



MANUAL PRÁCTICO PARA LA EVALUACIÓN DEL RIESGO ERGONÓMICO

INVASSAT-ERGO

2007





**MANUAL PRÁCTICO PARA LA
EVALUACIÓN DEL RIESGO BIOLÓGICO EN
ACTIVIDADES LABORALES DIVERSAS**

INVASSAT-ERGO

2007



Este documento ha sido elaborado con la participación de las siguientes personas

COORDINACIÓN Y DIRECCIÓN

José Luis Llorca Rubio Centro Territorial de Seguridad y
Salud en el Trabajo - Valencia

AUTORES

<i>Carlos García Molina</i>	IBV
<i>José Vicente Genovés Perelló</i>	ASEPEYO
<i>Carlos Izquierdo García</i>	Sociedad de Prevención de ASEPEYO
<i>Rafael Lizandra García</i>	MERCADONA
<i>José Luis Llorca Rubio</i>	Centro Territorial de Seguridad y Salud en el Trabajo - Valencia
<i>Gilberto Minaya Lozano</i>	FREMAP
<i>Rafael Relanzón Sánchez-Gabriel</i>	FORD ESPAÑA
<i>José Sendra Marco</i>	MUVALE

PRÓLOGO

La manipulación manual de cargas, las posturas forzadas, los movimientos repetitivos y los sobreesfuerzos son bastante frecuentes en el medio laboral, con unas consecuencias sobre la salud de los trabajadores bien conocidas y que ocasiona un incremento notable en la declaración oficial, tanto de accidentes de trabajo como de enfermedades profesionales.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales, establece como principios básicos de la acción preventiva evitar los riesgos, evaluando aquellos que no puedan evitarse, adaptando el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como la elección de equipos, métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos de los mismos sobre la salud.

Aun existiendo legislación suficiente relativa a la protección de los trabajadores frente a estos factores de riesgo, la realidad es que, en la mayoría de las ocasiones, solamente se identifican estos riesgos, no realizándose la evaluación del nivel de exposición al que se encuentran expuestos los trabajadores, debido probablemente a una falta de estructuración de los métodos existentes para su evaluación.

El propósito de este manual es poner a disposición de los técnicos de Prevención de Riesgos Laborales y especialmente a los expertos en ergonomía, una guía fácil y sencilla, que recomienda la metodología que se debe aplicar según el nivel de cualificación profesional de los técnicos implicados en el proceso preventivo de la empresa.

Por todo ello, es para mí una gran satisfacción presentar “INVASSAT-ERGO, manual práctico para la evaluación del riesgo ergonómico”, desarrollado por el Centro Territorial de Seguridad y Salud en el Trabajo de Valencia del INSTITUTO VALENCIANO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, en colaboración con ASEPEYO, FORD ESPAÑA, FREMAP, IBV, MERCADONA, MUVALE Y SOCIEDAD DE PREVENCIÓN DE ASEPEYO, a las que quiero transmitir mi agradecimiento.

Por último, espero que este manual sea útil para los prevencionistas y sirva para mejorar las condiciones de trabajo de los trabajadores frente a los riesgos de tipo ergonómico.

MIGUEL ÁNGEL TARÍN REMOHÍ

*Director del Instituto Valenciano de
Seguridad y Salud en el Trabajo (INVASSAT)*

SUMARIO

1.	INTRODUCCION	9
2.	OBJETIVOS	9
3.	METODOLOGÍA	11
4.	BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA	19
5.	ANEXO I (Cuestionario de identificación de riesgo)	21
6.	ANEXO II (Ficha de identificación de riesgos del nivel I)	23
7.	ANEXO III (Guía para evaluación de la MMC)	29
8.	ANEXO IV (Método REBA)	37
9.	ANEXO V (Comentarios a la prEN 1005-4 y EN 1005-2 y 3)	45
10.	ANEXO VI (Método JSI)	51
11.	ANEXO VII (Ecuación NIOSH)	59
12.	ANEXO VIII (Ergo IBV)	75
13.	ANEXO IX (Ergodis/IBV)	81
14.	ANEXO X (Método Medal y More)	87
15.	ANEXO XI (Ergomater)	101
16.	ANEXO XII (NTP-295 Valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardiaca	111
17.	ANEXO XIII (Comentarios a las normas ISO 7730 y 7243)	119

1. INTRODUCCION

La Ley 31/95, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, establece como principios básicos de la acción preventiva evitar los riesgos, evaluar aquellos que no puedan evitarse y adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de equipos y métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.

La existencia de estos riesgos en nuestro entorno laboral es indiscutible y así, la I Encuesta de Condiciones de Trabajo en la Comunidad Valenciana, publicada por la Fundación de la Comunidad Valenciana para la Prevención de Riesgos Laborales, destaca que el 21.3% de los trabajadores sufre de posturas penosas en el trabajo, el 16.4% realiza movimientos repetitivos de manos y brazos, el 13.5% realiza tareas cortas y repetitivas y el 12.9% realiza manipulación manual de cargas importantes, siendo la postura más frecuentemente adoptada de pie, andando con frecuencia (47.3%) y de pie, sin andar apenas (17.6%).

En referencia a los daños percibidos por los trabajadores, la V Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo, publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, indica que el número de trabajadores que ha consultado al médico sobre problemas de tipo musculoesquelético se ha visto incrementado 1.5 veces de media en los últimos cuatro años; según datos correspondientes al año 2003, el dolor de espalda supone el 47% de todas las consultas, el dolor de cuello el 29.3%, el dolor localizado en el miembro superior el 16.4%, el dolor en miembro inferior el 13%, el dolor en muñeca mano el 7.8% y la hernia de disco el 5%. El mayor incremento de consultas de este grupo de patologías se registró en el dolor en la región del cuello (1.76 veces), seguido del dolor en muñeca mano (1.5), hernia de disco (1.47), dolor de espalda (1.45), dolor de miembro superior (1.44) y dolor en miembro inferior (1.25).

Por otro lado, el 76% de las enfermedades profesionales declaradas en la provincia de Valencia durante el año 2005, fueron producidas por la existencia de riesgos ergonómicos en el puesto de trabajo. Estas se distribuyeron de la siguiente forma: tendinitis y tenosinovitis, 59.4%, atrapamiento de nervios por presión, 14.81% y bursitis, 1.92%.

2. OBJETIVOS

La gran cantidad de métodos existentes para la realización de la evaluación de este tipo de riesgos así como la carencia de metodología sencilla para ser aplicada por aquellos recursos preventivos de nivel básico e intermedio hizo que el Gabinete de Seguridad e Higiene en el Trabajo de Valencia convocara un seminario dentro de su oferta formativa del año 2002, al cual asistieron técnicos en Prevención de Riesgos Laborales tanto de Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales como integrantes de Servicios de Prevención Propios de empresas con amplia experiencia en esta problemática. En este seminario se planteó como objetivo la definición de una metodología para la evaluación de riesgos asociados a la manipulación manual de cargas, las posturas, la repetitividad y los esfuerzos, estructurada en tres niveles de actuación, coincidentes con las funciones y niveles de cualificación establecidos en el Capítulo VI del Real Decreto 39/97, de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.

Estos tres niveles de actuación se definen de la siguiente forma:

- **Nivel I:** Su objetivo es determinar las situaciones de riesgo tolerable mediante una evaluación rápida y sencilla que pueda ser realizada por cualquier Técnico en Prevención de Riesgos Laborales.
- **Nivel II:** Pretende una evaluación cuantitativa del riesgo a partir de métodos de evaluación específicos que se salen del ámbito de aplicación del Nivel I.
- **Nivel III:** Pretende una evaluación cuantitativa del riesgo en situaciones complejas (por ejemplo, trabajadores sensibles, manipulaciones de cargas complejas, tareas repetitivas en las que se desee considerar la acumulación de exposición durante la jornada laboral, situaciones que requieran la aplicación de técnicas instrumentales, etc.) que no pueden ser abordadas con la suficiente precisión con los métodos de evaluación propuestos en el Nivel II.

Además, se recomienda utilizar algún indicador de riesgo como referente del posible daño que pudiera estar produciendo las condiciones de trabajo existentes en una tarea sobre la salud de los trabajadores que la estén desarrollando. Entre estos indicadores se encuentran los siguientes:

- Registro de accidentes de trabajo.
- Registro de enfermedades profesionales.
- Cuestionarios sobre daño percibido por los trabajadores

(en el Anexo I de este manual se propone un cuestionario de molestias musculoesqueléticas).

3. METODOLOGÍA

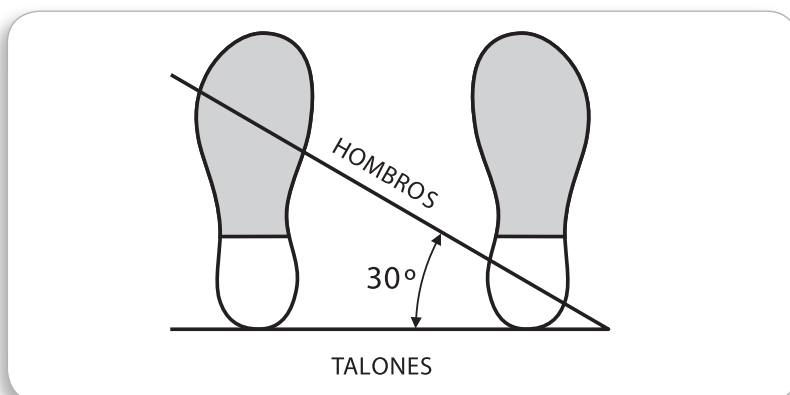
► 3.1 NIVEL I

▼ Manipulación manual de cargas

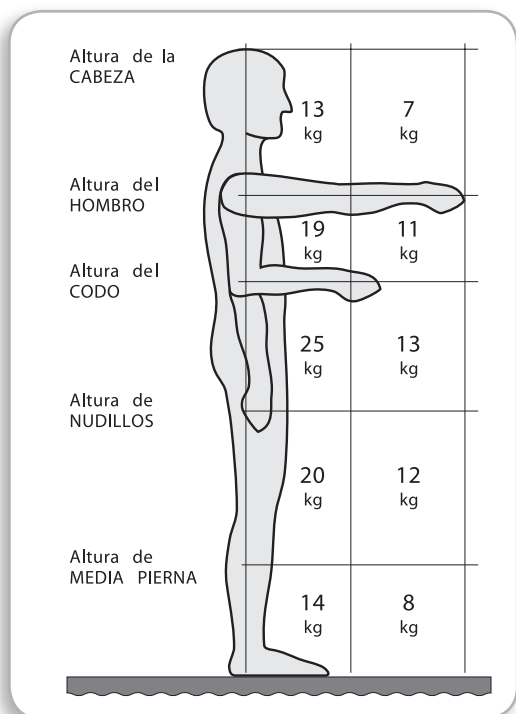
- La Guía Técnica publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Anexo III) establece el límite de 3 Kilogramos para considerar una carga como potencialmente peligrosa para la región dorsolumbar, por lo cual, cualquier carga que supere esta cifra deberá ser considerada como manipulación manual de cargas, mientras que las inferiores no deberán ser consideradas como tales.
- Pueden establecerse límites de manipulación tolerables a partir de la siguiente lista de verificación.

□ Se manipulan cargas mayores de 3 Kilogramos en alguna de las siguientes condiciones:

- Por encima del hombro o por debajo de las rodillas.
- Agarre malo, entendido como aquel en el cual la carga no tiene asas o hendiduras, de forma que no se permite un agarre confortable. También se incluyen aquellas cargas sin asas que no pueden sujetarse flexionando la mano 90° alrededor de la carga.
- Tronco muy girado, entre 60 y 90° de giro, pudiendo estimarse el giro del tronco determinando el ángulo que forman las líneas que unen los talones con la línea de los hombros, tal como puede observarse en la figura.
- Con una frecuencia mayor de 1 manipulación por minuto durante más de 2 horas al día.

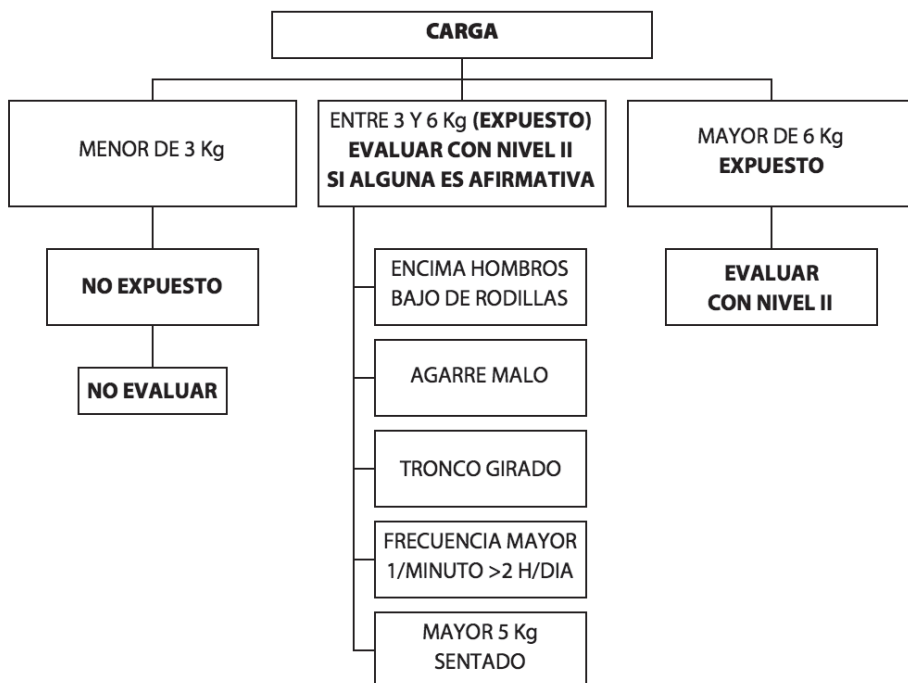


- Manipular cargas mayores de 5 Kilogramos, en postura sentada.
- Se manipulan pesos mayores a los indicados en el gráfico siguiente:



Si se da alguna condición de manipulación no tolerable, deberá evaluarse mediante el procedimiento propuesto en el Nivel II de la metodología.

Lo anteriormente planteado puede resumirse según el esquema siguiente:



▼ Postura y repetitividad

- En la tabla siguiente se especifican las posturas tolerables para diferentes zonas del cuerpo en función de que permanezcan en la misma postura más de 1 minuto (estática) o de que la frecuencia de los movimientos realizados sea mayor de 2 por minuto.

Si se identifican posturas no tolerables deberá aplicarse el Nivel II de la metodología.

		ESTÁTICA (a)	MOVIMIENTOS	
			BAJA FRECUENCIA, MENOR 2/MIN	ALTA FRECUENCIA, MAYOR IGUAL, 2/MIN
TRONCO	Flexión	<20°	<60°	<20°
	D. lateral	<10°	<10°	<10°
	Giro	<10°	<10°	<10°
BRAZO	Flexión	<20°	<60°	<20°
	Extensión	Nivel II	Nivel II	Nivel II
	Abducción	<20°	<60°	<20°
	Adducción	Nivel II	Nivel II	Nivel II
CUELLO	D. lateral	<10° (b)	<10° (b)	<10° (b)
	Giro	<45°	<45°	<45°
	Flexión	<40°	<40°	<40°
	Extensión	Nivel II	Nivel II	Nivel II
MUÑECA	Flexión	Postura neutra	Próximo al rango extremo	Postura neutra
	Extensión	Postura neutra	Próximo al rango extremo	Postura neutra
	Desviación (radial/cubital)	Postura neutra	Próximo al rango extremo	Postura neutra
	Giro (pronación/Supinación)	Postura neutra	Próximo al rango extremo	Postura neutra
RODILLA	De pie con apoyo en dos pies	<30° (c)	<60° (d)	<30° (c)
PIE	Flexo extensión	Postura neutra	Próximo al rango extremo	Postura neutra

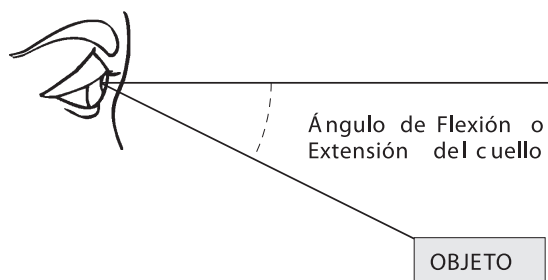
(a) Más de 1 minuto.

(b) La situación es claramente visible.

(c) Ligeramente flexionadas.

(d) Ampliamente flexionadas.

Nota: Para determinar el ángulo de flexión o extensión del cuello se utilizará el referente al ángulo visual. Este consistirá en trazar un triángulo formado por una línea que, partiendo de los ojos se dirige al objeto a visionar; la horizontal que parte de los ojos y la vertical que parte del objeto, tal como puede observarse en la figura siguiente:



- Las siguientes situaciones deberán evaluarse mediante el procedimiento propuesto en el Nivel II de la metodología:
 - Posición mantenida de pie sin desplazamientos (por ejemplo, puestos de cajera, encajado de fruta, montaje en cadena, etc.).
 - Posición sentada sin apoyar la espalda, sin apoyar los pies, sin espacio para las piernas y/o sin posibilidad de levantarse.
 - Posición de rodillas o cuclillas.

▼ Esfuerzos

- Las siguientes situaciones deberán evaluarse mediante el procedimiento propuesto en el Nivel II de la metodología:
 - Empuje o arrastre manual (por ejemplo, de carros, bastidores, carritos, traspaletas, etc.).
 - Fuerzas apreciables realizadas con los brazos (por ejemplo, palancas, manivelas).
 - Fuerzas realizadas con la mano, muñeca y/o dedos (por ejemplo, uso de tijeras o de alicates).
 - Fuerzas apreciables realizadas con los miembros inferiores .

Puede consultarse una tabla resumen de este nivel en el anexo II

► 3.2 NIVEL II

▼ Manipulación manual de cargas

Recomendamos en este nivel el uso de la Guía Técnica para la manipulación manual de cargas publicada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Anexo III), estableciéndose una serie de consideraciones:

- En caso de realizar el trabajador diferentes tipos de manipulación manual de cargas (por ejemplo, manipulaciones en las que varíen los pesos manipulados o las alturas de manipulación), se aplicarán los correspondientes procedimientos indicados en el nivel III de la metodología.
- Si se trabaja con una mano, se añadirá a la ecuación planteada en la Guía Técnica un factor multiplicador de 0.6.
- Si la carga es manejada por dos personas, se añadirá un factor multiplicador de 2/3, a la suma de los pesos aceptables calculados.
- En caso de realizar a lo largo de la jornada de trabajo otras tareas que, no siendo manipulación manual de cargas, pueda suponer una carga física, se aplicará un factor de corrección que oscilará entre 0.8 y 1.

▼ Postura y repetitividad

Se recomiendan utilizar los siguientes procedimientos:

- REBA (Anexo IV).
- EN 1005-4 (Anexo VI)
- JSI (Anexo V); específico para la evaluación de postura y repetitividad de movimientos del segmento mano-muñeca, anexo VI.

▼ Esfuerzos

Para la evaluación de empujes y arrastres de cargas se recomienda consultar la Guía Técnica para la manipulación manual de cargas editada por el INSHT (Anexo III), que establece las siguientes consideraciones:

“Independientemente de la intensidad de la fuerza, ésta no se aplicará correctamente si se empuja o tracciona una carga con las manos por debajo de la ‘altura de los nudillos’, o por encima del ‘nivel de los hombros’ ya que fuera de estos rangos, el punto de aplicación de las fuerzas será excesivamente alto o bajo. Si, además, el apoyo de los pies no es firme, podrá aumentar el riesgo de lesión. A modo de indicación no se deberán superar los siguientes valores:

- Para poner en movimiento o parar una carga: 25 kg (250 N).
- Para mantener una carga en movimiento: 10 kg (100 N)."

Para la evaluación de cualquier tipo de esfuerzo, se recomienda aplicar la norma EN-1005-3 (Anexo V).

► 3.3 NIVEL III

▼ Manipulación manual de cargas

- Para analizar tareas múltiples se recomienda utilizar la Ecuación del NIOSH para tareas de manipulación de cargas (Anexo VII).
- Para analizar tareas de manipulación manual de cargas con una elevada variabilidad en las condiciones de manipulación (por ejemplo, un puesto de tirador de pedidos), se recomienda consultar la publicación 'Evaluación de riesgos laborales en tareas de manipulación manual de cargas con elevada variabilidad en las condiciones de manipulación' editada por el Centro en Red para la Innovación en Prevención de Riesgos Laborales, de la Conselleria de Economía Hacienda y Empleo y el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV, 2004).
- Se desaconseja la manipulación manual de cargas sobre el hombro o la espalda.
- Se desaconseja la manipulación manual de cargas en rampas o escaleras de mano.

▼ Postura y repetitividad

- Para la evaluación de posturas de los miembros inferiores se aconseja el uso de la norma EN 1005-4 (Anexo V).
- En la evaluación de tareas repetitivas, si se desea tener en cuenta la acumulación de la exposición durante la jornada, puede utilizarse el módulo de repetitividad del método Ergo/IBV (Anexo VIII).

▼ Trabajadores especialmente sensibles

- Trabajadores que padecen limitaciones funcionales.
Se recomienda pasar a estos trabajadores un análisis de perfil de puestos de trabajo, ajustando su resultado a las capacidades funcionales del trabajador. Existen varios métodos para realizar el análisis del perfil de puestos, como los sistemas ErgoDis/IBV (Anexo IX) o Medal (Anexo X).
- Trabajadores mayores.
Se debe entender por trabajador mayor a aquellos que superen los 50 años. Para estos casos se recomienda realizar una gestión más exhaustiva de sus condiciones de trabajo y estado de salud.

- Trabajadores menores.

Manipulación manual de cargas: Se recomienda seguir los criterios de la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas publicada por el INSHT y la norma EN 1005-2 (Anexo V), que establece la constante de carga en 15 kilogramos.

Postura y repetitividad: Se considerará aceptable un nivel 1 de REBA.

Esfuerzos: Aplicar un factor multiplicador de 0.6 a los límites establecidos en la norma EN 1005-3 (Anexo V).

- Trabajadoras embarazadas.

Se recomienda utilizar el método ErgoMater (Anexo XI).

▼ Aplicación de técnicas instrumentales

- Si se requiere una evaluación precisa de la postura y repetitividad del segmento mano muñeca, se recomienda utilizar técnicas de goniometría.
- Si se requiere una evaluación precisa de la repetitividad de movimientos del brazo, del tronco o del cuello, se recomienda utilizar técnicas de inclinometría.
- Si se necesita calcular de forma precisa el nivel de esfuerzo muscular desarrollado en miembro superior (por ejemplo, para aplicar con mayor precisión el método JSI o el módulo de repetitividad del método Ergo/IBV), se recomienda utilizar técnicas de electromiografía.
- Para la medición de fuerzas de empuje o arrastre requeridos por la norma 1005-3 y la Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas editada por el INSHT, se recomienda utilizar dinamómetros.
- Si se desea analizar niveles de fatiga, utilizar frecuencímetros, aplicando los criterios de la NTP-295 del INSHT (Anexo XII).
- Para la evaluación de las condiciones de temperatura y humedad, se recomienda aplicar las normas ISO-7730 y 7243 (Anexo XIII).
- El antropómetro se utiliza para el diseño de puestos de trabajo así como para el diagnóstico de situaciones incorrectas

► 4 - BIBLIOGRAFIA RECOMENDADA

- SUE HIGNETT, LYNN McATAMNEY, 2000, Rapid Entire Body Assessment, *Applied Ergonomics*, 31, 201-205.
- Manual Handling Assessment Charts. www.hse.gov.uk/msd
- THOMAS J. ARMSTRONG, STOVER H. SNOOK, 1995, Control of Work-Related Cumulative Trauma Disorders. ANSI Z-365. National Safety Council.
- NOGAREDA CUIXART, S. 1997, Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. NTP-452, Instituto nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- NETHERLANDS INSTITUTE FOR THE WORKING ENVIRONMENT (NIA), 1996, Instrument for assessing repetitive motions at work.
- DENNIS R. ANKRUM, 2000, On the confusion between static load level and static task. *Applied Ergonomics*, 31, 545-546
- DENNIS R. ANKRUM, 2000, Questions to ask when interpreting surface electromyography (SEMG) research. HFES 2000 congress.
- Safety of machinery – Human physical performance – Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery, 2003, Norma EN-1005-2.
- Seguridad de las máquinas – Componente físico del ser humano – Parte 3: Límites de fuerza recomendados para la utilización de máquinas, 2002, AENOR, norma UNE-EN 1005-3.
- Safety of machinery – Human physical performance – Part 4: Evaluation of working postures and movements in relation to machinery, 2002, prenorma prEN 1005-4.
- ISO-11226, 2000, Ergonomics-Evaluation of static working postures.
- ISO 7730. 1984 y revisión 1992 Ambiances thermiques modérés. Determination des indices PMV et PPD et spécification des conditions de confort thermique.
- ISO 7243. 1989, Hot environments. Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT index (Wet bulb globe temperatures).
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la Manipulación Manual de Cargas, 2000, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Protocolo de vigilancia sanitaria específica para movimientos repetidos del miembro superior, 2000, Ministerio de Sanidad y Consumo.
- Protocolo de vigilancia sanitaria específica para la manipulación manual de cargas, 1999, Ministerio de Sanidad y Consumo.
- Protocolo de vigilancia sanitaria específica para posturas forzadas, 2000, Ministerio de Sanidad y Consumo.
- IBV (2000). ERGO-IBV. Evaluación de riesgos laborales asociados a la carga física. [García-Molina C., Chirivella C., Page A., Tortosa L., Ferreras A., Moraga R., Jorquera J.] Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia.

- IBV (1999). ErgoDis/IBV. Método de adaptación ergonómica de puestos de trabajo para personas con discapacidad. Manual de uso. [Tortosa, L.; Ferreras, A.; García-Molina, C.; Chirivella, C.; Page, A.] Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia.
- IBV (2004). ErgoMater/IBV. Requisitos ergonómicos para la protección de la maternidad en tareas con carga física. [Tortosa, L., García-Molina, C., Page, A., Cano, A., Sendra, J.M., Aguilar, E., Ballester, R., Prada, P.]. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia.
- IBV (2004). Evaluación de riesgos laborales en tareas de manipulación manual de cargas con elevada variabilidad en las condiciones de manipulación. [Piedrabuena A., García-Molina C., Castelló P., Genovés J., Gutiérrez J., Parra F., Ramiro J., Sánchez-Lacuesta J.] Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia.
- NIOSH (1994). Applications manual for the revised NIOSH lifting equation. DHSS (NIOSH) Publication No. 94-110. U.S. Department of Health and Human Services. National Institute for Occupational Safety and Health, Cincinnati, Ohio.
- Ergonomía y psicología . Diego González Maestre. Editorial FC Editorial.
- Fisiología práctica del trabajo. G. Lehmann. Editorial Aguilar
- Ergonomía en acción. David J. Osborne. Editorial Trillas
- Ergonomía 4ª Edición INSHT. S. Nogareda y otros técnicos.
- Ergonomía: Conceptos y Métodos. J.J. Castillo y J. Villena. Editorial Complutense.
- Las siguientes Notas Técnicas de Prevención del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene:
 - NTP Nº 134, 226, 232, 241, 242, 387 Ergonomía
 - NTP Nº 452, 601, 622 Evaluación posturas de trabajo
 - NTP Nº 176: Perfiles de puestos. métodos de análisis
 - NTP Nº 177, 295, 413, 601 Evaluación carga física en el trabajo
 - NTP Nº 182: Encuesta de autoevaluación de las condiciones de trabajo.
 - NTP Nº 413 :Embarazo y carga de trabajo
 - NTP Nº 348, 366, 367, 416 Envejecimiento y trabajo
 - NTP Nº 501: Inconfort térmico
 - NTP Nº 629: Evaluación movimientos repetitivos
 - Revista Nº 30-2004 del INSHT

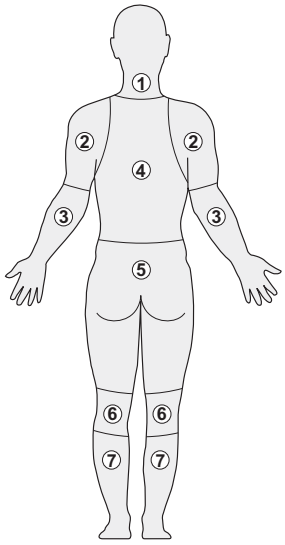
ANEXO

1



Cuestionario de Identificación de Riesgo

► **CUESTIONARIO DE MOLESTIAS MUSCULOESQUELÉTICAS**

ZONA CORPORAL	¿Durante el último año, ha tenido en el trabajo frecuentemente dolor, molestias o incomodidad en músculos, huesos o articulaciones? No deberán considerarse las molestias debidas a accidentes producidos fuera del trabajo.	
1. Cuello	☐ No ☐ Sí	
2. Hombros y brazos	☐ No ☐ Sí	
3. Antebrazos-muñecas-manos	☐ No ☐ Sí	
4. Zona dorsal-lumbar de la espalda	☐ No ☐ Sí	
5. Caderas-nalgas-muslos	☐ No ☐ Sí	
6. Rodillas	☐ No ☐ Sí	
7. Piernas-pies	☐ No ☐ Sí	

Analizar con más detalle cuando más de un 25% de los trabajadores que realicen una misma tarea presenten molestias en una determinada zona corporal.

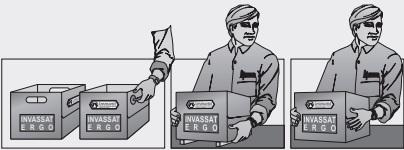
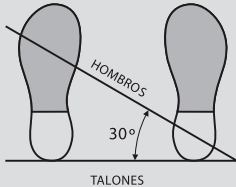
ANEXO

2



Ficha de Identificación de Riesgos de Nivel 1

► 1 - MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

1	¿Se manipulan cargas mayores de 5Kg sentado?	Si	No
2	¿Se manipulan cargas mayores de 3Kg por encima del hombro?	Si	No
3	¿Se manipulan cargas mayores de 3Kg por debajo de las rodillas?	Si	No
4	¿Se manipulan cargas mayores de 3kg con una frecuencia superior a 1 vez por minuto, durante más de 2 horas al día?	Si	No
5	¿Se manipulan cargas mayores de 6kg en posición de pie?	Si	No
6	¿Existe un agarre malo de la carga? Bueno Regular MALO 	Si	No
7	¿Hay necesidad de girar el tronco más de 60°? 	Si	No

1.-En el caso que se produzca una o más respuestas AFIRMATIVAS, la manipulación de la carga puede suponer un riesgo para la salud del trabajador y debe ser evaluada con la metodología recomendada en el Nivel II.

2.- En el caso que todas las respuestas sean NEGATIVAS, puede concluirse que la exposición al riesgo de manipulación es trivial o tolerable.

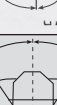
► 2 - CONDICIONES DE TRABAJO

Una respuesta AFIRMATIVA a alguna de las siguientes preguntas indica que la condición de trabajo debe ser evaluada con los métodos del NIVEL II.

	Si	No
¿El Puesto requiere estar de pie toda la jornada, sin desplazarse?		
¿Esta sentado sin apoyar la espalda?		
¿Esta sentado sin apoyar los pies?		
¿Esta sentado sin espacio para las piernas?		
¿Sin posibilidad de levantarse?		
¿Adopta posiciones de rodillas o de cuclillas?		
¿Realiza tareas de empuje o de arrastre?		
¿Realiza tareas que requiere de fuerza apreciable con los brazos?		
¿Realiza tareas que requieren fuerza apreciable con las manos?		

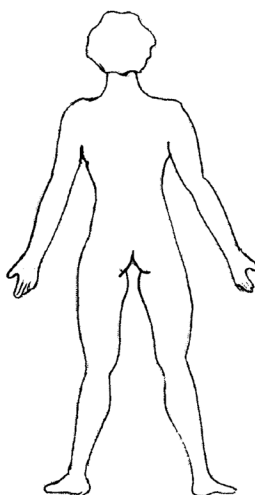
► 3 - POSTURAS DE TRABAJO Y REPETITIVIDAD DE MOVIMIENTOS

Si se identifican posturas no tolerables deberá aplicarse el nivel II de este manual.

			ESTATICA (a)	MOVIMIENTOS	
				BAJA FRECUENCIA, MENOR 2/MIN	ALTA FRECUENCIA, MAYOR IGUAL, 2/MIN
TRONCO	Flexión		<20°	<60°	<20°
	D. lateral		<10°	<10°	<10°
	Giro		<10°	<10°	<10°
BRAZO	Flexión		<20°	<60°	<20°
	Extensión		No tolerable	No tolerable	No tolerable
	Abducción		<20°	<60°	<20°
	Adducción		No tolerable	No tolerable	No tolerable
CUELLO	D. lateral		<10° (b)	<10° (b)	<10° (b)
	Giro		<45°	<45°	<45°
	Flexión		<40°	<40°	<40°
	Extensión		No tolerable	No tolerable	No tolerable
MUÑECA	Flexión		Postura neutra	Rango extremo	Postura neutra
	Extensión		Postura neutra	Rango extremo	Postura neutra
	Desviación (radial/cubital)		Postura neutra	Rango extremo	Postura neutra
	Giro (pronación/ Supinación)		Postura neutra	Rango extremo	Postura neutra
RODILLA	De pie con apoyo en dos pies		<30° (c)	<60° (d)	<30° (c)
PIE	Flexo extensión		Postura neutra	Próximo al rango extremo	Postura neutra

► 4 - INDICADOR DE LA EXISTENCIA DE RIESGO

Preguntamos a los trabajadores que señalen en la figura, si durante el último año ha tenido algún dolor, molestias o incomodidad en músculos, hueso o articulaciones. No deberán considerarse las molestias debidas a accidentes fuera del trabajo. Si más de un 25% de los trabajadores refiere molestias osteomusculares, se recomienda analizar el puesto con los métodos del NIVEL II.



► 5 - PARA LA VALORACIÓN DE LA CARGA EN MIEMBROS INFERIORES SEGUIREMOS LAS RECOMENDACIONES DEL NIVEL III.

► 6 - CONCLUSIONES:

- ☐ Las tareas no suponen riesgo de lesión. Revisar si cambian las condiciones de trabajo
- ☐ Puede existir riesgo para la salud del trabajador. EVALUAR CON MÉTODOS NIVEL II.
- ☐ Para concluir la evaluación, es necesario tener en cuenta recomendaciones de NIVEL III.

ANEXO

3

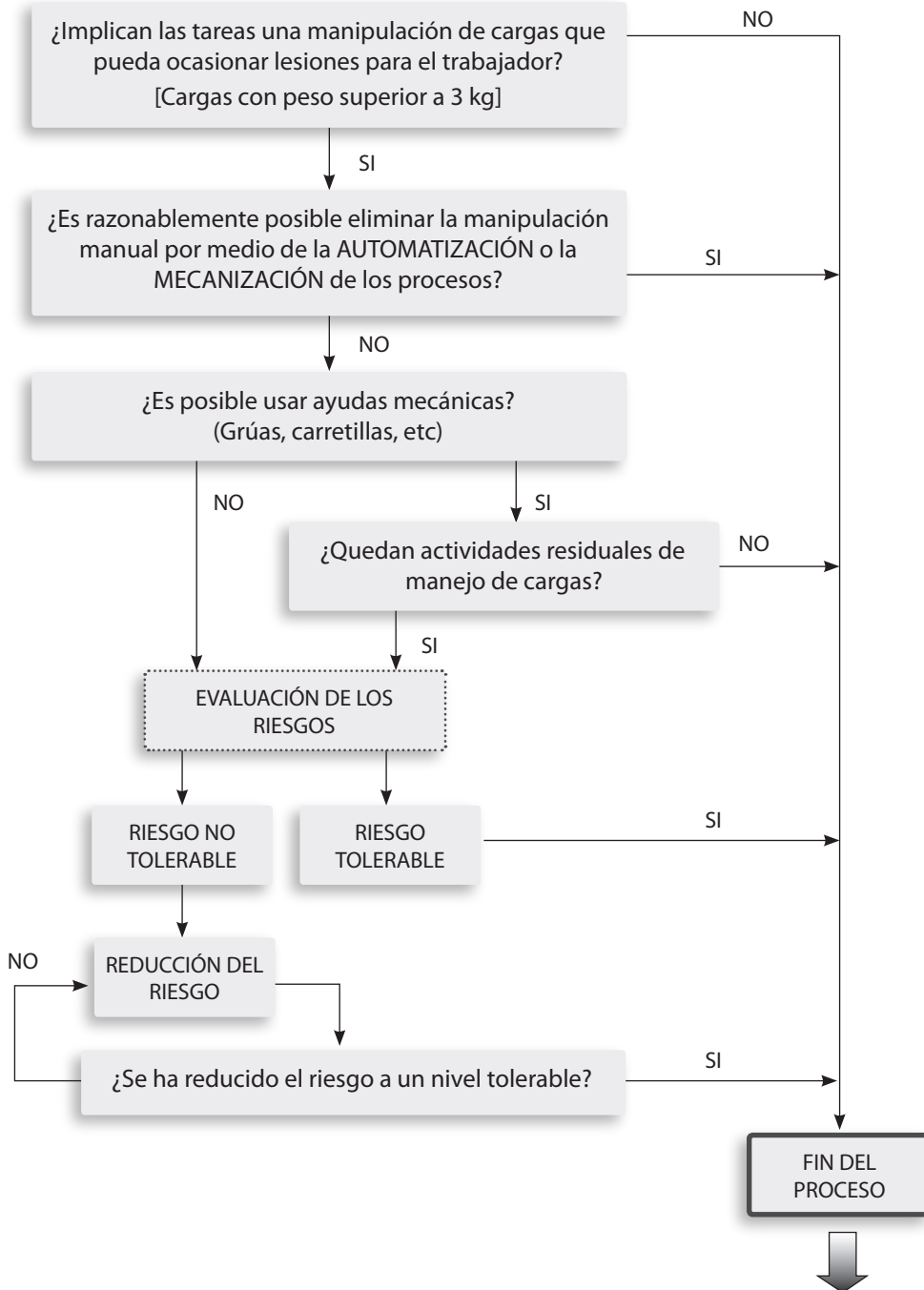


**Guía técnica para la evaluación y prevención de
los riesgos relativos a la manipulación manual de
cargas**

Esta Guía tiene por objeto facilitar la aplicación del Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Consta de dos partes: Una primera que permite clarificar los contenidos del Real Decreto anteriormente mencionado, y una segunda parte que expone un método para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas.

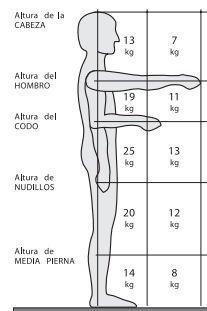
En el presente anexo solamente aparecen los aspectos necesarios para realizar una evaluación. Aquellos que necesiten toda la documentación pueden encontrarla en la siguiente dirección de internet: www.mtas.es/insht/practice/guias.htm.

► DIAGRAMA DE DECISIONES

REVISAR PERIÓDICAMENTE
O SI CAMBIAN LAS
CONDICIONES DE TRABAJO

1 - DATOS DE LA MANIPULACIÓN

1	PESO REAL DE LA CARGA	Kg
---	-----------------------	----



2	DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PESO ACEPTABLE
---	--

2.1 PESO TEÓRICO RECOMENDADO EN FUNCIÓN DE LA ZONA DE MANIPULACIÓN

2.2 DESPLAZAMIENTO VERTICAL	Factor de Corrección
Hasta 25 cm	1
Hasta 50 cm	0,91
Hasta 100 cm	0,87
Hasta 175 cm	0,84
Más de 175 cm	0

2.3 GIRO DEL TRONCO	Factor de Corrección
Sin giro	1
Poco girado (hasta 30°)	0,9
Girado (hasta 60°)	0,8
Muy girado (90°)	0,7

2.4 TIPO DE AGARRE	Factor de Corrección
Agarre bueno	1
Agarre regular	0,9
Agarre malo	0,8

2.5 FRECUENCIA DE MANIPULACIÓN	Duración de la manipulación		
	< 1 h/día	> 1 h y < 2 h	> 2 h y ≤ 8 h
	Factor de corrección		
1 vez cada 5 minutos	1	0,95	0,85
1 vez/minuto	0,94	0,88	0,75
4 veces/minuto	0,84	0,72	0,45
9 veces/minuto	0,52	0,30	0,00
12 veces/minuto	0,37	0,00	0,00
> 15 veces/minuto	0,00	0,00	0,00

3	PESO TOTAL TRANSPORTADO DIARIAMENTE	Kg
---	-------------------------------------	----

4	DISTANCIA DE TRANSPORTE	m
---	-------------------------	---

► **F1B) DATOS ERGONÓMICOS**

	Si	No
¿Se inclina el tronco al manipular la carga?		
¿Se ejercen fuerzas de empuje o tracción elevadas?		
¿El tamaño de la carga es mayor de 60 x 50 x 60 cm?		
¿Puede ser peligrosa la superficie de la carga?		
¿Se puede desplazar el centro de gravedad?		
¿Se pueden mover las cargas de forma brusca o inesperada?		
¿Son insuficientes las pausas?		
¿Carece el trabajador de autonomía para regular su ritmo de trabajo?		
¿Se realiza la tarea con el cuerpo en posición inestable?		
¿Son los suelos irregulares o resbaladizos para el calzado del trabajador?		
¿Es insuficiente el espacio de trabajo para una manipulación correcta?		
¿Hay que salvar desniveles del suelo durante la manipulación?		
¿Se realiza la manipulación en condiciones termohigrométricas?		
¿Existen corrientes de aire o ráfagas de viento que puedan desequilibrar la carga?		
¿Es deficiente la iluminación para la manipulación?		
¿Está expuesto el trabajador a vibraciones?		

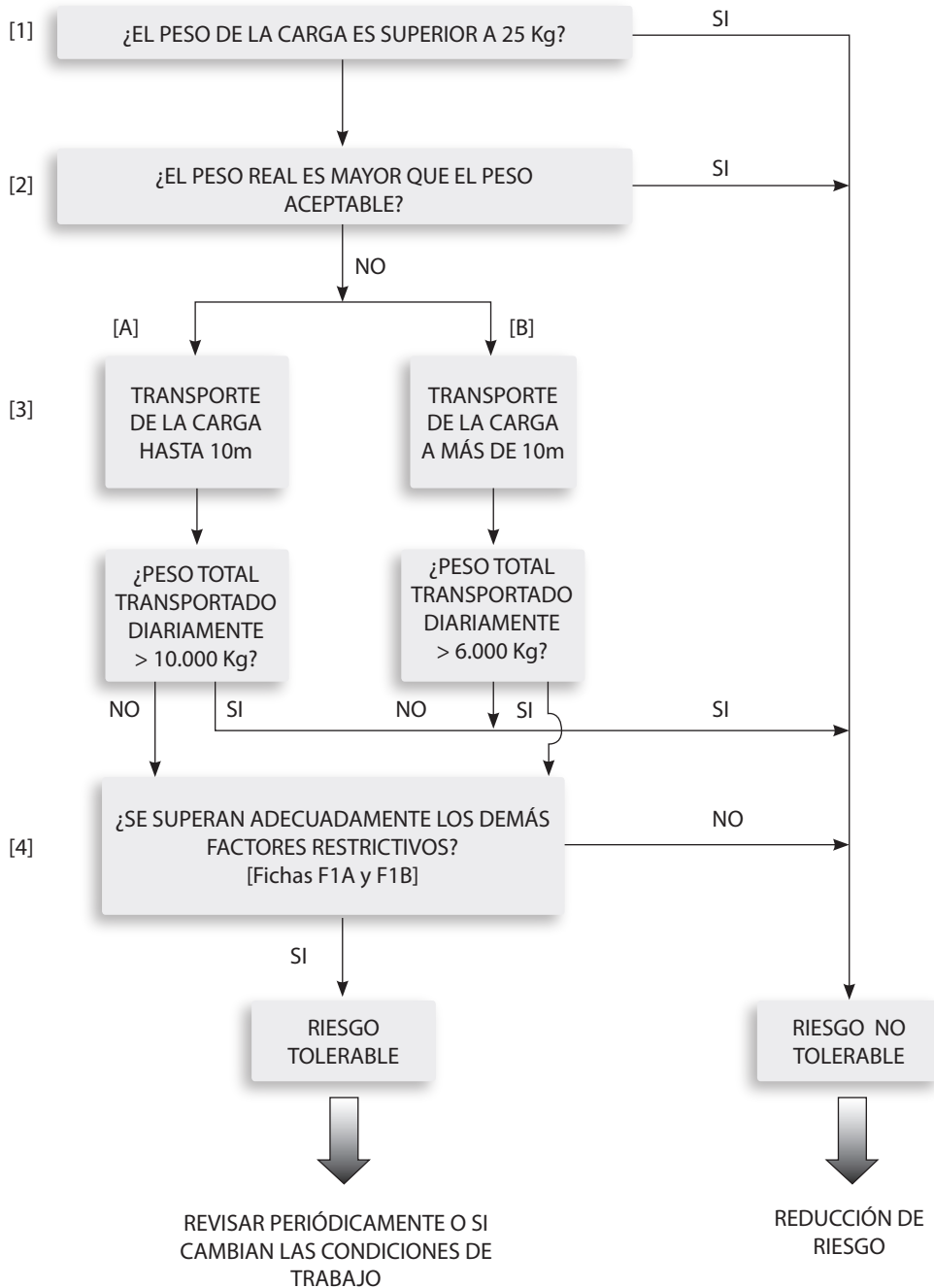
Observaciones:

► F1C) DATOS INDIVIDUALES

	Si	No
¿La vestimenta o el equipo de protección individual dificultan la manipulación?		
¿Es inadecuado el calzado para la manipulación?		
¿Carece el trabajador de información sobre el peso de la carga?		
¿Carece el trabajador de información sobre el lado más pesado de la carga o sobre su centro de gravedad (En caso de estar descentrado)?		
¿Es el trabajador especialmente sensible al riesgo: mujeres embarazadas, trabajadores con patologías dorsolumbares, etc.?		
¿Carece el trabajador de información sobre los riesgos para su salud derivados de la manipulación manual de cargas?		
¿Carece el trabajador de entrenamiento para realizar la manipulación con seguridad?		

Observaciones:

► **EVALUACIÓN DEL RIESGO**



ANEXO

4



Método Reba

► Introducción

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) que ha sido desarrollado por Hignett, S y McAtamney, L (Nottingham, 2000) para estimar el riesgo de padecer desórdenes corporales relacionados con el trabajo, es una herramienta diseñada para poder valorar las posturas forzadas que se dan con mucha frecuencia en las tareas en las que se han de manipular personas o cualquier tipo de carga animada. Es de reciente aparición, la fiabilidad de la codificación de las partes del cuerpo es alta, y es aplicable a cualquier sector o actividad laboral pese a que en un principio fue concebido para analizar las posturas forzadas que suelen darse entre el personal sanitario.

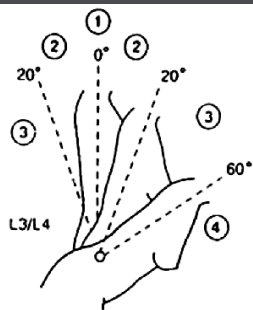
Guarda una gran similitud con el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) pero así como éste está dirigido al análisis de la extremidad superior y a trabajos en los que se realizan movimientos repetitivos, el REBA es más general. Además, se trata de un nuevo sistema de análisis que incluye factores de carga postural dinámicos y estáticos, la interacción persona-carga, y un nuevo concepto que incorpora tener en cuenta lo que llaman "la gravedad asistida" para el mantenimiento de la postura de las extremidades superiores, es decir, la ayuda que puede suponer la propia gravedad para mantener la postura del brazo.

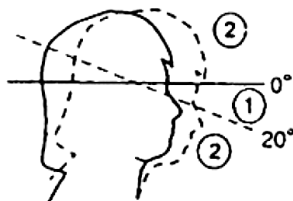
► Desarrollo

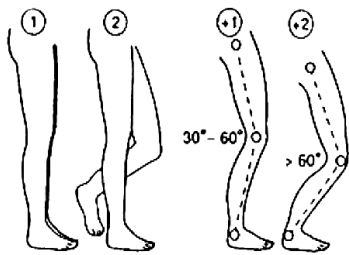
Para definir inicialmente los códigos de los segmentos corporales, se analizaron tareas simples y específicas con variaciones en la carga, distancia de movimiento y peso. Los datos se recogieron usando varias técnicas NIOSH (Waters et al., 1993), Proporción de Esfuerzo Percibida (Borg 1985), OWAS, Inspección de las partes del cuerpo (Corlett and Bishop, 1976) y RULA (McAtamney and Corlett, 1993). Se utilizaron los resultados de estos análisis para establecer los rangos de las partes del cuerpo mostrados en los diagramas del grupo A y B basado en los diagramas de las partes del cuerpo del método RULA (McAtamney and Corlett, 1993); el grupo A (Fig. 1) incluye tronco, cuello y piernas y el grupo B está formado por los brazos y las muñecas. (Fig. 2)

► FIGURA 1

Grupo A

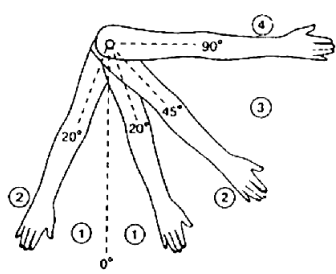
TRONCO			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
Erguido	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2		
20°-60° flexión > 20° extensión	3		
> 60° flexión	4		

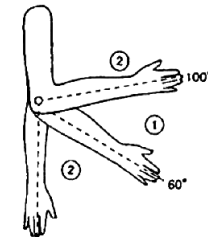
CUELLO			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
0°-20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral	
20° flexión o extensión	2		

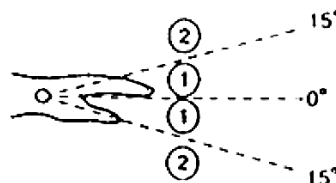
PIERNAS			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir +1 si flexión de rodillas entre 30 y 60°	
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)	

► FIGURA 2

Grupo B

BRAZO			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
0°-20° flexión/extensión	1	+1 si hay abducción o rotación	
20°-45° flexión	2	+1 si elevación de hombro	
45°-90° flexión	3	-1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad	
> 90° flexión	4		

ANTEBRAZOS		
Movimiento	Puntuación	
60° - 100° flexión	1	
< 60° flexión >100° flexión	2	

MUÑECAS			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
0° - 15° de	1	+1 si hay torsión o desviación lateral	
> 15° flexión/extensión	2		

El grupo A tiene un total de 60 combinaciones posturales para el tronco, cuello y piernas. La puntuación obtenida de la tabla A estará comprendida entre 1 y 9; a este valor se le debe añadir la puntuación resultante de la carga/ fuerza cuyo rango está entre 0 y 3. (Fig. 3)

► FIGURA 3

Tabla A y Carga/Fuerza

▼ Tabla A

		CUELLO											
		1				2				3			
PIERNAS		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
TRONCO	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
	3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
	4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
	5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

▼ Carga/Fuerza

0	1	2	+1
Inferior a 5 Kg	5 – 10 Kg	> 10 Kg	Instauración rápida o brusca

El grupo B tiene un total de 36 combinaciones posturales para la parte superior del brazo, parte inferior del brazo y muñecas, la puntuación final de este grupo, tal como se recoge en la tabla B, está entre 0 y 9; a este resultado se le debe añadir el obtenido de la tabla de agarre, es decir, de 0 a 3 puntos. (Fig. 4)

► FIGURA 4

Tabla B y tabla agarre

▼ Tabla B

		ANTEBRAZO					
		1			2		
MUÑECA		1	2	3	1	2	3
BRAZO	1	1	2	2	1	2	3
	2	1	2	3	2	3	4
	3	3	4	5	4	5	5
	4	4	5	5	5	6	7
	5	6	7	8	7	8	8
	6	7	8	8	8	9	9

▼ Agarre

0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Intolerable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo

Los resultados A y B se combinan en la Tabla C para dar un total de 144 posibles combinaciones, y finalmente se añade el resultado de la actividad para dar el resultado final REBA que indicará el nivel de riesgo y el nivel de acción. (Fig. 5)

La puntuación que hace referencia a la actividad (+1) se añade cuando:

- * Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas: por ejemplo, sostenidas durante más de 1 minuto.
- * Repeticiones cortas de una tarea: por ejemplo, más de cuatro veces por minuto (no se incluye el caminar).
- * Acciones que causen grandes y rápidos cambios posturales.
- * Cuando la postura sea inestable.

► FIGURA 5

Tabla C y puntuación de la actividad

▼ Tabla C

PUNTUACIÓN A	PUNTUACIÓN B												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
	2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
	3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
	4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
	5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
	6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
	7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
	8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
	9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
ACTIVIDAD	+1 : Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. aguantadas más de 1 minuto												
	+1 : Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 veces/minuto												
	+1 : Cambios posturales importantes o posturas inestables												

La puntuación final REBA estará comprendida en un rango de 1-15, lo que nos indicará el riesgo que supone desarrollar el tipo de tarea analizado y nos indicará los niveles de acción necesarios en cada caso. (Fig. 6)

► FIGURA 6

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8 -10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

ANEXO

5



Comentarios a la prEN 1005-4 y EN 1005-2 y 3

► 1. Norma EN-1005-2

Se trata de una norma que establece los límites para la manipulación manual de cargas y que es muy similar a la conocida ecuación de NIOSH, con alguna ventaja sobre esta como es el establecimiento de limitaciones para determinadas situaciones que la ecuación anterior no tiene presente.

- Establece varias constantes de carga en función de varias variables:
 - Uso doméstico: Se clasifica entre persona en general y otro grupo al que pertenecen los niños o personas mayores.
 - Uso profesional general: Clasifica estos en dos grupos similares al caso anterior.
 - Uso profesional excepcional: Para casos de manipulaciones y trabajadores excepcionales.
- Establece varios factores multiplicadores:
 - Localización vertical.
 - Desplazamiento vertical.
 - Localización horizontal.
 - Angulo de asimetría.
 - Agarre.
 - Frecuencia.
- Establece los límites de tolerabilidad para el riesgo.
- Establece tres niveles de evaluación:
 - **Método 1:** Se trata de un cuestionario que establece la tolerabilidad del riesgo por medio de valores críticos.
 - **Método 2:** Se realiza una evaluación por medio de tablas
 - **Método 3:** se realiza la evaluación por medio de la fórmula anteriormente citada, donde se incluyen determinadas situaciones especiales como es la manipulación con una mano, manipulación por dos personas o el realizar un trabajo que requiera un esfuerzo fisiológico añadido a la manipulación manual de cargas.

► 2. Norma UNE-EN 1005-3:

Se trata de una norma que especifica los límites de fuerza recomendados para acciones realizadas durante la utilización de máquinas.

Se trata de determinar la capacidad básica de generación de fuerza disponiendo de tres alternativas:

- **Alternativa 1:** Se utilizan valores de fuerza isométrica máxima, ya calculados, y contenidos en una tabla, que corresponden a la población europea, donde se establecen límites para el ámbito profesional y doméstico.
- **Alternativa 2:** Calcula la fuerza isométrica máxima por medio de unos cálculos sencillos, utilizando tablas de población femenina especificando la media y la desviación típica. Esta alternativa puede utilizarse si la población de usuarios es similar a la población europea o si no se dispone de datos demográficos específicos de la población usuaria.
- **Alternativa 3:** Permite el cálculo preciso de la fuerza isométrica máxima para la población objeto de estudio.

Una vez obtenido este valor, se reduce en función de unos factores multiplicadores:

- Multiplicador dependiente de la velocidad.
- Multiplicador de frecuencia asociado a la duración de las acciones individuales.
- Multiplicador de duración.

Tras esto se calcula la llamada capacidad reducida que es el resultado de multiplicar la fuerza isométrica máxima calculada por el factor de velocidad, frecuencia y duración.

Este resultado se dividirá por la fuerza realizada y este nos indicará el nivel de tolerabilidad del riesgo, establecido en tres niveles, recomendada, no recomendada o a evitar.

► 3. Prenorma prEN-1005-4:

Por esta prenorma se trata de establecer las posturas y la repetitividad clasificándola según las distintas partes del cuerpo: tronco; antebrazo; cabeza y cuello y otras partes del cuello:

- Hombro.
- Antebrazo.
- Codo.
- Brazo.
- Muñeca.
- Desviaciones de la palma de la mano.
- Espalda.
- Cadera.
- Rodilla.
- Tobillo.

Estas posturas son clasificadas en función de dos escalones:

- **Escalón 1:** Clasifica las distintas posturas en función de que sea estática, tenga un movimiento de baja frecuencia o de alta frecuencia, clasificándola en aceptable, condicionalmente aceptable y no aceptable.
- **Escalón 2:** Establece las condiciones para que aquellas situaciones consideradas como condicionalmente aceptables, sean aceptables.

ANEXO

6



Método JSI

► INDICE DE ESFUERZO

Muchas de las tareas que se realizan en el mundo laboral obligan a efectuar una serie de movimientos de carácter cíclico o repetitivo, que en el transcurso del tiempo pueden provocar molestias, pudiendo llegar a desencadenar procesos inflamatorios que pueden desencadenar dolor y muchas veces lesiones incapacitantes. La mayoría de las veces estas alteraciones aparecen en trabajadores que realizan tareas repetitivas que exigen esfuerzos en posiciones forzadas de las extremidades, ejerciendo presiones con los dedos o flexiones y extensiones repetidas de los músculos que mueven brazos y manos, sobre todo muñecas, codos, hombros, sin olvidar la columna y rodillas.

En general, podemos indicar que los “Problemas musculoesqueléticos” (PME) comparten ciertas características :

- No son el resultado de lesiones repentinas (no son accidentes)
- Son el resultado de presiones mecánicas (estiramientos, aplastamientos, fuerzas, microtraumas).

En las empresas con un sistema de producción altamente repetitivo, son especialmente frecuentes los PME en los miembros superiores (hombros, codos muñecas y manos).

La etiología de los PME es de carácter multidimensional, pudiéndose clasificar los factores en tres grupos fundamentales:

- (1) Factores individuales: capacidad funcional del individuo, sexo, enfermedades, hábitos, condiciones antropométricas,...etc.
- (2) Condiciones de trabajo: Fuerzas, ángulos de aplicación, repetitividad,...etc
- (3) Factores organizacionales: organización de tiempos de trabajo, clima social,...etc.

La eliminación de los riesgos musculoesqueléticos o su reducción a límites eceptables es compleja y requiere la adopción de una adecuada estrategia ergonómica, existiendo diversos métodos y criterios de evaluación en función de los medios a utilizar.

La metodología que aquí se propone, Método del Indice de Esfuerzo, se basa en la observación y el análisis de las tareas realizadas y los equipos utilizados. Mediante un análisis de tareas permite identificar, aquellas que son susceptibles de poder ocasionar PME en las extremidades superiores (mano – muñeca).

Este método fue desarrollado por Arun Garg y Steven Moore (sección de diseño industrial y medicina preventiva de la Universidad de Wisconsin), es un método científico de carácter empírico, con el objeto de determinar si las tareas son susceptibles de poder ocasionar posibles trastornos en las extremidades superiores. Se fundamenta en conocimientos fisiológicos, biomecánicos y epidemiológicos de la extremidad superior, implicando la estimación o medición de seis variables de la tarea (intensidad del esfuerzo, duración del ciclo, número de esfuerzos por minuto, postura de la muñeca, velocidad del esfuerzo y exposición o duración

de la tarea en la jornada). A cada uno de estos factores se le aplica un factor corrector, siendo el Índice de esfuerzo el resultado de multiplicar esos seis factores. Es un método que evalúa trabajos, no personas, pretendiendo discriminar entre trabajos que pueden exponer o no a factores de riesgo susceptibles de provocar trastornos musculoesqueléticos en las extremidades superiores. Pero hay que tener en cuenta una serie de limitaciones que presenta, en relación a que no es válido en las siguientes situaciones:

- Trastornos provocados por vibraciones o cuando se utiliza la mano como herramienta (como el síndrome de la mano hipotenar)
- Casos de etiología incierta (gangliones, osteoartritis, necrosis vascular,...)
- Predecir trastornos en hombros, cuello o espalda.
- El trabajo requiere compresión extrínseca (sujetar fuertemente con la mano un útil o herramienta con esquinas o bordes agudos).

La aplicación del método requiere el siguiente proceso:

- Toma de datos
- Asignación de valores a los factores intervinientes
- Cálculo del Índice de Esfuerzo
- Interpretación de los resultados

► VALORACIÓN DE LOS FACTORES

▼ 1. Intensidad del esfuerzo (I)

Estimación de la fuerza requerida para realizar la tarea. Se define como el porcentaje del máximo esfuerzo requerido para realizar la tarea una sola vez. Es la variable más crítica en el cálculo del Índice de Esfuerzo. En la tabla siguiente se dan las orientaciones para asignar la puntuación a este factor, en función del porcentaje de fuerza máxima aplicada (en comparación con la escala subjetiva de Borj, valores que van del 0 al 10, correspondiendo a “nada” y “extremadamente fuerte”, respectivamente).

Criterios de clasificación	% de fuerza máxima	Nivel en Escala de Borj	Esfuerzo percibido	Puntuación
Ligero	< 10 %	= ó < 2	Relajado o poco notorio	1
Algo intenso	10 – 29 %	3	Claro o perceptible	3
Intenso	30 – 49 %	4 – 5	Evidente, sin cambios en la expresión facial	6
Muy intenso	50 – 79 %	6 – 7	Sustancial, con cambios en la expresión facial	9
Cercano al máximo	= ó > 80 %	> 7	Uso de hombros y tronco para realizar el esfuerzo	13

▼ 2. Duración del esfuerzo (D)

Porcentaje del tiempo de aplicación del esfuerzo en relación al tiempo total del ciclo de trabajo. Dividir la duración del esfuerzo medido por el tiempo de observación total y multiplicarlo por 100. (es conveniente medir varios ciclos que supongan una muestra representativa del trabajo).

$$(D) = 100 \times \text{Duración de esfuerzos} / \text{Tiempo de observación total}$$

La puntuación de este factor se obtiene de la siguiente tabla de conversión:

Duración del esfuerzo (% del ciclo)	Puntuación
Menor del 10 %	0,5
Entre el 10 y 29 %	1,0
Entre el 30 y 49 %	1,5
Entre el 50 y 79 %	2,0
Más del 80 %	3,0

▼ 3. Número de esfuerzos por minuto (N)

Número de esfuerzos por minuto en la ejecución del trabajo. Dividir el número total de esfuerzos (en un periodo de observación) por la duración del periodo de observación, medido en minutos.

$$N = n^{\circ} \text{ esfuerzos} / \text{tiempo total observación}$$

La puntuación de este factor se obtiene en la siguiente tabla de conversión:

Número de esfuerzos por minuto	Puntuación
Menos de 4	0,5
Entre 4 y 8	1,0
Entre 9 y 14	1,5
Entre 15 y 19	2,0
20 o más	3,0

▼ 4. Postura de la mano-muñeca (P)

Estima la posición de la mano-muñeca en relación a su posición neutra. Las orientaciones para aplicar los criterios de clasificación y la obtención de la puntuación para este factor, se obtiene en la siguiente tabla de conversión:

Criterios de clasificación	Extensión de la muñeca	Flexión de La muñeca	Desviación Cubital-radial	Postura percibida	Puntuación
Muy buena	0° a 10°	0° a 5°	0° a 10°	Perfectamente alineada	1
Buena	11° a 25°	6° a 15°	11° a 15°	Casi alineada	1
Regular	26° a 40°	16° a 30°	16° a 20°	No alineada	1,5
Mala	41° a 55°	31° a 50°	21° a 25°	Marcada Desviación	2
Muy mala	Más de 60°	Más de 50°	Más de 25°	Desviación extrema	3

▼ 5. Velocidad de trabajo (V)

Se estima aquí la rapidez con que se trabaja. Los criterios de clasificación y la puntuación de este factor se obtiene en la siguiente tabla de conversión:

Criterios de clasificación	Porcentaje del estimado (*)	Velocidad percibida	Puntuación
Muy lento	= ó < 80 %	Ritmo muy relajado	1
Lento	81 – 90 %	Adopta su propio ritmo	1
Regular	91 – 100 %	Velocidad normal	1
Rápido	101 – 115 %	Rápido, posible de soportar	1.5
Muy rápido	> 115 %	Muy rápido, difícil de soportar	2

(*) Resultado de dividir el ritmo observado por el ritmo estimado

▼ 6. Tiempo de duración de la tarea (T)

Define la exposición del trabajador en la tarea, indicando el número de horas que utiliza en la jornada. La puntuación de este factor se obtiene en la siguiente tabla de conversión:

Duración diaria (horas exposición diaria)	Puntuación
Menos de 1 hora	0,25
Entre 1 y 2 horas	0,50
Entre 2 y 4 horas	0,75
Entre 4 y 8 horas	1,00
Más de 8 horas	1,50

► CALCULO DEL INDICE DE ESFUERZO

Se calcula mediante una expresión factorial compuesta por el producto de los seis factores descritos:

$$IE = I \times D \times N \times P \times V \times T$$

IE = Índice de esfuerzo

I = Intensidad del esfuerzo

D = Duración del esfuerzo

N = Número de esfuerzos por minuto

P = Postura de la mano-muñeca

V = Velocidad de trabajo

T = Tiempo de duración de la tarea

► INTERPRETACIÓN DEL RESULTADO

Los estudios realizados han revelado la aparición o no de trastornos de las extremidades superiores en función de los valores obtenidos. La siguiente tabla de conversión recoge esta interpretación final:

Índice obtenido (SI)	Interpretación de la tarea
= 0 < 3	La tarea es segura
Entre 3 y 5	El nivel de riesgo es tolerable
Entre 5 y 7	El nivel de riesgo es moderado
> 7	La tarea es peligrosa (mayor índice mayor riesgo)

ANEXO

7



Ecuación NIOSH

LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS:

Método NIOSH

► Introducción

El manejo y el levantamiento de cargas son las principales causas de lumbalgias. 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 relacionados con la aparición de este trauma.

El National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) desarrolló en 1981 una ecuación para evaluar el manejo de cargas en el trabajo. Su intención era crear una herramienta 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 -a fijar por el usuario de la ecuación- pudiera realizar la tarea sin riesgo elevado de desarrollar lumbalgias. En 1991 se revisó dicha ecuación introduciendo nuevos factores: el manejo asimétrico de cargas, la duración de la tarea, la frecuencia de los levantamientos y la calidad del agarre. Así mismo, se discutieron las limitaciones de dicha ecuación y el uso de un índice para la identificación de riesgos.

Tanto la ecuación de 1981 como su modificación en 1991 fueron elaboradas teniendo en cuenta tres criterios: el biomecánico, que limita el estrés en la región lumbosacra, que es más importante en levantamientos poco frecuentes pero que requieren un sobreesfuerzo; 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, aplicable a todo tipo de tareas, excepto a aquellas en las que se da una frecuencia de levantamiento elevada (de más de 6 levantamientos por minuto).

La revisión de la ecuación llevada a cabo por el comité del NIOSH en el año 1994 completa la descripción del método y las limitaciones de su aplicación (ver tabla 1). Tras esta última revisión, la ecuación NIOSH para el levantamiento de cargas determina el límite de peso recomendado (LPR), a partir del cociente de siete factores, que serán explicados más adelante, siendo el índice de riesgo asociado al levantamiento, el cociente entre el peso de la carga levantada y el límite de peso recomendado para esas condiciones concretas de levantamiento, carga levantada Índice de levantamiento.

NIOSH 1994
LPR = LC - HM - VM - DM - AM - FM - CM
LC : constante de la 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 revisada (1994)**

► CRITERIOS

Los criterios para establecer los límites de carga son de carácter biomecánico, fisiológico y psicofísico.

▼ Criterio biomecánico

Al manejar una carga pesada o al hacerlo incorrectamente, aparecen unos momentos mecánicos en la zona de la columna vertebral -concretamente en la unión de los segmentos vertebrales L5/S1- que dan lugar a un acusado estrés lumbar. De las fuerzas de compresión, torsión y cizalladura que aparecen, se considera la de compresión del disco L5/S1 como principal causa de riesgo de lumbalgia.

A través de modelos biomecánicos, y usando datos recogidos en estudios sobre la resistencia de dichas vértebras, se llegó a considerar una fuerza de 3,4 kN como fuerza límite de compresión para la aparición de riesgo de lumbalgia.

▼ Criterio fisiológico

Aunque se dispone de pocos datos empíricos que demuestren que la fatiga incrementa el riesgo de daños musculoesqueléticos, se ha reconocido 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.

El comité del NIOSH en 1991 recogió unos límites de la máxima capacidad aeróbica para el cálculo del gasto energético, que son los siguientes:

- En levantamientos repetitivos, 9,5 Kcal/min será la máxima capacidad aeróbica de levantamiento.
- En levantamientos que requieren levantar los brazos a más de 75 cm, no se superará

el 70% de la máxima capacidad aeróbica.

- No se superarán el 50%, 40% y 30% de la máxima capacidad aeróbica al calcular el gasto energético de tareas de duración de 1 hora, de 1 a 2 horas y de 2 a 8 horas respectivamente.

▼ Criterio psicofísico

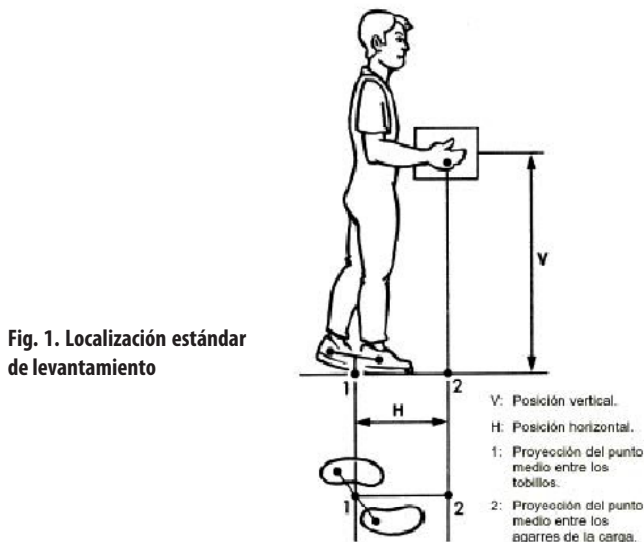
El criterio psicofísico se basa en datos sobre la resistencia y la capacidad de los trabajadores que manejan cargas con diferentes frecuencias y duraciones.

Se basa en el límite de peso aceptable para una persona trabajando en unas condiciones determinadas e integra el criterio biomecánico y el fisiológico pero tiende a sobreestimar la capacidad de los trabajadores para tareas repetitivas de duración prolongada.

► COMPONENTES DE LA ECUACIÓN

Antes de empezar a definir los factores de la ecuación debe definirse qué se entiende por localización estándar de levantamiento. Se trata de una referencia en el espacio tridimensional para evaluar la postura de levantamiento.

La distancia vertical del agarre de la carga al suelo es de 75 cm y la distancia horizontal del agarre al punto medio entre los tobillos es de 25 cm. Cualquier desviación respecto a esta referencia implica un alejamiento de las condiciones ideales de levantamiento. (Ver fig. 1).



► ESTABLECIMIENTO DE LA CONSTANTE DE CARGA

La constante de carga (LC, load constant) 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 en 23 kg. La elección del valor de esta constante está hecho según criterios biomecánicos y fisiológicos.

El levantamiento de una carga igual al valor de la constante de carga bajo condiciones ideales sería realizado por el 75% de la población femenina y por el 90% de la masculina, de manera que la fuerza de compresión en el disco L5/S1, producto del levantamiento, no superara los 3,4 kN.

▼ **Obtención de los coeficientes de la ecuación**

La ecuación emplea 6 coeficientes que pueden variar entre 0 y 1, según las condiciones en las que se dé el levantamiento.

El carácter multiplicativo de la ecuación hace que el valor límite de peso recomendado vaya disminuyendo a medida que nos alejamos de las condiciones óptimas de levantamiento.

▼ **Factor de distancia horizontal, HM (horizontal multiplier)**

Estudios biomecánicos y psicofísicos indican que la fuerza de compresión en el disco aumenta con la distancia entre la carga y la columna. El estrés por compresión (axial) que aparece en la zona lumbar está, por tanto, directamente relacionado con dicha distancia horizontal (H en cm) que se define como la distancia horizontal entre la proyección sobre el suelo del punto medio entre los agarres de la carga y la proyección del punto medio entre los tobillos.

Cuando H no pueda medirse, se puede obtener un valor aproximado mediante la ecuación:

$$H = 20 + w/2 \text{ si } V > 25\text{cm}$$

$$H = 25 + w/2 \text{ si } V < 25\text{cm}$$

donde w es la anchura de la carga en el plano sagital y V la altura de las manos respecto al suelo. El factor de distancia horizontal (HM) se determina como sigue:

$$HM = 25 / H$$

Penaliza los levantamientos en los que el centro de gravedad de la carga está separado del cuerpo. Si la carga se levanta pegada al cuerpo o a menos de 25 cm del mismo, el factor toma el valor 1. Se considera que $H > 63$ cm dará lugar a un levantamiento con pérdida de equilibrio, por lo que asignaremos $HM = 0$ (el límite de peso recomendado será igual a cero).

▼ Factor de altura, VM (vertical multiplier)

Penaliza los levantamientos en los que las cargas deben cogerse desde una posición baja o demasiado elevada. El comité del NIOSH escogió un 22,5% de disminución del peso respecto a la constante de carga para el levantamiento hasta el nivel de los hombros y para el levantamiento desde el nivel del suelo.

Este factor valdrá 1 cuando la carga esté situada a 75 cm del suelo y disminuirá a medida que nos alejemos de dicho valor.

Se determina:

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

donde V es la distancia vertical del punto de agarre al suelo. Si $V > 175$ cm, tomaremos $VM = 0$.

▼ Factor de desplazamiento vertical, DM (distance multiplier)

Se refiere a la diferencia entre la altura inicial y final de la carga. El comité definió un 15% de disminución en la carga cuando el desplazamiento se realice desde el suelo hasta mas allá de la altura de los hombros.

Se determina:

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

$$D = V1 - V2$$

donde V1 es la altura de la carga respecto al suelo en el origen del movimiento y V2, la altura al final del mismo.

Cuando $D < 25$ cm, tendremos $DM = 1$, valor que irá disminuyendo a medida que aumente la distancia de desplazamiento, cuyo valor máximo aceptable se considera 175 cm.

▼ Factor de asimetría, AM (asymetric multiplier)

Se considera un movimiento asimétrico aquel que empieza o termina fuera del plano medio-sagital, como muestra la figura 2. Este movimiento deberá evitarse siempre que sea posible. El ángulo de giro (A) deberá medirse en el origen del movimiento y si la tarea requiere un control significativo de la carga (es decir, si el trabajador debe colocar la carga de una forma determinada en su punto de destino), también deberá medirse el ángulo de giro al final del movimiento.

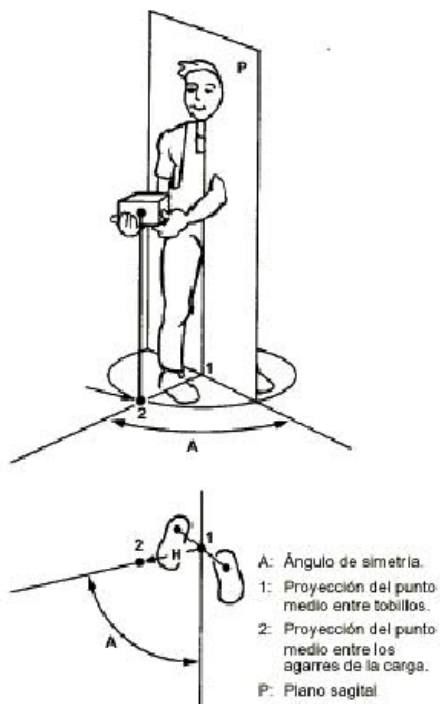


Fig. 2. Representación gráfica del ángulo de asimetría del levantamiento (A)

Se establece:

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

El comité escogió un 30% de disminución para levantamientos que impliquen giros del tronco de 90°. Si el ángulo de giro es superior a 135°, tomaremos $AM = 0$.

Podemos encontrarnos con levantamientos asimétricos en distintas circunstancias de trabajo:

- Cuando entre el origen y el destino del levantamiento existe un ángulo.
- Cuando se utiliza el cuerpo como vía del levantamiento, como ocurre al levantar sacos o cajas.
- En espacios reducidos o suelos inestables.
- Cuando por motivos de productividad se fuerza una reducción del tiempo de levantamiento.

▼ Factor de frecuencia, FM (frequency multiplier)

Este factor queda definido por el número de levantamientos por minuto, por la duración de la tarea de levantamiento y por la altura de los mismos.

La tabla de frecuencia se elaboró basándose en dos grupos de datos. Los levantamientos con frecuencias superiores a 4 levantamientos por minuto se estudiaron bajo un criterio psicofísico, los casos de frecuencias inferiores se determinaron a través de las ecuaciones de gasto energético. (Ver tabla 2) El número medio de levantamientos por minuto debe calcularse en un período de 15 minutos y en aquellos trabajos donde la frecuencia de levantamiento varía de una tarea a otra, o de una sesión a otra, deberá estudiarse cada caso independientemente.

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	0,80	0,80	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

• Tabla 2. Cálculo del factor de frecuencia (FM)

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

En cuanto a la duración de la tarea, se considera de corta duración cuando se trata de una hora o menos de trabajo (seguida de un tiempo de recuperación de 1,2 veces el tiempo de trabajo), de duración moderada, cuando es de una a dos horas (seguida de un tiempo de recuperación de 0,3 veces el tiempo de trabajo), y de larga duración, cuando es de más de dos horas.

Si, por ejemplo, una tarea dura 45 minutos, debería estar seguida de $45 \cdot 1,2 = 54$ minutos, si no es así, se considerará de duración moderada. Si otra tarea dura 90 minutos, debería estar seguida de un periodo de recuperación de $90 \cdot 0,3 = 27$ minutos, si no es así se considerará de larga duración.

▼ Factor de agarre, CM (coupling multiplier)

Se obtiene según la facilidad del agarre y la altura vertical del manejo de la carga. Estudios psicofísicos demostraron que la capacidad de levantamiento se veía disminuida por un mal agarre en la carga y esto implicaba la reducción del peso entre un 7% y un 11%. (Ver tablas 3 y 4)

MALO	REGULAR	BUENO
1. Recipientes de diseño óptimo en los que las asas o asideros perforados en el recipiente hayan sido diseñados optimizando el agarre (ver definiciones 1, 2 y 3).	1. Recipientes de diseño óptimo con asas o asideros perforados en el recipiente de diseño subóptimo (ver definiciones 1, 2, 3 y 4).	1. Recipientes de diseño subóptimo, objetos irregulares o piezas sueltas que sean voluminosas, difíciles de asir o con bordes afilados (ver definición 5).
2. Objetos irregulares o piezas sueltas cuando se puedan agarrar confortablemente; es decir, cuando la mano pueda envolver fácilmente el objeto (definición 6).	2. Recipientes de diseño óptimo sin asas ni asideros perforados en el recipiente, objetos irregulares o piezas sueltas donde el agarre permita una flexión de 90° en la palma de la mano (ver definición 4).	2. Recipientes deformables.

• Tabla 3. Clasificación del agarre de una carga

Tipo de agarre	Factor de Agarre (cm)	
	V < 75	V ≥ 75
Bueno	1.00	1.00
Regular	0.95	1.00
Malo	0.90	0.90

• Tabla 4. Determinación del factor de agarre (cm)

► Definiciones:

1. Asa de diseño óptimo: es aquella de longitud mayor de 11,5 cm, de diámetro entre 2 y 4 cm, con una holgura de 5 cm para meter la mano, de forma cilíndrica y de superficie suave pero no resbaladiza.
2. Asidero perforado de diseño óptimo: es aquel de longitud mayor de 11,5 cm, anchura de más de 4 cm, de holgura superior a 5 cm, con un espesor de más de 0,6 cm en la zona de agarre y de superficie no rugosa.
3. Recipiente de diseño óptimo: es aquel cuya longitud frontal no supera los 40 cm, su altura no es superior a 30 cm y es suave y no resbaladizo al tacto.
4. El agarre de la carga debe ser tal que la palma de la mano quede flexionada 90°; en el caso de una caja, debe ser posible colocar los dedos en la base de la misma.
5. Recipiente de diseño subóptimo: es aquel cuyas dimensiones no se ajustan a las descritas en el punto 3), o su superficie es rugosa o resbaladiza, su centro de gravedad es asimétrico, posee bordes afilados, su manejo implica el uso de guantes o su contenido es inestable.
6. Pieza suelta de fácil agarre: es aquella que permite ser cómodamente abarcada con la mano sin provocar desviaciones de la muñeca y sin precisar de una fuerza de agarre excesiva.

► Identificación del riesgo a través del índice de levantamiento

La ecuación NIOSH está basada en el concepto de que el riesgo de lumbalgias aumenta con la demanda de levantamientos en la tarea.

El índice de levantamiento que se propone es el cociente entre el peso de la carga levantada y el peso de la carga recomendada según la ecuación NIOSH.

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

- a. Riesgo limitado (Índice de levantamiento < 1). La mayoría de trabajadores que realicen este tipo de tareas no deberían tener problemas.
- b. Incremento moderado del riesgo ($1 < \text{Índice de levantamiento} < 3$). 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 (Índice de levantamiento > 3). Este tipo de tarea es inaceptable desde el punto de vista ergonómico y debe ser modificada.

► Principales limitaciones de la ecuación

La ecuación NIOSH ha sido diseñada para evaluar el riesgo asociado al levantamiento de cargas en unas determinadas condiciones, por lo que se ha creído conveniente mencionar sus limitaciones para que no se haga un mal uso de la misma.

- No tiene en cuenta el riesgo potencial asociado con los efectos acumulativos 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°C , 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 tampoco posible aplicar la ecuación cuando la carga levantada sea inestable, debido a que la localización del centro de masas varía significativamente durante el levantamiento. Este es el caso de los bidones que contienen líquidos o sacos semi-llenos.

► Cálculo del índice compuesto para tareas múltiples

Cuando el trabajador realiza varias tareas en las que se dan levantamientos de cargas, se hace necesario el cálculo de un índice compuesto de levantamiento para estimar el riesgo asociado a su trabajo.

Una simple media de los distintos índices daría lugar a una compensación de efectos que no valoraría el riesgo real. La selección del mayor índice no tendría en cuenta el incremento de riesgo que aportan el resto de las tareas.

NIOSH recomienda el cálculo de un índice de levantamiento compuesto (ILC), cuya fórmula es la siguiente:

$$\sum_{i=2}^n \partial \text{ILC} = \text{ILT}_1 + \sum_{i=2}^n \partial \text{ILT}_i$$

$$\sum_{i=2}^n \partial \text{ILT}_i = (\text{ILT}_2(F_1 + F_2) - \text{ILT}_2(F_1)) + (\text{ILT}_3(F_1 + F_2 + F_3) - \text{ILT}_3(F_1 + F_2)) + \dots + (\text{ILT}_n(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n) - (\text{ILT}_n(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_{(n-1)})))$$

donde:

- ILT_1 es el mayor índice de levantamiento obtenido de entre todas las tareas simples.
- $\text{ILT}_i(F_j)$ es el índice de levantamiento de la tarea i , calculado a la frecuencia de la tarea j .
- $\text{ILT}_i(F_j + F_k)$ 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 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 ($\text{ILT}_1, \text{ILT}_2, \text{ILT}_3, \dots, \text{ILT}_n$).
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 ($\text{ILT}_i(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_i) - \text{ILT}_i(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_{(i-1)})$).

► Ejemplo

Un trabajador tiene como actividad habitual durante la mayor parte de su jornada de trabajo la descarga de sacos y cajas que llegan a su puesto de trabajo en palets y que debe situar en una cinta transportadora de 75 cm de altura (V). Los sacos son de dos tipos, unos pesan 20 kg y pueden considerarse de buen agarre y los otros pesan 25 kg y su agarre se considera malo. Las cajas pesan 15 kg y su agarre es bueno. El ritmo de producción y las necesidades de materia prima obligan a que deban descargarse con frecuencias diferentes. Los sacos de 20 kg a 1 por minuto (F_1), los de 25 kg a 2 por minuto (F_2) y las cajas también a 2 levantamientos por minuto (F_3).

La altura inicial del palet es 80 cm y evidentemente va disminuyendo a medida que se procede a la descarga. Nos encontramos por tanto con dos casos extremos, cuando el palet está lleno -y el trabajador debe elevar los brazos- y cuando el palet está casi vacío y debe agacharse.- Este ejemplo se centrará en el inicio de la descarga, cuando ambos palets están llenos, por lo que la distancia de descarga hasta la cinta transportadora es $80 - 75 = 5$ cm (D).

Llamaremos tarea 1 a la descarga de sacos de 20 kg, tarea 2 a la descarga de sacos de 25 kg y tarea 3 a la descarga de cajas. Las tres tareas se consideran de duración moderada. La distancia horizontal de agarre (H) es de 25 cm en la tarea 1 y de 30 cm en las tareas 2 y 3.

En cuanto a la asimetría del movimiento, se observa que el trabajador realiza una torsión de 45° (A) cuando descarga las cajas y no se aprecia torsión en la manipulación de sacos.

Las tablas 5 y 6 contienen las variables y el cálculo de los coeficientes, los límites de peso recomendados y los índices de riesgo de las tareas consideradas independientemente.

Variable	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3
carga (kg)	20	25	15
H (cm)	25	30	30
V (cm)	75	75	75
D (cm)	5	5	5
A (grados)	0	0	45
F (levant/min)	1	2	2
Agarre	Bueno	Malo	Malo

• **Tabla 5. Variables del ejemplo del índice compuesto**

Coeficiente	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3
$HM = 5/H$	1	0,83	0,83
$VM = (1-0,003 IV-75I)$	1	1	1
$DM = 0.82 + 4.5/D$	1	1	1
$AM = 1-0.00032A$	1	1	0,856
FM (ver tabla 2)	0,88	0,84	0,84
GM (ver tabla 4)	1	0,9	1
$LPR = 23 \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$	20,24	14,43	13,7
$IL = \text{carga}/LPR$	0,988	1,73	1,1

• **Tabla 6. Cálculo de coeficientes del ejemplo del índice compuesto**

Si se quiere calcular el riesgo total asociado a la actividad completa de este trabajador debe de procederse al cálculo del índice de levantamiento compuesto.

Calculados los índices de levantamiento de las tres tareas simples, se ordenan de mayor a menor índice. En este caso, el orden es:

tarea 2 ($ILT_2 = 1,73$),

tarea 3 ($ILT_3 = 1,1$) y

tarea 1 ($ILT_1 = 0,988$).

La fórmula toma la forma siguiente:

$$ILC = ILT_2(F_2) + (ILT_3(F_2 + F_3) - ILT_3(F_2)) + (ILT_1(F_2 + F_3 + F_1) - ILT_1(F_2 + F_3))$$

siendo $ILT_3(F_2 + F_3)$ el índice de levantamiento de la tarea 3 calculado a la frecuencia suma de la frecuencia de la tarea 2 y la tarea 3 y así sucesivamente, obteniendo los siguientes valores:

$$FM(F_2 + F_3) = FM(2+2) = FM(4) = 0,72$$

$$LPR(T_3) = 23 \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM = 11,74$$

$$ILT_3(F_2 + F_3) = \text{carga} / LPR(T_3) = 1,3$$

$$FM(F_2) = FM(2) = 0,84$$

$$LPR(T_3) = 23 \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM = 13,7$$

$$ILT_3(F_2) = \text{carga} / LPR(T_3) = 1,1$$

$$FM(F_2 + F_3 + F_1) = FM(2+2+1) = FM(5) = 0,6$$

$$LPR(T_1) = 23 \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM = 13,8$$

$$ILT_1(F_2 + F_3 + F_1) = \text{carga} / LPR(T_1) = 1,45$$

$$FM(F_2 + F_3) = FM(2+2) = FM(4) = 0,72$$

$$LPR(T_1) = 23 \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM = 16,56$$

$$ILT_1(F_2 + F_3) = \text{carga} / LPR(T_1) = 1,2$$

$$ILC = 1,73 + (1,31,1) + (1,451,2) = 2,17$$

Se concluye, por tanto, que el índice de levantamiento asociado a la actividad compuesta de las tres tareas es 2,17, lo que implica un riesgo importante desde el punto de vista ergonómico. Las condiciones del levantamiento deberían modificarse. En este caso se podría recomendar:

- acercar más la carga al cuerpo en los levantamientos de los sacos de 25 kg y las cajas,
- evitar la torsión en el levantamiento de cajas,
- mejorar el agarre de los sacos de 25 kg,

- y evidente -aunque difícil de implantar en la mayoría de las situaciones puesto que implica una disminución del ritmo de producción- reducir la frecuencia de levantamientos.

ANEXO

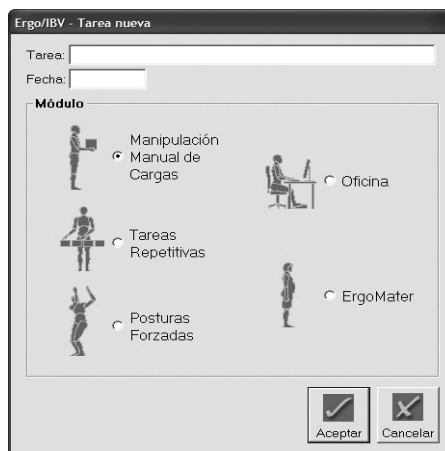
8



ERGOIBV

► ERGO/IBV

Ergo/IBV es una herramienta informática desarrollada por el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) para la evaluación de los riesgos ergonómicos del trabajo. Ergo/IBV se estructura actualmente en cinco módulos que permiten analizar tareas de manipulación manual de cargas, tareas repetitivas, tareas con posturas forzadas, puestos de trabajo de oficina y trabajadoras embarazadas.



Ergo/IBV permite analizar tareas de manejo manual de cargas como levantamientos, transportes, empujes y arrastres de cargas. El método considera los pesos manipulados o las fuerzas de empuje o arrastre ejercidas, la posición en la que se manipula la carga, el giro del tronco, el tipo de agarre, la frecuencia de manipulación de cargas y la duración de la actividad.



Ergo/IBV - Manipulación Manual de Cargas - Levantamiento

Tarea: Fecha:

Empresa: Duración:

☒ Control significativo requerido en el destino

Origen		Destino	
Peso Levantado (kg):	10.0	Distancia Horizontal (cm):	45.0
Distancia Horizontal (cm):	30.0	Angulo de Asimetría (grados):	0.0
Posición Vertical Inicial (cm):	65.0	Tipo de Agarre:	Regular
Posición Vertical Final (cm):	100.0	Indice:	1.368
Angulo de Asimetría (grados):	90.0		
Frecuencia (lev/min):	2.500		
Tipo de Agarre:	Regular		
Indice:	1.285		

Límite de Peso Recomendado

	LC	HM	VM	DM	AM	FM	CM
En el origen	25	0.83	0.97	0.95	0.71	0.60	0.95
En el destino	25	0.56	0.93	0.95	1.00	0.60	1.00

Buttons:

Ergo/IBV permite analizar tareas repetitivas de miembro superior con ciclos de trabajo definidos. Considera el efecto de la flexión/extensión, la desviación radial/cubital y la pronación/supinación de la

muñeca, de la repetitividad de movimientos de la mano-muñeca y de la duración de la actividad que se analiza en la evaluación del riesgo de trastorno musculoesquelético (TME) en la zona de la mano-muñeca. Considera el efecto de la elevación de brazos, la flexión del cuello, la inclinación lateral y el giro del cuello, la repetitividad de movimientos de los brazos y de la duración de la actividad que se analiza en la evaluación del riesgo de TME en la zona del cuello y de los hombros.

Ergo/IBV - Tareas Repetitivas

Tarea:

Empresa:

Fecha:

Subtareas	Exposición(%)	Rep Brazos	Rep Manos
Montaje programador	100%	Clasificación	Clasificación

Repetir:

Posturas	% tiempo
Trabajo en máquina	35 %
Alimentación de piezas	15 %
Repasado	

Nueva:

Tiempos:

Informe:

Ergo/IBV - Tareas Repetitivas - Postura (Subtarea: Montaje programador)

Postura:

Porcentaje de tiempo en la subtarea:

Brazos Muñecas Cuello

Flexión o extensión:

Extensión de brazo mayor de 20°

Brazo entre 20° de extensión y 20° de flexión

Flexión de brazo entre 20 y 45°

Flexión de brazo entre 45 y 90°

Flexión de brazo mayor de 90°

Ergo/IBV permite analizar tareas en las que se dan posturas forzadas del tronco, de los brazos y/o de las piernas, sin ciclos de trabajo claramente definidos. El método asigna a cada postura de trabajo (combinación de las posiciones de los brazos, de la espalda y de las piernas, y de la fuerza o carga ejercida) un nivel de riesgo de TME asociado a necesidades de rediseño del puesto de trabajo.

Ergo/IBV - Posturas Forzadas - Datos

Espalda

Espalda recta

Espalda inclinada

Espalda grado

Espalda grado e inclinada

Fuerza

Fuerza menor o igual a 10 Kg.

Fuerza entre 10 y 20 Kg.

Fuerza mayor de 20 Kg.

Brazos

Ambos brazos por debajo del nivel del hombro.

Un brazo al nivel o por encima del nivel del hombro.

Ambos brazos al nivel o por encima del nivel del hombro.

Piernas

Sentado

De pie con las dos piernas rectas.

De pie con el peso en una pierna recta.

De pie con las rodillas flexionadas.

De pie con el peso en una pierna y rodilla flexionada.

Arrodillado en una/dos rodillas.

Caminando.

Subtarea seleccionada:

Tiempo: Código postura:

Ergo/IBV permite analizar tareas de oficina mediante una lista de verificación que considera aspectos relacionados con el ordenador, el mobiliario de trabajo (silla, mesa y accesorios), el entorno de trabajo (iluminación, ruido, ambiente térmico y espacio de trabajo) y la organización, y ofrece recomendaciones para mejorar los aspectos inadecuados detectados en la evaluación.

Ergo/IBV - Oficina

Tarea: _____ Fecha: 15/03/2005

Empresa: _____

Ordenador	Silla	Mesa	Accesorios	Entorno	Organización
☐ El borde superior de la pantalla está por encima del nivel de los ojos del usuario. ☐ La distancia visual entre la pantalla y los ojos es <40 cm. ☐ La pantalla no está situada frente al usuario. ☐ El teclado no está frente al usuario. ☐ La inclinación del teclado no es ajustable y/o no permanece estable en la posición elegida. ☐ La distancia horizontal entre el borde frontal de la mesa y el del teclado es <10 cm. ☐ El tamaño de la pantalla (medido diagonalmente) es <35 cm (1'4") para las tareas de lectura, o <42 cm (1'7") para las tareas con gráficos. ☐ La pantalla no tiene un tratamiento anti-reflejo incorporado o no tiene colocado un filtro para evitar los reflejos. ☐ El accionamiento del ratón no puede ser modificado para adaptarlo a las personas zurdas. ☐ Al usar el ratón, no puede apoyarse el antebrazo sobre la superficie de trabajo o se estira excesivamente el brazo. ☐ El trabajador tiene dificultad para leer la información de la pantalla debido al pequeño tamaño de los caracteres, a la inestabilidad de la imagen o al fuerte resquebrajamiento del brillo y al contraste entre el fondo de la pantalla y los caracteres. ☐ El trabajador tiene dificultad para leer documentos (en papel) durante el trabajo con pantallas de visualización (por ejemplo, en los textos de introducción de datos), debido a factores como al tamaño de los caracteres o al contraste entre los caracteres y el fondo del documento.					

La última actualización de Ergo/IBV ha incorporado el método ErgoMater. Este módulo consta de un cuestionario que permite detectar factores de riesgo ergonómico para la trabajadora embarazada; contiene ítems relacionados con las demandas físicas de las tareas, condiciones del entorno y de la organización del trabajo que pueden implicar riesgos para la madre y/o el feto. Cada uno de los ítems se acompaña de un criterio que explica el riesgo asociado a dicho factor y de algunos ejemplos de trabajos que podrían presentar el riesgo en cuestión junto con una imagen correspondiente a dicho trabajo. El método incluye una serie de recomendaciones ergonómicas dirigidas a prevenir o minimizar los factores de riesgo ergonómicos derivados de la carga física y otras condiciones de trabajo durante el embarazo.

Ergo/IBV - ErgoMater

Tarea: _____ Fecha: 15/03/2005

Empresa: _____

Posturas y movimientos	Manip. manual de cargas	Condiciones del entorno	Organización del trabajo
Factor de Riesgo ☐ 1. Se requiere estar de pie >1 hora seguida en una posición fija, sin desplazarse ☐ 2. Se requiere estar de pie >4 horas/día, en una posición fija o combinada con desplazamientos ☐ 3. Se requiere flexión >20° inclinación hacia un lado o giro pronunciado del tronco, de manera sostenida (>1 minuto seguido) o repetida (>2 veces/minuto) ☐ 4. Se requiere flexión del tronco >60° con una frecuencia >10 veces/hora ☐ 5. Se requiere estar de rodillos o en cuclillas ☐ 6. Se requieren posiciones pronunciadas de flexión, extensión, desviación lateral y/o giro de la muñeca, de manera sostenida (>1 minuto seguido), repetida (>2 veces/minuto) y/o con aplicación de fuerza ☐ 7. Se requiere estar sentada >2 horas seguidas ☐ 8. Estando sentada, las piernas cuelgan del asiento y los pies no tienen apoyo ☐ 9. Estando sentada, no hay suficiente espacio para mover cómodamente las piernas debajo de la superficie de trabajo ☐ 10. Estando sentada, no hay suficiente espacio para mover cómodamente las piernas debajo de la superficie de trabajo			

Ergo/IBV - ErgoMater - Ejemplos

1. Se requiere estar de pie >1 hora seguida en una posición fija, sin desplazarse

Ejemplos (trabajos que podrían presentar este factor de riesgo)

	Manipulación de productos hortofrutícolas (encajado, tala o selección, etc.)
	Sector textil (repesado o inspección visual de piezas)
	Preparación de productos de alimentación (empaquetado, envasado, despiece, etc.)

ANEXO

9



ERGODIS/IBV

► ERGODIS/IBV

ErgoDis/IBV es una herramienta informática desarrollada por el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV) para la adaptación ergonómica de puestos de trabajo para personas con discapacidad. Permite analizar el trabajo y el trabajador utilizando criterios y niveles de valoración similares, para facilitar la comparación de los datos y la identificación del grado de ajuste o desajuste entre las demandas del trabajo y la capacidad funcional de una determinada persona. Permite evaluar y prevenir los riesgos derivados de la actividad laboral tal como la realiza el sujeto, con el fin de evitar el empeoramiento de deficiencias ya existentes y/o la aparición de deficiencias nuevas. Puede utilizarse en diferentes contextos y con diferentes objetivos, como la selección de empleo, el diseño/rediseño del puesto de trabajo, o la evaluación de la vuelta al trabajo de una persona con discapacidad. El método incorpora una base de datos con recomendaciones sobre soluciones de adaptación.



Para el análisis del trabajo y del trabajador con discapacidad se ha previsto una serie de formularios normalizados que facilitan la recopilación de información y su tratamiento posterior por el programa informático.

Los formularios de análisis del trabajo incluyen los siguientes aspectos: generalidades de identificación de la empresa y del puesto; descripción de las tareas de trabajo, incluyendo los equipos utilizados y el tiempo dedicado a cada una; análisis de las demandas físicas, sensoriales, de comunicación y psíquicas de las tareas, donde cada ítem se valora según una escala de tres niveles de demanda (A: no necesaria; B: intermedia; C: indispensable); condiciones del entorno ambiental y psicosocial, valoradas también en tres niveles (A: no; B: ocasional; C: frecuente); dimensiones del puesto de trabajo, incluyendo los alcances y las holguras relevantes; barreras arquitectónicas de las zonas utilizadas por el trabajador; el riesgo por carga ambiental, derivado de las condiciones de iluminación, ruido y entorno térmico; el riesgo por carga física asociado a las posturas de trabajo, determinado a partir de la posición de las partes corporales, el tipo de actividad muscular y la fuerza empleada por el trabajador.

TRABAJO Y DEMANDAS

Dossier Trabajo: CASO 2

Acción global: **Físicas** | Sensoriales y Comunicación | Psíquicas |

Extremidades Superiores | Extremidades Inferiores |

Observaciones

1. **Estar de pie**
☐ A) No necesaria ☒ B) Intermedia ☐ C) Indispensable
 Sensientada
2. **Estar sentado**
☐ A) No necesaria ☒ B) Intermedia ☐ C) Indispensable
 Sensientada
3. **Estar agachado/ arrodillado**
☐ A) No necesaria ☒ B) Intermedia ☐ C) Indispensable
 Recoger cables
4. **Andar/ desplazarse (horizontal)**
☐ A) No necesaria ☒ B) Intermedia ☐ C) Indispensable
5. **Subir (pendientes, pendientes)**
☐ A) No necesaria ☒ B) Intermedia ☐ C) Indispensable
6. **Trepas (con brazos y piernas)**
☐ A) No necesaria ☒ B) Intermedia ☐ C) Indispensable
7. **Coordinar movimientos**
☐ A) No necesaria ☒ B) Intermedia ☐ C) Indispensable
8. **Fuerza estando quieto (levantar/transportar fijas)**
☐ A) No necesaria ☒ B) Intermedia ☐ C) Indispensable
 Entrar de las fundas para acceder a la guillotina
9. **Fuerza desplazándose (transportar/transportar fijas)**
☐ A) No necesaria ☒ B) Intermedia ☐ C) Indispensable
 Llevar caga a la esteriliza

TRABAJO Y ENTORNO Y DIMENSIONES

Dossier Trabajo: CASO 2

Entorno (I) | Entorno (II) | Dimensiones (alcances) | Dimensiones (holguras) |

Alcances requeridos por la tarea. Introducir los habituales y/o más desfavorables:

Nº	Descripción	Dimensiones (cm)				Observaciones
		V	F	Ld	Ll	
1	Superficie de trabajo	85	16	12	17	
2	Caja de cables control	89	24	6	41	

Diagramas de alcances:

☐ Nuevo Alcance ☐ Borrar Alcance

Por otra parte, los formularios de análisis del sujeto incluyen los siguientes aspectos: generalidades de identificación, socioculturales y laborales del individuo; tipo de discapacidad, incluyendo las ayudas técnicas personales que utiliza habitualmente; análisis de las capacidades físicas, sensoriales, de comunicación y psíquicas del trabajador, mediante ítems idénticos a los del formulario de demandas del trabajo pero valorados aquí según una escala de tres niveles de capacidad (A: normal; B: limitación; C: no puede); tolerancia al entorno ambiental y psicosocial, valorada también en tres niveles (A: normal; B: limitación; C: no tolera); tolerancia a las dimensiones relevantes del puesto de trabajo; opinión del trabajador acerca de las condiciones del trabajo y sus sugerencias para resolver los posibles problemas detectados.

SUJETO Y CAPACIDADES

Dossier Sujeto: CASO 2

Acción global: **Físicas** | Sensoriales y Comunicación | Psíquicas |

Extremidades Superiores | Extremidades Inferiores |

Observaciones

1. **Estar de pie**
☒ A) Normal ☐ B) Limitación ☐ C) No puede
2. **Estar sentado**
☒ A) Normal ☐ B) Limitación ☐ C) No puede
3. **Estar agachado/ arrodillado**
☒ A) Normal ☐ B) Limitación ☐ C) No puede
4. **Andar/ desplazarse (horizontal)**
☒ A) Normal ☐ B) Limitación ☐ C) No puede
5. **Subir (pendientes, pendientes)**
☒ A) Normal ☐ B) Limitación ☐ C) No puede
6. **Trepas (con brazos y piernas)**
☒ A) Normal ☐ B) Limitación ☐ C) No puede
7. **Coordinar movimientos**
☒ A) Normal ☐ B) Limitación ☐ C) No puede
8. **Fuerza estando quieto (levantar/transportar fijas)**
☒ A) Normal ☐ B) Limitación ☐ C) No puede
9. **Fuerza desplazándose (transportar/transportar fijas)**
☒ A) Normal ☐ B) Limitación ☐ C) No puede

SUJETO Y OPINIÓN

Dossier Sujeto: CASO 2

Opinión (I) | Opinión (II) | Opinión (III) |

☒ Problemas por posturas (estáticas, inclinadas, forzadas, prolongadas...)

☒ Problemas por movimientos (repetitivos, alternos, forzados...)

☒ Problemas por fuerzas (manejo de cargas, fuerza con los brazos, los pies...)

☒ Molestias corporales por posturas/ esfuerzos de trabajo

1 ☒ Hombro-Brazo D	8 ☒ Parte alta de la espalda (dorsal)
2 ☒ Hombro-Brazo I	9 ☒ Parte baja de la espalda (lumbar)
3 ☒ Codo-Antebrazo D	10 ☒ Muñeca
4 ☒ Codo-Antebrazo I	11 ☒ Cadera-Muslos
5 ☒ Muñeca-Mano-Dedo D	12 ☒ Rodillas-Pliegues
6 ☒ Muñeca-Mano-Dedo I	13 ☒ Talón-Pies
7 ☒ Cuello	14 ☒ Otras molestias (especificar)

☒ Problemas por las condiciones visuales (entorno visual, iluminación...)

☒ Problemas por las condiciones sonoras (entorno acústico, ruido, voz alta...)

☒ Problemas por las condiciones térmicas

Mucho ruido: ☐

Frio: ☐

Para comprobar el grado de adecuación trabajo-sujeto, el programa compara directamente determinados ítems de uno y otro y aplica unas reglas de interpretación sobre la situación resultante. Por una parte, se comparan las demandas del trabajo con las capacidades del sujeto, para detectar problemas relacionados con los ítems físicos, sensoriales, de comunicación y psíquicos. Así mismo, se compara el entorno de trabajo con la tolerancia al entorno del sujeto. Los resultados de este procedimiento se resumen en una ventana del programa que asocia códigos de color a las diferentes situaciones de adecuación. Así mismo, a partir de la información recopilada en los formularios correspondientes, el programa determina automáticamente cuál es el nivel de riesgo asociado a la carga ambiental y a la carga física.

Una vez se dispone de todos los resultados se toma la decisión final sobre el caso trabajo-sujeto, considerando la situación en conjunto y contando con la opinión de todos los interesados.

CASO RESULTADOS

Tipo de Caso: TRABAJANDO

Dossier Trabajo: CASO 2 **Puesto:** CORTADO DE FUNDA Y EMBALAJE

Dossier Sujeto: CASO 2 **Nombre Sujeto:** E.C.

Desajustes | Riesgos | Pruebas adicionales

DESAJUSTES FÍSICOS
Los desajustes se refieren a:
- Fuerza estando quieto
- Fuerza desplazándose
- Movilidad brazo-mano (izquierda)
- Movilidad brazo-mano (ambas)

DESAJUSTES SENSORIALES Y COMUNICACIÓN
Los desajustes se refieren a:
- Escribir

DESAJUSTES PSÍQUICOS
Los desajustes se refieren a:

Decisión sobre el Caso:

☐ ACEPTABLE SIN CAMBIOS ☐ ACEPTABLE CON CAMBIOS ☐ INACEPTABLE

Adaptaciones | Informe

CASO RESULTADOS Y DESAJUSTES

Tipo de Caso: TRABAJANDO **Dossier Trabajo:** CASO 2 **Dossier Sujeto:** CASO 2

Resumen | Físicos | Sensoriales y Comunicación | Psíquicos | Entorno | Dimensiones

Físicos

Entorno

Sensoriales y Comunicación

Psíquicos

Ajuste
Desajuste
DESAJUSTE

Grises **Imprimir**

- En un extremo se encontraría el caso ideal, es decir, aquel que por carecer de desajustes, riesgos y otros problemas relevantes se considera aceptable sin cambios, tal como está. Esto implica, según el objetivo del estudio, que el empleado puede seguir trabajando en las condiciones actuales o que puede seleccionarse el empleo para ese aspirante.
- En el extremo opuesto aparece el caso inaceptable debido a desajustes, riesgos y/o demás problemas que, además, no admiten soluciones razonables. Esto supone descartar la situación actual y buscar otro empleo, repitiendo el procedimiento de estudio, o bien dejar de trabajar si el caso lo requiere.
- Pero lo más probable es que se produzca una situación intermedia entre las dos anteriores: el caso aceptable con cambios, dirigidos precisamente a solucionar los problemas detectados. Esto implica proponer una o más adaptaciones que puede aplicarse al trabajo y/o al sujeto. En este sentido, el programa informático permite acceder a una base de datos con recomendaciones que pueden servir de ayuda para resolver el caso.

ErgoDis/IBV permite realizar búsquedas de recomendaciones asociadas a varios criterios: el concepto al que se refiere la recomendación (asientos, paredes, suelos, lengua de signos, teclados, etc); el tipo de deficiencias y otras características del sujeto al que va dirigida (usuarios de silla de ruedas, personas con deficiencias motoras, visuales, auditivas, del tacto, del habla, psíquicas, etc), aunque también se incluyen recomendaciones ergonómicas adecuadas para todos los trabajadores (con y sin discapacidad); el tipo de soluciones de adaptación que se pretenden (ambientales, arquitectónicas, muebles, ayudas para la locomoción, la manipulación, la comunicación, medidas organizativas, etc).

CASO RESULTADOS Y RECOMENDACIONES Y BÚSQUEDA

Tipo de Caso: TRABAJANDO **Dossier Trabajo:** CASO 2 **Dossier Sujeto:** CASO 2

Buscar recomendaciones por:

CONCEPTO

SUJETO (deficiencias)

TIPO DE SOLUCIONES

Buscar **Recomendar**

CASO RESULTADOS Y RECOMENDACIONES Y REGISTRO

Tipo de Caso: TRABAJANDO **Dossier Trabajo:** CASO 2 **Dossier Sujeto:** CASO 2

Número de registro: 332

Recomendación

Notas

Fuente

Código ISO

Recomendación: 85 de 672

Adaptación **Imprimir**

ANEXO

10



Método MEDAL

APLICACIÓN DEL MÉTODO ERGONÓMICO DE ASIGNACIÓN LABORAL (MEDAL) PARA LA GESTIÓN DE LAS ROTACIONES ERGONÓMICAS (MÉTODO MORE)

AUTOR

José Enrique Aparisi Navarro
Coordinador Seguridad e Higiene
ASEPEYO Comunidad Valenciana

Para más información: www.asepeyo.es

► RESUMEN

En este anexo se describe el **Método MEDAL**, que integra las disciplinas Médicas, Técnicas y de Gestión de Personal en el estudio de la interacción entre las condiciones de salud del trabajador y la evaluación técnica del puesto de trabajo. **Realiza asignaciones de puestos de trabajo con criterios de prevención de riesgos a través de una parametrización común garantizando la objetividad, confidencialidad y dinamismo en el manejo de la información.**

A continuación se expone el **Método MORE**, que surge del MEDAL y que **consigue resolver, con un enfoque integral, las rotaciones ergonómicas en la empresa.**

► MEDAL (MÉTODO ERGONÓMICO DINÁMICO DE ASIGNACIÓN LABORAL)

▼ Introducción

El **MEDAL** se desarrolló para afrontar la necesidad de asignar a nuevos puestos de trabajo un importante número de trabajadores cuya sección era a extinguir. Algunos de ellos tenían limitaciones funcionales y, por tanto, su recolocación exigía un detallado estudio profesional y una aceptación de los afectados y responsables. Más aún, la primera aproximación rigurosa descubrió dificultades para asignar puesto a algunas personas sin limitaciones conocidas a priori.

Se preparó un esquema de funcionamiento para abordar cada caso garantizando la confidencialidad de los datos y la aptitud de la solución alcanzada.



Para **gestionar la coordinación entre los distintos profesionales implicados**, la gran cantidad de información a manejar, garantizar la objetividad del resultado y la confidencialidad de los datos referentes a la salud de los trabajadores se desarrolló el método MEDAL, que **analiza la empresa en su conjunto, en busca de la salud global de la plantilla, y utiliza la informática para la recopilación y cruce de datos, con resultados en tiempo real.**



En el desarrollo y la implantación de la solución alcanzada se persiguieron los siguientes **valores**:

- Obtención del **consenso de las partes** en el método a aplicar.
- **Objetividad** del resultado
- **Respuesta dinámica**, en tiempo compatible con las necesidades de producción
- **Solución permanente** para la empresa, incorporando los nuevos puestos de trabajo y trabajadores o los cambios que puedan producirse en plazo adecuado
- Obtención y **optimización** de la matriz global de **asignación de Puestos de Trabajo y Trabajadores**

El método obtenido supera con éxito todos los condicionantes y actualmente está **en su segunda versión**, para **ampliar su campo de aplicación a otra serie de situaciones habituales en las empresas**:

- **Sustituir a un trabajador lesionado**
- **Incrementar la producción de un puesto** determinado
- Realizar **rotaciones de puestos de trabajo** dentro de la jornada laboral
- **Evitar que un pequeño dolor muscular se agrave**
- **Reconocer a un trabajador** que se incorpora a la empresa contando con todos los puestos de trabajo a desarrollar y sus posibles modificaciones
- **Reconocimiento frente a cualquier variación en la salud** de un trabajador
- **Reintegrar a un trabajador tras un periodo de incapacidad**, de forma temporal o permanente, en un puesto que no perjudique su salud
- Valorar las posibilidades de **integración de personal discapacitado** en la empresa
- Localizar posibles **mejoras o adaptaciones del puesto** de trabajo
- Incrementar las posibilidades de asignación para obtener **una mayor flexibilidad de la plantilla** de la empresa.
- Realizar **estudios globales de la salud de la empresa**
- **Afrontar el envejecimiento de la plantilla**

Actualmente, **el MEDAL supone un lenguaje común entre los Servicios Médicos, Técnicos de Prevención y Línea de Producción** en las empresas que lo aplican para el estudio y tratamiento de las asignaciones puesto de trabajo - trabajador (con o sin limitaciones).

Gracias al **MORE se le integra un módulo que permite asignaciones cambiantes durante la jornada**, para reducir la fatiga de los trabajadores, el efecto de los movimientos repetitivos, al tiempo que permite reinsertar a más personas con limitaciones físicas, psíquicas o sensoriales.

► FUNCIONAMIENTO Y CONDICIONES.

Hemos de conocer el funcionamiento de todos y cada uno de los puestos de trabajo y las condiciones individualizadas de los trabajadores, para que el MEDAL contraste en tiempo real que el trabajador y el puesto concretos son, o no, compatibles.

Para ello, las valoraciones han de estar consensuadas entre los distintos responsables, siempre manteniendo la necesaria confidencialidad y la capacidad de veto en manos del médico.

La vía para lograrlo ha sido desarrollar **un lenguaje universal que describe la interacción entre trabajador y puesto de trabajo desde todas las disciplinas que lo estudian** (Médicos, DUE, Rehabilitadores, Capacitadores, Técnicos de Prevención, Diseño de Puestos de Trabajo, Departamentos de Recursos Humanos y de Producción, contando, por supuesto, con la propia opinión de los trabajadores)

En la definición del puesto entran además de sus requisitos, su carga ergonómica, condiciones de evacuación, control médico necesario, protecciones recomendables, efecto de los posibles fallos en el funcionamiento habitual del proceso, y profesiograma del puesto de trabajo. Empleando esta lista de verificación y la misma valoración, el Servicio Médico realiza la revisión médica del trabajador.

Con la lista y valoración consensuadas se evalúan todos los puestos de trabajo y se reconoce a todos los trabajadores de la empresa.

La evaluación de trabajador y puesto de trabajo se combinan para cada parámetro consensuado para obtener un valor entre las 16 combinaciones posibles.

Del resultado global de todos los parámetros evaluados se obtiene el valor del grado de ajuste entre el trabajador y el puesto de trabajo, formando con dichos valores la matriz global de asignación de trabajadores a puestos de trabajo

Se garantiza la objetividad de la evaluación, pues cada puesto es evaluado y cada trabajador reconocido de forma independiente, sin una asignación deseada a priori.

El método obtiene, por tanto, un catálogo informatizado de los puestos de trabajo de la empresa y permite desarrollar en el mismo lenguaje los reconocimientos de Vigilancia de la Salud a los trabajadores, cumpliendo el precepto legal de realizarla en función de las características de los puestos de trabajo a desempeñar

Su informatización permite atender dinámicamente incluso grandes empresas con muchos puestos de trabajo y actualizar en tiempo real cualquier variación en los puestos de trabajo que supusiera una variación en sus demandas.

De esta manera, una vez examinado un trabajador, se obtiene instantáneamente la relación de puestos de trabajo que puede desarrollar en toda la empresa. La decisión de que puesto desarrollará se toma por Recursos Humanos y Producción.

						Observaciones
Nombre	Ajuste Grupo	Puestos Compat	Puestos Parciales	Puestos Incomp	Posibles sitios	
JUAN	50%	0	9	0	105	
MIGUEL SALVADO	72%	4	5	0	137	
DAVID	61%	2	7	0	133	
JAIIME	50%	0	9	0	104	
ENRIQUE	50%	0	9	0	109	
JUAN JOSE	100%	9	0	0	140	
VICENTE	50%	0	9	0	109	

Nombre	Ajuste Grupo	Puestos Compat	Puestos Parciales	Puestos Incomp	Posibles sitios	Observaciones
JUAN	72%	4	5	0	105	
MIGUEL SALVADO	100%	9	0	0	137	
DAVID	61%	2	7	0	133	
JOSE MIGUEL	72%	4	5	0	123	
JAIIME	72%	4	5	0	104	
ENRIQUE	72%	4	5	0	109	
JUAN JOSE	100%	9	0	0	140	
VICENTE	72%	4	5	0	109	

Finalmente, Vigilancia de la Salud analiza el caso de forma individualizada, concediendo el **apto final** en un gran porcentaje, por la preselección que ofrece el MEDAL.

Nº Empleado	Observaciones	J.Equipo/ Monitor	Puestos Grupo	Encajes Grupo	Ajuste Grupo	Puestos de trabajo.
XXX		1	3	50	100%	C:01,02,03,
		1	2	50	100%	C:01,02,
		1	3	50	100%	C:01,02,03,
		1	2	50	50%	P:01,02,
		1	3	50	100%	C:01,02,04,
		1	4	50	100%	C:01,02,03,
Grupos de trabajo compatibles en C.Costo: 6						
		1	3	47	83%	C:01,02, P:03,
		1	4	44	50%	P:01,02,06,07,
		1	4	44	50%	P:01,02,03,04,
Grupos de trabajo compatibles en C.Costo: 3						
		1	9	49	61%	C:08,09,10,14, P:04,05,11, I:12,13,
		1	9	49	72%	C:05,08,09,10,11,14, P:04, I:12,13,

Todo esto se traduce en una reducción de las bajas laborales a través de una mejora global de la salud de la empresa, en un mejor cumplimiento legal, siendo un paso importante hacia la integración de las personas discapacitadas en el mundo del trabajo.

► CONCLUSIÓN MEDAL

La integración de la ergonomía en la empresa, con la utilización de herramientas informáticas y lenguajes consensuados permite avanzar en la mejora de la salud laboral, a condición de efectuar controles periódicos, respetar la dignidad del trabajador e informar convenientemente, una prueba de ello es el MEDAL.

► MORE (MÉTODO DE ORIENTACIÓN PARA LA ROTACIÓN ERGONÓMICA)

▼ Introducción

El MORE es una técnica organizativa que consigue, mediante las rotaciones de puestos, minimizar los efectos negativos de los trabajos repetitivos, frecuentes en las empresas de fabricación en cadena. Fundamentalmente, disminuyen el impacto físico de los micro-traumatismos, aportan mayor flexibilidad a la producción, tienen un efecto reductor de la monotonía, y mejoran el clima laboral y el control del absentismo.

Es compatible con el sistema MEDAL, por lo que todos los trabajadores serán compatibles con los puestos a los que sean asignados.

Aunque aparente una solución parcial del problema, las alternativas no son fáciles, puesto que la automatización elimina la participación activa del trabajador y la eliminación de tareas reduce el tiempo de los ciclos, aumentando, en general, el número de repeticiones.

▼ Rotación de Puestos de Trabajo.

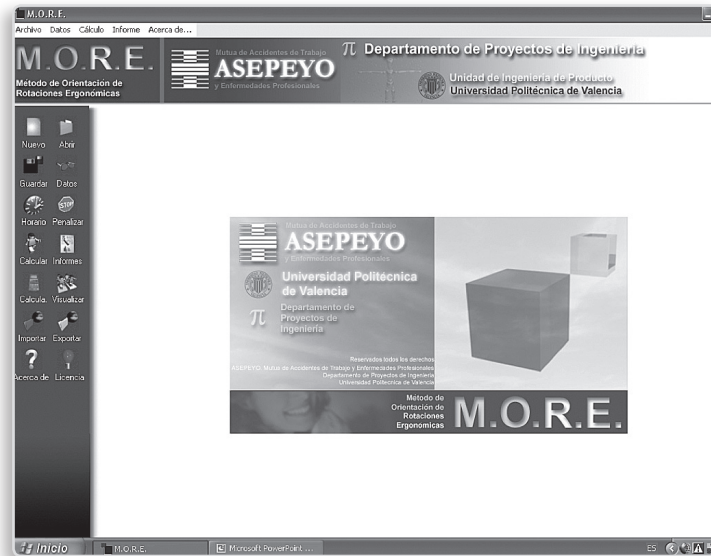
La Rotación de Puestos de Trabajo es un sistema de asignación entre un grupo concreto de trabajadores y un conjunto de puestos de trabajo, que incluye la definición de tiempos de ocupación.

Se obtiene por el procedimiento que describiremos, con la participación y la aceptación final de las partes implicadas, fundamentalmente de los propios trabajadores.

▼ Objetivos MORE

El principal objetivo del método es definirlos para garantizar que ningún trabajador acumule carga por encima del valor umbral de riesgo y reducir al mínimo la acumulación total, en beneficio de la salud global de la plantilla.

Se imprime una gestión dinámica que afronta los cambios en la producción o en la salud de los trabajadores.



▼ Criterios empleados

La rotación se va a realizar en función de la carga sobre los distintos grupos musculares del trabajador. Por ejemplo, una rotación con las siguientes cargas:

- 1º Puesto: Flexión de tronco.
- 2º Puesto: Giro de muñecas, no flexiona el tronco.
- 3º Puesto: Hombros y brazos, evita las muñecas, pero también el tronco.
- 4º Puesto: Flexión de tronco.

Se modeliza con la nueva valoración MEDAL para asignar el siguiente puesto.

El efecto acumulado del puesto de trabajo sobre el trabajador es proporcional a la duración de la rotación. Puede contar con el efecto del descanso, o tener en cuenta las molestias que presente un trabajador.

▼ Proceso del MORE

Se parte de la valoración MEDAL de los puestos de trabajo y trabajadores, en la parte referente a grupos musculares y de la matriz de asignación, según las distintas disciplinas que intervienen en la valoración MEDAL.

Se realiza la partición del horario. Cada rotación o periodo de descanso serán introducidos e iguales para todos los trabajadores. Se pueden hacer turnos de duración similar o conjugarlos con los descansos habituales de la empresa



▼ Algoritmo genético ASEPEYO-DPI

Se emplea el algoritmo genético ASEPEYO-DPI, sistema evolutivo que parte de un conjunto de soluciones posibles al sistema y va escogiendo las mejores y desechando las peores. Las soluciones rechazadas son sustituidas por combinaciones de las soluciones existentes o mutaciones de las mismas.

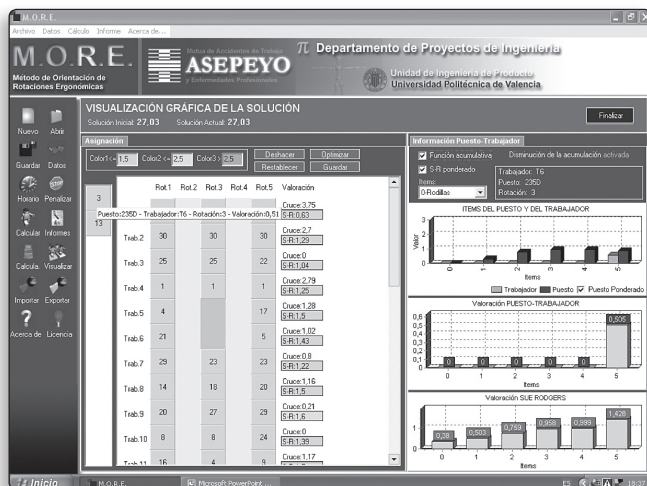
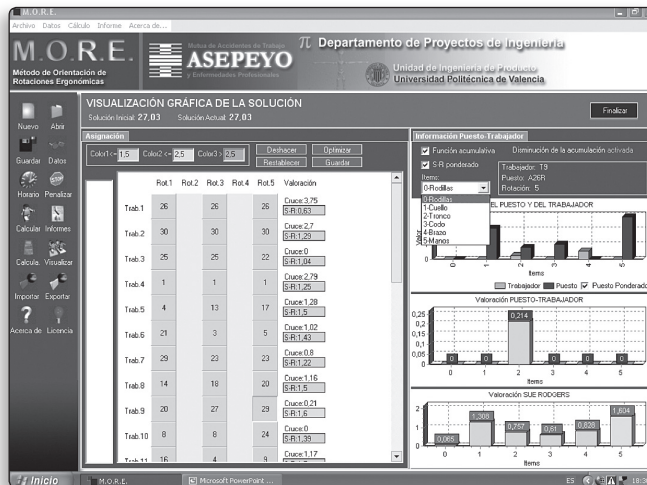
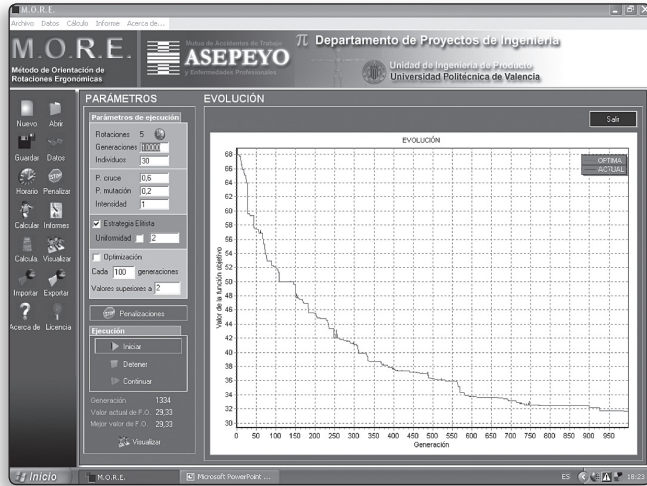
La evolución del sistema puede tender a un mínimo local. Requiere una buena parametrización de las combinaciones y mutaciones entre las soluciones mejores, la intensidad de las mismas y las optimizaciones locales.

El algoritmo presenta el valor de la función objetivo a minimizar contra el número de iteraciones efectuadas, que converge, dejando un conjunto de soluciones, que el responsable podrá seleccionar.

▼ Visor de Soluciones

La primera información que ofrece el visor es la adecuación del grupo de rotación definido. Si no es adecuado debe redefinirse con la inclusión o sustitución de puestos y/o trabajadores

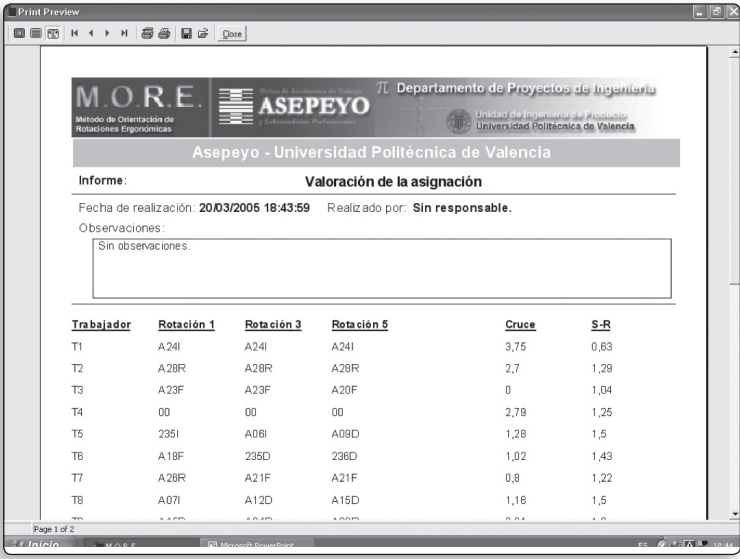
El responsable podrá, con el visor, intercambiar trabajadores o puestos de trabajo de entre los que iban a realizar, hasta conseguir que los trabajadores que considere desarrollen los puestos según sus capacidades y preferencias



En cada modificación el sistema avisará al gestor si cumple con los requisitos de prevención.

▼ Implantación

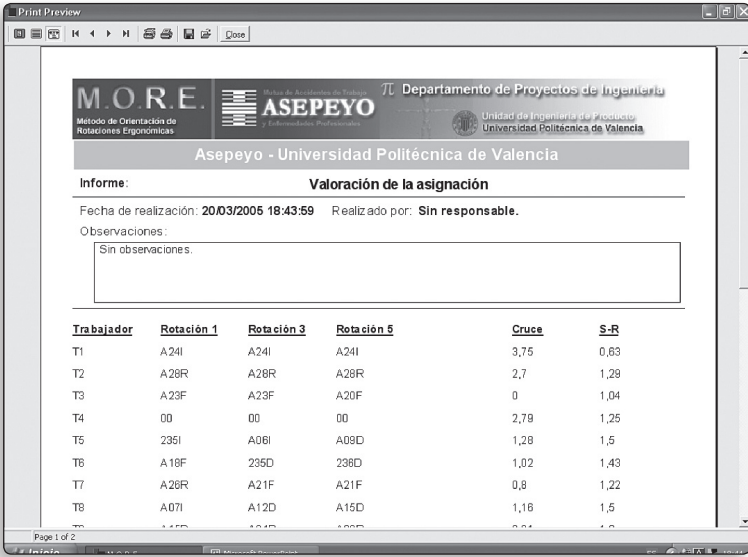
Una vez el gestor alcanza una decisión, **MORE** ofrece los gráficos con las curvas de acumulación y permite imprimir las órdenes de trabajo.



The screenshot shows a 'Print Preview' window of the MORE software. The header includes logos for M.O.R.E., ASEPEYO, and the University of Valencia. The report title is 'Informe: Valoración de la asignación'. It specifies the date of realization as 20/03/2005 18:43:59 and the responsible person as 'Sin responsable'. There are no observations. Below this is a table with 6 columns: Trabajador, Rotación 1, Rotación 3, Rotación 5, Cruce, and S-R. The table lists data for workers T1 through T8.

Trabajador	Rotación 1	Rotación 3	Rotación 5	Cruce	S-R
T1	A24I	A24I	A24I	3,75	0,83
T2	A28R	A28R	A28R	2,7	1,28
T3	A23F	A23F	A20F	0	1,04
T4	00	00	00	2,79	1,25
T5	235I	A08I	A09D	1,28	1,5
T6	A18F	235D	236D	1,02	1,43
T7	A26R	A21F	A21F	0,8	1,22
T8	A07I	A12D	A15D	1,16	1,5

A partir de este resultado, la implantación de la solución requerirá capacitar, formar y entrenar a los trabajadores y atender a su valoración de la solución adoptada transcurrido el tiempo.



This screenshot is identical to the one above, showing the same report and table data.

Trabajador	Rotación 1	Rotación 3	Rotación 5	Cruce	S-R
T1	A24I	A24I	A24I	3,75	0,83
T2	A28R	A28R	A28R	2,7	1,28
T3	A23F	A23F	A20F	0	1,04
T4	00	00	00	2,79	1,25
T5	235I	A08I	A09D	1,28	1,5
T6	A18F	235D	236D	1,02	1,43
T7	A26R	A21F	A21F	0,8	1,22
T8	A07I	A12D	A15D	1,16	1,5

Es recomendable la **participación de los trabajadores en la implantación y la valoración del sistema.**

El sistema es dinámico y permite la incorporación de variaciones, a través del Visor. Si no se alcanza una solución satisfactoria, se introduce la nueva información en el Algoritmo ASEPE-YO-DPI

▼ **Desarrollo futuro previsto**

Se pretende ayudar aún más al gestor, sugiriendo grupos de rotación, intervalos, descansos, y llegar a modelizar sistemas no paritarios

Se estudia el empleo en otras especialidades preventivas, Higiene de Agentes Físicos y Químicos, etc...

Gracias a los datos obtenidos y los conceptos generados se puede profundizar en el significado de la acumulación de fatiga sobre los grupos musculares y contrastar a medio plazo el efecto de los puestos de trabajo equivalentes

Puede apoyar en la integración de discapacitados en la empresa. Según menciona el Libro Blanco sobre Personas Discapacitadas y Mayores, uno de los frenos para su incorporación es la falta de flexibilidad. MORE permite que el trabajador se asigne a todos los puestos de un lazo de rotación.

Esperamos que la información obtenida en implantaciones y las sugerencias de las empresas enriquezcan aún más las posibilidades.

▼ **Conclusión MORE**

Se ha desarrollado **un estudio multidisciplinar** sobre los efectos, el diseño y la implantación de un sistema de rotaciones en la empresa, que tiene por delante mucho camino en contrastación de resultados obtenidos y depuración de su funcionamiento.

Garantiza que la empresa tenga una **oportunidad de mejorar la salud de sus trabajadores a través de la implantación de un sistema de rotaciones.**

Permite el **entendimiento y la comunicación entre las partes implicadas (Producción, Recursos Humanos, Servicio de Prevención, Vigilancia de la Salud)**. Los responsables de la empresa pueden escoger, entre el amplio abanico de soluciones validadas por el sistema.

Guarda la **confidencialidad** debida a los **datos de los trabajadores**, así como la objetividad del resultado obtenido.

Para mejorar su efecto debe pensarse en ampliar y enriquecer los puestos con tareas de mayor contenido y responsabilidad, atendiendo a los cambios en la empresa y en la salud de los trabajadores.

Agradecimientos

El Método MORE ha sido desarrollado en colaboración con J.A. Diego-Mas, M.A. Sánchez-Romero, S. Asensio-Cuesta y J. Alcaide-Marzal del Departamento de Proyectos de Ingeniería de la Universidad Politécnica de Valencia

ANEXO

11



ERGOMATER

► Resumen

ErgoMater – Requisitos Ergonómicos para la Protección de la Maternidad en Tareas con Carga Física es un proyecto orientado a la definición de un procedimiento para la evaluación de riesgos asociados a la carga física en mujeres en periodo de gestación y a la descripción de medidas encaminadas a la adaptación del puesto de trabajo, en los términos señalados el artículo 26 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales [Ley 31/1995]. Dicho proyecto ha sido desarrollado por el Instituto de Biomecánica de Valencia, gracias al apoyo y colaboración de las mutuas de accidentes de trabajo muvale y Unión de Mutuas.

► Introducción

La protección de la maternidad frente a los posibles riesgos derivados del trabajo es una preocupación de los estados europeos, como queda patente en la Directiva 92/85/CEE del Consejo, de 19 de octubre de 1992, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud en el trabajo de la trabajadora embarazada, que haya dado a luz o en período de lactancia [Unión Europea, 1992], y también en la Comunicación de la Comisión COM(2000) 466 final, sobre las directrices para la evaluación de los agentes químicos, físicos y biológicos, así como los procedimientos industriales considerados como peligrosos para la salud o la seguridad de la trabajadora embarazada, que haya dado luz o en período de lactancia [Unión Europea, 2000], que apoya la mencionada Directiva.

Las disposiciones de ámbito comunitario han sido incorporadas a la legislación española, tanto en lo que se refiere a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, cuyo Artículo 26 hace referencia a la 'Protección de la Maternidad', como a la Ley 39/1999, de 5 de noviembre, para promover la conciliación de la vida familiar y laboral de las personas trabajadoras, que introduce modificaciones a la anterior. Por otra parte, se aprobó más recientemente el Real Decreto 1251/2001, de 16 de noviembre, en el que se regulan las prestaciones económicas del sistema de la Seguridad Social por maternidad y riesgo durante el embarazo.

En cuanto al ámbito internacional, la Oficina Internacional del Trabajo también refleja el interés sobre el tema en las correspondientes publicaciones del Convenio (C183) y la Recomendación (R191) sobre la protección de la maternidad [ILO/OIT, 2000a y 2000b].

Una de las situaciones de exposición a riesgos laborales más frecuentes se presenta en actividades con carga física, debido a la manipulación manual de cargas, el desarrollo de tareas muy repetitivas o el desempeño de actividades que impliquen posturas penosas prolongadas. De hecho, los trastornos musculoesqueléticos por la carga física en el trabajo constituyen la primera causa de accidente con baja en la población trabajadora en general, lo que demuestra que las condiciones de trabajo que originan estos problemas están ampliamente extendidas.

► Estructura del método

Los principales elementos del método son los siguientes:

► Cuestionario

El procedimiento se inicia con la observación y el análisis de las condiciones laborales de la trabajadora, registrándose dicha información mediante un cuestionario que incluye 19 ítems relacionados con las demandas físicas de las tareas, condiciones del entorno y de la organización que pueden implicar riesgos para la madre y/o el feto. El análisis de estos factores de riesgo debe realizarse considerando la situación más habitual y/o más desfavorable durante el trabajo, y el ítem se marca únicamente cuando se da en el puesto de trabajo analizado.

Se trata de variables que pueden determinarse mediante la simple observación de la actividad y la entrevista con la trabajadora, salvo dos de los ítems. Uno de ellos requiere el cálculo de una variable denominada peso aceptable mediante un procedimiento basado en el propuesto en la 'Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relativos a la Manipulación Manual de Cargas' [INSHT, 1998] para el levantamiento de cargas en posición de pie, que ha sido adaptado convenientemente para incorporar los requisitos ergonómicos aplicables a la trabajadora embarazada. El otro requiere la medición de la fuerza de empuje o arrastre mediante un dinamómetro.

► Criterios de riesgo

Cada uno de los 19 ítems que contiene el cuestionario se acompaña de un criterio que explica el riesgo asociado a dicho factor. Se trata de un breve comentario que expone las consecuencias adversas que puede implicar para la madre y/o para el feto la presencia de dicho factor en el puesto de trabajo. Por otra parte, se muestran algunos ejemplos de trabajos que podrían presentar el riesgo en cuestión junto con una imagen correspondiente a dicho trabajo.

► Recomendaciones ergonómicas

El método incluye una serie de recomendaciones ergonómicas para la protección de la maternidad. Éstas han sido recopiladas de la bibliografía revisada y se dirigen a prevenir o minimizar los factores de riesgo ergonómicos derivados de la carga física y otras condiciones de trabajo durante el embarazo.

Unas son de carácter general y pueden aplicarse a cualquier trabajadora embarazada; otras son más específicas y se han enfocado a solucionar los factores de riesgo incluidos en el cuestionario. Algunas de las recomendaciones se acompañan de una imagen relacionada con la idea que se sugiere.

Aunque se ha intentado incluir sugerencias con un ámbito de aplicación relativamente amplio, resulta obvio que las necesidades concretas de un determinado caso pueden no verse reflejadas en las recomendaciones que aparecen en el método. De hecho, la información que contiene este apartado no pretende ofrecer soluciones aplicables directamente, sino meras sugerencias que pueden ayudar a resolver los problemas de un caso concreto. Es el propio

analista quien debe valorar la idoneidad o viabilidad de la aplicación de estas recomendaciones, y quien puede adaptarlas, ampliarlas o añadir otro tipo de soluciones que considere necesarias para el caso en cuestión.

En el presente anexo aparece un resumen del proyecto ErgoMater y el cuestionario de evaluación ergonómica. Aquellos interesados en obtener una información más detallada sobre criterios de riesgo asociado, recomendaciones, etc. pueden obtener la publicación íntegra del ErgoMater en la página Web de muvale: <http://www.muvale.es/>

► **Agradecimientos**

El proyecto ErgoMater se enmarca dentro de las actividades del Centro en Red de Apoyo a la Innovación en la Prevención de Riesgos Laborales, constituido bajo los auspicios de la Universidad Politécnica de Valencia y la Consellería de Economía, Hacienda y Empleo de la Generalitat Valenciana.

► Cuestionarios ErgoMater

INSTRUCCIONES

Este cuestionario permite detectar factores de riesgo ergonómico para la trabajadora embarazada. Contiene ítems relacionados con las demandas físicas de las tareas, condiciones del entorno y de la organización del trabajo que pueden implicar riesgos para la madre y/o el feto.

Por favor, marque la casilla únicamente si existe el ítem correspondiente en el puesto de trabajo analizado, considerando la situación más habitual y/o más desfavorable. Observe que uno de los ítems requiere el cálculo de una variable adicional, que debe realizarse mediante la ficha que se detallará después.

Se trata de criterios aplicables a mujeres sanas, que presentan embarazos sin complicaciones médicas ni obstétricas. Algunas condiciones de la mujer pueden requerir una evaluación más detallada de la situación y la aplicación de cambios o restricciones adicionales en la actividad laboral. Tales condiciones deben ser determinadas de forma personalizada por el profesional médico.

Se recomienda evitar estos factores de riesgo desde el inicio del embarazo, aunque es especialmente importante su control a partir de la semana 20 de la gestación.



IDENTIFICACIÓN DEL CASO

Fecha de la evaluación:

TRABAJO

Empresa:

Dirección:

CNAE:

Puesto de trabajo:

Tareas:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

TRABAJADORA

Nombre:

.....

Edad:

NISS:

¿Cómo calificaría el esfuerzo físico de su trabajo (asociado a posturas, movimientos, fuerza aplicada, manejo de cargas, ritmo de trabajo, etc)?

☐ Pesado☐ Normal☐ Ligero

¿Ha notado algún cambio en la capacidad para trabajar desde el inicio del embarazo?

.....

.....

.....

POSTURAS Y MOVIMIENTOS

- ☐ 1. Se requiere estar de pie > 1 hora seguida en una posición fija, sin desplazarse
- ☐ 2. Se requiere estar de pie > 4 horas/día, en una posición fija o combinada con desplazamientos
- ☐ 3. Se requiere flexión > 20°, inclinación hacia un lado o giro pronunciado del tronco, de manera sostenida (> 1 minuto seguido) o repetida (> 2 veces/minuto)
- ☐ 4. Se requiere flexión del tronco > 60°, con una frecuencia > 10 veces/hora
- ☐ 5. Se requiere estar de rodillas o en cuclillas
- ☐ 6. Se requieren posiciones pronunciadas de flexión, extensión, desviación lateral y/o giro de la/s muñeca/s, de manera sostenida (> 1 minuto seguido), repetida (> 2 veces/minuto) y/o con aplicación de fuerza
- ☐ 7. Se requiere estar sentada > 2 horas seguidas
- ☐ 8. Estando sentada, las piernas cuelgan del asiento y los pies no tienen apoyo
- ☐ 9. Estando sentada, no existe un apoyo adecuado del tronco en un respaldo
- ☐ 10. Estando sentada, no hay suficiente espacio para mover cómodamente las piernas debajo de la superficie de trabajo

MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS

- ☐ 11. Se requiere manejar pesos mayores que el PESO ACEPTABLE
(calcular el PESO ACEPTABLE mediante la *ficha* que se adjunta)
- ☐ 12. Se requiere realizar fuerzas de empuje o arrastre > 10 kg
(medir la fuerza mediante un dinamómetro)
- ☐ 13. Estando sentada, se requiere manejar pesos > 3 kg o aplicar una fuerza considerable

CONDICIONES DEL ENTORNO

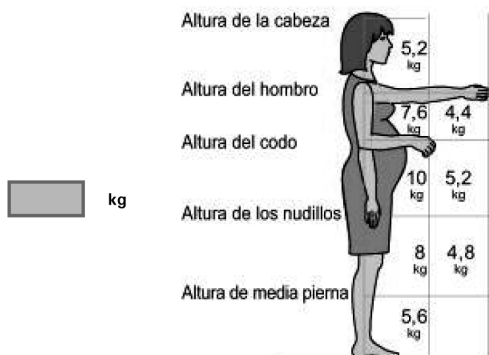
- ☐ 14. Se requiere trabajar en superficies elevadas (escalera de mano, plataforma, etc)
- ☐ 15. Se requiere desplazarse sobre superficies inestables, irregulares o resbaladizas
(suelos con obstáculos, aberturas, deslizantes, etc)
- ☐ 16. Existe la posibilidad de golpes o compresión del abdomen (espacios muy reducidos, objetos o máquinas en movimiento, arneses de seguridad constrictivos, arranques y paradas súbitas de vehículos, etc)

ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

- ☐ 17. Se requiere trabajar > 40 horas/semana
- ☐ 18. Se requiere trabajo nocturno, de manera habitual o rotatoria
- ☐ 19. Se requiere trabajar con un ritmo impuesto, sin posibilidad de realizar pausas autoseleccionadas

PESO ACEPTABLE — Ficha de recogida de datos

- PESO TEÓRICO RECOMENDADO
en función de la zona de manipulación



- DESPLAZAMIENTO VERTICAL

Desplazamiento vertical	Factor de corrección
Hasta 25 cm	1
Hasta 50 cm	0,91
Hasta 100 cm	0,87
Hasta 175 cm	0,84
> 175 cm	0

- GIRO DEL TRONCO

Giro del tronco	Factor de corrección
Sin giro	1
Poco girado (hasta 30°)	0,9
Girado (hasta 60°)	0,8
Muy girado (90°)	0,7

- AGARRE DE LA CARGA

Tipo de agarre	Factor de corrección
Agarre bueno	1
Agarre regular	0,95
Agarre malo	0,9

- FRECUENCIA Y DURACIÓN

Frecuencia de manipulación	Duración de la manipulación		
	≤ 1 h/día	> 1 h y ≤ 2 h	> 2 h y ≤ 8 h
	Factor de corrección		
1 vez cada 5 minutos	1	0,95	0,85
1 vez/minuto	0,94	0,88	0,75
4 veces/minuto	0,84	0,72	0,45
9 veces/minuto	0,52	0,30	0,00
12 veces/minuto	0,37	0,00	0,00
> 15 veces/minuto	0,00	0,00	0,00

PESO ACEPTABLE = **Peso teórico recomendado** x **Despl. vertical (*)** x **Giro (*)** x **Agarre (*)** x **Frecuencia y Duración (*)** = **PESO ACEPTABLE** kg

(*) Factor de corrección

ANEXO

12



**NTP-295 Valoración de la carga física mediante la
monitorización de la frecuencia cardiaca**

► NTP 295: Valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardíaca

Étude de la charge de travail à partir de l'enregistrement continu de la fréquence cardiaque

Physical work load evaluation by continuous register of heart rate.

Redactora:

M^a Dolores Solé Gómez. Especialista en Medicina del Trabajo
CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

▼ Introducción

Toda actividad física entraña un aumento del gasto energético y la puesta en marcha de varios mecanismos de compensación que permiten el ajuste de ciertas funciones.

En síntesis, disponemos de tres métodos para estimar el gasto energético:

- a. La observación de las actividades desarrolladas por el sujeto, descomponiéndolas en ciclos de movimientos elementales y estimando posteriormente el gasto energético a través de tablas.
- b. La medición del consumo de oxígeno. Esta variable presenta una relación lineal clásica con la carga en Watios. Su dispersión es muy reducida, de tal modo que todos los sujetos consumen aproximadamente la misma cantidad de oxígeno para los mismos niveles energéticos.
- c. El tercer método consiste en estimar el gasto energético a partir de la frecuencia cardíaca. Muchos autores describen una relación lineal estricta entre este parámetro y el gasto energético. Su principal desventaja es la existencia de una mayor dispersión entre la potencia desarrollada y la frecuencia cardíaca observada entre un sujeto y otro. A su favor, la facilidad de control y las pocas molestias que supone para el explorado, así como su estabilidad intraindividual.

Disponemos de dos instrumentos bien diferenciados para monitorizar la frecuencia cardíaca:

- El pulsómetro o cardiofrecuencímetro.
- El «Holter» que consiste en la grabación de forma continuada y ambulatoriamente de la actividad cardíaca mediante una «grabadora» de bajo peso conectada a unos electrodos que se colocan en el tórax del explorado. Las señales emitidas por el corazón son registradas sobre una banda magnética que posteriormente será desmenuzada por un analizador.

Las ventajas de la frecuencia cardíaca frente al consumo de oxígeno en la valoración "in situ" de la carga física se debe principalmente a:

- La aceptación del método por parte del trabajador: el medidor de consumo de oxígeno requiere de la utilización de una mascarilla y de una conexión engorrosa con el medidor, lo que lo hace poco atractivo para el trabajador. No así el Holter o el frecuencímetro que se llevan de forma más disimulada y menos aparatosa.
- La no interferencia con las tareas habituales: cuando un sujeto está unido a un aparato registrador sus movimientos pueden verse modificados por el mero hecho de

llevarlo : cambios en los hábitos de trabajo, mayor esfuerzo por el peso del aparato y por el uso de la mascarilla, posturas inadecuadas. Cuestiones estas que son mucho más flagrantes con el medidor de consumo de oxígeno.

- La validez aceptable del test escogido en relación a su reproducibilidad, especificidad y sensibilidad.

La frecuencia cardíaca es un método que nos permite estudiar las reacciones derivadas:

- Las condiciones de trabajo:
- Carga física de trabajo tanto dinámica como estática.
- Carga térmica de trabajo.
- Carga emocional de trabajo: reacciones a los ruidos, al estrés...
- Las propias del individuo:
- Digestión.
- Estado emocional particular.
- Ritmo biológico propio.
- Estado de salud: integridad cardíaca, condición física...

▼ **Valores e índices derivados del estudio de la frecuencia cardíaca**

El análisis de la frecuencia cardíaca nos permite estudiar la carga física desde dos puntos de vista bien diferenciados, aunque complementarios:

▼ **Cualitativo**

El estudio del perfil de la frecuencia cardíaca a lo largo del día, durante las horas de trabajo, nos permite detectar aquellas operaciones en las que la demanda cardíaca es intensa; e incluso compararlas según sea el turno de trabajo (mañana, tarde, noche).

▼ **Cuantitativo**

Los valores que se pueden obtener a partir de la monitorización de la frecuencia cardíaca son:

▼ **FC de reposo**

Este valor es la piedra de toque de todo el método en sí; de él dependen la mayoría de los índices sobre los que basamos la valoración de la carga física.

Varias han sido las propuestas realizadas y ninguna de ellas es totalmente satisfactoria:

- Frecuencia cardíaca intrínseca: $FC_i = 118,1 - 0,57 * \text{edad (años)}$
 $\pm 14\%$ en menores de 45 años $\pm 18\%$ en sujetos de 45 años o más.
- Frecuencia teórica de reposo: Considerar para el hombre una frecuencia de reposo de 60 latidos por minuto y para la mujer de 70.
- Frecuencia cardíaca durante 5-10 minutos en posición sentado, de pie o estirado, antes de la jornada laboral.
- Valor alrededor del cual se estabiliza la frecuencia cardíaca durante al menos tres

minutos durante un periodo de reposo, en posición sentada.

- Frecuencia cardiaca determinada a partir de métodos estadísticos utilizando los percentiles: Percentil 1 ó 5 del periodo monitorizado de trabajo; percentil 5 ó 10 de los valores de 24 horas; percentil 50 de un registro de seis horas de reposo nocturno.

Ante la dificultad de muchas de estas medidas, y para un trabajo puramente de «campo», en empresa, las frecuencias cardiacas más útiles serían:

- FCR_1 = Percentil 1 del periodo de trabajo monitorizado.
- FCR_2 = Moda de un periodo de reposo de 10 minutos sentado, antes de iniciar el trabajo.

▼ FC media de trabajo (FCM)

Es la frecuencia media de trabajo para las horas de registro; se tomará la media de todos los valores obtenidos durante el periodo determinado. El rango de dicha variable estará comprendido entre el percentil 5 (FCM_{min}) y el percentil 95 ($FCM_{máx}$).

▼ Costo Cardíaco absoluto: $CCA = FCM - FCR$

Nos permite estudiar la tolerancia individual de un trabajador frente a una tarea determinada. Nos daban sólo una idea aproximada de la carga física de un puesto de trabajo.

▼ Costo Cardiaco relativo

Este índice nos da una idea de la adaptación del sujeto a su puesto de trabajo. Se utilizará como frecuencia máxima teórica el valor $FCM_{máx} = (220 - \text{edad})$, con lo que se asume un error de un 5% con respecto a la real que se determinaría mediante una prueba de esfuerzo.

▼ Aceleración de la FC: $D FC = FCM_{máx} - FCM$

A partir de todos estos valores, podemos categorizar el puesto de trabajo estudiado según la carga física que representa. La valoración tanto individual como colectiva se realizará utilizando:

- La propuesta de Frimat P. para las fases cortas del ciclo de trabajo.
- La propuesta de Chamoux A. para el estudio global.

Metodología de estudio

Las condiciones de aplicación del estudio de la frecuencia cardiaca serán:

- El trabajador debe llevar como mínimo dos semanas trabajando en el puesto objeto de valoración.
- No deberá trabajar a tiempo parcial : su jornada será de como mínimo 8h/día.
- No padecer ninguna enfermedad cardiaca o respiratoria, incluyendo el resfriado común.

Se rellenarán los datos de la ficha de datos (fig. 1) antes de proceder a la colocación del Hoffer o del frecuencímetro, en una sala climatizada. Una vez colocado el instrumento de medida, se dejará descansar al trabajador 10 minutos en posición sentada.

FICHA DE DATOS																						
FECHA _____ EMPRESA _____																						
DENOMINACION PUESTO DE TRABAJO _____																						
NOMBRE _____ FECHA NACIMIENTO _____																						
DESAYUNO Tiempo transcurrido desde la finalización del desayuno Composición del desayuno HABITOS TOXICOS Tabaco ¿Es fumador? 1. Sí 2. No 3. Ex-fumador ☐ Si fuma o ha fumado: nº de cigarrillos/día nº de puros/puritos/pipas Hora del último cigarrillo Si no fuma actualmente: Tiempo (meses) que dejó de fumar Alcohol ¿Toma bebidas alcohólicas? 1. Sí 2. No ☐ <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">TIPO</th> <th style="width: 30%;">nº/día</th> <th style="width: 30%;">nº/semana</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cerveza</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vino</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> Si otros, especificar Hora de la última ingesta alcohólica	TIPO	nº/día	nº/semana	Cerveza			Vino			Otros			Medicación ¿Toma actualmente alguna medicación? 1. Sí 2. No ☐ ¿Para qué ¿Cuál? PREPARACION FISICA ¿Practica algún deporte o actividad física? 1. Sí 2. No ☐ En caso afirmativo indique: • Tipo • Veces/semana • Meses que lleva practicándolo EXPLORACION FISICA <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="width: 50%;">ANTES</th> <th style="width: 50%;">DESPUES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PESO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>TA</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> $IDH = \frac{P_A - P_B}{P_A} = \text{.....}$ Resultado ECG 1. Exploración no realizada 2. Normal 3. Alteraciones		ANTES	DESPUES	PESO			TA		
TIPO	nº/día	nº/semana																				
Cerveza																						
Vino																						
Otros																						
	ANTES	DESPUES																				
PESO																						
TA																						

Fig. 1: Ficha de datos

Durante la monitorización, que será de cuatro horas como mínimo, marcaremos los siguientes tiempos:

- Inicio y final de la pausa inicial.
- Inicio y final de cada ciclo de trabajo.
- Cualquier evento significativo: interrupciones del ciclo de trabajo, movimientos o periodos extremos en relación a la carga física...

Finalmente, se procederá a desconectar el medidor en la sala dispuesta a tal fin.

▼ Criterios de valoración

Se consignarán los datos en la ficha de valoración individual (fig. 2). Los criterios de valoración propuestos son los siguientes:

FECHA _____ EMPRESA _____	
DENOMINACION PUESTO DE TRABAJO _____	
NOMBRE _____ FECHA NACIMIENTO _____	
PROCEDIMIENTO UTILIZADO ☐ 1. Holter 2. Pulsómetro INDICE DE QUETELET $IQ = \frac{\text{PESO(g)}}{\text{TALLA (cm)}^2} = \boxed{} \boxed{}$ PERDIDA DE PESO DURANTE EL TRABAJO $IDH = \frac{P_A - P_B}{P_A} = \boxed{} \boxed{}$	VALORACION CURVA DE FC Duración de la monitorización FC de reposo: FCR 1 (percentil) FCR2 (10" antes) FC media de trabajo: FCM FCM_{max} FCM_{min} FC máxima teórica: FCI (220-edad) Costo Cardíaco absoluto (FCM-FCR): CCA Costo cardíaco relativo (CCA/FC_i-FCR): CCR Aceleración de la FC (FCM_{max}-FCM): ΔFC

Fig. 2: Ficha de valoración individual

▼ Criterios de FRIMAT

Se asignan coeficientes de penosidad (de 1 a 6) a los diferentes criterios cardiacos. La suma de dichos coeficientes nos permite asignar una puntuación al puesto de trabajo clasificándolo según su penosidad e incluso según requerimiento cardiaco. (Ver cuadro 1)

	1	2	4	5	6
FCM	90-94	95-99	100-104	105-109	> 110
ΔFC	20-24	25-29	30-34	35-39	> 40
FCM _{máx}	110-119	120-129	130-139	140-149	> 150
CCR	10%	15%	20%	25%	30%

▼ Valoración de las puntuaciones:

25 PUNTOS	Extremadamente duro
24 PUNTOS	Muy duro
22 PUNTOS	Duro
20 PUNTOS	Penoso
18 PUNTOS	Soportable
14 PUNTOS	Ligero
12 PUNTOS	Muy ligero
<= 10 PUNTOS	Carga física mínima

Como valoración de referencia más sencilla podemos utilizar la siguiente clasificación:

Demanda Cardíaca	FCM	ΔFC
Importante	> 110	> 30
Soportable	100 a 110	20 a 30
Aceptable	< 100	< 20

▼ Criterios de CHAMOUX

Estos criterios se aplicarán tan sólo en la valoración global del puesto de trabajo y para duraciones de jornada laboral de ocho horas consecutivas.

A partir del CCA Coste absoluto del puesto de trabajo	A partir del CCR Coste relativo para el trabajador
0-9 muy ligero	0-9 muy ligero
10-19 ligero	10-19 ligero
20-29 muy moderado	20-29 moderado
30-39 moderado	30-39 bastante pesado
40-49 algo pesado	40-49 pesado
50-59 pesado	
60-69 intenso	

▼ Conclusiones

La utilidad de la frecuencia cardíaca como método de evaluación no es cuestionable; ha sido demostrada por múltiples estudiosos del tema en aspectos tan diversos como:

- Evaluación de la carga física.
- Evaluación de un puesto de trabajo o de una fase.
- Evaluación de una aptitud.
- Reinserción de discapacitados.
- Evaluación de una intervención.

El médico del trabajo puede disponer con esta metodología de un instrumento indispensable para buscar y favorecer el equilibrio fisiológico óptimo entre las capacidades funcionales del trabajador y las condiciones de trabajo. Su utilización requiere, sin embargo, de una metodología estricta y de un rigor científico exquisito. No podemos limitarnos a monitorizar la frecuencia cardíaca; hay que controlar tanto el ambiente (ruido, temperatura, humedad ...) como conocer perfectamente el trabajo o la secuencia del trabajo que vamos a estudiar. Es necesario, pues, contar con la colaboración de un grupo multidisciplinar que integre todos los datos recogidos y valore los resultados en su conjunto.

ANEXO

13



Comentarios a las normas ISO 7730 y 7243

NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT

Estimation de la cointrante thermique: indice WBGT Estimation of the heat stress: WBGT index

Redactor:

Pablo Luna Mendaza.

Ldo. en Ciencias Químicas

CENTRO NACIONAL DE CONDICIONES DE TRABAJO

▼ Introducción

La existencia de calor en el ambiente laboral constituye frecuentemente una fuente de problemas que se traducen en quejas por falta de confort, bajo rendimiento en el trabajo y, en ocasiones, riesgos para la salud.

El estudio del ambiente térmico requiere el conocimiento de una serie de variables del ambiente, del tipo de trabajo y del individuo. La mayor parte de las posibles combinaciones de estas variables que se presentan en el mundo del trabajo, dan lugar a situaciones de incomfort, sin que exista riesgo para la salud. Con menor frecuencia pueden encontrarse situaciones laborales térmicamente confortables y, pocas veces, el ambiente térmico puede generar un riesgo para la salud. Esto último está condicionado casi siempre a la existencia de radiación térmica (superficies calientes), humedad (> 60%) y trabajos que impliquen un cierto esfuerzo físico.

El riesgo de estrés térmico, para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo. Cuando el calor generado por el organismo no puede ser emitido al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste tiende a aumentar, pudiendo producirse daños irreversibles.

Existen diversos métodos para valorar el ambiente térmico en sus diferentes grados de agresividad.

Fig. 1: Índices de valoración de ambiente térmico

Para ambientes térmicos moderados es útil conocer el índice PMV, cuyo cálculo permite evaluar el nivel de confort o discomfort de una situación laboral (1).

Cuando queremos valorar el riesgo de estrés térmico se utiliza el índice de sudoración requerida, que nos da entre otros datos, el tiempo máximo recomendable, de permanencia en una situación determinada (2).

El índice WBGT (3), objeto de esta Nota Técnica, se utiliza, por su sencillez, para discriminar rápidamente si es o no admisible la situación de riesgo de estrés térmico, aunque su cálculo permite a menudo tomar decisiones, en cuanto a las posibles medidas preventivas que hay que aplicar.

▼ Metodología

El índice WBGT se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo TG y la temperatura húmeda natural THN. A veces se emplea también la temperatura seca del aire, TA.

Mediante las siguientes ecuaciones se obtiene el índice WBGT:

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ THN} + 0.3 \text{ TG (I)}$$

(en el interior de edificaciones o en el exterior, sin radiación solar)

$$\text{WBGT} = 0.7 \text{ THN} + 0.2 \text{ TG} + 0.1 \text{ TA (II)}$$

(en exteriores con radiación solar)

Cuando la temperatura no es constante en los alrededores del puesto de trabajo, de forma que puede haber diferencias notables entre mediciones efectuadas a diferentes alturas, debe hallarse el índice WBGT realizando tres mediciones, a nivel de tobillos, abdomen y cabeza, utilizando la expresión (III):

$$\text{WBGT} = \frac{\text{WBGT (cabeza)} + 2 \times \text{WBGT (abdomen)} + \text{WBGT (tobillos)}}{4}$$

Las mediciones deben realizarse a 0.1 m, 1.1 m, y 1.7 m del suelo si la posición en el puesto de trabajo es de pie, y a 0.1 m, 0.6 m, y 1.1 m, si es sentado. Si el ambiente es homogéneo, basta con una medición a la altura del abdomen.

Este índice así hallado, expresa las características del ambiente y no debe sobrepasar un cierto valor límite que depende del calor metabólico que el individuo genera durante el trabajo (M).

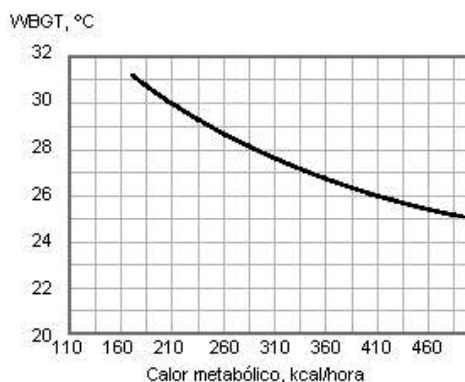


Fig. 2: Valores límite del índice WBGT (ISO 7243)

Mediante lectura en la curva correspondiente, el máximo que puede alcanzar el índice WBGT según el valor que adopta el término M.

▼ Mediciones

Las mediciones de las variables que intervienen en este método de valoración deben realizar-

se prerentemente, durante los meses de verano y en las horas más cálidas de la jornada. Los instrumentos de medida deben cumplir los siguientes requisitos:

- Temperatura de globo (TG): Es la temperatura indicada por un sensor colocado en el centro de una esfera de las siguientes características:
- 150 mm de diámetro.
- Coeficiente de emisión medio: 90 (negro y mate).
- Grosor: tan delgado como sea posible.
- Escala de medición: 20 °C-120 °C.
- Precisión: $\pm 0,5$ °C de 20 °C a 50 °C y ± 1 °C de 50 °C a 120 °C.

▼ **Temperatura húmeda natural (THN):** Es el valor indicado por un sensor de temperatura recubierto de un tejido humedecido que es ventilado de forma natural, es decir, sin ventilación forzada. Esto último diferencia a esta variable de la temperatura húmeda psicrométrica, que requiere una corriente de aire alrededor del sensor y que es la más conocida y utilizada en termodinámica y en las técnicas de climatización.

- El sensor debe tener las siguientes características:
- Forma cilíndrica.
- Diámetro externo de 6mm $\pm$ 1 mm.
- Longitud 30mm $\pm$ 5mm.
- Rango de medida 5 °C 40 °C.
- Precisión $\pm 0,5$ °C.
- La parte sensible del sensor debe estar recubierta de un tejido (p.e. algodón) de alto poder absorbente de agua.
- El soporte del sensor debe tener un diámetro de 6mm, y parte de él (20 mm) debe estar cubierto por el tejido, para reducir el calor transmitido por conducción desde el soporte al sensor.
- El tejido debe formar una manga que ajuste sobre el sensor. No debe estar demasiado apretado ni demasiado holgado.
- El tejido debe mantenerse limpio.
- La parte inferior del tejido debe estar inmersa en agua destilada y la parte no sumergida del tejido, tendrá una longitud entre 20 mm y 30 mm.
- El recipiente del agua destilada estará protegido de la radiación térmica.

Temperatura seca del aire (TA): Es la temperatura del aire medida, por ejemplo, con un termómetro convencional de mercurio u otro método adecuado y fiable.

- El sensor debe estar protegido de la radiación térmica, sin que esto impida la circulación natural de aire a su alrededor.
- Debe tener una escala de medida entre 20 °C y 60 °C (± 1 °C).

Cualquier otro sistema de medición de estas variables es válido si, después de calibrado, ofrece resultados de similar precisión que el sistema descrito (4).

▼ Consumo metabólico (M)

La cantidad de calor producido por el organismo por unidad de tiempo es una variable que es necesario conocer para la valoración del estrés térmico. Para estimarla se puede utilizar el dato del consumo metabólico, que es la energía total generada por el organismo por unidad de tiempo (potencia), como consecuencia de la tarea que desarrolla el individuo, despreciando en este caso la potencia útil (puesto que el rendimiento es muy bajo) y considerando que toda la energía consumida se transforma en calorífica.

El término M puede medirse a través del consumo de oxígeno del individuo, o estimarlo mediante tablas (5). Esta última forma, es la más utilizada, pese a su imprecisión, por la complejidad instrumental que comporta la medida del oxígeno consumido.

Existen varios tipos de tablas que ofrecen información sobre el consumo de energía durante el trabajo. Unas relacionan, de forma sencilla y directa, el tipo de trabajo con el término M estableciendo trabajos concretos (escribir a máquina, descargar camiones etc.) y dando un valor de M a cada uno de ellos. Otras, como la que se presenta en la tabla 2, determina un valor de M según la posición y movimiento del cuerpo, el tipo de trabajo y el metabolismo basal (6). Este último se considera de 1 Kcal / min como media para la población laboral, y debe añadirse siempre.

Consumo Metabólico Kcal/hora	WBGT límite °C			
	Persona aclimatada		Persona no aclimatada	
	v=0	v≠0	v=0	v≠0
≤100	33	33	32	32
100 ÷ 200	30	30	29	29
200 ÷ 310	28	28	26	26
310 ÷ 400	25	26	22	23
> 400	23	25	18	20

Tabla 1: Valores límite de referencia para el índice WBGT (ISO 7243)

El consumo metabólico se expresa en unidades de potencia o potencia por unidad de superficie corporal. La relación entre ellas es la siguiente:

1 Kcal/hora = 1,16 vatios = 0,64 watiows/m² (para una superficie corporal media de 1,8 m²).

▼ Variación de las condiciones de trabajo con el tiempo

Durante la jornada de trabajo pueden variar las condiciones ambientales o el consumo metabólico, al realizar tareas diferentes o en diferentes ambientes. En estos casos se debe hallar el índice WBGT o el consumo metabólico, ponderados en el tiempo, aplicando las expresiones siguientes:

$$WBGT = \frac{\sum_{i=1}^n WBGT_i \times t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad (IV); \quad M = \frac{\sum_{i=1}^n M_i \times t_i}{\sum_{i=t}^n t_1} \quad (V);$$

Esta forma de ponderar sólo puede utilizarse bajo la condición de que:

$$\sum_{i=t}^n t_1 \leq 60$$

Esto se debe a que las compensaciones de unas situaciones térmicas con otras no ofrecen seguridad en periodos de tiempos largos.

▼ Adecuación de regímenes de trabajo - descanso

Cuando exista riesgo de estrés térmico según lo indicado, puede establecerse un régimen de trabajo-descanso de forma que el organismo pueda restablecer el balance térmico. Se puede hallar en este caso la fracción de tiempo (trabajo-descanso) necesaria para que, en conjunto, la segura, de la siguiente forma:

$$ft = \frac{(A-B)}{(C-D) + (A-B)} \times 60 \text{ (minutos/hora)} \quad (VI)$$

Siendo:

- ft= Fracción de tiempo de trabajo respecto al total (indica los minutos a trabajar por cada hora)
- A = WBGT límite en el descanso ($M < 100 \text{ Kcal/h.}$)
- B = WBGT en la zona de descanso
- C = WBGT en la zona de trabajo
- D = WBGT límite en el trabajo

Si se trata de una persona aclimatada al calor, que permanece en el lugar de trabajo durante la pausa, la expresión (VI) se simplifica:

$$ft = \frac{33-B}{33-D} \times 60 \text{ (minutos/hora)} \quad (VII)$$

Cuando $B^3 A$, las ecuaciones Vi y VII no son aplicables.

Esta situación corresponde a un índice WBGT tan alto, que ni siquiera con un índice de actividad relativo al descanso ($< 100 \text{ kcal 1 hora}$) ofrece seguridad. Debe adecuarse un lugar mas fresco para el descanso, de forma que se cumpla $B < A$.

▼ Limitaciones a la aplicación del método

La simplicidad del método hace que esté sujeto a ciertas limitaciones, debidas a las obligadas restricciones en algunas variables. Así por ejemplo, la curva límite sólo es de aplicación a individuos cuya vestimenta ofrezca una resistencia térmica aproximada de 0,6 clo, que corresponde a un atuendo veraniego.

La velocidad del aire: Sólo interviene a partir de cierto valor del consumo metabólico y de forma cualitativa, aumentando 1 ó 2 °C los límites del índice WBGT, cuando existe velocidad de aire en el puesto de trabajo. Ver tabla 1

Los límites expresados en la figura 1 sólo son válidos para individuos sanos y aclimatados al calor. La aclimatación al calor es un proceso de adaptación fisiológica que incrementa la tolerancia a ambientes calurosos, fundamentalmente por variación del flujo de sudor y del ritmo cardíaco. La aclimatación es un proceso necesario, que debe realizarse a lo largo de 6 ó 7 días de trabajo, incrementando poco a poco la exposición al calor.

A.C.G.I.H. (6), que adopta este método como criterio de valoración de estrés térmico y presenta una curva límite (TLV) similar, pero añadiendo además otra para individuos no aclimatados, bastante más restrictiva.

Cuando la situación de trabajo no se adapte al campo de aplicación del método, es decir, que la velocidad del aire o el vestido sean muy diferentes de lo indicado, debe recurrirse a métodos más precisos de valoración (1) y (2).

▼ Ejemplo de aplicación

Supongamos una situación de trabajo caracterizada por una temperatura de globo de 40 °C y temperatura húmeda natural de 29 °C, en la que un individuo aclimatado al calor y con indumentaria veraniega (0,5 clo), descarga un horno que trabaja en continuo, secando piezas que circulan por su interior, las cuales pesan 10 Kg. Una vez descargada la pieza debe dejarla en un lugar cercano para que posteriormente otra persona proceda a su almacenamiento.

El ciclo de trabajo (mínimo conjunto de tareas que se repiten de forma ordenada a lo largo de la jornada y que constituye el trabajo habitual del individuo) se puede desglosar de la siguiente forma:

1. Descolgar y transportar la pieza	10 seg 27% del tiempo total
2. Volver caminando a la cadena	7 seg 19% del tiempo total
3. Esperar de pie la siguiente pieza	20 seg 54% del tiempo total

A. Posición y movimiento del cuerpo	
	Kcal/min
Sentado	0,3
De pie	0,6
Andando	2,0 - 3,0
Subida de una pendiente andando	añadir 0,8 por m de subida

B. Tipo de trabajo		Media Kcal/min	Rango Kcal/min
Trabajo manual	Ligero	0'4	0,2 - 1,2
	Pesado	0'9	
Trabajo con un brazo	Ligero	1,0	0,7 - 2,5
	Pesado	1,7	
Trabajo con dos brazos	Ligero	1,5	1,0 - 3,5
	Pesado	2,5	
Trabajo con el cuerpo	Ligero	3,5	2,5 - 15,0
	Moderado	5,0	
	Pesado	7,0	
	Muy pesado	9,0	

(ACGIH) Tabla 2: Estimación del consumo metabólico M

El cálculo del término M podría hacerse con ayuda de la Tabla 2 de la forma siguiente:

Teniendo en cuenta la distribución de tiempos y el Metabolismo Basal considerado de 1 Kcal/min, $M = 4,5 \text{ Kcal/min} \times 0,27 + 2 \text{ Kcal/min} \times 0,19 + 0,6 \text{ Kcal/min} \times 0,54 + 1 \text{ Kcal/min} = 3,3 \text{ Kcal/min} = 198 \text{ Kcal/h}$

El índice WBGT calculado según las temperaturas indicadas y la ecuación (I), resulta ser de 32,3°C, mientras que el WBGT límite para el consumo metabólico determinado, es según indica la gráfica 1 de 30 °C, por lo que existe una situación de riesgo no admisible de estrés térmico en estas condiciones y según este método.

Si queremos aplicar al puesto, un régimen de trabajo-descanso, para disminuir el riesgo:

WBGT (límite) descansando = 33 °C (tabla 1)

Si el periodo de descanso lo realiza en las inmediaciones del puesto de trabajo, el índice WBGT es el mismo por lo que, WBGT descansado = 32,3 °C.

Aplicando la ecuación VII:

$$ft = \frac{33-32,3}{33-30} \times 60 = 14 \text{ minutos de trabajo por hora}$$

Si por el contrario descansa en un lugar más fresco, cuyo WBGT fuera por ejemplo, de 27 °C, aplicando la ecuación VI:

$$ft = \frac{(33-27)}{(32,3-30) + (33-27)} \times 60 = 43 \text{ minutos de trabajo por hora}$$



GENERALITAT
VALENCIANA

INVASSAT

Institut Valencià de
Seguretat i Salut en el Treball

SERVICIO CENTRALES DEL INVASSAT

Cronista Carreres, 11, 3ªA
46003 VALENCIA
Tel. 961 622 050 Fax. 961 622 051

CENTROS TERRITORIALES DEL INVASSAT

Centro Territorial de Seguridad y Salud en el Trabajo de Alicante

Hondón de los Frailes, 1 Polígono de San Blas
03005 ALICANTE
tel. 965 934 923 Fax. 965 934 940

Centro Territorial de Seguridad y Salud en el Trabajo de Castellón

Crta. Valencia - Barcelona, Km 68,400
12071 CASTELLÓN
Tel. 964 558 300 Fax. 964 558 329

Centro Territorial de Seguridad y Salud en el Trabajo de Valencia

Valencia, 32
46100 BURJASSOT (Valencia)
Tel. 963 869 156 Fax. 963 866 742

www.invassat.gva.es