



*Gestión de riesgos ergonómicos por levantamiento manual de cargas en la  
Empresa JC Termosolar Energía Renovable de la ciudad de Riobamba*

*Ergonomic risk management for manual lifting of loads in the JC Termosolar  
Renewable Energy Company in the city of Riobamba*

*Gerenciamento de riscos ergonômicos para elevação manual de cargas na  
Empresa de Energias Renováveis JC Termosolar na cidade de Riobamba*

Eduardo Israel Berrones Guapulema <sup>I</sup>  
[edubg86@hotmail.com](mailto:edubg86@hotmail.com)  
<https://orcid.org/0000-0003-4511-5445>

Miguel Ángel Enríquez Estrella <sup>II</sup>  
[menriquez@uea.edu.ec](mailto:menriquez@uea.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-8937-9664>

**Correspondencia:** [edubg86@hotmail.com](mailto:edubg86@hotmail.com)

Ciencias de la Salud  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 23 de agosto de 2022 \* **Aceptado:** 12 de septiembre de 2022 \* **Publicado:** 3 de octubre de 2022

- I. Maestrante Instituto de Posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador.
- II. Ingeniero Agroindustrial, Magíster en Gestión de la Producción Agroindustrial, Docente de la Facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad Estatal Amazónica, Coordinador del grupo de Investigación estudiantil de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador.



## Resumen

Uno de los problemas en las empresas de instalación de equipos y maquinas son los problemas de salud que pueden contraer por las cargas y movimientos que pueden tener, el objetivo del estudio fue gestionar estos riesgos ergonómicos por el levantamiento manual de cargas en la empresa JC Termosolar Energia Renovable de la ciudad de Riobamba, para lo cual se aplicó un método no experimental basado en la aplicación de 2 métodos de evaluación, la goniometría evaluada por el medico ocupacional externo y el método MAC en los puestos de trabajo, dándonos como resultado rangos moderados con la primera evaluación y con la segunda evaluación niveles críticos en las áreas de bodega, transporte y descarga de materiales enfocados a la distancia de manos a la zona lumbar, distancia vertical, torsión y laterización del tronco, un nivel 2 moderado y significativo en el acoplamiento del objeto y una puntuación de riesgo moderado en las superficies de trabajo y condiciones ambientales, para lo cual se generó una propuesta de gestión basada en medidas de mitigación para evitar estos problemas.

**Palabras Clave:** Método Mac; Goniometría; ergonómicos; Riesgos; Gestión.

## Abstract

One of the problems in equipment and machine installation companies are the health problems that they can contract due to the loads and movements that they can have, the objective of the study was to manage these ergonomic risks by manual lifting of loads in the company JC Termosolar Renewable Energy of the city of Riobamba, for which a non-experimental method was applied based on the application of 2 evaluation methods, the goniometry evaluated by the external occupational doctor and the MAC method in the jobs, giving us moderate ranges as a result. with the first evaluation and with the second evaluation critical levels in the areas of storage, transport and unloading of materials focused on the distance from the hands to the lower back, vertical distance, torsion and lateralization of the trunk, a moderate and significant level 2 in the docking of the object and a moderate risk score on work surfaces and environmental conditions, for which g enerated a management proposal based on mitigation measures to avoid these problems.

**Keywords:** Mac method; Goniometry; ergonomic; risks; Management.

## Resumo

Um dos problemas nas empresas de instalação de equipamentos e máquinas são os problemas de saúde que podem contrair devido às cargas e movimentos que podem ter, o objetivo do estudo foi gerenciar esses riscos ergonômicos por levantamento manual de cargas na empresa JC Termosolar Energias Renováveis da cidade de Riobamba, para o qual foi aplicado um método não experimental baseado na aplicação de 2 métodos de avaliação, a goniometria avaliada pelo médico do trabalho externo e o método MAC nos postos de trabalho, dando-nos como resultado intervalos moderados. com a primeira avaliação e com a segunda avaliação níveis críticos nas áreas de armazenamento, transporte e descarga de materiais com foco na distância das mãos à região lombar, distância vertical, torção e lateralização do tronco, nível moderado e significativo 2 na atracação do objeto e uma pontuação de risco moderado em superfícies de trabalho e condições ambientais, para o qual g elaborou uma proposta de gestão baseada em medidas de mitigação para evitar esses problemas..

**Palavras-chave:** método Mac; Goniometria; ergonômico; riscos; Gestão.

## 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 (IEA, 2015). Las enfermedades ocupacionales por trastornos músculo-esqueléticos (TME) están asociados a las causas físicas y los factores de riesgos organizativos tales como la manipulación manual de cargas, movimientos repetitivos, posturas forzadas, trabajo a un ritmo elevado y estar de pie o sentado durante largo tiempo (NT-02-2008). Los trastornos músculo-esqueléticos (TME) se encuentran entre los problemas más importantes de salud en el trabajo (Pun, Ms, Manjourides, & Scd, 2017), tanto en los países desarrollados como en los que están en vías de desarrollo (Guo et al., 2004). Los estudios epidemiológicos realizados en diversos países muestran que los TME se presentan en diversas actividades humanas y en todos los sectores económicos (Shojaei et al., 2016), además esta problemática implica un inmenso costo para la sociedad (Karimi et al., 2016)

Los TME incluyen un grupo de condiciones médicas que involucran a los nervios, tendones, músculos y estructuras de soporte del aparato locomotor (Mosaly, 2016), son reconocidas como una causa importante de ausentismo e incapacidad entre muchas poblaciones laborales (Rojas et al., 2015). Estas afectaciones están asociadas a determinados factores de trabajo de tipo físico presentes en muchas tareas como: repetitividad (Shankar et al., 2015) desarrollo de fuerzas (Smith

& Gallagher, 2015), posturas (Tee et al., 2017), exposición a vibraciones (Xu et al., 2017), levantamiento de cargas (Tafazzol et al., 2016) entre otros y presentan un carácter acumulativo que pueden ocasionar síntomas severos y debilitantes tales como dolor, entumecimiento, parestesia y molestia, en una o varias regiones corporales (Kearney, Allen, Balanay, & Barry, 2016), así como pérdida de tiempo en el trabajo, incapacidad temporal o permanente, dificultad para realizar tareas laborales e incremento en los costos de compensación (Bellorín, Sirit, Rincón, & Amortegui, 2007).

El sobreesfuerzo causado por el manejo o manipulación de máquinas o equipos asociados a la adopción de posturas incómodas o forzadas, es un elemento predisponente para la aparición de lesiones músculo – esqueléticas, (E. A. Kim & Nakata, 2014).

De acuerdo con el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH) de los Estados Unidos, un TME con el trabajo es una lesión de las estructuras musculares, tendones, nervios, articulares, cartílagos, huesos o vasos sanguíneos de los brazos, las piernas, la cabeza, el cuello o la espalda que se produce o se intensifica negativamente por la ejecución de actividades laborales como levantar, empujar o halar objetos. Los síntomas pueden incluir dolor, rigidez, hinchazón, adormecimiento y cosquilleo, los TME prevalecen actualmente en trabajadores de diferentes sectores laborales, desencadenando considerables niveles de ausentismo y en consecuencia una baja productiva laboral de la empresa (OMS, 2019)

La manipulación manual de cargas ocasiona frecuentes y variadas enfermedades y accidentes de origen laboral (Gooyers et al., 2018), las más frecuentes son entre otras: contusiones, cortes, heridas, fracturas y sobre todo lesiones músculo-esqueléticas (Tafazzol et al., 2016) (Astuti, Susmartini, & Kinanthi, 2017), que se pueden producir en cualquier zona del cuerpo, pero son más sensibles los miembros superiores, y la espalda, en especial en la zona dorsolumbar (Adeyemi, Adejuyigbe, Ismaila, & Dekoya, 2015).

Varios estudios son consistentes en demostrar que el dolor lumbar se presenta más comúnmente en trabajo relacionado con manejo manual de cargas (Astuti et al., 2017) (Madinei & Ning, 2017) (Silveti et al., 2015), especialmente cuando estas se toman del piso o exigen movimientos bruscos del tronco (H. K. Kim & Zhang, 2017), además al realizar tareas repetidas físicamente agotadoras con trabajo muscular dinámico pesado e inclinaciones o giros de la espalda (Plamondon et al., 2017) (Plamondon, Delisle, Larivière, & Salazar, 2010). La naturaleza del trabajo de mantenimiento automotriz de maquinaria pesada, involucra en muchas de sus actividades

manipular manualmente cargas en tareas de levantamiento y transporte de componentes mecánicos, lubricantes, entre otros sobre todo cuando no se los realiza en un lugar determinado sino en campo. La respuesta física de los trabajadores al realizar actividades de manipulación manual de cargas se suma a la problemática en mención (Ariza & Javier Idrovo, 2005), ya que no todos las personas (hombres o mujeres) pueden desarrollar actividades que van más allá de su límite energético (Márquez, Díaz, & Tejada, 2011), situación que se complica con el pasar de los años ya que las personas tienden a disminuir su capacidad física de trabajo (CFT) (Lamb & Keene, 2017); es así que teniendo como fundamento varios estudios, se ha sugerido que aproximadamente el 33 % de la capacidad aeróbica máxima (VO<sub>2</sub>max) de un individuo sea la carga de trabajo físico aceptable para una jornada laboral de ocho horas (Ariza & Javier Idrovo, 2005).

Los trabajadores de la empresa se encuentran expuestos a distintos riesgos ergonómicos, los que serán evaluados para conocer riesgos críticos y la gran importancia de una mejora en los procedimientos al momento de manejar el levantamiento de carga, así lograr una mejora en el puesto de trabajo. Se lleva a cabo visitando la empresa para la observación a diferentes trabajadores, herramientas que nos dio a conocer el riesgo de los cuales están expuestos la mayoría, La manipulación de cargas representa un riesgo para los trabajadores de los diferentes sectores. La Organización Internacional del Trabajo (2014) afirma que hasta el 25% de accidentes laborales están relacionados con la manipulación de cargas. Según la cuarta encuesta europea sobre condiciones de trabajo de la Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo en el 2005, señala que el 38% de la población realiza manipulación manual de cargas, generándose afecciones dorso - lumbares en la mayoría de la población laboral. industriales en el sector laboral, que pueden generar lesiones musculares, tendones, nervios o articulaciones, con dolor localizado en cuello, espalda, cintura por postura de trabajo, esfuerzo, movimientos repentinos y manejo de carga.

En la actualidad, los entornos laborales que exponen a los trabajadores a condiciones de trabajo ergonómicamente inadecuados, que desconocen de un procedimiento o manual de levantamiento de cargas, la inoperancia de un sistema de gestión, un control técnico antes, durante y después del trabajo en carga y descarga, las cuales constituyen una de las principales causas de enfermedades relacionadas con el trabajo. Estos problemas de salud afectan no solo a la calidad de vida de los trabajadores, sino que supone un importante coste social y económico como consecuencia, tanto las empresas, que ven afectada su productividad, como los organismos oficiales, encargado de velar

por la salud y la seguridad de los trabajadores, prestan especial atención a este tipo de dolencias. Como primer paso para tomar medidas, ya sean preventivas o paliativas, la evaluación ergonómica de puestos de trabajo permite establecer la presencia de factores de riesgo derivados de un mal diseño del puesto, desde el punto de vista ergonómico. (Asensio Cuesta, 2012), La gestión de recursos tiene relación con la planificación, optimización y adecuación de los recursos existentes (Enríquez, 2022) El objetivo del estudio fue gestionar los riesgos ergonómicos por levantamiento manual de cargas en la empresa JC Termosolar Energía Renovable de la ciudad de Riobamba.

## Metodología

### Tipo de Investigación

La investigación fue no experimental, descriptiva por la disgregación del fenómeno de la gestión de riesgos ergonómicos por el levantamiento manual de cargas en la empresa JC Termosolar Energía Renovable de la ciudad de Riobamba y correlacional por la relación de las variables de riesgo ergonómico en relación al método MAC que se utilizó.

### Muestra y población de estudio

La empresa tiene un total de 15 trabajadores que laboran en 2 áreas según se detalla en la tabla 1.

**Tabla 1** Empleados de la empresa JC Termosolar Energía Renovable

Área	Número de trabajadores
Administrativa	5
Operativa	10

El estudio del riesgo ergonómico por el levantamiento manual de cargas se enfocó en los 10 trabajadores que laboran en el área operativa.

### Metodología y/o instrumentos utilizados

El estudio se realizó en 4 fases según se detalla en la tabla 2.

**Tabla 2** Fases de estudio


Fase	Detalle
------	---------

1	Compilado fotográfico de las tareas de cargas, descarga de materiales y equipos.
2	Goniometría para evaluar los puestos de trabajo
3	El método MAC se basa en estudios biomecánicos, psicofísicos y factores del entorno físico que utiliza una escala cuantitativa para medir el riesgo y un código de colores para calificar cada factor.
4	Resultados y gestión ergonómica

## Resultados

La empresa JC Termosolar Energía Renovable, tiene como objetivo la venta, instalación y mantenimiento de calentadores solares nacionales e importados. El trabajo de la empresa se enfoca en los siguientes procedimientos que se detallan en la tabla 3.

**Tabla 3** Procedimiento de trabajo y compilado fotográfico

Puesto de trabajo	de Fotografía
Bodega	



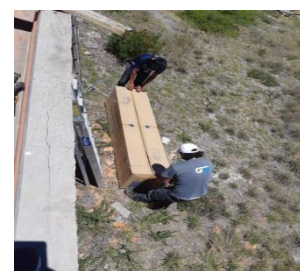
Transporte de materiales



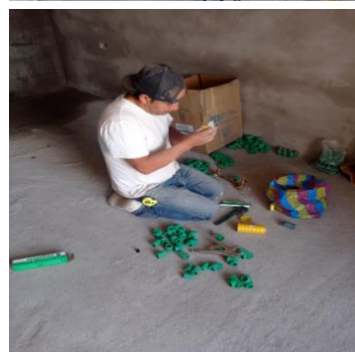
Descarga de materiales



Traslado de materiales al sitio de instalación



Instalación



## Supervisión

**Goniometría para evaluar los puestos de trabajo**

Esta es una técnica de medición de los ángulos creados por la intersección de los ejes longitudinales de los huesos a nivel de las articulaciones. El objetivo de aplicar esta técnica es evaluar la posición de una articulación en el espacio, en este caso, se trata de un procedimiento estático que se utiliza para objetivar y cuantificar la ausencia de movilidad de una articulación el proceso. Para lo cual se deben determinar características de la población de estudio según se detallan en la tabla 4.

**Tabla 4** Características sociodemográficas de la población de estudio

Nombre	Edad	Instrucción	Antecedentes		Talla (m)	Peso (Kg)	IMC
			ocupacionales *	Puesto de trabajo			
Luis P	23	Bachiller	No	Bodega	1,56	55	22,60
Jose K	34	Bachiller	No	Bodega	1,58	54	21,63
Angel V	45	Bachiller	No	Transporte	1,73	69	23,05

David								
C	55	Superior	Si	Supervisión	1,65	73	26,81	
				Descarga y				
Raul T	33	Bachiller	No	traslado	1,72	74	25,01	
				Descarga y				
Jose V	32	Bachiller	No	traslado	1,64	68	25,28	
Marco				Descarga y				
A	36	Bachiller	Si	traslado	1,62	64	24,39	
Angel								
A	43	Tecnologo	No	Instalación	1,64	60	22,31	
Luis C	44	Tecnologo	No	Instalación	1,58	60	24,03	
Rodrig								
o V	45	Bachiller	Si	Instalación	1,7	68	23,53	

\*Nota. - la entrevista del médico ocupacional determina antecedentes de problemas lumbares en los 3 trabajadores.

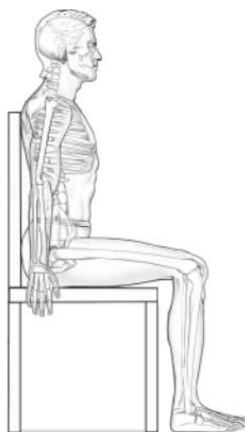
Se utilizaron 2 tipos de goniómetros: el universal y de pared permitiendo evaluar la posición articular en 3 planos espaciales (sagittales, frontal y transversal), sobre estos 3 ejes, se producen movimientos articulares y el arco de movimiento de los segmentos corporales, Los valores de referencia considerados para la investigación fue el descrito por Taboadela C. (2007) y pertenecen a la Asociación para el Estudio de Osteosíntesis (AO), en la tabla 5 se detalla sus resultados.

**Tabla 5** Evaluación goniometría de puestos de trabajo

Tipo	Detalle	Puestos trabajo	Resultados
------	---------	-----------------	------------

**Raquis cervical**

El examen goniométrico de la columna cervical debe realizarse con el paciente sentado a fin de estabilizar la pelvis y la columna dorsolumbar y prevenir la aparición de mareos, síncope o caídas por cuadros vertiginosos.



- Bodega
- Transporte
- Descarga
- Instalación

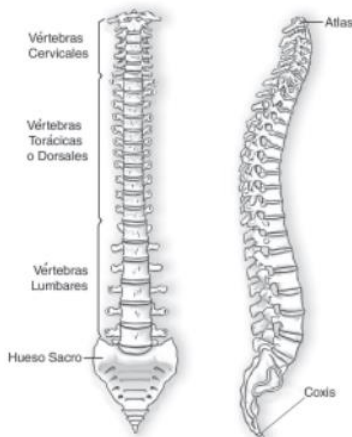
*Flexión –extensión.* - se registró el ángulo formado entre la posición 0 y las posiciones finales de flexión y extensión, siendo los valores normales para la Flexión: 0-35°/45° (AO) y para la Extensión: 0- 35°/45° (AO).

*Inclinación lateral derecha e izquierda.*  
- Se registró el ángulo formado entre la posición 0 y las posiciones finales de inclinación lateral derecha e izquierda de cabeza, siendo los valores normales para la Inclinación lateral derecha e izquierda: 0-45° (AO).

*Rotación izquierda derecha.* - Se registró el ángulo formado entre la posición 0 y las posiciones finales de rotación derecha e izquierda, siendo los valores normales para la rotación derecha e izquierda: 0-60°/80° (AO).

**Raquis dorsolumbar**

Cuando se examine el raquis dorsolumbar con el paciente parado, la discrepancia de longitud de miembros inferiores deberá compensarse con un realce de manera de nivelar ambas espaldas anterosuperiores y corregir la actitud escoliótica.



- Bodega
- Transporte
- Descarga
- Instalación

*Flexión – extensión.* - Se registra la medición, siendo los valores normales para la flexión: 0-80° (AAOS) y para la extensión: 0-30° (AO).

*Inclinación lateral derecha e izquierda.*  
Se registra la medición, siendo los valores normales: Inclinación lateral derecha e izquierda: 0-30°/40° (AO).

*Rotación derecha e izquierda.* - Se registró el ángulo reflejado en el goniómetro que está colocado detrás del paciente en la pared, siendo los valores normales: Rotación derecha e izquierda: 0-30° (AO)

**Articulación glenohumeral**

Presenta movimientos de abducción-aducción, flexión-extensión y rotación interna-externa.

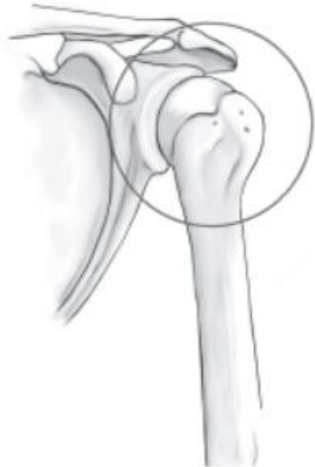
- Bodega
- Transporte
- Descarga
- Instalación

*Abducción – aducción.* - Se registró el ángulo formado entre la posición 0 y la posición final de abducción y aducción, siendo los valores normales: Abducción: 0-160°/180° (AO) y Aducción: 0-30° (AO).

*Flexión.* - Se registra el ángulo formado entre la posición 0 y la posición final de flexión, siendo los valores normales: Flexión: 0-150° (AO).

*Extensión.* - se registró el ángulo formado entre la posición 0 y la posición final de extensión, siendo los valores normales: Extensión: 0-40° (AO).

*Rotación externa e interna.* - Se registra el ángulo formado entre la posición 0 y



la posición final de rotación externa e interna, siendo los valores normales:

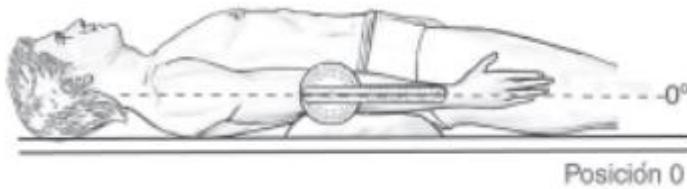
Rotación externa: 0-70° (AO).  
Rotación interna: 0-70° (AO).

Codo

Para la evaluación el trabajador se ubicó en decúbito dorsal con el brazo apoyado sobre una almohada; miembro superior en posición 0.

Bodega  
Transporte  
Descarga  
Instalación

*Flexión-extensión.* - Se registra el ángulo formado entre la posición 0 y la posición final de flexión y extensión, siendo los valores normales: Flexión: 0-150° (AO). Extensión: 0-10° (AO).

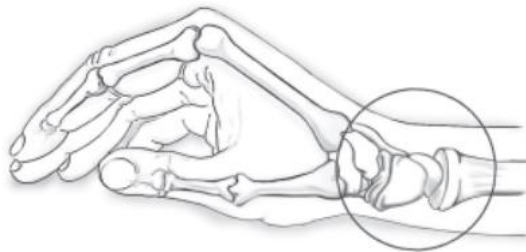


Muñeca  
(condiloartrosis radiocarpiana)

Presenta movimientos de flexión-extensión y desviación radial-cubital. Eje: colocado sobre la proyección del hueso piramidal (borde cubital de la muñeca, ligeramente por delante de la apófisis estiloides cubital).

Bodega  
Transporte  
Descarga  
Instalación

Se registró el ángulo formado entre la posición 0 y la posición final de desviación radial y cubital, siendo los valores normales: Desviación radial: 0-25°/30° (AO). Desviación cubital: 0-30°/40° (AO).



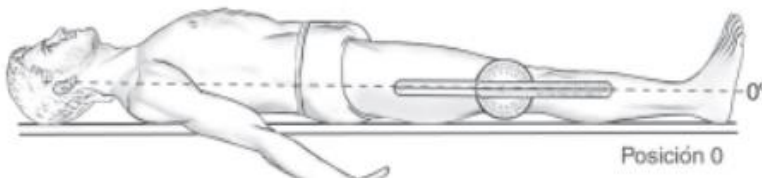
Rodilla

El trabajador debe estar en posición decúbito dorsal con el miembro inferior en posición 0.

Bodega  
Transporte  
Descarga  
Instalación

*Flexión.* - se registró el ángulo formado entre la posición 0 y la posición final de flexión, siendo los valores normales: Flexión: 0-150° (AO).

*Extensión.* - se registró el ángulo formado entre la posición 0 y la posición final de extensión pasiva, siendo los valores normales: Extensión activa: 0° (AO). Extensión pasiva: 0-10° (AO).



## Método MAC

El método MAC se basa en estudios biomecánicos, psicofísicos y factores del entorno físico que utiliza una escala cuantitativa para medir el riesgo y un código de colores para calificar cada factor. Permite la evaluación de tarea de levantamiento y descenso de cargas ejecutadas por una sola persona, la evaluación de tareas de transporte (caminar con carga) y evaluación de tareas de levantamiento y descenso de carga ejecutadas por un equipo (más de una persona). El método permite establecer cuatro niveles de riesgo los cuales son: Nivel 1 o riesgo bajo o tolerable, nivel 2 o riesgo significativo o moderado, nivel 3 o riesgo alto y nivel 4 o riesgo muy alto (Kuijer et al., 2014).

Es una herramienta de inspección requiere considerar los siguientes puntos antes de evaluar una tarea.

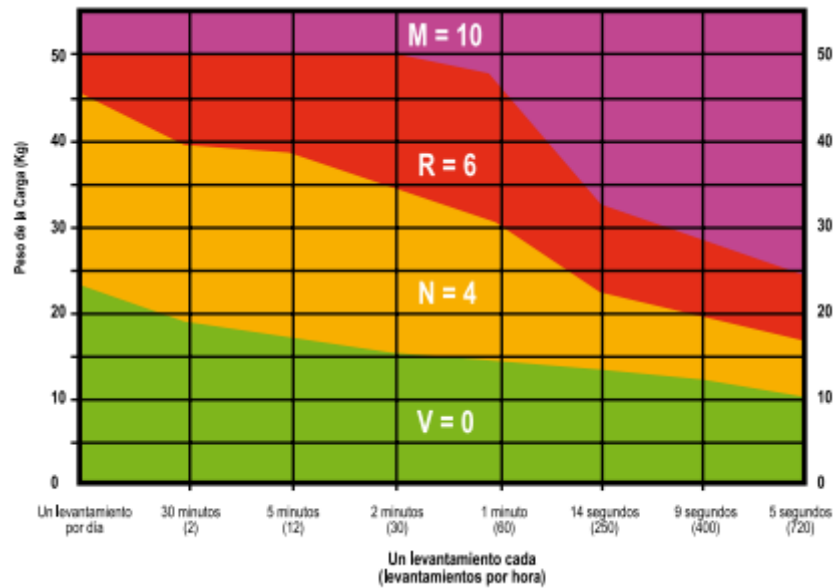
- Observar la tarea minuciosamente, asegurándose de captar todo el proceso que se evaluara.
- Seleccionar el tipo apropiado de análisis (levantamiento/ descenso individual, levantamiento/descenso en equipo o transporte de carga).
- Utilice el código de colores para identificar los factores de riesgo que requieren atención según la clasificación del riesgo, según se detalla en la gráfica 1

**Figura N° 1** Clasificación del riesgo MAC

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.

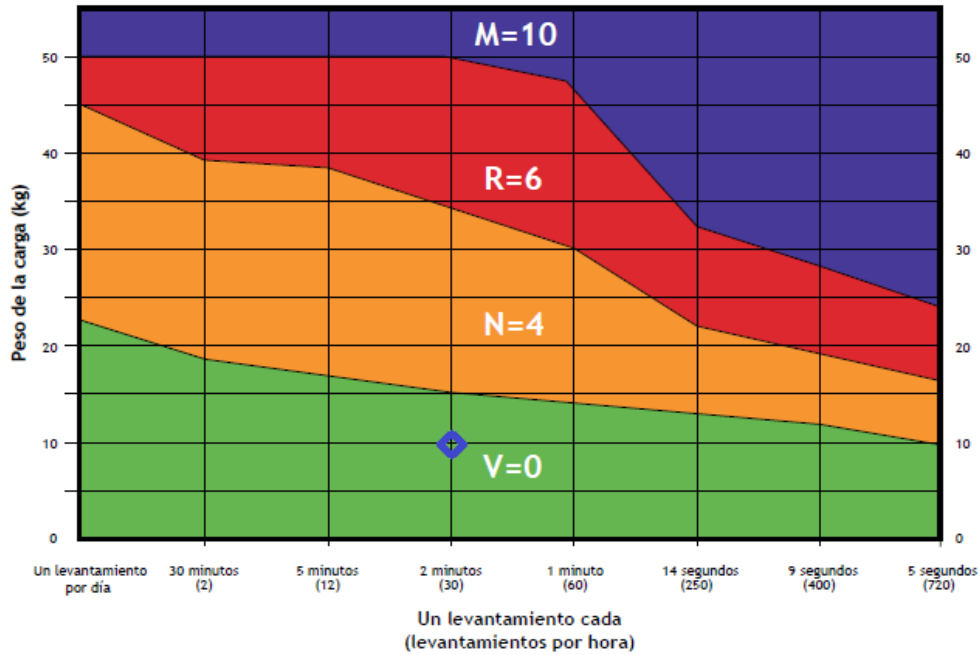
## Relación de la carga/frecuencia

Figura 1 . Relación carga-frecuencia



Se evaluó la tarea de levantamiento y colocación de cajas en el transporte (que es donde más se genera carga/frecuencia). El trabajador levanta cajas de materiales 10 kg, la frecuencia de alzamiento es de 30 cajas /hora. Según se detalla en la figura 2 el valor es 0.

Figura 2 Relación peso-frecuencia Bodega



Para el análisis del método MAC se tomó en cuenta los siguientes puestos de trabajo: bodega, transporte, descarga e instalación.

**Distancia de la mano a la zona lumbar.** - para asignar este valor se examinó la distancia horizontal entre las manos del trabajador y su región lumbar, según se detalla en la tabla 6.

**Tabla 6.** Distancia de la mano a la zona lumbar

Puesto de trabajo	Fotografía	Valoración
Bodega		



### Transporte



Los brazos están alejados del cuerpo y el tronco inclinado

Nivel = Rojo  
Riesgo = 6

### Traslado



Los brazos están alejados del cuerpo y el tronco erguido

Nivel = Naranja  
Riesgo = 3

### Instalación







Los brazos están verticalmente alineados y el tronco erguido

Nivel = Verde  
Riesgo = 0

En relación a la distancia de la mano a la zona lumbar en los 4 puntos de trabajo, dos de ellos presentan un nivel rojo, uno moderado y otro bajo.

**Distancia vertical.** - Observar la posición de las manos del trabajador al inicio y al final de la tarea, considerando la peor condición en la que se lleva a cabo el trabajo.

Tabla 7. Distancia vertical

Puesto	Fotografía	Detalle
Bodega		 <p data-bbox="959 758 1146 856">La carga se maneja desde el nivel del piso o más abajo.</p> <p data-bbox="959 1016 1122 1056">Nivel = Rojo Riesgo = 3</p>
Transporte		 <p data-bbox="959 1245 1138 1367">La carga se maneja en algunos de los siguientes espacios:</p> <p data-bbox="959 1398 1146 1549">a.-Entre la altura del piso y la rodilla. b.-Entre la altura del codo y el hombro.</p> <p data-bbox="959 1577 1146 1617">Nivel = Naranja Riesgo = 1</p>

Traslado



La carga se maneja desde el nivel del piso o más abajo.

Nivel = Rojo  
Riesgo = 3

Instalación



La carga se maneja desde el nivel del piso o más abajo.

Nivel = Rojo  
Riesgo = 3

**Torsión y laterización del tronco.** - se observó la espalda del trabajador durante la tarea, evaluando en los siguientes puestos de trabajo, según se detalla en la tabla 8.

**Tabla 8** Torsión y laterización del tronco

Puesto	Fotografía	Detalle
Traslado		Brazos en ángulo alejados del tronco Y inclinado hacia adelante  <div style="background-color: red; color: white; text-align: center; padding: 5px;"><b>R/6</b></div>

Instalación





Brazos en ángulo alejados del tronco Y  
inclinado hacia adelante

R/6

**Restricciones posturales.** - se identificó en base al espacio donde transita el trabajador, según se detalla en la tabla 9.

**Tabla 9** Restricción postural

Puesto	Fotografía	Detalle
Transporte		Postura restringida N/1
Traslado		Sin restricción postural V/0


**Acoplamiento mano objeto.** - se evaluó las propiedades geométricas y de diseño del objeto manipulado, según se detalla en la tabla 10.

**Tabla 10** Acoplamiento mano objeto

Puesto	Fotografía	Detalle
Bodega		Mangos adecuados para su uso/asideros emparejados al tamaño y peso de la carga.  V/0
Transporte		Los mangos o asas son demasiado pequeños o no tienen espacio para los dedos o solo los dedos sostienen la carga.  N/1
Traslado		No tiene mangos o asas, pero puede ser sostenida por la parte inferior o tiene manillas con lazos o correas.  N/1
Instalación		Mangos o elementos cilíndricos, toda la mano la puede envolver cómodamente.  V/0

**Superficie del piso.** – Evaluó las propiedades del piso donde el trabajador realiza sus tareas, teniendo en cuenta que en este caso son en el exterior y para la toma de datos dependió mucho del clima, según se detalla en la tabla 11.

**Tabla 11** Superficie del piso

Puesto	Fotografía	Detalle
Instalación		Piso en buen estado. - no resbaloso, seco, húmedo limpio y sin daños.  V/0

**Otros factores ambientales.** – se observó el ambiente de trabajo y si las tareas se realizan en condiciones de temperaturas extremas, fuertes corrientes de aire y/0 condiciones extremas de iluminación (oscuridad, brillos y malos contrastes), según se detalla en la tabla 12.

**Tabla 12** Factores ambientales

Puesto	Detalle
Bodega	V/0
Transporte	V/0
Traslado	V/0
Instalación	V/0

En la tabla 13 se presenta la ficha de resumen que se generó en base a la evaluación a los trabajadores en los diferentes puestos






**Tabla 13.** Ficha de resumen Método MAC

Factores de riesgo	Área de trabajo	Color	Valor	Medidas de control
A Peso de la carga y frecuencia	Bodega		0	Se debe mantener la tendencia actual de carga- frecuencia.
	Transporte		0	
B Distancia horizontal de las manos a la región lumbar	Bodega		6	<u>Planificar el levantamiento:</u>
	Transporte		6	Utilizar las ayudas mecánicas precisas.
	Traslado		3	Siempre que sea posible se deberán
	Instalación		0	utilizar ayudas mecánicas.
C Región vertical de levantamiento	Bodega		3	Seguir las indicaciones que aparezcan en el embalaje acerca de los posibles riesgos de la carga, como pueden ser un centro de gravedad inestable, materiales corrosivos, etc.  Si no aparecen indicaciones en el embalaje, observar bien la carga, prestando especial atención a su forma y tamaño, posible peso, zonas de agarre, posibles puntos peligrosos, etc.  Probar primero a alzar un lado, ya que no siempre el tamaño de la carga ofrece una idea exacta de su peso real.  Solicitar ayuda a otras personas si el peso de la carga es excesivo o se deben adoptar posturas incómodas durante el levantamiento y no se puede resolver por medio de la utilización de ayudas mecánicas.  Tener prevista la ruta de transporte y el punto de destino final del levantamiento, retirando los materiales que entorpezcan el paso. o Usar la vestimenta, el calzado y los equipos
	Transporte		1	
	Traslado		3	
	Instalación		3	

					adecuados (no utilizar sandalias, zapatillas y similares).
D	Torsión y lateralización del tronco	Traslado		6	<u>Posición</u>
		Instalación		6	La postura correcta al manejar una carga es con la espalda derecha, ya que al estar inclinada aumentan mucho las fuerzas compresivas en la zona lumbar. Se evitará manipular cargas en lugares donde el espacio vertical sea insuficiente.
E	Restricciones postulares	Transporte		1	<u>Levantamiento suave</u>
		Traslado		0	Levantarse suavemente, por extensión
F	Acoplamiento mano-objeto	Bodega		0	de las piernas, manteniendo la espalda
		Transporte		1	derecha. No dar tirones a la carga ni
		Traslado		1	moverla de forma rápida o brusca.
		Instalación		0	<u>Evitar giros</u>
					Procurar no efectuar nunca giros, es preferible mover los pies para colocarse en la posición adecuada.
					<u>Carga pegada al cuerpo</u>
					Mantener la carga pegada al cuerpo durante todo el levantamiento.
					<u>Depositar la carga</u>
					Si el levantamiento es desde el suelo hasta una altura importante, por ejemplo, la altura de los hombros o más, apoyar la carga a medio camino para poder cambiar el agarre.
					Depositar la carga y después ajustarla si es necesario. Realizar levantamientos espaciados.
					<u>Recomendaciones generales</u>
					Evitar los trabajos que se realizan de forma continuada en una misma



postura. Se recomienda la alternancia de tareas y la realización de pausas, que se establecerán en función de cada persona y del esfuerzo que exija el puesto de trabajo. Al manipular cargas pesadas, se debe tener en cuenta las técnicas de levantamiento (flexión de piernas, espalda erguida, carga pegada al cuerpo, etc.), además, tratando de evitar movimientos bruscos y torsiones cuando se está en la tarea de levantamiento y carga. Emplear dispositivos mecánicos en tanto sea posible para el transporte de materiales.

G	Superficie de trabajo	Instalación		0	En base al levantamiento de información no se determinó ningún efecto en los puntos G y H, son riesgos moderados.
H	Factores ambientales	Bodega		0	
		Transporte		0	
		Traslado		0	
		Instalación		0	
		Total		40	

En base a la aplicación de métodos de evaluación ergonómica en el manejo manual de cargas es posible identificar situaciones críticas y evaluar los riesgos inherentes a las tareas, que serán mitigados por medidas correctivas necesarias (Pires, 2012). En este caso de estudio, se pudo observar que el trabajador presentó grandes riesgos musculoesqueléticos en las diferentes áreas basados sobretodo en la distancia horizontal de manos a la región lumbar, la región vertical del levantamiento y la torsión y lateralización del tronco, ya que la mayor parte de su jornada laboral está activa sin tener descanso y con un gran porcentaje de posturas forzadas. Investigaciones similares en el sector (mecánico, industrial y de montajes de aparatos y equipos) han concluido que el manejo de materiales automatizados, sin duda permiten disminuir el riesgo de lesiones en la espalda de los trabajadores, desafortunadamente muchas industrias se enfocan en la producción dejando de lado reducir la velocidad, la distancia y la cantidad de energía para completar las tareas.

En base a este análisis en la tabla 13 se propone medidas de gestión para el control y prevención de estos problemas basados en la planificación y descanso con el objetivo de reducir posibles reclamos de indemnización de los trabajadores que estén involucrados en el manejo manual de materiales (Fredericks et al., 2008).

### **Conclusión**

La goniometría fue un factor importante de análisis en el estudio que nos permitió la evaluación exhaustiva de las articulaciones y tejidos blandos circundantes, mediante una entrevista y revisión de antecedentes de salud de los trabajadores por parte un médico ocupacional externo, determinando que los parámetros identificados están dentro del rango aceptado por el método.

El método MAC pudo cuantificar el grado de riesgo que se obtiene de la actividad llevada a cabo en base a escalas y código de colores que nos permitió evaluar las tareas de levantamiento y descenso de cargas realizadas por los trabajadores en las áreas definidas, identificando puntuaciones elevadas y críticas ( nivel 3) en las áreas de bodega, transporte y descarga de materiales y equipos en relación a la distancia de manos a la zona lumbar, distancia vertical, torsión y lateralización del tronco, puntuaciones medias, riesgo moderado o significativo (nivel 2) en el acoplamiento del objeto y puntuaciones bajas, riesgo moderado (nivel 1) en la superficie de trabajo y condiciones ambientales. En base a estos resultados se genera una propuesta de gestión basada en las medidas de control propuestas en la tabla 13.

### **Referencias**

1. Adeyemi, H. O., Adejuyigbe, S. B., Ismaila, S. O., & Dekoya, A. F. . (2015). Low back pain assessment application for construction workers.
2. Asensio Cuesta, S. B. (2012). Evaluación Ergonómica de puestos de trabajo . paraninfo
3. Asociación Internacional de Ergonomía. What is ergonomics? [Internet]. Iea.cc.Suiza: IEA; 2015 [citado enero de 2022]. Disponible en: <http://iea.cc/what-is-ergonomics/>.

4. Ariza, L. E., & Javier Idrovo, Á. (2005). Carga física y tiempo máximo de trabajo aceptable en trabajadores de un supermercado en Cali, Colombia. *Revista de Salud Pública*, 7(2), 145–156 <https://doi.org/10.1590/S0124-00642005000200003>
5. Astuti, R. D., Susmartini, S., & Kinanthi, A. P. (2017). Improving the work position of worker based on manual material handling in rice mill industry. *AIP Conference Proceedings*, 1902. <https://doi.org/10.1063/1.5010660>
6. Bellorín, M., Sirit, Y., Rincón, C., & Amortegui, M. (2007). Síntomas Músculo Esqueléticos en Trabajadores de una Empresa de Construcción Civil. *Salud de Los Trabajadores*, 15(2), 89–98.
7. Enríquez-Estrella, M. (2022). La gestión estructural agroturística en la Finca Saquifranca, provincia de Pastaza, Ecuador. *REVISTA DE INVESTIGACIÓN SIGMA*, 9(02). <https://doi.org/10.24133/sigma.v9i02.2833>
8. Fredericks, Tycho K., Kumar, Anil R., and Karim, Sadat. An ergonomic evaluation of a manual metal pouring operation. *International journal of industrial ergonomics*, 2008, vol. 38, no 2, p. 182-192.
9. Gooyers, C. E., Beach, T. A. C., Frost, D. M., Howarth, S. J., & Callaghan, J. P. (2018). Identifying interactive effects of task demands in lifting on estimates of in vivo low back joint loads. *Applied Ergonomics*, 67(August 2017), 203–210. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.10.005>
10. Guo, H. R., Chang, Y. C., Yeh, W. Y., Chen, C. W., & Guo, Y. L. (2004). Prevalence of Musculoskeletal Disorder among Workers in Taiwan: A Nationwide Study. *Journal of Occupational Health*, 46(1), 26–36.
11. Karimi, N., Moghimbeigi, A., Motamedzade, M., & Roshanaei, G. (2016). Evaluation of Related Risk Factors in Number of Musculoskeletal Disorders Among Carpet Weavers in Iran. *Safety and Health at Work*, (May), 1–4.
12. Kearney, G. D., Allen, D. L., Balanay, J. A. G., & Barry, P. (2016). A Descriptive Study of Body Pain and Work-Related Musculoskeletal Disorders Among Latino

- Farmworkers Working on Sweet Potato Farms in Eastern North Carolina. *Journal of Agromedicine*, 21(3), 234–243.
13. Kim, E. A., & Nakata, M. (2014). Work-related Musculoskeletal Disorders in Korea and Japan: A Comparative Description. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 26(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/2052-4374-26-17>
14. Kuijer, P. P. F. M., Verbeek, J. H. A. M., Visser, B., Elders, L. A. M., Van Roden, N., Van den Wittenboer, M. E. R., ... Hulshof, C. T. J. (2014). An Evidence-Based Multidisciplinary Practice Guideline to Reduce the Workload due to Lifting for Preventing Work-Related Low Back Pain. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 26(1), 1–9.
15. Lamb, S. E., & Keene, D. J. (2017). Measuring physical capacity and performance in older people. *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology*, 31(2), 243–254.
16. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2017.11.008>
17. Madinei, S., & Ning, X. (2017). Effects of the weight configuration of hand load on trunk musculature during static weight holding. *Ergonomics*, 0139(October), 1–8. <https://doi.org/10.1080/00140139.2017.1387675>
18. Márquez, J. J., Díaz, G., & Tejada, C. P. (2011). Behavior of indirect maximal oxygen uptake on users of the PROSA Program at Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. *Colomb. Med.*, 42(3), 327–333. Retrieved from
19. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=67127340&lang=es&site=ehost-live>
20. Mosaly, P. R. (2016). Multifactor association of job, individual and psychosocial factors in prevalence of distal upper extremity disorders and quantification of job physical exposure. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 55, 40–45.
21. Organización Mundial de la salud. Trastornos Musculoesqueléticos. 2019; Available from: <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/musculoskeletal-conditions>

22. OMS. (Abril de 2014). Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs389/es/>
23. Plamondon, A., Larivière, C., Denis, D., Mecheri, H., & Nastasia, I. (2017). Difference between male and female workers lifting the same relative load when palletizing boxes. *Applied Ergonomics*, 60, 93–102.
24. Plamondon, A., Denis, D., Delisle, A., Larivière, C., & Salazar, E. (2010). Biomechanical differences between expert and novice workers in a manual material handling task. *Ergonomics*, 53(10), 1239–1253.
25. Pires, Claudia. Ergonomic assessment methodologies in manual handling of loads-opportunities in organizations. *Work*, 2012, vol. 41, no Supplement 1, p. 592-596
26. Pun, V. C., Ms, F. K., Manjourides, J., & Scd, H. H. S. (2017). Work-Related Biomechanical Exposure and Job Strain as Separate and Joint Predictors of Musculoskeletal Diseases: A 28-Year Prospective Follow-up Study, 27708
27. Rojas, M., Gimeno, D., Vargas-prada, S., & Benavides, F. G. (2015). Dolor musculoesquelético en trabajadores de América Central : resultados de la I Encuesta Centroamericana de Condiciones de Trabajo y Salud, 38(2), 120–128.
28. Silveti, A., Mari, S., Ranavolo, A., Forzano, F., Iavicoli, S., Conte, C., & Draicchio, F. (2015). Kinematic and electromyographic assessment of manual handling on a supermarket greengrocery shelf. *Work*, 51(2), 261–271. <https://doi.org/10.3233/WOR-141900>
29. Tafazzol, A., Aref, S., Mardani, M., Haddad, O., & Parnianpour, M. (2016). Epidemiological and biomechanical evaluation of airline baggage handling. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 22(2), 218–227.
30. Shankar, S., Naveen Kumar, R., Mohankumar, P., & Jayaraman, S. (2017). Prevalence of work-related musculoskeletal injuries among South Indian hand screen-printing workers. *Work*, 58(2), 163–172.

31. Shojaei, I., Vazirian, M., Croft, E., Nussbaum, M. A., & Bazrgari, B. (2016). Age related differences in mechanical demands imposed on the lower back by manual material handling tasks. *Journal of Biomechanics*, 49(6), 896–903.
32. Smith, T. G., & Gallagher, S. (2015). Impact of loading and rest intervals on muscle microtrauma. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 2015–Janua, 1217–1221. <https://doi.org/10.1177/1541931215591191>
33. Tafazzol, A., Aref, S., Mardani, M., Haddad, O., & Parnianpour, M. (2016). Epidemiological and biomechanical evaluation of airline baggage handling. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 22(2), 218–227. <https://doi.org/10.1080/10803548.2015.1126457>
34. Tee, K. S., Low, E., Saim, H., Zakaria, W. N. W., Khialdin, S. B. M., Isa, H., ... Soon, C. F. (2017). A study on the ergonomic assessment in the workplace. *AIP Conference Proceedings*, 1883.
35. Xu, X. S., Dong, R. G., Welcome, D. E., Warren, C., McDowell, T. W., & Wu, J. Z. (2017). Vibrations transmitted from human hands to upper arm, shoulder, back, neck, and head. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 62, 1–12 <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.07.001>
36. Y. Caraballo-Arias, «Temas de epidemiología y salud pública,» Norma técnica para la declaración de enfermedad ocupacional (NT-02-2008), vol. tomo II, n° 1era edición, pp. 745-764, 2013.