

A large, stylized, light blue letter 'E' graphic that serves as a background element on the right side of the slide.

Identificación y evaluación de riesgos ergonómicos

El trabajo tiene aspectos beneficiosos para la persona, pero cuando plantea exigencias excesivas puede perjudicar su salud. Es importante no olvidar que la capacidad de adaptación de la persona es limitada y que se incluye dentro de una franja de confort estrecha, que es la que pretende preservar la ergonomía.

Identificación y evaluación de riesgos ergonómicos



1. INTRODUCCIÓN

El trabajo es una actividad en la que la persona debe poner en marcha una serie de conductas, tanto físicas como psíquicas, para satisfacer los requerimientos que le exigen las tareas.

Aunque puede parecer que la mecanización y la automatización continuas del trabajo han originado una disminución de las capacidades físicas en comparación con las psíquicas, en realidad no se puede hablar de disminución, sino de transformación del tipo de carga física requerido. Concretamente, se ha pasado de tareas en las que era necesario un gran número de segmentos corporales a tareas que se ejecutan con la acción de una cantidad de grupos musculares mínima y localizada, aspecto que, entre otras cosas, explica el aumento imparable que están experimentando ciertas patologías ocupacionales, como las derivadas de los microtraumatismos repetitivos.

Con el objetivo de poder estudiar y prevenir la relación:

causa (carga física de trabajo) - efecto (daños en la salud)

es preciso aplicar la ergonomía como técnica multidisciplinar destinada a adaptar el trabajo a la persona.

1.1. Evolución del concepto ergonomía

El término *ergonomía* deriva de las palabras griegas *ergos* ("trabajo") y *nomos* ("leyes naturales, conocimiento o estudio"); por tanto, *ergonomía* se podría traducir literalmente como *el estudio del trabajo*.

La ergonomía industrial como campo de conocimiento que interviene en la producción es un concepto relativamente nuevo por lo que respecta al nivel de estudio y, sobre todo, de aplicación. A pesar de ello, cada día tiene más difusión y necesidad de aplicación y, en consecuencia, también más demanda.

Es preciso entender la ergonomía como un conjunto de métodos y técnicas cuya aplicación consigue mejoras en 2 ámbitos:

- En el ámbito individual: beneficios para la salud y el confort en el puesto de trabajo de las personas expuestas, es decir, una mejor calidad de vida laboral y, en consecuencia, un mejor rendimiento personal.
- En el ámbito colectivo de la empresa: una productividad más alta, un ahorro en los costes por bajas o absentismo y una mejor imagen para el bienestar global de los trabajadores.

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL), dice muy claro, en el articulado, que su objetivo radica en la necesidad de proteger a los trabajadores para evitar que sufran daños y preservar su seguridad y la salud durante la ejecución del trabajo. La ergonomía asume estos problemas, que son propios de la legislación laboral, con un enfoque más racional: la necesidad de adaptar los métodos, los equipos y las condiciones de trabajo a la anatomía, la fisiología y la psicología de la persona.

A pesar de que, actualmente, no existe una definición teórica oficial de ergonomía, sí que existe una cierta tendencia a recopilar unos cuantos aspectos comunes, que permiten definirla de esta forma:

"Una actividad o un campo de carácter multidisciplinar que se encarga de adecuar los sistemas de trabajo¹ a las características, las limitaciones y las necesidades de sus usuarios con el objetivo de optimizar su eficacia reduciendo el esfuerzo destinado a conseguirlo, y también con el objetivo de mejorar su seguridad, salud y calidad de vida laboral."

1. Sistema de trabajo. Según la norma UNE-EN 81-425-91, sobre principios ergonómicos que es preciso considerar en el proyecto de los sistemas de trabajo, un sistema de trabajo comprende la combinación de personas y de medios de trabajo que actúan conjuntamente sobre el proceso de trabajo con el fin de llevar a término una actividad laboral dentro de un espacio de trabajo, y que están sometidos a un determinado ambiente de trabajo y a unas condiciones de trabajo impuestas por la tarea que debe ejecutarse.

En la práctica, la ergonomía es una disciplina o un campo destinado a:

- Mejorar el nivel de seguridad en el puesto de trabajo, así como la salud física y mental del trabajador.
- Promocionar e incrementar la eficiencia y el bienestar o el confort de los trabajadores y, a la vez, minimizar los riesgos para su seguridad y salud.

En relación con el adjetivo multidisciplinar, podemos decir que incluye una serie de áreas de actuación que deben intervenir en cualquier estudio ergonómico de un sistema de trabajo. A pesar de que en esta clasificación también hay divergencias, es necesario tener en cuenta las áreas de actuación que intervienen en la misma.

1.2. Áreas de actuación que intervienen en un estudio ergonómico

(Véase la tabla E1 en la página siguiente)

1.3. Metodología para evaluar los riesgos ergonómicos

La metodología de aplicación adjunta a este documento responde a la necesidad de disponer de herramientas para evaluar los riesgos ergonómicos físicos y los disconforts ambientales presentes en cualquier puesto de trabajo. En base a esta premisa, es preciso tener en cuenta 3 aspectos:

a) En primer lugar, esta metodología no está destinada sólo a evaluar actividades o tipos de trabajo concretos como pueden ser determinados trabajos en el ámbito hospitalario, la interacción con pantallas de visualización de datos (PVD) o los trabajos con maquinaria específica, sino que es de aplicación a cualquier tipo de actividad, trabajo o tarea. Si bien actualmente hay guías y cuestionarios específicos destinados a valorar trabajos o tareas concretas, el vacío se encuentra en que no hay una herramienta que aborde exclusivamente riesgos ergonómicos físicos y disconforts ambientales comunes a todas las actividades, y éste es el objetivo de la metodología que se presenta en este documento. Con la exposición de dos ejemplos se intenta ilustrar esta disyuntiva:

Ejemplo 1: Si debe evaluar ergonómicamente un puesto de trabajo donde los usuarios deben interaccionar con pantallas de visualización de datos (PVD) conectadas a impresoras de agujas para poder hacer su trabajo, con la metodología propuesta se identificará, como mínimo:

- un riesgo por adopción de posturas forzadas y de ejecución de movimientos repetitivos,
- un disconfort ambiental lumínico y sonoro.

Ejemplo 2: Si se debe evaluar un puesto de trabajo en el que la persona trabaja con una prensa de 10 t de potencia, de segunda mano y en la que la alimentación de las piezas de 4 kg a mecanizar es manual, con el método propuesto seguramente se identificará, como mínimo:

- un riesgo por levantamiento o transporte de cargas,
- un riesgo por adopción de posturas forzadas y de esfuerzo muscular mantenido,
- un riesgo de exposición a vibraciones,
- y un disconfort ambiental sonoro.

La ventaja que conlleva describir de esta forma las actividades permite que esta herramienta esté enfocada a ser utilizada en cualquier tipo de empresa, independientemente de su actividad, plantilla o peligrosidad, ya que en último término es el técnico evaluador quien, en función de los factores de riesgo o de disconfort que detecte, determinará la amplitud y la complejidad de la evaluación.

b) En segundo lugar, esta herramienta tampoco pretende ser un instrumento de evaluación global de las condiciones de trabajo como proponen algunos métodos ampliamente reconocidos y usados, como pueden ser los métodos LEST, ANACT, RENAULT, FAGOR o EWA, entre otros.

A pesar de que son métodos destinados a evaluar las condiciones de trabajo en general y, por lo tanto, resultan muy útiles a la hora de proporcionar una valoración global del lugar, no inciden sólo en los riesgos y las consecuencias que éstos pueden tener sobre la seguridad y la salud de las personas. Concretamente, éste ha sido el motivo de no incluirlos como referencia a lo largo de esta metodología.

c) En tercer lugar, en relación a la validación de esta herramienta ergonómica propuesta, se considera necesario aclarar 3 puntos:

1. Tanto su estructura conceptual como la definición de riesgos y de disconforts han sido extraídos a partir de la experiencia de los 10 años que los órganos técnicos en prevención de riesgos laborales del Departamento de Trabajo e Industria llevan trabajando en el campo de la ergonomía.
2. Tanto las puntuaciones de los factores de riesgo y de disconfort como las estimaciones del valor de los riesgos y de los disconforts correspondientes se están validando a partir de los informes efectuados por los técnicos del CSCSTB desde el inicio del diseño de esta herramienta. Este proceso de validación ha dado pie a que, de momento, el objetivo de esta metodología no esté enfocado a valorar sino a identificar y

Tabla E1. ÁREAS DE ACTUACIÓN QUE INTERVIENEN EN UN ESTUDIO ERGONÓMICO			
ÁREA DE ESTUDIO	CONCEPTO	OBJETIVO	NORMATIVA DE REFERENCIA*
Antropometría	Estudia las proporciones y las medidas de los segmentos corporales del cuerpo humano.	Diseñar tanto los equipos de protección individual (EPI) como los equipos de trabajo, a la vez que determinar los espacios de trabajo y la ubicación de los elementos que hay en dichos espacios..	RD 486/97, Anexo I. RD 773/97. RD 1215/97. Norma UNE-EN 614-1. Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Norma UNE-EN ISO 9241-5. Requisitos ergonómicos para trabajos con PVD. Concepción del puesto de trabajo y exigencias posturales.
Biomecánica	A partir de las leyes del movimiento mecánico, estudia el sistema osteomuscular humano como un sistema mecánico clásico (newtoniano).	Obtener el rendimiento máximo del cuerpo con el mínimo esfuerzo. Diseñar tareas de modo que la mayoría de personas expuestas puedan ejecutarlas sin sufrir daños. Resolver el diseño de lugares o equipos de trabajo para personas con discapacidad.	RD 486/97, Anexo I. RD 1215/97. Norma UNE-EN 614-1. Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Norma UNE-EN ISO 9241-5. Requisitos ergonómicos para trabajos con PVD. Concepción del puesto de trabajo y exigencias posturales. Norma ISO 11226. Evaluación de las posturas de trabajo estáticas.
Fisiología	Determina la capacidad de esfuerzo máxima de las personas a la hora de poder ejecutar una actividad por medio de variables metabólicas y cardiovasculares. También explica las modificaciones y las alteraciones que sufre el organismo por el efecto del trabajo realizado.	Tiene una importancia vital para determinar la penosidad de un trabajo, tanto en el ámbito individual para una persona concreta como en el ámbito colectivo.	RD 487/97 y la guía técnica correspondiente. Norma UNE-EN 28996. Ergonomía. Determinación de la producción de calor metabólico. Norma UNE-EN-27243. Ambientes calurosos.
Ergonomía ambiental	Estudia las condiciones físicas que rodean a la persona y que influyen en ella a la hora de desempeñar su trabajo. Aquí se incluyen: el ambiente termohigrométrico, el ambiente acústico, el ambiente lumínico y cromático y la calidad del aire interior.	Conseguir que el 80% de las personas expuestas consideren que el ambiente de su lugar de trabajo es confortable.	RD 486/97 y la guía técnica correspondiente. Norma UNE 100-011-91. Ventilación para una calidad aceptable del aire en la climatización de los locales. Normas del Comité de la CIE, Comisión Internacional de Iluminación.
Ergonomía cognitiva	Estudia el formato de la información para facilitar la comprensión a la persona. Es de especial importancia la consideración de los conocimientos y la experiencia previa de la persona, así como de los factores de riesgo individuales, particularmente la edad.	La aplicación de esta área es básica en el diseño de equipos de trabajo con gran volumen de información, como programas de software o paneles y tableros de control.	RD 488/97. Norma ISO/DIS 10075-2. Principios ergonómicos relativos a la carga de trabajo mental. Norma UNE EN ISO 9241-10. Requisitos ergonómicos para trabajos con PVD. Principios de diálogo.
Ergonomía de necesidades específicas	Analiza las adaptaciones que deben hacerse en los lugares de trabajo a fin de complementar las posibles deficiencias o discapacidades físicas, ya sean permanentes o transitorias, de las personas expuestas.	Diseñar y rediseñar sistemas de trabajo destinados a usuarios con alguna discapacidad física, permanente, transitoria o que se encuentren en proceso de rehabilitación.	RD 486/97 y la guía técnica correspondiente. RD 1215/97 y la guía técnica correspondiente.
Ergonomía transgeneracional	Analiza la adaptación de los sistemas de trabajo ante la pérdida de aptitudes que experimentan las personas con la edad.	Neutralizar con soluciones prácticas la pérdida de visión, de audición, de fuerza y de firmeza, y las pérdidas de función cognoscitiva.	

* Pero, además, en todas las áreas es también aplicable esta normativa general de referencia: LPRL y RD 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, modificado por el RD 604/2006, de 19 de Mayo. Norma UNE 81-425-91. Principios ergonómicos a considerar en el proyecto de los sistemas de trabajo.

estimar riesgos y disconforts de forma que, con la metodología de puntuación propuesta, cuando se obtiene un nivel de riesgo o disconfort moderado, se proporcionan métodos validados y usados a nivel internacional para garantizar una valoración final más fiable, si es realmente necesario. Sin embargo, es preciso añadir que, en el momento de la publicación de esta herramienta, la experiencia ha demostrado que los resultados no divergen significativamente.

3. En cuanto al criterio utilizado al referenciar la lista de métodos propuestos para cada tipo de riesgo, también se ha basado en la experiencia de los técnicos del CSCSTB, que, a su vez, han tenido en cuenta lo que dice el artículo 5.3 del RD 39/1997 del Reglamento de servicios de prevención, según el cual "cuando la evaluación de riesgos exija la realización de medidas y la normativa no indique los métodos que se deben usar, se podrán utilizar: normas UNE, guías del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT), normas internacionales y, en ausencia de las anteriores, guías de otras entidades de reconocido prestigio en la materia u otros métodos y criterios profesionales descritos documentalmente siempre y cuando proporcionen un nivel de confianza equivalente".

En relación a la última opción "...guías de otras entidades de reconocido prestigio en la materia u otros métodos y criterios profesionales descritos documentalmente siempre y cuando proporcionen un nivel de confianza equivalente", el amplio abanico de métodos existente en la bibliografía actual ha llevado a los técnicos del CSCSTB a establecer el siguiente criterio de decisión:

- Que el método esté destinado a valorar, de forma específica, el tipo de riesgo que se pretende estimar.
- Que el método sea fácil de aplicar y que no altere el comportamiento laboral normal del trabajador.
- Que el método sea asequible para los profesionales de la prevención, tanto a nivel económico como de aplicación, sin tener que depender de interpretaciones de terceros.
- Que el método proporcione valores de referencia de confianza para poder comparar e interpretar los resultados obtenidos.

2. METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA CARGA FÍSICA DE TRABAJO

La herramienta de evaluación que se propone tiene por objetivo evaluar los riesgos ergonómicos derivados de la exposición a la carga física de trabajo, entendida como el conjunto de requerimientos físicos a los que la persona está expuesta a lo largo de su jornada laboral, y que, de forma independiente o combinada, pueden alcanzar un nivel de intensidad, duración o frecuencia suficientes para causar un daño a la salud a las personas expuestas.

En el ámbito ergonómico físico, entendemos por daños los síntomas, las patologías o las enfermedades derivadas de la exposición a factores de riesgo de sobrecarga física en el trabajo, independientemente del tiempo de exposición. Así pues, dentro de este concepto también quedan incluidas las lesiones que, a pesar de que clásicamente se han considerado accidente de trabajo por sobreesfuerzo porque, aparentemente, se han presentado en un momento determinado, no dejan de ser una consecuencia de la acumulación de fatiga a lo largo del tiempo. Así pues, para mantener esta coherencia conceptual, si en la parte del Manual de seguridad se identifica la existencia de un posible riesgo por sobreesfuerzo físico, sea de la naturaleza que sea, dicho riesgo se debe evaluar en el ámbito ergonómico.

Sin embargo, es preciso añadir que, aparte de los 8 riesgos puramente osteomusculares, también se ha añadido uno de esfuerzo físico general, ya que también tiene el origen en la carga de trabajo y puede originar lesiones irreversibles en el sistema cardiovascular de la persona expuesta.

2.1. Sistemática de actuación

Dada la particularidad y la novedad de las metodologías propuestas en este manual destinadas a valorar los riesgos ergonómicos físicos, se recomienda que esta evaluación sea llevada a cabo por técnicos de prevención de riesgos laborales con un nivel superior en la disciplina de ergonomía y psicología aplicada como formación básica teórica y que tengan experiencia probada en aspectos ergonómicos, tanto en el ámbito de aplicación de métodos de valoración concretos como en el de diseño de sistemas de trabajo.

Básicamente, este segundo requisito de experiencia está dirigido a facilitar la tarea del técnico, tanto al identificar los riesgos y los factores de riesgo como al valorar los parámetros correspondientes y, por tanto, obtener una valoración más fiable.

En relación a la estructura, esta herramienta de evaluación propuesta consta de 3 fases:

- Una primera fase de identificación de los factores de riesgo que pueden incidir en la aparición de algún tipo de riesgo por sobrecarga física de trabajo.
- Una segunda fase de valoración e interpretación de cada riesgo identificado en la primera fase.
- Una tercera fase de propuesta de medidas preventivas.

Con el objetivo de facilitar la ejecución de las 2 primeras fases citadas, para cada riesgo se ha diseñado una metodología específica para identificar los factores de riesgo, y también la valoración aproximada de estos factores por medio de la cuantificación de la magnitud del riesgo.

Además, el método también proporciona 2 fichas para poder reflejar de una forma clara y esquemática la información recogida durante el proceso de evaluación, tanto en el ámbito genérico para toda la empresa como en el ámbito particular para cada puesto de trabajo (fichas incluidas en el anexo E).

2.1.1. Fase 1: identificación de los factores de riesgo y de los riesgos ergonómicos físicos

En esta primera actuación se trata de identificar los puestos de trabajo en los que la actividad habitual² conlleve factores de riesgo físicos por sobrecarga de trabajo que puedan afectar a la salud de las personas expuestas. Con el objetivo de evitar la posible subjetividad del técnico evaluador al determinar si un puesto de trabajo es peligroso, la guía proporciona una lista de factores de riesgo para cada riesgo para unificar el criterio del técnico al llevar a cabo la fase de identificación de los factores de riesgo presentes en cada puesto de trabajo.

Una vez identificados estos lugares de trabajo, es preciso que el evaluador determine los riesgos presentes en cada uno de ellos, y que refleje cada conjunto puesto-riesgos en una fila de la ficha E1, incluida en el anexo E.

Concretamente, se han propuesto 8 riesgos ergonómicos biomecánicos y 1 de esfuerzo físico general, en función de la naturaleza del tipo de demanda física:

- E1. Desplazamiento vertical manual de materiales.
- E2. Transporte manual de cargas.
- E3. Empujar cargas o tirar de ellas manualmente.
- E4. Posturas forzadas.
- E5. Movimientos repetitivos.
- E6. Esfuerzo muscular localizado mantenido.

- E7. Esfuerzo físico general.
- E8. Exposición a vibraciones de cuerpo entero.
- E9. Exposición a vibraciones de conjunto mano-brazo.

2.1.2. Fase 2: Valoración e interpretación de los riesgos detectados

En esta segunda actuación, es preciso que el evaluador descomponga el trabajo de cada puesto en tareas, y que valore los riesgos presentes en cada una de ellas. Para llevar a cabo esta valoración, se recomienda ir cumplimentando las casillas de la ficha E2, incluida en el anexo E, en el orden siguiente (es preciso rellenar tantas fichas E2 como tareas se hayan identificado en el puesto de trabajo peligroso):

- La denominación del puesto de trabajo y de la tarea.
- El número total de trabajadores expuestos que ocupan este puesto de trabajo. En el caso de que haya varios turnos, se puede detallar con separadores.
- A continuación, en la primera columna se debe reflejar el número de riesgos identificados en la fase 1, mientras que en la segunda columna deben detallarse los factores de riesgo o las condiciones de trabajo negativas que pueden materializar el riesgo.
- El tiempo de exposición al riesgo, entendido como cómputo total de la jornada laboral durante el que los trabajadores están expuestos a cada riesgo (no es preciso que esta exposición sea continuada).
- El nivel de intensidad del riesgo, que se valora de forma particular para cada riesgo en función del grado de negatividad de las condiciones de trabajo físicas y las duraciones parciales de exposición en cada tarea (ciclo de trabajo, repetitividad de operaciones, entre otros).
- En relación a la casilla SE o "Sensibilidades específicas", nos referimos a aspectos que pueden sufrir algunas personas expuestas y, por ello, las consecuencias que pueden tener algunos riesgos sobre su salud pueden ser más graves que para el resto de compañeros. Así pues, esta casilla debe rellenarse si alguno de los trabajadores expuestos se encuentra en alguna de las situaciones que se enumeran en la tabla E2 de la página siguiente. En caso afirmativo, en la casilla SE de la ficha E2 es necesario incluir el código de la sensibilidad correspondiente.
- La valoración de cada riesgo se realiza en función de la exposición y de la intensidad, y se distinguen las situaciones siguientes:

2. Entendemos como actividad habitual de trabajo la que se realiza de una forma frecuente y continua en el puesto de trabajo y que se ejecuta más de 1 día a la semana y más de 1 semana al año.

- Riesgos valorables por medición (esfuerzo físico general, exposición a vibraciones de cuerpo entero y exposición a vibraciones de conjunto mano-brazo). En estos casos, se ha priorizado la valoración establecida por la normativa de referencia.
- Riesgos valorables por estimación, bloque al que pertenecen el resto de riesgos. En estos casos, la valoración se realiza de acuerdo con las combinaciones que se reflejan en la tabla E3.

Una vez obtenidos todos los valores de los parámetros mencionados, se deben reflejar en la ficha E2, incluida en el anexo E, en el que, además, también se ha incluido un espacio para poder añadir una imagen, una fotografía o un esquema de la tarea.

Tabla E2. LISTA DE TRABAJADORES CON PROTECCIÓN ESPECIAL*	
	CÓDIGO
Trabajador con discapacidades o minusvalías temporales o permanentes que le puedan dificultar el desempeño del trabajo que debe hacer o que dicho trabajo las agrave.	D/M
Trabajador de edad avanzada.	E ↑
Trabajador vulnerable por convalecencia.	Vc
Trabajador vulnerable a causa de tratamientos médicos.	Vtm
Trabajador con alguna predisposición o susceptibilidad especial.	P/S
Trabajador con poca experiencia o incorporado recientemente.	Ex ↓
Trabajador menor de edad.	E ↓
Trabajador con un estado biológico/psicológico conocido que le haga especialmente vulnerable.	B
Trabajador con sensibilidad a ciertos agentes físicos o susceptible de sufrir sensibilización a los mismos.	Sen
Trabajadora gestante, en período de posparto o lactancia.	G/P/L

* Según la clasificación del Anexo 5 del Léxico de prevención de riesgos laborales elaborado por el Departamento de Trabajo de la Generalidad de Cataluña (2002).

Tabla E3. COMBINACIONES					
ESTIMACIÓN DEL RIESGO	INTENSIDAD BAJA	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD ELEVADA	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE	
Tiempo de exposición	CORTO	Muy leve	Leve	Moderado	Grave
	MEDIO	Leve	Moderado	Grave	Ergonómicamente no tolerable
	LARGO	Moderado	Grave	Ergonómicamente no tolerable	Ergonómicamente no tolerable

A pesar de que cada riesgo se evalúa de una forma diferente según su idiosincrasia, la guía es coherente al hacer una valoración homogénea de los mismos, por lo que establecen 5 valores de gravedad: muy leve, leve, moderado, grave y ergonómicamente no tolerable.

Concretamente, para interpretar estos conceptos es preciso considerar las descripciones siguientes:

- **Riesgo muy leve y leve:** a pesar de que, en principio, no es necesario aplicar acciones correctoras, sí que es necesario llevar a cabo un seguimiento periódico de las condiciones de trabajo con el objetivo de controlar el riesgo.
- **Riesgo moderado:** se considera necesario realizar un análisis más exhaustivo siguiendo algún método específico. De todas formas, es preciso establecer medidas preventivas, especialmente en formación y vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos. Se recomienda disminuir el tiempo de exposición para que la situación pase a riesgo leve.
Añadir que, para facilitar la búsqueda y la aplicación de estos métodos, para cada riesgo se proporciona una lista de metodologías, en la que se añaden sus aplicaciones particulares y sus referencias, y también posibles páginas web en las que se puede consultar el Manual e, incluso, un calculador directo. Sin embargo, en algunos casos estas ayudas se encuentran en lenguas extranjeras.
- **Riesgo grave:** la exposición al riesgo es clara y deben aplicarse medidas preventivas, como mínimo para limitar el tiempo de exposición y convertir la situación en un riesgo controlado. En cualquier caso, es preciso ofrecer formación y realizar una vigilancia de la salud activa para los trabajadores expuestos.
- **Riesgo ergonómicamente no tolerable:** esta situación no se puede permitir y, por lo tanto, se debe impedir, sobre todo a las personas especialmente sensibles.

2.1.3. Fase 3: prevención de los riesgos valorados

Casilla "Medidas preventivas"

En esta fase deben hacerse constar, en las filas de medidas correctoras o preventivas de la ficha E2, las acciones que pueden evitar, prevenir, reducir

o controlar (en este orden de prioridad) cada factor de riesgo ergonómico físico detectado.

Señalar que se puede proponer más de una medida preventiva para cada riesgo, incluidos los ámbitos siguientes:

1. Medidas de ámbito técnico.
2. Medidas de ámbito organizativo.
3. Medidas de formación e información.
4. La vigilancia específica de la salud que debe aplicarse en cada caso, en función del tipo de riesgo detectado.

2.2. Valoraciones estimadas según el tipo de riesgo

2.2.1. Valoración estimada del riesgo derivado del desplazamiento vertical manual de materiales (E1)

2.2.1.1. Metodología^{1, 2, 3} de aplicación^{1, 2, 3}

a) En el puesto de trabajo deben medirse o registrarse los valores reales que adopta cada factor de riesgo reflejado en la tabla E4, a partir de la cual se obtiene el valor de la intensidad del riesgo derivado del desplazamiento vertical manual de materiales. En el caso de que se identifique una situación escrita

1, 2, 3 Todos los superíndices indicativos a lo largo del texto de este capítulo hacen referencia a la bibliografía.

Tabla E4. VALORACIÓN CUANTITATIVA DE LA INTENSIDAD DEL RIESGO DERIVADO DEL DESPLAZAMIENTO VERTICAL MANUAL DE MATERIALES					CORRECCIONES DE SOBRECARGA (+1)
FACTORES DE RIESGO	1	2	3	4	
Peso	De pie ≤ 3kg	De pie 4-10kg	De pie 11-25kg	De pie > 25kg Sentado > 5kg	■ Si la persona expuesta no tiene experiencia o adiestramiento, o se ha incorporado al lugar de trabajo después de un período largo de ausencia, o es menor, o tiene > 40 años, o es una mujer. ■ Si alguna persona expuesta sufre alguna patología de la columna. ■ Si alguna persona está expuesta a estresores laborales.* ■ Si el desplazamiento vertical se realiza con una sola mano. ■ Si la tarea se realiza en el turno nocturno. ■ Si la trabajadora está embarazada. ■ Si el desplazamiento vertical requiere control/precisión cuando se deja la carga.
Altura origen (V₁)	Entre caderas-codos		Entre rodillas-caderas o entre codos-hombros	Por debajo de las rodillas o por encima de los hombros	
Altura final (V₂)	Entre caderas-codos		Entre rodillas-caderas o entre codos-hombros	Por debajo de las rodillas o por encima de los hombros	
Desplazamiento vertical D= V₁-V₂ 	≤ 25cm	26-50cm	51-75cm	> 75cm	
Distancia horizontal levantamiento	≤ 25cm	26-50cm	26-50cm	> 50cm	
Giro del tronco	0°	0-30°	31-60°	> 60°	
Frecuencia	≤ 1 levant./min	2-5 levant./min	6-9 levant./min	> 9 levant./min	
Calidad de la zona de agarre	Asas con espacio para 4 dedos y cantos redondeados o si el formato de la carga es de fácil sujeción		Palma-mano 90°	Carga no rígida (irregular) o de difícil sujeción o con cantos abruptos	

* En caso de que se hayan detectado factores estresores, es preciso revisar la evaluación de riesgos psicosociales.

Frecuencia (F): si el levantamiento ≥ 15 min, F es el valor observado; si no, $F = (n.^{\circ} \text{levant./min observados} * n.^{\circ} \text{ciclos trabajo en 15 min})/15$.

Ej.: si en 1 min se levantan 10 cargas y a continuación, durante 2 min, se controla una máquina, el ciclo de trabajo = 3 min, y la $F = (10 * 5)/15 = 3,33$ levant./min, puesto que se han completado 5 ciclos de trabajo.

en azul en la tabla, o la combinación de las dos casillas grises, debe considerarse que el nivel de riesgo es ergonómicamente no tolerable y, por lo tanto, debe corregirse la situación de inmediato.

b) Una vez marcados estos valores en las casillas correspondientes, debe sumarse la puntuación total de cada factor según la columna en la que se encuentre, y también sumar 1 punto al valor final de la intensidad del riesgo en el caso de que se haya marcado alguno de los factores que se enumeran en la columna de correcciones de sobrecarga. Además, si se detecta que alguna de las personas expuestas sufre alguna de las sensibilidades específicas que se reflejan en la lista de trabajadores con protección especial (apartado 2.1.2 de este documento), y que ésta puede tener alguna relación con las consecuencias para la salud de la exposición al riesgo derivado del desplazamiento vertical manual de materiales, el caso se debe valorar conjuntamente con los profesionales facultativos de la medicina del trabajo.

2.2.1.2. Criterio de valoración

Una vez realizado el cómputo total, la interpretación del grado de intensidad del riesgo se determina a partir del criterio siguiente:

Tabla E5				
INTENSIDAD DEL RIESGO	INTENSIDAD BAJA	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD ELEVADA	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE
Puntuación	10-17	18-23	24-34	>34

En relación al tiempo de exposición, se toman los intervalos de la tabla siguiente, donde T es el tiempo de levantamiento, y Tr el tiempo de recuperación que le sigue.

Tabla E6			
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	CORTO	MEDIO	LARGO
Intervalos	$T \leq 1h$ i $Tr \geq 1,2T$	$1 < T \leq 2h$ i $Tr \geq 0,3T$	$T > 2h$

Respecto a la valoración del riesgo, tal como ya se ha comentado al inicio de este manual, debe aplicarse la tabla de combinaciones que figura en el apartado 2.1.2. Así pues, en caso de que se detecte un riesgo moderado se considera necesario realizar un análisis más exhaustivo siguiendo alguno de los métodos específicos que se enumeran a continuación:

- **Guía técnica de manipulación manual de cargas elaborada por el INSHT¹. Disposición final del Real Decreto 487/1997.**
Método de aplicación limitada a situaciones de levantamiento manual

de carga en las que el peso de la carga sea > 3 kg, el levantamiento se haga de pie y en condiciones de trabajo muy similares (peso y posición de las cargas o frecuencias de manipulación), y en las que la manipulación manual de cargas sea el esfuerzo físico más importante. Se recomienda que, previamente, se consulte el manual en la página electrónica:
<http://www.mtas.es/insht/legislation/guiaspr.htm>

- **Ecuación de NIOSH revisada (NIOSH, 1994) para evaluar el levantamiento de cargas tanto para levantamientos simples como para levantamientos diferentes (tarea múltiple)².**

Método de aplicación limitada a situaciones de levantamiento manual de carga en las que la carga sea manipulada con ambas manos, se aplique la modalidad de índice simple si los levantamientos se realizan en condiciones de trabajo muy parecidas, o bien se elija la modalidad de índice compuesto en caso de multitarea. Se recomienda aplicar la parte de tareas de manipulación manual de cargas del método Ergo IBV^{2bis} de evaluación de riesgos laborales asociados a la carga física (Instituto de Biomecánica de Valencia, 1996), o utilizar el siguiente calculador en línea: http://www.ergonomia.cl/tools_ni_calc.html

- **Norma WAC 296-62-051. State of Washington. Department of Labor and Industries. Ergonomics Rule³.**
http://hsc.usf.edu/~tbernard/HollowHills/LiftLower_20.xls

En este punto, y con la información recogida, se procede a rellenar la ficha E2, incluida en el anexo E, tal como ya se ha explicado en el apartado 2.1.2.

2.2.2. Valoración estimada del riesgo derivado del transporte manual de cargas (E2)

2.2.2.1. Metodología de aplicación⁴

a) En el puesto de trabajo, deben medirse o registrarse los valores de los siguientes factores de riesgo:

- Por un lado: la distancia recorrida, la altura de sujeción de la carga y la frecuencia de transporte.
- Por otro lado: el sexo de la persona que realiza el transporte.

b) Una vez determinados dichos valores, se marcan en la tabla E7 siguiente, en la que se obtiene el peso máximo recomendado en kg que se puede transportar para conseguir un nivel de seguridad y salud en el 90% de población expuesta (P). En caso de tener que valorar distancias o frecuencias intermedias, deben interpolarse los valores de la tabla.

Tabla E7. VALORES DE PESO TRANSPORTADO RECOMENDADOS ⁴																							
ALTURA DE SUJECCIÓN DE LA CARGA		P	Distancia recorrida: 2,1m							Distancia recorrida: 4,3m							Distancia recorrida: 8,5m						
			UN TRANSPORTE CADA:							UN TRANSPORTE CADA:							UN TRANSPORTE CADA:						
			6s	12s	1min	2min	5min	30min	8h	10s	16s	1min	2min	5min	30min	8h	18s	24s	1min	2min	5min	30min	8h
Hombres	CODOS	90%	10	14	17	17	19	21	25	9	11	15	15	17	19	22	10	11	13	13	15	17	20
	CADERAS	90%	13	17	21	21	23	26	31	11	14	18	19	21	23	27	13	15	17	18	20	22	26
Mujeres	CODOS	90%	10	12	13	13	13	13	18	9	10	13	13	13	13	18	10	11	12	12	12	12	16
	CADERAS	90%	13	14	16	16	16	16	22	10	11	14	14	14	14	20	12	12	14	14	14	14	19

Los valores en gris de la tabla E7 deben considerarse ergonómicamente no tolerables en caso de que se deban de soportar durante 4 horas, ya que superan los límites fisiológicos. En estos casos, se considera que la evaluación debería completarse con un cálculo del consumo metabólico o una medición de la frecuencia cardíaca (E7 «Esfuerzo físico general», explicado en el apartado 2.2.5.).

Una vez obtenido el peso recomendado en la tabla E7, debe consultarse la columna de correcciones de sobrecarga de la tabla E8 para comprobar si se cumple alguna de las situaciones escritas en color **negro**. En caso afirmativo, debe aplicarse la reducción en % de peso correspondiente, teniendo en cuenta que, si se cumplen ambas a la vez, *sólo* debe aplicarse la condición más restrictiva. A continuación, se calcula el cociente entre el peso real de la carga transportada y el valor de peso recomendado, con lo que se obtiene el índice de manipulación manual de transporte (IT):

$$IT = \frac{\text{Peso real (kg)}}{\text{Peso recomendado según tablas (kg)}}$$

En caso de que interese efectuar el cálculo para otros percentiles de población

expuesta < 90%, o bien en caso de que se deba valorar una combinación de transporte y levantamiento de cargas, se recomienda aplicar la parte correspondiente de "Tareas de manipulación manual de cargas", del método Ergo IBV2bis^{2bis}.

2.2.2.2 Criterio de valoración

A partir del valor de este índice (IT), la valoración de la intensidad del riesgo derivado del transporte manual de cargas se ha establecido en 3 niveles de cuantificación (1, 2 y 3), tal como se puede comprobar en la tabla E8. Sin embargo, para obtener la cuantificación final debe comprobarse si se presenta alguna de las 3 situaciones escritas en **azul** en la columna de sobrecarga. En caso afirmativo, tanto si se presentan 1, 2 o las 3 situaciones citadas, deberá valorarse su incidencia en la puntuación final.

Tabla E8. VALORACIÓN DEL RIESGO DE TRANSPORTE MANUAL DE CARGAS				
PUNTUACIÓN SEGÚN LA EXIGENCIA DE CARGA FÍSICA SOPORTADA	1	2	3	CONDICIONES DE SOBRECARGA
Índice de manipulación manual para transporte (IT)	IT ≤ 0,75	0,76 < IT ≤ 1,25	IT ≥ 1,26	■ Si el transporte se realiza con una sola mano, o si se realiza fuera del plano sagital, o si la zona de sujeción de la carga es mala o dificulta la tarea, es preciso disminuir en un 15% el valor del peso límite obtenido en la tabla. ■ Si se transportan cajas pequeñas separadas del cuerpo, es preciso disminuir en un 50% el valor del peso límite de las tablas. ■ Si el apoyo de los pies no se realiza sobre un terreno firme y regular. ■ Si la persona expuesta no tiene experiencia o formación específica, o si se ha incorporado al lugar de trabajo después de un período largo de ausencia, o es menor, o tiene > 40 años. ■ Si alguna de las personas expuestas sufre alguna patología de la columna.

Una vez efectuado el cómputo total, la interpretación del grado de intensidad del riesgo se determina cuantitativamente a partir del criterio siguiente:

Tabla E9				
INTENSIDAD DEL RIESGO	INTENSIDAD BAJA	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD ELEVADA	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE
Puntuación	1	2	3	>3

En relación con el tiempo de exposición, se toman los períodos de la tabla siguiente, y se consideran como cómputo total de exposición a lo largo de toda la jornada.

Tabla E10			
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	CORTO	MEDIO	LARGO
Período	< 2h/jornada	2-4 h/jornada	> 4 h/jornada

Respecto a la valoración del riesgo, debe aplicarse la tabla de combinaciones que figura en el apartado 2.1.2 de esta parte del documento.

Además, si se detecta que alguna de las personas expuestas sufre alguna de las sensibilidades específicas que se reflejan en la lista de trabajadores con protección especial (apartado 2.1.2 de esta parte del documento), y que ésta puede tener alguna relación directa con las consecuencias para la salud de la exposición al riesgo derivado del transporte manual de materiales, el caso se debe valorar conjuntamente con los profesionales facultativos de la medicina del trabajo.

En este punto, y con la información recogida, se procede a rellenar la ficha E2, incluida en el anexo E, tal como ya se ha explicado en el apartado 2.1.2 de esta parte del documento.

2.2.3. Valoración estimada del riesgo derivado de empujar cargas o de tirar de ellas manualmente (E3)

2.2.3.1. Metodología de aplicación para empujar cargas ⁴

a) En el puesto de trabajo, deben medirse o registrarse los valores de los factores de riesgo siguientes:

- Inicialmente, medir la fuerza inicial (FI) y de mantenimiento (FM) real en kg. Se recomienda utilizar un dinamómetro.
- La distancia desplazada, la altura de agarre de la carga y la frecuencia de transporte.
- Por otro lado: determinar el sexo de la persona que realiza el transporte.

b) Una vez determinados dichos valores, se marcan en una de las 4 tablas siguientes, en función de la distancia recorrida, con el objetivo de obtener los valores de fuerza recomendados, tanto para iniciar el movimiento de empujar una carga (FI en las tablas E11 y E12 de la página siguiente) como para mantener este movimiento (FM en las tablas E13 y E14), para conseguir un nivel de seguridad y salud en el 90% de población expuesta (P). En caso de tener que valorar distancias o frecuencias intermedias, deben interpolarse los valores de la tabla.

Tabla E11. VALORES RECOMENDADOS DE FUERZA INICIAL (FI) PARA EMPUJAR (HOMBRE/MUJER), DISTANCIAS DE 2,1 A 15,2 m																							
ALTURA DEL ELEMENTO POR DONDE SE EMPUJA LA CARGA		P	Distancia recorrida: ≤ 2,1m							Distancia recorrida: 2,2 a 7,6m							Distancia recorrida: 7,7 a 15,2m						
			UN TRANSPORTE CADA:							UN TRANSPORTE CADA:							UN TRANSPORTE CADA:						
			6s	12s	1min	2min	5min	30min	8h	15s	22s	1min	2min	5min	30min	8h	25s	35s	1min	2min	5min	30min	8h
Hombres (FI)	CADERAS	90%	19	22	24	24	25	26	31	13	14	20	20	21	21	26	15	17	19	19	20	20	24
	CODOS	90%	21	24	26	26	28	28	34	16	18	23	23	25	25	30	18	21	22	22	23	24	28
	HOMBROS	90%	20	22	25	25	26	26	31	14	16	21	21	22	22	26	16	18	19	19	20	21	25
Mujeres (FI)	CADERAS	90%	11	12	14	14	16	17	18	11	12	14	14	16	16	17	9	11	12	12	13	14	15
	CODOS	90%	14	15	17	18	20	21	22	14	15	16	17	19	19	21	11	13	14	14	16	16	17
	HOMBROS	90%	14	15	17	18	20	21	22	15	16	16	16	18	19	20	12	14	14	14	15	16	17

Tabla E12. VALORES RECOMENDADOS DE FUERZA INICIAL (FI) PARA EMPUJAR (HOMBRE/MUJER), DISTANCIAS DE 15,3 A 61 m																
ALTURA DEL ELEMENTO POR DONDE SE EMPUJA LA CARGA		P	Distancia recorrida: 15,3 a 30,5m					Distancia recorrida: 30,6 a 45,7m					Distancia recorrida: 45,8 a 61m			
			UN TRANSPORTE CADA:					UN TRANSPORTE CADA:					UN TRANSPORTE CADA:			
			1min	2min	5min	30min	8h	1min	2min	5min	30min	8h	2min	5min	30min	8h
Hombres (FI)	CADERAS	90%	14	16	19	19	23	12	14	16	16	20	12	14	14	17
	CODOS	90%	17	19	22	22	27	14	16	19	19	23	14	16	16	20
	HOMBROS	90%	15	16	19	19	24	13	14	16	16	20	12	14	14	18
Mujeres (FI)	CADERAS	90%	11	12	12	13	15	11	12	12	13	15	10	11	12	13
	CODOS	90%	12	14	15	16	18	12	14	15	16	18	12	13	14	16
	HOMBROS	90%	12	13	14	15	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15

ALTURA DEL ELEMENTO POR DONDE SE EMPUJA LA CARGA		P	Distancia recorrida: ≤ 2,1m							Distancia recorrida: 2,2 a 7,6m							Distancia recorrida: 7,7 a 15,2m						
			UN TRANSPORTE CADA:							UN TRANSPORTE CADA:							UN TRANSPORTE CADA:						
			6s	12s	1min	2min	5min	30min	8h	15s	22s	1min	2min	5min	30min	8h	25s	35s	1min	2min	5min	30min	8h
Hombres (FM)	CADERAS	90%	10	13	16	16	18	19	23	8	10	12	13	14	15	18	8	10	11	11	12	13	15
	CODOS	90%	10	13	16	17	19	19	23	8	10	13	13	15	15	18	8	10	11	12	13	13	16
	HOMBROS	90%	10	13	15	16	18	18	22	8	9	13	13	15	16	18	8	9	11	12	13	14	16
Mujeres (FM)	CADERAS	90%	5	6	8	8	9	9	12	6	7	7	7	8	9	11	5	6	6	6	7	7	9
	CODOS	90%	6	7	9	9	10	11	13	6	7	8	8	9	9	11	5	6	6	7	7	8	10
	HOMBROS	90%	6	8	10	10	11	12	14	6	7	7	7	8	9	11	5	6	6	6	7	7	9

ALTURA DEL ELEMENTO POR DONDE SE EMPUJA LA CARGA		P	Distancia recorrida: 15,3 a 30,5m					Distancia recorrida: 30,6 a 45,7m					Distancia recorrida: 45,8 a 61m			
			UN TRANSPORTE CADA:					UN TRANSPORTE CADA:					UN TRANSPORTE CADA:			
			1min	2min	5min	30min	8h	1min	2min	5min	30min	8h	2min	5min	30min	8h
Hombres (FM)	CADERAS	90%	8	9	11	13	15	7	8	9	11	13	7	8	9	10
	CODOS	90%	8	10	12	13	16	7	8	9	11	13	7	8	9	11
	HOMBROS	90%	8	10	12	13	16	7	8	10	11	13	7	8	9	11
Mujeres (FM)	CADERAS	90%	5	6	6	6	8	5	5	5	6	7	4	4	4	6
	CODOS	90%	5	6	6	7	9	5	6	6	6	8	4	4	5	6
	HOMBROS	90%	5	6	6	6	8	5	5	5	6	8	4	4	4	6

Los valores en gris reflejados en las tablas E13 y E14, ambas relacionadas con la fuerza de mantenimiento (FM), deben considerarse ergonómicamente no tolerables en caso de que se soporten durante 4 horas, puesto que superan los límites fisiológicos. En estos casos, se considera que la evaluación debería completarse con un cálculo del consumo metabólico o una medición de la frecuencia cardíaca (E7 «Esfuerzo físico general», explicado en el apartado 2.2.5).

En el caso de que los valores recomendables obtenidos no se encuentren en ninguna de las situaciones citadas en el párrafo anterior, se calcula el cociente entre la fuerza real inicial o de mantenimiento ejercida y el valor recomendado según las tablas, con lo que se obtienen 2 índices de empuje (IP): el inicial y el de mantenimiento.

$$IP = \frac{\text{Fuerza inicial o de mantenimiento real (kg)}}{\text{Fuerza inicial o de mantenimiento recomendada según tablas (kg)}}$$

En caso de que interese efectuar el cálculo para otros percentiles de población expuesta < 90%, o en caso de que se deba valorar una combinación de desplazamientos (empujar/tirar), se recomienda aplicar la parte correspondiente de "Tareas de manipulación manual de cargas" del método Ergo IBV ^{2bis}.

Tabla E15. VALORACIÓN DEL RIESGO DE EMPUJAR CARGAS MANUALMENTE				
PUNTUACIÓN	1	2	3	CONDICIONES DE SOBRECARGA
Índice de manipulación manual para empujar (IP)	$IP \leq 0,75$	$0,76 < IP \leq 1,25$	$IP \geq 1,26$	■ Si durante el recorrido se deben salvar desniveles $> 1\%$ (rampas) o escalones. ■ Si el apoyo de los pies no se realiza sobre un terreno firme y regular. ■ Si la persona expuesta no tiene experiencia o formación, o se ha incorporado al lugar de trabajo después de un período largo de ausencia, o es menor, o tiene > 40 años. ■ Si alguna persona expuesta sufre alguna patología de la columna. ■ Si el desplazamiento se realiza con una sola mano o fuera del plano sagital.

2.2.3.2. Criterio de valoración

Una vez obtenidos los valores de los índices (IP) inicial y de mantenimiento, se utilizará el más alto. A continuación, la valoración de la intensidad del riesgo derivado de empujar cargas manualmente se ha establecido en 3 niveles de cuantificación (1, 2 y 3), tal como se puede comprobar en la tabla E15. Sin embargo, para poder obtener el valor de riesgo final, antes debe comprobarse si se cumple alguna de las situaciones que figuran en la columna de sobrecarga, ya que, en este caso, debe sumarse 1 punto al valor de la columna en la que habíamos determinado el valor del índice IP. Una vez hecho el cómputo total, la interpretación del grado de intensidad del riesgo se determina cuantitativamente a partir del criterio siguiente:

Tabla E16				
INTENSIDAD DEL RIESGO	INTENSIDAD BAJA	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD ELEVADA	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE
Puntuación	1	2	3	> 3

En relación al tiempo de exposición, se toman los períodos de la tabla siguiente, considerándolos como el cómputo total de exposición a lo largo de toda la jornada.

Tabla E17			
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	CORTO	MEDIO	LARGO
Intervalos	< 2 h/jornada	2-4 h/jornada	> 4 h/jornada

Respecto a la valoración del riesgo, es preciso aplicar la tabla de combinaciones que figura en el apartado 2.1.2. Además, si se detecta que alguna de las personas expuestas sufre alguna de las sensibilidades específicas que se reflejan en la lista de trabajadores con protección especial (apartado 2.1.2 de esta parte del documento), y que ésta puede tener alguna relación directa con las consecuencias para la salud de la exposición al riesgo derivado de empujar cargas manualmente, el caso se

debe valorar conjuntamente con los profesionales facultativos de la medicina del trabajo. En este punto, y con la información recopilada, se procede a rellenar la ficha E2, incluida en el anexo E, tal como ya se ha explicado en el apartado 2.1.2 de este manual.

2.2.3.3. Metodología de aplicación para tirar de cargas ⁴

Los valores a aplicar son los mismos que para empujar cargas, teniendo en cuenta que la fuerza inicial para tirar (FI) es un 13% inferior a la FI correspondiente para empujar en las mismas condiciones de trabajo, y la fuerza de mantenimiento para tirar (FM) es un 20% inferior a la FM correspondiente para empujar en las mismas condiciones de trabajo.

2.2.4. Valoración estimada del riesgo derivado de la exposición a posturas forzadas (E4), movimientos repetitivos (E5) y esfuerzo muscular localizado mantenido (E6)

Riesgo probablemente existente en la ejecución de trabajos básicamente estáticos que implican movimientos similares y continuos de las mismas extremidades, movimientos rápidos y de amplitud reducida, procesos de trabajo repetidos con ciclos de operación cortos y definidos o actividades en las que falta tiempo de recuperación a lo largo de cada hora de trabajo efectivo.

2.2.4.1. Metodología de aplicación ^{3, 5, 6, 7, 8}

a) En el puesto de trabajo deben medirse o registrarse los valores reales que adoptan los parámetros reflejados en las tablas E19, E20 y E21, a partir de las cuales se obtiene el valor de la intensidad del riesgo derivado de la exposición a posturas forzadas, movimientos repetitivos o esfuerzo muscular localizado mantenido, respectivamente. Sin embargo, en caso de que se identifique que, en el sistema de trabajo, se presenta alguna de las condiciones de trabajo reflejadas en la tabla E18, debe considerarse el riesgo como ergonómicamente no tolerable y, por lo tanto, es preciso corregir la situación de inmediato.

Tabla E18. SITUACIONES DE RIESGO ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE

Brazos y hombros	■ Si las manos están por encima de la cabeza, o si los codos están por encima de los hombros durante > 4 horas/día.
	■ Si se levantan repetidamente las manos por encima de la cabeza, o el codo por encima del hombro > 1 vez/minuto, durante > 4 horas/día.
	■ Si se mantienen los hombros estáticamente encogidos o elevados, o bien adoptan esta posición con una repetitividad ≥ 2 movimientos/minuto.
Manos y muñecas	■ Si se sujeta en pinza un objeto ≥ 1 kg, sin apoyo o haciendo una fuerza ≥ 2 kg (similar a coger un paquete de 500 folios de papel) > 4 horas/día.
	■ Si se sujeta en pinza un objeto ≥ 1 kg, sin apoyo o haciendo una fuerza ≥ 2 kg y, además, las muñecas están flexionadas $\geq 30^\circ$, en extensión $\geq 45^\circ$, o en desviación cubital $\geq 30^\circ$, > 3 horas/día.
	■ Si se coge un objeto ≥ 3 kg, sin apoyo o haciendo una fuerza ≥ 5 kg, y se tienen las muñecas flexionadas $\geq 30^\circ$, o en extensión $\geq 45^\circ$, o en desviación cubital $\geq 30^\circ$, > 3 horas/día.
	■ Si las manos cogen un objeto ≥ 3 kg, sin ningún apoyo, o hacen una fuerza ≥ 5 kg, con una repetitividad de movimientos > 3 horas/día.
	■ Si las manos cogen un objeto ≥ 3 kg, sin ningún apoyo, o hacen una fuerza ≥ 5 kg durante > 4 horas/día.
	■ Si las muñecas están en flexo-extensión mientras se está haciendo un agarre de fuerza.
	■ Si la base de la palma de la mano se usa como martillo > 60 veces/hora o > 1 vez/minuto, durante > 2 horas/día.
	■ Si las muñecas o las manos adoptan la misma postura o movimiento con poca variación, cada pocos segundos (excepto actividades de atornillar), > 6 horas/día.
	■ Si las muñecas o las manos adoptan la misma postura o movimiento con poca variación, cada pocos segundos (excepto actividades de atornillar), > 2 horas/día y, además, las muñecas están flexionadas $\geq 30^\circ$, o en extensión $\geq 45^\circ$, o en desviación cubital $\geq 30^\circ$, y se ejerce una fuerza elevada con las manos.
Cuello	■ Si se ejecuta la acción de atornillar de forma intensa durante ≥ 7 horas/día.
	■ Si se ejecuta la acción de atornillar de forma intensa con las muñecas flexionadas $\geq 30^\circ$, o en extensión $\geq 45^\circ$, o en desviación cubital $\geq 30^\circ$, ≥ 4 horas/día.
Tronco	■ Si se mantiene el cuello inclinado > 45° sin ningún apoyo o sin la posibilidad de cambiar de postura > 4 horas/día.
	■ Si se inclina la espalda > 30° sin ningún apoyo o sin la posibilidad de cambiar de postura > 4 horas/día.
	■ Si se inclina la espalda > 45° sin ningún apoyo o sin la posibilidad de cambiar de postura > 2 horas/día.
	■ Si la espalda está en extensión > 60° sin apoyo.
Piernas y rodillas	■ Si, estando sentado, no se puede mantener la lordosis lumbar (falta un respaldo o debe mantenerse un ángulo cerrado de las caderas) > 4 horas/día.
	■ Si se está en cuclillas > 4 horas/día, o arrodillado sobre una superficie dúctil, adaptable o flexible > 4 horas/día, o sobre una superficie dura > 2 horas/día.
	■ Si las rodillas se usan como martillo > 60 veces/hora o > 1 vez/minuto durante > 2 horas/día

b) Para las situaciones de riesgo que no respondan a ninguna de las valoraciones de riesgo ergonómicamente no tolerable anteriores, deben medirse o registrarse los valores de postura forzada o desviación articular

que pueda adoptar cada extremidad (tabla E19), la repetitividad de los movimientos (tabla E20), el grado de intensidad y la duración del esfuerzo o la fuerza mantenida (tabla E21).

Tabla E19. VALORACIÓN DEL RIESGO DE POSTURA FORZADA O DESVIACIÓN					
PUNTUACIÓN	1	2	3	4	CORRECCIONES POSTURALES POR EXTREMIDAD
Brazos y hombros	Flexión 0-20°	Flexión 20-45°	Flexión 45-90°	Flexión > 90° En extensión	+1 si los hombros están elevados. +1 si los brazos están en abducción o rotación. -1 si hay apoyo o si los brazos cuelgan (a favor de la gravedad).
Antebrazos	Flexión 90-100° Extensión 90-60°	Flexión > 100° Extensión 60-0°		Flexión extrema ≈ 145° Pronación/supinación	+1 si cruzan la línea media del cuerpo o se desvían hacia fuera del cuerpo.
Manos y muñecas	Flexión 0° Extensión 0°	Flexión ≤ 15° Extensión ≤ 15°	Flexión > 15° Extensión > 15°	Flexión extrema 85-95° Extensión extrema 54-85°	+1 si hay pronación/supinación. +1 si hay desviación lateral o giro. +1 si el agarre es en pinza, palmar o en gancho. +1 si los dedos están en gatillo.
Cuello	Flexión ≤ 10°	Flexión 10-20° Flexión > 20°, pero con reposacabezas	Flexión > 20-25°	Flexión > 25°, sin apoyo total del tronco Extensión	+1 si el cuello está girado, en torsión o inclinado lateralmente.
Tronco	Sentado manteniendo la lordosis lumbar De pie y erecto	Flexión 0-20° Extensión 0-20°	Flexión > 20-60° Extensión > 20° y con apoyo	Flexión > 60° Extensión > 20° y sin apoyo Sentado pero sin poder mantener la lordosis lumbar	+1 si el tronco está en torsión o inclinado lateralmente.
Piernas y rodillas	Sentado con las rodillas 90-135° De pie con reposanalgas	Sentado, con las rodillas < 90° y respaldo de inclinación regulable De pie, con apoyo bilateral uniforme < 50% jornada	De pie > 50% jornada o sobre una sola pierna o en postura inestable En cuclillas o con flexión de las rodillas 30-60°	Arrodillado Sentado con un ángulo de rodillas < 90° o 90-135° y sin respaldo inclinable para el tronco	+1 si las rodillas están flexionadas > 60° (excepto postura apoyada).
					PUNTUACIÓN DE POSTURA FORZADA O DESVIACIÓN ARTICULAR

c) Una vez valoradas todas las extremidades, debe sumarse la puntuación total de cada columna y añadirle la puntuación correspondiente de la columna de correcciones posturales por extremidad. Este sistema se debe repetir para

los riesgos de repetitividad (tabla E20) y de esfuerzo muscular (tabla E21), incluidas las correcciones de sobrecarga, para lo que se suma 1 punto a la puntuación total.

Tabla E20. VALORACIÓN DEL RIESGO DE REPETITIVIDAD DE LOS MOVIMIENTOS

PUNTUACIÓN	1	2	3	4	CORRECCIONES DE SOBRECARGA
Repetitividad	< 1 mov./min o ciclo > 90 s	1-5 mov./min o ciclo 60-90 s	6-15 mov./min o ciclo 30-60 s	> 15 mov./min o ciclo < 30 s	Si se está expuesto a vibraciones o a temperaturas bajas*. Si se usan las extremidades con movimientos bruscos, desviaciones extremas, presión con tejidos blandos o fuerza. Si se padece un esfuerzo muscular elevado o se adoptan posturas forzadas.
					PUNTUACIÓN DE REPETITIVIDAD

* En caso de que se haya detectado una exposición importante a vibraciones, es preciso completar la evaluación con la valoración de los riesgos de vibraciones en el cuerpo entero y el conjunto mano-brazo, tratados en los apartados 2.2.6 y 2.2.7 de este documento.

* En caso de que se haya detectado una exposición a temperaturas bajas, es preciso completar la evaluación con la correspondiente valoración del riesgo higiénico.

Tabla E21. VALORACIÓN DEL RIESGO DE ESFUERZO MUSCULAR LOCALIZADO

PUNTUACIÓN		1	2	3	4	CORRECCIONES DE SOBRECARGA
Intensidad del esfuerzo	FCM* ≤ 20% ^b Borg ≤ 2	21 ≤ FCM ≤ 29% Borg 3-4	30 ≤ FCM ≤ 49% Borg 5-7	FCM > 49% Borg > 7	Si la temperatura es elevada*. Si se mantiene una postura asimétrica o un agarre forzado. Si hay poca o ninguna posibilidad de cambiar de postura. Si alguna persona sufre estresores laborales importantes*. Si la tarea se realiza en el turno nocturno*.	
Duración del esfuerzo mantenido	< 6 s	6-19 s	20-30 s	> 30 s		

ESCALA DE PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO DE BORG REVISADA		CONCEPTO	FCM EQUIVALENTE (%)
0		Esfuerzo nulo	0
0,5		Esfuerzo poco perceptible	5
1		Esfuerzo muy ligero	10
2		Esfuerzo ligero	20
3		Esfuerzo moderado	30
4		Esfuerzo ligeramente duro	40
5 i 6		Esfuerzo pesado	50-60
7, 8 i 9		Esfuerzo muy duro	70-80-90
10		Esfuerzo extremadamente duro (máximo)	100

PUNTUACIÓN DE ESFUERZO FÍSICO / FUERZA MUSCULAR

* FCM: fuerza de contracción muscular máxima. Valor que se puede registrar con un dinamómetro de mano considerando el valor de fuerza ejercido durante los primeros 4 segundos desde el inicio de la contracción.

* Si la temperatura es elevada, la sangre fluye a la periferia para evacuar el calor y se dificulta la evacuación del ácido láctico.

* En caso de que se hayan detectado factores estresores importantes, es preciso repasar la evaluación de riesgos psicosociales.

* Durante las horas nocturnas, las fibras musculares tienen una capacidad de fuerza menor, y también un tiempo de

recuperación mayor.

b La percepción del esfuerzo establecida a partir de la tabla revisada de Borg⁷: método psicofísico que consiste en una escala de 12 valores que responden a una percepción de la sensación de incomodidad o fatiga experimentada durante la ejecución de la tarea. Además, esta escala mantiene una equivalencia lineal con la fuerza de contracción máxima equivalente.

Además, recordar que, si se detecta que alguna de las personas expuestas sufre alguna de las sensibilidades específicas que se reflejan en la lista de trabajadores con protección especial (apartado 2.1.2 de esta parte del documento), y que ésta puede tener alguna relación directa con las consecuencias para la salud de la exposición al riesgo derivado de la exposición a posturas forzadas, la repetitividad o el esfuerzo muscular mantenido, el caso se debe valorar conjuntamente con los profesionales facultativos de la medicina del trabajo.

2.2.4.2. Criterio de valoración

Una vez realizado el cómputo total para cada uno de los 3 riesgos, la interpretación del grado de intensidad se determina a partir de los criterios siguientes:

Tabla E22. POSTURA FORZADA O DESVIACIÓN ARTICULAR				
INTENSIDAD DEL RIESGO	INTENSIDAD BAJA	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD ELEVADA	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE
Puntuación	6-11	12-18	19-24	> 24

Tabla E23. REPETITIVIDAD DE MOVIMIENTO				
INTENSIDAD DEL RIESGO	INTENSIDAD BAJA	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD ELEVADA	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE
Puntuación	1	2-3	4	> 4

Tabla E24. ESFUERZO MUSCULAR				
INTENSIDAD DEL RIESGO	INTENSIDAD BAJA	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD ELEVADA	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE
Puntuación	2-3	4-6	7-8	> 8

En relación con el tiempo de exposición, se toman los intervalos de la tabla siguiente:

Tabla E25			
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	CORTO	MEDIO	LARGO
Intervalos	< 1 h/jornada	1-4 h/jornada	> 4 h/jornada

Respecto a la valoración del riesgo, tal como ya se ha comentado en el inicio de este manual, debe aplicarse la tabla de combinaciones que figura en el apartado 2.1.2. Así pues, en el caso de que se detecte un riesgo moderado, se considera necesario realizar un análisis más exhaustivo siguiendo alguno de los métodos específicos que se indican a continuación:

- **Método Ergo IBV^{2bis}**: método de evaluación de riesgos laborales asociados a la carga física (Instituto de Biomecánica de Valencia, 1996). Apartados de tareas repetitivas de un miembro superior con ciclos de trabajo definidos, y también tareas con posturas forzadas.
- **Método RULA⁹**: método destinado a valorar los factores de riesgo de las desviaciones articulares, el esfuerzo o la fuerza y la repetitividad para las extremidades siguientes: brazos, antebrazos, muñecas, hombros, cuello, tronco y piernas. Respecto al ámbito de aplicación, se recomienda limitarlo a trabajos repetitivos en posición sentada.
 - Fichas de campo en la dirección siguiente: http://www.dpi.upv.es/edpi/edpi-rula-niosh-lest-jsi_mas.htm
 - Calculador en línea (en inglés): <http://www.ergonomics.co.uk/Rula/Ergo>
- **Método REBA⁶**: método destinado a valorar los factores de riesgo de las desviaciones articulares, el esfuerzo o la fuerza y la repetitividad para las extremidades siguientes: brazos, antebrazos, muñecas, hombros, cuello, tronco y piernas. Respecto al ámbito de aplicación, se puede aplicar a cualquier actividad, incluso a las actividades en las que los objetos que se tienen que manipular son imprevisibles (personas, animales), o si las condiciones de trabajo son muy variables (almacenes).
 - Fichas de campo (en inglés) en la dirección siguiente: http://www.ergonomia.cl/tools_reba.html
- **Método OWAS¹⁰**: método destinado a valorar el esfuerzo postural de cuerpo entero. A pesar de que el ámbito de aplicación se puede generalizar, la fiabilidad puede disminuir en operaciones de tipo repetitivo o de esfuerzo mantenido localizado en extremidades superiores, cuello y hombros.
 - <http://www.semec.org.mx/v3/semec/congreso/owas.pdf>
 - <http://www.upctools.com>
- **Método Job Strain Index (JSI)¹¹**: método destinado a valorar los factores de riesgo de las desviaciones articulares, el esfuerzo o la fuerza y la repetitividad para las extremidades distales siguientes: manos y muñecas. Respecto al ámbito de aplicación, se recomienda limitarlo a trabajos repetitivos en posición sentada.
 - Fichas de campo en la dirección siguiente: http://www.dpi.upv.es/edpi/edpi-rula-niosh-lest-jsi_mas.htm
- **Método Check-list OCRA¹²**: método destinado a valorar tareas con movimientos repetitivos del conjunto mano-muñeca-brazo con ciclos de

trabajo cortos. La fiabilidad disminuye en el caso de las tareas con posturas estáticas o prolongadas.

- Metodología: http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_629.htm
- <http://www.upctools.com>

2.2.5. Valoración estimada del esfuerzo físico general (E7)

Riesgo probablemente existente en el caso de que, durante la mayor parte de la jornada, se ejecuten trabajos que requieran: mantenimiento de posturas estáticas, adopción de posturas alejadas de la postura de confort de las extremidades, ejecución de trabajos dinámicos, manipulación manual de cargas, exposición a niveles elevados de factores ambientales termohigrométricos o de ruido o exposición a factores psicológicos relacionados con el estrés.

2.2.5.1. Metodología de aplicación ^{7, 13, 14, 15, 16, 17, 18}

Es preciso determinar cuál es el valor del esfuerzo fisiológico o la carga energética que conlleva la ejecución de la tarea para la persona. Concretamente, este valor se puede determinar de 3 formas que, por orden de preferencia y fiabilidad, son las siguientes:

a) Medir el gasto energético directamente en la persona registrando su frecuencia cardíaca con un pulsómetro, es decir, un aparato que recoge periódicamente las pulsaciones cardíacas mediante un transductor en forma de banda torácica y un reloj digital como elemento de almacenamiento de datos. Con este sistema, la interferencia en la actividad laboral de la persona es mínima.

b) Calcular el gasto metabólico de la persona durante la ejecución de su actividad, lo que se realiza con un análisis del esfuerzo físico exigido, las posturas adoptadas y el tiempo de exposición.

Una vez obtenidos estos valores, el cálculo metabólico se ejecuta a partir de la estimación de la actividad propuesta por la norma UNE 28996:1995¹³. Concretamente, este cálculo puede realizarse de las siguientes formas:

- Manualmente, utilizando las tablas de la norma adaptadas a la Norma técnica de prevención (NTP) 323¹⁶, editada por el INSHT y accesible en la web: http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_323.htm
Es preciso tener presente que algunas tablas no incluyen el consumo metabólico basal.
- También se puede utilizar el calculador de la página electrónica que se indica a continuación, en la que tampoco se incluye el consumo metabólico basal: <http://hsc.usf.edu/~tbernard/HollowHills/EstMetRate21.xls>

c) Aplicar los valores orientativos de niveles energéticos proporcionados en las tablas de la norma UNE indicada, clasificados por tipo de actividad o profesión. Si se utiliza esta opción, se comete un error importante que puede alcanzar el 35%; por tanto, los valores no dejan de ser orientativos.

2.2.5.2. Criterio de valoración

Una vez medido o calculado el esfuerzo físico, la valoración de la intensidad de este esfuerzo, reflejada en las columnas de la tabla E28, se ha clasificado a partir de la combinación de 5 criterios:

- **Frecuencia cardíaca media de trabajo (FCM)**^{17, 18}, contabilizada en pulsaciones por minuto (p/min).
- **Consumo metabólico de trabajo (MT)**¹⁴, determinado en forma de calorías consumidas a lo largo de la jornada (kcal/j) o por minuto (kcal/min), en función del tiempo de exposición.
- **Capacidad aeróbica máxima (CAM)**¹³ o frecuencia cardíaca máxima, valor que se puede determinar o bien considerando un valor CAM de 170 p/min o bien a partir del resultado obtenido de aplicar la ecuación siguiente:
$$\text{CAM} = 220 - \text{edad, para los hombres.}$$
$$\text{CAM} = 226 - \text{edad, para las mujeres.}$$
- **Método de Brouha**¹⁵ o índice de recuperación cardíaca, que determina la capacidad de recuperación y, por tanto, la penosidad de la tarea. La interpretación de este método se obtiene aplicando las ecuaciones siguientes, donde P1, P2 y P3 son la medida de la frecuencia cardíaca obtenida al cabo de 1 minuto (P1), 2 minutos (P2) y 3 minutos (P3), respectivamente, tras haber finalizado la tarea. Concretamente:
 - Brouha 1: si $P1 - P3 \geq 10$, y P1, P2 i P3 son próximos a 90 p/min, la recuperación es normal (riesgo leve).
 - Brouha 2: si $P1 \leq 110$, y $P1 - P3 \geq 10$, el gasto energético no es excesivo (riesgo moderado).
 - Brouha 3: si $P1 - P3 < 10$, y $P3 > 90$, la recuperación es inadecuada para la tarea requerida y puede originar fatiga (riesgo grave).
- Por último, también se ha utilizado la **escala de percepción del esfuerzo de Borg**⁷: método psicofísico que consiste en una escala de 15 valores que responden a una percepción de la sensación de incomodidad o fatiga experimentada durante la ejecución de la tarea. Además, esta escala mantiene una equivalencia lineal con la frecuencia cardíaca.

Tabla E26. ESCALA DE PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO DE BORG		
ESCALA DE PERCEPCIÓN DEL ESFUERZO	CONCEPTO	FRECUENCIA CARDIACA EQUIVALENTE (p/min)
6	Sin esfuerzo	60
7 i 8	Esfuerzo extremadamente ligero	70-80
9 i 10	Esfuerzo muy ligero	90-100
11 i 12	Esfuerzo ligero	110-120
13 i 14	Esfuerzo un poco duro	130-140
15 i 16	Esfuerzo duro (pesado)	150-160
17 i 18	Esfuerzo muy duro	170-180
19	Esfuerzo extremadamente duro	190
20	Esfuerzo máximo	200

En relación con el tiempo de exposición, se toman los períodos de la tabla siguiente como cómputo total a lo largo de la jornada:

Tabla E27				
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	CORTO	MEDIO	LARGO	JORNADA COMPLETA
Período	< 1 h/jornada	1-4 h/j	5-7 h/j	≥ 8 h

Puesto que estamos tratando un riesgo que se puede medir, como se ha comentado al inicio, su valoración se realizará a partir de la combinación de intensidad y tiempo de exposición establecida en la tabla E28, donde, previamente, será preciso comprobar si se detecta la existencia de alguno de los factores listados en la zona sombreada de la columna de correcciones de sobrecarga. Por otro lado, si se detecta que alguna de las personas expuestas sufre alguna de las sensibilidades específicas que se reflejan en la lista de trabajadores con protección especial (apartado 2.1.2), y que ésta puede tener alguna relación directa con las consecuencias para la salud de la exposición a un esfuerzo físico laboral, la valoración del riesgo final deberá realizarse conjuntamente con los profesionales facultativos de la medicina del trabajo.

En el caso de que se detecte un riesgo moderado, se considera necesario medir la frecuencia cardiaca con un pulsómetro en las condiciones reales de trabajo, y aplicar uno de los métodos de valoración siguientes ^{17, 18}:

- Método Chamoux para exposiciones largas de 8 horas.
- Método Frimat para fases cortas de trabajo.

Ambos se pueden consultar en la norma técnica de prevención NTP 295, editada por el INSHT y accesible en la siguiente página electrónica:

http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_295.htm

Tabla E28. VALORACIÓN DEL RIESGO DE ESFUERZO FÍSICO GENERAL A PARTIR DE LA INTENSIDAD Y EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN					
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	RIESGO LEVE	RIESGO MODERADO	RIESGO GRAVE	RIESGO ERGONÓMICO NO TOLERABLE	CORRECCIONES DE SOBRECARGA Y FACTORES DE RIESGO ANADIDOS
Jornada completa	MT < 1200 kcal/j FCM < 88 p/min	1200 ≤ MT ≤ 1499 88 ≤ FCM ≤ 94	1500 ≤ MT ≤ 2000 95 ≤ FCM ≤ 104	MT > 2000 FCM > 104 o FCM > FCMmáx*-25	Para las mujeres, MT se considerará un 30-35% inferior.
Largo	MT < 2,5 kcal/min FCM < 75 p/min	2,5 ≤ MT ≤ 3,1 76 ≤ FCM ≤ 87	3,2 ≤ MT ≤ 4,2 88 ≤ FCM ≤ 95	MT > 4,2 FCM > 95 o FCM > FCMmáx-25	A los valores de FCM para períodos largos y medios se ha de sumar 10-15 p/min para mujeres.
Medio	MT < 5 kcal/min FCM < 100 p/min	5 ≤ MT ≤ 7,5 100 ≤ FCM ≤ 120	7,6 ≤ MT ≤ 12,5 121 ≤ FCM ≤ 160	MT > 12,5 FCM > 160 o FCM > FCMmáx-25	En condiciones de calor o frío**.
Corto	MT < 7,5 kcal/min FCM < 125 p/min	7,5 ≤ MT ≤ 10 125 ≤ FCM ≤ 130	10,1 ≤ MT ≤ 12,5 131 ≤ FCM ≤ 170	MT > 12,5 FCM > 170 o FCM > FCMmáx-25	Si se lleva ropa pesada.
Independiente del tiempo de exposición	CAM < 25% Brouha 1 Borg 6-9	25% ≤ CAM ≤ 50% Brouha 2 Borg 10-12	51% ≤ CAM ≤ 75% Brouha 3 Borg 13-16	CAM > 75% Borg > 16	Si la tarea se realiza en turno nocturno. Problemas cardiovasculares. Exposición a estresores laborales importantes***.

* FCMmáx = 220 – edad

** En condiciones de calor se puede esperar un incremento del MT de 5-10 w/m² y para condiciones de frío se puede esperar un incremento máximo de 200 w/m² causado por los escalofríos.

*** En este caso, es preciso revisar la evaluación de riesgos psicosociales.

2.2.6. Valoración estimada del riesgo por exposición a vibraciones de cuerpo entero (E8)

Riesgo que existe, probablemente, cuando el cuerpo de la persona está expuesto a vibraciones con un rango de frecuencias entre 1 y 80 Hz, rango considerado particularmente perjudicial por las consecuencias que tiene para la columna vertebral, como lumbalgias o traumatismos. Concretamente, esta situación se puede presentar:

- Si, durante gran parte de la jornada, se conducen camiones, vehículos o maquinaria de obras públicas, maquinaria pesada que transmita vibraciones a través del suelo, vehículos industriales, vehículos de transporte urbano, carretillas automotrices de manutención, tractores y otras máquinas agrícolas. En este caso, las vibraciones se transmiten al cuerpo a través del asiento o de las manos.
- Si, durante gran parte de la jornada, se trabaja cerca de máquinas, como prensas o generadoras de impactos transmitidos a la estructura del edificio. En este caso, las vibraciones se transmiten al cuerpo a través de los pies.

Como dato orientativo, a continuación se proporciona una tabla con una relación de equipos de trabajo o vehículos que vibran en un rango de frecuencias 1-80 Hz.

EQUIPO DE TRABAJO	FRECUENCIAS DE VIBRACIÓN (Hz)	CONSECUENCIAS PARA EL CUERPO HUMANO
Carretillas elevadoras de manutención (CAM) 1-5 toneladas	4-6	Máxima sensibilidad de la persona a 3-8 Hz (se produce resonancia interna. La zona abdominal es la más afectada).
CAM 5-10 toneladas	3-4	
CAM > 10 toneladas	2-3	
Maquinaria y vehículos de obras	1-15	Columna (lumbalgias), cervicales, aparato digestivo y cardiovascular.
Maquinaria pesada que transmite vibraciones a través del suelo (prensas, plegadoras, etc.)		
Vehículos de transporte urbano		
Tractores. Máquinas agrícolas		

2.2.6.1. Metodología de aplicación ^{19, 20, 20bis}

Se trata de determinar cuál es el valor de la aceleración en m/s^2 que propaga el equipo de trabajo o el vehículo, en forma de vibraciones, a la parte del cuerpo que está en contacto con el mismo, tanto si la persona está de pie como sentada. Concretamente, este valor se puede determinar de 3 maneras que, por orden de preferencia y fiabilidad, son las siguientes:

- A. Medir el nivel de vibración con un acelerómetro, ubicando los sensores lo más cerca posible de la zona de contacto entre la superficie transmisora de la vibración (suelo o asiento) y la parte del cuerpo expuesta.
- B. Requerir al fabricante o al distribuidor del equipo de trabajo o del vehículo el valor de la aceleración que generan.
Tener presente que si se utiliza esta opción se comete un error importante por el hecho de que los valores no son representativos del uso real del equipo en el puesto de trabajo. Por tanto, estos valores no se pueden utilizar como preventivos, ya que, entre otras, no contemplan:
 - La manera de utilizar el equipo o el vehículo (velocidad, revoluciones, postura adoptada, ritmo de trabajo).
 - El nivel de fricción o resistencia derivado del contacto entre materiales o entre ruedas y pavimento, en el caso de vehículos (piedras, desniveles, engranajes en movimiento, motor en ralentí, amortiguamiento pobre).
 - El proceso particular de trabajo que se está realizando (desplazamiento por obra, mecanización, transporte por carretera, contacto directo entre maquinaria y suelo del centro de trabajo).
 - La depreciación del equipo de trabajo (falta de mantenimiento, horas de trabajo, desgaste del sistema de rodadura).
 - La distancia, la posición, la orientación o la superficie de contacto entre la zona en la que se apoya la persona expuesta (asiento, suelo, mandos) y la fuente de vibración del equipo o el vehículo (motor, zona de impacto, zona operativa).
- C. Aplicar los valores orientativos que se proporcionan en la bibliografía, o bien consultar la página electrónica siguiente, donde, en función del tipo de equipo de trabajo o vehículo, se proporcionan los valores de aceleración en los ejes de medida, y también el valor eficaz total:
<http://umetech.niwl.se/Vibration>

2.2.6.2. Criterio de valoración

Una vez obtenido el valor de la intensidad de la vibración, se determina el tiempo de exposición durante el cual la persona está en contacto con la superficie vibrante a lo largo de la jornada, que se puede clasificar en 3 niveles:

Tabla E30			
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	CORTO A (1)	MEDIO A (4)	LARGO A (8)
Período	< 1 h/jornada	1-4 h/jornada	4-8 h/jornada

Una vez determinados ambos parámetros de exposición y de intensidad, la valoración del riesgo se clasifica a partir de la combinación de los criterios siguientes:

- Por un lado, las curvas propuestas en la norma ISO 2631-1997¹⁹, donde se reflejan los límites de aceleración longitudinal (az) para el intervalo de frecuencias de 4 a 8 Hz (las más perjudiciales para el cuerpo humano) para un tiempo de exposición de 8 horas (como límite máximo).
- Además, los valores anteriores se han combinado con los 2 valores de referencia establecidos por la Directiva 2002/44/CE²⁰ y RD 1311/2005^{20bis}.
- Valor de acción para un período de referencia de 8 horas, A(8), igual a 0,6 m/s²: representa el umbral más allá del cual **se entiende que el trabajador está expuesto a riesgos significativos** y que el empresario debe adoptar medidas específicas.
- Valor límite de exposición por un período de referencia de 8 horas, A(8), igual a 1,15 m/s²: representa el umbral más allá del cual el riesgo para el trabajador es inaceptable y **el empresario debe adoptar inmediatamente** medidas para reducir la exposición.

Puesto que estamos tratando un riesgo que se puede medir, tal como ya se ha comentado al inicio de este manual, la valoración se debe realizar a partir de la

combinación de intensidad y tiempo de exposición establecida en la tabla E31. Sin embargo, es preciso recordar que, para obtener la valoración final del riesgo, debe comprobarse si se presentan algunos de los factores de riesgo correctores, adjuntos en la última columna de la tabla, y también se debe tener en cuenta que, si alguna de las personas expuestas sufre alguna de las sensibilidades específicas que se reflejan en la lista de trabajadores con protección especial (apartado 2.1.2), y que ésta puede tener una relación directa con las consecuencias para la salud de la exposición a vibraciones de cuerpo entero, la valoración final se debe hacer conjuntamente con los profesionales de la medicina del trabajo. En el caso que se detecte un riesgo moderado, se considera necesario hacer mediciones de vibraciones directas in situ con un acelerómetro, en las condiciones reales de trabajo.

2.2.7. Valoración estimada del riesgo por exposición a vibraciones de conjunto mano-brazo (E9)

Riesgo probablemente existente cuando las extremidades superiores de la persona están expuestas a vibraciones o en un rango de frecuencias entre 5 y 1.000 Hz, rango considerado particularmente perjudicial por las consecuencias osteomusculares y angioneuróticas que tiene para las extremidades superiores y, en particular, para el síndrome de Raynaud. Estas situaciones se pueden presentar:

- Debe mantenerse sujeto el mango de un equipo de trabajo portátil que genere vibraciones (martillo neumático, perforadora, destornilladores, esmeriladoras, pulidoras o sierras, entre otros).
- Si se dirigen o mantienen sujetas con las manos las piezas mientras dura el proceso de mecanización.
- Si se sujetan o mantienen en contacto las manos con los elementos de control, de accionamiento o de guía de los equipos de trabajo (palancas, volantes, gatillos o pulsadores sensibles, entre otros).

Tabla E31. VALORACIÓN DEL RIESGO DE VIBRACIONES DE CUERPO ENTERO A PARTIR DE LA INTENSIDAD Y EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN					
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	RIESGO LEVE	RIESGO MODERADO	RIESGO GRAVE	RIESGO ERGONÓMICO NO TOLERABLE	FACTORES DE RIESGO CORRECTORES
Largo A(8)	$A(8) \leq 0,1$	$0,1 < A(8) \leq 0,6$	$0,6 < A(8) \leq 1,15$	$A(8) > 1,15$	Si la vibración presenta impactos en lugar de ser armónica. Si el tronco debe adoptar posturas inadecuadas. Si se sufre alguna patología de la columna. Si se está expuesto a estresores laborales*. Si la frecuencia de la vibración es de 5 Hz.
Medio A(4)	$A(4) \leq 0,16$	$0,16 < A(4) \leq 0,5$	$0,5 < A(4) \leq 1$	$A(4) > 1$	
Corto A(1)	$A(1) \leq 0,4$	$0,4 < A(1) \leq 1,24$	$1,24 < A(1) \leq 2,48$	$A(1) > 2,48$	

* En caso de que se hayan detectado factores estresores, es preciso revisar la evaluación de los riesgos psicosociales.

Como dato orientativo, a continuación ofrecemos una tabla con una relación de equipos de trabajo que vibran con un rango de frecuencias entre 5 y 1.500 Hz. Sin embargo, es preciso tener presente que los valores de aceleración que se presentan en la tabla son una referencia únicamente para condiciones normales de funcionamiento y, cuanto más alejadas estén las condiciones de uso o de funcionamiento de este referente (modelos de máquinas estándar, condiciones de mantenimiento representativas y tipos de funcionamiento usuales), más alejados pueden estar estos valores de los reales a los que están expuestas las personas.

EQUIPO DE TRABAJO	FUNCIÓN	VALOR MÍN (m/s ²)	VALOR MÁX (m/s ²)
Esmeriladoras angulares	Pulir piezas metálicas	2,7	7,3
Pulidoras angulares	2.100 rpm para automoción	1,5	
Martillos perforadores y demoledores	Perforar y demoler piedras	16	30
Destornilladores de impulso mecánico	Atornillar y desatornillar	3,8	8,4
Tornilladores eléctricos	Atornillar y desatornillar	1,81	
Máquinas fijas para calzado	Remachar y esmerilar	1,2	5,6
Motocultivadoras	Arar el terreno agrícola	3,8	7,2
Máquinas cortacésped	Cortar césped y matorrales	3,5	18,9
Motosierras	Cortar troncos	4	13,9

2.2.7.1. Metodología de aplicación 3, 20, 20bis, 21, 22

Se trata de determinar cuál es el valor de la aceleración del equipo manual en m/s², ya que es la energía vibrátil que se propaga a la extremidad en contacto. Concretamente, este valor se puede determinar de 3 formas que, por orden de preferencia y fiabilidad, son las siguientes:

- A. Medir el nivel de vibración con un acelerómetro, ubicando los sensores en la zona donde la persona expuesta sujeta el equipo de trabajo.
- B. Pedir al fabricante o al distribuidor del equipo de trabajo, el valor de las vibraciones.

Tener presente que si se utiliza esta opción se comete un error importante por el hecho de que los valores que se obtienen no son representativos del uso real del equipo en el puesto de trabajo. Por tanto, estos valores

no se pueden utilizar como preventivos, pues no contemplan lo siguiente:

- El peso y el balance o el centro de gravedad del equipo, ni la forma de utilizarlo.
- El material trabajado o mecanizado.
- El tipo, el desgaste o el afilado de la herramienta (disco de pulir, broca, hoja de serrar).
- El nivel de fricción o resistencia derivado del contacto entre materiales (herramienta y pieza a mecanizar).
- El proceso particular de trabajo que se está llevando a cabo.
- La depreciación del equipo de trabajo (falta de mantenimiento, horas de trabajo). Con el objetivo de minimizar este error, debe conseguirse una descripción del equipo de trabajo tan clara como sea posible; concretamente:
- Principio de funcionamiento (rotativo, alternativo o percusor), antigüedad, masa, tamaño, condiciones de mantenimiento, piezas de trabajo y materiales a mecanizar, condiciones de trabajo y de uso, duración de la exposición, incluidos las intermitencias y los diversos tipos de equipos usados a lo largo de la jornada.
- Posición y orientación de las manos de la persona, postura adoptada (sobretudo de manos y brazos), y posición del equipo de trabajo y de la superficie de la pieza o la superficie a mecanizar.
- Fuerzas de contacto entre las manos y la zona de sujeción o de contacto.

C. Aplicar los valores orientativos que se proporcionan en la bibliografía o consultar la página electrónica siguiente, todavía en pruebas:
<http://umetech.niwl.se/Vibration>

2.2.7.2. Criterio de valoración

Una vez obtenido el valor de la intensidad de la vibración, se determina el tiempo de exposición durante el cual la persona está en contacto con la superficie vibrante a lo largo de la jornada, que se puede clasificar en 3 niveles:

TIEMPO DE EXPOSICIÓN	CORTO A (1)	MEDIO A (4)	LARGO A (8)
Período	< 1 h/jornada	1-4 h/jornada	4-8 h/jornada

Una vez determinados ambos parámetros de exposición y de intensidad, la valoración del riesgo se ha clasificado a partir de la combinación de los criterios siguientes:

- Por un lado, las curvas propuestas en la norma WAC 296-62-051³, que nos permiten establecer 3 niveles de riesgo: de seguridad o leve, de riesgo o moderado, y perjudicial para la salud o grave.
- Además, los valores anteriores se han combinado con los 2 valores de referencia establecidos por la Directiva 2002/44/CE²⁰ y RD 1311/2005, de 4 de noviembre:
- Valor de acción para un período de referencia de 8 horas, A(8), igual a 2,5 m/s²: representa el umbral más allá del cual **se entiende que el trabajador está expuesto a riesgos significativos** y que el empresario debe adoptar medidas específicas.
- Valor límite de exposición para un período de referencia de 8 horas, A(8), igual a 5 m/s²: representa el umbral más allá del cual el riesgo para el trabajador es inaceptable, y **el empresario debe adoptar medidas** inmediatamente para reducir la exposición.

- Por otro lado, la norma UNE-EN ISO 5349-1:2002²¹ y la norma AFNOR 390-402²².

Puesto que estamos tratando un riesgo que se puede medir, tal como ya se ha comentado al inicio de este manual, la valoración se realiza a partir de la combinación de intensidad y tiempo de exposición establecida en la tabla E34. Sin embargo, es preciso recordar que, para obtener la valoración final del riesgo, debe comprobarse si se presenta alguno de los factores de riesgo correctores, así como tener en cuenta que, si alguna de las personas expuestas sufre alguna de las sensibilidades específicas que se reflejan en la lista de trabajadores con protección especial (apartado 2.1.2 de este manual) y ésta puede tener alguna relación directa con las consecuencias para la salud a causa de la exposición a vibraciones de conjunto mano-brazo, la valoración final se debe hacer conjuntamente con los profesionales de la medicina del trabajo.

Es preciso prestar una especial atención a los trabajadores que sufran el Síndrome de Raynaud y que estén sometidos a frecuencias de entre 30 y 300 Hz.

En el caso de que se detecte un riesgo moderado, se considera necesario tomar medidas de vibraciones directas in situ con un acelerómetro, en las condiciones reales de trabajo.

Tabla E34. VALORACIÓN DEL RIESGO DE VIBRACIONES EN EL CONJUNTO MANO-BRAZO A PARTIR DE LA INTENSIDAD Y EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN					
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	RIESGO LEVE	RIESGO MODERADO	RIESGO GRAVE	RIESGO ERGONÓMICO NO TOLERABLE	FACTORES DE RIESGO CORRECTORES
Largo A(8)	$1 < A(8) < 2$	$2 \leq A(8) \leq 2,5$	$2,5 < A(8) \leq 5$	$A(8) > 5$	Factores ambientales: frío, corrientes de aire, humedad, ruido o productos químicos que afectan la circulación periférica. Agentes que afectan la circulación periférica: nicotina, enfermedades o medicamentos. Factores biomecánicos*: fuerza y tipo de agarre, postura de la muñeca. Menores de 18 años. Si se está expuesto a estresores laborales*. Si la frecuencia de la vibración se encuentra entre 12-16 Hz. Si alguna persona sufre Síndrome de Raynaud.
Medio A(4)	$A(4) \leq 3,5$ $A(4) \leq 15$	$3,5 < A(4) \leq 9$	$A(4) > 9$		
Corto A(1)	$A(1) \leq 6-7$ $A(1) \leq 30$	$7 < A(1) \leq 15$	$A(1) > 15$		

* En caso de que se hayan detectado factores biomecánicos importantes, es preciso completarlo con los resultados obtenidos en el apartado 2.2.4.

* En caso de que se hayan detectado factores estresores, es preciso revisar la evaluación de los riesgos psicosociales.

3. METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL DISCONFORT AMBIENTAL EN EL TRABAJO

Esta parte de la herramienta de evaluación ergonómica tiene por objetivo estimar el posible disconfort ambiental que pueden percibir los trabajadores a raíz de la exposición a los parámetros ambientales presentes en sus puestos de trabajo y que, de una forma individual o combinada, incluso pueden repercutir en su seguridad y salud. Sin embargo, hay que tener presente que la evaluación del disconfort se debe efectuar una vez se haya descartado que la exposición de los trabajadores a los parámetros ambientales suponga un riesgo o un incumplimiento de la normativa vigente. A pesar de que para cada parámetro ambiental se define específicamente un tipo de evaluación de los factores de disconfort implicados, las actuaciones cronológicas que debe seguir el evaluador son comunes para todos los parámetros:

A. En primer lugar, deben localizarse los puestos o las áreas de trabajo conflictivos y el origen de los factores de disconfort implicados, así como los períodos temporales más problemáticos. Estas ubicaciones y franjas horarias se pueden detectar por medio de la aparición conjunta o independiente de indicadores como los siguientes:

- Disminución de la capacidad de decisión, disminución de la habilidad o de la coordinación sensomotora de las personas expuestas.
- Disminución del rendimiento de trabajo en un 20-28% de la plantilla expuesta o, lo que es lo mismo, el hecho de cometer un rango de errores de 1 a 4 o, incluso, en el ámbito más colectivo, disminuir la producción un 50%.
- Proporción de insatisfechos $\geq 21\%$.
- Fatiga (pérdida de rendimiento, pérdida de atención, fatiga visual o auditiva), disconfort psicofisiológico con sintomatología reversible (irritación, picor en los ojos, dolor de cabeza, náuseas, malestar, pérdida de atención), incidentes e, incluso, accidentes y daños irreversibles para la salud de las personas expuestas (pérdida de capacidad de visión, de agudeza visual, dificultad para focalizar, afonía, alergias, congestión nasal, bronquitis, insuficiencia respiratoria, cefaleas, estrés, dermatitis, atopía, rinitis, gripe, asma o fiebre a causa de humidificadores, entre otros).

B. A continuación, deben identificarse las exigencias ambientales de las tareas que se desarrollan en estos puestos conflictivos, así como los aspectos organizativos relacionados con: tiempos de exposición, horarios, rotaciones y desplazamientos por puestos de trabajo con variaciones de condiciones ambientales importantes.

C. En tercer lugar, el evaluador también necesita conocer los datos técnicos relativos a los sistemas o las instalaciones que controlan los parámetros ambientales implicados, su adecuación al tipo de exigencias de la tarea, su periodicidad de limpieza y de revisiones de mantenimiento, y de averías o de anomalías detectadas.

D. Por último, pero no por ello menos importante, igual que en el caso de los daños derivados de la exposición a factores de riesgo por sobrecarga física en el trabajo, en las consecuencias para la salud derivadas del disconfort ambiental también se deben incluir las patologías o los trastornos que, a pesar de que aparezcan en un momento determinado, no dejan de ser una consecuencia de la acumulación de una exposición a parámetros ambientales negativos a lo largo del tiempo y, por tanto, deben tener la misma consideración que un accidente laboral o una enfermedad relacionada con el trabajo. En cualquier caso, se debe evitar considerarlas enfermedades comunes o, incluso, calificarlas de absentismo.

3.1. Sistemática de actuación

La aplicación de esta parte de la guía es muy similar a lo que ya se ha tratado para los riesgos ergonómicos físicos. Sin embargo, hay algunos conceptos que, a pesar de mantener cierto paralelismo, también presentan diferencias:

A. En primer lugar, no se hace referencia a riesgos sino a disconforts (D); así pues, se evalúan:

- D1. Disconfort lumínico.
- D2. Disconfort termohigrométrico.
- D3. Disconfort derivado de la calidad del aire interior.
- D4. Disconfort acústico.

B. Por otro lado, los factores de disconfort de cada parámetro ambiental identificado se valoran por puesto de trabajo y no por tarea, ya que, más que valorar el diseño de la tarea, nos interesa valorar el tiempo de exposición total de la persona al parámetro ambiental concreto, así como su ubicación espacial o física dentro de la empresa y su intensidad. Estas diferencias respecto al riesgo ergonómico físico también han originado ligeros cambios a la hora de diseñar las tablas de disconfort ambiental destinadas a recopilar la información observada y analizada, incluidas en el anexo E.

C. Respecto al nivel de intensidad del disconfort también se determina a partir del grado de negatividad que alcanzan los factores de disconfort

detectados para cada parámetro ambiental. Sin embargo, el hecho de que la lista de condiciones de trabajo negativas para cada factor sea exhaustiva ha originado la necesidad de aportar, aparte de las tablas de evaluación, un cuestionario adicional para poder reflejar la presencia y la gravedad de los aspectos identificados. Puesto que esta lista de inspección ambiental se considera un complemento de las tablas de evaluación, ambas herramientas se han incluido en el anexo E.

- D.** Respecto a la valoración del disconfort, se realiza por estimación, de acuerdo con la misma tabla de combinaciones que se ha utilizado para los riesgos ergonómicos físicos, que se adjunta a continuación:

Tabla E35. VALORACIÓN DEL DISCONFORT AMBIENTAL POR ESTIMACIÓN				
ESTIMACIÓN DEL DISCONFORT		BAJA	MEDIA	ELEVADA
Tiempo de exposición	CORTO	Muy leve	Leve	Moderado
	MEDIO	Leve	Moderado	Grave
	LARGO	Moderado	Grave	Ergonómicamente no tolerable

- E.** En quinto lugar, el espacio para incluir una imagen en la ficha E4, que se incluye en el anexo E, no es tanto para ilustrar en ella las condiciones de una tarea sino, más bien, algún factor de riesgo ambiental muy concreto, como la presencia de fluorescentes desnudos a la vista, o una PVD (pantalla de visualización de datos) con una ventana detrás sin persianas.

- F.** Finalmente, en el aspecto ambiental, cada parámetro se sigue evaluando de forma particular, y la guía sigue siendo coherente a la hora de realizar una valoración homogénea de los mismos, estableciendo 5 valores de gravedad: muy leve, leve, moderado, grave y ergonómicamente no tolerable. Sin embargo, la diferencia respecto a los riesgos ergonómicos físicos es la interpretación de esta clasificación:

- **Disconfort muy leve:** situación casi de confort ideal.
- **Disconfort leve:** situación de confort. A pesar de que no requiere aplicar acciones preventivas, sí es preciso llevar a cabo un seguimiento periódico de las condiciones ambientales con el objetivo de controlar o mantener el confort.

- **Disconfort moderado:** en esta situación se considera necesario:

- Aplicar alguno de los métodos de valoración de disconfort específicos que se proponen en algunos de los parámetros ambientales.
- Medir el parámetro conflictivo teniendo en cuenta su intensidad y el tiempo de exposición.
- Aplicar medidas preventivas destinadas a mejorar los factores de disconfort más negativos.
- Disminuir el tiempo de exposición.

Sea cual sea la medida aplicada, se puede valorar su efectividad si se consigue que la situación pase a ser de disconfort leve.

- **Disconfort grave:** a pesar de que la situación de disconfort es clara, se recomienda completar el valor de la estimación obtenida aplicando alguno de los métodos específicos que se proponen en algunos de los parámetros ambientales como actuación complementaria. En el caso de que se corrobore el resultado, es preciso aplicar medidas preventivas técnicas lo antes posible o, como mínimo, limitar el tiempo de exposición para que la situación se convierta en disconfort leve.

- **Disconfort ergonómicamente no tolerable:** esta situación no se puede permitir, ya que se considera que se encuentra en el umbral del riesgo higiénico correspondiente. En consecuencia, ya no se valorará a nivel ergonómico.

3.2. Valoraciones estimadas según tipo de disconfort

3.2.1. Valoración estimada del disconfort lumínico (D1)

3.2.1.1. Metodología de aplicación ^{23, 24, 25, 28}

- A.** Para determinar los valores de los factores de disconfort implicados, que figuran en las tablas E36 que se presentan en las páginas siguientes, es preciso que el evaluador:
 - Mida la intensidad lumínica con un luxómetro en cada puesto de trabajo.
 - Disponga de las características técnicas de las luminarias.
 - Observe la distribución relativa entre la posición de las lámparas y las ventanas respecto de la tarea y las PVD.

Tabla E36a. INTENSIDAD DE DISCONFORT LUMÍNICO			
PUNTUACIÓN	CANTIDAD DE LUZ	REPRODUCCIÓN CROMÁTICA	
1	$I^* = 100\%$ Si PVD, $300 \leq I_n^* \leq 400$	■ Fluorescentes con revestimiento de corrección trifosfórica. ■ Lámparas de halógeno metálico. $80 \leq Ra^{**} \leq 100$	
2	$100 < I \leq 125\%$ $50 \leq I < 100\%$ Si PVD, $400 \leq I_n \leq 500$	■ Fluorescentes sin revestimiento de corrección cromática. ■ Lámparas incandescentes, halógenas o de inducción. $79 \leq Ra \leq 60$	
3	$125 < I \leq 150\%$ $10 \leq I < 50\%$ Si PVD, $500 \leq I_n \leq 600$	■ Lámparas de mercurio de alta presión o de sodio de alta presión con corrección cromática. $59 \leq Ra \leq 40$	
4	$I > 150\%$ $I < 10\%$ Si PVD, $I_n > 600$	■ Lámparas de vapor de sodio de mercurio de baja presión sin corrección cromática. $39 \leq Ra \leq 20$	
CORRECCIONES	Si hay acumulación de polvo en lámparas.	Si hay fluorescentes con > 1.000 horas de encendido.	Si hay trabajadores expuestos > 30 años.

** Ra: índice de reproducción cromática o fiabilidad de apreciación del color real de los objetos.

* I_n : intensidad lumínica en lux.

$$I(\%) = \frac{\text{Valor de intensidad lumínica medido con un luxómetro en el lugar de trabajo } (I_n)}{\text{Nivel de intensidad recomendado según las exigencias visuales (tabla E36b)}} \times 100$$

Tabla E36b. NIVELES DE INTENSIDAD RECOMENDADOS SEGÚN EXIGENCIAS VISUALES ^{23,24}		
CATEGORÍA DE LA TAREA	EJEMPLOS DE TAREAS*	NIVELES DE ILUMINACIÓN LÍMITE (LUX)
Categoría D FÁCIL	Manipulación de equipos de trabajo manuales pesados, almacenamiento dinámico.	200-500
	Visualización en PVD de contraste positivo.	400-600
Categoría E NORMAL	Tareas comerciales, reparación de vehículos, planchado y corte en confección.	500-1.000
Categoría F DIFÍCIL	Escritura y dibujo con tinta, ajustes en mecánica, selección industrial de alimentos.	1.000-2.000
Categoría G MUY DIFÍCIL	Escritura y dibujo con lápiz, costura (en la confección).	2.000-5.000
Categoría H COMPLICADA	Montaje sobre circuitos impresos, trabajos de relojería.	5.000-10.000
Categoría I MUY COMPLICADA	Intervenciones quirúrgicas, taller de piedras preciosas.	10.000-20.000

* Estas exigencias visuales han sido establecidas bajo la suposición de que las personas que las realizan tienen entre 20 y 30 años y una visión normal. Para las personas de más edad o con defectos visuales, las mismas tareas pueden conllevar una exigencia más elevada.

Tabla E36c. INTENSIDAD DE DISCONFORT LUMÍNICO		
PUNTUACIÓN	DESLUMBRAMIENTOS	UNIFORMIDAD
1	■ Papel u otro material beige mate o similar. ■ Fuentes de luz natural controladas. ■ Fuentes de luz artificial con difusores o reflectores o > 45° respecto al horizontal visual o puestos de trabajo entre hileras de lámparas y ventanas que forman un ángulo de 90° con la parte frontal de la PVD. ■ PVD plana (TFT). ■ Clase de reflexión I (véase tabla E36d)	■ Luz natural en combinación con luz fría artificial, o sólo luz artificial cálida, tipo fluorescente. ■ Distribución equidistante de las lámparas. ■ Existencia de un solo tipo de lámpara y fluorescentes. ■ Tanto si no hay luz localizada (IL) como si la hay, se cumple que: luz general $\geq 3 \sqrt{IL}$ ■ $I_n \text{ mín} \cong I_n \text{ máx}$
2	■ Papel u otro material beige o similar. ■ Luz natural parcialmente controlada (cortinas translúcidas). ■ Fuentes de luz sobre la persona o que se reflejan en la PVD. ■ PVD estándar de contraste positivo (fondo claro y caracteres oscuros). ■ Clase de reflexión II.	■ Combinación de luz natural con luz artificial cálida. ■ Distribución equidistante de las lámparas en una sola dirección. ■ Existencia de un solo tipo de lámpara (fluorescentes), de tonalidades diferentes. ■ Si luz localizada (IL), luz general $< 3^* \sqrt{IL}$ ■ Si $I_n \text{ mín} / I_n \text{ máx} \geq 0,8$
3	■ Papel u otro material blanco mate o similar. ■ Luz natural no controlada (ventanas sin persianas). ■ Fuentes de luz sobre el plano de trabajo. ■ PVD estándar de contraste negativo (fondo oscuro y caracteres claros). ■ Clase de reflexión III.	■ Combinación de luz natural con varios tipos de luz artificial. ■ Separación entre lámparas no uniforme. ■ Combinación de con varios tipos de lámparas pero de la misma tonalidad. ■ Si $0,8 < I_n \text{ máx} / I_n \text{ mín} \geq 0,7$
4	■ Papel u otro material blanco satinado o similar. ■ Lámparas ubicadas dentro de un ángulo de visión < 45° y sin difusor o protector, o lámparas desnudas detrás o delante de la persona y con PVD verticales. ■ Luz natural no controlada, o delante o detrás de la PVD. ■ PVD horizontal. ■ Clase de reflexión IV.	■ Iluminación general con lámparas puntuales (halógenas, incandescentes) o mezcla de varios tipos de lámparas y de tonalidades diferentes. ■ Si $I_n \text{ máx} / I_n \text{ mín} < 0,7$

Tabla E36d. CLASE DE REFLEXIÓN EN FUNCIÓN DE LOS FACTORES DE REFLEXIÓN DE PARAMENTOS Y MOBILIARIO				
CATEGORÍA DE REFLEXIÓN	FACTOR DE REFLEXIÓN DEL PARAMENTO Y EL MOBILIARIO			
	TECHO	PAREDES	SUELO	MOBILIARIO
Categoría I BUENA	75-80%	60-70%	20-30%	40-50%
Categoría II MEJORABLE	70-75%	50-60%	30-40%	30-40%
Categoría III REGULAR	65-70%	40-50%	40-50%	20-30%
Categoría IV MALA	< 65%	< 40%	> 50%	< 20%

Tabla E36e. INTENSIDAD DE DISCONFORT LUMÍNICO			
PUNTUACIÓN	CONTRASTE	AMBIENTE CROMÁTICO	FLUCTUACIONES
1	■ Diferencia de I (%) en la tarea < 3:1 ■ Diferencia de I (%) entre tarea y alrededores < 10:1 ■ Relación luz difusa - luz directa: 40-60%* ■ Si los caracteres son PVD ≥ 12	$500 \leq \ln^* \leq 1.000$ y $T^* \geq 3.000$ $200 \leq \ln \leq 500$ y $3.000 \leq T \leq 3.500$	■ Lámparas incandescentes o halógenas. ■ Fluorescentes en grupos de ≥ 2 y conectados en oposición de fase. ■ Fluorescentes con equipo electrónico de alta frecuencia.
2	■ Diferencia de I (%) en la tarea ≅ 3:1 ■ Diferencia de I (%) entre tarea y alrededores 10-20:1 ■ Relación luz difusa - luz directa: 30-70% o 60-40% ■ Si los caracteres de la PVD son 11-10	$500 \leq \ln \leq 1.000$ y $T < 3.000$ $200 \leq \ln \leq 500$ y $T < 3.000$	■ Lugar que ocupa la PVD expuesto a vibraciones (impresora matricial, compresor).
3	■ Diferencia de I (%) en la tarea > 3:1 ■ Diferencia de I (%) entre tarea y alrededores > 20:1 ■ Si toda la iluminación se recibe solamente en plano vertical o desde el techo (luz difusa 100%). ■ Si los caracteres de la PVD son 10-9	$200 \leq \ln \leq 500$ y $T > 3.500$	■ Lugar que ocupa la PVD iluminado con fluorescentes individuales y sin equipo electrónico de alta frecuencia.
4	■ Si toda la iluminación se recibe solamente en el plano de trabajo (luz directa 100%). ■ Si los caracteres de la PVD son < 9	Valores del nivel 3 o superior	■ Efecto estroboscópico.

* Cuando el puesto de trabajo recibe un 40% de luz difusa, o sea, la luz que rebota previamente en el techo y las paredes, y un 60% de luz directa, la persona tiene más facilidad y, por lo tanto, presenta menos fatiga para poder entrever las figuras de lejos o bien diferenciar objetos, y también para recibir una perspectiva más clara.

* $\ln$: intensidad lumínica en lux.

* T : temperatura de la luz en °K.

$$I(\%) = \frac{\text{Valor de intensidad lumínica medido con un luxómetro en el lugar de trabajo } (\ln)}{\text{Nivel de intensidad recomendado según las exigencias visuales (tabla E36b)}} \times 100$$

3.2.1.2. Criterio de valoración

A partir de la información aportada en las tablas anteriores, por un lado se puntuará de 1 a 4 cada factor de discomfort o condición de trabajo lumínicos y, por otro lado, se identificarán los factores correctores. Ambos aspectos se reflejan en la tabla D1, que se encuentra en la lista de inspección ambiental adjunta al anexo E.

Tal como se puede comprobar en esta lista de inspección, se ha habilitado una columna de puntuación en el margen derecho para las puntuaciones de cada bloque de parámetros lumínicos.

Una vez sumados todos los valores de estas casillas, la interpretación del grado de intensidad del discomfort lumínico se determina a partir del criterio siguiente:

Tabla E37				
INTENSIDAD DEL DISCONFORT LUMÍNICO	INTENSIDAD BAJA	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD ELEVADA	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE
Puntuación	22-35	36-49	50-62	> 62

En relación con el tiempo de exposición, se toman los intervalos de la tabla siguiente considerando el cómputo total de exposición a lo largo de la jornada:

Tabla E38			
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	CORTO	MEDIO	LARGO
Intervalos	< 2 h/jornada	2-4 h/jornada	> 4 h/jornada

En este punto se aplica la tabla E35, que figura en el apartado 3.1. En caso de que se detecte un discomfort moderado o grave, deben aplicarse las medidas correctoras necesarias para mejorar la situación.

Además, si se detecta que alguna de las personas expuestas sufre alguna de las sensibilidades específicas que se reflejan en la lista de trabajadores con protección especial (apartado 2.1.2), y que ésta puede tener alguna relación con las consecuencias que tiene para la salud la exposición a situaciones de discomfort lumínico, o si los usuarios son mayores de 45 años o sufren defectos visuales, se recomienda que el caso sea valorado conjuntamente con los profesionales facultativos de la medicina del trabajo.

3.2.2. Valoración estimada del discomfort termohigrométrico (D2)

Antes de iniciar la metodología de aplicación, se considera necesario advertir sobre la necesidad de diferenciar la evaluación según las épocas del año (invierno, primavera, verano y otoño), ya que las características ambientales, juntamente con los hábitos individuales, pueden interferir en los resultados de la evaluación.

3.2.2.1. Metodología de aplicación ^{13, 26, 27, 28, 29, 30}

A. En primer lugar, y dada la elevada carga subjetiva que conlleva el aspecto termohigrométrico, se ha considerado adecuado proponer una primera aproximación en función del concepto de proporción de trabajadores insatisfechos en un ambiente termohigrométrico de trabajo determinado, establecido por P. O. Fanger (respecto de confort térmico ²⁶).

Así pues, la tabla siguiente nos proporciona una primera aproximación al grado de incomfort térmico percibido por las personas expuestas.

Tabla E39				
NIVEL DE DISCONFORT TERMOHIGROMÉTRICO	1	2	3	4
Puntuación	< 10%	10-20%	21-40%	41-80%

B. Según esta base, en el caso que nos encontremos con una proporción de insatisfechos superior al 20%, deben medirse los parámetros siguientes, ya que son las variables que constituyen los factores básicos de discomfort termohigrométrico:

- Nivel de actividad o consumo energético requerido, valor que se puede estimar con los métodos ya explicados en el capítulo E7, de riesgos ergonómicos físicos:
 - Temperatura seca, con un termómetro convencional (°C) ²⁷.
 - Velocidad del aire, con un velómetro o un anemómetro (m/s) ²⁷.
 - Humedad relativa, con un higrómetro (%). ²⁷.

C. Una vez obtenidas las lecturas de estas medidas, la repercusión que pueden tener los parámetros termohigrométricos ambientales sobre las personas expuestas se determina de forma cuantitativa mediante las tablas siguientes (en las que la puntuación 1 corresponde a la situación ideal).

○ Tabla E40. CONSUMO METABÓLICO < 126 w o < 70 w/m ² o < 1,2 met (actividad ligera sentado: oficina, escuela, laboratorio)						
PUNTUACIÓN	4	3	2	3	4	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE
T. seca	> 27	27-25	24-21	20-16	16-14	< 14
PUNTUACIÓN	1	2	3	4	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE	
*V. aire	< 0,1 a 0,13	0,14 a 0,2	0,21 a 0,3	0,31 a 0,4	> 0,4	

* V = 0,3 (M - 1) si M > 1 met (condición óptima)³⁰.

○ Tabla E41. CONSUMO METABÓLICO 126-167 w o 70- 93 w/m ² o 1,2-1,6 met (actividad ligera de pie: laboratorio, industria ligera)						
PUNTUACIÓN	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE	4	3	2	3	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE
T. seca	28-27	26-25	24-22	21-14	13-10	< 10
PUNTUACIÓN	1	2	3	4	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE	
V. aire	0,13 a 0,18	0,19 a 0,55	0,56 a 0,7	0,71 a 0,8	> 0,8	

○ Tabla E42. CONSUMO METABÓLICO 169-209 w o 94-116 w/m ² o 1,61-2 met (actividad moderada: trabajo con máquinas, trabajo de vendedor)						
PUNTUACIÓN	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE	4	3	2	3	4
T. seca	28-27	26-25	24-21	20-10	9-7	< 7
PUNTUACIÓN	1	2	3	4	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE	
V. aire	0,2 a 0,3	0,31 a 0,5	0,51 a 0,7	0,71 a 1 0,1 a 0,2	< 0,1 > 1	

En el caso de que se identifique una situación ergonómica no tolerable, no es necesario que se siga con la valoración.

Una vez obtenida la puntuación resultante de la valoración cuantitativa correspondiente a la temperatura seca y la velocidad del aire, se comprueba si es preciso aplicar algún factor corrector de los que figuran en las dos tablas que se incluyen a continuación, pero teniendo en cuenta las normas siguientes:

- Respecta a los factores correctores termohigrométricos (tabla E43) se puede escoger más de uno y, en consecuencia, deberá sumarse la penalización correspondiente.

- Respecto a los factores correctores individuales (tabla E44), sea cual sea el número de factores identificados, sólo se sumará +1.

○ Tabla E43 FACTORES CORRECTORES TERMOHIGROMÉTRICOS		FACTOR CORRECTOR
Si la temperatura radiante ¹ es > a la temperatura seca+10°C		+1
Si la humedad relativa es > 70%.		+1
Si la humedad relativa es < 30% y se trabaja con PVD ² .		+1
Si la humedad relativa es < 30%, se trabaja con PVD y hay usuarios con lentes de contacto ³ .		+2
Si la resistencia térmica de la ropa es > 2 clo ⁴ en verano o < 0,5 clo en invierno.		+1
Si hay una diferencia de temperatura > 3 °C entre los pies y la cabeza.		+1
Si, individualmente, se pueden regular los parámetros termohigrométricos.		-1
Si se trata del turno nocturno ⁵ .		+1

- 1 Temperatura radiante: tipo de temperatura originada por el sol, los equipos de trabajo o los materiales calientes, que emanan radiaciones poco o no absorbidas por el aire, pero sí por la piel de la persona expuesta. La medición de la temperatura se hace por medio de un termómetro de globo, que debe cumplir las condiciones que establece la norma UNE-EN 2772627. En caso de que no se pueda medir este tipo de temperatura, se recomienda sumar 1 si el lugar de trabajo se encuentra situado cerca de una superficie vidriada importante, que no esté aislada (cortinas, persianas o aleros exteriores) ni tratada (coloración).
- 2 Dificultad para evacuar calor del cuerpo tanto por sudoración como por evaporación. Sobre calentamiento de los órganos internos.
- 3 La sequedad ambiental dificulta la humidificación ocular y, por lo tanto, aumenta la sequedad del ojo en los usuarios de PVD, lo que se agrava si estas personas llevan lentes de contacto.
- 4 1 clo equivale a una resistencia térmica de 0,18 m² * h * °C/kcal y correspondería a una vestimenta completa.
- 5 Durante la noche, la temperatura basal baja; en consecuencia, el cuerpo necesita un ambiente más cálido y estable.

Tabla E44	
FACTORES CORRECTORES INDIVIDUALES	FACTOR CORRECTOR
Si se trata de una persona mayor y hay exposición a cambios termohigrométricos importantes ¹ o	+1
Si el ambiente es caluroso y se tiene mala circulación sanguínea o se trata de trabajadoras embarazadas ² o	
Si se sufren problemas cardiovasculares ³ o	
Si se tiene sobrepeso o se trata de trabajadoras embarazadas ⁴	

- 1 Las personas mayores no toleran bien las variaciones de condiciones termohigrométricas.
- 2 En estas situaciones, la persona tiene dificultades para evacuar correctamente el calor, lo que favorece el sobre calentamiento de los órganos internos.
- 3 Si el ambiente es caluroso, aumenta la FC, así como el ritmo respiratorio; en consecuencia, se produce un sobre esfuerzo cardiovascular.
- 4 Si la persona tiene sobrepeso, su consumo metabólico basal aumenta.

3.2.2.2. Criterio de valoración

A partir de la información aportada en las tablas anteriores, y si no se ha detectado una situación ergonómicamente no tolerable, se puntuará de 1 a 4 cada factor de disconfort o condición de trabajo termohigrométricos, y también se identificarán los factores correctores. Ambos aspectos se reflejan en la tabla D2 de la lista de inspección ambiental, adjunta al anexo E. Una vez sumados todos los valores de las casillas, la interpretación del grado de intensidad del disconfort termohigrométrico se determina a partir del criterio siguiente:

Tabla E45				
INTENSIDAD DEL DISCONFORT TERMOHIGROMÉTRICO	INTENSIDAD BAJA	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD ELEVADA	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE
Puntuación	3-4	5-6	7-8	>8

* En caso de que la intensidad de disconfort sea media o elevada y se haya detectado la existencia de un foco radiante, es preciso medir la temperatura radiante con un termómetro de globo ²⁷.

En relación con el tiempo de exposición, se toman los intervalos de la tabla siguiente considerando el cómputo total de exposición a lo largo de la jornada.

Tabla E46			
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	CORTO	MEDIO	LARGO
Período	< 2 h/jornada	2-4 h/jornada	> 4 h/jornada

En este punto se aplica la tabla E35, que figura en el apartado 3.1. En el caso de que se detecte un disconfort moderado o grave se recomienda realizar un análisis comparativo aplicando el Método Fanger³⁰. Además, si se detecta que alguna de las personas expuestas sufre alguna de las sensibilidades específicas que se reflejan en la lista de trabajadores con protección especial (apartado 2.1.2), y que ésta puede tener alguna relación directa con las consecuencias para la salud, o si presenta alguno de los factores correctores individuales ya valorados en este apartado de disconfort termohigrométrico, se recomienda que el caso sea valorado conjuntamente con los profesionales facultativos de la medicina del trabajo.

3.2.3. Valoración estimada del disconfort derivado de la calidad del aire interior (D3)

Antes de iniciar la metodología de aplicación, se considera necesario advertir que no se contemplan actividades con contaminación específica, como las que se desarrollan en hospitales, laboratorios, invernaderos, centros veterinarios,

instalaciones con agua (SPA), gimnasios o balnearios, ni las actividades de cría de animales, entre otras.

3.2.3.1. Metodología de aplicación ^{25, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38}

A. Igual que en el caso del confort termohigrométrico, la percepción de los olores contiene una elevada carga subjetiva; en consecuencia, también se ha considerado adecuado proponer una primera aproximación del nivel de calidad del aire en función del concepto de porcentaje de trabajadores insatisfechos; es decir, la proporción de personas que perciben el aire como inaceptable justo después de haber entrado en el recinto de trabajo, según el concepto establecido por P. O. Fanger. Así pues, la tabla siguiente nos proporciona una primera aproximación del grado de calidad del aire percibido por las personas expuestas:

Tabla E47				
NIVELES DE CALIDAD DEL AIRE PERCIBIDO	1	2	3	4
Proporción de trabajadores insatisfechos	< 10%	10-20%	21-30%	31-50%

B. Según esta base, en el caso de que nos encontremos con una proporción de insatisfechos superior al 20%, se debe:

- b1** En primer lugar, conocer la existencia de las fuentes que pueden originar la contaminación ambiental:
 - Materiales de construcción y de decoración.
 - Características y calidad del sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (CVA).
 - Tipo de actividad desarrollada en el interior del edificio y sustancias usadas en la actividad.
 - Nivel de ocupantes.
 - Grado de mantenimiento del edificio.
- b2** En segundo lugar, identificar los tipos de contaminantes presentes; concretamente:
 - Contaminantes químicos (tabla E48).
 - Olores.
 - Contaminantes biológicos.

C. Una vez identificadas las fuentes contaminantes, debe determinarse la repercusión que pueden tener para las personas expuestas, aspecto que se determina cuantitativamente con las tablas E49, E50, E51, E52, E53 y E54 (véanse páginas siguientes).

Tabla E49. INTENSIDAD DEL DISCONFORT DERIVADO DE LA CANTIDAD DE AIRE INTERIOR POR CONTAMINANTES QUÍMICOS			
PUNTUACIÓN	MATERIALES/SUSTANCIAS CONTAMINANTES INTERIORES	NIVEL DE OCUPACIÓN Y EXISTENCIA DE FUMADORES	CONTAMINACIÓN EXTERIOR
1	■ Materiales no contaminantes o con tasa de emisión < 0,1 mg/m ² h	■ Ocupación baja y sin fumadores, o con áreas herméticas para fumadores bien ventiladas.	■ Ambiente alejado de industria contaminante.
2	■ Materiales contaminantes pero con > 1 año de antigüedad o con emisión de 0,1 a 0,5 mg/m ² h	■ Ocupación normal y sin fumadores, o con áreas herméticas para fumadores bien ventiladas.	■ Ambiente alejado de focos contaminantes.
3	■ Materiales contaminantes puestos recientemente y dentro de un ambiente húmedo o con emisión 0,5-1 mg/m ² h	■ Ocupación normal o con algunos fumadores no controlados.	■ Ciudad con atmósfera contaminada.
4	■ Materiales contaminantes puestos recientemente y dentro de un ambiente seco o con emisión > 1 mg/m ² h	■ Ocupación importante y con una proporción elevada de fumadores.	■ Polígono industrial contaminado.

Tabla E50. INTENSIDAD DEL DISCONFORT DERIVADO DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR POR CONTAMINANTES SENSORIALES (olores o hedores)			
PUNTUACIÓN	CONTAMINACIÓN DEBIDA A LOS OCUPANTES	CONTAMINACIÓN DEBIDA A LA ACTIVIDAD INTERIOR DEL EDIFICIO	CONTAMINACIÓN EXTERIOR
1	■ < 20% de fumadores. ■ Actividad física mínima 1-3 met. ■ Ocupantes adultos.	■ Sin olor o agradable. ■ Edificio bien ventilado y sin contaminación.	■ Mar o montaña y lejos de focos contaminantes.
2	■ 20%-30% de fumadores. ■ Actividad física baja 3,1-6 met. ■ Ocupantes de entre 14-16 años.	■ Ligero olor. ■ Edificio bien ventilado y con contaminación baja.	■ Mar o montaña, cerca de focos contaminantes.
3	■ 40%-80% de fumadores. ■ Actividad física media 6,1-10 met. ■ Ocupantes de entre 3-6 años.	■ Olor de moderado a desagradable ¹ . ■ Edificio poco ventilado y con contaminación moderada.	■ Ciudad o polígono industrial con aire de calidad alta ²
4	■ 90-100% de fumadores. ■ Actividad física alta > 10 met. ■ Ocupantes de entre 14-16 años y también de entre 3-6 años.	■ Olor de desagradable a muy desagradable ¹ . ■ Edificio poco ventilado y con contaminación elevada.	■ Ciudad o polígono industrial con aire de calidad baja ²

1 En caso de que se detecte alguna de estas situaciones, se recomienda hacer un análisis más exhaustivo, en el que es preciso medir y valorar los compuestos establecidos por la OMS (Organización Mundial de la Salud) en el año 1987, y deben tenerse en cuenta los valores de referencia que no se tienen que superar para evitar molestias por olores³⁸.

2 Calidad del aire exterior en función de la concentración de contaminantes ambientales (tabla E51).

Tabla E48. LISTA ORIENTATIVA DE POSIBLES FUENTES CONTAMINANTES QUÍMICAS INTERIORES
■ Aparatos de combustión mal ventilados o con un mantenimiento deficiente.
■ Humo de tabaco.
■ Calentadores de gas o cocinas, hornos de queroseno o cocinas de gas.
■ Mobiliario de conglomerado con madera y resinas, placas aislantes térmicas con cámaras de aire. Revestimientos lanosos, empapelados.
■ Aerosoles, ambientadores, insecticidas, disolventes, adhesivos, pinturas, barnices, agentes de limpieza, etc.
■ Depuradores de aire eléctricos, generadores de iones negativos y fotocopiadoras, lámparas de descarga de alta frecuencia, lámparas ultravioletas o de descarga de arco eléctrico.

Tabla E51. CALIDAD DEL AIRE EN FUNCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES AMBIENTALES				
CALIDAD DEL AIRE	CONTAMINANTE AMBIENTAL			
	CO ₂ (mg/m ³)	CO (mg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	SO ₂ (µg/m ³)
Alta	700	1-2	5-20	5-20
Baja	700-800	4-6	50-80	50-100

PUNTUACIÓN	CALIDAD DE LOS FILTROS ¹	MATERIALES Y PRODUCTOS PRESENTES EN EL INTERIOR	NIVEL DE OCUPACIÓN	CONTAMINACIÓN INSTALACIONES ³⁰
1	■ Sistema CVAA con prefiltro y filtro del tipo EV9 y en posición anterógrada ² .	■ Material sin tejido.	■ Ocupación baja y sana.	■ Eficacia del sistema de ventilación (Ev) ³ > 1 ■ Sin humidificadores o de vapor de agua seco.
2	■ Sistema CVAA con prefiltro y filtro del tipo EV4-EV8. ■ Sistema de aire acondicionado de ventana.	■ Existencia de tejidos tratados.	■ Ocupación media y con > 50% de plantilla sana.	■ Eficacia del sistema de ventilación (Ev) = 1. ■ Humidificador de agua por evaporación.
3	■ Sistema CVAA con prefiltro y filtro del tipo EV1-EV4.	■ Existencia de tejido blando: tapizado, moqueta, alfombras, cortinajes.	■ Ocupación media y con > 50% de plantilla constipada, con gripe o similar.	■ Eficacia del sistema de ventilación (Ev) < 1. ■ Humidificador de agua reciclada.
4	■ Ventilación natural. ■ Sistema CVAA solamente con prefiltro. ■ Colocación de los filtros en posición retrógrada ² .	■ Zonas con polvo. ■ Almacenes de productos en polvo (piensos, harina).	■ Ocupación elevada y > 50% de plantilla constipada, con gripe o similar.	■ Eficacia del sistema de ventilación (Ev) < 1 y sin aporte de ventilación superior a la zona respiratoria. ■ Suministro de agua caliente o bandejas de recogida de agua caliente estancada entre 35-45 °C. ■ Humidificadores por agua rociada.

1 La ASHRAE (Sociedad Americana de Ingeniería para Calefacción, Refrigeración y Acondicionamiento del Aire) clasifica los filtros en función de su capacidad de retención de partículas. Concretamente:

- Filtros HEPA: máxima retención de partículas.
- Filtros EV4-EV9: retención elevada.
- Filtros EV1-EV4: baja retención.

2 La posición retrógrada del filtro respecto a las áreas de producción y aerosolización de microbios permite la transmisión anterógrada de aerosoles microbianos en el lugar de trabajo²⁵.

3 Eficacia de la ventilación (Ev)³² =
$$\frac{\text{Concentración de contaminación de la extracción del aire (Ce)}}{\text{Concentración de contaminación en la zona respiratoria (Cr)}}$$

Aparte de los factores anteriores, a continuación también se comprobará si se identifican algunos de los factores correctores generales o específicos adjuntos a las dos tablas siguientes.

FACTORES CORRECTORES PARA CONTAMINANTES BIOLÓGICOS	FACTOR CORRECTOR
Si se detecta vapor de aire condensado o humedades (moho).	+1
Si el mantenimiento, la limpieza o la desinfección son precarios o se utilizan biocidas convertibles en aerosoles.	+1
Si hay animales, plantas en flor o superficies con tierra en el interior del edificio, así como nidos de aves cercanos a las tomas de aire fresco exterior.	+1
Si se recircula el aire y el filtro es ≤ EV4.	+1
Si las entradas de aire limpio están cerca de torres de refrigeración u otras fuentes de contaminantes biológicos.	+1
Si hay separación/compartimentación/sobrepresión entre zonas contaminadas y no contaminadas.	-1
Si Hr < 70%.	-1
Si se realiza el drenaje/limpieza de sistemas de refrigeración o humidificación cada 2-4 meses.	-1

FACTORES CORRECTORES GENERALES DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	FACTOR CORRECTOR
Si, en un ambiente no caluroso ni con humo de tabaco en el que se realiza una actividad sedentaria, la renovación del aire limpio < 30 m ³ /h x trabajador ²⁸ .	+1
Si, en el resto de los casos, la renovación de aire limpio < 50 m ³ /h x trabajador ²⁸ .	+1
Si la concentración de CO ₂ es > 1.000 ppm.	+1
Si el edificio se mantiene en una ligera presión positiva.	-1
Si hay filtros posteriores a los intercambiadores de calor.	-1
Si sólo hay ventilación natural y es incierta.	+1
Si se trata del turno nocturno*.	+1

* Durante la fase de reposo aumenta la sensibilidad a algunos agentes químicos.

3.2.3.2.. Criterio de valoración

A partir de la información aportada en las tablas anteriores, por un lado se puntuará de 1 a 4 cada factor de disconfort o condición de trabajo derivado de la calidad de aire interior y, por otro lado, se identificarán los factores correctores. Ambos aspectos se reflejarán en las tablas D3 de la lista de inspección ambiental adjunta al anexo E. Una vez sumados todos los valores de las casillas, la interpretación del grado de intensidad del disconfort por calidad de aire interior se determina a partir del criterio siguiente:

Tabla E55				
INTENSIDAD DEL DISCONFORT AMBIENTAL POR CONTAMINANTES QUÍMICOS	INTENSIDAD BAJA	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD ELEVADA	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE
Puntuación	3-5	6-8	9-11	>11

Tabla E56				
INTENSIDAD DEL DISCONFORT AMBIENTAL POR OLORES	INTENSIDAD BAJA	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD ELEVADA	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE
Puntuación	7-13	14-18	19-24	>24

Tabla E57				
INTENSIDAD DEL DISCONFORT AMBIENTAL POR CONTAMINANTES	INTENSIDAD BAJA	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD ELEVADA	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE
Puntuación	5-8	9-12	13-17	>17

Tabla E58				
INTENSIDAD DEL DISCONFORT POR CALIDAD DEFICIENTE DEL AIRE	INTENSIDAD BAJA	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD ELEVADA	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE
Puntuación	15-26	27-38	39-50	>50

En relación con el tiempo de exposición, se toman los intervalos de la tabla siguiente, considerando el cómputo total de exposición a lo largo de la jornada.

Tabla E59			
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	CORTO	MEDIO	LARGO
Período	< 2 h/jornada	2-4 h/jornada	> 4 h/jornada

Igual que en el resto de disconforts ambientales anteriores, en este punto se aplica la tabla E35 que figura en el apartado 3.1.

En el caso de que se detecte un disconfort moderado o grave, es preciso mejorar la situación detectada, lo cual se puede conseguir a partir de las dos opciones de actuación siguientes (en función de las posibilidades técnicas y de la problemática detectada):

A. Medir los posibles contaminantes ambientales

A pesar de que es difícil establecer límites en contaminantes ambientales interiores no industriales a causa de la exposición simultánea a concentraciones muy bajas de diversas sustancias químicas, a menudo desconocidas pero capaces de actuar de forma acumulativa, se sugiere que se apliquen las técnicas que se establecen en las referencias siguientes:

- Para contaminantes químicos: la norma 62-1989 de la ASHRAE sugiere que se tome la fracción 1/10 de concentración de los valores límite umbral (TLV) que la ACGIH (Agencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno de los Estados Unidos) recomienda para ambientes industriales en el caso de los contaminantes químicos que no tienen unos valores de referencia propios establecidos.
- Para contaminantes biológicos: la guía de asesoramiento editada por el Comité de Aerosoles Biológicos de la ACGIH (1989) evalúa estos agentes biológicos en ambientes interiores. Partiendo de estas referencias, se recomienda medir la concentración de posibles contaminantes en los períodos y los momentos más representativos (verano o invierno, a primera o a última hora de la jornada, al inicio o al final de la semana laboral), siempre en función de las quejas de los usuarios del edificio.

B. Aplicar medidas correctoras

Reducir la puntuación de los factores de disconfort valorados con 3 o 4 por puntuaciones de 2 o 1, y eliminar los factores correctores penalizadores (+1). Además, si se detecta que alguna de las personas expuestas sufre alguna de las sensibilidades específicas que se reflejan en la lista de trabajadores con protección especial (apartado 2.1.2), y que ésta puede tener alguna relación directa con las consecuencias que tiene para la salud la exposición a ciertos contaminantes químicos, o bien si estas personas sufren alergias o insuficiencias o son particularmente sensibles a ciertas sustancias, se recomienda que el caso sea valorado conjuntamente con los profesionales facultativos de la medicina del trabajo.

3.2.4. Valoración estimada del discomfort acústico (D4)

3.2.4.1. Metodología de aplicación ^{29, 39, 40, 41}

A. Dado que la variabilidad del ruido es uno de los factores que tiene mayor incidencia en el grado de malestar manifestado por las personas, se ha considerado adecuado proponer una primera aproximación en función del porcentaje de insatisfacción de la plantilla, basado en el cálculo del índice de ruido en oficinas (IRO) a partir de los niveles de presión acústica (dBA) que se sobrepasen durante el 10% (L_{10}) y el 90% (L_{90}) del tiempo de observación ⁴¹.

En esta línea, la tabla E60 nos proporciona una primera aproximación entre el porcentaje de insatisfechos y el índice de ruido en las oficinas.

Tabla E60				
ÍNDICE DE RUIDO EN LAS OFICINAS	1	2	3	4
Porcentaje de trabajadores insatisfechos	< 10%	10-20%	21-40%	41-55%

B. Así pues, en el caso de que la proporción de insatisfechos sea superior al 20%, en el puesto de trabajo debe medirse o registrarse los valores reales que adopta cada factor de riesgo reflejado en la tabla E61:

Tabla E61. INTENSIDAD DEL DISCONFORT ACÚSTICO				
PUNTUACIÓN	NIVEL ACÚSTICO dB(A) Y EXIGENCIAS DE LA TAREA**	CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO	OCUPACIÓN DEL RECINTO (UN SOLO AMBIENTE)	REVERBERACIÓN
1	30-42 dB(A) - Exigencias de la tarea bajas.	- Buen aislamiento: recintos con ventanas cerradas y con aislamiento acústico. - Puertas y paredes dobles o con cámara de aire o material aislante. - Sin restricción de la comunicación verbal o restricción muy reducida.	< 3 personas	$50 \leq V^* \leq 200$ $0,6 \leq Tr^* \leq 0,8$ $200 < V \leq 1000$ $0,8 < Tr \leq 1$
2	42,1-52 dB(A) - Exigencias de la tarea moderadas.	- Recintos en vías secundarias y con ventanas cerradas. Puertas dobles de madera. - Paredes separadoras de baldosas con un grosor de 25-38 cm o similares. - Restricción perceptible de la comunicación verbal.	$3 \geq \text{personas} \leq 10$	$50 \leq V \leq 200$ $0,8 < Tr \leq 0,9$ $200 < V \leq 1000$ $1 < Tr \leq 1,2$
3	52,1-66 dB(A) - Exigencias de la tarea importantes.	- Recintos en vías principales y con ventanas cerradas. Puertas de madera pero sin material aislante. Paredes separadoras de baldosas con un grosor de 6-12 cm o similares. - Dificultad en la comunicación verbal.	$10 \geq \text{personas} \leq 50$	$50 \leq V \leq 200$ $0,9 < Tr \leq 1$ $200 < V \leq 1000$ $1,2 < Tr \leq 1,5$
4	66-70 dB(A) - Exigencias de la tarea elevadas.	- Recintos en vías principales y con ventanas o puertas abiertas. Puertas de material poco aislante. Paredes separadoras de tabiques. - Comunicación verbal muy forzada o casi imposible.	Personas > 50	$50 \leq V \leq 200$ $1 < Tr \leq 1,5$ $200 < V \leq 1000$ $1,5 < Tr \leq 2$
Ergonómicamente no tolerable	>70dB(A) y con exigencias de la tarea elevadas**. 75-80dB(A) con independencia de la exigencia de la tarea.			$Tr > 1,5s$, si $50 \leq V \leq 200$ $Tr > 2s$, si $200 < V \leq 1.000$ y con exigencias de la tarea elevadas.

* V: Volumen del recinto en m³

* Tr: Tiempo de reverberación (s), es el tiempo necesario para que el nivel de presión acústica se reduzca 60 dB(A).

**Se entiende como "exigencias de la tarea elevadas" la complejidad o precisión de la tarea, la necesidad de concentración o atención, la necesidad de comunicación verbal a cierta distancia (> 75 cm) o telefónica.

Concretamente, la estimación o la determinación de estos factores se realizará:

- Identificando las fuentes sonoras.
- Midiendo el ambiente acústico con un sonómetro integrador en cada puesto de trabajo.
- Disponiendo de las características sonoras de los equipos de trabajo presentes.
- Observando las distancias entre las personas y las fuentes sonoras identificadas.

En el caso de que se identifique una situación ergonómica no tolerable, no es preciso seguir con la valoración sonora ya que se considera que se puede alcanzar un riesgo higiénico. Sin embargo, en el caso de que no sea así, también se comprobará si es preciso aplicar alguno de los factores correctores que se detallan a continuación.

Tabla E62	
FACTORES CORRECTORES	FACTOR CORRECTOR
Si hay superficies de contacto comunes con equipos que generan vibraciones (compresores, CCVA, transportes públicos), sobre todo entre 500 y 5.000 Hz.	+1
Si hay ojos de cerradura sin obturar, juntas de puertas/ventanas mal ajustadas o cañerías mal aisladas, ascensores.	+1
Si no se puede regular el tono y la intensidad de los timbres de teléfono o las señales acústicas de entrada, si hay impresoras matriciales o máquinas de escribir desprotegidas, o si se realizan operaciones que impliquen el sellado o grapado manual frecuente.	+1
Si se cierran puertas con frecuencia y sin un sistema amortiguador (golpes).	+1
Si hay ruidos aleatorios, inesperados o sin contenido de información.	+1
Si se trata del turno nocturno*.	-1

* Durante la fase de reposo aumenta la sensibilidad al ruido.

3.2.4.2. Criterio de valoración

A partir de la información aportada en las tablas anteriores, y si no se ha detectado una situación ergonómicamente no tolerable, por un lado se puntuará de 1 a 4 cada factor de discomfort o condición de trabajo sonoros y, por otro lado, se identificarán los factores correctores. Ambos aspectos se reflejan en la tabla D4 de la lista de inspección ambiental adjunta al anexo E. Una vez sumados todos los valores de las casillas, la interpretación del grado de intensidad del discomfort acústico se determina a partir del criterio siguiente:

Tabla E63				
INTENSIDAD DE DISCONFORT SONORO	INTENSIDAD BAJA	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD ELEVADA	ERGONÓMICAMENTE NO TOLERABLE
Puntuación	7-12	13-16	17-20	>20

En relación con el tiempo de exposición, se toman los intervalos de la tabla siguiente, considerando el cómputo total de exposición a lo largo de la jornada.

Tabla E64			
TIEMPO DE EXPOSICIÓN	CORTO	MEDIO	LARGO
Período	< 2 h/jornada	2-4 h/jornada	> 4 h/jornada

En este punto se aplica la tabla E35, que figura en el apartado 3.1. En el caso de que se detecte un discomfort moderado o grave, se considera necesario realizar un análisis comparativo aplicando algunos de los métodos siguientes:

- Curvas de valoración NR, NC o PNC⁴⁰ que establecen límites aceptables de confortabilidad en diferentes espacios en los que se dan unos niveles estables de ruido de fondo.
- Nivel de interferencia conversacional (PSIL)⁴⁰, método que valora la capacidad que tiene un ruido estable para interferir en la conversación entre 2 personas en un entorno libre de superficies reflectantes.

Además, si se detecta que alguna de las personas expuestas sufre alguna de las sensibilidades específicas que se reflejan en la lista de trabajadores con protección especial (apartado 2.1.2), y que ésta puede tener alguna relación directa con las consecuencias que puede tener para la salud la exposición a ciertos niveles de ruido, se recomienda que el caso sea valorado conjuntamente con los profesionales facultativos de la medicina del trabajo.

Anexo E

Fichas y listado de ergonomía

■ Ficha E1. Identificación de los riesgos ergonómicos físicos	141
■ Ficha E2. Evaluación de los riesgos ergonómicos físicos	142
■ Ficha E3. Identificación de los disconforts ambientales	143
■ Ficha E4. Evaluación de los disconforts ambientales	144
■ Listado de inspección ambiental	145

**NOMBRE DE LA EMPRESA**

CCC

NIF/CIF

CCAE

[illegible]

E9. Riesgo derivado de la exposición a vibraciones de conjunto mano-brazo.

**NOMBRE DE LA EMPRESA**

CCC

NIF/CIF

CCAE

PUESTO DE TRABAJO/TAREA

	CÓDIGO PUESTO
--	--------------------------

NÚMERO DE TRABAJADORES	
1	2
3	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	32
33	34
35	36
37	38
39	40
41	42
43	44
45	46
47	48
49	50
51	52
53	54
55	56
57	58
59	60
61	62
63	64
65	66
67	68
69	70
71	72
73	74
75	76
77	78
79	80
81	82
83	84
85	86
87	88
89	90
91	92
93	94
95	96
97	98
99	100

[illegible][illegible]

**NOMBRE DE LA EMPRESA**

CCC

NIF/CIF

CCAE[illegible]

D3. Discomfort derivado de la calidad del aire interior.
D4. Discomfort acústico.

**NOMBRE DE LA EMPRESA**

CCC

NIF/CIF

CCAE

PUESTO DE TRABAJO/TAREA

	CÓDIGO PUESTO
--	--------------------------

[illegible][illegible]

LISTADO DE INSPECCIÓN AMBIENTAL

Recopilación de condiciones de trabajo por bloques de factores de discomfort ambientales identificados, juntamente con su intensidad.

D1. FACTORES DE RIESGO Y CONDICIONES DE TRABAJO IMPLICADOS EN EL DISCONFORT LUMÍNICO		PUNTUACIÓN			
Cantidad de luz	% I.	1	2	3	4
	Intensidad lumínica (In) con existencia de PVD.	1	2	3	4
	Si hay acumulación de polvo en lámparas.	+1			
	Si hay fluorescentes con > 1.000 horas de encendido. Si hay trabajadores expuestos > 30 años.				
Reproducción cromática	Tipo de lámpara y corrección cromática.	1	2	3	4
	Índice de reproducción cromática (Ra).	1	2	3	4
Deslumbramientos	Tipo de papel o material.	1	2	3	4
	Control de la luz natural.	1	2	3	4
	Control de la luz artificial y ubicación relativa respecto al trabajador y la PVD.	1	2	3	4
	Tipo de PVD.	1	2	3	4
	Ubicación relativa de las lámparas respecto al trabajador o la PVD.	1	2	3	4
	Clasificación de la reflexión (I a IV).	1	2	3	4
Uniformidad	Combinación de luz natural y luz artificial.	1	2	3	
	Uniformidad en la distribución de las lámparas.	1	2	3	
	Combinación de tipo de lámparas y de tonalidades.	1	2	3	4
	Relación entre luz general y localizada.	1	2		
	Relación entre intensidad lumínica máxima y mínima.	1	2	3	4
Contraste	Diferencia de intensidad lumínica en la tarea.	1	2	3	4
	Diferencia de intensidad lumínica entre la tarea y los alrededores.	1	2	3	4
	Relación entre luz difusa y luz directa.	1	2	3	4
	Tamaño de los caracteres en la PVD.	1	2	3	4
Ambiente cromático	Relación entre intensidad lumínica (I) y temperatura de la luz (T).	1	2	3	
Fluctuaciones	Interferencia entre equipo de trabajo o lámpara y fluctuación lumínica.	1	2	3	4

PUNTUACIÓN DEL DISCONFORT LUMÍNICO

D2. FACTORES DE DISCONFORT Y CONDICIONES DE TRABAJO IMPLICADOS EN EL DISCONFORT TERMOHIGROMÉTRICO			PUNTUACIÓN
Parámetros termohigrométricos	Temperatura seca.	2 3 4	
	Velocidad del aire.	1 2 3 4	
Factores correctores termohigrométricos	Si la temperatura radiante es > que la temperatura seca + 10 °C.	+1	
	Si la humedad relativa es > 70%.	+1	
	Si la humedad relativa es < 30% y se trabaja con PVD.	+1	
	Si la humedad relativa es < 30%, se trabaja con PVD y hay usuarios con lentes de contacto.	+2	
	Si la resistencia térmica de la ropa es > 1 clo en verano o < 0,5 clo en invierno.	+1	
	Si hay una diferencia de temperatura > 3 °C entre los pies y la cabeza.	+1	
	Si, individualmente, se pueden regular los parámetros termohigrométricos.	-1	
	Si se trata del turno nocturno.	+1	
Factores correctores individuales	Si se trata de una persona mayor y está expuesta a cambios termohigrométricos importantes.	+1	
	Si el ambiente es caluroso y se tiene mala circulación sanguínea o hay trabajadoras embarazadas.		
	Si se sufren problemas cardiovasculares.		
	Si se tiene sobrepeso.		

PUNTUACIÓN DEL DISCONFORT TERMOHIGROMÉTRICO

D3. FACTORES DE DISCONFORT Y CONDICIONES DE TRABAJO IMPLICADOS EN EL DISCONFORT DERIVADO DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR						Puntuación
Contaminantes químicos	Materiales/sustancias contaminantes interiores.	1	2	3	4	
	Nivel de ocupación y existencia de fumadores.	1	2	3	4	
	Contaminación exterior.	1	2	3	4	
Contaminantes sensoriales (olores o hedores) a causa de los ocupantes	% de fumadores.	1	2	3	4	
	Nivel de actividad física.	1	2	3	4	
	Edad de los ocupantes.	1	2	3	4	
	Tipo de olor.	1	2	3	4	
	Grado de ventilación y contaminación.	1	2	3	4	
Contaminantes sensoriales (olores o hedores) del exterior	Por ubicación y distancia del foco contaminante.	1	2	3	4	
	Por ubicación y calidad del aire.	1	2	3	4	
Contaminantes biológicos	Por la calidad de los filtros.	1	2	3	4	
	Por el tipo de productos y materiales presentes en el interior.	1	2	3	4	
	Por el nivel de ocupación.	1	2	3	4	
	Eficacia del sistema de ventilación.	1	2	3	4	
	Tipo de sistema humidificador.	1	2	3	4	
	Existencia de instalaciones de agua caliente estancada.				4	
Factores correctores de contaminantes biológicos	Si se detecta vapor de aire condensado o humedad (moho).	+1				
	Si el mantenimiento, la limpieza o la desinfección son precarios o se utilizan biocidas convertibles en aerosoles.	+1				
	Si hay animales, plantas en flor o superficies con tierra en el interior del edificio, así como nidos de aves cercanos a las tomas de aire fresco exterior.	+1				
	Si se hace recircular el aire y el filtro es < EV5.	+1				
	Si las entradas de aire limpio están cerca de torres de refrigeración u otras fuentes de contaminantes biológicos.	+1				
	Si hay materiales orgánicos porosos (aislamiento acústico/térmico, alfombras, cortinajes, otros materiales de decoración o revestimiento de tejidos).	+1				
	Si hay separación/sobrepresión entre zonas contaminadas y no contaminadas.	-1				
	Si la Hr es < 70%.	-1				
	Si hay humidificador por vapor seco.	-1				
	Si el drenaje/limpieza de los sistemas de refrigeración o humidificación se realiza cada 2-4 meses.	-1				

⊙	D3. FACTORES DE DISCONFORT Y CONDICIONES DE TRABAJO IMPLICADOS EN EL DISCONFORT DERIVADO DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	PUNTUACIÓN
Factores correctores generales de la calidad del aire interior	Si, en ambiente no caluroso ni con humo de tabaco y con actividad sedentaria, renovación aire limpio $< 30 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{t}$.	+1
	Si, en el resto de casos, renovación de aire limpio $< 50 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{trabajador}$.	+1
	Si concentración $\text{CO}_2 > 1.000 \text{ ppm}$.	+1
	Si el edificio se mantiene en ligera presión positiva.	+1
	Si existen filtros detrás de los intercambiadores de calor.	+1
	Si sólo hay ventilación natural y ésta es incierta.	+1
	Si es turno nocturno.	+1
PUNTUACIÓN DEL DISCONFORT DERIVADO DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR		

D4. FACTORES DE DISCONFORT Y CONDICIONES DE TRABAJO IMPLICADOS EN EL DISCONFORT ACÚSTICO					PUNTUACIÓN	
Parámetros acústicos	Nivel sonoro dB(A) y exigencias de trabajo.	1	2	3	4	
Características del edificio y de la ocupación	Capacidad de aislamiento de las puertas.	1	2	3	4	
	Capacidad de aislamiento de las paredes.	1	2	3	4	
	Ubicación del recinto y capacidad de aislamiento de las ventanas.	1	2	3	4	
	Grado de restricción de la comunicación verbal.	1	2	3	4	
	Nivel de ocupación del recinto (un solo ámbito).	1	2	3	4	
	Grado de reverberación.	1	2	3	4	
Factores correctores	Si hay superficies de contacto comunes con equipos que generan vibraciones (compresores, CCVA, transportes públicos), sobre todo entre 500 y 5.000 Hz.	+1				
	Si hay ojos de cerradura sin obturar, juntas de puertas/ventanas mal ajustadas, tuberías mal aisladas, o ascensores.	+1				
	Si no está regulado el timbre del teléfono o de entrada, si hay impresoras matriciales o máquinas de escribir desprotegidas, o si se hacen operaciones que impliquen el sellado o grapado manual frecuente o continuado.	+1				
	Si se cierran puertas con frecuencia y sin un sistema amortiguador (golpes).	+1				
	Si hay ruidos aleatorios, inesperados o sin contenido de información.	+1				
	Si la frecuencia del ruido se sitúa entre 500 y 5.000 Hz.	+1				
	Si la plantilla está desmotivada, molesta o estresada.	+1				
	Si se trata del turno nocturno.	+1				

PUNTUACIÓN DEL DISCONFORT ACÚSTICO

BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

1. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Guía técnica de manipulación manual de cargas, elaborada a raíz de la disposición final del Real Decreto 487/1997.
2. NIOSH. Ecuación de NIOSH revisada para evaluar el levantamiento de cargas, 1994.
- 2bis. Instituto de Biomecánica de Valencia. Método Ergo IBV de evaluación de riesgos laborales asociados a la carga física, 1996.
3. Norma WAC 296-62-051. State of Washington. Department of Labor and Industries. Ergonomics Rule .
(http://hsc.usf.edu/~tbernard/HollowHills/Rodgers_MFA_M14.pdf)
4. Snook, S. H. y Ciriello, V. M. "The Design of Manual Handling Tasks: Revised Tables of Maximum Acceptable Weights and Forces". Ergonomics, vol. 34, núm. 9 (1991), 1197-1213.
5. Norma ISO/FDIS 11226 (E), de evaluación de posturas de trabajo estáticas.
6. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment; Hignett y McAtamney. Nottingham, 2000). Applied Ergonomics, 2000, 31: 201-205.
7. Borg, G. A. "Rating of Perceived Exertion Scales (RPE-scales)". Medicine & Science in Sports & Exercise, 14 (1982), 377-387.
8. Wisner, A. Ergonomía y condiciones de trabajo. Buenos Aires: Humanitas, 1988.
9. McAtamney, L. y Corlett, E. N. "RULA (Rapid Upper Limb Assessment): A Survey Method for the Investigation of Work-related Upper Limb Disorders". Applied Ergonomics, 24(2) (1993), 91-99.
10. "OWAS (Owako Working Posture Analysis System)". Applied Ergonomics, 8 (1977), 199-201. Traducido al español por el Centro de Ergonomía y Prevención de la Universidad Politécnica de Cataluña.
11. Moore, J. S. y Garg, A. "Job Strain Index: The Strain Index: A Proposed Method to Analyze Jobs for Risk of Distal Upper Extremity Disorders". AIHA Journal, 56(5) (1995), 443-458.
12. Colombini, D., Occhipinti, E., Cairolì, S. y Baracco, A. "Proposta e validazione preliminare di una check-list per la stima delle esposizioni lavorative a movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori". La Medicina del Lavoro, 91 (5) (2000). Traducido al español por el Centro de Ergonomía y Prevención de la Universidad Politécnica de Cataluña.
13. Norma UNE 28996.95 (ISO 8996.90). Ergonomía. Determinación de la producción de calor metabólico.
14. Nota técnica de prevención (NTP) 177. La carga física de trabajo: definición y evaluación.
15. Kalmus, M. y Coffineau, A. (CNRS) Utilisation du pouls de récupération dans l'évaluation des contraintes liées au travail.
16. Nota técnica de prevención (NTP) 323. Determinación del metabolismo energético.
17. Solé, D. y Ubieta, P. "Valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardíaca". Salud y Trabajo, 90 (1992), 22-25.
18. Nota técnica de prevención (NTP) 295. Valoración de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardíaca.
19. Norma ISO 2631-1997. Vibraciones y choques mecánicos. Evaluación de la exposición a la vibración del cuerpo entero.
20. Directiva 2002/44/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre vibraciones. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos (vibraciones). Decimosexta directiva específica de conformidad con el apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE.
- 20bis. RD 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores ante los riesgos derivados o que se puedan derivar de la exposición a vibraciones mecánicas.
21. Norma UNE-EN ISO 5349-1:2002. Vibraciones mecánicas. Medida y evaluación de la exposición humana a las vibraciones transmitidas por la mano.
22. Norma AFNOR 390-402. Intensidad admisible para una exposición intermitente límite.
23. Norma UNE 72-163-84. Niveles de iluminación: asignación a tareas visuales.
24. Norma UNE 72-112-85. Tareas visuales: clasificación.
25. Enciclopedia de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).
(<http://www.mtas.es/insht/EncOIT/Index.htm>)

26. Fanger, P. O. Termal Confort. Mc Graw Hill, 1972.
(http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_074.htm)
(<http://www.mtas.es/insht/XIIcongreso/posters/PDiazdeBustamante.pdf>)
27. Norma UNE-EN 27726 (ISO 7726:1985). Ambientes térmicos. Instrumentos y métodos de medida de los parámetros físicos.
28. Real Decreto 486/1997, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los puestos de trabajo: anexo III (Condiciones ambientales de los puestos de trabajo), anexo IV (Iluminación en los puestos de trabajo), y Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los puestos de trabajo.
(http://www.mtas.es/insht/practice/G_lugares.htm)
29. Real Decreto 1751/1998. Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE) e instrucciones técnicas complementarias (ITC).
30. Norma UNE-EN ISO 7730. Ambientes térmicos. Determinación de los índices PMV y PPD y especificaciones de las condiciones para el bienestar térmico.
31. Nota técnica de prevención (NTP) 313. Calidad del aire interior: riesgos microbiológicos en los sistemas de ventilación o climatización.
(http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_e9.htm)
32. Nota técnica de prevención (NTP) 343. Nuevos criterios para futuros estándares de ventilación de interiores.
(http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_e10.htm)
33. Nota técnica de prevención (NTP) 358. Olores: un factor de calidad y confort en ambientes interiores.
(http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_e10.htm)
34. Norma UNE 100-011-91. La ventilación para una calidad aceptable del aire en la climatización de los locales.
35. Fanger, P. O. "Introduction of the Olf and the Decipol Units to Quantify Air Pollution Perceived by Humans Indoors and Outdoors". Energy Build. 12 (1988), 7-19.

Fanger, P. O. "The New Comfort Equation for Indoor Air Quality". ASHRAE Journal, 10 (1989), 33-38.
36. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE). Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. Atlanta: 1989.
37. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Guidelines for the Assessment of Bioaerosols in the Indoor Environment. Cincinnati, Ohio: 1989.
38. Organización Mundial de la Salud (OMS). "Air Quality Guidelines for Europe". WHO Regional Publications, European Series, núm. 23. Copenhagen: 1987.
(http://www.euro.who.int/air/Activities/20020620_1)
39. Norma UNE-EN ISO 11690-1. Acústica: práctica recomendada para el diseño de puestos de trabajo con un nivel de ruido bajo que contiene maquinaria.
40. Nota técnica de prevención (NTP) 503. Confort acústico: el ruido en oficinas.
(http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_503.htm)
41. Hay, B. y Kemp, M. F. "Measurements of Noise in Air Conditioned, Landscaped Offices". Journal of Sound and Vibration, vol. 23, núm. 3 (1972).