

Investigaciones en salud y trabajo

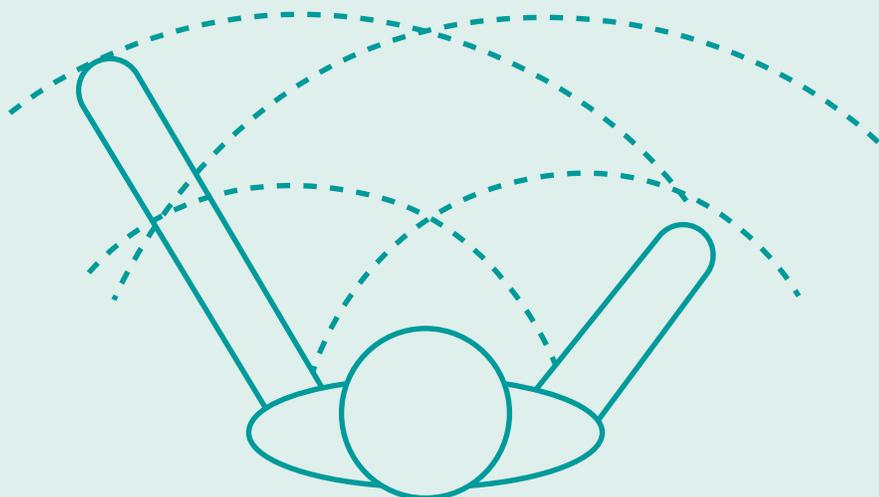
Facultad de Medicina

Año 2, julio-septiembre 2023, ISSN: 2954-6044

Grupo de investigación Salud, Ser Humano y Trabajo

n.º 7

Análisis ergonómico
de los puestos de trabajo
en una sastrería:
un estudio de caso



Diana Carolina Garzón Leal ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9428-423X>

Clara Margarita Giraldo Luna ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8388-3528>

Alexandra Yepes Boada ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3288-5400>

Daniela Johana Higuera García ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5888-795X>

Nohora Isleny Bernal Carvajal ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4581-2454>

Lizeth Goretty Sánchez Espinosa ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6042-8250>

Alejandro Moreno Rojas ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3519-4557>

n.º 7

Análisis ergonómico
de los puestos de trabajo
en una sastrería:
un estudio de caso

Año 2, n.º 7, julio-septiembre 2023 | ISSN: 2954-6044

doi: <https://doi.org/10.18270/wpst.n2.7>

© Universidad El Bosque

© Editorial Universidad El Bosque

Rectora: María Clara Rangel Galvis

Vicerrector de Investigaciones: Gustavo Silva Carrero

Editora académica:

© Alexandra Yepes Boada

© Diana Carolina Garzón Leal

© Clara Margarita Giraldo Luna

© Alexandra Yepes Boada

© Daniela Johana Higuera García

© Nohora Isleny Bernal Carvajal

© Lizeth Goretty Sánchez Espinosa

© Alejandro Moreno Rojas

Editor Universidad El Bosque:

Miller Alejandro Gallego Cataño

Coordinación editorial: Leidy De Ávila Castro

Corrección de estilo: Estefany Escallón Ibáñez

Dirección gráfica y diseño: María Camila Prieto Abello

Hecho en Bogotá D. C., Colombia

Vicerrectoría de Investigaciones

Editorial Universidad El Bosque

Av. Cra 9 n.º 131A-02, Bloque A, 6.º piso

(601) 648 9000, ext. 1100

editorial@unbosque.edu.co

<https://investigaciones.unbosque.edu.co/editorial>

Septiembre de 2022

Bogotá, Colombia



Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni en su todo ni en sus partes, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotográfico, electrónico, magnético, electro-óptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo por escrito de la Editorial Universidad El Bosque.

Universidad El Bosque | Vigilada Mineducación. Reconocimiento como universidad: Resolución n.º 327 del 5 de febrero de 1997, MEN. Reconocimiento de personería jurídica: Resolución 11153 del 4 de agosto de 1978, MEN. Reacreditación institucional de alta calidad: Resolución n.º 013172 del 17 de julio 2020, MEN.

620.82 I625

Análisis ergonómico de los puestos de trabajo en una sastrería: un estudio de caso / Diana Carolina Garzón Leal, Clara Margarita Giraldo Luna, Alexandra Yepes Boada, Daniela Johana Higuera García, Nohora Isleny Bernal Carvajal, Lizeth Goretty Sánchez Espinosa, Alejandro Moreno Rojas; editor Miller Alejandro Gallego Cataño – Grupo de Investigación Salud, Ser Humano y Trabajo, Bogotá (Colombia): Editorial Universidad El Bosque. Vicerrectoría de Investigaciones, Facultad de Medicina, 2023

Investigaciones en salud y trabajo

Año 2, No. 7 julio-septiembre 2023

50 páginas

ISSN: 2954-6044

DOI: <https://doi.org/10.18270/wpst.n2.7>

1. Ergonomía – Estudio de caso
2. Comodidad humana - Salud ocupacional
3. Calidad de vida en el trabajo
4. Sistema general de riesgos profesionales

I. Garzón Leal, Diana Carolina II. Giraldo Luna, Clara Margarita III. Yepes Boada, Alexandra IV. Higuera García, Daniela Johana V. Bernal Carvajal, Nohora Isleny VI. Sánchez Espinosa, Lizeth Goretty VII. Moreno Rojas, Alejandro VIII. Gallego Cataño, Miller Alejandro IX. Universidad El Bosque

Fuente. SCDD 23ª ed. – Universidad El Bosque. Biblioteca Juan Roa Vásquez (junio de 2024) – LM

Investigaciones en salud y trabajo

Facultad de Medicina

Año 2, julio-septiembre 2023, ISSN: 2954-6044

Grupo de investigación Salud, Ser Humano y Trabajo

n.º 7

Análisis ergonómico
de los puestos de trabajo
en una sastrería:
un estudio de caso

Contenido

1. Introducción

Pag. 8

2. Análisis ergonómico
de la tarea

Pag. 12

3. Prediagnóstico de las condiciones
del puesto de trabajo

Pag. 24

4. Diagnóstico de las condiciones del puesto de trabajo

Pag. 32

5. Propuestas

Pag. 36

6. Referencias

Pag. 42

1. Introducción

La ergonomía es el estudio de las capacidades humanas relevantes para el diseño de herramientas, máquinas, sistemas y entornos conforme a las demandas del trabajo, lo cual se correlaciona con los Desórdenes Músculo Esqueléticos (DME) relacionados con la labor a desempeñar (1). Los aspectos relacionados con el confort en el lugar de trabajo, tales como las medidas del mobiliario, las sillas, máquinas, herramientas y objetos de uso frecuente y no frecuente, condicionan los alcances, el ángulo visual, los hábitos posturales en los segmentos corporales, los movimientos en contra de la gravedad, los planos de trabajo y, en general la exigencia y naturaleza de la tarea que se requiere mientras trabajan. Esto se relaciona con la aparición de DME debido a los malos diseños de puestos de trabajo, a la naturaleza repetitiva de las tareas (1), a los puestos de trabajo inadecuados y a los factores ambientales en los lugares de trabajo (2). La exposición a estos factores de riesgo en los miembros superiores tiene consecuencias sobre los tejidos del sistema osteomuscular, específicamente sobre los tejidos periarticulares del hombro, codo y muñeca (3-6).

La población trabajadora a nivel mundial tiene el riesgo de desarrollar enfermedades relacionadas con el trabajo. Los estudios de caso, tanto en la maquila como en otros sectores de la economía, permiten identificar con mayor precisión la frecuencia y tipo de población que está presentando estos DME (1), en relación con afecciones a los nervios, tendones, músculos y estructuras de soporte del cuerpo. Según estudios realizados en los últimos años, aproximadamente el 20 % de los dolores lumbares y cervicales en los adultos son atribuibles a exposiciones en el trabajo (7). Los factores de riesgo para el desarrollo de los DME que se han demostrado son los que están asociados a movimientos repetitivos, manipulación de fuerzas o cargas, posiciones forzadas y vibración (8). Por otro lado, se incluyen los factores internos del individuo en tres grandes

grupos 1. Psicológicos: representan la respuesta psicológica del individuo a los factores estresantes extrínsecos. 2. Fisiológicos: representan las características del individuo (biología/fisiología). 3. Mecánicas: representan factores asociados con carga física, procedimientos de trabajo físico y equipo, así como la actividad física fuera del lugar de trabajo (6).

En Brasil, la industria textil ocupa la quinta posición en un ranking que cuantifica las bajas laborales a causa de los DME (9). Los individuos que faltan a sus lugares de trabajo presentan una elevada prevalencia de dolor en la región de la columna vertebral y en las extremidades superiores, vinculado a la exposición frecuente a diversos factores de riesgo de carga física, organizacional y psicosocial, es la causa principal de ausentismo en el trabajo (6).

En el sector textil los DME representaron el 85 % del total de casos de enfermedad laboral en 2010, siendo el síndrome del túnel carpiano el de mayor prevalencia con un 36 % (10). Para el 2019 el DAPRE registró 18 enfermedades de origen laboral, identificando que el 100 % de estos casos, correspondieron a DME de miembro superior, donde predominaron diagnósticos como el síndrome de túnel carpiano, síndrome de manguito rotador, bursitis del hombro, entre otros (11), cabe señalar que en Colombia en el 2020 el dolor lumbar fue la principal causa de ausentismo por enfermedad laboral (12).

La industria de la confección es una de las industrias más grandes en los países en desarrollo, en Egipto, debido a la disponibilidad de mano de obra económica, las confecciones representan el 51 % del total de las exportaciones a EE.UU, en Los Ángeles (California) se alberga el centro de producción de prendas de vestir más grande de este país. Además, según el ranking mundial de países productores y confeccionistas para el año 2022, elaborado por Apparel Intelligence Center, Vietnam, Turquía, Perú, China, El Sal-

vador, y México, entre otros, poseen las plantas de confección y producción más grandes del mundo (13).

El sector textil-costurero en Colombia se compone de aproximadamente 10 000 fábricas distribuidas en las principales ciudades de la siguiente manera: Medellín, Bogotá, Cali, Pereira, Manizales, Barranquilla, Ibagué (14). La industria textil y de la confección genera gran cantidad de empleos directos e indirectos; ocupa uno de los principales sectores de la economía, mientras que la tasa de accidentalidad de la industria manufacturera es del 11,43 %, la tasa de enfermedad laboral por cada 100 000 trabajadores para el mismo sector es de 305 y la mortalidad laboral para el sector es de 4,19 %. En Colombia, el sector de la manufactura ocupa el 7 % de la accidentalidad total de los sectores productivos y económicos del país (15).

Las condiciones de trabajo en la población trabajadora pueden impactar negativamente su salud y la productividad de las empresas (12). Ahora bien, en los operarios de costura y de fabricación de prendas se han identificado factores de riesgo ergonómicos, con estudios que han demostrado que la prevalencia de las dolencias musculoesqueléticas en diferentes partes del cuerpo es elevada entre los operarios de máquinas de coser (16), debido a las altas cargas psicofísicas, las posturas incómodas, los ciclos de trabajo cortos, las vibraciones mano-brazo o de todo el cuerpo (17), los movimientos repetitivos de flexión, extensión de muñeca y desviación radial, cubital combinadas, durante la elaboración de las prendas sobre todo las que requieran precisión y destreza de la mano, afectando de cuatro a cinco veces más a mujeres que a hombres.

2. Análisis ergonómico de la tarea

2.1 El sector textil y la planta de sastrería

La industria textil se puede definir como: “aquella área de la economía que se encuentra abocada a la producción de telas, fibras, hilos y asimismo incluye a los productos derivados de estos” (18). En Colombia es un sector que al 2014 mostraba cifras de 0,27 % dentro del PIB nacional y 2,17 % del PIB manufacturero, además de ofrecer las materias primas para los diseños de telas, cueros y accesorios (19).

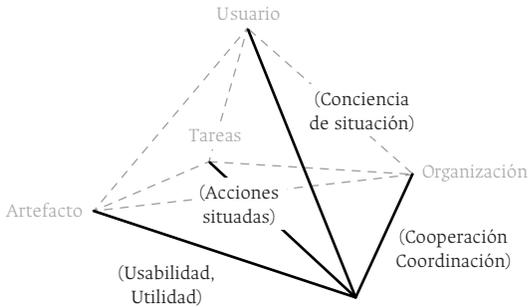
Se utilizó la metodología de los diez pasos (20), de los cuales se aplicaron los ocho primeros:

1. *Análisis de la demanda:* conocer, identificar e indagar de dónde sale la necesidad de estudiar el problema en la población trabajadora.
2. *Conocimiento y funcionamiento de la empresa:* conocer las especificidades de la organización en el ámbito normativo, logístico, organizacional, etc.
3. *Análisis de los procesos técnicos y de las tareas de la situación:* análisis específico de tareas prescritas y tareas realizadas por los operarios, capacitaciones, procedimientos y/o manuales, análisis de puesto de trabajo, entre otros.
4. *Formulación de prediagnóstico:* identificar procesos de pasos anteriores aterrizados específicamente a las características de trabajo en cuanto a carga física, organizacional y cognitiva.
5. *Análisis de la actividad:* formulación de hipótesis con base en los pasos anteriores, confirmación o refutación y/o comprensión de la misma, toma de decisiones (aplicación de métodos de evaluación, cuantitativos o cualitativos).

6. *Formulación y difusión del diagnóstico:* fundamentada en el planteamiento de la hipótesis y la identificación y evaluación de riesgos, genera como resultado un diagnóstico ergonómico a tratar.
7. *Formulación de recomendaciones:* se formulan a los tres pilares fundamentales del análisis de trabajo, organización, trabajador y entorno de trabajo.
8. *Construcción de soluciones:* cambios aplicables en los peligros identificados para cambiar la situación de trabajo inicial.

Se empleó la metodología de la pirámide AUTOS para conocer a la población y la empresa, puesto que se enfoca en el diseño centrado en el ser humano. Permite relacionar los actores: artefacto, usuario, tarea, organización y situación, lo que facilita la interacción de estos actores para delimitar y extraer información relevante y faltante en el análisis de factores intrínsecos de la población de estudio (21) (Figura 1).

Figura 1.
Modelo de AUTOS



Fuente: The AUTOS pyramid (24).

La guía AUTOS (21) permite identificar de manera piramidal y en conexión con cada área de interacción, la información principal de la investigación, define cada elemento que la compone así:

- Usuario: los usuarios pueden ser novatos, personal experimentado o experto, proveniente y evolucionando en diversas culturas, se puede identificar por características específicas de las personas objetivo.
- Artefacto: los artefactos pueden ser aviones o productos electrónicos de consumo, sistemas, dispositivos y piezas. Los podemos definir como objetos con los que interactúan los humanos.
- Organización: el ambiente organizacional incluye a todos los jugadores del equipo que serán llamados “agentes”, ya sean humanos o máquinas, que interactúan con el usuario que realiza la tarea utilizando el artefacto.

- Tarea: las tareas varían desde el manejo del control de calidad, la gestión de vuelos, la gestión de un pasajero cabina, reparar, diseñar, administrar o gestionar un equipo o una organización.
- Situación: se incluye implícitamente en el entorno organizacional y se compone de:
 - » Usabilidad/utilidad
 - » Conciencia de la situación
 - » Acciones situadas
 - » Cooperación/coordinación

Los operarios actualmente se encuentran expuestos a una serie de factores de riesgo, que si no se identifican y evalúan, ponen en riesgo la salud (21). Por este motivo aplicar esta metodología AUTOS logra obtener información relevante sobre los procesos, la producción diaria, manejo de maquinaria, datos de los operarios; dicha información se obtiene gracias a la formulación de las preguntas planteadas que complementan la evaluación ergonómica con el método de los 10 pasos para el estudio de caso.

2.2 Características personales y ocupacionales

La planta de sastrería alberga un total de 431 trabajadores, siendo el 85 % mujeres, de las cuales el 60 % tienen edades comprendidas entre los 41 y 60 años. Los hombres, en cambio, oscilan entre los 31 y 50 años de edad, trabajan en dos turnos de seis horas, la mitad de la población en el turno diurno y la otra mitad en el nocturno.

Los procesos llevados a cabo son la confección de camisas, pantalones y gorras, siendo los dos primeros los que ocupan al 80 % de la población trabajadora.

2.3 Condiciones de salud de los operarios

Los operarios de máquinas de coser están expuestos a factores de riesgo por carga física que pueden desencadenar DME, y factores de riesgo psicosocial relacionados con la actividad que llevan a cabo, los cuales pueden provocar una disminución en la calidad de vida relacionada con la salud (25). La postura de rotación del cuerpo implica una actitud de trabajo inadecuada, cuando se mantiene durante más de diez segundos y se realiza hasta más de dos veces por minuto (26). Se evidenció que hay diagnósticos de patologías de origen común y/o laboral en la planta de sastrería objeto de estudio. Se identificaron veintiséis operarias (mujeres) diagnosticadas con enfermedad de origen laboral; de ellas, once con enfermedad común. Algunas de las enfermedades de origen laboral encontradas fueron: síndrome del túnel carpiano del carpo derecho, síndrome del manguito rotador, epicondilitis lateral, entre otras.

El 6 % de los operarios de la planta de sastrería, ya están calificados con enfermedad laboral, y se encuentran entre el rango de edad de 51 a 60 años. En su mayoría, los operarios están en los procesos de fabricación de camisas y pantalones. Cabe resaltar que de esta población, veintiséis operarios tienen un porcentaje de pérdida de capacidad laboral, de acuerdo con la calificación emitida por la Administradora de Riesgos Laborales, Junta Regional de Invalidez o Junta Nacional de Invalidez, con valores que oscilan entre 7,58 % y 30,69 %.

2.4 Descripción de los procesos

Un proceso es un conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y de recursos materiales coordinados para conseguir un obje-

tivo previamente identificado (10), teniendo en cuenta el entorno de trabajo de los operarios de sastrería, que suele ser poco ergonómico (24). La caracterización permite obtener la información en cuanto a los requerimientos del proceso, sus operarios, las máquinas y herramientas y los productos que generan.

Un proceso de producción celular está caracterizado por agrupar las máquinas y sus materias primas en células, combinando la producción por proceso (trabajo) con la producción en línea (flujo) (25), lo que ocurre en el caso estudio, en donde se producen tres prendas que son los procesos en los que se dividen los operarios. La forma de organización es en línea, lo cual posibilita un mayor flujo, en el cual la producción se desarrolla de atrás (piezas pequeñas) hacia delante (prendas armadas) con doce tipos de máquinas distintas en las que se elaboran toda la indumentaria completa, “para cada uno de los procesos se discriminan paso a paso su ejecución”, mientras que para el pantalón se divide en dieciséis pasos, para la camisa son veintiuno y, finalmente, para la gorra, seis procesos.

La distribución de los operarios se establece de acuerdo a los procesos que realizan en función de su experiencia, manejo de las máquinas y organización por turnos. Las doce máquinas de trabajo se dividen en:

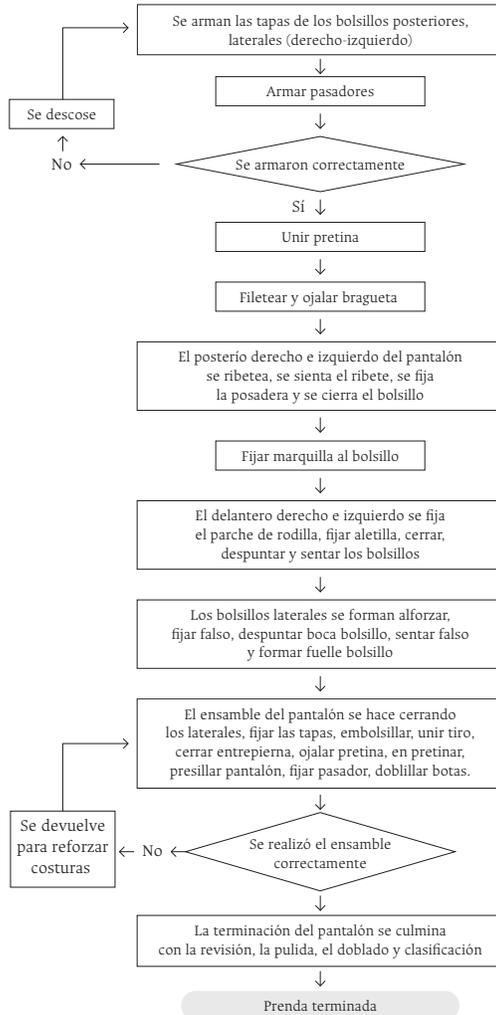
- Cíclicas, que una vez el operario acciona, no se pueden detener hasta que no se termine el ciclo de cosidas o, para un total de 5 máquinas (ojaladora, ribeteadora, presilladora, botonadora y pegar pasador).
- Palanca, se inicia y se detiene según la necesidad del operario, las veces que él requiera su uso. Se tienen siete máquinas (plana, fileteadora, fusionadora, cerradora de codo, collarín, plana dos agujas, empretinadora).

Para la confección de las prendas más grandes, como lo son la camisa y el pantalón, se requiere de mayor complejidad por la cantidad de piezas que las componen, ya que se tiene que agarrar fragmento por fragmento para unirlos cosiendo a otras piezas de tamaños pequeños, medianos y grandes, y así unir todas las partes en la prenda más grande o la prenda terminada. En el pantalón se requiere de bolsillos, pasadores y pretina, entre otros. Para la confección de la gorra, en cambio, se requiere de pocos procesos más minuciosos y de menor complejidad.

En la planta de sastrería se fabrican tres prendas que componen el uniforme completo, las cuales son: pantalón, camisa y gorra; la confección de dichas prendas se realiza en producción celular (Figuras 2-4).

Figura 2.

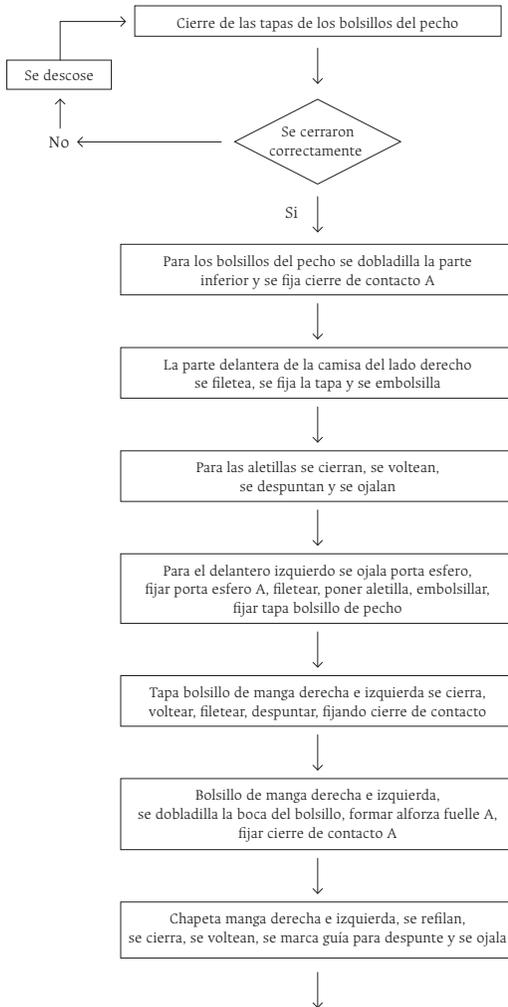
Diagrama del proceso de confección del pantalón

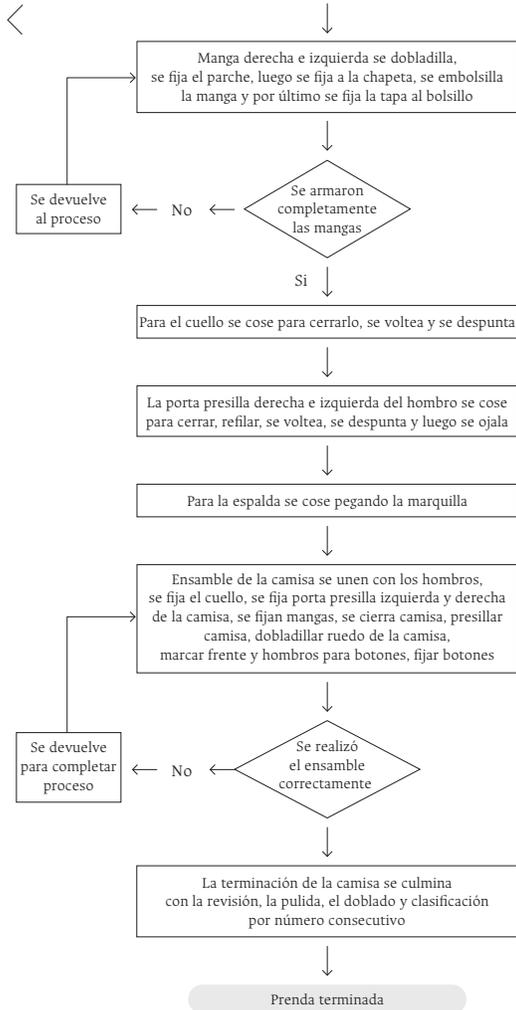


Fuente: elaboración propia a partir de datos otorgados por la planta de sastrería.

Figura 3.

Diagrama del proceso de confección camisa

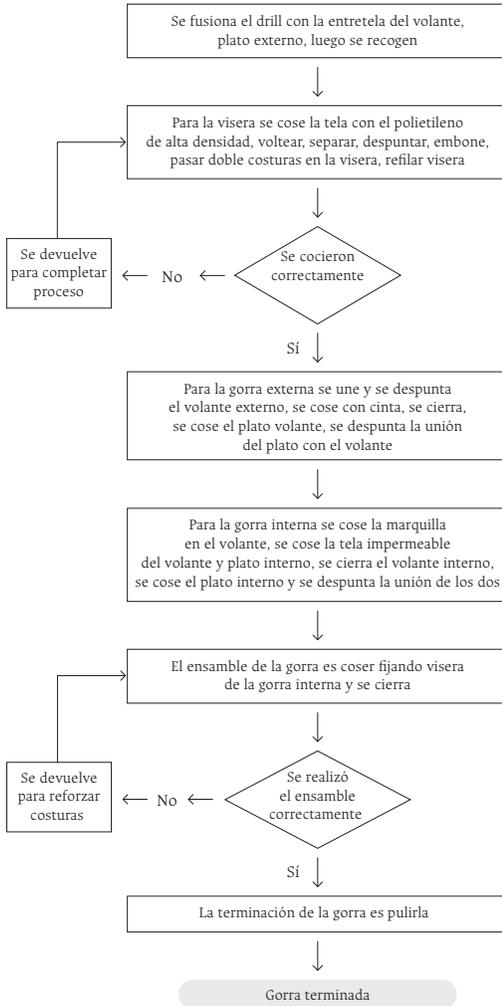




Fuente: elaboración propia a partir de datos otorgados por la planta de sastrería.

Figura 4.

Diagrama del proceso de confección de la gorra



Fuente: elaboración propia a partir de datos otorgados por la planta de sastrería.

3. Prediagnóstico de las condiciones del puesto de trabajo

Los factores de riesgo ergonómicos, tales como los movimientos repetitivos, uso de la fuerza, posturas inadecuadas y falta de períodos de recuperación, específicamente cuando están presentes varias condiciones de manera simultánea, están directamente relacionados con el desarrollo de patologías (26). Los operadores de máquinas de coser están expuestos a la combinación de estos factores de riesgo (27), evidenciados en acciones repetitivas de ambas manos hacia delante y hacia atrás de forma continua, la postura de los brazos oscila en ángulos de 30° y 90° de flexión y abducción de hombro con respecto al tronco. Mientras el tronco se flexiona en ángulos entre 30° y 45°, se inclina y se rota durante la postura sedente, en donde la postura del cuello está en flexión entre los 20° y 30° (25). Por otro lado, según los requerimientos de trabajo, diferentes partes del cuerpo como los hombros y las extremidades inferiores pueden verse afectados por la postura sedente prolongada, posiciones de agarre difíciles y presencia con frecuencia de síntomas de dolor en zona lumbar, la muñeca y el codo (28), además los requerimientos de trabajo están relacionados con precisión de la tarea a la vez que, están sentados a un ritmo relativamente rápido con ciclos de trabajo de 30 a 60 segundos.

Se entiende por movimiento repetitivo aquel que se realiza con una duración inferior a los 30 segundos y donde más del 50 % del ciclo repetitivo es invertido por el movimiento responsable de la fricción irritante (28). Se sabe que la desviación cubital y los movimientos repetidos de extensión, flexión y abducción, aumentan el riesgo de lesiones musculoesqueléticas repetitivas.

Además de los factores de riesgo ergonómicos mencionados, se encuentran factores de riesgo físicos como el ruido excesivo, la vibración y la iluminación deficiente, factores que permiten que los trabajadores adquieran

enfermedades en condiciones de trabajo peligrosas en la industria textil (15).

Una estación de trabajo de costura típica tiene una superficie de trabajo plana (51×122 cm), la altura suele fijarse en 76 cm. Las sillas suelen tener una altura fija y están hechas de metal o madera, con asientos planos, a veces acolchados. La tarea es visualmente exigente y la calidad de la iluminación varía mucho entre los talleres. Las exigencias de la tarea y la falta de capacidad de ajuste de las estaciones de trabajo a menudo conducen a posturas forzadas sostenidas, como la flexión de la columna vertebral y la torsión repetitiva de la columna vertebral para mover el material del lado izquierdo a la máquina (29). Las sillas, las mesas de costura, las mesas inclinadas y los pedales colocados debajo de las mesas de costura se consideran no ajustables, estas estaciones de trabajo de costura no se diseñaron de acuerdo con los principios ergonómicos, ya que los operadores de la máquina de coser no pueden hacer los ajustes adecuados, lo que explicaba sus posturas de trabajo en disconfort por la exigencia de la tarea en el puesto de trabajo (30).

En la planta de sastrería de Bogotá, se evidencia una necesidad de evaluación e intervención en la población trabajadora en el área de confección, por la persistencia de enfermedades laborales calificadas, en donde se pueden correlacionar los factores de riesgo mencionados anteriormente. Para llevar a cabo dicho proceso se hicieron visitas a la planta, se hizo entrevista con la persona encargada de salud y seguridad en el trabajo y se obtuvieron las estadísticas y bases de datos con la información de interés de los trabajadores, seguido a esto se realizó la firma del consentimiento informado a las trabajadoras de las máquinas a evaluar, con el fin de obtener el registro fotográfico, videos y mediciones del puesto de trabajo.

3.1 Análisis biomecánico

Para la recopilación de los datos obtenidos en las visitas, se realiza una matriz en Excel extrapolando las condiciones biomecánicas de la actividad de cada una de las máquinas con las que los trabajadores interactúan, teniendo en cuenta la tarea definida como la actividad o conjunto de actividades a llevar a cabo por el trabajador para obtener un resultado previsto (31), acompañada de las subtareas que comprenden el paso a paso detallado para lograr la actividad, la postura cuyo concepto es la relación de las posiciones de todas las articulaciones del cuerpo y su correlación entre la situación de las extremidades con respecto al tronco y viceversa (28). El gesto, entendiéndose como la unión de varios movimientos que, de forma coordinada, ejecutan una acción específica, se convierte en un medio de comunicación no verbal al ser la respuesta corporal por las cargas externas o internas presentes en el medio (15); la duración del ciclo el cual comprende el tiempo, en segundos, que transcurre desde el momento en que el operario comienza a desarrollar la tarea hasta el momento en que se termina la tarea, o prenda impuesta como meta (28). La amplitud articular que mide el grado de movimiento de una articulación cuando se extiende, se flexiona y se rota en todos sus posibles ejes de movimiento (30); el movimiento definido como el desplazamiento de todo el cuerpo o de uno de sus segmentos en el espacio (28), repetitividad por ciclo y por minuto compréndase como el número de veces que realiza los movimientos en un ciclo y en un minuto, es decir, 60 segundos de la tarea y, tipo de agarre, entendido como la manera y el gesto con el que el trabajador toma o coge las herramientas de trabajo con sus extremidades superiores (manos), obteniendo información clave para correlacionar los factores de riesgo mencionados anteriormente entre la población trabajadora y los puestos de trabajo en la planta.

Los ítems del análisis biomecánico detallados anteriormente, se evaluaron según los investigadores de la siguiente manera. Teniendo en cuenta cada máquina empleada para el desarrollo del proceso, se definieron la actividad, tarea y subtarea, describiendo paso a paso lo que se realiza desde el inicio hasta el fin de cierta pieza por máquina; así mismo mediante registro fílmico autorizado por los trabajadores, se estableció la duración del ciclo donde se evidencia el tiempo que usaba cada operario para la transformación de una pieza; se describió el gesto, puesto que cada persona trabaja y emplea movimientos de forma diferente para la ejecución de la tarea. Igualmente, se revisó la amplitud articular analizando los ángulos por segmentos corporales, a través del software Kinovea (32), el cual sirve como herramienta de análisis, comparación, medición y evaluación del movimiento de las articulaciones corporales con utilidades para capturar, ralentizar, anotar y medir con base en registros videográficos y/o fotográficos, de esta manera se carga el vídeo obtenido con el fin de reducir la velocidad del mismo para obtener mediante la observación directa, las repeticiones de los movimientos por el ciclo parametrizado anteriormente y capturar las imágenes en el momento preciso para la obtención y medición de los ángulos de movimiento. Dado lo anterior, el proceso se realizó para el análisis de las doce máquinas empleadas por la planta de sastrería para la transformación de materia prima en el producto final, que son los uniformes de dotación.

Lo expuesto previamente, se hizo a fin analizar los factores de riesgo por carga física asociados a la aparición de DME y factores personales, así como generar un diagnóstico y diagnóstico para, finalmente, brindar recomendaciones y conclusiones tanto a la planta de sastrería como al trabajador, y al puesto de trabajo. (Anexo documento en Excel: Análisis biomecánico).

3.2 Herramienta de primer nivel (Priorización de nivel de riesgo)

El análisis ergonómico de un puesto de trabajo, consiste en una descripción sistemática y cuidadosa de la tarea, para lo cual se realizan observaciones y/o entrevistas, con el fin de obtener la información necesaria (36). Por esta razón, se aplicó una herramienta de primer nivel, mediante la cual se identificaron los factores de riesgo que predominaban en cada una de las máquinas y, finalmente, se priorizaron las que presentaban mayor riesgo para los operarios, es decir, que se ubicaron en riesgo alto con los datos obtenidos en el análisis biomecánico.

Para diagnosticar las condiciones del puesto de trabajo, se tuvieron en cuenta las medidas de los mobiliarios de cada máquina, específicamente: altura, superficie de la mesa, altura de interacción, altura máxima, ancho y profundidad. Además, para evaluar el mobiliario de las máquinas, se considerarán una serie de aspectos que determinarán el riesgo y la afectación de los miembros superiores e inferiores de los operarios, teniendo en cuenta la ISO 11228 (37).

Se examina el campo visual en plano sagital y transversal para determinar si se encuentra dentro de los ángulos de confort, se evalúa teniendo en cuenta los requisitos dentro del área operativa, como base la postura sedente de cada operario, la posición de los miembros superiores y el espacio de movilidad para los miembros inferiores. Finalmente, se obtiene una calificación por cada máquina (38).

Por otra parte, se evaluó la manipulación de cargas, de manera bimanual para los operarios de sastrería, sin embargo, se evidencia que no hacen levantamiento manual de objetos; el peso de las prendas que manipulan corresponde a menos de 3 kg. No incluyó el sostenimiento de objetos (sin marcha), el empuje o halado de objetos, el le-

vantamiento con una mano o la manipulación manual en posición sentada (31).

De la misma forma, se evaluaron los movimientos repetitivos frecuentes que atenúan el riesgo de desarrollo de DME que varían según el contexto, el tipo de movimiento y el individuo. Lo que determina el nivel de riesgo es el aumento o disminución en la frecuencia de movimientos y/o la duración de ciclo (39). Se contabilizó la cantidad de movimientos que realizan los operarios con cada hemicuerpo en cada segmento corporal, determinando el ciclo de trabajo para cada máquina. Así, se verifica el número de acciones que ejecutan por ciclo y por minuto y, si hay posibilidades de pausas frecuentes, ocasionales o irregulares y se determina si los movimientos son repetitivos para cada segmento corporal según la manipulación de las máquinas (40). Además, se evaluaron los ángulos de confort (41), por medio del sistema Kinovea, y se verificó si se ajustan a los parámetros establecidos por cada hemicuerpo y segmento corporal, según la máquina y los movimientos efectuados (flexión, extensión, inclinación, aducción y abducción) (25). Por otra parte, se valoraron los alcances, definiéndose en: próximo, medio o máximo.

Se tuvo en cuenta el tipo de agarre al tomar una pieza, prenda u objeto con la mano al realizar la tarea y, el tipo de agarre, otorgándole una calificación entre bueno, regular, o malo, así como la frecuencia con la que se realizan (42).

Con el fin de priorizar las máquinas que generan mayor riesgo biomecánico para los trabajadores, se realizó una semaforización que indica las puntuaciones que se obtuvieron en la matriz de condiciones de riesgos identificados:

Tabla 1.

Porcentaje de priorización y necesidad de intervención

0-20 %	No hay necesidad de intervención
20-40 %	Necesidad de intervención a largo plazo
40-60 %	Necesidad de intervención a mediano plazo
60-80 %	Necesidad de intervención a corto plazo
80-100 %	Necesidad de intervención inmediata

Fuente: elaboración propia.

Después de realizar el análisis biomecánico y aplicar la herramienta de primer nivel (lista de chequeo) a las doce máquinas, fue posible identificar tres máquinas con porcentajes superiores al 50 % siendo la máquina presilladora (57,67 %) la de mayor riesgo, seguido de la ribeteadora (56,61 %) y, por último, la máquina pegar pasador (53,97 %). Por ende, estas son las que requieren intervención a mediano plazo, enfocándose en mitigar los factores de riesgo ergonómicos.

4. Diagnóstico de las condiciones del puesto de trabajo

Las herramientas de segundo nivel en ergonomía o las metodologías para la evaluación ergonómica permiten identificar y valorar los factores de riesgo presentes en los puestos de trabajo. La exposición al riesgo de un trabajador en el puesto de trabajo está relacionada con la amplitud del riesgo al que se expone, la frecuencia del riesgo y su duración (42-43).

Considerando el análisis biomecánico efectuado y la semaforización en el prediagnóstico, se optó por la metodología de evaluación ergonómica REBA. Este procedimiento se basó en la identificación de factores de riesgo como los movimientos repetitivos, aunque también se evidenció la exposición a cargas posturales dinámicas y estáticas que pueden ocasionar DME acumulativos y ser evaluados mediante esta metodología.

4.1 Aplicación de la metodología REBA (herramienta segundo nivel)

REBA, es uno de los métodos observacionales para la evaluación de posturas que permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas (42). Se valoran otros aspectos influyentes en la carga física como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador (tanto posturas estáticas como dinámicas), además se considera la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables, y si la postura de los brazos se mantiene a favor de la gravedad. Para la aplicación del método REBA, se tuvo en cuenta la priorización analizada bajo la semaforización del análisis biomecánico descrito en el capítulo anterior, donde se destaca la necesidad de in-

tervención a mediano plazo en tres máquinas (ribeteadora, presilladora y pegar pasador).

Por consiguiente, se realizó la aplicación del método con la ayuda del software para la gestión ergonómica de puestos de trabajo (ERGONIZA) en el software de argonautas con el objetivo de evaluar la postura de cada uno de los segmentos corporales (43).

Los resultados obtenidos en cada una de las máquinas priorizadas por los dos hemicuerpos se describen a continuación.

4.2 Máquinas priorizadas

4.2.1 Ribeteadora

Resultados y análisis de ambos hemicuerpos

Teniendo en cuenta la calificación obtenida, para esta máquina la puntuación final fue de once, lo que indica que genera un riesgo muy alto para la población trabajadora en ambos hemicuerpos; con un nivel de actuación cuatro, es decir, que requiere de manera inmediata una acción.

4.2.2 Presilladora

Resultados y análisis de ambos hemicuerpos

Teniendo en cuenta la calificación obtenida, para esta máquina la puntuación final fue de diez, ubicándola en un nivel de actuación tres, lo que significa que debe crearse una alternativa de acción lo antes posible. Esta máquina genera un riesgo alto para la población trabajadora en ambos hemicuerpos.

4.2.3 Pegar pasador

Resultados y análisis de ambos hemicuerpos

Teniendo en cuenta la calificación obtenida, para esta máquina la puntuación final fue de 10 en el hemicuerpo izquierdo, lo que significa un nivel de actuación tres, es decir, que debe haber una alternativa de acción lo antes posible, con un riesgo alto. Mientras que en el hemicuerpo derecho la puntuación final fue de once, lo que significa un nivel de actuación cuatro, lo que requiere de manera inmediata acción. Por lo tanto, esta máquina genera un riesgo muy alto.

5. Propuestas

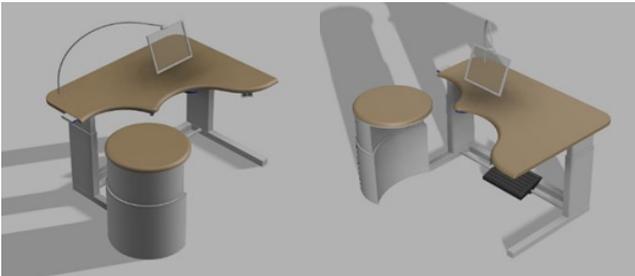
Con los riesgos ergonómicos identificados, se crearon diferentes soluciones que responden directamente a cada uno de los riesgos. A continuación, se detallan las características de las propuestas planteadas por los investigadores.

Puesto de trabajo

Con base en los percentiles 5 y 95 se determinaron diferentes mecanismos para ajustar las dimensiones en la propuesta del puesto de trabajo, de forma que el operario pueda adaptar el puesto para su antropometría. Las propuestas se modelaron en Fusión 360 para obtener las imágenes a continuación. Estas propuestas requieren pruebas para ajuste y desarrollo del diseño final.

Figura 5.

Propuesta mesa de trabajo ajustable en altura



Fuente: elaboración propia.

Riesgo ergonómico identificado: inclinación de tronco

Solución: se implementó una mesa auxiliar conectada a un sensor que se encarga de modificar la altura de la mesa (450-820 mm) para mantener la materia prima a la altura de la mesa y de esta forma reducir el ángulo de inclinación de tronco realizada por el operario al momento de tomar la materia prima de la mesa auxiliar.

Figura 6.

Sensor guía mesa auxiliar



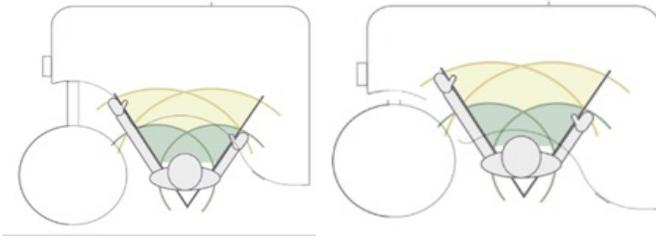
Fuente: elaboración propia.

Riesgos ergonómicos identificados: falta de apoyo en los miembros superiores, alcance máximo, hiperflexión de tronco

Solución: el puesto de trabajo cuenta con un mecanismo el cual permite al operario atraer la superficie de la mesa hacia su tronco. La geometría particular de la mesa contempla ajustarse mejor al tronco, dando un apoyo mayor a los miembros superiores (hasta un aproximado del 90 % del antebrazo) mientras reduce la necesidad del operario de realizar flexión de tronco al reducir la distancia entre el

operario y la actividad para mantener tanto los suministros necesarios como la actividad en sí dentro de los alcances próximos y medios.

Figura 7.
Alcances (próximo y medio)

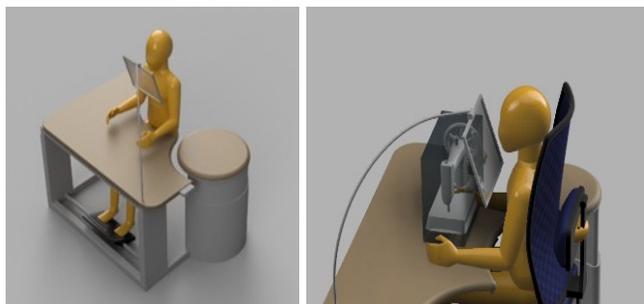


Fuente: elaboración propia.

Riesgo ergonómico identificado: flexión de cuello.

Solución: con base en la edad de los operarios se determinó que la mejor opción es facilitarles una lupa en un brazo metálico, con la cual podrán ajustar el ángulo de visión. Se idealiza que reduzca el ángulo de flexión del cuello de los operarios.

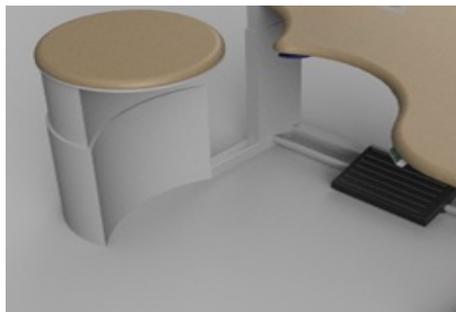
Figura 8.
Apoyo visual



Fuente: elaboración propia.

El diseño del puesto de trabajo contempla y propone la situación donde el operario gira en la silla para tomar una prenda de la mesa auxiliar antes de regresar a su posición de trabajo, por ello se implementó una geometría específica en la mesa auxiliar para evitar los impactos en los miembros inferiores.

Figura 9.
Geometría mesa auxiliar



Fuente: elaboración propia.

En el caso específico de la operación “fijar pasador”, se optó por diseñar un apoya pies de altura graduable entre 120 y 200 mm para el operario.

Figura 10.
Reposapiés



Fuente: elaboración propia.

6. Referencias

1. Abate AE, Hailemariam SS. Improving work-related musculoskeletal disorders for sewing machine operators in Ethiopia. *Int J Occup Saf Ergon*. 2022.
2. Torres Y, Rodríguez Y, Torres Y, Rodríguez Y. Surgimiento y evolución de la ergonomía como disciplina: reflexiones sobre la escuela de los factores humanos y la escuela de la ergonomía de la actividad. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública* [Internet]. 2021 Aug 1 [cited 2022 Jan 20];39(2). Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120386X2021000200010&lang=es
3. Garzón Leal DC, Giraldo Luna CM, López Michelelena LI, Yepes Boada A, Sánchez Calderón DC, Rojas Sánchez EM. Desórdenes músculo esqueléticos del miembro superior: condiciones de riesgo laboral y su prevención. *Investigaciones en salud y trabajo*. 2022;01(2022):1-72.
4. Jadhav GS, Arunachalam M, Salve UR. Ergonomics design and evaluation of the stitching workstation for the hand-crafted Kolhapuri footwear using a digital human modeling approach. *Journal of Industrial and Production Engineering*. 2019;36(8):563-75.
5. Leirós LI. Historia de la Ergonomía, o de cómo la Ciencia del Trabajo se basa en verdades tomadas de la Psicología*. 2009.
6. Keyserling WM. Workplace Risk Factors and Occupational Musculoskeletal Disorders, Part 2: A Review of Biomechanical and Psychophysical Research on Risk Factors Associated with Upper Extremity Disorders. *AIHAJ - American Industrial Hygiene Association*. 2000;61(2):231-43.
7. Ministerio de la Protección Social. Gatiso Dolor Lumbar Inespecífico y Enfermedad Discal Relacionados con la Manipulación Manual de Cargas y otros

- Factores de Riesgo en el Trabajo. *Minist la Protec-
ción Soc.* 2013;53(9):1689-99.
8. Leitch M. ISO 31000:2009-The New International Standard on Risk Management. *Risk Analysis.* 2010;30(6):887-92.
 9. Bernard BP. Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors. *A Crit Rev Epidemiol Evid Work Musculoskelet Disord Neck, Up Extrem Low Back.* 1997;(July 1997).
 10. Akbari J, Kazemi M, Safari S, Mououdi M, Mahaki B. Macro-ergonomic risk assessment with the relative stress index method in textile industry. *International Journal of Environmental Health Engineering.* 2014;3(1):3.
 11. Arenas-Ortiz L, Cantú-Gómez Ó. Factores de riesgo de trastornos músculo-esqueléticos crónicos laborales, *Medicina Interna de México.* 2013.
 12. Asociado P, Versión C, Humano T. programa de vigilancia epidemiológica para la prevención de los desórdenes músculo esqueléticos Bogotá D.C, mayo 2020 programa de vigilancia epidemiológica para la prevención de los desórdenes músculo esqueléticos. 2020.
 13. Llerena ML. Éxitos de la Revista Enfermería Investiga Investigación Vinculación Docencia y Gestión. 2019;4(5):1.
 14. Okareh OT, Solomon OE, Olawoyin R. Prevalence of ergonomic hazards and persistent work-related musculoskeletal pain among textile sewing machine operators. *Safety Science.* 2021;136:105159
 15. Cueto Oñate Me. Caracterización de condiciones de salud osteomuscular En Trabajadores. *Revista de Metalurgia.* 2018;46(Extra):19-25.
 16. Ordóñez-Hernández CA GECA. Desórdenes músculo esqueléticos relacionados con el trabajo.

17. Dianat I, Kord M, Yahyazade P, Karimi MA, Stedmon AW. Association of individual and work-related risk factors with musculoskeletal symptoms among Iranian sewing machine operators. *Applied Ergonomics*. 2015;51(1):180-8.
18. Tondre S, Deshmukh T. Guidelines to sewing machine workstation design for improving working posture of sewing operator. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2019;71(1):37-46.
19. Freddy Daniel Fd. Análisis ergonómico postural y ambiental del puesto de trabajo: ayudante de operador en el área de tejeduría de una textilera. 2105;39(145).
20. Dattel AR. Book Review: The Handbook of Human-Machine Interaction: A Human-Centered Design Approach. *Ergonomics in Design: The Quarterly of Human Factors Applications*. 2013;21(1):35-6.
21. Ortiz AL, Gómez M, Rodríguez JC. Competitividad de la industria textil y de la confección en México 1990-2015. *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*. 2019;13(2):29-43.
22. Suhardi B, Juwita E, Astuti RD. Facility layout improvement in sewing department with Systematic Layout planning and ergonomics approach. Tan YY, editor. *Cogent Engineering*. 2019;6(1).
23. Capelleras i Segura JL. Desenvolupament implantació de programes de canvi organitzatiu: la Gestió de la Qualitat Total. *Papers Revista de Sociologia*. 1999;58(1):105.
24. Somogyi FA, Asztalos M. A Systematic review of matching techniques used in model-driven methodologies. *Software and Systems Modeling*. 2019;19(3):693-720.
25. Sakthi Nagaraj T, Jeyapaul R, Mathiyazhagan K. Evaluation of ergonomic working conditions among

- standing sewing machine operators in Sri Lanka. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2019;70:70-83.
26. Wang P-C, Ritz BR, Janowitz I, Harrison RJ, Yu F, Chan J, et al. A Randomized Controlled Trial of Chair Interventions on Back and Hip Pain Among Sewing Machine Operators: The Los Angeles Garment Study. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2008;50(3):255-62.
 27. Öztürk N, Esin MN. Investigation of musculoskeletal symptoms and ergonomic risk factors among female sewing machine operators in Turkey. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2011;41(6):585-91.
 28. Sakthi Nagaraj T, Jeyapaul R, Mathiyazhagan K. Evaluation of ergonomic working conditions among standing sewing machine operators in Sri Lanka. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2019;70:70-83.
 29. Ahmad A, Javed I, Abrar U, Ahmad A, Raza Jaffri N, Hussain A. Investigation of ergonomic working conditions of sewing and cutting machine operators of clothing industry. *Industria Textila*. 2021;72(03):309-14.
 30. Mallampalli KC, Dhar D, Pal S. Work posture and risk factors associated with work-related musculoskeletal disorders among cashew workers in Eastern India. *International Journal of Human Factors and Ergonomics*. 2021;8(1):44.
 31. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. ICONTEC. Principios para el diseño ergonómico de sistemas de trabajo NTC5655. 2008 Dec 16;
 32. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Norma Técnica Colombiana NTC 51. ICONTEC I. Norma Técnica Colombiana NTC 5693-

3. 2009 Nov 18; Available from: <http://tienda.icontec.org/brief/NTC5693-3>
33. Ordóñez-Hernández CA, Gómez E, Calvo AP. Desórdenes músculo esqueléticos relacionados con el trabajo. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional* [Internet]. 2016 [cited 2021 Nov 19];6(1):27-32. Available from: https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/rc_salud_ocupa/article/view/4889/4180
34. Rodríguez CF, Quintero H, Aschner H. Movimiento del brazo humano: de los tres planos a las tres dimensiones. *Revista de Ingeniería*. 2005;1(22):36-44.
35. Silvia Nogareda Cuixart. NTP 387: Evaluación de las condiciones de trabajo: método del análisis ergonómico del puesto de trabajo.
36. Centro De Ergonomía Aplicada - CENEA. Diseño y Rediseño de Puestos de Trabajo. 2006 Jan 25.
37. Arenas GN. Ergonomic Force Analysis, based on the UNE-EN-1005-3 Method, for Crude Oil Production Plant Operators. *Ergonomics International Journal*. 2020;4(4).
38. Suhardi B, Juwita E, Astuti RD. Facility layout improvement in sewing department with Systematic Layout planning and ergonomics approach. Tan YY, editor. *Cogent Engineering*. 2019 Mar 21;6(1).
39. Diego-Mas, José Antonio. Evaluación postural mediante el método REBA. *Ergonautas*, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 23-11-2022]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
40. Universidad Politécnica de Valencia. Selección de métodos de evaluación ergonómica de puestos de trabajo [Internet]. www.ergonautas.upv.es. 2022. Disponible en: <https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/select/select.php>.

41. Learn more. Kinovea [Internet]. www.kinovea.org. 2004. Available from: <https://www.kinovea.org>
42. Diego-Mas JA, Poveda-Bautista R, Garzon-Leal DC. Influences on the use of observational methods by practitioners when identifying risk factors in physical work. *Ergonomics*. 2015;58(10):1660-70. doi: 10.1080/00140139.2015.1023851. Epub 2015 Apr 7.
43. Gustavo Soto Miño. Angulos De Confort Vision [Internet]. 2009 [cited 2022 Dec 10]. Available from: <https://es.slideshare.net/gusoto/angulos-de-confort-vision>

Investigaciones en salud y trabajo

Facultad de Medicina

Año 2, julio-septiembre 2023, ISSN: 2954-6044

Grupo de investigación Salud, Ser Humano y Trabajo

n.º 7

Análisis ergonómico de los puestos de trabajo en una sastrería: un estudio de caso

Fue editado y publicado por la Editorial Universidad El Bosque
xxxx de 202x
Bogotá, Colombia

Para esta edición, se usaron las familias tipográficas:
Ancizar Serif de 10 a 50 puntos.
El formato de este ejemplar es de 14,5 x 21 cm.

