

MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS. ECUACIÓN NIOSH

Laura Ruiz Ruiz

Centro Nacional de Nuevas Tecnologías

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

ÍNDICE

1. Introducción
 2. La ecuación NIOSH y sus limitaciones
 3. Procedimiento para analizar tareas de levantamiento
 4. Variables de la ecuación. Definiciones y factores multiplicadores
 - 4.1. Peso de la carga (L)
 - 4.2. Distancia horizontal de la carga (H)
 - 4.3. Posición vertical de la carga (V)
 - 4.4. Desplazamiento vertical (D)
 - 4.5. Ángulo de asimetría (A)
 - 4.6. Frecuencia de levantamiento (F)
 - 4.7. Calidad del agarre (C)
 5. Sugerencias generales de diseño o rediseño de las tareas
 6. Identificación del riesgo: El Índice de Levantamiento (IL)
 7. Procedimiento de análisis multitarea
- Bibliografía

1. INTRODUCCIÓN

The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) desarrolló en 1981 un método que incluía una ecuación para calcular el peso recomendado para tareas de levantamiento de cargas con dos manos y simétricas, en un intento de controlar los riesgos de lesiones por manipulación manual de cargas.

En 1991 se hizo una revisión de dicho método, que el comité de NIOSH aprobó finalmente en 1994. En la ecuación revisada se introdujeron nuevos factores como el manejo asimétrico de cargas, la duración de la tarea, la frecuencia de los levantamientos y la calidad del agarre, y el método se completó con la descripción y las limitaciones de su aplicación.

El método NIOSH consiste en calcular un Índice de levantamiento (IL), que proporciona una estimación relativa del nivel de riesgo asociado a una tarea de levantamiento manual concreta. Además, permite analizar tareas múltiples de levantamiento de cargas, a través del cálculo de un Índice de Levantamiento Compuesto (ILC), en las que los factores multiplicadores de la ecuación NIOSH pueden variar de unas tareas a otras.

El conocimiento de este método, y más concretamente de la ecuación NIOSH, es muy importante, ya que esta ecuación ha servido de base para el posterior desarrollo de otros métodos de evaluación más recientes (Guía Técnica del INSHT, Norma ISO 11228-1...).

2. LA ECUACIÓN NIOSH Y SUS LIMITACIONES

La ecuación NIOSH para el levantamiento de cargas determina el **Límite de Peso Recomendado** (LPR) a partir del producto de siete factores.

NIOSH 1994

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

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

Tabla 1. Ecuación NIOSH

La ecuación NIOSH ha sido diseñada para evaluar el riesgo asociado al levantamiento de cargas en unas determinadas condiciones, por lo que es conveniente conocer sus **limitaciones** para no hacer un mal uso de la misma:

- No tiene en cuenta el riesgo potencial asociado al efecto acumulativo de los levantamientos repetitivos.
- No considera eventos imprevistos como deslizamientos, caídas ni sobrecargas inesperadas.
- Tampoco 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 ($\mu > 0,4$).
- Si la temperatura o la humedad están fuera de rango (19-26°C y 35-50%, respectivamente) sería necesario añadir al estudio evaluaciones del metabolismo, con el fin de tener en cuenta el efecto de dichas variables en el consumo energético y en la frecuencia cardíaca.

- No es posible tampoco aplicar la ecuación cuando la carga levantada sea inestable, debido a que la localización del centro de masas varía significativamente durante el levantamiento.

Para las tareas de levantamiento en las que no es recomendable la aplicación de la ecuación NIOSH puede ser necesario realizar una evaluación ergonómica más completa para cuantificar así la importancia de otros factores de riesgo, como por ejemplo posturas forzadas de la espalda, vibraciones de cuerpo completo o factores ambientales desfavorables (calor o frío extremos, humedad, etc.). Estos factores, en combinación con la manipulación manual de cargas, pueden iniciar o agravar una lesión lumbar.

3. PROCEDIMIENTO PARA ANALIZAR TAREAS DE LEVANTAMIENTO

Con anterioridad a la aplicación del método de evaluación NIOSH, el técnico debe determinar:

a) Si la **tarea** realizada es **simple o múltiple**.

En las tareas simples las variables del levantamiento no cambian significativamente, mientras que en las tareas múltiples o multitareas sí existen diferencias significativas de las variables.

b) Si se requiere **control significativo** en el destino del levantamiento.

Esto sucede cuando es necesaria una colocación precisa de la carga en el destino del levantamiento, que es probable que suceda en los casos en que el trabajador:

- Tiene que cambiar el agarre cerca del destino.
- Tiene que sostener momentáneamente la carga en el destino.
- Tiene que posicionar o guiar la carga cuidadosamente en el destino.

En el caso de que haya control significativo en el destino, se calcularán dos valores del LPR:

LPR en el origen

LPR en el destino

Una vez analizadas estas cuestiones se procede a realizar la evaluación, que consta, a su vez, de tres pasos:

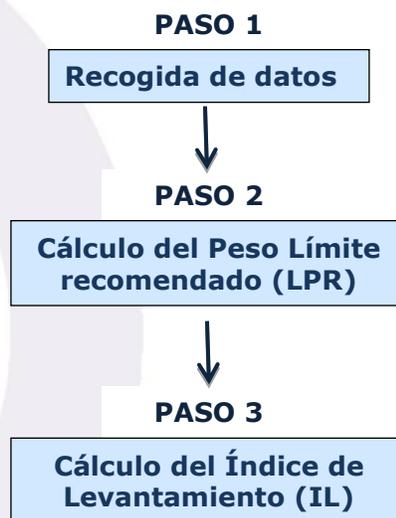


Figura 1. Proceso de evaluación

4. VARIABLES DE LA ECUACIÓN. DEFINICIONES Y FACTORES MULTIPLICADORES

A continuación se describen cada una de las variables que son necesarias conocer para poder calcular los factores multiplicadores de la ecuación NIOSH.

Los factores multiplicadores pueden utilizarse para identificar problemas específicos relacionados con una tarea. *Por ejemplo, si el factor multiplicador de frecuencia es muy cercano a cero, quiere decir que la tarea se está realizando a una frecuencia o*

una duración muy elevada, y ese sería el primer factor que deberíamos intentar corregir.

4.1. Peso de la carga (L)

Es el peso del objeto que es manipulado, en kg.

La constante de carga (**LC**) es el peso máximo recomendado para un levantamiento desde la localización estándar y bajo condiciones óptimas, es decir, en posición sagital (sin giros de torso ni posturas asimétricas), haciendo un levantamiento ocasional, con un buen asimiento de la carga y levantando la carga menos de 25 cm.

El valor de la constante quedó fijado, siguiendo criterios biomecánicos y fisiológicos, en **23 Kg**. Esto significa que el 75% de la población femenina y el 90% de la masculina podrían realizar un levantamiento de una carga igual a dicho valor en condiciones óptimas sin sufrir un daño previsible en la zona dorsolumbar de la espalda.

4.2. Distancia horizontal de la carga (H)

Es la distancia desde el punto medio de la línea que une la parte interna de los huesos de los tobillos al punto medio del agarre de las manos (proyectado en el suelo), medido en cm (*figura 2*). En tareas con control significativo de la carga en el destino, H se mide en el origen y en el destino del levantamiento.

Cuando H no pueda medirse, se puede obtener un valor aproximado mediante las siguientes ecuaciones:

Para $V > 25$ cm: **$H=20+W/2$**

Para $V < 25$ cm: **$H=25+W/2$**

W: anchura de la carga en el plano sagital

V: altura de las manos respecto al suelo

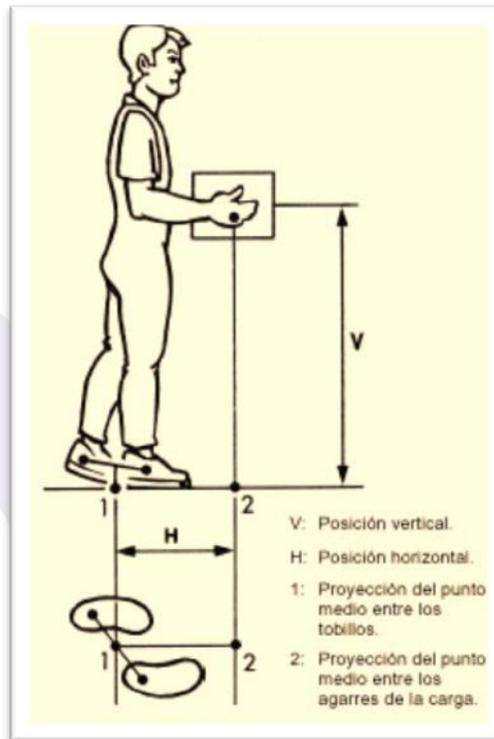


Figura 2. Distancia horizontal de la carga (H)

Por lo tanto, una vez conocido el valor de H, el factor de distancia horizontal (**HM**) se calcula como:

$$HM = 25/H$$

Los valores de H permitidos para el cálculo de HM están comprendidos entre 25 y 63 cm. Así:

$$\text{Si } H \leq 25 \text{ cm; } HM = 1$$

$$\text{Si } H > 63 \text{ cm; } HM = 0$$

4.3. Posición vertical de la carga (V)

Es la distancia vertical entre el punto de agarre de la carga y el suelo, en cm. Si hay control significativo se mide en el origen y el destino del levantamiento.

El factor de altura (**VM**) valdrá 1 cuando la carga esté situada a 75 cm del suelo y disminuirá a medida que nos alejemos de dicho valor, hasta un valor válido máximo de 175 cm. Se calcula como:

$$VM = (1 - 0,003|V - 75|)$$

Si $V > 175$ cm; $VM = 0$

4.4. Desplazamiento vertical (D)

Es la diferencia de altura entre las posiciones verticales de la carga en el origen y en el destino del levantamiento, medidas en cm.

$$D = |V1 - V2|$$

El factor de desplazamiento vertical (**DM**) se calcula como:

$$DM = 0,82 + 4,5/D$$

Si $D < 25$ cm; $DM = 1$

Si $D > 175$ cm; $DM = 0$

4.5. Ángulo de asimetría (A)

Es la medida angular del desplazamiento del objeto en el plano medio sagital del trabajador, en grados.

El ángulo de asimetría es el que forman la línea de asimetría y la línea sagital. La línea de asimetría pasa por el punto medio entre los tobillos y por la proyección del centro del agarre sobre el suelo. La línea sagital es la que pasa por el centro de la línea que une los tobillos y sigue la dirección del plano sagital. (*figura 3*)

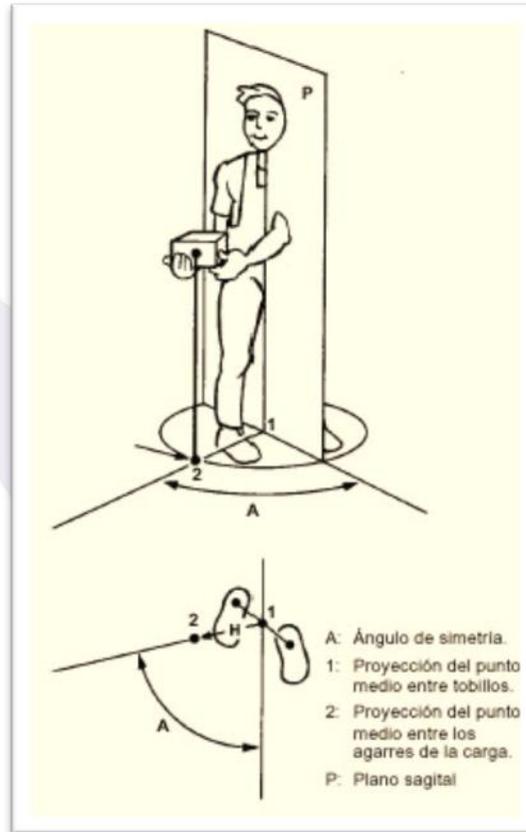


Figura 3. Ángulo de asimetría del levantamiento (A)

El factor de asimetría (**AM**) se calcula mediante la expresión:

$$AM = 1 - (0,0032A)$$

$$\text{Si } A > 135^\circ; AM = 0$$

El ángulo de asimetría (A) se mide siempre en el origen del levantamiento. Si se requiere control significativo en el destino, entonces se medirá también en el destino del levantamiento.

4.6. Frecuencia de levantamiento (F)

Es el número medio de levantamientos por minuto sobre un periodo de 15 minutos.

Si la frecuencia es variable a lo largo de la jornada, debería realizarse un muestreo a lo largo del día para obtener una muestra representativa de los ciclos que permita obtener el número de levantamientos por minuto.

En el caso de que el trabajador no levante cargas continuamente durante los 15 minutos del periodo de muestreo, se debe seguir el siguiente procedimiento: *por ejemplo, si el trabajador manipula cargas a una frecuencia de 10 levantamientos por minuto durante 8 minutos, y luego realiza una tarea ligera que dura 7 minutos, para volver después a repetir el ciclo, entonces la frecuencia se calcularía así:*

$$\text{Frecuencia} = (10 \text{ lev/min}) \times (8 \text{ min}) / (8+7\text{min}) = 5.33 \text{ lev/min.}$$

Este procedimiento se utiliza en el caso de que el ciclo dure hasta 15 minutos. En el caso de que el ciclo sea superior a los 15 minutos, se toma directamente la frecuencia del ciclo.

Cuando la tarea en cuestión sea una multitarea, se observará la misma durante un periodo de 15 minutos y se cuentan los levantamientos correspondientes a cada sub-tarea por separado. La frecuencia de cada tarea simple (o sub-tarea) es el número de ciclos dividido por los 15 minutos de observación. *Por ejemplo, si un operario coloca cajas en una estantería de 4 estantes, y en los 15 minutos de observación ha colocado 4 cajas en el primer estante, 4 en el segundo, 3 en el tercero y 1 en el cuarto:*

$$\text{Estante 1: } 4/15 = 0.27 \text{ lev/min}$$

$$\text{Estante 2: } 4/15 = 0.27 \text{ lev/min}$$

$$\text{Estante 3: } 3/15 = 0.20 \text{ lev/min}$$

$$\text{Estante 4: } 1/15 = 0.07 \text{ lev/min}$$

El factor de frecuencia (**FM**) está definido por las siguientes variables y se calcula utilizando la *tabla 2*:

- Número de levantamientos/minuto
- Duración del levantamiento
- Posición vertical de la carga

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.

Tabla 2. Cálculo del factor de frecuencia (FM)

Hay tres **categorías** de tareas de manipulación de cargas **según la duración** de los ciclos de levantamiento y el tiempo de recuperación:

- ✚ **Corta duración:** tareas de levantamiento que tienen una duración de hasta 1 hora, seguidas de un período de recuperación igual o superior a 1,2 veces el tiempo de trabajo, es decir:

$$\text{Tiempo de recuperación/Tiempo de trabajo} \geq 1,2$$

Por ejemplo, una tarea de levantamiento de 45 minutos debe estar seguida de un período de recuperación de al menos 54 minutos antes de iniciar la sesión siguiente de levantamiento.

Si no existe el tiempo de recuperación requerido para un trabajo de 1 hora o menos, y se realiza otra sesión de levantamiento, entonces pertenecerá a la siguiente categoría (*Duración moderada*).

Por ejemplo, un trabajador levanta continuamente durante 30 minutos, y después realiza un trabajo ligero durante 10 minutos. A continuación levanta durante otro período de 45 minutos: En este caso, el tiempo de recuperación entre sesiones de levantamiento (10 minutos) es menor de 1,2 veces el tiempo inicial de trabajo (que sería de 36 minutos). Por tanto, los dos tiempos de trabajo (30 y 45 minutos) deben sumarse entre sí para determinar la categoría de duración. Como el tiempo total de trabajo (75 minutos) excede de 1 hora, el trabajo se clasificaría como de "duración moderada". Sin embargo, si el período de recuperación entre sesiones de levantamiento se incrementara a 36 minutos, se podría aplicar la categoría de "corta duración".

- ✚ **Duración moderada:** tareas que tienen una duración de más de 1 hora y menos de 2 horas, seguidas de un periodo de recuperación de al menos 0,3 veces el tiempo de trabajo.

Si no se reúnen los requisitos del tiempo de recuperación y se realiza otra sesión de levantamiento, entonces se deben sumar los dos tiempos de

trabajo. Si este tiempo excede de 2 horas, entonces el trabajo se debe considerar como una tarea de "larga duración".

- ✚ **Larga duración:** tareas que duran entre 2 y 8 horas, con los descansos típicos establecidos (pausa de la mañana, comida y pausa de la tarde).

4.7. Calidad del agarre (C)

La calidad del agarre de la mano con el objeto puede afectar a la fuerza máxima que un trabajador puede ejercer sobre el objeto y también a la localización vertical de las manos durante el levantamiento. Un buen agarre puede reducir el esfuerzo requerido en la manipulación, mientras que un agarre malo requerirá generalmente mayores esfuerzos y disminuirá el peso recomendado del levantamiento.

Dependiendo de la calidad del agarre, el método NIOSH establece tres categorías (tabla 3).

BUENO	Recipientes con diseño óptimo y con asas o asideros perforados de diseño óptimo	Piezas sueltas o irregulares, que no suelen ir en cajas, con la condición de que sean fácilmente asibles
REGULAR	Cajas con diseño óptimo pero con asas o asideros perforados de diseño subóptimo	Cajas con diseño óptimo sin asas ni asideros perforados, piezas sueltas o irregulares en los que el agarre permita una flexión de la palma de la mano de 90° (aprox.)
MALO	Cajas con diseño subóptimo, piezas sueltas, objetos irregulares difíciles de asir, voluminosos o con bordes afilados	Recipientes deformables

Tabla 3. Clasificación del agarre de una carga

A continuación se desarrollan algunos de los conceptos incluidos en las definiciones de la tabla 3, para una mejor comprensión de las mismas.

Asa de diseño óptimo: asa de forma cilíndrica, con superficie no deslizante y sin relieves acusados. Debe tener una longitud mayor de 11,5 cm y un diámetro

comprendido entre 2 y 4 cm, con una holgura de 5 cm para poder introducir la mano.

Asidero perforado de diseño óptimo: asidero de longitud mayor de 11,5 cm, anchura de 4 cm y holgura mayor de 5 cm. El espesor del objeto en la zona de agarre debe ser superior a 0,6 cm. La forma ideal es semi-oval.

Objeto de diseño óptimo: objeto de longitud frontal menor o igual a 40 cm, altura menor de 30 cm y superficie suave y no deslizante.

Un *objeto* es considerado *menos óptimo* si sus dimensiones no se ajustan a la definición de "objeto de diseño óptimo" o si su superficie es rugosa o deslizante, si tiene bordes cortantes, si su centro de gravedad está descentrado, si su contenido es inestable, o si se requiere el uso de guantes durante su manipulación.

Un *objeto o pieza suelta* se considera *fácil de asir* cuando el trabajador es capaz de abarcarla cómodamente con la mano, sin provocar desviaciones excesivas de las muñecas, ni requerir fuerza de agarre excesiva.

El factor de calidad del agarre (**CM**) tiene en cuenta el tipo de agarre y la posición vertical de la carga, y se determina por medio de la siguiente tabla:

CM		Altura vertical	
		v < 75	v ≥ 75
TIPO DE AGARRE	Bueno	1.00	1.00
	Regular	0.95	1.00
	Malo	0.90	0.90

Tabla 4. Determinación del factor de agarre (CM)

5. SUGERENCIAS GENERALES DE DISEÑO O REDISEÑO DE LAS TAREAS

Si $HM < 1$:

- Acercar la carga al trabajador eliminando las barreras horizontales o reduciendo el tamaño del objeto.
- Los levantamientos cerca del suelo deben evitarse y, si esto no es posible, el objeto debe caber fácilmente entre las piernas.

Si $VM < 1$:

- Alzar o bajar el origen o el destino del levantamiento.
- Evitar los levantamientos cerca del suelo y por encima de los hombros.

Si $DM < 1$:

- Reducir la distancia vertical entre el origen y el destino del levantamiento.

Si $AM < 1$:

- Colocar el origen y el destino del levantamiento de tal manera que se reduzca el ángulo de giro o de forma que fuerce al trabajador a mover los pies y dar pasos en lugar de girar el cuerpo.

Si $FM < 1$:

- Reducir la tasa de frecuencia.
- Reducir la duración del levantamiento.
- Proporcionar mayores periodos de recuperación.

Si $CM < 1$:

- Mejorar el agarre del objeto proporcionando contenedores óptimos con asas o hendiduras o mejorando los asideros de los objetos irregulares.

Si $LPR_{destino} < LPR_{origen}$:

- Eliminar la necesidad de control significativo del objeto en el destino, mediante el rediseño de las tareas o modificando las características del objeto o del contenedor.

6. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO: EL ÍNDICE DE LEVANTAMIENTO (IL)

El Índice de Levantamiento (IL) proporciona una estimación relativa del nivel de riesgo asociado con una tarea concreta de levantamiento manual, y se calcula como el cociente entre el peso de la carga levantada y el Límite de Peso Recomendado (LPR) para esas condiciones concretas de levantamiento.

$$\text{Índice de levantamiento} = \frac{\text{carga levantada}}{\text{límite de peso recomendado}}$$

La función de riesgo no está definida, por lo que no es posible cuantificar de manera precisa el grado de riesgo asociado a los incrementos del IL; sin embargo, se pueden considerar tres zonas de riesgo según los valores del IL obtenidos para la tarea:

- a.** Riesgo limitado ($IL < 1$). La mayoría de trabajadores que realicen este tipo de tareas no deberían tener problemas.
- b.** Incremento moderado del riesgo ($1 < IL < 3$). Algunos trabajadores pueden sufrir dolencias o lesiones si realizan estas tareas. Las tareas de este tipo deben rediseñarse o asignarse a trabajadores seleccionados que se someterán a un control.
- c.** Incremento acusado del riesgo ($IL > 3$). Este tipo de tarea es inaceptable desde el punto de vista ergonómico y debe ser modificada.

El Índice de Levantamiento se puede utilizar para identificar las tareas de levantamiento potencialmente peligrosas o para comparar la severidad relativa de dos trabajos para su rediseño y evaluación.

7. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS MULTITAREA

El método NIOSH 1991 propone una nueva manera de analizar aquellas situaciones en las que un mismo trabajador realiza diferentes tareas de levantamiento de cargas, variando así los factores multiplicadores de la ecuación NIOSH de unas tareas a otras.

Una simple media de los distintos índices daría lugar a una compensación de efectos que no valoraría el riesgo real; y la selección del mayor índice no tendría en cuenta el incremento del riesgo que aportan el resto de tareas. Por ello, el NIOSH recomienda el cálculo de un índice de levantamiento compuesto (ILC), cuya fórmula es la siguiente:

$$ILC = IL_{T1} + \sum_{i=2}^n \Delta IL_{Ti}$$

$$\sum_{i=2}^n \Delta IL_{Ti} = [IL_{T2}(F_1 + F_2) - IL_{T2}(F_1)] + [IL_{T3}(F_1 + F_2 + F_3) - IL_{T3}(F_1 + F_2)] + \dots$$

$$+ [IL_{Tn}(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n) - IL_{Tn}(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_{n-1})]$$

Dónde:

- IL_{T1} es el mayor índice de levantamiento obtenido de entre todas las tareas simples.
- $IL_{Ti}(F_j)$ es el índice de levantamiento de la tarea i , calculado a la frecuencia de la tarea j .
- $IL_{Ti}(F_j + F_i)$ es el índice de levantamiento de la tarea i , calculado a la frecuencia de la tarea j , más la frecuencia de la tarea i .

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:

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

El proceso de cálculo del ILC es el siguiente:

1. Cálculo de los índices de levantamiento de las tareas simples (IL_{Ti}).
2. Ordenación de mayor a menor de los índices simples ($IL_{T1} > IL_{T2} > IL_{T3} > \dots > IL_{Tn}$). (Nota: los números de los subíndices se refieren a los números de las nuevas tareas).
3. Cálculo del incremento de riesgo acumulado a la tarea de mayor índice simple (ΔIL_{Ti}).

Para calcular este incremento lo mejor es seguir los siguientes pasos

- Cálculo de los nuevos factores de frecuencia acumulada (Por ejemplo: $FM (F_j + F_i)$).
 - Cálculo de los LPR_{Ti} , utilizando los nuevos factores de frecuencia acumulada.
 - Cálculo de los IL_{Ti} , dividiendo el peso de la carga por los nuevos LPR_{Ti} .
4. Cálculo del ILC, mediante la suma del IL_T de mayor valor (IL_{T1}) y el incremento de riesgo acumulado (ΔIL_{Ti}).

Ejemplo de análisis multitarea:

Nº de Tarea	1	2	3
Peso Objeto (Kg)	9	4.5	13.5
Frecuencia Tarea	2	4	1
FM	0.91	0.84	0.94
PLR	8.2	5.7	8.5
IL	1.1	0.8	1.6
Nuevo nº de Tarea	2	3	1

Tabla 5. Datos de ejemplo de análisis multitarea

(Nota: se considera que todas las tareas son de corta duración)

La multitarea del ejemplo consta de tres tareas simples, por lo que la ecuación a emplear será la siguiente:



$$\mathbf{ILC = IL_{T1} + [IL_{T2} (F_1+F_2) - IL_{T2} (F_1)] + [IL_{T3} (F_1+F_2+F_3) - IL_{T3} (F_1+F_2)]}$$

En el momento en que se comparan los diferentes IL , la numeración de las tareas cambia, ordenándose de mayor a menor:

$$\mathbf{IL_{T1} = 1,6 > IL_{T2} = 1,1 > IL_{T3} = 0,8}$$

A continuación se calculan los factores necesarios para hallar el incremento del riesgo acumulado y se sustituye todo en la ecuación final:

$$FM (F_1+F_2) = FM (1+2) = FM (3) = 0,88$$

$$PLR_{T2} (F_1+F_2) = 7,93$$

$$\mathbf{IL_{T2} (F_1+F_2) = 1,13}$$

$$FM (F_1) = FM (1) = 0,94$$

$$PRL_{T2} (F_1) = 8,47$$

$$\mathbf{IL_{T2} (F_1) = 1,06}$$

$$FM (F_1+F_2+F_3) = FM (1+2+4) = FM (7) = 0,70$$

$$PRL_{T3} (F_1+F_2+F_3) = 4,75$$

$$\mathbf{IL_{T3} (F_1+F_2+F_3) = 0,95}$$

$$FM (F_1+F_2) = 0,88$$

$$PRL_{T3} (F_1+F_2) = 5,97$$

$$\mathbf{IL_{T3} (F_1+F_2) = 0,75}$$

$$ILC = 1,6 + (1,13 - 1,06) + (0,95 - 0,75) = 1,6 + 0,07 + 0,20$$

$$\mathbf{\underline{ILC = 1,87}}$$

BIBLIOGRAFÍA

NOGAREDA CUIXART, S.; CANOSA BRAVO, M.M. (1998) *NTP 477: Levantamiento Manual de Cargas: Ecuación del NIOSH*. Madrid, INSHT.

Disponible en Web:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_477.pdf

PANCORBO, P. (2001). *Curso de Técnico Superior en Prevención de Riesgos Laborales. Especialidad de Ergonomía y Psicología Aplicada. UD 16: Método NIOSH para la evaluación del riesgo por manipulación manual de cargas*. Madrid. INSHT.

WATERS T.R., PUTZ-ANDERSON V (1994) *Applications manual for the revised NIOSH lifting equation*. Publication N° 94 - 110. National Institute for Occupational Safety and Health.

WATERS, T.R.; PUTZ-ANDERSON, V.; GARG, A.; FINE, L.J. (1993) *Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks*. *Ergonomics* 36, (7) 749-776.

(Consulta de la Web: 14 de diciembre de 2011)