

DOI

<https://doi.org/10.29393/EID8-6PLDB30006>



APLICACIÓN DE MÉTODOS ERGONÓMICOS PARA EL MANEJO MANUAL DE CARGAS EN EMPRESA DE EMPAQUE DE BERRIES

APPLICATION OF ERGONOMIC METHODS FOR MANUAL HANDLING OF LOADS IN A BERRY PACKAGING COMPANY

Dayra Leilany Orozco-Hernández *

Gilberto Chávez-Esquivel **

Brenda Crystal Suárez-Espinosa ***

Resumen: El proyecto fue realizado en una empresa del sector frutícola (berries) ubicado en Michoacán, México en la cual se detectaron áreas de oportunidad en la aplicación de aspectos ergonómicos requeridos por la norma NOM-036-1-STPS-2018, por lo cual, el objetivo es realizar una evaluación del nivel de riesgo que implica el manejo manual de cargas en los procesos operativos. Se trata de un estudio descriptivo que comprende la aplicación de los métodos MAC, RULA, FCD, así como el uso de una banda torácica y pulsómetro que permitió obtener el porcentaje de carga cardiovascular. Se detectó que el área con mayor nivel de riesgo fue estiba de lo cual se obtuvo un nivel de riesgo medio por el método MAC y por otro lado por el método RULA, modelo FCD y en su porcentaje de carga cardiovascular un nivel de riesgo alto. Con la evaluación se da lugar a una recomendación para disminuir o erradicar los riesgos que se puedan tener.

Palabras clave: Frutícola, manejo manual de cargas, banda torácica, pulsómetro, carga cardiovascular.

Abstract: The project was carried out in a company in the fruit sector (berries) located in Michoacán, Mexico in which areas of opportunity were detected in the application of ergonomic aspects required by the norm NOM-036-1-STPS-2018, whereby, the objective is to carry out an evaluation of the level of risk involved in the manual handling of loads in the operational processes. It's about a descriptive study that includes the application of the MAC, RULA, FCD, as well as the use of a thoracic band and pulsometer that allowed to obtain the percentage of cardiovascular load. It was detected that the area with the highest level of risk was stowage from which a medium level of risk was obtained by the MAC method and furthermore by the RULA method, FCD model and in its percentage of cardiovascular load a high level of risk. With the evaluation gives rise to a recommendation to reduce or eradicate the risks that can be had.

Keywords: Fruit, manual handling of loads, thoracic band, pulsometer, cardiovascular load.

*Tecnológico Nacional de México/ ITS Uruapan. México. Correo electrónico: oohdo20417@itsuruapan.edu.mx. Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-3826-834X>.

**Tecnológico Nacional de México/ ITS Uruapan. México. Correo electrónico: gilberto.ce@uruapan.tecnm.mx. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2896-1239>

*** Tecnológico Nacional de México/ ITS Uruapan. México. Correo electrónico: brenda.se@uruapan.tecnm.mx. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1371-3267>

Recepción: 12.06.2025 / Revisión: 06.03.2026/ Aceptación: 28.04.2026

Introducción

La ergonomía fue definida por la Asociación Internacional de Ergonomía como el conjunto de conocimientos científicos aplicados para que el trabajo, los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades, limitaciones físicas y mentales de la persona, hoy en día diversas empresas se ocupan por aplicar estos conocimientos en sus procesos tal es así que en México entró en vigor la norma NOM-036-1-STPS-2018: Factores de riesgo ergonómico en el trabajo – identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas con el objetivo de garantizar que se cumplan las condiciones mínimas para salvaguardar la salud de los trabajadores.

Algunos de los métodos ergonómicos recomendados para su aplicación en el sector productivo son el método MAC que es un instrumento estipulado por la NOM-036 que evalúa manejo de cargas tales como: peso de la carga/ frecuencia, distancia de las manos a la región lumbar, distancia vertical de levantamiento, torsión y materialización del cuerpo, restricciones posturales, acoplamiento mano-objeto, superficie y otros factores ambientales (Barrios et al., 2022); el método RULA que, por sus siglas en inglés: Rapid Upper Limb Assessment, utiliza un sistema de codificación para generar una lista de acciones que indica el nivel de intervención necesario para reducir los riesgos de lesiones (Orona et al., 2023); el modelo FCD (Fuerza de Compresión de Disco) que corresponde a la acción de la fuerza ejercida por la musculatura extensora de columna vertebral a un determinado ángulo y %CC (porcentaje de carga cardiovascular) que Crespo-Salgado et al. (2015) citan el uso de frecuencia cardíaca como indicador de actividad física y su directa relación con el cuidado de enfermedades y factores de riesgo.

La presente investigación se realizó en una empresa del sector frutícola dedicada a la cosecha, empaque y exportación de berries para exportación, en la cual como uno de sus procesos consiste en la carga y descarga del producto de aproximadamente 300 kg, por otra parte, como parte de las obligaciones de la empresa es cumplir con la normativa legal aplicable como es el caso de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS) en México, para conocer el nivel de riesgo al que se exponen sus trabajadores. Inicialmente se eligió a las personas para el estudio en base a sus rasgos fisiológicos, en seguida se siguieron los criterios de los métodos MAC, RULA, FCD y %CC para obtener un nivel de riesgo alto respectivamente, así como las recomendaciones para disminuir y cumplir con la norma.

Objetivos

Objetivo General

Realizar una evaluación del nivel de riesgo ergonómico respecto al manejo manual de cargas en una empresa del sector frutícola en Michoacán, con la finalidad de conocer el nivel de riesgo al que se exponen los trabajadores, proponer recomendaciones que garanticen la salud de los trabajadores y dar cumplimiento a la norma NOM-036-01-STPS-2018.

Objetivos Específicos

1. Identificar los factores de riesgo ergonómico asociados al levantamiento y transporte de cargas, mediante la aplicación del método MAC para determinar las acciones correctivas.
2. Evaluar la exposición a riesgos por posturas forzadas y esfuerzos biomecánicos mediante el método RULA y el modelo FCD para identificar posibles trastornos en las extremidades superiores y la zona lumbar.
3. Analizar la influencia de la carga cardiovascular en el desempeño de los trabajadores, calculando el porcentaje de carga cardiovascular para clasificar el trabajo físico realizado.
4. Presentar propuestas de mejora en base a los resultados de las evaluaciones para disminuir los riesgos encontrados.

Materiales y métodos

Diseño metodológico.

La Organización Internacional del Trabajo afirma que hasta el 25% de accidentes laborales están relacionados con la manipulación de cargas, por lo que diversos autores han realizado estudios sobre los aspectos para identificar los factores en torno a este tema, tal es el caso de Barrios et al. (2022) que explican que en su trabajo se utilizó el método MAC para determinar el nivel de riesgo por manejo de cargas que pueda presentarse en diferentes áreas y departamentos pertenecientes a la industria alimentaria, de los cuales se encontraron que 5 de los puestos de trabajo presentan riesgo muy alto; 34, riesgo alto; 65, riesgo medio, y 15, riesgo bajo. Sin embargo, Bolívar-Cabarcas (2023) realizó un análisis ergonómico para evitar llevar a los trabajadores a niveles de fatiga fisiológica que derive en patologías osteomusculares dentro de una empresa del sector agroquímico. En su análisis utilizó una banda de fatiga fisiológica para la estimación de la carga cardiovascular, la cual arrojó una estimación del 54% lo que representa que es un trabajo pesado. Al mismo tiempo, con base a los criterios de la NOM-036-1-STP-2018, se realizó dentro de un laboratorio una evaluación de las actividades de un ciclo de trabajo con el fin de identificar los posibles riesgos que corre el trabajador. Se evaluaron los factores de riesgo de cada actividad donde arrojó como resultado un nivel de riesgo medio que requiere de medidas correctivas a corto plazo (Hernández et al., 2021). Por otro lado, Orona et al. (2023) aplicó el método RULA para evaluar la exposición de trabajadores a riesgos por el mantenimiento de posturas inadecuadas que pueden causar trastornos en los miembros superiores del cuerpo en el área de prueba de fugas de tanques de acero. Los resultados arrojaron una calificación final de la evaluación de 7; indicando que se requieren cambios urgentes en la operación. Por otra parte, se determinó la carga cardiovascular a través del uso de un instrumento tipo banda con sensor medidor del ritmo cardíaco para conocer las características de la conducción del servicio público y su impacto en la salud de los conductores. El 70 % de los trabajadores participantes presenta carga cardiovascular elevada de tipo trabajo físico pesado (Peña et al., 2021). También Plantard et al. (2017) realizan una comparación de una evaluación ergonómica de RULA de las posturas estimadas entre el

Microsoft Kinect y las puntuaciones proporcionadas por dos expertos profesionales para evaluar los riesgos posibles.

Los resultados muestran que los datos de Kinect pueden proporcionar grandes puntuaciones de RULA más precisas. Igualmente, Calva et al. (2021) han decidido implementar un estudio ergonómico, dentro de la empresa dedicada a servicios de transporte de tipo autotanque para detectar en el área de monitoreo y mantenimiento las principales causas de ausentismo. Los resultados obtenidos indican un nivel de actuación 4, es decir, se deben hacer cambios urgentes en cada uno de los puestos analizados a fin de evitar padecimientos que afectan el desempeño del personal. Además, la Organización Mundial de la Salud y la Organización Internacional del Trabajo emitieron una alerta sobre el impacto negativo de un elemento considerado reiterativo en las jornadas de trabajo. El objetivo fue estimar la carga cardíaca en un trabajador mediante sensor Polar V2. El estudio determinó que durante el 12 % del tiempo monitoreado, la carga cardíaca fue mayor al 40%, a partir del cual se considera pesado (Tapia-Escalante y Tapia-Gómez, 2022). Finalmente se efectúan evaluaciones de carga física mediante la determinación de la carga cardiovascular a los trabajadores que han debido adaptarse a efectuar tareas agrícolas en terrenos de variable magnitud y expuestos a altas temperaturas. Se proponen medidas de mitigación del impacto que produce en los trabajadores, orientadas a mejorar las condiciones de desempeño de las tareas agrícolas de laderas (Zavala, 2020).

Este proyecto se basa principalmente en una evaluación del nivel de riesgo que implica el manejo manual de cargas específicamente en dos áreas de la empresa que son, el área de calidad y el área de estiba. En ambas secciones, se aplicó un tipo de muestreo por juicio o intencional donde se eligió a una persona de cada sección en base a su complexión y fatiga visible, esto debido a que ésta fatiga tiene influencia en el desempeño del trabajador y afecta en su frecuencia cardíaca la realizar las tareas correspondientes. En el área de estiba se escogió a una persona muy delgada y por el contrario en el área de calidad se seleccionó a una persona más robusta. Con apoyo de los siguientes métodos se realizó la evaluación:

Método MAC (Manual handling Assessment Charts).

El método MAC establece cuatro niveles de riesgo los cuales son: Nivel 1 o verde: riesgo bajo, nivel 2 o naranja: riesgo moderado, nivel 3 o rojo: riesgo alto y nivel 4 o morado: riesgo muy alto (Ver Figura 2).

Utiliza una escala cuantitativa para medir el riesgo y un código de colores para calificar cada factor (Ver Figura 1).

Figura 1. Código de colores para calificar.

Verde (V): Nivel de riesgo bajo Se debería considerar la vulnerabilidad de ciertas personas Ej: mujeres, trabajadores jóvenes, etc.)
Naranja (N): Nivel de riesgo moderado Aunque no existe una situación de riesgo alto, es recomendable examinar la tarea cuidadosamente.
Rojo (R): Nivel de riesgo alto Se requiere introducir mejoras pronto. Esta situación podría exponer a riesgo de lesiones a la espalda, a una proporción significativa de trabajadores.
Morado (M): Nivel de riesgo muy alto La tarea evaluada podría representar riesgo serio de lesiones a la espalda por lo que debería analizarse detenidamente para introducir mejoras.

Crterios adaptados del método MAC por Health and Safety Executive (HSE) – UK (2003)

Figura 2. Tabla para medir el riesgo.

Tarea de levantamiento MAC (monotarea) y MAC- V MAC (multitarea)			
Inserte el color y puntaje numérico correspondiente para cada factor de riesgo			
Factores de Riesgo	Color	Valor	Medidas de control
A Peso de la carga y frecuencia			
B Distancia horizontal de las manos a la región lumbar			
C Región vertical de levantamiento			
D Torsión y lateralización de tronco			
E Restricciones posturales			
F Acoplamiento mano-objeto			
G Superficie de trabajo			
H Factores ambientales (aire, temperatura, iluminación,...)			
Puntaje total			

Figura extraída desde Pinder, A. Health & Safety Laboratory (2002).

Las acciones correctivas se obtienen a partir del puntaje total obtenido y la respectiva categoría de acción (Ver figura 3), esto permitirá priorizar acciones correctivas.

Figura 3. Categorías de acción de acuerdo a puntaje total.

Puntaje Total	Categoría de Acción	Significado
0 a 4	1	No se requiere acciones correctivas
5 a 12	2	Se requiere acciones correctivas
13 a 20	3	Se requiere acciones correctivas pronto
21 a 32	4	Se requiere acciones correctivas inmediatamente

Crterios adaptados del método MAC por Mutual de seguridad (s.f.).

Modelo FCD (Fuerza de Compresión de Disco).

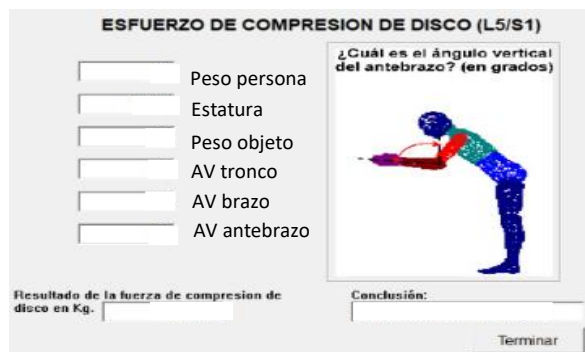
Este método está diseñado para tareas de levantamiento de cargas con ambas manos simultáneamente. Corresponde a la acción de la fuerza ejercida por la musculatura extensora de columna vertebral a un determinado ángulo. Se obtienen las fuerzas de compresión de disco L5/S1, que son el segmento vertebral llamado articulación lumbosacra, que conforma la base de la columna.

Para fortalecer el estudio, se incorpora del método FCD ya que éste determina los

kilogramos fuerza que aplica el trabajador con la intención de no solamente considerar la postura para realizar el trabajo, sino la fuerza lumbar L5/S1 que tiene que ver con el aspecto biomecánico para la realización del trabajo.

Para este método se requiere conocer el peso y la estatura de la persona evaluada, el peso de la carga y los ángulos que se forman al momento de cargar. Con ayuda de la herramienta RULER, permite realizar la medición de los ángulos entre segmentos corporales sobre las fotografías, determinando así los ángulos requeridos para la evaluación.

Figura 4. Software FCD.



Software FDC del sitio web SEMAC.

Figura 5. Herramienta RULER – Medición de ángulos sobre imágenes.



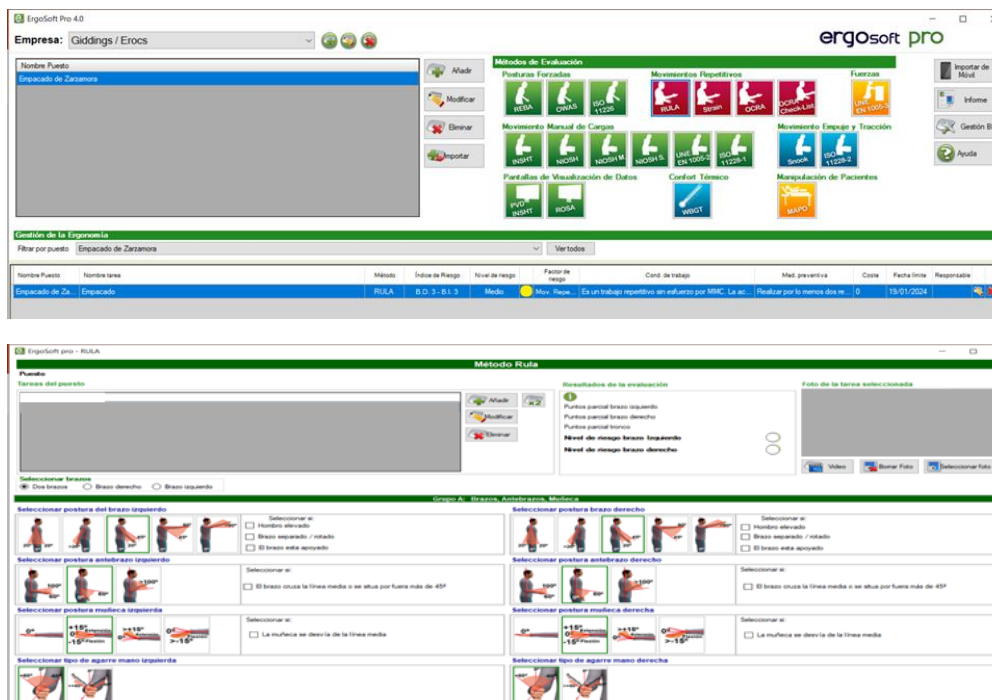
Figura adaptada por la herramienta RULER del sitio web Ergonautas.

Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment).

El Método RULA, es el más adecuado para identificar riesgos asociados con TME (trastornos musculoesqueléticos) en las extremidades superiores. Se basa en una estimación de los ángulos principales de la parte superior del cuerpo, el tronco y la articulación del cuello. Cada ángulo de articulación está asociado con una puntuación de articulación de acuerdo con un rango predefinido de ángulos. Estas puntuaciones conjuntas conducen a las grandes puntuaciones finales y a las recomendaciones de McAtamney y Corlett (1993), citados por Mass (2026).

Para llevar a cabo el estudio por el método RULA se utilizó en Software software ERGOsoft pro, donde dependiendo de la postura para la realización del trabajo, arroja el nivel de actuación por nivel de riesgo identificado (Ver figuras 6 y 7).

Figura 6. Software RULA



Método RULA con el software ERGOsoft adaptada de next prevención

Figura 7. Niveles de actuación para método RULA

NIVELES DE ACTUACIÓN	
Nivel de actuación 1	Un nivel de riesgo 1 ó 2 indica situaciones de trabajo ergonómicamente aceptables.
Nivel de actuación 2	Una puntuación de 3 ó 4 indica situaciones que pueden mejorarse, no es necesario intervenir a corto plazo.
Nivel de actuación 3	Cuando el riesgo es de 5 ó 6 implica que se deben realizar modificaciones en el diseño o en los requerimientos de la tarea a corto plazo.
Nivel de actuación 4	Una puntuación de 7 implica prioridad de intervención ergonómica.

Fuente: método RULA adaptada de next prevención

Carga Cardiovascular.

La frecuencia cardíaca es una medida del número de latidos cardiacos por minuto (Dias et al. 2023) y es un excelente indicador fisiológico de esfuerzo sobre el sistema cardiovascular. La quema de calorías durante las labores del trabajador obtiene el gasto energético.

Para determinar si las actividades que se realizan están dentro de los límites razonables de carga física, se lleva a cabo una medición de los latidos cardiacos, expresados como porcentaje de carga cardiovascular. Se calcula con la fórmula:

$$\%CC = \frac{(FC \text{ trabajo} - FC \text{ reposo})}{(FC \text{ máxima} - FC \text{ reposo})} \times 100$$

Donde:

% CC: Porcentaje de carga cardiovascular.)

FC trabajo: Frecuencia cardíaca de trabajo.

FC reposo: Frecuencia cardíaca de reposo.

FC máxima: Frecuencia cardíaca máxima teórica, obtenida de la diferencia entre 220 y la edad.

Figura 8. Ponderación y criterios para %CC

Ponderación	Criterio
4 Pesado	Porcentaje de carga cardiovascular superior a 40 %
3 Moderado	Porcentaje de carga cardiovascular entre 30 y 40 %
2 Liviano	Porcentaje de carga cardiovascular entre 20 y 29 %
1 Muy liviano	Porcentaje de carga cardiovascular inferior a 20 %

Adaptada de Bolívar-Cabarcas, Y. (2023).

Se considera que el trabajo es pesado cuando en promedio de una jornada de 8 horas se excede el 40 % de la CC.










La obtención de los latidos cardiacos se obtiene con ayuda de un pulsómetro (M200 marca Polar), colocado en la muñeca izquierda de la persona a evaluar, en conjunto con una banda telemétrica (sensor marca Polar H10) situada en la parte torácica del cuerpo. La persona evaluada en el área de calidad se escogió en base a su complexión y peso debido a que las personas con un peso más alto suelen tener un gasto energético mayor, lo que puede influir en el resultado. Mientras que, en el área de estiba se escogió a una persona muy delgada ya que maneja cargas con más peso lo que le puede provocar un sobreesfuerzo.

Resultados y discusión

A continuación, se presentan los hallazgos derivados de la evaluación ergonómica mediante la aplicación de metodologías anteriormente mencionadas, estructurados en base a los objetivos.

Partiendo de lo anterior, se presentan los resultados obtenidos en el personal de calidad usando el método MAC.

Figura 9. Resultado método Mac para área de calidad

Tarea de levantamiento MAC (monotarea) y MAC- V MAC (multitarea)				
Inserte el color y puntaje numérico correspondiente para cada factor de riesgo				
Factores de Riesgo	Color	Valor	Medidas de control	
A	Peso de la carga y frecuencia		0	
B	Distancia horizontal de las manos a la región lumbar		0	
C	Región vertical de levantamiento		0	
D	Torsión y lateralización de tronco		0	
E	Restricciones posturales		0	
F	Acoplamiento mano-objeto		0	
G	Superficie de trabajo		0	
H	Factores ambientales (aire, temperatura, iluminación,...)		0	
Puntaje total		0		

Elaboración propia a partir de la estructura propuesta por Mutua de seguridad (s.f.).

Figura 10. Nivel de acción para área de calidad










Puntaje Total	Categoría de Acción	Significado
0 a 4	1	No se requiere acciones correctivas
5 a 12	2	Se requiere acciones correctivas
13 a 20	3	Se requiere acciones correctivas pronto
21 a 32	4	Se requiere acciones correctivas inmediatamente

Elaboración propia a partir de la estructura de Pinder, A. Health & Safety Laboratory (2002).

Al hacer la evaluación del área de calidad con el método MAC, se obtuvo como resultado un puntaje de riesgo bajo, en color verde ya que todos los factores se encuentran dentro de este nivel, por lo tanto, no se requieren acciones correctivas.

Las siguientes evaluaciones son del personal estibador, también aplicando el método MAC.

Figura 11. Resultado método Mac para área de estiba

Tarea de levantamiento MAC (monotarea) y MAC- V MAC (multitarea)				
Inserte el color y puntaje numérico correspondiente para cada factor de riesgo				
Factores de Riesgo	Color	Valor	Medidas de control	
A	Peso de la carga y frecuencia		0	
B	Distancia horizontal de las manos a la región lumbar		6	
C	Región vertical de levantamiento		3	
D	Torsión y lateralización de tronco		2	
E	Restricciones posturales		0	
F	Acoplamiento mano-objeto		0	
G	Superficie de trabajo		0	
H	Factores ambientales (aire, temperatura, iluminación,...)		1	
Puntaje total		12		

Elaboración propia a partir de la estructura propuesta por Mutua de seguridad (s.f.).

Figura 12. Resultado método Mac para área de estiba

Puntaje Total	Categoría de Acción	Significado
0 a 4	1	No se requiere acciones correctivas
5 a 12	2	Se requiere acciones correctivas
13 a 20	3	Se requiere acciones correctivas pronto
21 a 32	4	Se requiere acciones correctivas inmediatamente

Elaboración propia a partir de la estructura de Pinder, A. Health & Safety Laboratory (2002)

Mientras que, para el área de estiba, los factores variaron en diferentes niveles de riesgo dando un total de 12 con un color naranja, lo que significa que se requieren acciones correctivas siendo este un riesgo moderado.

A continuación, se exponen los resultados de la evaluación con el Modelo FCD en las áreas de calidad y estiba.

Figura 13. Resultado modelo FCD en área de calidad

ESFUERZO DE COMPRESION DE DISCO (L5/S1)

Peso persona

Estatura


Peso objeto

AV tronco

AV brazo

AV antebrazo

¿Cuál es el ángulo vertical del antebrazo? (en grados)



Resultado de la fuerza de compresion de disco en Kg.

Conclusión:
El levantamiento es seguro

Elaboración propia a partir de la estructura del software FDC del sitio web SEMAC.

Figura 14. Persona evaluada del área de calidad



Elaboración propia.

Al tener una carga con un peso bajo y considerar que la persona evaluada pesa 60 kg, mide 1.54 m y resulta tener ciertos ángulos debido a su postura, da como resultado que el levantamiento de la carga es seguro y por ende el nivel de riesgo es bajo.


Figura 15. Resultado modelo FCD en área de estiba

ESFUERZO DE COMPRESION DE DISCO (L5/S1)

50	Peso persona
1.70	Estatura
10	Peso objeto
45	AV tronco
37	AV brazo
118	AV antebrazo

Resultado de la fuerza de compresion de disco en Kg. 271.62

¿Cuál es el ángulo vertical del tronco? (en grados)



Conclusión:
El levantamiento es peligroso

Terminar

Elaboración propia a partir de la estructura del software FDC del sitio web SEMAC.

Figura 16. Persona evaluada del área de estiba

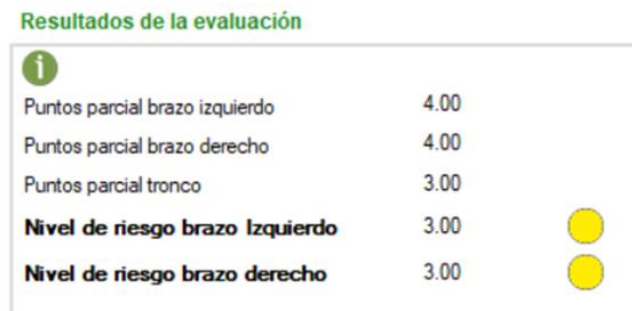


Elaboración propia.

Por lo contrario, la persona evaluada en esta área cuenta con un peso de 50 kg y una altura de 1.70 m, con sus respectivos ángulos. Esto arroja como resultado que el levantamiento que está realizando es peligroso.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la evaluación aplicada en el personal de calidad utilizando el método RULA.

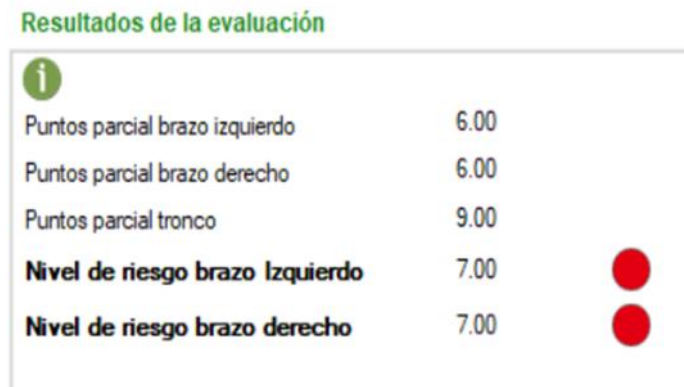
Figura 17. Nivel de riesgo con método RULA en área de calidad



Elaboración propia a partir de la estructura de del método RULA con el software ERGOsoft adaptada de next prevención.

El nivel de riesgo final es de un total de 3 con un color amarillo para ambos brazos, esto indica un nivel de actuación 2 que significa que puede mejorar, pero no es necesario intervenir a corto plazo.

Figura 18. Nivel de riesgo con método RULA en área de estiba



Elaboración propia a partir de la estructura de del método RULA con el software ERGOsoft, adaptada de next prevención.

En este caso el nivel de riesgo tiene un color rojo y un puntaje final de 7 para ambos brazos, esto significa que se encuentra en un nivel de actuación 4 que implica una prioridad de intervención ergonómica.

En el siguiente apartado se expresan los resultados de la evaluación de carga cardiovascular del personal de calidad y de estiba.

Figura 19. Datos de la persona evaluada en carga cardiovascular del área de calidad

NOMBRE	FECHA	TIEMPO LABORANDO	EDAD	ESTATURA	PESO	IMC	CLASIF IMC
CRISTINA ZARAGOZA GARCÍA	08/03/2024	3 Temporadas	44	164	64	23.80	Normopeso

Elaboración propia.

Figura 20. Datos de la persona evaluada en carga cardiovascular del área de calidad.

FCPROM-TRABAJO	FCPROM-TRABAJO-MAX	FCPROM-TRABAJO-MIN	FCMAX	FCREP	%CC	KCAL	INICIO	TÉRMINO
85	122	71	176	55	24.79	109.00	01:45 p. m.	02:45 p. m.

Elaboración propia.

Se puede observar que el resultado de %CC es de 24.79% lo que indica que la carga es liviana, no genera ningún sobreesfuerzo y no existe riesgo.

Figura 21. Datos de la persona evaluada en carga cardiovascular del área de estiba.

NOMBRE	FECHA	TIEMPO LABORANDO	EDAD	ESTATURA	PESO	IMC	CLASIF IMC
ANUAR LEMUS RIVERA	08/03/2024	2 meses	20	170	50	17.30	Peso insuficiente

Elaboración propia.

Figura 22. Datos de la persona evaluada en carga cardiovascular del área de estiba.

FCPROM-TRABAJO	FCPROM-TRABAJO-MAX	FCPROM-TRABAJO-MIN	FCMAX	FCREP	%CC	KCAL	INICIO	TÉRMINO
121	155	93	200	55	45.52	348.00	12:15 p. m.	01:57 p. m.

Elaboración propia.

En este caso 45.53% fue el resultado final de %CC indicando que el trabajo realizado es pesado para la persona evaluada, lo que puede ocasionar un sobreesfuerzo y ciertas lesiones a futuro.

Discusión

Los resultados obtenidos en el estudio evidencian una convergencia entre los métodos MAC, RULA y FCD en la identificación de niveles de riesgos ergonómicos para las actividades de manejo manual de cargas. La evaluación por el método MAC presenta diferencias de riesgos entre el área de calidad y estiba siendo estiba en la que se sugieren acciones correctivas derivado del criterio de distancia horizontal de las manos a región lumbar, región vertical de levantamiento y torsión y laterización del tronco, mientras en el área de calidad presenta un nivel de riesgo bajo, caso similar en la evaluación por el método RULA, que evalúa trastornos musculoesqueléticos en extremidades, en donde pasa de situación que puede mejorarse a necesidad de intervención ergonómica.

Por su parte, el método CFD aportó un enfoque biomecánico centrado en la capacidad física del trabajador en donde en el área de calidad no se requiere algún sobreesfuerzo mientras que en el área de estiba el trabajo es pesado pudiendo ocasionar sobreesfuerzo y lesiones futuras, cabe señalar que el método CFD se considera como base para la medición cuantitativa al medir la frecuencia cardíaca para la realización del trabajo, estudios como el de (Dias et al. 2023), permitieron identificar que diversos estudios ergonómicos utilizan este tipo de medidas para la identificación de factores de riesgo como las horas trabajadas, tipo de tareas y características individuales del trabajador. Los métodos utilizados para la aplicación en los puestos de trabajo se consideran estándares internacionales de evaluación, en el caso de RULA, Blume (2021) realiza su estudio sobre los riesgos ergonómicos asociados a trastornos musculoesqueléticos, complementando con los métodos MAC y CFD para realizar una evaluación del puesto de trabajo.

Si bien el análisis permitió identificar la necesidad de intervención para la mejora ergonómica del puesto de trabajo comparando las áreas de calidad y estiba en la empresa, se recomienda aplicar los métodos MAC, RULA y FCD en las distintas áreas operativas de la empresa incorporando también otros métodos de evaluación que integren tecnologías de medición o sistemas de captura de movimiento para tener un panorama más completo y objetivo de la condición del puesto de trabajo desde el enfoque ergonómico que permita mejorar las condiciones de seguridad y salud ocupacional.

Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten observar la diferencia del nivel de riesgo que existe entre el área de calidad y el área de estiba. El área de calidad muestra que existe un nivel bajo de riesgo para cada método de evaluación y que los levantamientos son seguros, mientras que, el área de estiba demostró tener un nivel de riesgo medio con el método MAC y un nivel de riesgo alto para el método RULA, FCD y %CC, lo que significa que el manejo de cargas puede ser peligroso para los trabajadores y se requiere una intervención ergonómica.

Como una propuesta de mejora para el área de calidad, únicamente sería que su área de trabajo sea ajustable a la altura de cada una de las trabajadoras para que no tengan molestias con respecto a su postura y para el área de estiba, se recomienda colocar una superficie que pueda elevar el vehículo que contiene la carga, al mismo nivel de donde se descarga para que el trabajador no tenga que forzar su postura y no genere un esfuerzo extra.

Se identificó también que la evaluación de riesgo ergonómico en tareas de manejo manual de cargas debe abordarse también desde otras perspectivas en donde se consideren factores organizacionales y tecnológicos que consideren las capacidades humanas para el diseño del sistema de trabajo, esquemas de capacitación teórico - práctica, acciones de vigilancia para la salud, así como acciones enmarcadas en regulaciones vigentes como la NOM-036 STPS en el contexto mexicano como estrategias preventivas y sostenibles. En este sentido, el cumplimiento normativo debe considerarse como una oportunidad para fortalecer sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional, en donde la ergonomía aplicada se consolida como un componente clave para avanzar hacia entornos laborales más seguros, saludables y productivos.

Referencias

- Barrios, A. S. R., del Llano, M. F. B., Muñoz, V. L. I., Valle, V. H., Medina, N. E. G., & Solís, P. T. G. (2022). Identificación del nivel de riesgo ergonómico por manejo de cargas y movimientos repetitivos en industria alimentaria. *Lux Médica*, 17(51). <https://revistas.uaa.mx/index.php/luxmedica/article/view/3507/3362>
- Bolívar-Cabarcas, Y. (2023). Análisis ergonómico del proceso de formulación de una planta agroquímica. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 5(2), 50–60. <https://doi.org/10.29393/EID5-13AEYB10013>
- Berrones Guapulema, E. I., & Enríquez Estrella, M. Á. (2022). Gestión de riesgos ergonómicos por levantamiento manual de cargas en la Empresa JC Termosolar Energía Renovable de la ciudad de Riobamba. *Polo del Conocimiento*, 7(10), 239–268. <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/4723>
- Blume KS, Holzgreve F, Fraeulin L, Erbe C, Betz W, Wanke EM, Brueggmann D, Nienhaus A, Maurer-Grubinger C, Groneberg DA, Ohlendorf D. Ergonomic Risk Assessment of Dental Students-RULA Applied to Objective Kinematic Data. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Oct 8;18(19):10550. DOI: 10.3390/ijerph181910550. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8508251/>
- Calva-Gálvez, R., Gálvez-Mendoza, A., & Trejo-Mendoza, J. P. (2021). Aplicación del método RULA para evaluar las condiciones ergonómicas de trabajo en Autotanques Nieto S. A. de C. V., Tepeji del Río Hidalgo. *Revista de Ingeniería y Tecnologías para el Desarrollo Sustentable*, 9, 27–30. http://reingtec.itsoeh.edu.mx/reingtec/docs/vol9_2021reingtec/8.-%20IIND%20Calva%20Ga%CC%81lvez.pdf
- Crespo-Salgado, J. J., Delgado-Martín, J. L., Blanco-Iglesias, O., & Aldecoa-Landesa, S. (2015). Guía básica de detección del sedentarismo y recomendaciones de actividad física en atención primaria. *Atención Primaria*, 47 (3), 175-183. [Guía básica de detección del sedentarismo y recomendaciones de actividad física en atención primaria - ScienceDirect](#)
- Dias, Mariana, Luís Silva, Duarte Folgado, Maria Lua Nunes, Cátia Cepeda, Marcus Cheetham, and Hugo Gamboa. 2023. “Cardiovascular Load Assessment in the Workplace: A Systematic Review.” *International Journal of Industrial Ergonomics* 96: 103476. doi:10.1016/J.ERGON.2023.103476.
- McAtamney, L. Y Corlett, E. N., 1993, RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24, pp. 91-99
- Diego-Mas, Jose Antonio. Evaluación postural mediante el método RULA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. Disponible online: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Ergonautas. RULER – Medición de ángulos sobre imágenes. <https://www.ergonautas.upv.es/ergoniza/app/index.html>
- Hernández, M. C., Hernández, A. C., González, R. A., & Ibarra, J. R. (2021). Evaluación de un ciclo de trabajo bajo la norma oficial mexicana NOM-036-1 de riesgos ergonómicos. *Jóvenes en la Ciencia*, 10. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3296>
- Health and Safety Executive (HSE). (2003). Manual Handling Assessment Charts. UK. https://ergomedia.isl.gob.cl/app_ergo/mac/mac.pdf
- Mutual de seguridad. (s.f.). Cartilla para Evaluar en Terreno. Método MAC. [91](https://www.mutual.cl/portal/wcm/connect/61c8d37a-47ff-4873-9d84-ea51aecfbfod/5-</p></div><div data-bbox=)

- [hoja-terreno-mac-transporte-hse-nov2018.pdf?MOD=AJPERES&CONVERT_TO=url&CACHEID=ROOTWORKSPACE-61c8d37a-47ff-4873-9d84-ea51aecbf0d-oD.gjIL](#)
- Next Prevención. Método RULA. <https://nextprevencion.com/metodos/ergonomia/metodo-rula/>
- Orona, G. A. M., Sánchez, A. F., Zepeda, P. I. G., & Reyes, M. P. (2023). Análisis ergonómico mediante la aplicación del método RULA en proceso de industria manufacturera. *Revista IPSUMTEC*, 6(3), 103–111. <https://doi.org/10.54960/ipsumtec.v6i3.221>
- Peña, M. R., Marín, J. E. Á., Vega, G. P., & Rubio-Rodríguez, G. A. (2021). Análisis correlacional de la carga cardiovascular y aspectos ergonómicos en conductores de transporte urbano. *Gaceta Médica de Caracas*, 129(1), 5–12. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_gmc/article/view/21264
- Pinder, A. Health & Safety Laboratory. (2002). Benchmarking of the Manual Handling Assesment Charts (MAC). UK. HSL https://www.researchgate.net/publication/331675027_Benchmarking_of_the_Manual_Handling_Assessment_Charts_MAC
- Plantard, P., Shum, H. P. H., Le Pierres, A.-S., & Multon, F. (2017). Validation of an ergonomic assessment method using Kinect data in real workplace conditions. *Applied Ergonomics*, 65, 562–569. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.10.015>
- Ruiz Barrios, A. S., Becerra del Llano, M. F., Islas Muñoz, V. L., Hernández Valle, V., García Medina, N. E., & Girón Solís, P. T. (2022). Identificación del nivel de riesgo ergonómico por manejo de cargas y movimientos repetitivos en industria alimentaria. *Lux Médica*, 17(51), 45–53. <https://doi.org/10.33064/51lm20223507>
- Sociedad de Ergonomistas de México A.C. (SEMAC). Fuerza de compresión de discos. <https://semac.org.mx/analisis/>
- Tapia-Escalante, H., & Tapia-Gómez, H. (2022). Carga cardíaca como biomarcador para ajuste ergonómico y factores humanos de actividades laborales. A propósito de un caso con patología cardiovascular. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 4(2), 51–62. <https://doi.org/10.29393/EID4-14CCHH20014>
- Zavala Briceño, D. P. (2020). Ergonomía del trabajo agrícola en laderas de cerro en la zona central de Chile: Estudio de caso en faenas de riego. *Ergonomía, Investigación y Desarrollo*, 2(3), 48–62. <https://doi.org/10.29393/EID2-4ETDZ10004>



Todos los contenidos de la revista **Ergonomía, Investigación y Desarrollo** se publican bajo una [Licencia Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](#) y pueden ser usados gratuitamente, dando los créditos a los autores y a la revista, como lo establece la licencia