



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

APLICACIÓN DE LA ECUACIÓN NIOSH EN UN ALMACÉN

Máster en Gestión de la Prevención de
Riesgos Laborales, Calidad y Medio Ambiente

Alexandra Combarros Arias

Septiembre 2013

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	2
2.	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS.....	5
3.	MÉTODOS DE EVALUACIÓN ERGONÓMICA	7
3.1.	GUÍA TÉCNICA DEL INSHT.....	8
3.2.	MÉTODO NIOSH	8
3.3.	MÉTODO OWAS.....	9
3.4.	MÉTODO IBV	9
3.5.	MÉTODO RULA.....	10
4.	MÉTODO NIOSH	11
4.1.	LIMITACIONES DE LA ECUACIÓN	13
4.2.	APLICACIÓN DE LA ECUACIÓN NIOSH	13
4.3.	ÍNDICE DE LEVANTAMIENTO SIMPLE (IL).....	20
4.4.	ÍNDICE COMPUESTO PARA TAREAS MÚLTIPLES (ILC).....	21
5.	TRANSPORTE MANUAL DE CARGAS.....	23
6.	CONTROL DE LOS RIESGOS	24
6.1.	MEDIDAS CORRECTORAS.....	24
7.	APLICACIÓN DEL MÉTODO.....	26
7.1.	IMPLANTACIÓN EN EL PUESTO DE PICKING	26
7.2.	MEDIDAS CORRECTIVAS.....	35
8.	CONCLUSIONES.....	38
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	39
	ANEXO I: PESOS MÁXIMOS RECOMENDADOS EN KG PARA EL TRANSPORTE MANUAL DE CARGAS	40
	ANEXO II: FACTOR DE FRECUENCIA	42



1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto viene motivado por mi presencia en el Almacén de Recambios Pérez, S.A. como técnico logístico.

Esta empresa centra su actividad en el almacenamiento, venta y reparto de repuestos para el automóvil, tanto a particulares como a profesionales y al por mayor. Dispone de seis centros de trabajo repartidos por Castilla y León. En Valladolid se encuentra el almacén regulador que suministra al resto de delegaciones; esto quiere decir que los proveedores sólo entregan la mercancía en las instalaciones de Valladolid y desde aquí se reparte al resto de tiendas.

Este proyecto se va a centrar en el estudio del almacén situado en Valladolid.

Como cualquier otro tipo de almacén, se recibe mercancía de los distintos proveedores y se coloca manualmente y pieza a pieza en estanterías en su ubicación correspondiente. Por otro lado, cada vez que se realiza una compra por parte de un cliente, las piezas vendidas tienen que ser recogidas desde las estanterías y transportadas hasta el destino final.

La empresa Pérez se compone de un total de 102 trabajadores repartidos de la siguiente manera:

CENTRO	Nº TRABAJADORES
Valladolid	64
Medina del Campo	8
Burgos	4
Medina de pomar	16
Miranda de Ebro	5
Palencia	5

Según el artículo 14 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, se deberá formar un Servicio de Prevención Propio cuando la empresa cuente con más de 500 trabajadores o 250 en el caso de que esté incluida en el Anexo I del citado Reglamento, o cuando así lo dictamine la Autoridad Laboral. Debido a que Pérez no cumple ninguno de los puntos anteriores, se ha recurrido a un Servicio de Prevención Ajeno en las especialidades de Seguridad, Higiene, Ergonomía y Psicología Aplicada y Vigilancia de la Salud.

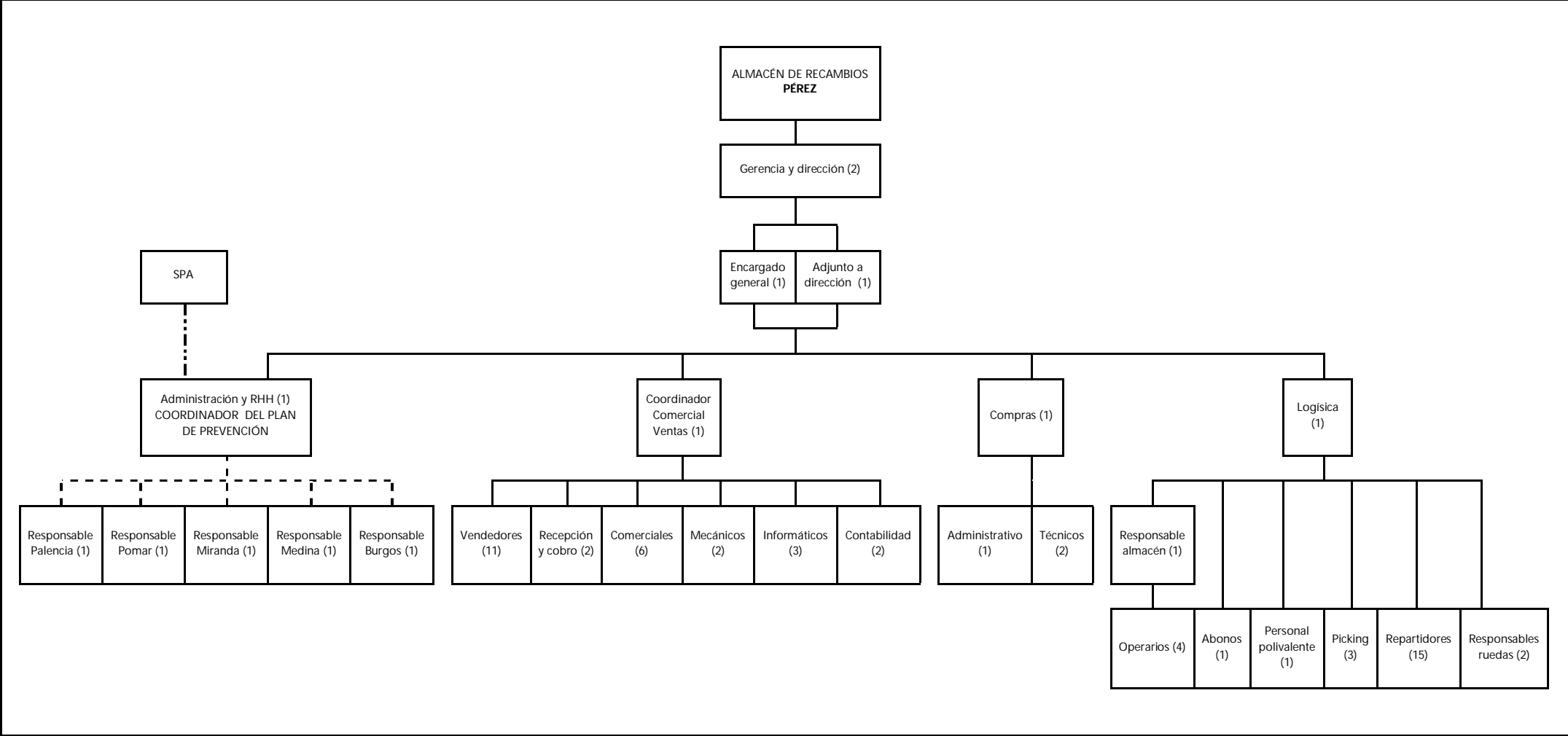


La actividad comercial de Pérez se puede resumir en 5 puestos de trabajo:

- **PERSONAL ADMINISTRATIVO:** Se engloba dentro de este grupo a todo aquel personal que realice tareas administrativas, considerando a las 19 personas que constituyen la gerencia, departamento de administración y RRHH, logística, compras, ventas, informática y contabilidad.
- **COMERCIALES:** Los comerciales, al principio de la jornada presentan los pedidos del día anterior y el resto de la jornada realizan visitas a clientes, tanto en la provincia de Valladolid como Palencia y Burgos, usando como transporte principal un vehículo de empresa. Este grupo se compone de 6 trabajadores.
- **VENDEDORES:** La mayor parte de los trabajadores realizan atención telefónica a clientes y algunos al público personalmente. Utilizan el ordenador para realizar los albaranes. Tras tomar nota de los pedidos consultando los diferentes catálogos, recogen de las zonas que correspondan del almacén la mercancía y la entregan al cliente. En el caso de que sea necesario entregar la pieza en las instalaciones del cliente, son los operadores de picking los encargados de sacar el material. Hay un total de 11 vendedores.
- **MECÁNICO:** Hay dos personas encargadas de realizar pequeñas reparaciones en equipos que la empresa comercializa. Dispone de un taller en el que tiene una prensa para realizar matrículas, un taladro de columna, un equipo para remachar zapatas, un esmeril, un compresor y diversa herramienta manual. El trabajador se puede desplazar a los talleres de los clientes a recoger el equipo o incluso a repararlo in situ. Cuando no tiene trabajo realiza tareas de repartidor.
- **REPARTIDOR:** El trabajo de los 15 repartidores de la empresa consiste en cargar el material en las furgonetas, el cual tienen preparado en una zona del almacén donde reciben la ruta a seguir para realizar la entrega de la mercancía. Pueden utilizar carros para aproximar el material a la furgoneta. Una vez en las instalaciones del cliente descargan el material de manera manual. Cada uno de los repartidores tiene un vehículo con el que trabaja habitualmente.
- **ALMACÉN:** Incluye las tareas de descarga de mercancías, colocación en el almacén y salida hacia cliente final. Este departamento está constituido por un total de 11 personas.

A continuación se presenta como resumen general el organigrama de la empresa:

ORGANIGRAMA ALMACÉN DE RECAMBIOS PÉREZ





2. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Tal y como se indica en la evaluación inicial de riesgos, la tipología de los daños a la salud más comunes descrita por el Servicio de Prevención son los sobreesfuerzos, lesiones musculoesqueléticas y los accidentes de tráfico.

Así mismo, en la evaluación de riesgos del puesto de almacenero se ha determinado la existencia de un riesgo de sobreesfuerzo por manipulación manual de cargas.

Por este motivo, se ha elegido esta sección para cuantificar el nivel de riesgo con el fin de poder conocer su idoneidad o, en caso contrario, establecer las medidas correctoras necesarias para su disminución.

Dentro del almacén se pueden distinguir varios puestos de trabajo con distintas peculiaridades:

- Operarios de almacén: El trabajo de los cuatro operarios consiste en la descarga de mercancías de los camiones del proveedor mediante carretilla elevadora. Posteriormente, una vez desembalada la mercancía, la colocan en el lugar correspondiente del almacén. Se utilizan para ello carros de transporte.
- Encargada de abonos: Una trabajadora revisa las piezas devueltas por el cliente y las acondiciona para una nueva venta.
- Responsable de ruedas: Dos personas se encargan de la descarga de los camiones de ruedas, la colocación en el almacén y la salida de la mercancía para la posterior entrega al cliente.
- Picking: Dos trabajadores se ocupan de la salida de piezas hacia cliente final cuando reciben un pedido. Por otro lado, hay un operario que realiza la salida de piezas hacia las tiendas del grupo ininterrumpidamente durante sus ocho horas de trabajo diario.
- Persona polivalente: Una trabajadora realiza alguna de las tareas anteriormente descritas dependiendo de la carga de trabajo existente.

Todos los trabajadores son personas jóvenes (entre 23 y 35 años), con un buen estado de salud y con aptitud médica aprobada por el servicio de prevención.

Tras una observación de cada uno de estos puestos de trabajo, se ha apreciado que el puesto de trabajo con un mayor riesgo ergonómico aparente es el de la persona encargada de realizar el picking a las tiendas del grupo, debido a que es el que más tiempo dentro de su jornada laboral pasa realizando manipulaciones manuales de cargas.



Por lo tanto, este proyecto se va a basar en un análisis del riesgo derivado de esta manipulación mediante la aplicación del método NIOSH en el puesto de trabajo de picking.

Cuenta con la revisión y aprobación de Manuel Paunero Sánchez, adjunto a la dirección del Almacén de Recambios Pérez; y por la de Rafael Ceña Calleja, tutor asignado de la UVA.



3. MÉTODOS DE EVALUACIÓN ERGONÓMICA

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Establece como una obligación fundamental del empresario la realización de las evaluaciones de los puestos de trabajo desarrollados en su empresa para conocer los riesgos a los que se exponen sus trabajadores y asegurar su protección mediante medidas técnicas u organizativas.

Son muchas las normas de desarrollo de esta ley, redactadas para fijar las medidas mínimas a adoptar para garantizar esta protección. Una de ellas es el Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

En este Real Decreto se define Manipulación Manual de Cargas como cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Dispone que el empresario debe adoptar las medidas necesarias para evitar este tipo de manipulación. En caso de no ser posible, se deberán evaluar los riesgos con el fin de emplear los medios apropiados, proveer a los trabajadores de equipos que reduzcan el riesgo, o tomar las medidas organizativas necesarias.

Son muchas las técnicas disponibles para realizar esta evaluación ergonómica, desarrolladas para obtener la mejor y más exacta información de la problemática que pueda existir durante la realización de una determinada actividad.

La forma de aplicar los métodos de evaluación hace que el análisis se enfoque de una manera específica para cada tarea, ya que no hay una sola técnica que sea de aplicación general para todas las actividades desarrolladas.

Generalmente son modos de evaluación sencillos y rápidos que, en la mayoría de los casos, no requieren de equipo sofisticado ni interfieren en el trabajo habitual, pudiendo realizarse en el mismo lugar de trabajo.



A continuación se resumen estos métodos:

3.1. GUÍA TÉCNICA DEL INSHT

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, tiene entre sus cometidos el relativo a la elaboración de guías destinadas a la evaluación y prevención de los riesgos laborales.

Por otro lado, el Real Decreto 487/1997 en su disposición final primera dispone:

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo elaborará y mantendrá actualizada una Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. En dicha Guía se considerarán los valores máximos de carga como referencia para una manipulación manual en condiciones adecuadas de seguridad y salud, así como los factores correctores en función de las características individuales, de la carga y de la forma y frecuencia de su manipulación manual.

La guía tiene por objeto facilitar la aplicación del Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, y consta de dos apartados diferenciados, el primero que permite clarificar los contenidos del Real Decreto y el segundo que expone un método para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas con el que se permite identificar las tareas o situaciones donde existe un riesgo no tolerable y que, por tanto, deben ser mejoradas o rediseñadas, o bien requieren una valoración más detallada por un experto en ergonomía.

Este método está basado en las recomendaciones del Real Decreto 497/1997, en los proyectos de Normas ISO y CEN sobre este mismo tema, así como en los criterios mayoritariamente aceptados por los expertos para la prevención de los riesgos debidos a la manipulación manual de cargas.

3.2. MÉTODO NIOSH

El National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (Instituto Nacional de los EEUU para la Seguridad y Salud Ocupacional), desarrolló en el año 1981 un método empírico para evaluar el manejo de cargas en el trabajo. Consiste en una ecuación que analiza los límites de carga admisibles en función del tipo de tarea. Esta ecuación se



modificó en el año 1991 con el fin de considerar nuevos factores como el manejo asimétrico de las cargas, la duración de la tarea, la frecuencia de los levantamientos y la calidad del agarre; y se corrigió la forma de valorar el riesgo introduciendo en concepto de Índice de Levantamiento, así como la descripción de las limitaciones de su aplicación.

El objetivo del método es prevenir o reducir la aparición de dolores lumbares entre los trabajadores y paliar otros problemas musculo esqueléticos asociados a los levantamientos de cargas, como dolores de brazos y espaldas.

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 de NIOSH pueden variar de unas tareas a otras.

3.3. MÉTODO OWAS

El método Ovako Working Posture Analysis System (Sistema de Análisis Postural Ovaco) surgió del análisis de las tareas en la industria del acero de Finlandia y se desarrolló durante los primeros años de la década de los 70.

Este método identifica y evalúa posturas incómodas e inadecuadas durante el desarrollo de una tarea.

El análisis de los sistemas posturales se realizó basándose en fotografías de diferentes posturas que se producían en los puestos de trabajo catalogándolas en función de cuatro posiciones de la espalda, tres de los brazos y siete de las piernas; dando como resultado 84 posibles combinaciones.

Considerando una estimación de la carga manipulada por la persona en relación a la postura, se determina un nivel de riesgo correspondiente a cada una de estas combinaciones.

3.4. MÉTODO IBV

El método del Instituto Biomecánico de Valencia tiene su aplicación para tareas repetitivas de miembros superiores con ciclos de trabajo definidos. Proporciona dos niveles de riesgo, uno para la zona cuello-hombro y otro para la zona mano-muñeca.



El estudio de la tarea repetitiva está centrado en el análisis de la postura de los brazos, antebrazos, muñecas, cuello, actividad muscular y carga o fuerza ejercida, estando todo esto relacionado con los tiempos de exposición; lo que permite calcular el riesgo asociado de una tarea.

3.5. MÉTODO RULA

El método Rapid Upper Limb Assessment (Evaluación Rápida de la Extremidad Superior) evalúa el riesgo de lesión musculoesquelética de miembros superiores para tareas repetitivas.

Guarda cierta similitud al método anterior con la excepción de que no se tienen en cuenta los tiempos de exposición.



4. MÉTODO NIOSH

El manejo y el levantamiento de cargas son las principales causas de lumbalgias y otras patologías musculoesqueléticas. Éstas pueden aparecer por sobreesfuerzo o como resultado de esfuerzos repetitivos. Otros factores como son el empujar o tirar de cargas, las posturas inadecuadas y forzadas o la vibración están directamente relacionadas con la aparición de este trauma.

La herramienta desarrollada por NIOSH se creó para poder identificar los riesgos de lumbalgias asociados a la carga física a la que estaba sometido el trabajador y recomendar un límite de peso adecuado para cada tarea en cuestión; de manera que un determinado porcentaje de la población pudiera realizar su trabajo sin riesgo elevado de padecer lumbalgias.

Es una ecuación que permite evaluar tareas en las que se realizan levantamientos de carga, ofreciendo como resultado el peso máximo recomendado (RWL: Recommended Weight Limit) que es posible levantar en las condiciones del puesto para evitar la aparición de problemas de salud. Además, el método proporciona una valoración de la posibilidad de aparición de trastornos dadas las condiciones del levantamiento y el peso levantado.

Según datos del Ministerio de Empleo y Seguridad Social, el 37,49% de los accidentes laborales con baja son debidos a un sobreesfuerzo físico sobre el sistema musculoesquelético. El 27,86% de los accidentes con baja han sido producidos por la realización de manipulaciones de objetos, y otro 13,30% por transporte manual. Estos datos proporcionan una idea de la importancia de una correcta evaluación de las tareas que implican levantamiento de carga y del adecuado acondicionamiento de los puestos implicados.

El método NIOSH se basa en una serie de investigaciones previas en las que se han estudiado estadísticas epidemiológicas, cálculos biomecánicos, datos relativos a esfuerzos fisiológicos y datos psicofísicos. Además debe tenerse en cuenta que se ha partido de una serie de condiciones básicas:

- Elevación suave, sin precipitación y con las dos manos delante del cuerpo.
- Anchura de la carga menor de 75 cm.
- Postura de levantamiento no restringida ni limitada.
- Presencia de asas y buen acople calzado/suelo.
- Entorno ambiental favorable.



Así mismo, para definir los componentes de la ecuación, se usaron tres criterios:

- Biomecánico
- Fisiológico
- Psicofísico

CRITERIO BIOMECÁNICO

Se basa en que al manejar una carga pesada o una carga ligera incorrectamente levantada aparecen momentos mecánicos que se transmiten por los segmentos corporales hasta las vértebras dando lugar a un acusado estrés lumbosacro.

Estas tareas de levantamiento infrecuentes, pero que requieren un sobreesfuerzo, generan a nivel del disco L₅/S₁ unas fuerzas de compresión, torsión/flexión y cizalladura. A través del estudio de modelos biomecánicos, se ha considerado como límite de resistencia de este disco una fuerza de compresión de 3,4 kN, aproximadamente 3400 kg, para la aparición de riesgo de lumbalgia.

CRITERIO FISIOLÓGICO

Este criterio reconoce que las tareas con levantamientos repetitivos pueden fácilmente exceder las capacidades normales de energía del trabajador, provocando una prematura disminución de su resistencia y un aumento de la probabilidad de lesión.

A partir de los estudios existentes se establecieron los siguientes límites en cuanto al gasto energético:

- Capacidad de levantamiento máximo aeróbico de 9,5 kcal/min en levantamientos repetitivos.
- 70% de la capacidad aeróbica para aquellos trabajos que requieren levantar los brazos más de 75 cm.
- 50%, 40% ó 30% de la máxima capacidad aeróbica en aquellos trabajos cuya duración sea de 1 hora, 1 a 2 horas y de 2 a 8 horas respectivamente.

CRITERIO PSICOFÍSICO

Limita la carga de trabajo basándose en la percepción del esfuerzo de levantamiento por parte de los trabajadores.



4.1. LIMITACIONES DE LA ECUACIÓN

Específicamente, la ecuación de los levantamientos fue diseñada para cumplir a la vez los criterios biomecánico, fisiológico y psicofísico. Para emplear esta ecuación deben cumplirse una serie de condiciones de la tarea a evaluar:

1. Las actividades de manejo manual de carga que no consistan en levantamientos como sostener, empujar, arrastrar, transportar, caminar o escalar son mínimas y no requieren significativos gastos de energía respecto al propio levantamiento. En general, no deben suponer más de un 10% de la actividad desarrollada por el trabajador.
2. La ecuación no incluye factores para tener en cuenta condiciones imprevistas tales como incrementos inesperados de las cargas, resbalones o caídas. Además si el ambiente es desfavorable (temperatura o humedad relativa significativamente fuera del rango de 19° a 26°C ó 35 a 50% respectivamente), el consumo metabólico necesitaría adecuarse a los efectos de estas variables sobre el ritmo cardíaco y el consumo de energía.
3. No es aplicable para tareas de levantamientos con una sola mano, de cargas inestables, levantamientos mientras se está sentado o de rodillas, levantamientos en un espacio de trabajo muy limitado, levantamiento de objetos extremadamente calientes, fríos o contaminados, o levantamientos a alta velocidad.
4. Se asume que el agarre de la superficie suelo/trabajador proporciona un coeficiente de fricción estático de entre 0,4 y 0,5.
5. Tanto subir las cargas como bajarlas tienen el mismo nivel de riesgo de problemas lumbares.

4.2. APLICACIÓN DE LA ECUACIÓN NIOSH

La ecuación calcula el peso recomendado (RWL) para una determinada actividad a partir de una constante de carga y de seis factores que toman el valor de 1 en el caso de tratarse de un levantamiento en condiciones óptimas, y valores más cercanos a 0 cuanto mayor sea la desviación de las condiciones del levantamiento respecto de las ideales.

El RWL es el peso de carga que la mayoría de los trabajadores sanos puede manipular, en un período de tiempo sin incrementar el riesgo de desarrollar patologías a nivel dorsolumbar.



Los factores tenidos en cuenta son:

- Constante de carga (LC)
- Factor de distancia horizontal (HM)
- Factor de altura (VM)
- Factor de desplazamiento vertical (DM)
- Factor de asimetría (AM)

- Factor de frecuencia (FM)
- Factor de agarre o acoplamiento (CM)

Y la ecuación es la siguiente:

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

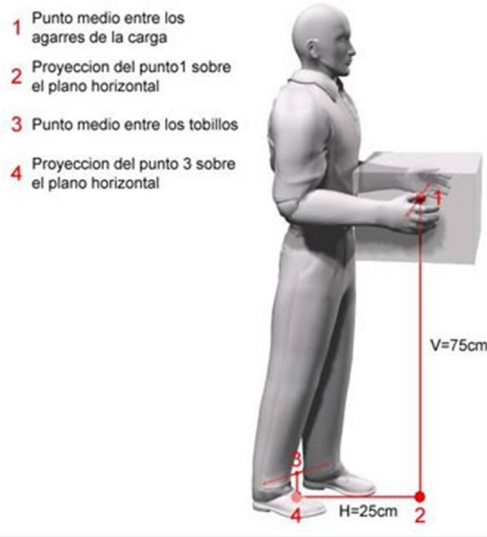
CONSTANTE DE CARGA (LC)

A partir de los criterios anteriormente desarrollados se establecen los componentes de la ecuación de NIOSH, la cual parte de definir un levantamiento ideal, que sería el realizado desde la localización estándar de levantamiento y bajo condiciones óptimas: en posición sagital, es decir, sin giros ni posturas asimétricas, haciendo un levantamiento ocasional, con un buen asimiento de la carga y levantándola menos de 25 cm. En estas condiciones, el peso máximo recomendado es de 23Kg, lo que se denomina constante de carga (LC). Este valor es el que podría ser levantado sin problemas, en esas condiciones, por el 75% de las mujeres y el 90% de los hombres.

FACTOR DE DISTANCIA HORIZONTAL (HM)

Las fuerzas de compresión que aparecen a nivel lumbar están directamente relacionadas con la distancia horizontal entre la sujeción de la carga y este punto.

La localización estándar de levantamiento es la posición considerada óptima para llevar a cabo el levantamiento. Esta postura se da cuando la distancia entre el punto medio de agarre y el punto medio entre los tobillos es de 25 cm, y la vertical desde el punto de agarre hasta el suelo es de 75 cm, tal y como se refleja en la siguiente imagen:



Esta distancia horizontal se mide al inicio y al final del levantamiento, considerando el máximo índice obtenido con cada uno de los valores.

Para aquellos casos en que H no pueda medirse, puede utilizarse la siguiente ecuación:

$$H = \begin{cases} 20 + \frac{W}{2} & \text{si } V \geq 25\text{cm} \\ 25 + \frac{W}{2} & \text{si } V < 25\text{cm} \end{cases}$$

Donde W es la anchura de la carga en el plano sagital y V es la altura de las manos respecto al suelo

De esta manera, y tomando como referencia la distancia horizontal ideal de 25 cm, el factor HM se calcula como sigue:

$$HM = \begin{cases} 1 & \text{si } H < 25\text{cm} \\ \frac{25}{H} & \text{si } 25 \leq H \leq 63\text{cm} \\ 0 & \text{si } H > 63\text{cm} \end{cases}$$

FACTOR DE ALTURA (VM)

La posición desde la que se manipulan las cargas puede representar un incremento del riesgo si es necesario tomarlas desde posiciones muy elevadas, o demasiado bajas, ya que obliga a flexionar el tronco.



Considerando una altura óptima de 75 cm, el valor del factor de altura se determina mediante la siguiente ecuación:

$$VM = \begin{cases} 1 & \text{si } V = 75\text{cm} \\ (1 - 0,003 | V - 75 |) & \text{si } V \neq 75\text{cm} \end{cases}$$

FACTOR DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL (DM)

Penaliza los levantamientos en los que el recorrido vertical de la carga es grande. Se determina mediante la diferencia de altura inicial y final de la carga (D):

$$D = V_{\text{origen}} - V_{\text{destino}}$$

No se distingue entre levantar y bajar, por lo que se toma el valor absoluto de la diferencia.

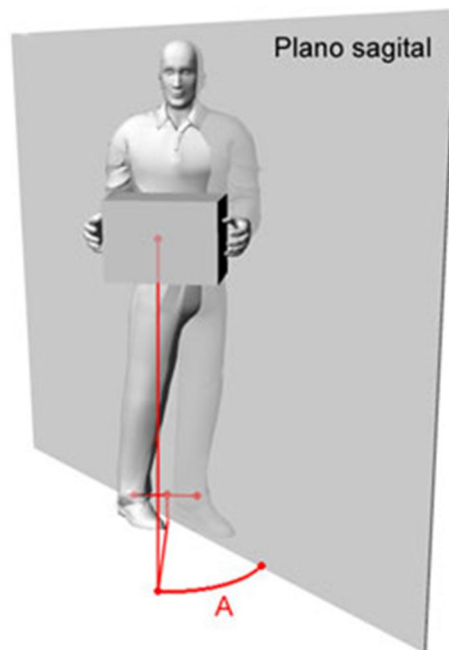
A partir de este dato, el factor de desplazamiento vertical se calcula con la siguiente fórmula:

$$DM = \begin{cases} 1 & \text{si } D < 25\text{cm} \\ 0,82 + \frac{4,5}{D} & \text{si } 25 \leq D \leq 175\text{cm} \\ 0 & \text{si } D > 175\text{cm} \end{cases}$$

FACTOR DE ASIMETRÍA (AM)

Se considera movimiento asimétrico aquel que comienza o termina fuera del plano sagital del trabajador, lo que implica una torsión del tronco. Este movimiento debe evitarse siempre que sea posible dado que induce grandes esfuerzos de torsión a nivel lumbar.

El ángulo de asimetría se define trazando una línea de asimetría que pasa por el punto medio entre los tobillos y por la proyección del centro del agarre sobre el suelo. Después se traza la línea del plano medio sagital, con el trabajador situado sujetando la carga en posición neutral sin torsión del cuerpo o de las piernas. El ángulo de asimetría es el que forman la línea de asimetría y el plano sagital.



La ecuación que permite el cálculo de este factor es la siguiente:

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

Donde A es el ángulo de giro en grados, medido desde el origen hasta el destino, si esta posición debe mantenerse como consecuencia de la tarea.

FACTOR DE FRECUENCIA (FM)

Este factor se define a partir de la frecuencia, la duración de la tarea de levantamiento y la altura de los mismos.

La frecuencia de levantamiento se mide en elevaciones por minuto y se determina observando al trabajador en un período de 15 minutos y, en aquellos casos en que varíe sustancialmente, debe aplicarse algún método de muestreo que permita determinar el número de levantamientos por minuto. No se admiten frecuencias por encima de 15 elevaciones por minuto ya que se deberá estudiar como movimiento repetitivo mediante otro método de evaluación.

Para definir la duración de las tareas, se utiliza el siguiente criterio:

- Tareas de corta duración: aquellas en las que el tiempo de actividad dura una hora o menos seguidas de un tiempo de recuperación de al menos un 120% del tiempo de trabajo.



- Tareas de duración moderada: son aquellas que duran entre una y dos horas y disponen de un tiempo de recuperación del 30% del tiempo de trabajo.
- Tareas de larga duración: son aquellas cuya duración está entre 2 y 8 horas con tiempos de descanso normales.

El valor del factor de frecuencia se extrae de la tabla presentada en el Anexo II del presente proyecto.

FACTOR DE AGARRE (CM)

Este factor se obtiene según la facilidad del agarre y la altura vertical del manejo de la carga según la siguiente tabla:

Tipo de agarre	Factor de agarre	
	V < 75	V > 75
Bueno	1,00	1,00
Regular	0,95	1,00
Malo	0,90	0,90

Para facilitar la determinación del tipo de agarre se proponen estos criterios:

Bueno:

- Contenedores con un diseño óptimo (cajas, cajones, etc.) provistos de asas u orificios para las manos (troqueles) que permita la introducción adecuada de la mano, incluso con equipo de protección.
- Piezas sueltas u objetos irregulares que puedan ser agarrados perfectamente, sin producir desviaciones de muñeca ni que conduzcan a posturas inapropiadas, además de no requerir una fuerza excesiva para sujetarla.



Regular:

- Contenedores que, aun contando con un diseño apropiado no reúnen todos los requisitos para considerarlo bueno.
- Posibilidad de flexionar los dedos 90° bajo la carga.
- Piezas sueltas, u objetos irregulares que no puedan ser agarrados perfectamente.



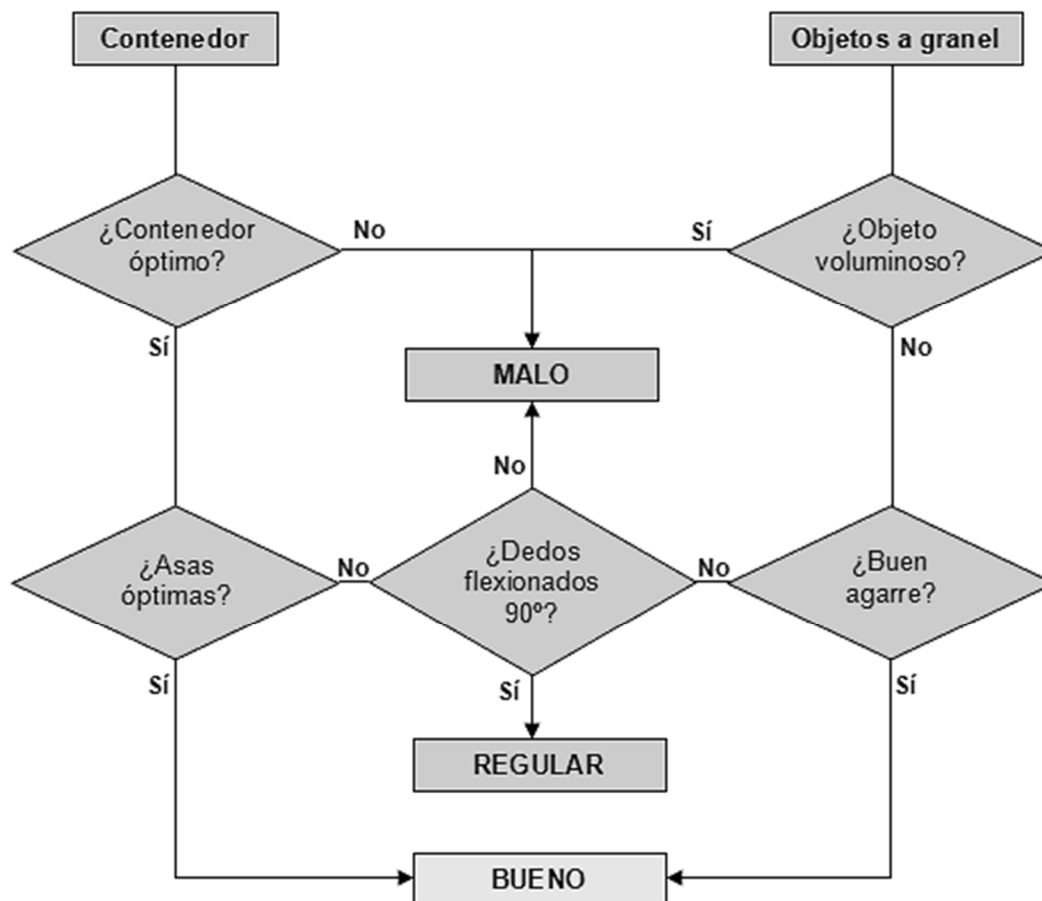


Malo:

- Diseño no óptimo de la carga.
- Imposibilidad de flexionar los dedos 90° para sujetar la carga o la pieza suelta
- Objetos que resulten de difícil manejo manual, con esquinas afiladas, formas inapropiadas o deformables.



Estas características se resumen en el siguiente diagrama para facilitar la decisión:





4.3. ÍNDICE DE LEVANTAMIENTO SIMPLE (IL)

El parámetro utilizado para evaluar una tarea que implica levantamiento de cargas es el índice de levantamiento, que se define como el cociente entre el peso real de la carga manipulada y el peso recomendado (RWL).

El índice de levantamiento es un término que proporciona una estimación relativa del nivel de estrés físico asociado con la tarea de levantamiento, asumiendo que el riesgo de lesión crece a medida que aumenta este índice. A partir de esta definición para una tarea concreta, la ecuación que permite el cálculo es:

$$IL = \frac{\text{Peso real}}{\text{RWL}}$$

En función del resultado de este índice pueden definirse tres zonas de actuación:

- $IL < 1$: zona de riesgo limitado. La mayoría de trabajadores que realicen este tipo de tareas no debería tener problemas.
- $1 < IL < 3$: incremento moderado del riesgo. 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.
- $IL > 3$: incremento acusado del riesgo. Este tipo de tarea es inaceptable desde el punto de vista ergonómico y debe ser modificada.

Sin embargo, algunos médicos y ergónomos han considerado este criterio excesivamente permisivo, por lo que sería más adecuado seguir las recomendaciones establecidas por la Guía Técnica del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo sobre manipulación manual de cargas y valorar el resultado según estas tres zonas de riesgo:

- $IL < 1$: zona de riesgo limitado. La mayoría de trabajadores que realicen este tipo de tareas no debería tener problemas.
- $1 < IL < 1,6$: incremento moderado del riesgo. 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.
- $IL > 1,6$: incremento acusado del riesgo. Este tipo de tarea es inaceptable desde el punto de vista ergonómico y debe ser modificada.



4.4. ÍNDICE COMPUESTO PARA TAREAS MÚLTIPLES (ILC)

Cuando las tareas que realiza un operador no son homogéneas, es necesario realizar el cálculo de un índice compuesto de levantamiento para estimar el riesgo asociado al trabajo. Las tareas múltiples que generalmente pueden producirse son las siguientes:

- Levantamientos de cargas en los que se va variando algunos de los parámetros, por ejemplo, el peso de la carga, la altura a la que se va a colocar la carga, la frecuencia de manipulación, etc.
- Combinación de empujes y arrastres de cargas en los que se va variando algunos de los parámetros, por ejemplo, la altura de empuje, la fuerza inicial, etc.
- Combinación de levantamientos y transportes.
- Combinación de empujes y arrastres.

Una simple media de los distintos índices de levantamiento de todas las tareas daría lugar a una compensación de efectos positivos y negativos que no valoraría el riesgo real. Por otra parte, la selección del mayor índice para valorar globalmente la actividad no tendría en cuenta el incremento combinado del riesgo que aportan el resto de tareas.

El índice de tareas múltiples según el método NIOSH se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$ILC = ILT_1 + \sum_{i=2}^n \Delta ILT_1$$
$$\sum_{i=2}^n \Delta ILT_1 = (ILT_2(F_1 + F_2) - ILT_2(F_1)) + (ILT_3(F_1 + F_2 + F_3) - ILT_3(F_1 + F_2)) + \dots + (ILT_n(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n) - ILT_n(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_{n-1}))$$

Donde:

ILT_1 es el mayor índice de levantamiento obtenido de entre todas las tareas simples.

$ILT_i(F_j)$ es el índice de levantamiento de la tarea i , calculado a la frecuencia de la tarea j .

$ILT_i(F_j + F_k)$ es el índice de levantamiento de la tarea i , calculado a la frecuencia de la tarea j , más la frecuencia de la tarea k .

El proceso para el cálculo del índice de levantamiento compuesto es el siguiente:

1. Se calculan los índices de levantamiento para las tareas simples.



2. Se ordenan de mayor a menor los índices simples ($ILT_1, ILT_2, \dots, ILT_n$).
3. Se calcula el incremento del riesgo asociado 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.

Una vez se dispone del índice compuesto la valoración del mismo es igual a la realizada para el índice de levantamiento simple.



5. TRANSPORTE MANUAL DE CARGAS

En determinadas ocasiones, en un levantamiento manual de cargas el punto inicial y final están separados cierta distancia que obliga al trabajador a realizar un desplazamiento. Esto es lo que se conoce como transporte manual de una carga, aquella tarea u operación que se realiza para desplazar un objeto manualmente.

En las tablas presentadas en el Anexo I del presente documento, se presentan los valores de peso límites obtenidos por Snook y Ciriello aplicables en el transporte manual, establecidos tanto para hombres como para mujeres.

Estos valores se han determinado en función de los siguientes factores:

- Distancia recorrida con la carga, considerándose tres niveles: 2,1; 4,3 y 8,5 metros. Para distancias intermedias se debe interpolar.
- Altura de agarre: Es la altura a la que se transporta la carga, pudiendo ser a la altura de los codos o a la de las caderas.
- Frecuencia de transporte: Están en el intervalo de un transporte cada 8 horas y uno cada 6 segundos, permitiéndose la interpolación de datos.
- El sexo del trabajador
- El porcentaje de la población que es capaz de transportar la carga: Percentiles 90, 75, 50 y 10.

Una vez determinado el límite de peso recomendado, se puede determinar el Índice de Transporte de manera similar a la determinación del Índice de Levantamiento Simple:

$$\text{Índice de transporte} = \frac{\text{Peso transportado}}{\text{Límite de peso recomendado}}$$

Se utilizará el mismo criterio que en el Índice de Levantamiento para determinar las zonas de riesgo que identifican la severidad de la tarea.



6. CONTROL DE LOS RIESGOS

6.1. MEDIDAS CORRECTORAS

Si la evaluación final indica que existe riesgo, se deben poner en marcha medidas de control del riesgo. Aparte de las medidas técnicas destinadas a evitar la manipulación manual de cargas, la formación acerca de la manipulación correcta de cargas se convierte en una herramienta importante para mantener los riesgos bajo control.

Como norma general, es preferible manipular las cargas cerca del cuerpo, a una altura comprendida entre la altura de los codos y los nudillos, ya que de esta forma disminuye la tensión en la zona lumbar.

Si las cargas que se van a manipular se encuentran en el suelo o cerca del mismo, se utilizarán las técnicas de manejo de cargas que permitan utilizar los músculos de las piernas más que los de la espalda.

Para levantar una carga se pueden seguir los siguientes pasos:

- Planificar el levantamiento.
- Utilizar las ayudas mecánicas precisas. Siempre que sea posible se deberán utilizar ayudas mecánicas.
- 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 a levantar primero un lado, ya que no siempre el tamaño de la carga ofrece una idea exacta de su peso real.
- Solicitar ayuda de 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.
- Usar la vestimenta, el calzado y los equipos adecuados.
- Separar los pies para proporcionar una postura estable y equilibrada para el levantamiento, colocando un pie más adelantado que el otro en la dirección del movimiento.



- Doblar las piernas manteniendo en todo momento la espalda recta, y mantener el mentón metido. No flexionar demasiado las rodillas.
- No girar el tronco ni adoptar posturas forzadas.
- Sujetar firmemente la carga empleando ambas manos y pegarla al cuerpo. El mejor tipo de agarre es en gancho, pero también puede depender de las preferencias individuales, lo importante es que sea seguro. Cuando sea necesario cambiar el agarre, hacerlo suavemente o apoyando la carga, ya que si no se incrementarían los riesgos.
- Levantarse suavemente, por extensión de las piernas, manteniendo la espalda derecha. No dar tirones a la carga ni moverla de forma rápida o brusca.
- Procurar no efectuar nunca giros, es preferible mover los pies para colocarse en la posición adecuada.
- Mantener la carga pegada al cuerpo durante todo el levantamiento.
- Depositar la carga
- Realizar levantamientos espaciados





7. APLICACIÓN DEL MÉTODO

La gran variedad de posibles movimientos que se pueden llevar a cabo en los puestos de trabajo del almacén, requieren de un cálculo complejo. Para ello se pretende desarrollar una aplicación que facilite este análisis y asegure la posibilidad de realizar todos los estudios deseados, pudiendo implantarse como una nueva herramienta del sistema de organización de los puestos de trabajo en la empresa.

El punto de partida que representa este proyecto se centra en el puesto de picking. Se ha creado una hoja Excel que permite importar una base de datos de las piezas manipuladas en un período de tiempo determinado, generada por el MRP usado en la empresa, de tal manera que se calcula automáticamente el índice de riesgo ergonómico de esta actividad.

Para un correcto empleo de la ecuación se han tenido en cuenta los siguientes supuestos:

- Las actividades de transporte no suponen más de un 10% de la actividad desarrollada por el trabajador.
- No hay incrementos inesperados de las cargas.
- La temperatura y humedad se encuentran dentro de los rangos óptimos.
- Los levantamientos se realizan con las dos manos y en posición de bipedestación.
- El espacio de trabajo es suficiente.
- Los objetos a manipular están a temperatura ambiente.
- El coeficiente de fricción estático entre suelo y trabajador es el adecuado.

7.1. IMPLANTACIÓN EN EL PUESTO DE PICKING

Esta actividad es desarrollada por un único trabajador de 23 años de edad y buen estado físico. Trabaja a jornada continua en horario de 5:30 a 13:30 horas con 15 minutos de descanso a las 9:00 horas.

Este operador se ocupa de preparar las piezas que abastecen al resto de tiendas de la organización. Para ello, a lo largo de la jornada, va recibiendo pedidos en su PDA en la que se muestran las piezas a coger y su ubicación. Estos datos pueden ser recuperados gracias a la base de datos del MRP usado en la empresa, y son los datos a partir de los cuales se va a realizar el análisis.



Con un carro tipo supermercado, va recorriendo el almacén para coger las piezas solicitadas. Para ello llega a la estantería en la que se encuentra el recambio, lo busca y comprueba que sea la correcta mediante lectura de código de barras con la PDA, la coge y la deposita en el carro.

En ocasiones, el carro se deja en el pasillo central por lo que existe un pequeño porcentaje de transporte en la operación. Inicialmente no se va a tener en cuenta este transporte ya que se supone despreciable.

Una vez que tiene todas las piezas referidas en un pedido, traslada el carro hasta el contenedor correspondiente a la tienda a la que se ha de mandar, donde coloca todas las piezas cogidas anteriormente.

Este proceso se repite a lo largo de toda la jornada en series de 5 pedidos correspondientes a cada una de las tiendas fuera de Valladolid.





Por lo tanto, tenemos dos manipulaciones por pieza: de estantería a carro y de carro a contenedor. Por cada uno de estos movimientos se han considerado las posibilidades de que el carro esté lleno o vacío, y lo mismo para el cajón final, ya que corresponden a las condiciones más desfavorables.

De esta manera, obtenemos las siguientes combinaciones:

1. De estantería a carro vacío
2. De estantería a carro lleno
3. De carro vacío a cajón vacío
4. De carro vacío a cajón lleno
5. De carro lleno a cajón vacío
6. De carro lleno a cajón lleno

Esto supone una complejidad en el análisis que requiere de una ayuda informática. Para conseguirlo se ha generado un macro que permite importar los datos a partir de otra hoja Excel generada por el programa de la empresa. Estos datos incluyen todas las referencias de las piezas manipuladas en el período de tiempo seleccionado. Debido a la facilidad para obtener resultados del sistema generado, se han tomado los datos de un mes completo para tener un amplio rango de estudio.

El programa desarrollado, una vez importados estos datos, calcula el índice NIOSH para cada una de estas referencias y para cada una de las anteriores combinaciones seleccionando el máximo de todas ellas. Esto permite conocer la situación más desfavorable con el fin de ir disminuyendo su riesgo, hasta que todos los índices relacionados con la manipulación de todas las piezas existentes en el almacén de recambios Pérez no supongan ningún riesgo para la salud de sus trabajadores.



Para el cálculo de este índice, hay que ir determinando los valores de cada uno de los factores de la siguiente manera:

- LC: Se toma la constante de carga de 23 Kg.
- HM: Corresponde a la distancia recorrida por la carga horizontalmente. Se ha medido esta distancia desde el centro del tronco hasta el centro de la carga obteniendo los siguientes valores para cada posición:
 - Estantería: 60 cm.
 - Carro: 50 cm.
 - Cajón: 60 cm.
- VM: Se obtiene a partir de la distancia vertical desde la cual se coge la pieza y a la cual se deja.

Las baldas de las estanterías son móviles por lo que las alturas pueden variarse en función de las necesidades, lo que implica mucha variedad de alturas.

El sistema de ubicación en el almacén de recambios Pérez se basa en estanterías numeradas de tal manera que se puede conocer exactamente la posición de una pieza tanto en altura como en distancia desde el pasillo central, mediante un código inequívoco almacenado informáticamente.



4013G07D
Nave 4
Piso 0
Fila 13
Módulo G
Posición 07
Altura D

Se ha medido la altura de cada una de las baldas en todo el almacén siendo capaces de relacionar la ubicación con su altura.



En el siguiente cuadro, puede verse un extracto de las alturas de cada una de las ubicaciones (14 por balda), medidas en el momento del cálculo, que varían entre 19 y 173 cm. Siempre que se realice una variación en las alturas de las baldas, deberán actualizarse estos datos.

Ubicación	Altura (cm)
4012J10A	19
4014K13A	19
4016F09A	19
4026H11A	19
4011I14A	31
4011J14A	31
4014F08B	54
4017C03C	79
4016L14D	109
4010K10D	169
4025E06D	169
4017J05F	169
4013F11E	173
4015G11E	173

Para los destinos finales, se han medido las dos peores condiciones: cuando están vacíos, y por lo tanto se ha de situar la carga a la altura más baja posible; y cuando están llenos, siendo la más alta. Estas alturas son:

- Carro vacío: 42 cm.
 - Carro lleno: 88 cm.
 - Cajón vacío: 25 cm.
 - Cajón lleno: 70 cm.
-
- DM: Se calcula a partir de la diferencia de alturas entre el punto inicial y final.
 - AM: Se realiza un giro del tronco de 90° desde la estantería donde se encuentra la pieza hasta el carro que se sitúa en un lateral del operador, y lo mismo cuando se traspasa la pieza desde el carro al contenedor.
 - FM: Para el cálculo del factor de frecuencia se han cronometrado los tiempos de la operación. Se han realizado tres mediciones de aproximadamente media hora



y se ha obtenido una media de tiempo de ciclo de 29,84 segundos/pieza. Esto quiere decir que, de media, coge 4,02 piezas cada minuto:

$$\frac{1}{29,84 \frac{\text{segundos}}{\text{pieza}} \cdot \frac{1 \text{ minuto}}{60 \text{ segundos}} \cdot \frac{1 \text{ pieza}}{2 \text{ levantamientos}}} = 4,02 \text{ levantamientos/pieza}$$

Durante este período de medición, se han elaborado una media de 4 pedidos o series de trabajo. De este tiempo de operación, el 28% corresponde a operaciones de levantamiento, por lo que el tiempo de otras tareas o de descanso es el 72%, lo que nos permite clasificar la operación como de corta duración ya que el tiempo de reposo supone más de un 120% del tiempo de manipulación.

- CM: Debido a la gran variedad de piezas (aproximadamente 35000 referencias distintas), y para simplificar los cálculos, se ha tomado un tipo de agarre regular para todas las piezas. Ninguna de ellas presenta un tipo de agarre malo ya que, al menos, se pueden coger con los dedos a 90°. Aunque haya cajas con asideros que proporcionan un agarre óptimo, se realizarán los cálculos para las peores condiciones.

Todos estos datos se recogen en el Excel desarrollado, pero son modificables en caso de haber cambios en las condiciones de operación.

Una vez obtenido el valor del peso óptimo, se ha de comparar con el peso real. Se han solicitado a todos los proveedores un listado de los pesos de cada una de sus referencias. De estos listados se han eliminado las piezas con un peso inferior a 3 Kg, ya que es el peso a partir del cual se puede considerar manipulación manual de cargas.

A día de hoy, aún no se ha conseguido recibir toda esta información, pero sí tenemos el valor para las piezas más pesadas como son los embragues y los discos de freno; lo que nos permite obtener un resultado muy próximo a la realidad.

Con estos datos ya es posible calcular en índice NIOSH. Para ello, la herramienta nos pide introducir el fichero Excel exportado desde el programa informático usado en la empresa donde se recogen los datos de cada una de las piezas manipuladas en un día.



EVALUACIÓN ERGONOMICA

PICKING

INSTRUCCIONES:
 Compruebe que los datos contenidos en las celdas sombreadas no han sido modificados. En caso contrario, actualícelos y tras ello, pulse el botón "CALCULAR".
 Observar el resultado en la parte inferior

Constante de carga de referencia: 23 Kg
 Distancia horizontal en estantería: 60 cm
 Distancia horizontal en carro: 50 cm
 Distancia horizontal en contenedor: 60 cm

Altura estanterías: (Ver hoja "Alturas estanterías")
 Altura carro vacío: 42 cm
 Altura carro lleno: 88 cm
 Altura contenedor vacío: 25 cm
 Altura contenedor lleno: 70 cm
 Ángulo de asimetría: 90 °
 Tiempo de ciclo de la operación: 29,8 segundos

CALCULAR

ÍNDICES NIOSH: 0,00
VALOR DE RIESGO: TOLERABLE
 Referencia: #N/A
 Peso: #N/A
 Altura: #N/A

Estas referencias se relacionan con su peso y con su ubicación para obtener la altura inicial, datos recogidos en una hoja del libro.

Referencia	Peso Bruto	Peso Neto	Largo	Ancho	Alto	Volumen (dm3)	Ubicación
4457 LK624222133	6	6	290		100		4025H08B
4601 LK624305600	7,57	7,57	290		100		4026D09C
4634 LK624307800	6,236	5,972	290		100		4025J09B
4728 LK624314260	6	6	290		100		4025H06D
4750 LK624315433	5,4	5,4	430		140		4026H09B
4820 LK624320109	6,34	6,34	300		80		4026F12C
4833 LK624321133	6,336	6,021	300		45		4026G03B
4868 LK624323009	6,349	6,13	300		60		4025J07C
4931 LK624325133	6,34	6,34	300		80		4026G11A
5108 LK624335300	7,6	7,3	300		50		4025D13B
5168 LK624337933	7,964	7,576	500		80		4026G01C
5187 LK624338619	6,209	6,209	300		70		4025G06B
5281 LK625134100	16,1	16,1	400		190		4026H09B
5350 LK625302300	6,058	5,786	300		80		4026F03B
5417 LK626242300	10	10	350		65		4025E06D
5451 LK626303200	8,5	8,5	350		70		4025E07D
5460 LK626303609	8,401	8,401	300		80		4025K03B
5578 LK628137909	35	35	415		208		4025H10C
6798 LK638307200	44	44	572		125		4025L04D
7271 LK643308300	54	54	572		125		4025I07C
7387 LK643320200	55	55	572		125		4025M01C
7627 BSC986479007	4,5						4022E01D
7628 BSC986479170	5,0						4022D02B
7629 BSC986479279	5,3						4022G02B
7630 BSC986478331	5,3						4022G14C
7631 BSC986479278	5,3						4022H06A

De esta manera, obtenemos un índice NIOSH para cada una de las líneas tomando como índice de la operación el de mayor valor.



EVALUACIÓN ERGONÓMICA	
PICKING	
INSTRUCCIONES:	
Compruebe que los datos contenidos en las celdas sombreadas no han sido modificados. En caso contrario, actualícelos y tras ello, pulse el botón "CALCULAR".	
Observar el resultado en la parte inferior	
Constante de carga de referencia:	23 Kg
Distancia horizontal en estantería:	60 cm
Distancia horizontal en carro:	50 cm
Distancia horizontal en contenedor:	60 cm
Altura estanterías:	(Ver hoja "Alturas estanterías")
Altura carro vacío:	42 cm
Altura carro lleno:	88 cm
Altura contenedor vacío:	25 cm
Altura contenedor lleno:	70 cm
Ángulo de asimetría:	90 °
Tiempo de ciclo de la operación:	29,8 segundos
CALCULAR	
ÍNDICE NIOSH:	4,29
VALOR DE RIESGO:	GRAVE
Referencia:	LK600004700
Peso:	18,591
Altura:	119

Por ejemplo, para un embrague referencia LK626242300, cuyo peso es de 10 Kg y que está en la ubicación 4025E06D, a una altura de 169cm; el cálculo sería el siguiente:

Manipulación de estantería a carro:

→ LC = 23Kg

→ HM: Como la distancia horizontal de la estantería es de 60 cm, se calcula como:

$$HM_1 = \frac{25}{H} = \frac{25}{60} = 0,42$$

Y para el carro:

$$HM_2 = \frac{25}{H} = \frac{25}{50} = 0,50$$



→ VM: La distancia vertical de la estantería supera es distinta de 75 cm, por lo que este factor es:

$$VM_1 = 1 - 0,003 | V - 75 | = 1 - 0,003 | 169 - 75 | = 0,72$$

Para el carro calculamos las dos situaciones más desfavorables; carro vacío y carro lleno:

$$VM_{2 \text{ (vacío)}} = 1 - 0,003 | V - 75 | = 1 - 0,003 | 42 - 75 | = 0,90$$

$$VM_{2 \text{ (lleno)}} = 1 - 0,003 | V - 75 | = 1 - 0,003 | 88 - 75 | = 0,96$$

Seleccionando el menor valor ya que será el que nos dé un menor peso ideal y, por lo tanto, un mayor índice ergonómico. En este caso la situación de carro vacío.

→ DM: Para el factor de desplazamiento también calcularemos las dos situaciones:

$$D_{\text{vacío}} = | V_{\text{origen}} - V_{\text{destino}} | = 169 - 42 = 127$$

$$DM_{\text{vacío}} = 0,82 + \frac{4,5}{D} = 0,82 + \frac{4,5}{127} = 0,86$$

$$D_{\text{lleno}} = | V_{\text{origen}} - V_{\text{destino}} | = 169 - 88 = 81$$

$$DM_{\text{lleno}} = 0,82 + \frac{4,5}{D} = 0,82 + \frac{4,5}{81} = 0,88$$

En el cálculo de este factor también vemos que la situación más desfavorable es la del carro vacío.

→ AM: El factor de asimetría se calcula como:

$$AM = 1 - (0,0032 \cdot A) = 1 - (0,0032 \cdot 90) = 0,71$$

→ FM: Este valor se obtiene de tablas. Sabemos que la frecuencia de levantamientos por minuto es de 4, y que la operación tiene una duración corta. Para el levantamiento desde la estantería la altura es superior a 75 cm, por lo que $FM_1 = 0,84$.

Para el caso del carro vacío, la altura es menor de 75 cm pero el valor del factor coincide.

→ CM: El tipo de agarre se ha supuesto como regular, por lo que para la estantería, con una altura mayor de 75, el factor corresponde a la unidad; mientras que para el carro vacío este factor toma el valor de 0,95.



Con todos estos datos ya estamos dispuestos a aplicar la ecuación NIOSH para las dos manipulaciones; la inicial desde la estantería y la final desde el carro:

$$RWL_1 = LC_1 \times HM_1 \times VM_1 \times DM \times AM_1 \times FM \times CM_1 =$$

$$= 23 \times 0,42 \times 0,72 \times 0,86 \times 0,71 \times 0,84 \times 1 = \mathbf{3,57 \text{ Kg}}$$

$$RWL_1 = LC_1 \times HM_1 \times VM_1 \times DM \times AM_1 \times FM \times CM_1 =$$

$$= 23 \times 0,50 \times 0,90 \times 0,86 \times 0,71 \times 0,84 \times 0,95 = \mathbf{5,04 \text{ Kg}}$$

Podemos observar que es más penalizante la elevación desde la estantería ya que tiene un mayor peso ideal. Con este dato será con el que calculemos el índice de riesgo:

$$IL = \frac{\text{Pesoreal}}{RWL} = \frac{10 \text{ Kg}}{3,57 \text{ Kg}} = \mathbf{2,80}$$

De esta manera, determinamos que la operación de levantar este embrague a esta altura genera un riesgo elevado y es inaceptable desde el punto de vista ergonómico.

Este mismo cálculo se ha de realizar para el levantamiento del carro al contenedor y para todas las piezas.

No se ha creído conveniente en la elaboración del presente proyecto calcular el índice NIOSH compuesto ni incluir el índice de transporte, ya que como hemos visto anteriormente, sólo con la manipulación de una sola pieza obtenemos un riesgo muy elevado. Primero se ha considerado necesario reducir este nivel de riesgo en la manipulación y, posteriormente, ir modificando esta herramienta hasta que, el cálculo hecho con las peores condiciones posibles, dé un nivel de riesgo aceptable.

Para ello se han propuesto las siguientes medidas correctivas que se han integrado en el plan de acciones de la empresa.

7.2. MEDIDAS CORRECTIVAS

- APROXIMACIÓN A LA ALTURA ÓPTIMA: La herramienta identifica la pieza que ofrece las peores condiciones ergonómicas. En un cálculo realizado para todas las piezas manipuladas durante el mes de marzo se ha determinado que esta condición se consigue con el disco de freno FAG713630750 en el levantamiento



desde la estantería, situada a una altura de 173 cm del suelo, que nos proporciona un índice de 4,60. Debemos ir acercando las alturas de las piezas que corresponden a un mayor índice a los 75 cm ideales. En este caso, si situamos esta pieza a esa altura obtendríamos un peso máximo ideal de:

$$VM_{h=75} = 1 - 0,003 | V - 75 | = 1 - 0,003 | 75 - 75 | = 1$$

$$D_{h=75} = | V_{origen} - V_{destino} | = 75 - 42 = 33$$

$$DM_{V=75} = 0,82 + \frac{4,5}{D} = 0,82 + \frac{4,5}{33} = 0,96$$

$$RWL_{h=75} = LC_1 \times HM_1 \times VM_{h=75} \times DM_{h=75} \times AM_1 \times FM \times CM = \\ = 23 \times 0,42 \times 1 \times 0,96 \times 0,71 \times 0,84 \times 1 = 5,53 \text{ Kg}$$

Que comparándolo con su peso real de 15,89 Kg, nos da un índice de:

$$IL = \frac{\text{Peso real}}{RWL} = \frac{15,89 \text{ Kg}}{5,53 \text{ Kg}} = 2,87$$

De esta manera conseguimos reducir este índice en más de un 35% y, uniéndolo a otras medidas correctivas, podríamos conseguir llegar a un índice de riesgo tolerable.

- PROHIBICIÓN DE REALIZAR GIROS CON EL TRONCO: Uno de los factores que más afectan al nivel de riesgo y, por lo tanto, a la salud de los trabajadores, es realizar giros de tronco mientras se está cargando un peso importante. Si se prohíben estos giros mediante una buena formación para que todos los trabajadores realicen la rotación con los pies, el factor de asimetría toma el valor 1. Con esto se disminuye el índice de riesgo en casi un 30% ya que pasamos de un valor de asimetría de 0,71 a la unidad.
- FORMACIÓN E INFORMACIÓN: La medida correctiva principal propuesta es la información a todos los trabajadores de los riesgos derivados de su puesto de trabajo y unas jornadas de formación del correcto manejo manual de cargas. Esta formación consistirá en una parte teórica de media hora en la que se expliquen las pautas para realizar un levantamiento de la carga apropiado; presentadas anteriormente en este mismo proyecto. Se incluirá también otra media hora de formación práctica en la que se observe los hábitos de levantamiento y se explique cómo corregirlos. Así nos aseguraremos del perfecto entendimiento de las pautas marcadas.
- MODIFICACIÓN DEL CARRO: Se ha elaborado un diseño de un nuevo carro que permita eliminar el segundo levantamiento del carro al cajón. Con esto



conseguiríamos una menor frecuencia de levantamientos a la mitad, lo que nos permite tener un factor de frecuencia de 0,91. Esto supone una disminución del índice del riesgo del 7%; además de aumentar el tiempo de reposo y ayudar a disminuir la sensación de cansancio.

El prototipo se basa en un sistema de guías, de manera que, en vez de depositar las piezas en un carro tipo supermercado, se depositan en una serie de cajas situadas en una base rodante. Estas cajas son las que, mediante rampas, se depositan directamente en el cajón final sin necesidad de realizar más movimientos.

- ROTACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO: En un futuro, cuando los movimientos individuales no supongan un riesgo grave, se desarrollará una nueva versión de esta herramienta para calcular el índice compuesto e incluir el transporte. En el caso de que el nivel de riesgo no sea tolerable, se efectuarán cambios en la organización de manera que se pueda repartir el trabajo entre varios operadores, disminuyendo con ello este índice compuesto.



8. CONCLUSIONES

Este proyecto ha abierto el campo a la ergonomía en el Almacén de Recambios Pérez. Ha supuesto recibir un conocimiento que anteriormente no se tenía respecto al riesgo que tienen sus trabajadores de sufrir traumatismos musculoesqueléticos.

No sólo se ha informado del índice NIOSH del puesto estudiado, sino que se han propuesto medidas correctivas con una efectividad clara, apoyadas y aceptadas positivamente por la dirección, lo que facilita la mejora de las condiciones de trabajo.

Es tanto el compromiso suscitado en los altos cargos que se está trabajando en una nueva herramienta para el puesto de almacenero, de tal manera que, a partir del albarán proporcionado por el proveedor y volcado al sistema informático, se pueda conocer con anterioridad a la colocación de las piezas el riesgo que va a entrañar esta operación.

Este sistema en desarrollo va a suponer una herramienta de ayuda a la gestión del personal, evitando la descompensación de carga de trabajo entre los distintos empleados. Esperamos que este nuevo reparto equitativo pueda mejorar el clima laboral y aumentar la motivación de todos nuestros trabajadores.

Se están realizando también cambios en esta herramienta para poder calcular el riesgo del puesto de dependiente, ya que llevan las piezas al mostrador para entregárselas al cliente y se quiere conocer el peligro que entraña esta operación.

Se espera que este proyecto se establezca dentro del funcionamiento habitual de la empresa y, como está sucediendo, no deje de evolucionar y de buscarse nuevas medidas correctivas para conseguir un objetivo claro: un riesgo ergonómico nulo.



9. BIBLIOGRAFÍA

- Diego González Maestre. *Ergonomía y psicología social*. 4ª ed. Madrid: Fundación Confemetal, 2007. ISBN-13: 978-84-96743-11-3
- Ibermutuamur. *Manual de Ergonomía y psicología social*. 1ªed. Madrid: PyCH & Asociados, S.L., 2005. ISBN: 84-95366-82-7
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los riesgos relativos a Manipulación Manual de Cargas. Edición 2003. INSHT. (Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Gobierno de España).
- NTP 447: Levantamiento manual de cargas: ecuación del NIOSH. INSHT. (Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Gobierno de España).
- www.insht.es (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo)
- www.cdc.gov/niosh (Instituto Nacional De Seguridad e Higiene Ocupacional: NIOSH)
- www.empleo.gob.es (Ministerio de Empleo y Seguridad Social. Gobierno de España)
- www.ergocv.com (Asociación de Ergonomía de la Comunidad Valenciana)
- www.ergonautas.upv.es (Universidad Politécnica de Valencia)



ANEXO I: PESOS MÁXIMOS RECOMENDADOS EN KG PARA EL TRANSPORTE MANUAL DE CARGAS

ALTURA DE AGARRE	PERCENTIL	FRECUENCIA DE TRANSPORTE												
		8h	1h	30'	10'	5'	2'	1'	24''	18''	16''	12''	10''	6''
DISTANCIA TRANSPORTADA: 2,1 m														
HOMBRES														
Caderas	90	31	26	26	24	23	21	21	18	18	17	17	16	13
	75	42	36	36	33	32	29	28	24	24	23	23	21	18
	50	54	47	46	42	41	37	37	32	31	31	30	28	23
	25	67	58	57	52	51	46	45	39	38	38	37	32	28
	10	78	67	66	60	59	53	53	46	44	44	43	40	33
Codos	90	25	21	21	19	19	17	17	15	14	14	14	13	10
	75	34	29	29	27	26	23	23	20	20	19	19	17	14
	50	44	38	38	34	33	30	30	26	26	25	25	23	19
	25	54	47	46	42	41	37	37	32	31	31	30	28	23
	10	63	55	54	49	48	43	43	37	36	36	35	32	27
MUJERES														
Caderas	90	22	16	16	16	16	16	16	15	14	14	14	14	13
	75	25	19	19	19	19	18	18	17	17	17	17	16	15
	50	29	22	22	22	22	21	21	20	19	19	19	18	17
	25	33	26	25	25	25	24	24	23	22	22	22	21	20
	10	37	29	28	28	28	27	27	25	24	24	24	23	22
Codos	90	18	13	13	13	13	13	13	12	12	12	12	12	11
	75	21	18	18	18	18	18	18	17	16	16	16	16	15
	50	25	18	18	18	18	18	18	17	16	16	16	16	15
	25	28	21	21	21	21	20	20	19	18	18	18	18	17
	10	31	24	23	23	23	22	22	21	20	20	20	20	19
DISTANCIA TRANSPORTADA: 4,3 m														
HOMBRES														
Caderas	90	27	23	23	21	21	19	18	15	14	14	12	11	
	75	37	32	32	29	28	25	25	20	19	19	17	16	
	50	48	41	41	37	36	33	32	26	25	25	22	20	
	25	59	51	50	46	45	40	40	32	30	30	27	25	
	10	69	60	59	53	52	47	47	37	36	35	31	29	
Codos	90	22	19	19	17	17	15	15	12	11	11	10	9	
	75	30	26	26	24	23	21	21	17	16	16	14	13	
	50	39	34	34	31	30	27	27	21	20	20	18	17	
	25	48	41	41	38	37	33	33	26	25	25	22	20	
	10	57	49	48	44	43	39	38	31	29	29	26	24	



MUJERES														
Caderas	90	20	14	14	14	14	14	14	12	11	11	10	10	
	75	23	17	17	17	17	16	16	14	13	13	12	11	
	50	26	20	20	20	20	19	19	16	15	15	14	13	
	25	30	23	22	22	22	22	22	18	17	17	16	15	
	10	33	26	25	25	25	24	24	20	19	19	18	17	
Codos	90	18	13	13	13	13	13	13	11	10	10	9	9	
	75	21	16	16	16	16	15	15	13	12	12	11	11	
	50	24	18	18	18	18	18	18	14	13	13	12	12	
	25	28	21	21	21	21	20	20	16	15	15	14	14	
	10	31	24	23	23	23	22	22	18	17	17	16	16	
DISTANCIA TRANSPORTADA: 8,5 m														
HOMBRES														
Caderas	90	26	22	22	20	20	18	17	15	13				
	75	35	30	30	28	27	24	24	20	17				
	50	46	39	39	36	35	31	31	26	22				
	25	56	49	48	43	42	38	38	32	27				
	10	65	57	56	51	50	45	44	38	32				
Codos	90	20	17	17	15	15	13	13	11	10				
	75	27	23	23	21	20	18	18	15	13				
	50	35	29	29	27	26	24	23	19	17				
	25	43	36	36	33	32	29	29	24	21				
	10	50	43	42	39	38	34	34	28	24				
MUJERES														
Caderas	90	19	14	14	14	14	14	14	12	12				
	75	23	19	19	19	19	16	16	15	14				
	50	26	20	20	20	20	19	19	17	16				
	25	30	23	22	22	22	22	21	19	18				
	10	33	26	25	25	25	24	24	21	20				
Codo	90	16	12	12	12	12	12	12	11	10				
	75	19	14	14	14	14	14	14	13	12				
	50	22	16	16	16	16	16	16	15	14				
	25	25	19	19	19	19	18	18	17	15				
	10	28	21	21	21	21	20	20	19	17				



ANEXO II: FACTOR DE FRECUENCIA

Frecuencia (elevaciones / minuto)	Duración del trabajo					
	Corta ($t \leq 1h$)		Moderada ($1h > t \geq 2h$)		Larga ($2h > t \geq 8h$)	
	V<75	V>75	V<75	V>75	V<75	V>75
0,2	1	1	0,95	0,95	0,85	0,86
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	0,74	0,74	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	0,45	0,45
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,35	0,35
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,27	0,27
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,22	0,22
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,18	0,18
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,15
11	0,41	0,41	0,00	0,21	0,00	0,13
12	0,37	0,37	0,00	0,00	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