

# ANÁLISIS DEL MANEJO MANUAL DE CARGAS MEDIANTE LA ECUACIÓN NIOSH- MULTITAREAS EN UN ESTABLECIMIENTO DE REFRESCOS



<https://doi.org/10.22533/at.ed.797112404116>

*Data de aceite: 06/12/2024*

### Felipe Quintero Olivas

Catedrático del I. T. de Huatabampo en el área de Ingeniería Industrial

### Herman Fernando Castro Camargo

Catedrático del I.T de Huatabampo, en el área de ingeniería industrial

### Maite Guadalupe Valenzuela Nolzco

Catedrático del I.T. de Huatabampo, en el área de Ingeniería Industrial

### Martín Salomon Oximea Buitimea

Catedrático del I.T. de Huatabampo, en el área de Ingeniería Industrial

laborales se cubre, ya que se obtiene el riesgo ergonómico máximo acumulable al que está sometido el trabajador.

**PALABRAS-CLAVES:** Manejo de carga, multitareas, Índice de levantamiento, lumbalgias.

## ANALYSIS OF MANUAL LOAD HANDLING USING THE NIOSH EQUATION - MULTITASKING IN A SOFT DRINK ESTABLISHMENT

**ABSTRACT:** With respect to the result of the survey index,  $IL_c = 3.378$ . With this value and taking into account the evaluation criteria of the equation, it is concluded that the evaluated activity presents an **excessive risk** ( $IL \geq 3$ ). Therefore, this task will cause problems to most workers, it is unacceptable from an ergonomic point of view and must be modified and may cause ailments or injuries when performing these functions, so the task must be redesigned. The methodology of the NIOSH equation for multitasking is considered adequate to evaluate this type of manual load handling work, because the restrictions are perfectly met. With respect to the objective of evaluating this activity under working conditions, it is covered, since the maximum cumulative ergonomic risk to which the worker is subjected is obtained.

**KEYWORDS:** Load management, multitasking, Lift index, low back pain.

**RESUMEN:** Con respecto a al resultado del índice de levantamiento  $IL_c = 3.378$ . con este valor y atendiendo los criterios de evaluación de la ecuación se concluye que la actividad evaluada presenta un **riesgo excesivo** ( $IL \geq 3$ ). Por lo que esta tarea, ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores, es inaceptable desde el punto de vista ergonómico y debe ser modificada pudiendo ocasionar dolencias o lesiones al desarrollar estas funciones, por lo que la tarea debe rediseñarse. La metodología de la ecuación NIOSH para multitareas es considera adecuada para evaluar este tipo trabajos de manejo manual de carga, en virtud de que se cumplen a la perfección las restricciones. Con respecto al objetivo de evaluar esa actividad bajo las condiciones

## INTRODUCCIÓN

Las lumbalgias, así como lesiones o dolores en otras regiones vertebrales son resultados del inadecuado manejo manual de cargas y de los esfuerzos máximos que se presentan constantemente en el trabajo. Esto evidencia la necesidad de valorar con precisión los esfuerzos del trabajador, en virtud de que se trata de cuidar la integridad física y la calidad de vida del trabajador. Bajo esta perspectiva se generó la ecuación NIOSH la cual cumple con el objetivo planteado de identificar y reducir los riesgos ergonómicos y prevenir lesiones y evitar los daños en los trabajadores.

Según Diego-Mas (2015), promueve la afirmación que cerca del 20% de todas las lesiones producidas en los puestos de trabajo son lesiones de espalda, y que cerca del 30% son debidas a sobreesfuerzos. Esta información ofrece una idea de la necesidad de una correcta evaluación de las actividades que implican levantamiento de carga y del adecuado acondicionamiento de las estaciones de trabajo.

En 1991 se estudió la ecuación de 1981 cambiando e introduciendo otros factores como son:

- El manejo asimétrico de cargas.
- La duración de la tarea.
- La frecuencia de los levantamientos.
- La calidad del agarre.
- Se ordenaron las limitaciones de la nueva ecuación y la generación de un índice para la identificación de riesgos.

Esta nueva ecuación se modificó bajo tres criterios: el biomecánico, que limita el estrés en la región lumbosacra; el criterio fisiológico, que limita el estrés metabólico y la fatiga asociada a tareas de carácter repetitivo; y el criterio psicofísico, que limita la carga basándose en la percepción que tiene el trabajador de su propia capacidad.

En el presente estudio se utiliza el método de la ecuación NIOSH para la evaluación de una situación laboral del proceso de descarga de cajas de refrescos. Se logrará llegar a un resultado mediante la determinación de los factores de desplazamiento, distancia tanto vertical como horizontal, asimetría, agarre y levantamientos por minuto, lo que permitirá determinar un límite de peso recomendado para obtener finalmente el índice de levantamiento.

Esto nos servirá para detectar las fallas en el sistema, los errores que se presentan en el proceso de manejo de cargas y conocer la gravedad del estado del trabajador y tomar decisiones que permitan reducir o eliminar los riesgos laborales en el manejo manual de cargas.

## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El giro económico principal de la empresa es la venta de cajas de refresco a mayoreo, En el despacho de refrescos se tiene como actividad, manipular cajas de sodas, estas se tienen que dejar sobre una barra, que tiene una altura de 80 cms. Es en esta operación donde se observa un riesgo elevado que pudiera generar un trauma músculo esquelético.

Las cajas de refrescos se encuentran apiladas a tres diferentes alturas 25 cms, 50 cms y 75 cms respectivamente, lo cual este factor de distancia vertical permite clasificar con claridad que debe de tratarse este caso como análisis multitareas. Se generan tres tareas, cada una corresponde a cada distancia vertical.

Cada una de las cajas tiene un peso de 16.2 kgs por caja. La caja de sodas tiene una distancia horizontal de 20 cms (H). El trabajador tiene un ángulo de asimetría de 40° (A) al tomar las cajas y se manipulan a una frecuencia de 5 lev/min (F). El tipo de agarre se clasifica de tipo regular. El trabajo tiene un turno menor de una hora de duración con reducidas pausas, pero suficientes para la recuperación de las posibles fatigas.

El movimiento de las cajas, al depositarlas sobre la barra no requiere control significativo, en virtud de que la barra es amplia, y el contenedor de los refrescos es de un material resistente en caso de choque entre cajas.

En virtud a la definición del problema, se generan las siguientes dos preguntas:

## PREGUNTAS DE LA INVESTIGACIÓN

¿La actividad del manejo manual de carga de las cajas de refresco, tendrá un peso recomendado aceptable sin posible riesgo ergonómico para el trabajador?

¿El índice de levantamiento de manejo manual de carga de esta actividad indicará posible riesgo ergonómico para el trabajador?

## JUSTIFICACIÓN

El objetivo principal de la ergonomía es prevenir todas las posibles lesiones y enfermedades que pongan en riesgo la integridad física y mental del trabajador, por este motivo se desarrolla este proyecto de revisar la actividad con respecto al manejo manual de carga y sobreesfuerzos que pudieran desencadenar algún desorden músculo esquelético.

El beneficio que este estudio consiste en determinar el nivel de riesgo al que el trabajador está expuesto con esta actividad. Mediante el cálculo del límite de peso recomendado y el índice de levantamiento por multitareas mediante la ecuación NIOSH se podrá identificar el riesgo al que el trabajador está sometido y se encontrarán los factores que requieran modificación para su mejora, y por ende se tomarán las decisiones sobre el rediseño de la estación de trabajo.

El mejoramiento de una estación de trabajo bajo los principios ergonómicos busca también que se mejoren otros aspectos como la productividad del mismo trabajador y la satisfacción laboral, ya que, al ofrecerle mayor seguridad y salud, se sentirá valorado y juzgará que es valioso para su empresa, como normalmente se dice “se pone la camiseta”.

Este estudio es, por tanto, una actividad importante para alcanzar un entorno laboral seguro y saludable, con el fin de asegurar que los empleados puedan desarrollar las actividades sin comprometer su bienestar físico.

## OBJETIVO

Evaluar las tareas del manejo manual de carga (MMC) en el manejo de cajas de refrescos, bajo la perspectiva ergonómica, mediante la aplicación de la ecuación NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), con la finalidad identificar y reducir los riesgos ergonómicos y prevenir lesiones músculo esqueléticos y mejorar la estación de trabajo con la propuesta de rediseños bajo los principios ergonómicos.

## METODOLOGÍA

Según Diego-Mas (2015), Se considera que una tarea es múltiple cuando se dan diferencias en las variables asociadas a las distintas elevaciones, como en este caso de estudio. La aplicación del método comienza con la observación de la actividad desarrollada por el trabajador durante varios ciclos y la determinación de cada una de las tareas realizadas. A partir de dicha observación se concluye que el puesto será analizado como multitarea. En virtud que los levantamientos no varían significativamente.

Para determinar el nivel de riesgo ergonómico al que está expuesto el trabajador es necesario conocer primero los límites de peso recomendado (RWL) y los índices de levantamiento para cada tarea. Con estos valores se determina el índice compuesto de la actividad global, con el que se podrá obtener el nivel de riesgo según los criterios de evaluación según la NIOSH.

NIOSH considera tres intervalos de riesgo, según los valores del índice de levantamiento obtenidos para la tarea:

- **Riesgo mínimo** ( $IL \leq 1$ ). Las tareas las pueden realizar la mayoría de trabajadores sin tener problemas.
- **Incremento moderado del riesgo** ( $1 < IL < 3$ ). Los trabajadores pueden sufrir dolencias o lesiones de tipo músculo esquelético. Las tareas de este tipo deben rediseñarse o asignarse a trabajadores seleccionados que se someterán a un control.
- **Riesgo excesivo** ( $IL \geq 3$ ). La tarea ocasionara problemas a la mayor parte de los trabajadores, es inaceptable desde el punto de vista ergonómico y debe ser modificada.

Una vez determinadas las tareas a analizar se debe realizar la toma de los datos pertinentes para cada tarea.

Los datos a recoger son:

- El **peso** del objeto manipulado en kilogramos incluido su posible contenedor.
- Las **Distancias Horizontal (H)** y **Vertical (V)** existente entre el punto de agarre y la proyección sobre el suelo del punto medio de la línea que une los tobillos.
- La **Frecuencia** de los levantamientos (F) en cada tarea. Se debe determinar el número de veces por minuto que el trabajador levanta la carga en cada tarea. Para ello se observará al trabajador durante 15 minutos de desempeño de la tarea obteniendo el número medio de levantamientos por minuto.
- La **Duración del Levantamiento** y los **Tiempos de Recuperación**. Se considera que el tiempo de recuperación es un periodo en el que se realiza una actividad ligera diferente al propio levantamiento.
- El **Tipo de Agarre** clasificado como **Bueno, Regular o Malo**.
- El **Ángulo de Asimetría (A)** formado por el plano sagital del trabajador y el centro de la carga. El ángulo de asimetría es un indicador de la torsión del tronco del trabajador durante el levantamiento, tanto en el origen como en el destino del levantamiento.

Realizada la toma de datos se procede a calcular los factores multiplicadores de la ecuación de NIOSH (HM, VM, DM, AM, FM y CM).

La Ecuación de NIOSH calcula el peso límite recomendado (RWL) mediante la siguiente fórmula:

$$RWL = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$$

**Donde:**

LC : constante de carga

HM : Factor de distancia horizontal

VM : Factor de altura

DM : Factor de desplazamiento vertical

AM : Factor de asimetría

FM : Factor de frecuencia

CM : Factor de agarre

Conocido el RWL se calcula el Índice de Levantamiento (LI). En el caso de evaluaciones simples el Índice de Levantamiento se calcula como el cociente entre el peso de la carga levantada y el límite de peso recomendado (RWL) calculado, como se expresa en la siguiente ecuación:

$$LI = \text{Peso de la carga levantada} / RWL$$

### Factores multiplicadores de la ecuación NIOSH.

Para aplicar la Ecuación de NIOSH es necesario calcular el valor de los diferentes factores multiplicadores. Cada factor multiplicador valora una condición del levantamiento, y su proceso de cálculo se detallan a continuación:

#### Factor de distancia horizontal (HM).

Penaliza los levantamientos en los que la carga se levanta alejada del cuerpo.

$$HM = 25 / H$$

**H** es la distancia proyectada en un plano horizontal, entre el punto medio entre los agarres de la carga y el punto medio entre los tobillos. Teniendo en cuenta que:

- Si  $H \leq 25$  cm. se dará a HM el valor de 1.
- Si  $H > 63$  cm. se dará a HM el valor de 0.

Otra manera de obtener H es estimarla a partir de la altura de las manos medida desde el suelo (V) y ancho de la carga en el plano sagital del trabajador (w). se consicera:

- Si  $V \geq 25$  cm  $\Rightarrow H = 20 + w/2$
- Si  $V \leq 25$  cm  $\Rightarrow H = 25 + w/2$

En el caso del control significativo en el destino HM deberá calcularse dos veces. Para el origen se empleará el valor de H en el origen del levantamiento y para el destino se calculará con el valor de H en el destino.

#### Factor de distancia vertical (VM).

Penaliza levantamientos con origen o destino en posiciones muy bajas o muy elevadas. Se calcula empleando la siguiente fórmula:

$$VM = (1 - 0.003 IV - 75I)$$

En esta fórmula **V** es la distancia entre el punto medio entre los agarres de la carga y el suelo medida verticalmente. Se tendrá en cuenta, que:

**Si  $V > 175$  cm. se dará a VM el valor de 0**

### **Factor de desplazamiento vertical (DM).**

Penaliza los levantamientos en los que el recorrido vertical de la carga es grande. Para su cálculo se empleará la fórmula:

$$DM = 0.82 + (4.5 / D)$$

En esta fórmula **D** es la diferencia, tomada en valor absoluto, entre la altura de la carga al inicio del levantamiento (**V** en el origen) y al final del levantamiento (**V** en el destino). Así pues, DM decrece gradualmente cuando aumenta el desnivel del levantamiento.

$$D = |V_o - V_d|$$

Se tendrá en cuenta, que:

- **Si  $D \leq 25$ cm  $\Rightarrow$  daremos a DM el valor 1.**
- **D no podrá ser mayor de 175 cm.**

### **Factor de asimetría (AM).**

Penaliza los levantamientos que requieran torsión del tronco. En general los levantamientos asimétricos deben ser evitados. Para calcular el factor de asimetría se empleará la siguiente fórmula:

$$AM = 1 -(0.0032 * A)$$

En esta fórmula **A** es ángulo de giro (en grados sexagesimales. Se considerará que:

- **Si  $A > 135^\circ$  daremos a AM el valor 0**

Si existe control significativo de la carga en el destino AM deberá calcularse con el valor de A en el origen y con el valor de A en el destino.

### **Factor de frecuencia (FM).**

Penaliza elevaciones realizadas con mucha frecuencia, durante periodos prolongados o sin tiempo de recuperación. El factor de frecuencia puede calcularse a partir de la tabla siguiente.

FRECUENCIA elev/min	DURACIÓN DEL TRABAJO					
	≤1 hora		>1- 2 horas		>2 - 8 horas	
	V<75	V≥75	V<75	V≥75	V<75	V≥75
≤0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Los valores de V están en cm. Para frecuencias inferiores a 5 minutos, utilizar F = 0,2 elevaciones por minuto.

## Cálculo del factor de frecuencia

La duración de la tarea que se solicita en la tabla anterior puede obtenerse de la siguiente tabla:

Tiempo	Duración	Tiempo de recuperación
≤1 hora	Corta	Al menos 1,2 veces el tiempo de trabajo
>1 - 2 horas	Moderada	Al menos 0,3 veces el tiempo de trabajo
>2 - 8 horas	Larga	

## Cálculo de la duración de la tarea

### *Factor de agarre (CM)*

Este factor penaliza elevaciones en las que el agarre de la carga es deficiente. El factor de agarre puede obtenerse en la Tabla.

Tipo de agarre	V < 75	V ≥ 75
Bueno	1.00	1.00
Regular	0.95	1.00
Malo	0.90	0.90



## Cálculo del factor de agarre

### Limitaciones del método

Según Diego-Mas (2015) para la aplicación de la ecuación NIOSH deben cumplirse las siguientes condiciones:

- No tiene en cuenta el riesgo potencial asociado con los efectos acumulativos de los levantamientos repetitivos.
- No está diseñada para evaluar tareas en las que la carga se levante con una sola mano, sentado o arrodillado o cuando se trate de cargar personas, objetos fríos, calientes o sucios, ni en las que el levantamiento se haga de forma rápida y brusca.
- Considera un rozamiento razonable entre el calzado y el suelo ( $\mu > 0,4$ ).
- No debe haber posibilidad de caídas o incrementos bruscos de la carga.
- El ambiente térmico debe ser adecuado, con un rango de temperaturas de entre 19° y 26° y una humedad relativa entre el 35% y el 50%.
- La carga no sea inestable, no se levante con una sola mano, en posición sentado o arrodillado, ni en espacios reducidos.
- No se emplean carretillas o elevadores.
- El riesgo del levantamiento y descenso de la carga es similar.
- El levantamiento no es excesivamente rápido, no debiendo superar los 76 centímetros por segundo.

### Cálculo del índice de levantamiento multitarea.

NIOSH recomienda el cálculo de un Índice de Levantamiento Compuesto (ILC), cuya fórmula es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{ILC} &= \text{ILT}_1 + \sum \text{DILT}_i \\ \sum \text{DILT}_i &= (\text{ILT}_2(\text{F}_1 + \text{F}_2) - \text{ILT}_2(\text{F}_1)) + (\text{ILT}_3(\text{F}_1 + \text{F}_2 + \text{F}_3) - \text{ILT}_3(\text{F}_1 + \text{F}_2)) + \dots \\ &\dots + (\text{ILT}_n(\text{F}_1 + \text{F}_2 + \text{F}_3 + \dots + \text{F}_n) - (\text{ILT}_n(\text{F}_1 + \text{F}_2 + \text{F}_3 + \dots + \text{F}_{n-1}))) \end{aligned}$$

Donde:

$\text{ILT}_1$ : Mayor índice de levantamiento obtenido de entre todas las tareas simples.

$\text{ILT}_i(\text{F}_j)$ : Índice de levantamiento de la tarea  $i$ , calculado a la frecuencia de la tarea  $j$ .

$\text{ILT}_i(\text{F}_j + \text{F}_k)$ : índice de levantamiento de la tarea  $i$ , calculado a la frecuencia de la tarea  $j$ , más la frecuencia de la tarea  $k$ .

El proceso de cálculo es el siguiente:

1. Cálculo de los índices de levantamiento de las tareas simples ( $ILT_i$ ).
2. Ordenación de mayor a menor de los índices simples ( $ILT_1, ILT_2, ILT_3 \dots, ILT_n$ )
3. Cálculo del acumulado de incrementos de riesgo asociados a las diferentes tareas simples.

Este incremento es la diferencia entre el riesgo de la tarea simple a la frecuencia de todas las tareas simples consideradas hasta el momento incluida la actual, y el riesgo de la tarea simple a la frecuencia de todas las tareas consideradas hasta el momento, menos la actual. Es decir:

$$ILT_i(F_1+F_2+F_3 + \dots + F_i) - ILT_i(F_1+F_2+F_3+ \dots + F_{(i-1)})$$

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

Primeramente, se presenta la tabla de datos de la actividad en el estudio:

Variables	TAREA (A)	TAREA (B)	TAREA (C)
LC	23	23	23
H	20	20	20
V	75	50	25
D	5	30	55
A	40	40	40
F	5 lev/min	5 lev/min	5 lev/min
C	Regular	Regular	Regular

Determinación de cada factor para obtener el Límite de Peso Recomendado (RWL)

TAREA A	
<b>HM = 25/H</b> <b>HM = 25/20</b> <b>HM = 1 = 1.25 = 1</b>	<b>VM = 1 - 0.003 V-75 </b> <b>VM = 1 - 0.003 75-75 </b> <b>VM = 1 - 0.003 0 </b> <b>VM = 1</b>
<b>DM = 0.82+(4.5/D)</b> <b>DM = 0.82+(4.5/5)</b> <b>DM = 0.82+(0.9)</b> <b>DM = 1.72 = 1</b>	<b>AM = 1-(0.0032*A)</b> <b>AM = 1-(0.0032*40)</b> <b>AM = 1-(0.128)</b> <b>AM = 0.875</b>
<b>FM = Tabla; turno (<math>\leq 1</math> hora), V <math>\geq 75</math>, 5 Lev/min</b> <b>FM = 0.80</b>	<b>CM = Tabla; agarre regular, V <math>\geq 75</math></b> <b>CM = 1</b>
<b>RWL = LC*HM*VM*DM*AM*FM*CM</b> <b>RWL = 23*1*1*1*0.875*0.80*1</b> <b>RWL = 16.1</b>	<b>IL = Carga real/RWL</b> <b>IL = 16.2 / 16.1</b> <b>IL = 1.006</b>

TAREA B	
<b>HM = 25/H</b> <b>HM = 25/20</b> <b>HM = 1.25 = 1</b>	<b>VM = 1 - 0.003IV-75I</b> <b>VM = 1 - 0.003I50-75I</b> <b>VM = 1 - 0.003I25I</b> <b>VM = 1 - 0.075</b> <b>VM = 0.925</b>
<b>DM = 0.82+(4.5/D)</b> <b>DM = 0.82+(4.5/30)</b> <b>DM = 0.82+(0.15)</b> <b>DM = 0.97</b>	<b>AM = 1-(0.0032*A)</b> <b>AM = 1-(0.0032*40)</b> <b>AM = 1-(0.128)</b> <b>AM = 0.875</b>
<b>FM = Tabla; turno (<math>\leq 1</math> hora), V = &lt;75, 5 Lev/min</b> <b>FM = 0.80</b>	<b>CM = Tabla; agarre regular, V &lt; 75</b> <b>CM = 0.95</b>
<b>RWL = LC*HM*VM*DM*AM*FM*CM</b> <b>RWL = 23*1*0.925*0.97*0.875*0.80*0.95</b> <b>RWL = 13.72</b>	<b>IL = Carga real/RWL</b> <b>IL = 16.2/13.72</b> <b>IL = 1.18</b>

TAREA C	
<b>HM = 25/H</b> <b>HM = 25/20</b> <b>HM = 1.27 = 1</b>	<b>VM = 1 - 0.003IV-75I</b> <b>VM = 1 - 0.003I25-75I</b> <b>VM = 1 - 0.003I50I</b> <b>VM = 1 - 0.15</b> <b>VM = 0.85</b>
<b>DM = 0.82+(4.5/D)</b> <b>DM = 0.82+(4.5/55)</b> <b>DM = 0.82+0.081</b> <b>DM = 0.90</b>	<b>AM = 1-(0.0032*A)</b> <b>AM = 1-(0.0032*40)</b> <b>AM = 1-(0.128 )</b> <b>AM = 0.875</b>
<b>FM = Tabla; turno (<math>\leq 1</math> hora), V = &lt;75, 5 Lev/min</b> <b>FM = 0.80</b>	<b>CM = Tabla; agarre regular, V &lt; 75</b> <b>CM = 0.95</b>
<b>RWL = LC*HM*VM*DM*AM*FM*CM</b> <b>RWL = 23*1*0.85*0.90*0.875*0.80*0.95</b> <b>RWL = 11.7</b>	<b>IL = Carga real/RWL</b> <b>IL = 16.2/11.7</b> <b>IL = 1.38</b>

## Cálculo del índice de levantamiento multitarea

Ordenamiento de mayor a menor los Índices de levantamiento simples:

$$IL_C = 1.38, \quad IL_B = 1.18, \quad IL_A = 1.01$$

$$ILC = ILT_C + [ILT_B (F_C + F_B) - ILT_B (F_C)] + [ILT_A (F_C + F_B + F_A) - ILT_A (F_C + F_B)]$$

Se divide en 4 partes la fórmula para comenzar a desarrollar una por una.

Parte 1:  $[ILT_B (F_C + F_B)]$

$$ILT_3 (F_2 + F_3) = CR / RWL = 16.2/7.72 = 2.098$$

$$F_C + F_B = 5 + 5 = 10$$

$$FM = \text{Turno } (\leq 1 \text{ hora}), V = 50, F = 10 \text{ lev/min}$$

$$FM = 0.45$$

$$RWL = 23*1*0.925*0.97*0.875*0.45*0.95$$

$$RWL = 7.72$$

Parte 2:  $ILT_B (F_C)$

$$ILT_B (F_C) = ILT_B = 16.2/13.72 = 1.18$$

FM = Turno ( $\leq 1$  hora),  $V=50$ ,  $F = 5$  lev/min

$$FM = 0.80$$

$$RWL = 23 \cdot 1 \cdot 0.925 \cdot 0.97 \cdot 0.875 \cdot 0.80 \cdot 0.95 = 13.72$$

Parte 3:  $ILT_A (F_C + F_B + F_A)$

$$ILT_A (F_C + F_B + F_A) = 16.2/5.64 = 2.87$$

$$ILT_A (5 + 5 + 5)$$

$$ILT_A (15)$$

FM = Turno ( $\leq 1$  hora),  $V = 75$ ,  $F = 15$  lev/min

$$FM = 0.28$$

$$RWL = 23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.875 \cdot 0.28 \cdot 1$$

$$RWL = 5.64$$

Parte 4:  $ILT_A (F_C + F_B)$

$$ILT_A (F_C + F_B) = 16.2/9.05 = 1.79$$

$$F_2 + F_3 = 5 + 5 = 10$$

FM = Turno ( $\leq 1$  hora),  $V = 75$ ,  $10$  lev/min

$$FM = 0.45$$

$$RWL = 23 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.875 \cdot 0.45 \cdot 1$$

$$RWL = 9.05$$

Para terminar de calcularlo se sustituyen los valores obtenidos en la formula:

$$ILC = 1.38 + [2.098 - 1.18] + [2.87 - 1.79]$$

$$ILC = 1.38 + 0.918 + 1.08$$

$$ILC = 3.378$$

## CONCLUSIONES

Con respecto a las limitaciones de la ecuación NIOSH, se confirmaron que las condiciones físicas del entorno se encontraran dentro en los rangos permisibles para implementar con éxito el procedimiento. Por lo que tanto la temperatura, como la humedad relativa presentaron valores de  $26^\circ\text{C}$  y 55% respectivamente.

El piso presenta índice de rozamiento que supera el 0.4. También se considera un tipo de carga estable, ya que son cajas de refresco y el contenedor es simétrico y con asas regulares. También se considera que el centro de gravedad se ubica de forma rápida del producto en cuestión.

Con respecto a al resultado del índice de levantamiento  $ILC = 3.378$ . con este valor y atendiendo los criterios de evaluación de la ecuación se concluye que la actividad evaluada presenta un **riesgo excesivo** ( $IL \geq 3$ ). Por lo que esta tarea, ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores, es inaceptable desde el punto de vista ergonómico y debe ser modificada pudiendo ocasionar dolencias o lesiones al desarrollar estas funciones, por lo que la tarea debe rediseñarse.

De la misma manera se concluye que:

- La distancia horizontal es menor a 25, por lo que se encuentra en estado ideal.
- La distancia vertical se presenta en tres alturas, lo que obliga al trabajador a inclinarse por las cajas, aumentando el riesgo ergonómico de una lesión o dolor en la región lumbar.
- El ángulo de asimetría en el origen del manejo de carga es muy amplio, y puede generar lesiones en las vértebras lumbares. El empleado prefiere realizar de esta manera el movimiento porque cree que es más rápida la actividad, sin embargo, se observa suficiente tiempo entre cada caja para decidir girar los pies.
- La metodología de la ecuación NIOSH para multitareas es adecuada para evaluar este tipo trabajos de manejo manual de carga, en virtud de que se cumplen las restricciones.
- El objetivo de evaluar esa actividad bajo las condiciones laborales se cubre, ya que se obtienen los riesgos ergonómicos al que está sometido el trabajador.

## RECOMENDACIONES

El índice de levantamiento es de 3.378 lo que implica un riesgo excesivo desde el punto de vista ergonómico y las condiciones del levantamiento deberían modificarse (rediseñarse). En este caso se recomendada:

- Capacitar en técnicas de levantamiento a los trabajadores (tratar de reducir el Ángulo de asimetría que hacen al realizar la operación)
- Implementación de pausas (establecer pausas regulares durante la jornada laboral para permitir que los trabajadores descansen y se recuperen, reduciendo la fatiga)
- Implementar el diseño y utilización de herramientas mecánicas.
- Rotación de tareas para que no se le acumule tanto la fatiga al trabajador que está en esa área moviéndolo a áreas de menor esfuerzo físico, para su recuperación.
- Evitar la torsión en el levantamiento al momento de tomar la carga, adiestrando al empleado para que gire los pies.
- Diseñar mecanismos auxiliares para ajustar y mejorar la distancia vertical del apilamiento.
- Reducir del ritmo de producción (frecuencia de levantamientos).
- Realizar más estudios ergonómicos con el fin de evaluar otros tipos de lesiones músculo esqueléticos a las que está sujeto en estas actividades:

- Análisis de posturales
- Análisis de movimientos repetitivos
- Aplicar el método JSI para evaluar el estado de la muñeca
- Análisis del ambiente físico.

## REFERENCIAS

- Diego-Mas, José Antonio (2015) Evaluación ergonómica del levantamiento de carga mediante la ecuación de Niosh. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia.
- WATERS, T., PUTZANDERSON, V., GARG, A., FINE, L (1993) Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks Ergonomics 36 n°7, 749776.
- WATERS, T., PUTZANDERSON, V., GARG, A (1994) Applications manual for the revised NIOSH lifting equation National Institute for Occupational Health, Cincinnati, Ohio.
- GARCÍA C., CHIRIVELLA C., PAGE A., MORAGA R., JORQUERA J (1997) Método ERGO IBV. Evaluación de riesgos laborales asociados a la carga física. Instituto de Biomecánica de Valencia.