberty Mutual realizado en Astek. 8 por hora, corresponde a 1 en 8 horas.

Figura 3.9. Ejemplo De Las Características Del Software Liberty Mutual



Nota: Elaboración propia (2025), con base en datos obtenidos por el Software Liberty Mutual realizado en Astek

Figura 3.10. Ejemplo De Las Características Del Software Liberty Mutual



Nota: Elaboración propia (2025), con base en datos obtenidos por el Software Liberty Mutual realizado en Astek

Para la aplicación del software Liberty Mutual, se siguió un procedimiento estandarizado con el fin de asegurar la recolección precisa y contextualizada de los datos. Las pautas implementadas fueron las siguientes:

1. Selección de participantes: Se incluyeron únicamente los colaboradores cuyas funciones implican el levantamiento de cargas superiores a 3 kilogramos, con el objetivo de centrarse en tareas de riesgo ergonómico relevante.
2. Identificación de la tarea crítica: En el puesto de trabajo, se entrevistó a cada colaborador para identificar la tarea que consideran más demandante físicamente durante su jornada habitual. Una vez determinada, se les solicitó realizarla de forma natural y segura para su observación y análisis.
3. Toma de medidas: Se procedió a medir de forma directa las distancias clave, dimensiones de las cargas y variables necesarias para el software, utilizando una cinta métrica como instrumento de medición.
4. Ingreso de datos: Toda la información recolectada fue introducida en tiempo real en el software Liberty Mutual.

5. Resultado: El software generó un valor de peso permitido para la ejecución de la tarea específica bajo las condiciones evaluadas. Este valor representa el límite recomendado para prevenir el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos relacionados con la carga manipulada.

La NOM-036-1-STPS-2018 (*NOM036STPS*, 2018) establece que, para evaluar los riesgos derivados de la manipulación manual de cargas, se pueden utilizar herramientas reconocidas internacionalmente, como el software de Liberty Mutual, que permite calcular el peso máximo recomendado para levantar, bajar o transportar objetos de forma segura. La norma sugiere que se utilicen criterios técnicos y ergonómicos para determinar si la tarea representa un riesgo para el trabajador, y menciona explícitamente que el análisis debe considerar variables como el peso máximo permisible en función del sexo del trabajador, la distancia horizontal y vertical de levantamiento, el ángulo de torsión del tronco, la frecuencia del esfuerzo, y el tipo de agarre. Ambos instrumentos permitieron ampliar el análisis y fortalecer la propuesta de intervención ergonómica con base en criterios cuantificables y estandarizados.

El software RULA (Rapid Upper Limb Assessment) fue aplicado a un total de 22 personas. A diferencia del análisis con Liberty Mutual, se incluyó una persona adicional del área de producción que, aunque no realiza levantamiento de cargas, sí ejecuta movimientos posturales, por lo que resulta incluida su valoración desde la valoración de riesgo postural de esta herramienta.

La evaluación se realizó utilizando la herramienta RULER, disponible en la plataforma digital Ergonautas. El análisis se llevó a cabo mediante la captura de imágenes extraídas de videos tomados con un iPad, en los cuales se observaban los trabajadores realizando sus tareas habituales, ver figura 3.11 y 3.12. A partir de estas imágenes, se identificaron los ángulos posturales clave mediante una regla digital incorporada en el sistema, tal como se ilustra en la imagen incluida en esta sección.

Esta metodología permitió realizar una valoración precisa y objetiva de cambios en las estaciones de trabajo y concientizar sobre posturas adoptadas por los colaboradores durante sus actividades laborales (Suarjana et al., 2023), sirviendo como base para la identificación de riesgos disergonómicos en miembros superiores y tronco, ver anexo 4.

Figura 3.11. Ejemplo De Medición Del Software Ruler.

Imagen 7 *Tronco Flexión*



Carga

Nota: Elaboración propia (2025), con base en datos obtenidos por el Software RULER.

Figura 3.12. Ejemplo De Medición Del Software Ruler.

Imagen 8 *Lateralización de tronco*



Carga

Nota: Elaboración propia (2025), con base en datos obtenidos por el Software RULER

Para la aplicación del software RULA (Rapid Upper Limb Assessment), se realizó una observación directa y sistemática, abordando puesto por puesto dentro de las áreas de producción, despacho y bodega. Debido a la diversidad de tareas ejecutadas en cada estación que varían desde el envasado de productos pequeños, manipulación de fórmulas de gran peso, hasta actividades de lavado de materiales se optó por seleccionar de forma aleatoria aquellas tareas que representaban un mayor nivel de riesgo postural.

Cada una de las tareas seleccionadas fue evaluada considerando el lado derecho e izquierdo por separado, a fin de identificar asimetrías o sobrecargas laterales. A partir de la valoración, se determinaron los niveles de actuación requeridos para cada puesto, permitiendo establecer recomendaciones enfocadas en la modificación de las condiciones del trabajo y la corrección de posturas inadecuadamente adoptadas por los colaboradores durante la jornada laboral (Suarjana et al., 2023).

Para el análisis de los resultados obtenidos mediante el método RULA, se determinaron puntuaciones específicas para cada segmento corporal evaluado. Estas puntuaciones permitieron obtener tanto los puntajes parciales como el puntaje final, el cual establece el nivel de actuación requerido. Este nivel orienta sobre la necesidad de rediseñar el puesto de trabajo, introducir cambios inmediatos o realizar intervenciones para mejorar las posturas adoptadas por el trabajador.

La evaluación se llevó a cabo de forma estructurada, agrupando las partes del cuerpo en dos bloques según el protocolo del método:

- Grupo A: brazo, antebrazo y muñeca.
- Grupo B: cuello, tronco y piernas.

Adicionalmente, se consideraron factores como el tipo de actividad (estática, repetitiva u ocasional), la carga y fuerza aplicada durante la ejecución de la tarea. Estos elementos complementarios influyeron directamente en la puntuación total, ajustando el nivel de riesgo asociado a cada postura observada, lo que lleva a los siguientes posibles resultados:

- 1 o 2
 - Nivel 1: actuación; Riesgo aceptable
- 3 o 4
 - Nivel 2: actuación; Pueden requerirse cambios en la tarea, es conveniente profundizar en el estudio

- 5 o 6
 - o Nivel 3: actuación; Se requiere el diseño de la tarea
- 7
 - o Nivel 4: actuación; Se requieren cambios urgentes en la tarea

Además del método RULA, se utilizaron dos herramientas adicionales para evaluar el riesgo disergonómico asociado a la manipulación manual de cargas: el cuestionario MAC Tool, basado en la normativa mexicana NOM-036, y el software Liberty Mutual.

El MAC Tool (Manual Handling Assessment Charts) es un instrumento de evaluación rápida en terreno, diseñado para identificar y clasificar el nivel de riesgo ergonómico mediante una escala cuantitativa y un sistema de codificación por colores. Este enfoque permite calificar visualmente los factores de riesgo presentes en las tareas, tales como la frecuencia, el peso, la postura adoptada y el entorno físico de trabajo. Su diseño se fundamenta en evidencia biomecánica y fue desarrollado tras estudios comparativos realizados por (Health and Safety Executive, 2018) frente a otros modelos reconocidos como NIOSH, OWAS, REBA y QEC.

Para su correcta aplicación, fue necesario observar directamente las tareas en tiempo real, seleccionando cuidadosamente el tipo de análisis según correspondiera: levantamiento de cargas o transporte. A partir de esta observación, se siguió el diagrama de flujo correspondiente que facilita el instrumento, con el objetivo de identificar la tabla de clasificación adecuada y, finalmente, determinar el nivel de riesgo asociado a cada actividad evaluada como se observa en la tabla 3.6.

Tabla 3.6. *Tabla de Categoría de Acciones (PINDER)*

Categoría de acción	¿Qué significa?	Puntaje
1	No requiere acciones	0-4
2	Se requieren acciones correctivas a corto plazo	5-12
3	Se requieren acciones correctivas pronto	13-20
4	Se requieren acciones correctivas inmediatamente	21-32

Nota: Adaptado del método RULA. elaboración propia (2025)

IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

A. EVALUACIÓN DE RIESGOS

De acuerdo con lo establecido en el primer objetivo, se procedió con la observación de los puestos de trabajo correspondientes a las áreas de Producción, Despacho y Bodega, los cuales se subdividieron en: operarios, bodegueros, colaboradores de despacho y choferes. Se incluyó a todas las personas que ocupaban dichos puestos al momento de la recolección de datos. Únicamente se excluyó a una colaboradora del área de empaque pequeño, debido a que no desempeñaba funciones asociadas a los demás subgrupos. Sin embargo, a esta persona se le aplicó la evaluación RULA por tratarse de una tarea susceptible de análisis postural.

Como resultado de la aplicación del método Fine, los hallazgos más significativos se destacan las posturas forzadas e incómodas adoptadas y la manipulación de cargas ver tabla 4.1.

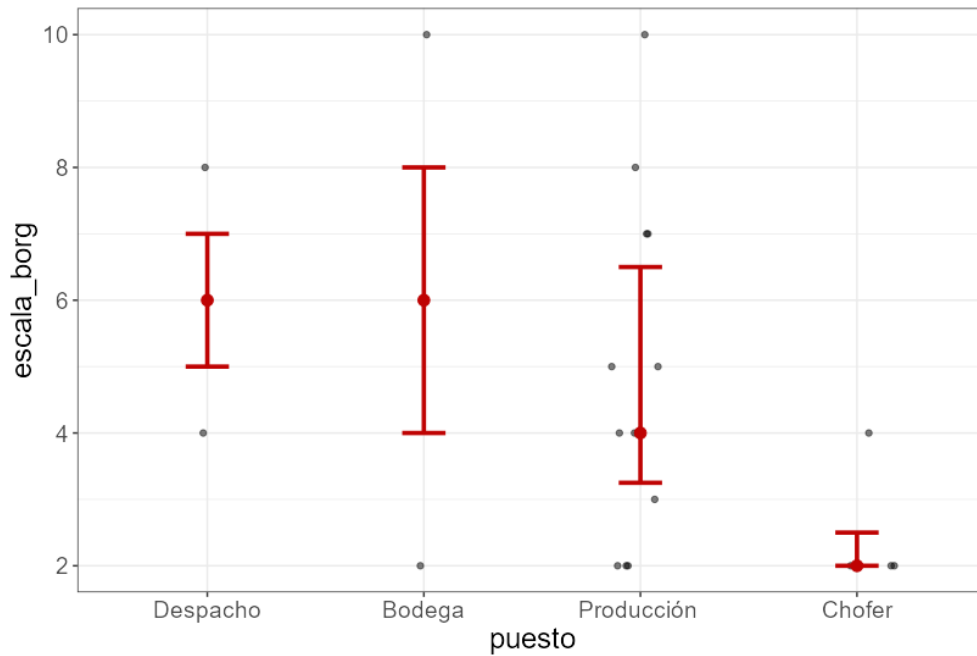
Tabla 4.1. Método Fine Por Puesto Laboral

Puesto de Trabajo	Nivel de Peligrosidad	Grado de repercusión	Justificación de acciones	Observaciones
Producción	Bajo	Bajo	Justificada >20	Posturas
Despacho				incomodas o
Bodega				forzadas y
Choferes				manipulación de cargas

Nota: Adaptado del método Fine. Elaboración propia (2025)

También se obtuvieron datos de percepción de molestias musculoesqueléticas por medio del cuestionario nórdico relacionadas a la escala de Borg, y se pudo hacer un breve análisis por puesto ver figura 4.1 y 4.2.

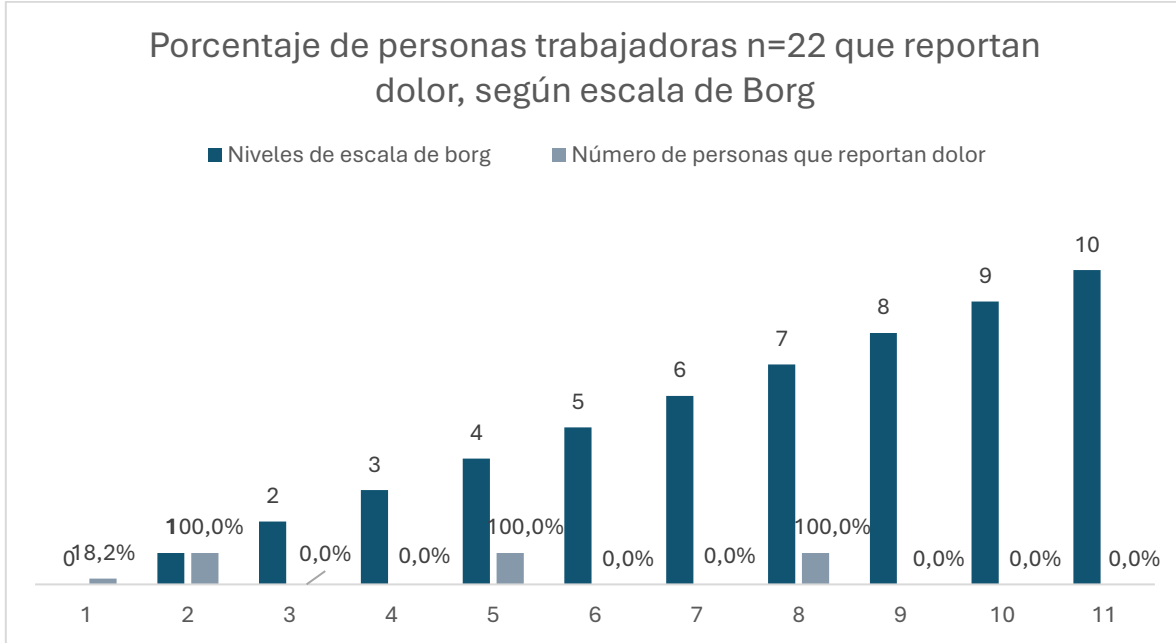
Figura 4.1. Nivel de dolor físico por puesto de trabajo, según escala de Borg n=22 reportada por puesto de trabajo



Nota: Elaboración propia (2025), con base a resultados obtenidos por medio de la aplicación de cuestionario

En la figura 4.1 se refleja que en el área de despacho y bodega se reporta mayor intensidad de dolor, seguido del área de producción. En estas áreas se denota el esfuerzo físico y mayor manipulación manual de carga.

Figura 4.2. Nivel de dolor físico en la población a estudiar n=22 reportada según escala de Borg Reportada

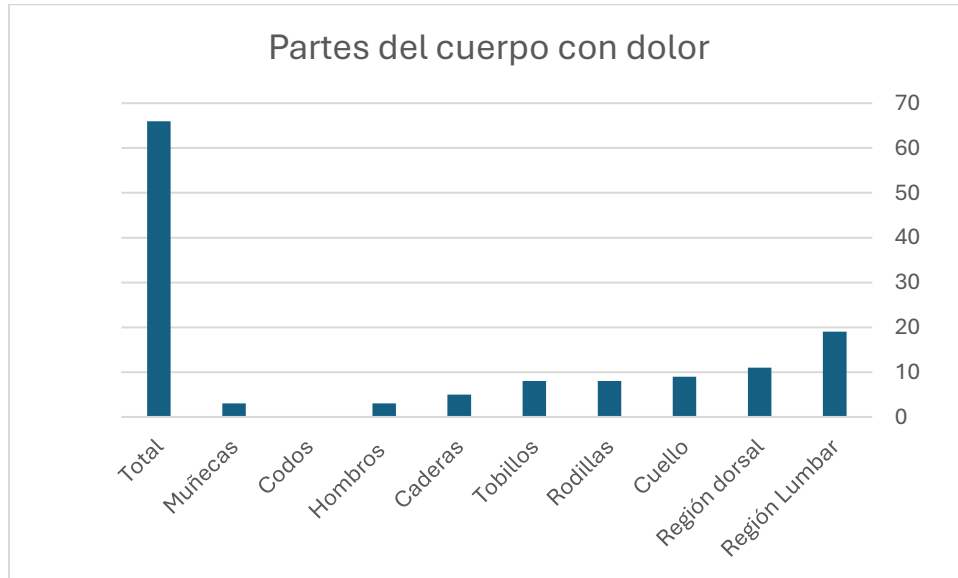


Nota: Elaboración propia (2025), con base a resultados obtenidos por medio de la aplicación de cuestionario

En la figura 4.2 se muestra que el personal en general tuvo dolores musculares reportados en distintas partes del cuerpo y variaron en intensidad, a nivel 7, dolor muy fuerte, 5 dolor moderado y 1,2 dolor débil (**Anexo2**).

El 97% de los trabajadores reporta molestias musculoesqueléticas, siendo las zonas más frecuentes región lumbar, seguidas de región dorsal y cuello, ver figura 4.3.

Figura 4.3. Resultados Cuestionario Nórdico, según parte del cuerpo mayor reportada dolorosa



Nota: Elaboración propia (2025), con base a resultados obtenidos por medio de la aplicación de cuestionario

La figura 4.3 pone a la región lumbar, dorsal y cervical como la zonas del cuerpo que en las distintas tareas realizadas pueden causar dolor al trabajador.

B. MEDICIONES Y ANÁLISIS POSTURAL

El análisis de los niveles de actuación obtenidos mediante la herramienta RULA, segmentados nivel de actuación y según agrupación, se presenta en la tabla 4.2. Esta segmentación permite identificar patrones de riesgo postural diferenciados, facilitando una intervención ergonómica más precisa y dirigida.

Tabla 4.2. Distribución porcentual del nivel de actuación en ambos brazos, según método RULA n=22

Nivel de actuación	Puede requerir cambios en la tarea, u realizar mayor investigación	Actuación y requiere diseño a la tarea	Cambio urgente en las tareas
Brazo Derecho	9%	40%	50%
Brazo Izquierdo	13.6%	40%	45.4%
Total %	22.6%	80%	95%

Nota: Elaboración propia (2025), con base a resultados obtenidos por medio de la aplicación de Método RULA

Se observa que la mayor parte de la población evaluada se encuentra en los niveles 3 y 4 para ambos brazos, con una ligera tendencia a mayor riesgo en el brazo derecho. Esto sugiere que las posturas adoptadas durante el trabajo implican un esfuerzo significativo, especialmente en el brazo dominante, lo cual podría estar relacionado con tareas repetitivas, esfuerzo unilateral o posturas mantenidas.

También se obtuvo la gráfica de distribución de niveles de actuación por género y puesto de trabajo tabla 4.3, lo cual permite visualizar de forma más clara y comparativa la frecuencia de cada puntuación RULA según estas variables. Estas representaciones gráficas facilitan la identificación de grupos con mayor exposición a riesgo postural, permitiendo priorizar acciones preventivas según el área y perfil del colaborador.

Tabla 4.3. Distribución porcentual del nivel de actuación y géneros, según método RULA
n=22

Nivel de actuación	Puede requerir cambios en la tarea, u realizar mayor investigación		Actuación y requiere diseño a la tarea		Cambio urgente en las tareas	
	F	M	F	M	F	M
Brazo Derecho	66.7%	5.6%	33.3%	44.4%	0%	50%
Brazo Izquierdo	50%	0%	33.3%	43.8%	16.7%	56.2%

Nota: Elaboración propia (2025), con base a resultados obtenidos por medio de la aplicación de Método RULA

Según los resultados obtenidos, es evidente que existe un mayor riesgo disergonómico en el sexo masculino en comparación con el sexo femenino, tanto para la lateralidad derecha como izquierda. Esta tendencia sugiere que las tareas asignadas a los colaboradores hombres implican mayores exigencias posturales o mayor carga física.

Para la tarea de empaque un 4,5% presenta riesgo postural moderado en la articulación del hombro por flexión de brazo izquierdo (**Anexo18**). En producción en la tarea de mezcla y formulado un 27% presenta riesgo alto para lesión de hombro, 22,7% presenta extensión mayor a 90° lo cual genera hiperextensión del antebrazo y por tanto riesgo biomecánico, 31.8% riesgo moderado para trastornos osteomusculares de muñeca debido a extensión mayor a 15°, 18,2% presenta flexión cervical mayor a 20° (**Anexo18**).

En la tarea de alistado de pedido contra factura 4,5% presentó riesgo de lesiones en hombro, ya que se flexiona el brazo entre 45° y 90° y lo mismo se observa en la tarea de trasvase (**Anexo 18**). En el área de bodega en la tarea de orden de materias primas 4.5% presenta riesgo para lesiones biomecánicas de hombro, antebrazo, cuello y región lumbar. En la tarea de carga de producto terminado para los choferes 13,6% pueden presentar lesiones osteomusculares en la articulación del hombro por flexión entre 45° y 90°, además el 4,5% presenta elevación de brazo superior a 90° lo que incrementa el riesgo en la misma articulación. En antebrazos 18,1% presenta riesgo de padecer de lesiones

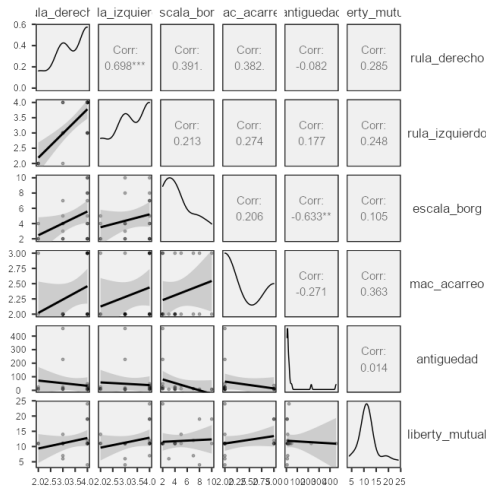
musculoesqueléticas por hiperextensión del antebrazo a más de 90°. La región cervical presenta en un 4,5% flexión cervical mayor a 20° y extensión cervical, contribuyendo a la aparición de trastornos musculoesqueléticos. El tronco presenta 4,5% de flexión entre los 20° y 60° considerado riesgo moderado para a aparición de trastornos musculoesqueléticos **(Anexo 18)**.

Asimismo, se observa que las áreas de empaque pequeño reportaron únicamente puntuaciones de nivel 2, lo cual indica un riesgo bajo y condiciones posturales más favorables. En contraste, los puestos de producción, despacho, bodega y choferes alcanzaron los niveles 3 y 4, reflejando mayor exposición a posturas forzadas que requieren atención ergonómica urgente.

Además, se notó que hay mayor puntuación de riesgo en el brazo dominante, por lo que se espera aplicar evaluaciones constantes enfocadas en el lado dominante de cada trabajador. El entrenamiento ergonómico entra a hacer una parte clave para el programa de prevención de lesiones musculoesqueléticas, ya que durante el trabajo de campo se observó que los colaboradores adoptaban posturas inadecuadas, por lo que el entrenamiento en el área de trabajo también permite valorar las condiciones de trabajo y de mejoras en rediseño de puestos laborales, que permitan mayor confort al trabajar.

Las correlaciones entre la rula izquierdo y derecho son altas, lo que significa que, a mayor riesgo de lesión del miembro derecho, mayor riesgo de lesión del miembro izquierdo o viceversa. También se notó que ha mayor antigüedad de laborar en la empresa se reporta menos intensidad de dolor que en los colaboradores más nuevos, ver figura 4.4.

Figura 4.4. Correlaciones De Variables.

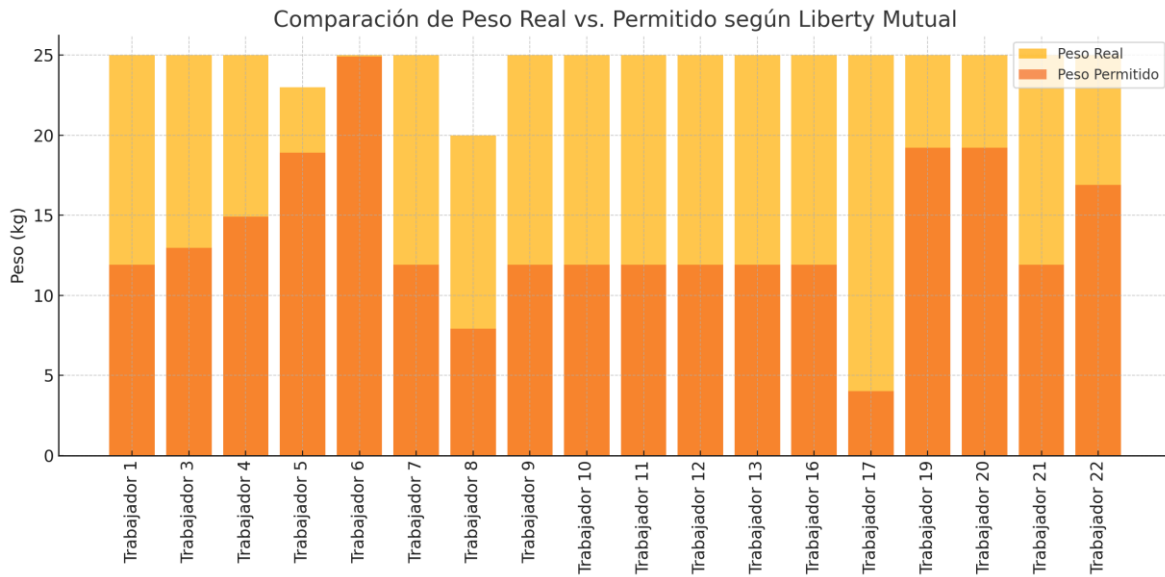


Nota: Elaboración propia (2025), con base a resultados obtenidos por medio de la aplicación de las distintas metodologías, analizadas en Jamovi

C. MEDICIONES DE MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

Para esta sección se utilizaron dos herramientas basadas en la normativa mexicana NOM-036-STPS: el software Liberty Mutual y el cuestionario MAC Tool. El software de Liberty Mutual permitió estimar los pesos máximos recomendados para hombres y mujeres, considerando factores como el modo en que se realizan las tareas, el tamaño de los objetos manipulados, las distancias recorridas y las posturas corporales adoptadas durante la jornada laboral. Esto permitió hacer una comparativa entre los pesos actualmente manejados, con los que serían los permitidos realmente, véase figura 4.5.

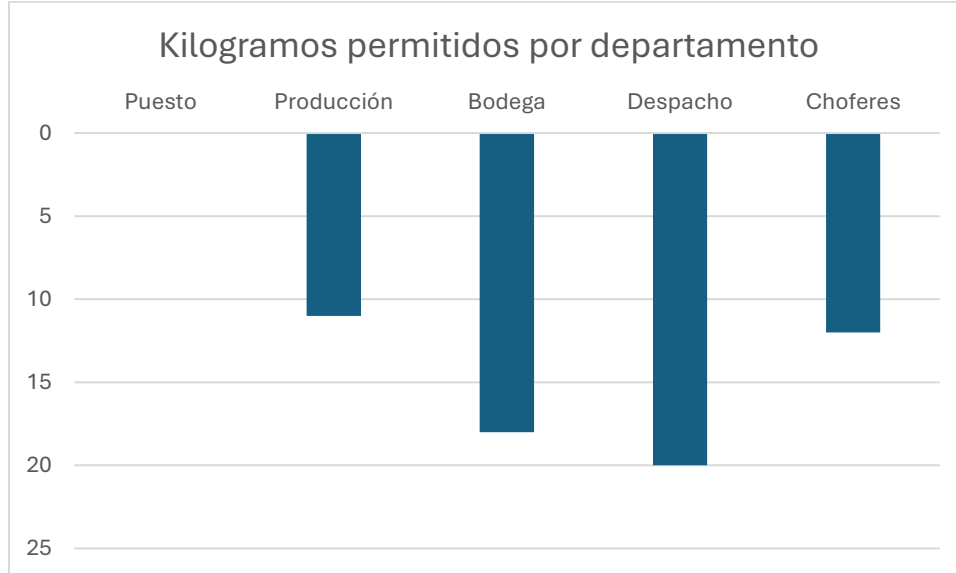
Figura 4.5. Liberty Mutual; Peso Permitido Vs Peso Real n=22



Nota: Elaboración propia (2025), con base a resultados obtenidos por medio de la aplicación del software Liberty Mutual, analizadas en Jamovi y confeccionada con IA

Al analizar la relación entre el peso recomendado y el puesto de trabajo, se observó que los colaboradores pertenecientes a las áreas de despacho y bodega tienen asignados pesos máximos permitidos superiores a los de producción y choferes, ver figura 4.6. Esta diferencia se explica por el uso de herramientas ergonómicas en despacho y bodega, como carretillas, mesas ajustables o sistemas de rodillos, que facilitan la manipulación de cargas. En contraste, en la planta de producción no es posible emplear este tipo de ayudas debido a la naturaleza de los procesos, lo que limita las condiciones ergonómicas disponibles.

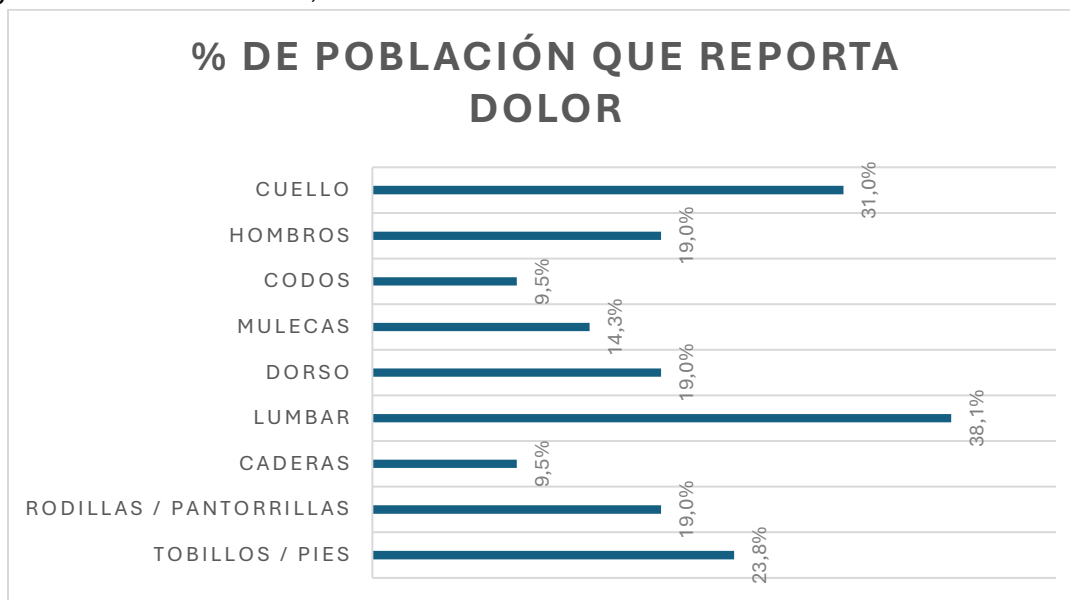
Figura 4.6. Relación entre el peso en kilogramos permitido por departamento, según Liberty Mutual



Nota: Elaboración propia (2025), con base a resultados obtenidos por medio de la aplicación del software Liberty Mutual.

En el caso del MAC Tool, se evaluaron distintos aspectos de cada tarea, incluyendo el tipo de actividad, la distancia de traslado de las cargas y la forma en que se ejecuta la labor. Además, se incorporaron factores ambientales (como y condiciones de la infraestructura (espacios reducidos, superficies irregulares, accesos limitados, entre otros), lo que permitió obtener una valoración integral del riesgo disergonómico presente. La afectación por parte del cuerpo según factores MAC Tool, permitió hacer una relación en 94,7% de la población, quienes reportaron riesgo medio para el peso que alcanzan, además un 10,5% presenta riesgo medio para la distancia entre brazos y cuerpo e inclinación, un 73,7% da como resultado carga asimétrica con el cuerpo recto, por lo que las molestias musculoesqueléticas en espalda, tanto región dorsal como lumbar y hombro, las más frecuentemente reportadas como se muestra en la figura 4.7. También se observa que los factores ambientales, como la sensación de calor es la principal causa ambiental con un 84,2%.

Figura 4.7. Dolores reportados en los últimos 7 días por zonas específicas del cuerpo, según cuestionario nórdico, n=42



Nota: Elaboración propia (2024), con base a resultados obtenidos por medio de la aplicación del cuestionario nórdico.

En la tabla 4.4 se explican los factores más frecuentes reportados para la herramienta MAC Tool acarreo.

TABLA 4.4. Nivel De Riesgo Según Factores De Mac Tool Acarreo.

Factor Evaluado	Bajo riesgo (%) Aceptable	Riesgo medio (%) Examinar actividades a mayor detalle	Alto riesgo (%) Se puede exponer de una forma significativa de trabajadores a correr el riesgo de un trastorno musculoesquelético
Peso de la carga y frecuencia	5.3%	94.7%	0.0%
Distancia horizontal entre las manos y parte inferior de la espalda	89.5%	10.5%	0.0%
Cargas asimétricas sobre el torso	26.3%	73.7%	0.0%
Restricciones posturales	100.0%	0.0%	0.0%

Acoplamiento mano-carga (agarre)	84.2%	15.8%	0.0%
Superficie de trabajo	94.7%	0.0%	5.3%
Factores ambientales	15.8%	84.2%	0.0%
Distancia de transporte	10.5%	52.6%	36.8%
Obstáculos en la ruta	94.7%	5.3%	0.0%

Nota: Elaboración propia (2025), con base a resultados obtenidos por medio de la aplicación de MAC Tool

En la tabla 4.5 en las herramientas de MAC Tool levantar y bajar, se puede notar que el peso constituyó un 90% de alto riesgo y que los factores ambientales elevaron a riesgo medio con 85%

TABLA 4.5. Nivel De Riesgo Según Factores De Mac Tool Levantar Y Bajar

Factor Evaluado	Bajo riesgo (%) Aceptable	Riesgo medio (%) Examinar actividades a mayor detalle	Alto riesgo (%) Se puede exponer de una forma significativa de trabajadores a correr el riesgo de un trastorno musculoesquelético
Carga y frecuencia del levantamiento	5.0%	0.0%	95%
Distancia horizontal entre las manos y la parte inferior de la espalda	80%	10.0%	10.0%
Región de levantamiento vertical	95.0%	5.0%	0.0%
Torsión y flexión lateral del torso	70.0%	30.0%	0.0%
Restricciones posturales	100.0%	0.0%	0.0%
Acoplamiento mano-carga (agarre)	70.0%	25.0%	5.0%
Superficie de trabajo	100.0%	0.0%	0.0%

Factores Ambientales	15.0%	85.0%	0.0%
-----------------------------	-------	-------	------

Nota: Elaboración propia (2025), con base a resultados obtenidos por medio de la aplicación de MAC Tool

Entre ambas evaluaciones se evidenció coincidencia en el nivel de riesgo medio en los factores ambientales, siendo el calor la condición reportada por el 85% de la población evaluada. No se identificaron otras condiciones ambientales adversas.

En cuanto a la carga, se obtuvo un riesgo medio en el transporte y un riesgo alto en el levantamiento. Para esta evaluación se utilizó la tarea correspondiente a pesos superiores a 20 kilogramos, la cual fue identificada por el 100% de los trabajadores como la labor más extenuante de su jornada.

Respecto a las cargas asimétricas sobre el torso, se clasificaron como riesgo medio en un 73.7% de los casos, específicamente durante la labor de acarreo, lo cual representa la única diferencia significativa en comparación con la tarea de levantamiento.

Para MAC Tool de acarreo según la categoría PINDER, un 63.2% da como resultado categoría 2 y 36.8% categoría 3, lo que significa tomar acciones a corto plazo y acciones prontas en respectivo orden.

En MAC Tool de carga y descarga un 95% dio como resultado acciones a corto plazo mientras el 5% no requiere cambios.

D. MEDICIÓN DE ILUMINACIÓN Y TEMPERATURA

Al obtener los resultados iniciales, se nota que la temperatura era un factor reportado según lo percibido en las áreas de trabajo de producción, despacho y en menor medida bodega. Por medio de soporte del Instituto Nacional de Seguros (INS), quienes atendieron a la solicitud de medición no solamente de temperatura, ya que la ergonomía implica muchos factores ambientales también, se midió iluminación como complemento al proyecto y también como manera evaluativa a la empresa, ya que tuvieron cambios de la iluminación en la empresa.

El 5 de agosto del 2025, se procede a la medición, la cita fue aleatoria dada con antelación por parte del equipo del INS. Con croquis ver (Anexo 11 y 12), donde en color amarillo se marcaron los puntos de iluminación y en color rojo de temperatura. En cuanto a iluminación

se tomó 63 puntos y 4 puntos de temperatura según reportado por los trabajadores las partes mas calientes.

Se utilizó un equipo medidor de estrés térmico Quest Temp 36 como se muestra en la figura 4.8.

FIGURA 4.8. Quest Temp 36



Para la medición de iluminación se utilizó un luxómetro modelo 840022C marca Sper Scientific LTD / Sper Scientific mostrado en la figura 4.9.

Figura 4.9. Sper Scientific Ltd / Sper Scientifici 840022c



Los resultados obtenidos de temperatura en los 4 puntos se muestran en la figura 4.10, en donde se coloca por 30 minutos el termómetro en planta de producción, despacho, bodega intermedia y bodega de perfumería.


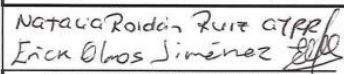

Las áreas administrativas cuentan con aires acondicionados por lo que no se tomaron datos de temperatura, dado a que la queja era el calor, se hizo enfoque en las áreas reportadas. Sin embargo, en un estudio realizado por (Carnieletto et al., 2025), demuestra que las condiciones térmicas en oficinas ubicadas en regiones tropicales influyen directamente en el bienestar y productividad de los trabajadores. Incluyendo la exposición a aires acondicionados, dado a las características individuales de cada colaborador, si es mujer, si tiene menor masa corporal, cuando los trabajadores no puede ajustar el entorno térmico, la presencia de inconfort aumenta.

En producción, despacho y bodega cuentan con sistema de ventilación mixto con mantenimiento anual, incorporado por 6 extractores eólicos, 6 extractores eléctricos y 5 inyectores eléctricos de 220 voltios, removiendo 100% de masa de aire entre 6 a 7 veces por hora. Ayuda a eliminar presencia de humedad, olores o valores que puedan acumularse durante los procesos de producción, además, gracias a este flujo y filtros de los inyectores de aire evita la presencia de hongos, virus, bacterias entre otros.

La iluminación que se usa en toda la empresa es LED y es de 4500k. Se busca es que los puestos de trabajo estén mínimos en 500 lúmenes, en los puestos de producción, despacho, bodega y áreas administrativas, porque se busca que donde quiera que haya que digitar y revisar ese es el mínimo para evitar errores. En los pasillos y resto de las áreas están en mínimo 200 lúmenes, también utilizan domos de luz natural los cuales también se conectan a la iluminación artificial y así ambos aportan un control de iluminación en balance natura y artificial.

Se trata tener iluminación general pero focalizada con la menor de sombras posibles. Se realiza mantenimiento anual, realizando cambios cuando se dañan o cuando la intensidad de luminosidad no esté dentro de los parámetros requeridos.

Figura 4.10. Registro De Resultados Con Datos Térmicos Empresa Aromas Y Sabores Técnicos S.A

GRUPO  INS		Departamento Promoción y Prevención							
REGISTRO DE DATOS EN AMBIENTE TÉRMICO (TGBH)									
DATOS DE LA EMPRESA									
Empresa	AROMAS Y SABORES TÉCNICOS S.A.				Póliza	94599			
No. Trabajadores de la empresa	82	No. Trabajadores beneficiados	29		Fecha	5/8/2025			
Hora de inicio	9:20 a.m.	Hora finalización	12:30 p.m.	Persona Contacto	Daniela Venegas				
DATOS DEL EQUIPO									
Equipo utilizado	Medidor de estrés térmico	Marca	TSI		G. Incertidumbre	0,06 °C			
Modelo	Quest Temp 36	N. Serie	TKI030021		Vigencia de Calibración Externa	sep-25			
Área evaluada	Tiempo (minutos)	T.B Húmedo °C	T.B Seco °C	T.Globo °C	TGBH °C	HR %	Velocidad del Aire en m/s	Temperatura de Aire en °C	Observaciones
Planta de producción	30	21,5	24,1	24,3	22,2	79,0	0,0	26,9	
Despacho	30	21,6	24,2	24,3	22,4	79,0	0,0	26,9	
Bodega intermedia	30	22,2	25,0	25,0	23,0	77,0	0,0	26,9	
Bodega perfumes	30	21,3	23,4	23,6	22,0	82,0	0,0	26,9	
Interpretación de datos: Para la interpretación de los mismos, se hace referencia a lo estipulado en la norma INTE/ISO 7243:2016 Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice TGBH (temperatura globo-temperatura bulbo húmedo).									
 Natalia Roldán Ruiz ATPE Erick Olmos Jiménez					 Daniela Venegas Nombre y Firma del Contacto de la Empresa				

Nota: Análisis tomado del INS (2025), con base a resultados obtenidos por medio de medición de condiciones ambientales medidas en conjunto en la empresa

Dando como resultado condiciones ambientales por calor en este momento no es un factor realmente presente y es un tema de percepción de los trabajadores.

En cuanto a iluminación se detectaron puntos mejorables en las áreas de contabilidad, jefatura de ventas, recepción, oficina de la asesora de gerencia, oficina de TI, consultorio médico y sala de capacitaciones.

En cuanto a este proyecto confiere, las mejoras a realizar en áreas de producción como cuarto de polvos en el área de sabores, debido a una diferencia de altura del techo, por lo que la mitad está correctamente iluminada y la otra mitad es mejorable. En el área de lavado de perfumería no hay luminarias colocadas, lo cual podría ser una opción para mejorar su iluminación, y en bodega de suministros de perfumería también se podría valorar la

colocación de luz extra. Datos de medición se muestran en las figuras 4.11, 4.12, 4.13 y 4.14.

Figura 4.11. Registro De Resultados Con Datos De Iluminación Empresa Aromas Y Sabores Técnicos S.A.

Área evaluada	Tipo de Luz	Nivel Máximo (Lux)	Nivel Mínimo (Lux)	Observaciones
Empaque pequeño	LED	896	885	Luminarias encendidas, iluminación general
Colorantes (Puesto 1)	LED	617	473	Luminarias encendidas, iluminación general
Cuarto Polvos (puesto de trabajo)	LED	604	597	Luminarias encendidas, iluminación general
Cuarto Polvos	LED	420	405	Luminarias encendidas, iluminación general
Producción, pasillo 1 puesto de códigos	LED	963	944	Luminarias encendidas, iluminación localizada
Producción pasillo 2	LED	699	569	Luminarias encendidas, iluminación general, traga luz cerca
Producción pasillo 3	LED	612	589	Luminarias encendidas, iluminación general
Producción pasillo 4	LED	392	326	Luminarias encendidas, iluminación general
Producción formulados	LED	2363	2279	Luminarias encendidas, iluminación general
Producción lavado	LED	1400	1326	Luminaria encendida e Iluminación general
Producción mesas de trabajo	LED	1136	1107	Luminaria encendida e Iluminación localizada
Producción cocina	LED	1122	1094	Luminaria encendida e Iluminación localizada

Nota: Análisis tomado del INS (2025), con base a resultados obtenidos por medio de medición de condiciones ambientales medidas en conjunto en la empresa

Figura 4.12. Registro De Resultados Con Datos De Iluminación Empresa Aromas Y Sabores Técnicos S.A

Bodega puesto de trabajo despacho	LED	592	569	Luminarias encendidas, iluminación general, ventanas sin cortinas
Pasillo área despacho	LED	1268	1234	Luminarias encendidas, iluminación general, ventanas sin cortinas
Etiquetas	LED	426	410	Luminarias encendidas, iluminación general, ventanas sin cortinas
Oficina jefatura producción	LED	574	529	Luminarias encendidas, iluminación general
Bodega pasillo despacho de fórmulas	LED	1117	1097	Luminarias encendidas, iluminación general, traga luz cerca
Bodega pasillo 1, materia primas	LED	526	499	Luminarias encendidas, iluminación general
Bodega pasillo 2, ingreso y egreso de materias primas	LED	488	478	Luminarias encendidas, iluminación general
Cuarto frío	LED	1133	956	Luminarias encendidas, iluminación general
Bodega, inspección y revisión de facturas	LED	460	439	Luminarias encendidas, iluminación general
Departamento de Calidad, Jefatura	LED	555	530	Luminarias encendidas, iluminación general
Departamento de Calidad, Técnico de Calidad	LED	502	467	Luminarias encendidas, iluminación general
Laboratorio de Control de Calidad	LED	1458	1414	Luminarias encendidas, iluminación general
Laboratorio de Investigación y Desarrollo	LED	1053	837	Luminarias encendidas, iluminación general
Contabilidad puesto jefatura	LED	440	424	Luminarias encendidas, iluminación general
Contabilidad puesto 2	LED	455	442	Luminarias encendidas, iluminación general
Área administrativa. Recepción	LED	383	369	Luminarias encendidas, iluminación general
Area administrativa. Asistente Talento Humano	LED	521	516	Luminarias encendidas, iluminación general
Jefe Administrativa	LED	394	383	Luminarias encendidas, iluminación general
Ventas puesto de trabajo 1	LED	522	488	Luminarias encendidas, iluminación general
Jefatura Ventas	LED	479	478	Luminarias encendidas, luminarias sobre el puesto de trabajo
Oficina gerencia Talento Humano	LED	570	530	Luminarias encendidas, iluminación general
Oficina Gerencia General	LED	519	517	Luminarias encendidas, iluminación general

Nota: Análisis tomado del INS (2025), con base a resultados obtenidos por medio de medición de condiciones ambientales medidas en conjunto en la empresa

Figura 4.13. Registro De Resultados Con Datos De Iluminación Empresa Aromas Y Sabores Técnicos S.A.

Oficina asesora de Gerencia	LED	381	379	Luminarias encendida, ventana sin cortina
Sala de Juntas	LED	747	740	Luminarias encendidas iluminación general
Bodega intermedia pasillo 1	LED	499	471	Luminarias encendidas, tragaluz
Bodega intermedia pasillo 2	LED	693	661	Luminarias encendidas
Bodega intermedia TI	LED	70,5	59,8	Luminaria encendida, iluminación general
Bodega intermedia oficina	LED	741	726	Luminarias encendida, iluminación general sobre el puesto
Bodega intermedia Archivos	LED	318	288	Luminarias encendidas, ventanas sin cortinas
Bodega intermedia pasillo 3	LED	717	655	Luminarias encendidas, ingreso de luz por ventana
Bodega intermedia pasillo 4	LED	757	669	Luminarias encendidas, ventana cercana
Departamento de Gestión (puesto de medición)	LED	595	570	Luminarias encendidas, ventana sin cortina
Departamento de Gestión (asistente SUCO)	LED	684	652	Luminarias encendidas, ventana sin cortina
Comedor frente a bodega suministros	LED	297	274	Luminarias encendidas, ventanas y puertas laterales de vidrio
Consultorio Médico	LED	422	420	Luminarias encendidas, ventana lateral sin cortina
Comedor (área de descanso)	LED	551	528	Luminarias encendidas, ventanas sin cortinas
Perfumería Área de empaque pequeño	LED	328,5	324,5	Luminarias encendidas, iluminación general sobre el puesto
Perfumería Área de lavado	LED	269,6	252,2	Luminarias encendidas, no hay luz obre el área. Tragaluz cercano
Perfumería				
Formulación (puesto de trabajo 1)	LED	1090	1079	Luminarias encendidas, luminaria cercana al punto de medición
Perfumería				
Formulación (pasillo 1)	LED	1266	1209	Luminarias encendidas, luminaria cercana al punto de medición
Perfumería				
Formulación (puesto de trabajo 2)	LED	1324	1319	Luminarias encendidas, luminaria cercana al punto de medición
Perfumería (pasillo 2)	LED	1193	908	Luminarias encendidas, luminaria cercana al punto de medición
Perfumería				
Formulación (puesto de trabajo 3)	LED	1272	1271	Luminarias encendidas, luminaria cercana al punto de medición
Perfumería (pasillo 3)	LED	1123	1098	Luminarias encendidas, luminaria cercana al punto de medición
Perfumería				
Despacho de perfumería	LED	556	443	Luminarias encendidas, tragaluz cerca, puerta metálica abierta.

Nota: Análisis tomado del INS (2025), con base a resultados obtenidos por medio de medición de condiciones ambientales medidas en conjunto en la empresa

Figura 4.14. Registro De Resultados Con Datos De Iluminación Empresa Aromas Y Sabores Técnicos S.A.

Bodega de perfumería	LED	1020	1002	Luminarias encendidas, tragaluz cerca.
Bodega (pasillo central)	LED	370	367	Luminarias encendidas, puertas metálicas abiertas.
Sala de lactancia	LED	413	366	Luminarias encendidas, ventana sin cortina, tragaluz cerca.
Sala de capacitaciones	LED	271,8	266,1	Luminarias encendidas, tragaluz cerca, puerta de vidrio abierta.
Cuarto de colorantes	LED	448	445	Luminarias encendidas, solo luz artificial
Bodega de suministros	LED	68,5	63,4	Luminarias encendidas, iluminación natural mediante persiana al fondo
Interpretación de datos: Para la interpretación de los mismos, se hace referencia a lo estipulado en la norma INTE/ISO 8995-1:2016. Iluminación de los lugares de Trabajo parte 1 interiores.				
NATALIA ROJAS RUIZ Q1190 Erick Olmos Jiménez Q1190		Dorinda Vergara Pariballuyo		
Nombre y Firma del funcionario INS		Nombre y Firma del Contacto de la Empresa		

Nota: Análisis tomado del INS (2025), con base a resultados obtenidos por medio de medición de condiciones ambientales medidas en conjunto en la empresa

Se realizaron comparaciones entre las áreas medidas y las normativas usadas para estrés térmico, INTE/ISO 7243:2016 e iluminación INTE/ISO 8995-1:2016 ver anexo 13.

En cuanto a la estimación de iluminación, se colocaron 63 puntos de medición, que incluyó a todos los departamentos de la empresa. Según la norma utilizada en producción las áreas de mejora serían para un total de 10 zonas, colorantes puestos 1, cuarto de polvos, oficina de etiquetas, bodega pasillo 2 ingreso y egreso de materiales, bodega inspección y revisión de facturas, empaque pequeño de perfumería, área de lavado perfumería, cuarto de colorantes de perfumería, despacho perfumería y bodega de suministros de perfumería. Dentro de las áreas administrativas pudimos detectar 9 puntos de mejora, departamento de calidad, técnico de calidad, contabilidad puesta de jefatura y puesto 2, área administrativa recepción, jefe administrativa, bodega intermedia TI, bodega intermedia archivos, comedor frente a bodega de suministros y consultorio médico, ver tabla 4.6.

TABLA 4.6. Comparación De Resultados De Iluminación Con Norma Inte/Iso 8995-1:2016

Cuadro comparativo de mediciones estimadas y normativa

Área evaluada	Tipo de Luz	Mediciones realizadas en ASTEK	Niveles recomendados INTE/ISO 8995-1:2016 (EmLux)
		Nivel máximo/ Nivel Mínimo (LUX)	
Empaque pequeño	LED	896/885	300
Colorantes puesto 1	LED	617/473	1000
Cuarto de polvos puesto de trabajo	LED	604/597	500
Cuarto de polvos	LED	420/405	500
Producción, pasillo 1 puesto de códigos	LED	963/944	200
Producción pasillo 2	LED	699/569	200
Producción pasillo 3	LED	612/589	200
Producción pasillo 4	LED	392/326	200
Producción formulado	LED	2363/2279	500
Producción lavado	LED	1400/1326	300
Producción mesas de trabajo	LED	1136/1107	500
Producción cocina	LED	1122/1094	500
Bodega, despacho puesto de trabajo	LED	592/569	500
Pasillo área de despacho	LED	1268/1234	300
Oficina de etiquetas	LED	426/410	500
Oficina de jefatura de producción	LED	574/529	500
Bodega pasillo de despacho de fórmulas pequeñas	LED	1117/1097	300
Bodega pasillo 1, materias primas	LED	526/499	200
Bodega pasillo 2, ingreso y egreso de materias primas	LED	488/478	500
Cuarto frio	LED	1133/956	500
Bodega, inspección y revisión de facturas	LED	460/439	500
Departamento de calidad, jefatura	LED	555/530	500
Departamento de calidad, técnico de calidad	LED	502/467	500
Laboratorio de control y calidad	LED	1458/1414	500
Laboratorio de investigación y desarrollo	LED	1053/837	500

Contabilidad, puesto de jefatura	LED	440/424	500
Contabilidad puesto 2	LED	455/442	500
Área administrativa, recepción	LED	383/369	500
Área administrativa, asistente de talento humano	LED	521/516	500
Jefe administrativa	LED	394/383	500
Ventas puesto de trabajo 1	LED	522/488	500
Jefatura de ventas	LED	479/478	500
Oficina gerencia de Talento Humano	LED	570/530	500
Oficina gerencia general	LED	519/517	500
Oficina asesora de gerencia	LED	381/379	500
Sala de juntas	LED	747/740	500
Bodega intermedia pasillo 1	LED	499/471	200
Bodega intermedia pasillo 2	LED	693/661	200
Bodega intermedia TI	LED	70,5/59,8	500
Bodega intermedia oficina	LED	741/726	500
Bodega intermedia archivos	LED	318/288	500
Bodega intermedia pasillo 3	LED	717/655	200
Bodega intermedia pasillo 4	LED	757/669	200
Oficina de gestión, puesto de inocuidad	LED	595/570	500
Oficina de gestión, asistente de SYSO	LED	684/652	500
Comedor frente a bodega de suministros	LED	297/274	500
Consultorio médico	LED	422/420	500
Comedor, área de descanso	LED	551/528	300
Perfumería empaque pequeño	LED	328/324	500
Perfumería área de lavado	LED	269,6/252,2	500
Perfumería formulado puesto 1	LED	1090/1079	500
Perfumería formulado pasillo 1	LED	1266/1209	200
Perfumería formulada puesto de trabajo 2	LED	1324/1319	500
Perfumería formulado pasillo 2	LED	1193/908	200

Perfumería formulada puesto de trabajo 3	LED	1272/1271	500
Perfumería puesto formulado pasillo 3	LED	1123/1098	200
Despacho de perfumería	LED	556/443	500
Bodega de perfumería	LED	1020/1002	200
Bodega perfumería pasillo central	LED	370/367	200
Sala de lactancia	LED	413/366	300
Sala de capacitaciones	LED	271,8/266,1	500
Cuarto de colorantes perfumería	LED	448/445	1000
Bodega de suministros perfumería	LED	68,5/63,4	200

Nota: Elaboración propia (2025), con base a resultados obtenidos por medio de medición de condiciones ambientales medidas en conjunto en la empresa con el INS

El estrés térmico toma en cuenta tanto la humedad como temperatura, además de que es importante mencionar que esos valores aplican para personas aclimatadas, sanas, con ropa liviana. En la tabla 4.7, se muestra la comparativa, según actividad física por puestos medidos, dando como resultado una leve exposición al calor en producción y bodega.

El calor se ha convertido en un riesgo ocupacional crítico, debido al aumento de las temperaturas globales y la intensificación del trabajo físico en ambiente poco ventilados o expuestos al sol. Se ha reportado pérdida de la productividad y síntomas por calor tales como; calambres, fatiga y deshidratación (Hansson et al., 2024).

Se ha documentado que cada 1 WBGT reduce la productividad en 0,57%, siendo mayormente afectados los trabajadores mayores a 38 años han et al. Mientras que (Rossi et al., 2025), documenta que las olas de calor agravan enfermedades cardiovasculares, respiratorias y dermatológicas. En un estudio realizado por (Hansson et al., 2024) en donde la temperatura supera 30°C hay un incremento de casos de lesión renal crónica de origen no tradicional, al implementar programas de hidratación la productividad aumentó 19%, y evita el daño renal asociado a la deshidratación crónica permitiendo a su vez reducir la fatiga crónica

El calor altera la coordinación muscular, la concentración y la estabilidad postural, haciendo que haya más movimientos forzados, errores y lesiones musculoesqueléticas, por lo que debe ser considerado un factor fundamental en las valoraciones ergonómicas.

La iluminación inadecuada contribuye a lesiones cervicales, dolores de cabeza y estrés visual, afectando de forma directa la postura y concentración del trabajador (Han et al., 2024).

TABLA 4.7. Comparación De Resultados De Temperatura Con Norma INTE/ISO 7243:2016

Tipo de ambiente laboral	Actividad física	Temperatura recomendada °C	Temperatura estimada °C
Producción ligera (empaquete)	Ligera	28	26.9
Producción formulado	Moderada	26	26.9
Bodega, despacho con esfuerzo moderado	Moderado	26	26.9

Nota: Elaboración propia (2025), con base a resultados obtenidos por medio de medición de condiciones ambientales medidas en conjunto en la empresa con el INS

E. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el estudio realizado dan a conocer importantes factores de riesgo disergonómicos en las áreas de producción, bodega y despacho en la empresa Astek, los cuales se manifiestan a nivel objetivo y subjetivo por medio de mediciones ergonómicas y percepciones de los colaboradores según nivel de dolor.

En primer lugar, destaca la alta prevalencia de molestias musculoesqueléticas, en donde hasta un 97% de los rabajadores reportó molestias en región lumbar, dorsal y cervical como las regiones mayormente afectadas. Hallazgo que coincidió con la literatura utilizada en el proyecto, la cual señala que los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo suelen concentrarse en estas zonas debido a la manipulación manual de cargas, posturas forzadas y movimientos repetitivos. La presencia de dolor incluso en una población relativamente joven sugiere exposición constante a factores de riesgos acumulativos, que sin intervención podrían causar lesiones crónicas.

En la evaluación RULA, la mayoría de los colaboradores se ubican en niveles de actuación 3 y 4, lo que implica la necesidad de rediseñar las tareas urgentemente. Este resultado es consistente con la observación directa de las actividades, donde se identificaron posturas forzadas sostenidas, especialmente en miembros superiores y tronco. La mayor afectación en el brazo dominante sugiere sobrecarga unilateral asociada a tareas repetitivas, lo cual incrementa el riesgo de lesiones por uso excesivo.

Los resultados obtenidos mediante software Liberty Mutual y el MAC Tool permiten profundizar el análisis de la manipulación manual de cargas. El cual demostró que existe una discrepancia entre los pesos manipulados y los pesos permitidos, especialmente en el área de producción, donde la ausencia de ayuda mecánica limita las condiciones ergonómicas. En bodega y despacho cuentan con herramientas ergonómicas como carretas, monta cargas y otros sistemas de apoyo, que por la naturaleza de la planta de producción alimenticia no se usan en la producción. Demostrando que la infraestructura y los recursos ergonómicos actúan como factores moduladores del riesgo.

El MAC Tool demostró que el levantamiento de cargas presenta riesgo alto, mientras que el transporte de cargas se mantiene en riesgo medio. Además, factores como las cargas asimétricas y la distancia de transporte contribuyen significativamente a la carga biomecánica. Reforzando la importancia de intervenir no solo en el peso, si no también en la técnica, frecuencia y condiciones del entorno en el que se realiza la tarea.

La temperatura jugó un papel determinante, debido a que en un gran porcentaje se reportó la sensación de calor. El estrés térmico puede alterar la postura, aumentar la fatiga y disminuir la eficiencia muscular según estudios mencionados anteriormente, lo que terminaría en una posible enfermedad del sistema osteomuscular. En cuanto a la iluminación evaluada no se identificaron factores críticos en comparación con el calor.

Importante destacar que hay una contradicción entre los resultados obtenidos por el método Fine, que clasificó los riesgos como bajos, mientras que los hallazgos obtenidos por herramientas específicas como el RULA, MAC Tool y Liberty Mutual mostraron riesgos moderados a altos. Lo que se puede explicar dado a que el método Fines esta diseñado para evaluar riesgo global, mientras que las otras herramientas permiten análisis más detallado y específico de condiciones disergonómicas.

También se observó que los trabajadores con menor antigüedad reportan mayor intensidad del dolor, lo que podría estar relacionado con falta de adaptación fisiológica o desconocimiento de técnicas adecuadas de trabajo. Reforzando la necesidad de implementar programas de capacitación continua y entrenamiento ergonómico desde el ingreso del trabajador.

En conjunto, los resultados demuestran que los riesgos disergonómicos en ASTEK no son aislados, sino multifactoriales, involucrando posturas, carga física, repetitividad, factores ambientales y condiciones organizacionales. Esto coincide con la literatura, que señala que los trastornos musculoesqueléticos deben abordarse mediante estrategias integrales y no únicamente con intervenciones puntuales.

Finalmente, estos hallazgos justifican plenamente la necesidad de implementar un programa estructurado de prevención de lesiones musculoesqueléticas, que incluya intervenciones ingenieriles, administrativas y educativas, así como el fortalecimiento de una cultura organizacional orientada a la ergonomía y el bienestar laboral.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como resultado del proceso de evaluación, se identificó que la presencia de diversos factores de riesgo disergonómico que pueden contribuir a la aparición de malestares musculoesqueléticos en los colaboradores de las áreas de producción, bodega y despacho.

Asimismo, se evidenció que las principales regiones anatómicas reportadas como dolorosas por los trabajadores corresponde a hombros, muñecas, cuello y tronco, lo que demuestra una relación directa entre las tareas desempeñadas y las zonas corporales afectadas.

Estos hallazgos reflejaron la necesidad de realizar mediciones para profundizar, enfocadas en la mejora de las condiciones de trabajo, la ergonomía de los puestos de trabajo y la educación postural del personal, con el fin de reducir la incidencia de molestias musculoesqueléticas y promover la salud ocupacional dentro de la institución.

Al realizar el análisis mediante las herramientas Liberty Mutual, MAC Tool en sus dos variantes y el Método RULA, se observó notable coincidencia con los resultados obtenidos, es decir, los tres son directamente proporcional a cada uno. Esto a pesar de que los tres usan metodologías diferentes para aplicar sus evaluaciones.

Los hallazgos también mostraron correspondencia con lo expresado por los colaboradores, evidenciando el Método RULA que las zonas con mayor afectación corresponden a miembros superiores, tronco y cuello. En el caso del Liberty Mutual, este resultado adquiere especial relevancia, ya que el análisis reveló que la totalidad de los trabajadores manipula cargas que exceden los límites de peso recomendados para su tarea, estableciendo una relación directa entre carga física y aparición de las molestias musculoesqueléticas.

Por su parte, MAC Tool acarreo y levantar bajar también se relacionan con los resultados obtenidos ya que durante su aplicación se identificaron condiciones ambientales. Particularmente el estrés térmico reportado por los trabajadores, junto con el peso manipulado para cada tarea, fueron los factores que más influyeron en la clasificación del nivel de riesgo ergonómico.

Por esta misma razón, se decidió incorporar la medición de temperatura e iluminación como parte complementaria de diagnóstico de las condiciones ambientales que influyen en la ergonomía laboral.

Importante hay que destacar que se identificaron dos puntos de mejora en relación con la temperatura ambiental y algunos focos de iluminación de puestos nuevos o mantenimiento usual.

La relación entre todos los puntos anteriores, crean una línea concreta que apunta a la mejora de condiciones disergonómicas en los puestos de trabajo de producción, bodega y despacho de Astek.

VI. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

A. CONTROLES INGENIERILES

Tabla 6.1. Matriz de plan de acción mediante controles ingenieriles para el puesto de producción

Matriz plan de acción para producción							
Riesgo identificado por tarea	Controles ingenieriles	Plazo	Elementos de la gestión				Presupuesto
			Responsable	Indicadores de procesos	Fuente de verificación	Indicadores de resultados	
Empaque pequeño: Posturas forzadas, trabajo en posición sedente	Diseño del puesto Mesas y sillas ajustables a la altura	Media – Largo	Gerencia Jefatura de producción Salud Ocupacional	N° de puestos analizados y rediseñados	Factura de compras Cuestionario de percepción de molestias musculoesqueléticas	Cantidad de operarios laborando en mejores condiciones ergonómicas y adoptando posturas neutras Disminución de al menos un 25% de las molestias	\$4000

						musculoesqu eléticas	
Mezcla, formulado y trasvase de productos Posición de pie, manipulación de cargas, posturas forzadas	Automatización Sistemas de levantamiento asistido / elevadores (scissor lifts, elevadores de mesa, actuadores eléctricos, columnas elevadoras) Transportadores (cintas rodantes, rodillos motorizados o libres) Manipuladores neumáticos o brazos articulados	Media no- Largo	Gerencia Jefatura de producción Salud Ocupacional	N° de máquinas adquiridas	Facturas del material y mano de obra Evaluaciones ergonómicas Evaluación ergonómica de la máquina para valorar la posibilidad de movimientos repetitivos, posturas forzadas, vibraciones, emisión de calor e iluminación	Cantidad de operarios laborando en mejores condiciones ergonómicas y adoptando posturas neutras Cantidad de operarios (as) con manipulación manual de cargas, posturas incómodas reducidas.	\$7,000- \$8,000

	Rediseño del puesto Zona de hidratación extra Diseño del puesto con disposición ergonómica (alcance, ubicación de herramientas, zona de acceso) Mesas y sillas ajustables en altura				Cuestionario de percepción de molestias musculoesqueléticas	Disminución de al menos un 25% de las molestias musculoesqueléticas	
--	---	--	--	--	---	---	--

Nota: Elaboración propia (2025)

Tabla 6.2. Matriz de plan de acción mediante controles ingenieriles para el puesto de despacho y bodega

Matriz plan de acción para despacho y bodega							
Riesgo identificado por tarea	Controles ingenieriles	Plazo	Elementos de la gestión				Presupuesto
			Responsable	Indicadores de procesos	Fuente de verificación	Indicadores de resultados	
Alistado contra factura Posturas forzadas, trabajo en posición sedente, posición y manipulación manual de cargas	Automatización Elevadores de pallets eléctricos o neumáticos Carretillas con asistencia eléctrica o transpaletas motorizadas Herramientas de alcance largo (ganchos, bastones, pinzas)	Media - Largo	Gerencia Jefatura de producción Salud Ocupacional	N° de máquinas adquiridas	Factura de compras Evaluación ergonómica de la máquina para valorar la posibilidad de movimientos repetitivos, posturas forzadas, vibraciones, emisión de calor e iluminación	Cantidad de operarios (as) con manipulación manual de cargas, posturas incómodas reducidas. Disminución de al menos un 25% de las molestias	\$7,000-\$10,000

	<p>Manipuladores neumáticos o brazos articulados</p> <p>Zona de hidratación extra</p> <p>Agregar Iluminación</p> <p>Rediseño del puesto de trabajo</p> <p>Diseño del puesto con disposición ergonómica (alcance, ubicación de herramientas, zona de acceso)</p> <p>Mesas y sillas ajustables en altura</p>				<p>Cuestionario de percepción de molestias musculoesqueléticas</p>		
--	---	--	--	--	--	--	--

Orden y despacho de materias primas Manipulación manual de cargas, posturas forzadas	Rediseño del puesto de trabajo Diseño del puesto con disposición ergonómica (alcance, ubicación de herramientas, zona de acceso) Mesas y sillas ajustables en altura Compra de camión	Media no - Largo	Gerencia Jefatura de producción Salud Ocupacional	N N° de puestos analizados y rediseñados	Facturas del material y mano de obra Evaluaciones ergonómicas Cuestionario de percepción de molestias musculoesqueléticas	Cantidad de operarios laborando en mejores condiciones ergonómicas y adoptando posturas neutras	\$80,000 - \$90,000
--	---	------------------	---	--	---	---	---------------------

Nota: Elaboración propia (2025)

A. CONTROLES ADMINISTRATIVOS

Tabla 6.3. Matriz de plan de acción mediante controles administrativos para el puesto de producción, empaque, bodega y despacho

Matriz plan de acción para producción, empaque, bodega y despacho							
Riesgo identificado	Controles administrativos	Plazo	Elementos de la gestión				Presupuesto
			Responsable	Indicadores de procesos	Fuente de verificación	Indicadores de resultados	
Elevación de hombro (20°-90°), abducción sostenida, trabajo por encima del nivel del codo	Rotación y organización del trabajo	Corto	Gerencia Jefatura de producción Salud Ocupacional	Tiempo de permanencia en cada puesto	Registros de rotación Cuestionario de percepción de dolencias musculoesqueléticas	Disminución de al menos un 25% de las molestias	No aplica
Pronación constante, movimientos finos y repetitivos, flexión 0°-	Capacitaciones trimestrales en ergonomía aplicada por medio de laboratorio de ergonomía in situ	Mediano -Largo		Número de porcentaje de personal capacitado	Registros de capacitaciones Ciclo de Deming:	Disminución de al menos un 25% de las molestias	

15°, desvíos radiales y cubitales Flexión mayor 20°, lateralización, rotación de tronco, postura estática Fatiga muscular por posturas de pie prolongada Posturas incómodas de cuello	Auditorias trimestrales ergonómicas			Número de horas invertidas en capacitaciones	Planificar: identificación de riesgos presentes	Incremento de la consciencia ergonómica en un 80%, mediante	
	Charlas cortas semanales (toolbox talks)			Porcentaje de impacto en la población	Hacer: ejecución de acciones propuestas	Reducción de un 40% de las ausencias laborales asociadas a	
	Registro y seguimiento de síntomas			Porcentaje de disminución por disergonomía	Verificar: monitoreo de impacto de medidas implementadas, mediante evaluaciones periódicas	trastornos musculoesqueléticos	
	Guía de programa de prevención de lesiones musculoesqueléticas (Anexo 15)			Cuestionario de percepción de lesiones musculoesqueléticas	Ajustes de estrategias, promoción de mejora		

				Frecuencia de consultas del sistema osteomuscular	continua, participación activa de trabajadores y oficina de Salud Ocupacional		
	Pausas activas con estiramiento guiado			Número de incapacidades por lesiones osteomusculares			
	Ficha ergonómica individualizada						
	Evaluaciones ergonómicas cada 2 años						
	Programas de hidratación (Anexo 14)						
	Programa de nutrición						

Nota: Elaboración propia (2025)

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Bao, S., Howard, N., & Lin, J. (2019). *Are Work-Related Musculoskeletal Disorders Claims Related to Risk Factors in Workplaces of the Manufacturing Industry ?* 1–13.
<https://doi.org/10.1093/annweh/wxz084>
- Cabezas-García, H. R., & Torres-Lacomba, M. (2018). Prevalence of work-related musculoskeletal disorders in professionals of the rehabilitation services and physiotherapy units. *Fisioterapia*, 40(3), 112–121.
<https://doi.org/10.1016/j.ft.2017.12.004>
- Carnieletto, L., Marigo, M., Arcelli, T., Moro, C., Turchi, G. P., De Carli, M., & Bella, A. Di. (2025). Assessing thermal comfort and performance in the workplace: A test room experiment for summer and winter conditions. *Building and Environment*, 276.
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2025.112893>
- Consejo de Salud Ocupacional. (2023). *Estadísticas Salud Ocupacional 2023*.
- De, I., García, A. M., José, M., Gadea, R., & Casa, C. (2012). *Intervención de ergonomía participativa en una empresa del sector químico*. 26(4), 383–386.
<https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2011.12.010>
- Han, S., Dong, L., Weng, Y., & Xiang, J. (2024). Heat exposure and productivity loss among construction workers: a meta-analysis. *BMC Public Health*, 24(1).
<https://doi.org/10.1186/s12889-024-20744-x>
- Hansson, E., Jakobsson, K., Glaser, J., Wesseling, C., Chavarria, D., Lucas, R. A. I., Prince, H., & Wegman, D. H. (2024). Impact of heat and a rest-shade-hydration intervention program on productivity of piece-paid industrial agricultural workers at risk of chronic kidney disease of nontraditional origin. *Annals of Work Exposures and Health*, 68(4), 366–375. <https://doi.org/10.1093/annweh/wxae007>
- Health and Safety Executive. (2018). *Manual handling assessment charts (the MAC tool)-Interactive version Manual handling assessment charts (the MAC tool)-Interactive version Manual handling assessment charts (the MAC tool)-Interactive version 2 Manual handling assessment charts (the MAC tool)-Interactive version*.
www.hse.gov.uk/msd/mac
- Heidarimoghadam, R., Mohammadfam, I., Babamiri, M., Soltanian, R., Khotanlou, H., & Sohrabi, M. S. (2020). What do the different ergonomic interventions accomplish in the workplace ? A systematic review. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 0(0), 1–26. <https://doi.org/10.1080/10803548.2020.1811521>
- Hui, K. Y. L., & Chan, C. C. H. (2006). *The effect of a “ training on work readiness ” program for workers with musculoskeletal injuries : A randomized control trial (RCT) study*. 529–541.
<https://doi.org/10.1007/s10926-006-9034-3>

Id, K. I., Sasaki, T., Sotoyama, M., Du, T., & Miki, K. (2023). *Effect of relative weight limit set as a body weight percentage on work-related low back pain among workers*. 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284465>

Kahya, E. (2021). *Assessment of musculoskeletal disorders among employees working office workplaces in the manufacturing sector*. 69, 1103–1113. <https://doi.org/10.3233/WOR-213539>

NOM036STPS. (2018).

Potvin, J. R., Ciriello, V. M., Snook, S. H., Maynard, W. S., Brogmus, G. E., Potvin, J. R., Ciriello, V. M., Snook, S. H., & Maynard, W. S. (2021a). The Liberty Mutual manual materials handling (LM-MMH) equations. *Ergonomics*, 0(0), 1–17. <https://doi.org/10.1080/00140139.2021.1891297>

Potvin, J. R., Ciriello, V. M., Snook, S. H., Maynard, W. S., Brogmus, G. E., Potvin, J. R., Ciriello, V. M., Snook, S. H., & Maynard, W. S. (2021b). The Liberty Mutual manual materials handling (LM-MMH) equations. *Ergonomics*, 0(0), 1–17. <https://doi.org/10.1080/00140139.2021.1891297>

Reiman, A., Kaivo-oja, J., Parviainen, E., Takala, E., & Lauraeus, T. (2021). *Technology in Society Human factors and ergonomics in manufacturing in the industry 4 . 0 context – A scoping review*. 65(December 2020).

Robertson, M. M., Huang, Y., Neill, M. J. O., & Schleifer, L. M. (2008). *Flexible workspace design and ergonomics training : Impacts on the psychosocial work environment , musculoskeletal health , and work effectiveness among knowledge workers*. 39, 482–494. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2008.02.022>

Rodriguez, M. (2022). *Propuesta de intervención para el control de las condiciones disergonómicas y de iluminación para los puestos de trabajo de las áreas de corte , etiquetado , costura , planchado e inspección de la empresa Diseños Jóvenes S . A . by Mariam Rodríguez Rojas*.

Rodriguez, M. J. (2022). *Propuesta de plan de acción dirigido a la reducción de los riesgos disergonómicos en los puestos de empaque y torres de distribución, de la Compañía de Galletas Pozuelo D.C.R. S.A. en San José, Costa Rica, en el año 2021*.

Rossi, M. F., Leone, R., & Moscato, U. (2025). Climate Change and Occupational Risks in Outdoor Workers: A Systematic Review of the Health Effects of Extreme Temperatures. In *Atmosphere* (Vol. 16, Issue 7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/atmos16070839>

Saavedra, Á. (2020). *Facultad de ingeniería y arquitectura*.

Suarjana, I. W. G., Pomalingo, Moh. F., & Fathimah, F. (2023). Evaluation of work posture using Rapid Upper Limb Assessment (RULA) methods: a case study. *International Journal of Occupational and Environmental Safety*, 7(1), 55–61. https://doi.org/10.24840/2184-0954_007-001_001848

Taylor, P., Eerd, D. V., Cole, D., Theberge, N., Village, J., Vincent, M. S., & Cullen, K. (2010). *Process and implementation of participatory ergonomic interventions : a systematic review*. July 2013, 37–41. <https://doi.org/10.1080/00140139.2010.513452>

Vega, T. (2022). *Propuesta para la mitigación de los factores de riesgo laborales relacionados con ruido y riesgos disergonómicos de las áreas Buff and Polish de la empresa Brightpoint Costa Rica*.

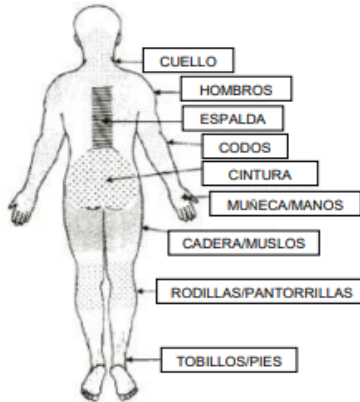
VIII. ANEXOS

Anexo 1. Cuestionario Nórdico de autopercepción de dolencias musculoesqueléticas

Cuestionario Nórdico Estandarizado para el Análisis de Síntomas Musculoesqueléticos

Basado en: Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sorensen, F., Andersson, G., & Jorgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl Ergon*, 18(3), 233-237.

Como responder el cuestionario: Por favor, responda marcando con una sola X para cada pregunta en la casilla correspondiente. Aunque tenga dudas al responder, por favor haga todo su esfuerzo. Por favor, responda a todas las preguntas de la **Parte 1** aun en el caso que usted nunca haya tenido alguna molestia en cualquier parte de su cuerpo.



En esta figura usted puede ver la posición aproximada de las partes del cuerpo referidas en el cuestionario. Los límites no están claramente definidos y determinadas partes pueden estar una encima de otras. Usted debe decidir por sí mismo en que parte tiene o ha tenido su molestia (si la hubiera).

Adaptado transculturalmente por: Avilés, O., Sandoval, M. & López, L. Relación del tiempo de duración de las posturas incómodas, con la presencia de fatiga y síntomas musculoesqueléticos en una tenería de El Salvador (Tesis no finalizada).

Molestias en el aparato locomotor (músculos, huesos y articulaciones)				
Partes del cuerpo	Parte 1		Parte 2	
	Durante los últimos 12 meses, ¿ha padecido usted de alguna molestia (dolor o incomodidad) en?:		Durante los últimos 12 meses, ¿ha podido llevar a cabo sus actividades de manera normal (en el trabajo, en casa o fuera de casa) debido a la molestia?	Durante los últimos 7 días ¿ha tenido alguna molestia?
Cuello	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Solo al responder Si, pasar a Parte 2 →	
Hombros	No <input type="checkbox"/>	Si, en el hombro derecho <input type="checkbox"/> Si, en el hombro izquierdo <input type="checkbox"/> Si, en ambos hombros <input type="checkbox"/>	Solo al responder Si, pasar a Parte 2 →	
Codos	No <input type="checkbox"/>	Si, en el codo derecho <input type="checkbox"/> Si, en el codo izquierdo <input type="checkbox"/> Si, en ambos codos <input type="checkbox"/>	Solo al responder Si, pasar a Parte 2 →	
Muñecas/manos	No <input type="checkbox"/>	Si, en muñeca y mano derecha <input type="checkbox"/> Si, en muñeca y mano izquierda <input type="checkbox"/> Si en ambas muñecas y manos <input type="checkbox"/>	Solo al responder Si, pasar a Parte 2 →	
Espalda (Región dorsal)	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Solo al responder Si, pasar a Parte 2 →	
Cintura (Región lumbar)	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Solo al responder Si, pasar a Parte 2 →	
Uno o ambos caderas/muslos	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Solo al responder Si, pasar a Parte 2 →	
Una o ambas rodillas/pantorrillas	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Solo al responder Si, pasar a Parte 2 →	
Uno o ambos tobillos/pies	No <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Solo al responder Si, pasar a Parte 2 →	

Anexo 2. Escala de esfuerzo de Borg.

Esfuerzo	Puntuación
Nulo	0
Muy Débil	1
Débil	2
	3
Moderado	4
	5
Fuerte	6
Muy Fuerte	7
	8
Cercano	9
al Máximo	10

Anexo 3. NOM 036 STPS, NORMA Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo- Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas.

<https://docs.google.com/document/d/14XejpgDQ8EPU69fWld0bwjJhqXEFoHfU/edit?usp=sharing&oid=104585993637531272477&rtpof=true&sd=true>

Anexo 4. Método RULA, valoración rápida de miembros superiores, en inglés Rapid Upper Limb Assessment.

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

A. Arm and Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position:

20° +1, 20° +2, 20-45° +2, 45-90° +3, 90° +4

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

Step 2: Locate Lower Arm Position:

0-10° +1, 10-30° +2, 30-60° +3, 60-90° +4

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

Step 3: Locate Wrist Position:

0° +1, 15° +2, 15-30° +3, 30-45° +4

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

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

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

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

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

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

SCORES

Table A: Wrist Posture Score

Upper Arm	Lower Arm	Wrist Posture					
		1	2	3	4		
1	1	1	2	2	3	3	3
1	2	2	2	2	3	3	3
1	3	2	3	3	3	3	4
2	1	2	3	3	3	4	4
2	2	3	3	3	3	4	4
2	3	3	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	5
3	2	3	4	4	4	4	5
3	3	4	4	4	4	5	5
4	1	4	4	4	4	5	5
4	2	4	4	4	4	5	5
4	3	4	4	4	4	5	5
5	1	5	5	5	5	6	6
5	2	5	6	6	6	7	7
5	3	6	6	6	7	7	8
6	1	7	7	7	7	8	8
6	2	8	8	8	8	9	9
6	3	9	9	9	9	9	9

Table B: Trunk Posture Score

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

Table C: Neck, trunk and leg score

Wrist and Arm Score	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8+	5	5	6	7	7	7	7

Scoring: (final score from Table C)
 1 or 2 = acceptable posture
 3 or 4 = further investigation, change may be needed
 5 or 6 = further investigation, change soon
 7 = investigate and implement change

B. Neck, Trunk and Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position:

0-10° +1, 10-20° +2, 20°+ +3, in extension +4

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

Step 10: Locate Trunk Position:

0° +1, 0-20° +2, 20-60° +3, 60°+ +4

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

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

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

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

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

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

Final Score

Task name: _____ Reviewer: _____ Date: _____/_____/_____ provided by Practical Ergonomics

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

Anexo 5. Consulta por departamento

Frecuencias de Consulta por departamento

Consulta por departamento	Frecuencias	% del Total	% Acumulado
Administrativo	9	4.5 %	4.5 %
Calidad	20	10.1 %	14.6 %
Contabilidad	7	3.5 %	18.2 %
Despacho	18	9.1 %	27.3 %
Generales	6	3.0 %	30.3 %
Gestión	11	5.6 %	35.9 %
Investigación	1	0.5 %	36.4 %
Misceláneo	4	2.0 %	38.4 %
Producción	102	51.5 %	89.9 %
Técnico	2	1.0 %	90.9 %
Ventas	18	9.1 %	100.0 %

Anexo 6. Consulta por sistemas

Frecuencias de Consulta por sistema

Consulta por sistema	Frecuencias	% del Total	% Acumulado
Chequeo	68	28.2 %	28.2 %
Ingreso	43	17.8 %	46.1 %
Dermatología	27	11.2 %	57.3 %
Digestivo	9	3.7 %	61.0 %
General	25	10.4 %	71.4 %
Genitourinario	11	4.6 %	75.9 %
Ginecología	8	3.3 %	79.3 %
Nervioso	8	3.3 %	82.6 %
ORL	4	1.7 %	84.2 %
Oftalmología	6	2.5 %	86.7 %
Osteomuscular	24	10.0 %	96.7 %
Respiratorio	8	3.3 %	100.0 %

Anexo 7. Link de cuestionario mixto, Nórdico y Escala de Borg aplicado a la población de estudio.

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeNMVz-RI3s0NwQ-Zw9PEs0YQnNXkTyvQsczCfaqLXEUMeG8Q/viewform?usp=sf link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeNMVz-RI3s0NwQ-Zw9PEs0YQnNXkTyvQsczCfaqLXEUMeG8Q/viewform?usp=sf_link)

Anexo 8. Informes RULA ASTEK 2025

https://drive.google.com/drive/folders/1x1PZSL6QRKsm_Kf6jOXqyzJgiY2HtvKw?usp=sharing

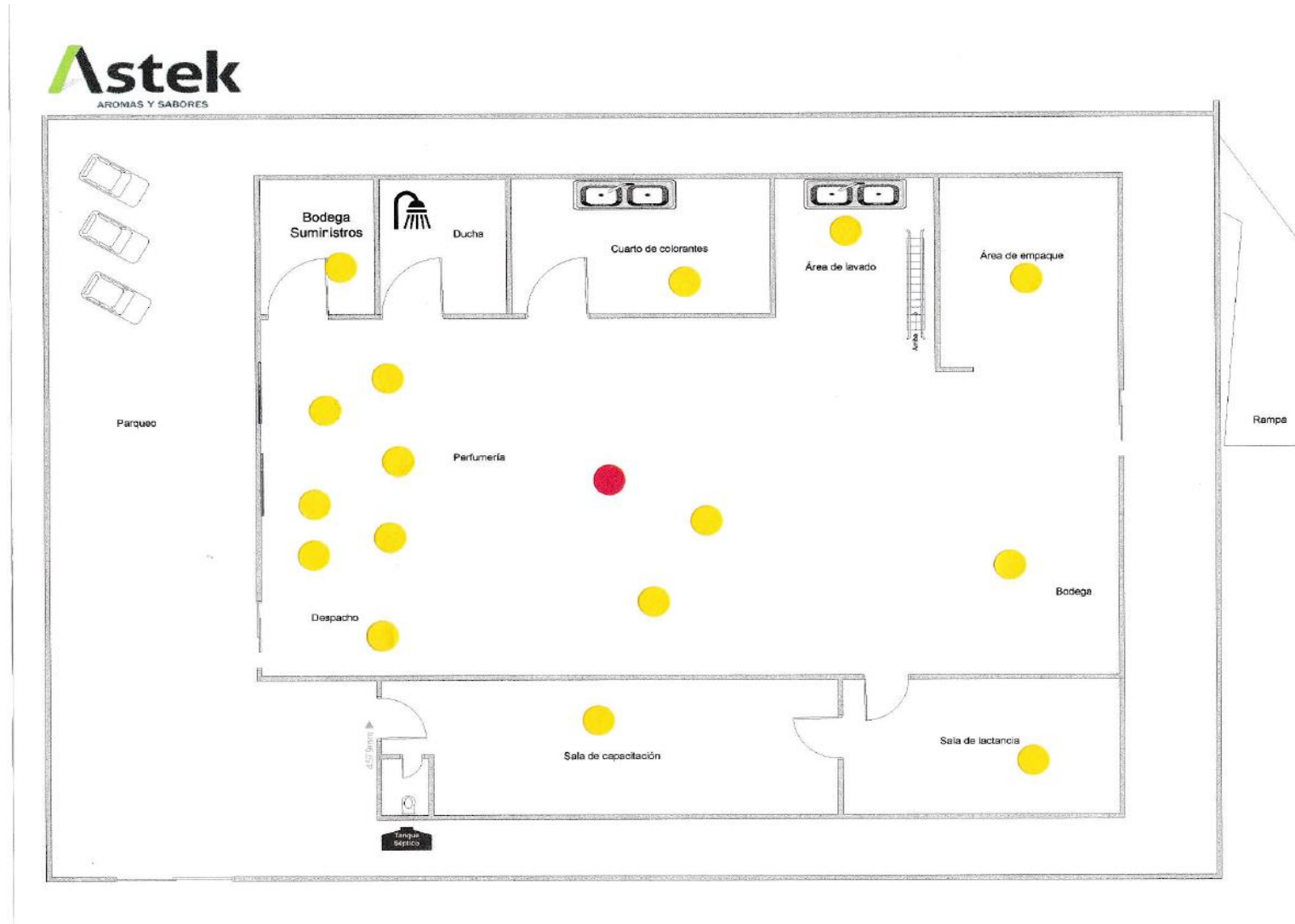
Anexo 9. Tabla de pesos máximos permitidos según aplicación del software Liberty mutual.

ID	Peso (kg)
1	11.9
2	-
3	14.9
4	18.9
5	24.9
6	11.9
7	7.9
8	11.9
9	11.9
10	9.9
11	11.9
12	6.9
13	11.9
14	4
15	-
16	11.9
17	11.9
18	11.9
19	11.9
20	19.2
21	12.9
22	22.9

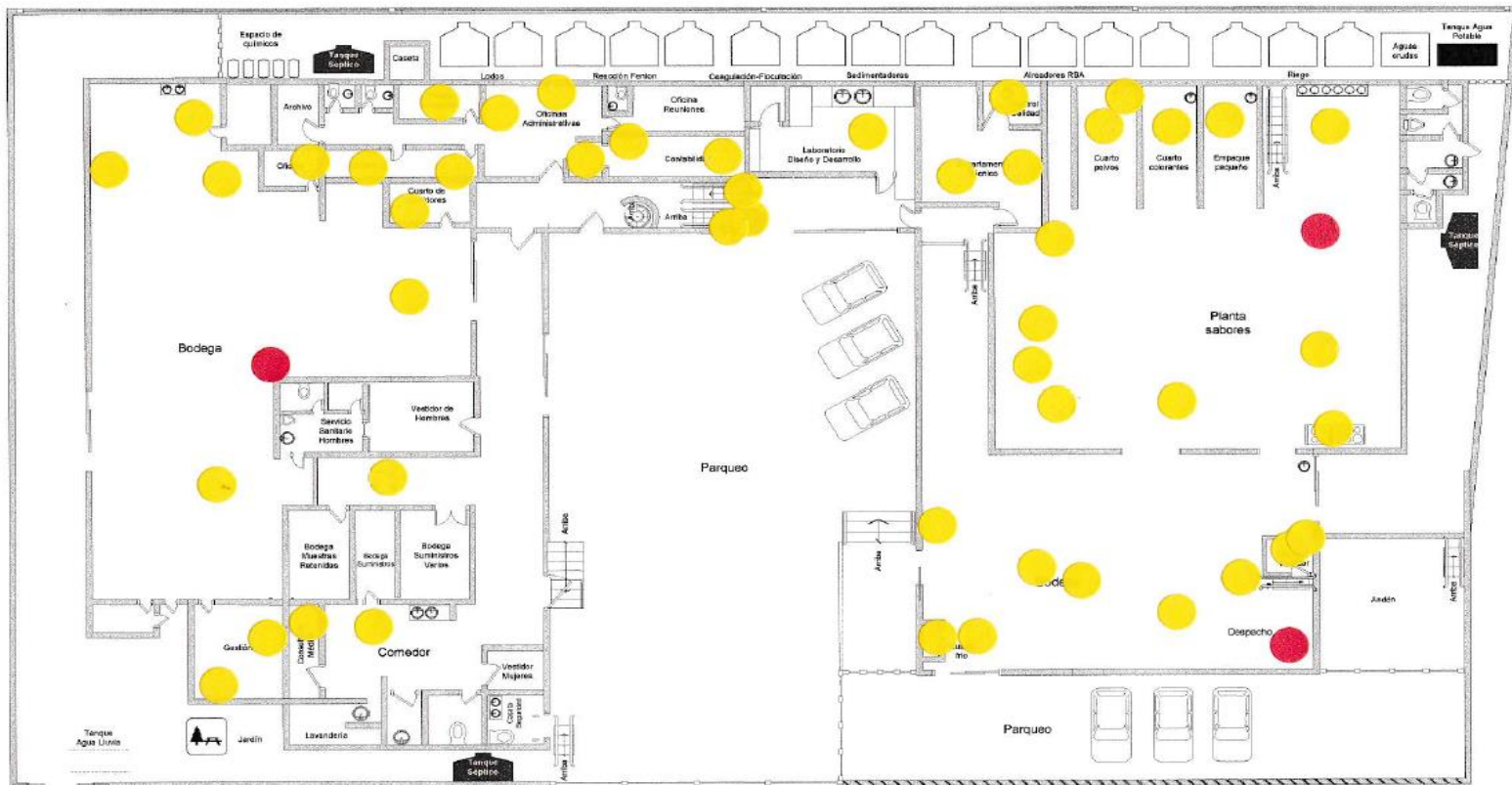
Anexo 10. Resultados google forms mediante fue aplicado el MAC Tool.

https://drive.google.com/drive/folders/1YH2qkJnnHNmYgd8XcAbcFkOX0_x2Fee?usp=drive_link

Anexo 11. Croquis de medición de iluminación (amarillo) y temperatura (rojo) área de perfumería.



Anexo 12. Croquis de medición de iluminación (amarillo) y temperatura (rojo) área de sabores, despacho, bodega intermedia, área administrativa, comedor, consultorio médico y oficina de sistema integrado de gestión.



Anexo 13. INTE/ISO 7243:2016 e iluminación INTE/ISO 8995-1:2016

<https://drive.google.com/drive/folders/10qYAai8JeuSn7XITQF-7WNSAVcoZUmnS?usp=sharing>

Anexo 14. Programa de Hidratación Astek.

<https://drive.google.com/drive/folders/1MOpkt4LyE9s7KkQBqRwJBphy-kAWp-g?usp=sharing>

Anexo 15. Guía Programa de Prevención de Lesiones Musculoesqueléticas

https://drive.google.com/drive/folders/19fEyv_pNLfVP3yNBtASDx6N-iYbx9VT?usp=sharing

Anexo 16. Resumen ejecutivo compra de camión

https://drive.google.com/drive/folders/1qOzw8IU1zWTWU53P4FyPqqB3_rKS1R8R?usp=sharing

Anexo 17. Encuesta de clima laboral 2024-2025

<https://drive.google.com/drive/folders/1wPQ5Ratn8HD1n4J1FdcPhe99S0qzG1MR?usp=sharing>

Anexo18. <https://drive.google.com/file/d/1ytxdjZgmJOct0Qao2BKpn8l3qsoS-uEI/view?usp=sharing>

