



# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

Aplicación de Métodos Ergonómicos y Simplificados en Empresa  
del Sector Metalúrgico

Alumna: Miriam Ponce Arenzana

Tutor: Dr. Pedro Maria Villanueva Roldán

Pamplona, 23 de Febrero de 2012

*A Pedro.*

*Gracias por la  
paciencia y la oportunidad de trabajar contigo.*

*A mis padres.*

*Sufrieron mis agobios y me  
dieron su apoyo incondicional. Gracias por ser como sois.*

1	INTRODUCCIÓN	3
1.1	PSICOSOCIOLOGIA	3
1.2	ERGONOMÍA	3
1.2.1	Concepto y definición	3
1.2.2	Síntesis de las definiciones	5
1.2.3	Principios fundamentales. Relación con otras ciencias.	8
1.3	HIGIENE INDUSTRIAL	9
1.3.1	Identificación de riesgos	12
1.3.2	Relación entre higiene industrial, evaluación de riesgos y gestión de riesgos	12
1.3.3	Evaluaciones de higiene industrial	14
1.3.4	Control	15
2	METODOLOGÍA	16
2.1	OBJETIVO DEL INFORME DE EVALUACIÓN	16
2.2	DATOS DE LA EMPRESA	18
2.2.1	Montaje de amortiguadores	29
2.2.2	Montaje del cubo de rueda	39
2.3	FACTORES PSICOSOCIALES	43
2.3.1	Presentación del cuestionario	43
2.4	ERGONOMIA	52
2.4.1	Alcance de la ergonomía	52
2.4.2	La intervención ergonómica	52
2.4.3	Las etapas de la intervención	53
2.4.4	Clasificación de la Ergonomía	54
2.4.5	Carga de trabajo y fatiga	55
2.4.6	Normativa	58
2.4.7	El método OWAS para la evaluación de posturas de trabajo	59
2.4.8	Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment)	70
2.4.9	Método NIOSH (ecuación revisada de NIOSH)	85
2.5	HIGIENE	94
2.5.1	Introducción	94
2.5.2	Ruido en el lugar de trabajo	104
2.5.3	Iluminación en el lugar de trabajo	116
2.5.4	Riesgo químico y biológico: métodos clásicos	129
2.5.5	Riesgo químico: métodos simplificados	154

3	RESULTADOS, CONCLUSIONES Y POSIBLES SOLUCIONES	175
3.1	AMORTIGUADOR	175
3.1.1	Método OWAS	175
3.1.2	Método RULA	191
3.1.3	Método NIOSH	208
3.2	CUBO DE RUEDA	218
3.2.1	Método OWAS	218
3.2.2	Método RULA	230
3.3	RUIDO	243
3.4	ILUMINACIÓN	251
3.5	EVALUACIÓN SIMPLIFICADA DEL RIESGO QUIMICO	259
3.5.1	Jerarquización de riesgos	260
3.5.2	Evaluación simplificada del riesgo por inhalación I	270
3.5.3	Evaluación simplificada del riesgo por inhalación II	278
3.5.4	Evaluación simplificada del riesgo por contacto y/o absorción por la piel	292
4	BIBLIOGRAFÍA	298

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 PSICOSOCIOLOGIA

La evolución de la actividad laboral ha traído consigo una mejora de la calidad de vida de los trabajadores, pero además es también responsable de la aparición de una serie de efectos negativos en la salud de éstos.

La relación entre trabajo y salud puede abordarse desde distintos ámbitos. Desde la perspectiva psicosocial los riesgos a los que están expuestos los trabajadores en el transcurso de su jornada laboral tienen su origen en el terreno de la organización del trabajo, y aunque sus consecuencias no son tan evidentes como las de los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales, no por ello son menos reales. Éstos se manifiestan a través de problemas como absentismo, defectos de calidad, estrés, ansiedad...

Desde la aparición de la *Ley de Prevención de Riesgos Laborales* se hace obligatorio evaluar los riesgos presentes en todas y cada una de las situaciones de trabajo. Esto debe incluir la evaluación de los riesgos de carácter profesional.

El concepto factores psicosociales hace referencia a aquellas condiciones que se encuentran presentes en una situación laboral y que están directamente relacionadas con la organización, el contenido de trabajo y la realización de la tarea, y que tienen capacidad para afectar tanto al bienestar o la salud (física, psíquica o social) del trabajador, como al desarrollo del trabajo. Los factores psicosociales son susceptibles de provocar daños a la salud de los trabajadores, pero también pueden influir positivamente en la satisfacción y, por tanto, en el rendimiento.

### 1.2 ERGONOMÍA

#### 1.2.1 Concepto y definición

El análisis de los servicios, productos, herramientas, máquinas y el comportamiento de éstos durante su utilización; las prestaciones reales que podemos alcanzar con referencia a las características teóricas, y el análisis exhaustivo de las capacidades y limitaciones de las personas, han desembocado en los planteamientos de los sistemas persona-máquina (P-M), premisa básica para que la ergonomía comenzara a desarrollarse.

El sistema P-M que analiza el ergónomo, y por el cual se interesa la ergonomía, es el conjunto de elementos (humanos, materiales y organizativos) que interaccionan dentro de un ambiente determinado, persiguiendo un fin común, que evolucionan en el tiempo, y que poseen un nivel jerárquico.

Los objetivos básicos que persigue el ergónomo al analizar y tratar este sistema se podrían concretar en:

- i. mejorar la interrelación persona-máquina.
- ii. controlar el entorno del puesto de trabajo, o del lugar de interacción conductual, detectando las variables relevantes al caso para adecuarlas al sistema.
- iii. generar interés por la actividad procurando que las señales del sistema sean significativas y asumibles por la persona.
- iv. definir los límites de actuación de la persona detectando y corrigiendo riesgos de fatiga física y/o psíquica.

v. crear bancos de datos para que los directores de proyectos posean un conocimiento suficiente de las limitaciones del sistema P-M de tal forma que evite los errores en las interacciones.

El término ergonomía proviene de las palabras griegas ergon (trabajo) y nomos (ley o norma); la primera referencia a la ergonomía aparece recogida en el libro del polaco Wojciech Jastrzebowski (1857) titulado *Compendio de Ergonomía o de la ciencia del trabajo basada en verdades tomadas de la naturaleza*, que según traducción de Pacaud (1974) dice: “para empezar un estudio científico del trabajo y elaborar una concepción de la ciencia del trabajo en tanto que disciplina, no debemos supeditarla en absoluto a otras disciplinas científicas, ... para que esta ciencia del trabajo, que entendemos en el sentido no unilateral del trabajo físico, de labor, sino de trabajo total, recurriendo simultáneamente a nuestras facultades físicas, estéticas, racionales y morales...”.

De todas formas, la utilización moderna del término se debe a Murrell y ha sido adoptado oficialmente durante la creación, en julio de 1949, de la primera sociedad de ergonomía, la Ergonomics Research Society, fundada por ingenieros, fisiólogos y psicólogos británicos con el fin de “adaptar el trabajo al hombre”.

Si recurrimos a las enciclopedias podemos recoger la definición de la Larousse “la Ergonomía es el estudio cuantitativo y cualitativo de las condiciones de trabajo en la empresa, que tiene por objeto el establecimiento de técnicas conducentes a una mejora de la productividad y de la integración en el trabajo de los productores directos”. La definición de ergonomía de la Real Academia de la Lengua Española (1989) es: “Parte de la economía que estudia la capacidad y psicología humanas en relación con el ambiente de trabajo y el equipo manejado por el trabajador”.

Esta definición resulta, cuando menos, pobre y limitada; por ello podemos utilizar, como rodrigón, la del Ministerio de Trabajo de España (1974) que en su Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo define a la ergonomía como “Tecnología que se ocupa de las relaciones entre el hombre y el trabajo”.

Consideramos que las definiciones que pueden servir como punto de referencia más significativo son aquellas que utilizan los profesionales de la ergonomía, y que a posteriori acostumbran a ser las que se popularizan y calan en el argot de la población, ya que estas definiciones correlacionan positivamente con el pensamiento de cualificados profesionales del área, que a su vez son los que reflexionan de manera más crítica sobre su campo de conocimiento.

Las definiciones más significativas que han ido apareciendo son: la más clásica de todas es la de Murrell (1965): “la Ergonomía es el estudio del ser humano en su ambiente laboral”; para Singleton (1969), es el estudio de la “interacción entre el hombre y las condiciones ambientales”; según Grandjean (1969), considera que Ergonomía es “el estudio del comportamiento del hombre en su trabajo”; para Favergé (1970), “es el análisis de los procesos industriales centrado en los hombres que aseguran su funcionamiento”; Montmollin (1970), escribe que “es una tecnología de las comunicaciones dentro de los sistemas hombres-máquinas”; para Cazamian (1973), “la Ergonomía es el estudio multidisciplinar del trabajo humano que pretende descubrir sus leyes para formular mejor sus reglas”; y para Wisner (1973) “la Ergonomía es el conjunto de conocimientos científicos relativos al hombre y necesarios para concebir útiles, máquinas y dispositivos que puedan ser utilizados con la máxima eficacia, seguridad y confort”.

En la definición del equipo encargado de elaborar análisis de las condiciones de trabajo del obrero en la empresa, comúnmente conocido como método L.E.S.T.; sus autores: Guélaud,

Beauchesne, Gautrat y Roustang (1975), definen la ergonomía como “el análisis de las condiciones de trabajo que conciernen al espacio físico del trabajo, ambiente térmico, ruidos, iluminación, vibraciones, posturas de trabajo, desgaste energético, carga mental, fatiga nerviosa, carga de trabajo y todo aquello que puede poner en peligro la salud del trabajador y su equilibrio psicológico y nervioso”.

Para McCormick (1981), la ergonomía trata de relacionar las variables del diseño por una parte y los criterios de eficacia funcional o bienestar para el ser humano, por la otra.

Por último, citaremos la definición de Pheasant (1988), para quien la ergonomía es la aplicación científica que relaciona a los seres humanos con los problemas del proyecto tratando de “acomodar el lugar de trabajo al sujeto y el producto al consumidor”.

<i>Evolución Histórica de la Ergonomía</i>		
<b>Prehistoria</b>		Ergonomía artesanal e intuitiva.
s. XV	Leonardo Da Vinci	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Investiga los movimientos de los segmentos corporales.</li> <li>■ Precursor directo de la biomecánica.</li> </ul>
s. XVI	Alberto Durero	Inicia la antropometría moderna.
s. XVIII y XIX Revolución Industrial	1829: Dupine	Establece la necesidad de ajustar las herramientas al hombre y no al contrario.
	1850: Marx	Enuncia la “deshumanización del trabajo”.
	1890: Taylor	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Investiga la organización científica del trabajo.</li> <li>■ Estudia los ritmos del trabajo para maximizar el rendimiento.</li> <li>■ Establece dimensiones óptimas de útiles de trabajo.</li> <li>■ No considera los aspectos individuales de las personas, tratándolos como máquinas.</li> </ul>
s. XX	Principios de 1900: Gilbreth	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sistematiza el estudio de movimientos y tiempos.</li> <li>■ Establece que existe un número óptimo de movimientos en cada trabajo para obtener el máximo de eficacia en el menor tiempo posible.</li> <li>■ El trabajador se considera parte integrante de la máquina debiendo adaptarse a las necesidades de ésta y no al contrario.</li> </ul>
	Primera Guerra Mundial	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Surgen problemas en el complicado manejo de tanques y aviones.</li> <li>■ Deja de considerarse al hombre como una prolongación de la máquina.</li> </ul>
	Segunda Guerra Mundial	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Aparecen máquinas que no demandan fuerza muscular sino la capacidad sensorial, perceptiva, de juicio y de toma de decisiones del operario.</li> <li>■ Hombre, máquina y ambiente se consideran como tres componentes de un mismo sistema.</li> </ul>
	1949: Murrell	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Es considerado el inventor de la Ergonomía.</li> <li>■ Crea la primera organización especializada “Ergonomic Research Society” con el objetivo de investigar los problemas del trabajo humano.</li> </ul>
	1956: Ombredane y Faberge	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Establecen que los trabajadores realizan el trabajo de forma distinta a la prevista.</li> <li>■ Se analiza la actividad del trabajo y no solo la tarea.</li> </ul>
	1980: Cazamian	Enfoque multidisciplinar de la Ergonomía, teniendo en cuenta el conocimiento científico para adaptar el trabajo al trabajador.

### 1.2.2 Síntesis de las definiciones

Del recorrido histórico sobre distintas definiciones de Ergonomía, en una muestra bibliográfica más exhaustiva que la presentada aquí, se desprenden tres cuestiones fundamentales:

- i. que su principal sujeto de estudio es el hombre en interacción con el medio tanto “natural” como “artificial”.
- ii. su estatuto de ciencia normativa.
- iii. su vertiente de protección de la salud (física, psíquica y social) de las personas

FÍSICO	MENTAL	SOCIAL	SALUD
CONDICIONES MATERIALES AMBIENTE DE TRABAJO	CONTENIDO DEL TRABAJO	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO	EVITAR DAÑO
SEGURIDAD HIGIENE INGENIERIA FISICA FISIOLOGIA PSICOLOGIA ESTADISTICA	PSICOLOGIA SOCIOLOGIA INGENIERIA FISIOLOGIA	INGENIERIA PSICOLOGIA ECONOMIA SOCIOLOGIA LEGISLACIÓN	
ERGONOMIA			BIENESTAR

“LA SALUD ES EL BIENESTAR FISICO, PSIQUICO Y SOCIAL DE LAS PERSONAS”

Una definición de ergonomía debiera recoger, a nuestro entender, los elementos condicionantes que enmarcan su realización. Por ello podríamos pensar en la ergonomía como en una actuación que considerara los siguientes puntos:

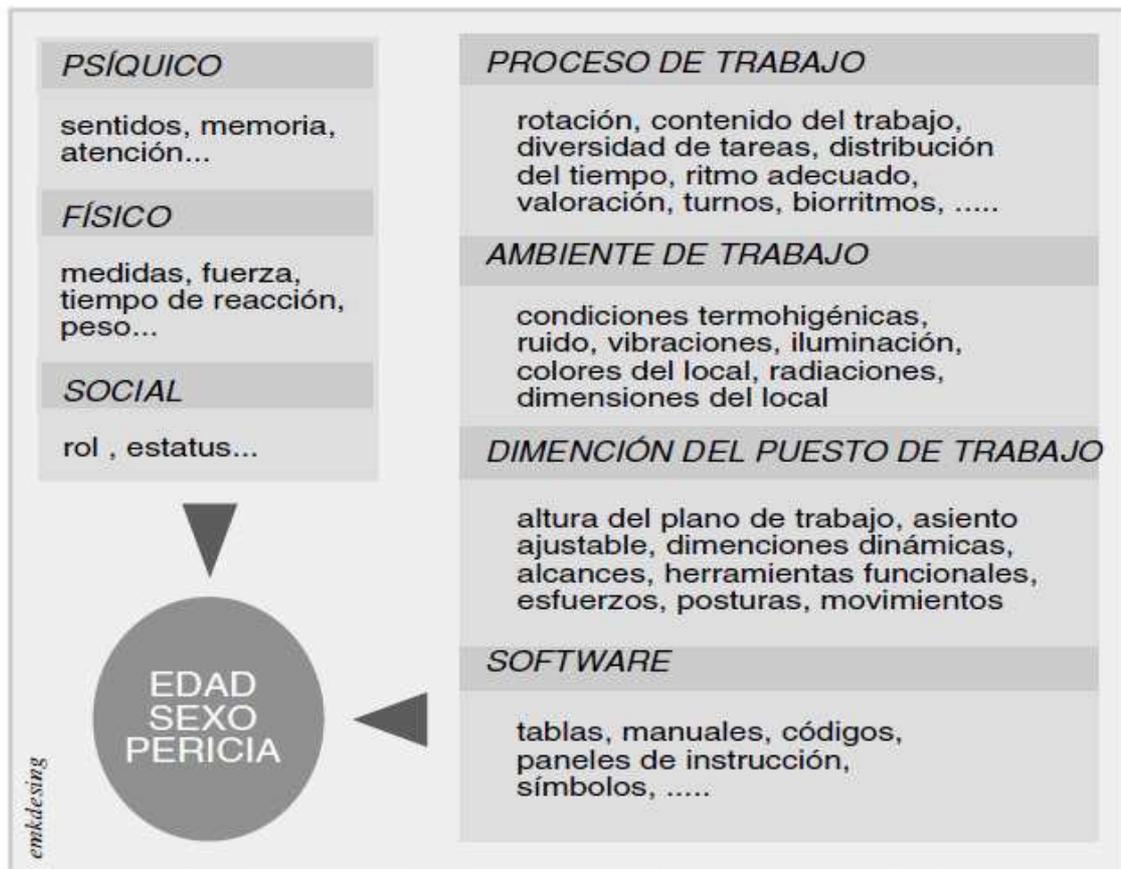
- i. objetivo: mejora de la interacción P-M, de forma que la haga más segura, más cómoda, y más eficaz; esto implica selección, planificación, programación, control y finalidad.
- ii. procedimiento pluridisciplinar de ingeniería, medicina, psicología, economía, estadística, etc., para ejecutar una actividad.
- iii. intervención en la realidad exterior, o sea, alterar tanto lo natural como lo artificial que nos rodea; lo material y lo relacional.
- iv. analizar y regir la acción humana: incluye el análisis de actitudes, ademanes, gestos y movimientos necesarios para poder ejecutar una actividad; en un sentido más figurado implica anticiparse a los propósitos para evitar los errores.
- v. valoración de limitaciones y condicionantes del factor humano, con su vulnerabilidad y seguridad, con su motivación y desinterés, con su competencia e incompetencia...
- vi. y por último, un factor que debemos ponderar en su justo valor: el económico, sin el cual tampoco se concibe la intervención ergonómica.

TAXONOMIA	
ERGONOMIA	PUESTO DE TRABAJO P-M
	SISTEMAS PP-MM
ERGONOMIA	PREVENTIVA Diseño- Concepción
	CORRECTIVA Análisis de errores y rediseño
ERGONOMIA	GEOMETRICA Postural, movim., entornos
	AMBIENTAL Iluminación, sonido, calor...
	TEMPORAL Ritmos, pausas, horarios...
	TRABAJO FISICO TRABAJO MENTAL

Podemos agrupar las distintas definiciones del concepto de ergonomía de la siguiente forma:

- i. la ergonomía como tradición acumulativa del conocimiento organizado de las interacciones de las personas con su ambiente de trabajo.
- ii. la ergonomía como conjunto de experiencias, datos empíricos, y de laboratorio; muchas definiciones se sitúan bajo este epígrafe. Desde esta concepción la ergonomía es un conjunto de actividades planificadas y preparadas para la concepción y el diseño de los nuevos puestos de trabajo, y para el rediseño de los existentes.
- iii. la ergonomía, como una tecnología, es una aproximación fruto del intento de aplicar la gestión científica al trabajo y al ocio.
- iv. la ergonomía como plan de instrucción, haciendo hincapié en los procesos mentales de las personas.
- v. la ergonomía como herramienta en la resolución de problemas, sobre todo en el ámbito de los errores humanos y de toma de decisión.
- vi. por último, aparece una nueva visión de la ergonomía donde se enfatiza el carácter singular de su metodología que posibilita un estudio unitario y flexible de los problemas, tanto laborales como extralaborales, de interacción entre el usuario y el producto/servicio.

A modo de resumen, podemos decir que la ergonomía trata de alcanzar el mayor equilibrio posible entre las necesidades/posibilidades del usuario y las prestaciones/requerimientos de los productos y servicios.



### 1.2.3 Principios fundamentales. Relación con otras ciencias.

La definición apuntada anteriormente nos permite señalar el objeto básico de la ergonomía:

La adaptación de los objetos, medios de trabajo y entorno producido por los seres humanos a la persona, con el fin de lograr la armonización entre la eficacia funcional y el bienestar humano (salud, seguridad, satisfacción).

Para ello se parte de dos principios básicos:

- La máquina se concibe como un elemento al servicio de la persona, susceptible de ser modificada y perfeccionada.
- La persona constituye la base de cálculo del sistema persona-máquina y en función de ésta la máquina deberá ser diseñada, a fin de permitirle realizar el trabajo libre de toda fatiga física, sensorial o psicológica.

Para el logro de este objetivo de adaptar a la persona su entorno, constituido por máquinas, herramientas, estrés térmico, ruido, temperatura, iluminación, horarios de trabajo, etc., se precisa, además de la ingeniería, del concurso de otras ciencias o técnicas biológicas (Medicina del Trabajo, Psicología Industrial, Antropometría, Fisiología, Biomecánica, Higiene del Trabajo, ...), que permitan un tratamiento multidisciplinar del problema, constituyendo grupos o equipos de trabajo, como única vía de solución a los problemas que se presentan, bien en la fase de diseño del puesto de trabajo o en el estudio posterior.

En el presente cuadro se señala lo que cada ciencia aporta a la ergonomía.



### 1.3 HIGIENE INDUSTRIAL

Los efectos que ciertos trabajos ejercen sobre la salud de las personas son conocidos desde la antigüedad. Hipócrates y Galeno en el Siglo IV A.C. describen las enfermedades que aquejan a los mineros del Plomo. En la Edad Media, el médico cordobés Avicena, realiza estudios sobre el cólico Saturnino y su relación con pinturas que contienen Plomo.

Es sin embargo en el siglo XVII cuando Bernardino Ramazzinni crea la medicina del trabajo, introduciendo por primera vez el término de "Higiene" en su obra "De morbis Artificum Diatriba", en la cual describe detalladamente los riesgos de 54 profesiones distintas.

A partir de este momento se suceden numerosos estudios sobre esta materia, mas por curiosidad científica que por un espíritu preventivo debido fundamentalmente a que la sociedad en este tiempo es fundamentalmente agrícola.

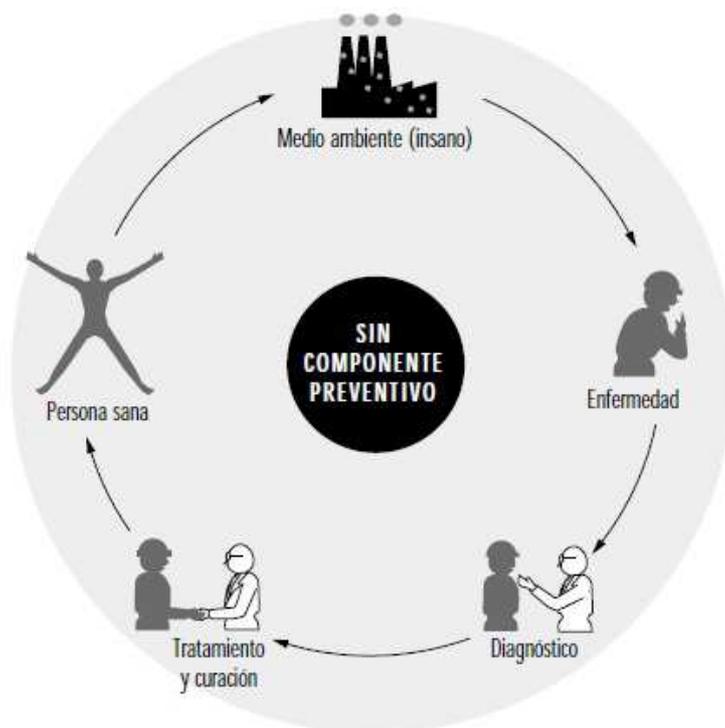
La revolución industrial del Siglo XIX trae como consecuencia un incremento en el número de víctimas tanto por accidentes de trabajo como por enfermedades profesionales y las protestas que empezaron a aparecer obligaron a promulgar las primeras disposiciones legales sobre prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

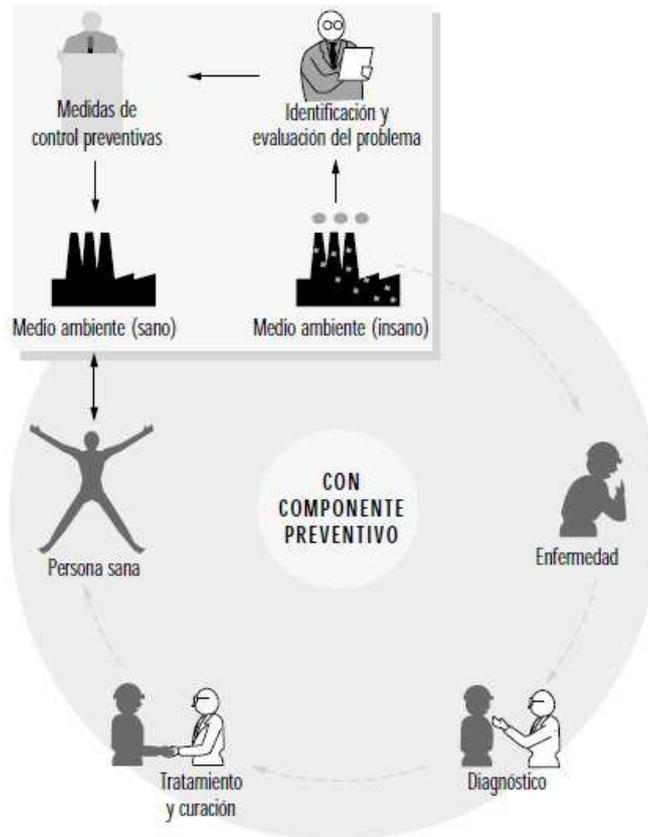
En España no es hasta 1873 cuando aparece la primera legislación al respecto, regulando el trabajo de mujeres y niños y en 1900 con la conocida ley Dato. Con la creación de la O.I.T. y el desarrollo de la legislación laboral en los diferentes países, han creado las condiciones necesarias para el desarrollo de la medicina del trabajo y consecuentemente de la HIGIENE INDUSTRIAL.

La profesión que se dedica específicamente a la prevención y control de los riesgos originados por los procesos de trabajo es la higiene industrial. Los objetivos de la higiene industrial son la protección y promoción de la salud de los trabajadores, la protección del medio ambiente y la contribución a un desarrollo seguro y sostenible.

Incluso cuando se puede diagnosticar y tratar una enfermedad profesional, no podrá evitarse que ésta se repita en el futuro si no cesa la exposición al agente etiológico. Mientras no se modifique un medio ambiente de trabajo insano, seguirá teniendo el potencial de dañar la salud.

Las acciones preventivas deben iniciarse mucho antes, no sólo antes de que se manifieste cualquier daño para la salud, sino incluso antes de que se produzca la exposición. El medio ambiente de trabajo debe someterse a una vigilancia continua para que sea posible detectar, eliminar y controlar los agentes y factores peligrosos antes de que causen un efecto nocivo; ésta es la función de la higiene industrial.





La higiene industrial es la ciencia de la anticipación, la identificación, la evaluación y el control de los riesgos que se originan en el lugar de trabajo o en relación con él y que pueden poner en peligro la salud y el bienestar de los trabajadores, teniendo también en cuenta su posible repercusión en las comunidades vecinas y en el medio ambiente en general.

Existen diferentes definiciones de la higiene industrial, aunque todas ellas tienen esencialmente el mismo significado y se orientan al mismo objetivo fundamental de proteger y promover la salud y el bienestar de los trabajadores, así como proteger el medio ambiente en general, a través de la adopción de medidas preventivas en el lugar de trabajo.

La higiene industrial no ha sido todavía reconocida universalmente como una profesión; sin embargo, en muchos países está creándose un marco legislativo que propiciará su consolidación.

Las etapas clásicas de la práctica de la higiene industrial son las siguientes:

- Identificación de posibles peligros para la salud en el medio ambiente de trabajo;
- Evaluación de los peligros, un proceso que permite valorar la exposición y extraer conclusiones sobre el nivel de riesgo para la salud humana;
- prevención y control de riesgos, un proceso que consiste en desarrollar e implantar estrategias para eliminar o reducir a niveles aceptables la presencia de agentes y factores nocivos en el lugar de trabajo, teniendo también en cuenta la protección del medio ambiente.

El enfoque ideal de la prevención de riesgos es “una actuación preventiva anticipada e integrada”, que incluya:

- Evaluación de los efectos sobre la salud de los trabajadores y del impacto ambiental, antes de diseñar e instalar, en su caso, un nuevo lugar de trabajo;
- Selección de la tecnología más segura, menos peligrosa y menos contaminante (“producción más limpia”);
- Emplazamiento adecuado desde el punto de vista ambiental;

- Diseño adecuado, con una distribución y una tecnología de control apropiadas, que prevea un manejo y una evacuación seguros de los residuos y desechos resultantes;
- Elaboración de directrices y normas para la formación del personal sobre el correcto funcionamiento de los procesos, métodos seguros de trabajo, mantenimiento y procedimientos de emergencia.

La definición que ha alcanzado mayor aceptación, es la formulada por la (International Occupational Hygiene Association):

*"La Higiene Industrial es la disciplina que se dedica a la previsión, el reconocimiento, la evaluación y el control de los riesgos que se dan en el lugar de trabajo y que pueden afectar desfavorablemente a la salud, el bienestar y la eficiencia de los trabajadores".*

Esta definición nos indica cual va a ser la metodología de actuación de la Higiene Industrial, cuyos pasos más significativos son los siguientes:

Una vez conseguida la identificación del contaminante, debemos conocer que cantidad del mismo hay, ya que la mera presencia de un contaminante no necesariamente supone un riesgo para la salud.

### 1.3.1 Identificación de riesgos

La identificación de riesgos es una etapa fundamental en la práctica de la higiene industrial, indispensable para una planificación adecuada de la evaluación de riesgos y de las estrategias de control, así como para el establecimiento de prioridades de acción. Un diseño adecuado de las medidas de control requiere, asimismo, la caracterización física de las fuentes contaminantes y de las vías de propagación de los agentes contaminantes.

La identificación de riesgos permite determinar:

- Los agentes que pueden estar presentes y en qué circunstancias;
- La naturaleza y la posible magnitud de los efectos nocivos para la salud y el bienestar.

Los agentes que plantean riesgos para la salud en el medio ambiente de trabajo pueden agruparse en las siguientes categorías: contaminantes atmosféricos; sustancias químicas no suspendidas en el aire; agentes físicos, como el calor y el ruido; agentes biológicos; factores ergonómicos, como unas posturas de trabajo o procedimientos de elevación de pesos inadecuados, y factores de estrés psicosocial.

### 1.3.2 Relación entre higiene industrial, evaluación de riesgos y gestión de riesgos

La evaluación de riesgos es una metodología que trata de caracterizar los tipos de efectos previsibles para la salud como resultado de determinada exposición a determinado agente, y de calcular la probabilidad de que se produzcan esos efectos en la salud, con diferentes niveles de exposición. Se utiliza también para caracterizar situaciones de riesgo concretas. Sus etapas son la identificación de riesgos, la descripción de la relación exposición-efecto y la evaluación de la exposición para caracterizar el riesgo.

La primera etapa se refiere a la identificación de un agente —por ejemplo, una sustancia química— como causa de un efecto nocivo para la salud (p. ej., cáncer o intoxicación sistémica). En la segunda etapa se establece qué grado de exposición causa qué magnitud de un efecto determinado en cuántas personas expuestas. Estos conocimientos son esenciales para interpretar los datos obtenidos de la evaluación de la exposición.

Aunque la evaluación de riesgos es fundamental para muchas de las decisiones que deben tomarse en la práctica de la higiene industrial, tiene un efecto limitado en la protección de la salud de los trabajadores, a menos que se concrete en acciones preventivas reales en el lugar de trabajo.



No siempre se pueden eliminar todos los agentes que plantean riesgos para la salud en el trabajo, porque algunos son inherentes a procesos de trabajo indispensables o deseables; sin embargo, los riesgos pueden y deben gestionarse.

La gestión de riesgos tiene lugar a diferentes niveles; las decisiones y acciones que se adoptan a escala nacional facilitan la práctica de la gestión de riesgos en el lugar de trabajo. La gestión de riesgos en el lugar de trabajo requiere información y conocimientos sobre:

- Riesgos para la salud y su magnitud, descritos y clasificados de acuerdo con los resultados de la evaluación de riesgos;
- Normas y requisitos legales;
- Viabilidad tecnológica, desde el punto de vista de la tecnología de control disponible y aplicable;
- Aspectos económicos, como los costes del diseño, la aplicación, el funcionamiento y el mantenimiento de los sistemas de control, y análisis coste-beneficio (coste del control frente al beneficio económico que se deriva de controlar los riesgos profesionales y ambientales);
- Recursos humanos (disponibles y necesarios);
- Contexto socioeconómico y de salud pública; que sirven como base para tomar decisiones referentes a:
  - Definición de los objetivos del control;
  - Selección de unas estrategias y tecnologías de control adecuadas;
  - Asignación de prioridades de acción, teniendo en cuenta la situación de riesgo, así como el contexto socioeconómico y de salud pública (especialmente importante en los países subdesarrollados), para realizar acciones como las siguientes:
    - Identificación y búsqueda de recursos financieros y humanos (si aún no se dispone de los mismos);
    - Diseño de medidas de control específicas, que deben ser adecuadas para proteger la salud de los trabajadores y el medio ambiente, salvaguardando en la mayor medida posible los recursos naturales;
    - Aplicación de medidas de control, incluidas disposiciones para un funcionamiento, un mantenimiento y unos procedimientos de emergencia adecuados;
    - Establecimiento de un programa de prevención y control de riesgos, con una gestión adecuada que incluya vigilancia periódica.

Los elementos clave de un programa o servicio global de higiene industrial son los recursos humanos y económicos, las instalaciones, el equipo y los sistemas de información. Estos recursos deben organizarse y coordinarse adecuadamente mediante una planificación cuidadosa y una ges-

ción eficiente, y deben incluir también garantía de calidad y una evaluación continua del programa.

El principal activo de un programa son unos recursos humanos adecuados, y es prioritario contar con ellos. Todo el personal debe conocer claramente sus responsabilidades y la descripción de su puesto de trabajo. En caso necesario, deberán tomarse medidas de formación y educación.

### 1.3.3 Evaluaciones de higiene industrial

Las evaluaciones de higiene industrial se realizan para valorar la exposición de los trabajadores y para obtener información que permita diseñar o establecer la eficiencia de las medidas de control.

Es importante tener en cuenta que la evaluación de riesgos no es un fin en sí misma, sino que debe entenderse como parte de un procedimiento mucho más amplio que comienza en el momento en que se descubre que determinado agente, capaz de producir un daño para la salud, puede estar presente en el medio ambiente de trabajo, y concluye con el control de ese agente para evitar que cause daños. La evaluación de riesgos facilita la prevención de riesgos, pero en ningún caso la sustituye.

El procedimiento más habitual para evaluar la exposición a contaminantes atmosféricos consiste en evaluar la exposición a la inhalación, para lo cual es preciso determinar la concentración atmosférica del agente a la que están expuestos los trabajadores (o, en el caso de las partículas suspendidas en el aire, la concentración atmosférica de la fracción relevante, p. ej., la “fracción respirable”) y la duración de la exposición. No obstante, cuando existen otras vías distintas a la inhalación que contribuyen significativamente a la absorción de una sustancia química, puede emitirse un juicio erróneo si sólo se evalúa la exposición a la inhalación. En tales casos tiene que evaluarse la exposición total, y una herramienta muy útil para ello es el control biológico.

La práctica de la higiene industrial se ocupa de tres tipos de situaciones:

- Estudios iniciales para evaluar la exposición de los trabajadores;
- Control/vigilancia de seguimiento;
- Evaluación de la exposición para estudios epidemiológicos.

Una de las principales razones para determinar si existe una exposición excesiva a un agente peligroso en el medio ambiente de trabajo es decidir si se necesita alguna intervención. Esto consiste con frecuencia, aunque no siempre, en comprobar si se respeta una norma adoptada, que suele expresarse en términos de un límite de exposición profesional. La determinación de la exposición “en el peor de los casos” puede ser suficiente para lograr este objetivo. De hecho, si se espera que la exposición sea muy grande o muy pequeña en comparación con los valores límite, la exactitud y precisión de las evaluaciones cuantitativas pueden ser menores que cuando se espera una exposición cercana a los valores límites. De hecho, cuando los peligros son evidentes, puede ser más conveniente empezar por invertir en controles y realizar evaluaciones ambientales más precisas una vez introducidos dichos controles.

Las evaluaciones de seguimiento son necesarias en numerosas ocasiones, especialmente cuando existe la necesidad de instalar o mejorar las medidas de control o cuando se prevén cambios en los procesos o materiales utilizados. En estos casos, las evaluaciones cuantitativas cumplen una importante función de vigilancia para:

- evaluar la validez, comprobar la eficiencia o detectar posibles fallos en los sistemas de control;
- averiguar si se han producido variaciones en los procesos, por ejemplo en la temperatura de funcionamiento o en las materias primas, que hayan modificado la situación de exposición.

El enfoque más eficiente para prevenir riesgos consiste en introducir controles técnicos que eviten las exposiciones profesionales actuando en el medio ambiente de trabajo y, en conse-

cuencia, reduciendo la necesidad de que los trabajadores o las personas que pueden verse expuestas tengan que poner algo de su parte. Las medidas técnicas suelen exigir la modificación de algunos procesos o estructuras mecánicas. Su finalidad es eliminar o reducir el uso, la generación o la emisión de agentes peligrosos en la fuente o, cuando no se pueda eliminar la fuente, prevenir o reducir la propagación de agentes peligrosos en el medio ambiente de trabajo.

Las evaluaciones continuas mediante controles ambientales y vigilancia médica deben formar parte de toda estrategia de control y prevención de riesgos.

La evaluación higiénica de un puesto de trabajo se realiza en dos fases, la medición y la valoración. Las mediciones deben de hacerse de acuerdo con unas técnicas debidamente normalizadas, de tal manera que sus resultados puedan ser comprobados periódicamente.

Las mediciones en Higiene Industrial al igual que en otros campos, no tendrían sentido si no dispusiésemos de un patrón de referencia con el que podamos compararla. A esta comparación con patrones de referencia se le denomina en Higiene Industrial valoración.

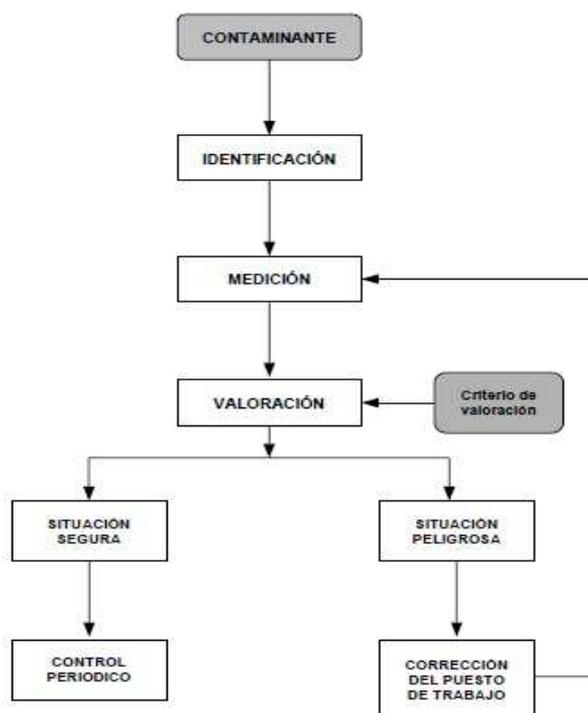
### 1.3.4 Control

Después de comparar las cantidades de contaminantes que nos resultó en los muestreos con los patrones de referencia, puede llegarse de una forma esquemática a dos situaciones.

SITUACION SEGURA  
 SITUACION DE RIESGO

En el segundo caso, hay que adoptar medidas que hagan posible una situación segura para los trabajadores que están manejando los mencionados contaminantes. Estas medidas correctoras podrán ser corregidas, modificando procedimientos de trabajo, sustancias, máquinas, protección, etc.

La figura siguiente nos presenta de una manera esquemática la metodología de actuación en Higiene Industrial.



## 2 METODOLOGÍA

### 2.1 OBJETIVO DEL INFORME DE EVALUACIÓN

En este proyecto se evaluará la ergonomía que afecta a cada uno de los puestos de trabajo analizados, mediante el análisis de las condiciones de estos, para lo cual se utilizan tres modelos (OWAS, RULA y NIOSH), que se adaptarán en función de las particularidades del puesto. En los modelos de análisis se recogen, brevemente, los aspectos más significativos de cada puesto de trabajo, así como los factores de riesgo que observe el equipo evaluador y las medidas preventivas que se proponen para corregirlos.

**Postura de trabajo:** Presenta una diversidad de posturas importante, adoptando posturas de pie (en ocasiones con flexión de columna), en cuclillas, etc. También está expuesto a posturas de flexión y abducción de extremidades superiores. El operario realiza desplazamientos a lo largo del almacén durante las tareas de preparación de pedidos o de colocación de estos en las estanterías.

**Factores de riesgo:** El tiempo de exposición a estas posturas puede ser lo suficientemente elevado como para considerarse un riesgo significativo de lesión musculoesquelética de las regiones anatómicas mencionadas.

Con este estudio se pretende dar solución a posturas o rutinas de trabajo que dan lugar a problemas físicos (trastornos músculo-esqueléticos, lesiones de espalda, fatiga, etc.) para así mejorar no sólo la salud y calidad de vida del trabajador sino también la productividad y eficiencia de éste, de manera que la empresa salga beneficiada.

En esta parte del proyecto vamos a hablar de los problemas más importantes en cuanto a higiene industrial: ruido, iluminación y riesgo químico.

A continuación se describen algunos conceptos clave al hablar de ruido:

**Decibelio (dB):** unidad general de medida de nivel de sonido, que expresa la relación logarítmica entre una magnitud acústica medida y otro valor de la misma magnitud que se tome como referencia.

**Decibelio A (dBA):** ponderación de la medición de ruido en función de la frecuencia que más se ajusta a la percepción del sonido por el oído humano.

**Decibelio C (dBC):** ponderación de la medición de ruido en función de la frecuencia que más se ajusta a los decibelios lineales emitidos por la fuente sonora.

**Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A ( $LA_{eq,T}$ ):** nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A, promediado durante un tiempo de medida concreto.

**Nivel de exposición diario equivalente ( $LA_{eq,d}$ ):** valor en dBA del nivel equivalente de energía acústica recibida por un trabajador, cuando el tiempo de exposición a ruido es de 8 horas/día.

**Pico máximo:** es el pico de mayor valor desde que se inicia la medición.

**SNR:** atenuación conferida por un protector auditivo en el conjunto total de frecuencias.

**H:** atenuación a alta frecuencia conferida por un protector auditivo.

**M:** atenuación a media frecuencia conferida por un protector auditivo.

**L:** atenuación a baja frecuencia conferida por un protector auditivo.

**APV<sub>f</sub>:** protección asumida de un protector: valor establecido para cada banda de octava de frecuencias.

## NORMAS DE APLICACIÓN EN CUANTO A RUIDO

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección personal.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Prevención de Riesgos Laborales y otras disposiciones anteriores.

## NORMAS DE APLICACIÓN EN CUANTO A ILUMINACION

- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, en su Anexo IV “Iluminación de los lugares de trabajo”.
- Real Decreto 488/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipo que incluyen pantallas de visualización.
- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003 de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y otras disposiciones.

Previamente al análisis se mantuvo una entrevista con el personal de la empresa para identificar las áreas y puestos de trabajo existentes en las instalaciones de la empresa. Posteriormente se procedió a realizar las mediciones de los niveles de iluminación.

Las mediciones fueron llevadas a cabo por el Servicio de Prevención, coincidiendo con una situación de trabajo habitual y representativa de las condiciones normales de trabajo, situación aceptada y consensuada con anterioridad al desarrollo de las mediciones. La valoración de los niveles de iluminación fue llevada a cabo según los criterios establecidos por el Servicio de Prevención.

En este informe también se evalúan las condiciones de iluminación de los lugares y puestos de trabajo, “por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo”.

Dichas condiciones permitirán una visibilidad adecuada para poder circular por los lugares de trabajo y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud.

En el presente informe no se valoran los posibles riesgos eléctricos, riesgo de incendio y riesgo de explosión de los sistemas de iluminación, ya que se entiende que la empresa para estos sistemas cumple las disposiciones contenidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y que para el caso de riesgo de incendio y explosión, específicamente deberán cumplir la Instrucción Complementaria M.I.B.T. 026 del citado Reglamento.

Este informe se realiza en función de la Ficha de Datos de Empresa y de la Evaluación Inicial de Riesgos.

Las mediciones se efectúan en presencia del trabajador y en las condiciones más desfavorables (día nublado a primera hora de la mañana).

La toma de datos se realiza en los puestos de trabajo objeto de control (zona donde se ejecutan las tareas), con la presencia del trabajador y colocando el equipo de medición en la proximidad de su entorno, considerando los posibles efectos de sombra producidos, tanto por el traba-

jador como por otros elementos que interfieren en su zona de trabajo (puentes-grúa, máquinas, mobiliario, etc).

Se determina el nivel de iluminación existente en las zonas donde se ejecutan las tareas, en su plano de trabajo habitual, con su misma inclinación y considerando, tanto la presencia de luz natural (directa o reflejada), como de luz artificial. En las vías de circulación se mide a nivel del suelo.

Se consideran otros factores determinantes como el tipo de luz, la naturaleza de los elementos lumínicos presentes, el estado de conservación de los mismos, (destellos, parpadeos, reactancias deterioradas, etc).

## 2.2 DATOS DE LA EMPRESA

### La empresa

Razón social:	Industrias INAME.	
Razón social:	MECAPRENA	
Domicilio:	Ctra. Guipúzcoa Km. 7.	Código postal: 31195.
Localidad:	Berrioplano (Navarra).	
Teléfono:	948-30-30-25.	Fax: 948-30-27-79.
Actividad principal:	Mecanizado en serie de todo tipo de piezas.	
Plantillas:	INAME: 23 personas; MECAPRENA: 14 personas.	

### Historia empresarial

Industrias INAME nació en la década de los setenta impulsada por los hermanos Yoldi. En sus inicios estuvo ubicada en Artica, pueblo natal de los Yoldi, y sus instalaciones se reducían a una bajera de 100 m<sup>2</sup> aproximadamente. Su única maquinaria, 2 tornos manuales, no tardó mucho en completarse con un torno de decoletaje y la primera sierra (posteriormente se explicará en qué consisten dichas máquinas). En esta época, la producción se centraba básicamente en pequeñas series de piezas mecanizadas en los tornos y en el tronzado de tubo.

Gracias al sacrificio y buen hacer de los hermanos Yoldi, la demanda de trabajo creció considerablemente trayendo consigo un aumento de maquinaria y empleados. Pronto las instalaciones se hicieron insuficientes. A finales de los setenta, INAME se trasladó a una nave de unos 1000 m<sup>2</sup> situada en Berrioplano.

La empresa, que fue adquiriendo buena reputación debido a la fiabilidad y calidad con la que se trabajaba, firmó contratos con la antigua Cheswick (actual Arvin Meritor) y con la antigua Eaton (actualmente Dana Equipamientos Industriales). Estos contratos proporcionaron estabilidad a Industrias INAME y le impulsaron a la renovación que exige el día a día.

A finales de los ochenta, llegaron los primeros tornos de control numérico. Este momento fue de vital importancia puesto que supuso un punto de inflexión en la empresa. El desconocimiento en el uso de las nuevas tecnologías, llevó a los hermanos Yoldi a contactar con una persona formada en el CNC (Control Numérico Computerizado): el Sr. Zaratiegui (entonces, jefe de taller de Eaton) instruiría a los trabajadores de INAME. Comprobando la valía de este profesional, los hermanos Yoldi haciendo gala, una vez más, de su olfato empresarial decidieron realizarle una oferta empresarial. Pero las intenciones del Sr. Zaratiegui eran muy distintas: El Sr. Zaratiegui tenía en mente crear su propia empresa junto con el Sr. Garayoa (comercial de Herramientas Ay-ma). Finalmente, los hermanos Yoldi decidieron asociarse con los Srs. Zaratiegui y Garayoa en esta nueva aventura empresarial. Así nació MECAPRENA (Mecanizados de Precisión Navarra), en 1989. A partir de este momento, comenzó la verdadera expansión de ambas empresas.

MECAPRENA se ubicaría en las instalaciones de la propia INAME. Inicialmente, MECAPRENA contaba tan sólo con un centro de control numérico. Gracias a los Srs. Zaratiegui y Garayoa se firmaron nuevos contratos con empresas como Torfinasa (actual TRW Automotive), Manuel Torres, Gamesa Eólica, etc... Esto provocó la expansión de ambas empresas y llevó al aumento tanto de personal como de maquinaria. En 1999, Garayoa abandonaría la empresa, llegándose así a la actual estructura empresarial.

La evolución empresarial se ha producido, en ambos casos, de manera natural y escalonada, gracias al tesón y buen hacer de sus directivos y trabajadores.

MECAPRENA e Industrias INAME ocupan en la actualidad unas instalaciones de unos 3000 m<sup>2</sup>, que tienen previsto aumentar, en un período breve de tiempo, en unos 1200 m<sup>2</sup>. Hasta ahora, tanto MECAPRENA como INAME, se han dedicado exclusivamente a la producción de piezas; a partir de ahora, en ese afán por mejorar la calidad de sus servicios y con el ánimo de seguir creciendo, comienzan a adentrarse en el mundo del montaje. Hasta el momento, se realizaban las piezas y se mandaban al cliente para su posterior montaje, a partir de ahora, las piezas se harán y se montarán dentro de la propia empresa. Aunque por el momento se tiene previsto realizar únicamente el montaje de los amortiguadores de los aerogeneradores, los directivos esperan y desean que este sea, tan sólo, el primer paso de otra nueva expansión.

Por todos estos motivos expuestos, este proyecto, además de servir como trabajo de fin de carrera, pretende ser la llave para la expansión de las empresas MECAPRENA e Industrias INAME.

Interior de la empresa:





### Actividad principal

La actividad básica de Industrias INAME y MECAPRENA es la mecanización de componentes para el sector industrial (automóvil y camiones principalmente), también mecaniza, aunque en menor medida, para sectores como el de la construcción, el aeronáutico, el eólico (hoy en auge, cada día se trabaja más para Gamesa), etc.

Principales elementos de mecanización:

- Cajas de satélites (para los grupos traseros de camiones)
- Cajas de dirección para coches y camiones.
- Porta - rodamientos para camiones.
- Ejes rectificados para el sector eólico.
- Pieciario vario para los aerogeneradores.
- Cuerpos de bomba hidráulicos.
- Rótulas para aeronáutica.
- Engranajes varios.
- Casquillos-sonda para tubos de escape.

Miriam Ponce Arenzana

Piezas de M.Torres:



Piezas de DANA:



Piezas TRW:



Piezas Gamesa Eólica:



### Principales clientes

Principalmente el trabajo que se lleva a cabo en la empresa, va encaminado al sector del metal, básicamente para el sector de la automoción, eólico y aeroespacial. A continuación se presenta una relación de los clientes más relevantes:

- Gamesa Eólica.
- Dana Equipamientos Industriales.
- TRW Automotive.
- Manuel Torres diseños industriales.
- Arvin Meritor.
- Aceralia Transformados.
- Liebherr.

- Egurko - Ortza.
- Lucas Girling.

### Principales proveedores

Los materiales que se precisan, son suministrados por diversas acerías, fundiciones y casa comerciales. A continuación se listan algunos de los proveedores de la empresa:

3P PRODUCTOS PLASTICOS PE	ABAL TRANSFORMADOS
ACEPLAS, S.L.	ACEROS BERGARA
ACEROS IMS	ALDAZ ECHARRI, S.A.
ALMESA	ALU-STOCK
BRONCESVAL	BRON-METAL
BRON-PLASTIC	CALIBRADOS PRADERA
COMEPLASTIC	COMERCIAL ARRATE, S.A
CUPRIMETAL	DECOLETAJE GAMMA
EDUARDO CORTINA	EUROACERO ATLANTICO
FUNDIFÉS	FURESA
FYTASA	GEORG FISCHER
HIERROS CANTON, S.L.	INOXIDABLES DE EUSKADI, S.A
INOXMETAL	IPARGAMA
LASER EBRO	MACLA
MEPRISAL	METAL - PLASTIC GASTEIZ, S.A
METALES URIMAR	NORACERO
NOVATI	OCHOA-LACAR HNOS, S.L.
OFER	OLAN S.A.
PLASTICOS LUTESOR	POLIFLUOR
PORTUMETAL S,L	RECTIFICADORA DEL VALLES
SAKANALASER	SAPEM OXICORTE
TAGA S.A.	TALLERES ALBE
TALLERES CARLOS SANZ	TRATAMIENTOS IRUÑA
TRATAMIENTOS RIZA	TREMEFIL
TREOSA	TUBOS DE PRECISION
TUCCSA	UGINE SAVOIE
VACIO Y TERMOQUIMICA	VALBRUNA
WILLET CINCUENTA, S.L.	WISCO ESPAÑOLA, S.A.

### Tipo y cantidad de maquinaria

A continuación, se van a enumerar las máquinas existentes. Además, se explicará brevemente el funcionamiento de dicha maquinaria:

-Seis tornos de decoletaje: Son tornos automáticos en los que el control de las diferentes secuencias de mecanizado es hidráulico - mecánico. Normalmente, se utilizan para el mecanizado de piezas con alta tolerancia. Para piezas de revolución.

-Ocho tornos de control numérico: Son tornos automáticos en los que el control de las secuencias de mecanizado se realiza por medio de programación numérica. Son más robustos que los de decoletaje, más fiables y de mayor precisión. Se utilizan para mecanizar piezas con pequeñas tolerancias. Pueden alcanzar una potencia máxima de 45 CV. Para piezas de revolución.

### Torno CNC:



- Tres centros de control numérico de mecanizado horizontal: La secuencia de mecanización se realiza por medio de programación numérica. Son extremadamente fiables y precisos y tienen más grados de libertad que los tornos, 4 pudiendo tener hasta 5. Poseen 2 palets, por lo que la máquina puede estar trabajando continuamente. La pieza a mecanizar se halla amarrada en una pantalla fija. Las herramientas atacan horizontalmente la pieza a mecanizar.
- Un centro de control numérico de mecanizado vertical: La principal diferencia con los anteriores es que el cabezal, que sujeta las herramientas, incide verticalmente sobre las piezas a mecanizar.



- Dos rectificadoras entre centros: La pieza, a la que se le habrá realizado un punteado en los extremos, es colocada en un apoyo guiado por puntos y es rectificada por medio de una muela aparente. Se consiguen tolerancias de  $\pm 0,01$  mm.

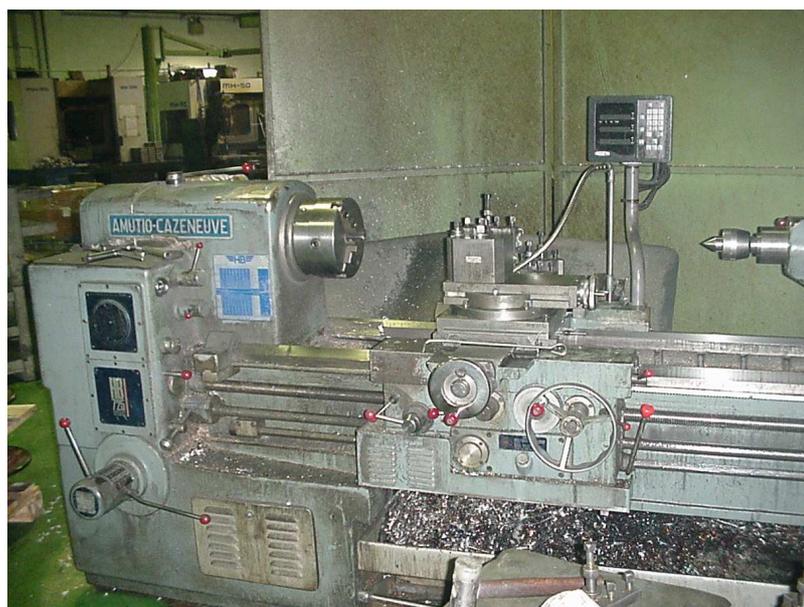
- Una rectificadora sin centros: Frente a las anteriores, no necesita un punteado previo. El rectificado se realiza haciendo pasar la pieza entre una muela de rectificado y otra de arrastre.
- Tres punteadoras: Se puntea el centro de la pieza para tomarlo posteriormente como referencia.
- Dos prensas: Usadas para el montaje de las pistas de rodadura de los porta rodamientos de Dana; también para realizar chaflanado de tubo.

Prensa:



- Dos tornos manuales: Son utilizados para preparar útiles y diversos utillajes.

Torno manual:



- Diez taladros varios: De distintos tamaños y potencias. Se utilizan para avellanar piezas y realizar taladros sin importancia en cuanto a perpendicularidad y paralelismo.

Miriam Ponce Arenzana

- Dos sierras de control numérico: Se cortan tubos y redondos como paso previo al mecanizado.
- Una fresadora manual: Se utilizan para piezas con mucha tolerancia y principalmente para desbastes de piezas.

Cabe destacar que, a partir de este momento, las empresas contarán también con la mesa de montaje así como con todo lo necesario para llevar a cabo el citado montaje (atornillador, llaves de impacto, llaves dinamométricas, etc...).

### Elementos de verificación

Para que un producto resulte competitivo es fundamental, además de un precio razonable, asegurar su fiabilidad y su calidad. Por ello, los elementos de verificación son de suma importancia. Se va a explicar, en líneas generales, cuáles son los elementos de verificación de los que se dispone en MECAPRENA e INAME:

- Una máquina de verificación tridimensional PMC: la primera pieza obtenida es verificada para asegurar la óptima fabricación de la serie. No obstante, posteriormente, se realizan nuevas verificaciones para confirmar la marcha adecuada del proceso. Tiene una precisión de diezmilésimas. Debe ser calibrada externamente con periodicidad. El control es computerizado.



Diferentes elementos de verificación.

- Pie de rey: cada empleado uno.
- Alexómetros varios.
- Micrómetros varios.
- Micrómetros de roscas.
- Tampones pasa - no pasa.
- Relojes comparadores.
- Anillos patrón.

Miriam Ponce Arenzana

- Calas patrón.
- Mármoles y Pulpitast.

### Descripción del proceso de fabricación

Como se ha podido deducir de lo expuesto anteriormente, existen dos tipos principales de maquinaria; tornos de control numérico y centros de control numérico de mecanizado. Además de la maquinaria genérica ya descrita.

Es por esto que, las piezas a mecanizar se catalogan de la siguiente forma:

- Piezas que sólo pasan por los tornos.
- Piezas que sólo pasan por los centros.
- Piezas que necesitan ser mecanizadas en ambas zonas.
- Piezas que, tras el mecanizado, necesitan tratamiento superficial.

El material o bien es recibido directamente de los clientes o bien es suministrado por las acerías y/o fundiciones ya nombradas. Las piezas se mecanizan en los tornos y en los centros tal y como se reciben; aunque a veces se requieren pasos previos como cortar en sierra, etc... Al finalizar el mecanizado, el cliente puede estimar oportuno que las piezas lleven algún tipo de tratamiento. Para realizarlo es preciso enviar las piezas a otras empresas ya que MECAPRENA carece de la infraestructura necesaria para llevar a cabo menesteres distintos a los explicados anteriormente.

### Tratamientos más frecuentes

-Templado y revenido: la finalidad del templado es aumentar la dureza y la resistencia del acero. Para ello, se calienta el acero a una temperatura ligeramente más elevada que la crítica superior Ac (entre 900-950 °C) y se enfría luego más o menos rápidamente (según características de la pieza) en un medio como agua, aceite, etcétera. El revenido sólo se aplica a aceros previamente templados, para disminuir ligeramente los efectos del temple, conservando parte de la dureza y aumentar la tenacidad. El revenido consigue disminuir la dureza y resistencia de los aceros templados, se eliminan las tensiones creadas en el temple y se mejora la tenacidad, dejando al acero con la dureza o resistencia deseada. Se distingue básicamente del temple en cuanto a temperatura máxima y velocidad de enfriamiento.

-Pavonado: el pavonado consiste en la aplicación de una capa superficial de óxido abrintado, compuesto principalmente por óxido férrico ( $Fe_2O_3$ ) de color azulado, negro o café, con el que se cubren las piezas de acero para mejorar su aspecto y evitar su corrosión.

-Anodizado duro o decorativo: cuando se requiere mejorar de forma sensible la superficie protectora de las piezas se procede a un denominado anodizado duro que es un tipo de anodizado donde se pueden obtener capas de alrededor de 150 micras, según el proceso y la aleación. La dureza de estas capas es comparable a la del cromo-duro, su resistencia a la abrasión y al frotamiento es considerable.

Las propiedades del anodizado duro son:

Resistencia a la abrasión: lo que permite que tenga una resistencia al desgaste superficial superior a muchos tipos de acero

Resistencia eléctrica: La alúmina es un aislante eléctrico de calidad excelente, superior a la de la porcelana.

Miriam Ponce Arenzana

**Resistencia química:** La capa anódica protege eficazmente el metal base contra la acción de numerosos medios agresivos.

**Porosidad secundaria o apertura** más o menos acusada en la entrada de los poros debido al efecto de disolución del baño.

Es muy importante a la hora de seleccionar el material para un anodizado duro, verificar la pieza que se vaya a mecanizar y seleccionar la aleación también en función de sus características y resistencia mecánica.

**-Cementado:** La cementación es un proceso de tratamiento termoquímico austenítico. Durante el transcurso de este proceso se enriquece la capa exterior del componente con Carbono (carburación) o con Carbono y Nitrógeno (carbonitruración) con el objetivo de mejorar las propiedades mecánicas de la capa exterior del componente.

**-Sulfinado:** es un tratamiento termoquímico que consiste en introducir una pequeña capa superficial de aleaciones de azufre (S), nitrógeno (N) y carbono (C), en aleaciones férricas y de cobre.

Las piezas a tratar se introducen en baños de sales de carbono, nitrógeno y sodio en un 95% y de azufre, nitrógeno y sodio en un 5% calentadas a 560-570 °C.

En 3 horas de tratamiento se puede conseguir una capa sulfina de 0,3 mm.

Hay que tener en cuenta que después de la sulfina las dimensiones de las piezas aumentan ligeramente. Con la sulfina se consigue mejorar la resistencia al desgaste, favorecer la lubricación y evitar el agarrotamiento.

Las piezas sulfinadas tienen una duración de 5 a 6 veces más que sin dicho tratamiento.

**-Teflonado:** tratamiento que consiste en aplicar una capa de teflón, que es un material aislante muy resistente al calor y a la corrosión, usado para articulaciones y revestimientos.

Como se ha explicado, el proceso genérico a seguir por cada pieza es el siguiente:

Tornos + centros + tratamiento superficial.

No obstante, las particularidades de cada pieza hacen que, en ocasiones, no sea necesario pasar por todas las fases de dicho proceso.

Miriam Ponce Arenzana

Evolución de la plantilla

Seguidamente, se refleja la evolución de ambas empresas conjuntamente:

Según relación profesional:

	1995	Actualidad	Previsión 5 años
Fijos	20	26	28
Eventuales	8	10	13
Mujeres	1	1	1
Mayores 45	1	5	7
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>37</b>	<b>42</b>

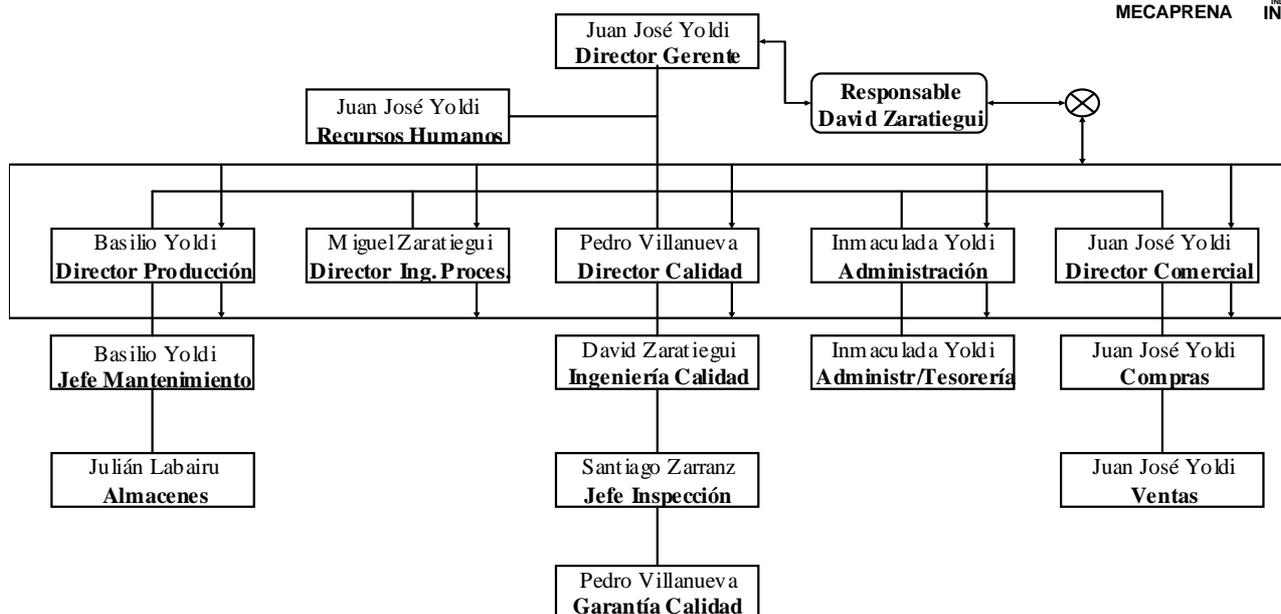
Según grupo profesional:

	1995	Actualidad	Previsión 5 años
Oficiales	13	16	16
Ing. Industriales	1	1	1
Ing. Tec. Industriales	0	2	4
Especialistas	9	11	12
Encargados	4	5	6
Resto	2	2	3
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>37</b>	<b>42</b>

Organigrama de la empresa

Aunque se trata de dos empresas distintas, comparten infraestructura y una misma dirección empresarial.

**Organigrama nominativo y funcional de Industrias Iname s.l y Mecaprena s.a**



## 2.2.1 Montaje de amortiguadores

Con este proyecto se pretende paliar las carencias existentes, hasta el momento, en el montaje del conjunto amortiguador de la multiplicadora de un aerogenerador. Nace de la necesidad de hacer el montaje cumpliendo con las exigencias establecidas por Gamesa Eólica. Se ha pensado en diseñar una mesa de montaje que venga a solucionar dichas carencias.

La función de este amortiguador es absorber las vibraciones que sufre la multiplicadora de un aerogenerador, evitando así las averías por rozamientos y el golpeo del eje principal de transmisión con otros elementos. Es por esto que el montaje no se puede realizar de cualquier modo, sino que se debe llevar a cabo de modo que se garantice totalmente la calidad del producto.

Este proyecto surge con el fin de facilitar el montaje. Se logrará, de este modo, una substancial mejora del trabajo a realizar por el operario, se reducirán tiempos de montaje y con ello los costes.

Antes de llevar a cabo este proyecto, el montaje se realizaba manualmente. Para ello se requería la participación de varios operarios y las condiciones de trabajo eran nefastas, lo que suponía un grado de riesgos elevado para los operarios.

La mesa que se va diseñar debe servir de soporte y sujeción de las piezas, a unir, que formarán el conjunto amortiguador. A la hora de llevar a cabo el diseño se deberán tener presente las cargas, pares, etc. a las que se verá sometida la mesa de montaje. También se pensará constantemente en facilitar al operario el manejo de los útiles de montaje y de la mesa. Se procurará que las cargas a soportar por el trabajador sean mínimas. Se trata de un amortiguador de tamaño y peso considerable, por eso se hace necesario realizar un diseño, tanto de la mesa como de los útiles de montaje, lo más adecuado posible. Así se evitará, en la medida de lo posible, riesgos para los operarios. Como evitar los riesgos al completo es tarea harto complicada, estos deben ser, por lo menos, minimizados.

A continuación, se va a proceder a explicar más detalladamente cómo se debe realizar el montaje de los amortiguadores utilizando la mesa que se ha diseñado:

### IMAGENES DE DIFERENTES PASOS EN EL AMORTIGUADOR

1- Lo primero que se hace es el montaje previo de los casquillos amortiguador superior e inferior en la tapa amortiguador y en la placa inferior mecanizada, respectivamente.



2- Una vez que se ha realizado este montaje previo, se coloca la placa inferior mecanizada sobre la mesa de montaje. La pieza se apoyará sobre las placas soporte, de manera que las alas de la placa inferior queden paralelas a las placas soporte y hacia abajo. Los agujeros pasantes de las alas de la placa inferior y los de las placas soportes quedarán concéntricos. Seguidamente, se atravesarán dichos agujeros mediante el uso de un bulón; de este modo, se tendrá la placa inferior perfectamente apoyada y sujeta.



3- El siguiente paso, es colocar el Urelast sobre la placa inferior mecanizada. Para ello, se debe hacer simplemente que el agujero de la placa inferior y el del Urelast sean concéntricos. El Urelast quedará apoyado pero no sujeta.



- 4- La próxima pieza que se debe colocar es el émbolo amortiguador. Antes de colocarse, se le aplicará una capa de Tectyl al exterior del émbolo. El eje del émbolo tiene un lado con un diámetro convencional y el otro, con un diámetro roscado. El roscado debe ir hacia arriba; el lado no roscado se introduce en el interior del agujero del Urelast.



5- A continuación, se colocará otro Urelast. Se hará que el lado roscado del émbolo atraviese el Urelast.

6- Llegado a este punto, lo siguiente es ir colocando los 8 tubos para tornillo amortiguador en los rebajes de alojamiento que la placa inferior tiene para tal efecto.





7- Después, se colocará la tapa superior del amortiguador, de manera que los rebajes de alojamiento que esta posee coincidan con los tubos para tornillo.

8- Ahora, lo que se debe hacer es colocar los 8 tornillos de M24x220. Estos se apoyarán sobre los Prisioneros de M8 que están en la placa fija. Se colocarán con una leve inclinación para luego ponerlos rectos y que, de este modo, quede justamente su punta dentro de la tapa superior. Como ya se dijo anteriormente, los Prisioneros se pueden regular para lograr que la punta del tornillo penetre levemente en la tapa inferior; de este modo, se evita que el operario tenga que estar sujetándolos.



Miriam Ponce Arenzana

9- En este momento, se pulsará el mando de accionamiento de los cilindros. Esto hará ascender a la placa móvil y, con ella, a los tornillos de M24. Los tornillos de M24 atravesarán los tubos para tornillo y la tapa superior.

10- Acto seguido, se dará un poco de aceite a las 8 arandelas de 45x4 y se colocarán atravesando las puntas de los tornillos de M24, de manera que queden reposando sobre la tapa superior.



11- Ahora, se colocarán las 8 tuercas autoblocantes de M24 en los tornillos.

12- Finalmente y antes de proceder a apretar las tuercas de M24, se colocará la horquilla superior. Se introducirá el roscado de la horquilla en el lado roscado del émbolo amortiguador. El final del émbolo debe coincidir con la parte superior de la base de la horquilla; nunca debe superar dicha parte de la horquilla ni quedar más de 2 mm por debajo.



Miriam Ponce Arenzana

13- Para ir acabando el montaje, sólo resta apretar las tuercas de M24. Este proceso se realiza en dos partes y siguiendo un orden concreto. Lo primero que se hace es apretar las tuercas con una llave de impacto, pistola de aire comprimido, hasta que los tubos para tornillo queden tensados y no puedan girar con facilidad. Posteriormente, por medio del atornillador, se vuelven a apretar las tuercas con un par de unos 725 Nm, para terminar aplicándoles el par exigido por Gamesa Eólica, es decir, 858 Nm.

14- Ya sólo queda introducir los tornillos de M16x170 en la horquilla superior y apretarlos con una llave de impacto; no es necesario darles ningún par concreto.

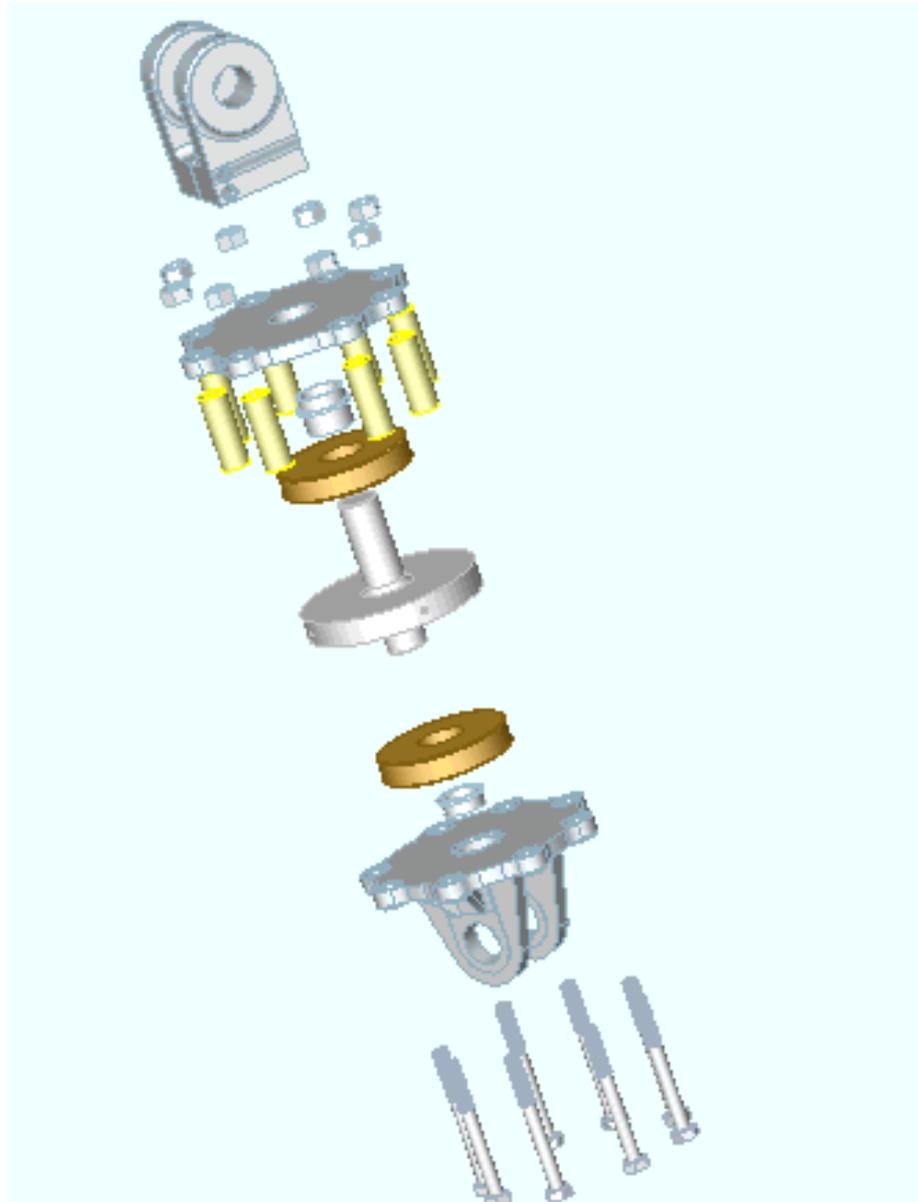


15- Una vez concluido lo que es propiamente el montaje, se pulsará el mando de accionamiento de los cilindros. Así, la placa móvil descenderá y el acceso a los centros de la placa inferior mecanizada y de la horquilla superior, quedará libre. Se medirá la distancia existente entre

Miriam Ponce Arenzana

dichos centros y se anotará en la tapa superior. La cara exterior de la horquilla superior debe quedar, más o menos, paralela a la cara exterior de las alas de la placa inferior.





La distancia entre centros debe ser  $475 \pm 0,5$  mm. Cuando esta distancia no queda dentro de los límites establecidos, se gira el émbolo y/o la horquilla superior hasta ajustar la medida.

En este momento, se verificará también que la distancia comprendida entre la placa inferior y la tapa superior está dentro de las especificaciones,  $117 \pm 0,2$  mm.

Una vez realizados todos estos pasos, como el apriete de los tornillos se lleva a cabo por medio de un atornillador, se debe verificar que el par ha sido transmitido correctamente. Para ello, se comprobarán todos y cada uno de los tornillos de M24 con una llave dinamométrica

Llegado a este punto, ya se puede dar por terminado el montaje del amortiguador con plenas garantías de que la calidad del producto es la exigida por Gamesa Eólica.

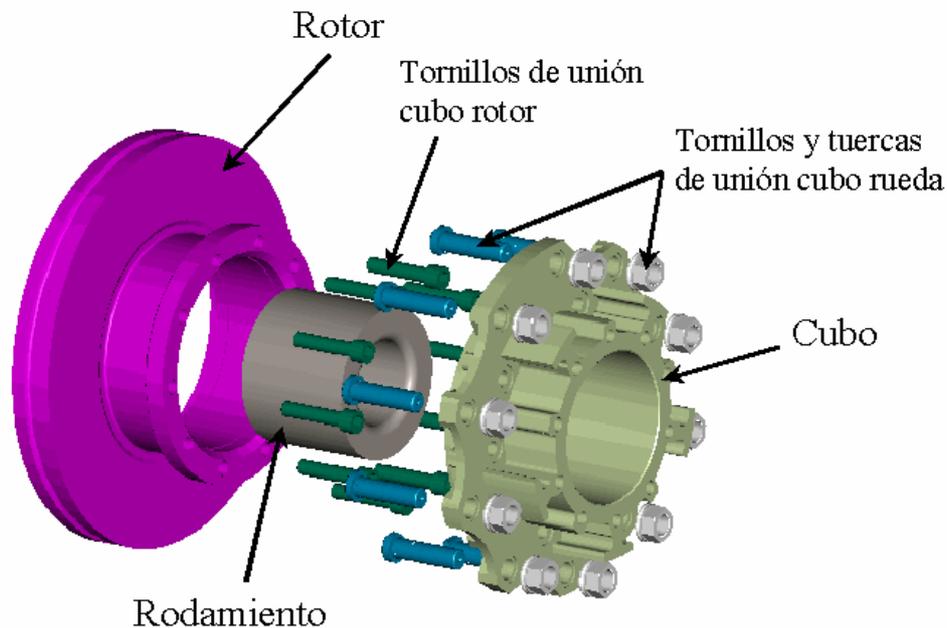
Se ha podido comprobar, que se trata de un sistema simple y no muy caro. Además, facilita la labor del operario, al que resulta sencillo seguir los pasos que marca el procedimiento.

En esta tabla se detallan los pesos, las referencias y las dimensiones más representativas de los componentes:

Denominación	Peso (Kg.)	Dimensiones(mm)	Referencia
Placa mecanizada inferior amortiguador	25 aproximadamente.	210 x 284	P370207R00
Urelast	0,7 aproximadamente	40 x 208	P370201
Émbolo amortiguador mecanizado	15 aproximadamente	210 x 245	C370202R01
Tapa amortiguador superior	19,5 aproximadamente	20 x 384	P370208R00
Horquilla superior amortiguador	25 aprox.	196 x 245	P370206R00
Casquillo amortiguador inferior	Menos de 0,150	25 x 84	P370210R00
Casquillo amortiguador superior	Menos de 0,150	38 x 84	P370202R00
Tornillo hexagonal DIN 931 M 24 x 220 - 12.9-.	0,7 aprox.	M24 x220	
Tornillo cabeza cilíndrica DIN 912 M 16 x 170 -10.9-.	0,3 aprox.	M16 x 170	
Tuerca hexagonal DIN 934 M 24 -10.9-.	0,2 aprox.	M24	
Arandela plana DIN 125 Ø45 -10.9-.	Menos de 0,150	2,5 x 45	
Tubo para tornillo amortiguador	1 aprox.	45 x 120	P370205R00

## 2.2.2 Montaje del cubo de rueda

El cubo de rueda es la pieza sobre la que se coloca la llanta en la que va la rueda.



Cabeza: Se le denomina cabeza al conjunto de piezas donde se incluye el grupo cónico que transmite la potencia del motor a los palieres y el diferencial.

Brida de acoplamiento: Es la pieza que acopla la transmisión con el piñón de la cabeza.

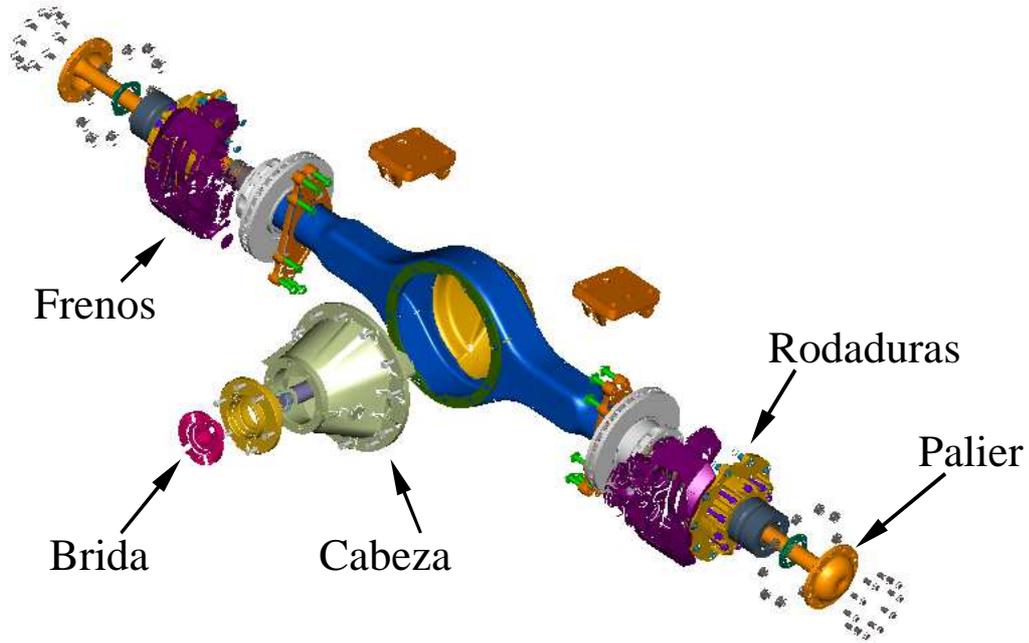
Anillo del ABS: El anillo se coloca en el rotor de la rodadura. Tiene una forma dentada para provocar una señal discontinua en el sensor al girar junto con el rotor.

Sensor del ABS: Se coloca en un agujero del platillo. Es el que mide el movimiento de la rodadura.

Tuerca manga: Es una tuerca que se atornilla a la manga y sirve para soportar la rodadura.

Palier: Van atornillados al cubo, transmiten el giro de la corona al cubo.

Eje: Es el conjunto formado por la carcasa, rodaduras, cabeza, palieres, frenos y soportes.



#### IMAGENES DE DIFERENTES PASOS EN EL CUBO DE RUEDA

1- El operario toma la pieza a mecanizar de un pallet cercano a la máquina utilizada para dicha tarea.



2- Una vez que la pieza está mecanizada el trabajador la retira de la máquina y la coloca momentáneamente en un mueble en el que hay una pistola de aire comprimido que utiliza para retirar las virutas que han quedado en la pieza tras su mecanización.



3- Tras haber limpiado la pieza y haber verificado las dimensiones tras el mecanizado, el trabajador retira la pieza del mueble y la coloca sobre otro pallet en el que están las piezas ya terminadas en esta fase.



Miriam Ponce Arenzana



La siguiente fotografía muestra el inicio del proceso para la siguiente pieza de la serie.



## 2.3 FACTORES PSICOSOCIALES

Según el Comité Mixto OIT / OMS, los factores psicosociales “consisten en interacciones entre, por una parte, el trabajo, el medio ambiente y las condiciones de organización, y por la otra, las capacidades del trabajador, sus necesidades, su cultura y su situación personal fuera del trabajo, todo lo cual, a través de percepciones y experiencias, pueden influir en la salud, el rendimiento y la satisfacción en el trabajo”.

Los FACTORES PSICOSOCIALES se podrían clasificar:

1º) Atendiendo a las características de la empresa:

- Dimensión de la Empresa
- La imagen que la sociedad tiene de la Empresa
- Ubicación
- Diseño del Centro o Centros de Trabajo. El lugar de trabajo como factor psicosocial hace referencia al espacio disponible para cada trabajador, la distribución y el acondicionamiento del espacio para ese trabajo, los equipamientos sociales, etc.
- Actividad

2º) Atendiendo a las características de los puestos de trabajo:

○ Relativos al AMBIENTE DE TRABAJO:

- Iluminación
- Ruido
- Temperatura
- Ambientes Contaminados

○ Relativos a la TAREA:

- Carga Mental.
- Autonomía Temporal
- Contenido del Trabajo
- Supervisión-Participación

3º) Atendiendo a las características de la estructura de la organización:

- Definición del Rol
- Interés por el Trabajador
- Relaciones Personales

4º) Atendiendo a las características de los recursos humanos: niveles de comunicación.

La incidencia en la actividad docente de ciertos trastornos psicológicos es puesta de manifiesto en numerosos estudios en los que se plantea:

- Dificultad de comunicación
- Fatiga psíquica
- Insomnio
- Neurosis y psicosis
- Depresiones
- Estrés

### 2.3.1 Presentación del cuestionario

Este cuestionario pretende obtener una visión global respecto a los factores de riesgo de tipo psicosocial.

*A continuación se presentan una serie de preguntas con varias alternativas de respuesta. Desde un punto de vista general, elija la opción que más se acerque a la realidad.*

*Le informamos de que cualquier dato que usted aporte en el cuestionario será tratado de manera CONFIDENCIAL.*

*En cada pregunta existe un apartado denominado OBSERVACIONES, utilícelo siempre que desee hacer alguna aclaración o puntualización al respecto.*

*Ante cualquier duda que le surja durante la ejecución de la encuesta, no dude en pedir cualquier aclaración o información adicional.*

*El cuestionario lo componen 30 preguntas, con varias alternativas de respuesta y una opción de respuesta cualitativa (Observaciones) que posibilita una aclaración de la respuesta aportada.*

**Muchas gracias por su colaboración.**

Nombre: (OPCIONAL):	
Puesto de trabajo:	
Departamento:	
Antigüedad en empresa:	
Turno de trabajo:	
Fecha de cumplimentación del cuestionario:	

**Pregunta 1**

¿El trabajador tiene libertad para decidir cómo hacer su propio trabajo?

- A- No
- B- Sí, ocasionalmente
- C- Sí, cuando la tarea se lo permite
- D- Sí, es la práctica habitual

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 4**

¿El trabajador dispone de la información y de los medios necesarios (equipo, herramientas, etc.) para realizar su tarea?

- A- No
- B- Sí, algunas veces
- C- Sí, habitualmente
- D- Sí, siempre

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 7**

Las situaciones de conflictividad entre trabajadores, ¿se intentan solucionar de manera abierta y clara?

- A- No
- B- Sí, por medio de la intervención del mando
- C- Sí, entre todos los afectados
- D- Sí, mediante otros procedimientos

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 2**

¿Existe un procedimiento de atención a las posibles sugerencias y/o reclamaciones planteadas por los trabajadores?

- A- No, no existe
- B- Sí, aunque en la práctica no se utiliza
- C- Sí, se utiliza ocasionalmente
- D- Sí, se utiliza habitualmente

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 5**

Ante la incorporación de nuevos trabajadores, ¿se les informa de los riesgos generales y específicos del puesto?

- A- No
- B- Sí, oralmente
- C- Sí, por escrito
- D- Sí, por escrito y oralmente

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 8**

¿Pueden los trabajadores elegir sus días de vacaciones?

- A- No, la empresa cierra por vacaciones en períodos fijos
- B- No, la empresa distribuye períodos vacacionales, sin tener en cuenta las necesidades de los trabajadores
- C- Sí, la empresa concede o no a demanda del trabajador
- D- Sí, los trabajadores se organizan entre ellos, teniendo en cuenta la continuidad de la actividad

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 3**

¿El trabajador tiene la posibilidad de ejercer el control sobre su ritmo de trabajo?

- A- No
- B- Sí, ocasionalmente
- C- Sí, habitualmente
- D- Sí, puede adelantar trabajo para luego tener más tiempo de descanso

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 6**

Cuando el trabajador necesita ayuda y/o tiene cualquier duda acude a:

- A- Un compañero de otro puesto
- B- Una persona asignada (mantenimiento, refuerzo...)
- C- Un encargado y/o jefe superior
- D- No tiene esa opción por cualquier motivo

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 9**

¿El trabajador interviene y/o corrige los incidentes en su puesto de trabajo (equipo, máquina, etc.)?

- A- No, es función del mando superior o persona encargada
- B- Sí, sólo incidentes menores
- C- Sí, cualquier incidente

A      B      C

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 10**

¿El trabajador tiene posibilidad de realizar pausas dependiendo del esfuerzo (físico y/o mental) requerido por la actividad?

- A- No, por la continuidad del proceso
- B- No, por otras causas
- C- Sí, las establecidas
- D- Sí, según necesidades

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 11**

¿Se utilizan medios formales para transmitir informaciones y comunicaciones a los trabajadores?

- A- No
- B- Charlas, asambleas
- C- Comunicados escritos
- D- Sí, medios orales y escritos

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 12**

En términos generales, ¿el ambiente de trabajo posibilita relaciones amistosas?

- A- No
- B- Sí, a veces
- C- Sí, habitualmente
- D- Sí, siempre

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 13**

La actuación del mando intermedio respecto a sus subordinados es:

- A- Únicamente marca los objetivos individuales a aclarar por el trabajador
- B- Colabora con el trabajador en la consecución de fines
- C- Fomenta la consecución de objetivos en equipo

A      B      C

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 14**

¿Se recuperan los descansos?

- A- No
- B- Sí, durante las pausas
- C- Sí, incrementando el ritmo de trabajo
- D- Sí, alargando la jornada

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 15**

¿Cuál es el criterio de retribución al trabajador?

- A- Salario por hora (fijo)
- B- Salario más prima colectiva
- C- Salario más prima individual

A      B      C

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 16**

¿Se facilitan las instrucciones precisas a los trabajadores sobre el modo correcto y seguro de realizar las tareas?

- A- No
- B- Sí, de forma oral
- C- Sí, de forma escrita (instrucciones)
- D- Sí, de forma oral y escrita

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 17**

¿El trabajador tiene la posibilidad de hablar durante la realización de su tarea?

- A- No, por la ubicación del trabajador
- B- No, por el ruido
- C- No, por otros motivos
- D- Sí, algunas palabras
- E- Sí, conversaciones más largas

A      B      C      D      E

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 18**

¿Han recibido los mandos intermedios formación para el desempeño de sus funciones?

- A- No
- B- Sí, aunque no ha habido cambios significativos en el estilo de mando
- C- Sí, algunos mandos han modificado sus estilos significativamente
- D- Sí, la mayoría ha modificado su estilo de mando

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---



---



---

**Pregunta 19**

¿Existe la posibilidad de organizar el trabajo en equipo?

- A- No.
- B- Sí, cuando la tarea se lo permite
- C- Sí, en función del tiempo disponible
- D- Sí, siempre se hace en equipo

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Pregunta 22**

¿El trabajador puede detener el trabajo o ausentarse de su puesto?

- A- No, por el proceso productivo.
- B- No, por otros motivos.
- C- Sí, con un sustituto.
- D- Sí, sin que nadie le sustituya.

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Pregunta 25**

¿El trabajador tiene la opción de cambiar de puesto y/o de tarea a lo largo de su jornada laboral?

- A- No
- B- Se cambia de manera excepcional
- C- Sí, se rota entre compañeros de forma habitual.
- D- Sí, se cambia según lo considera el trabajador.

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Pregunta 20**

¿El trabajador controla el resultado de su trabajo y puede corregir los errores cometidos o defectos?

- A- No
- B- Sí, ocasionalmente.
- C- Sí, habitualmente.
- D- Sí, cualquier error.

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Pregunta 23**

¿Existe, en general, un buen clima en el lugar de trabajo?

- A- No
- B- Sí, a veces
- C- Sí, habitualmente
- D- Sí, siempre

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Pregunta 26**

Ante la incorporación de nuevas tecnologías, nueva maquinaria y/o nuevos métodos de trabajo ¿se instruye al trabajador para adaptarlo a esas nuevas situaciones?

- A- No,
- B- Sí, oralmente
- C- Sí, por escrito
- D- Sí, oralmente y por escrito

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Pregunta 21**

¿Se organizan, de forma espontánea, eventos en los que participa la mayoría de la plantilla?

- A- No
- B- Sí, una o dos veces al año
- C- Sí, varias veces al año, según surja el motivo

A      B      C

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Pregunta 24**

¿El trabajador recibe información suficiente sobre los resultados de su trabajo?

- A- Se le informa de la tarea a desempeñar (cantidad y calidad)
- B- Se le informa de los resultados alcanzados con relación a los objetivos que tiene asignados
- C- Se le informa de los objetivos alcanzados por la empresa.
- D- Se le anima a participar en el establecimiento de metas.

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Pregunta 27**

¿Qué tipo de relaciones son las habituales en la empresa?

- A- Relaciones de colaboración para el trabajo y relaciones personales positivas
- B- Relaciones personales positivas, sin relaciones de colaboración
- C- Relaciones sólo de colaboración para el trabajo
- D- Ni relaciones personales, ni colaboración para el trabajo.

A      B      C      D

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Pregunta 28**

De los problemas que existen en un departamento, sección... ¿está siendo culpada alguna persona en concreto?

- A- Sí
- B- No

A      B

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---

---

---

---

**Pregunta 29**

¿Han aumentado las bajas de origen psicológico de larga duración en la plantilla?

- A- Sí
- B- No

A      B

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---

---

---

---

**Pregunta 30**

¿Hay alguna persona que está siendo aislada, ignorada o excluida del grupo en virtud de características físicas o personales?

- A- Sí
- B- No

A      B

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

---

---

---

---

¿Incluiría usted otros temas que no han sido tratados en esta ficha de cuestionario de evaluación de factores Psicosociales? Por ejemplo, ¿cuáles?:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Muchas gracias por su colaboración.

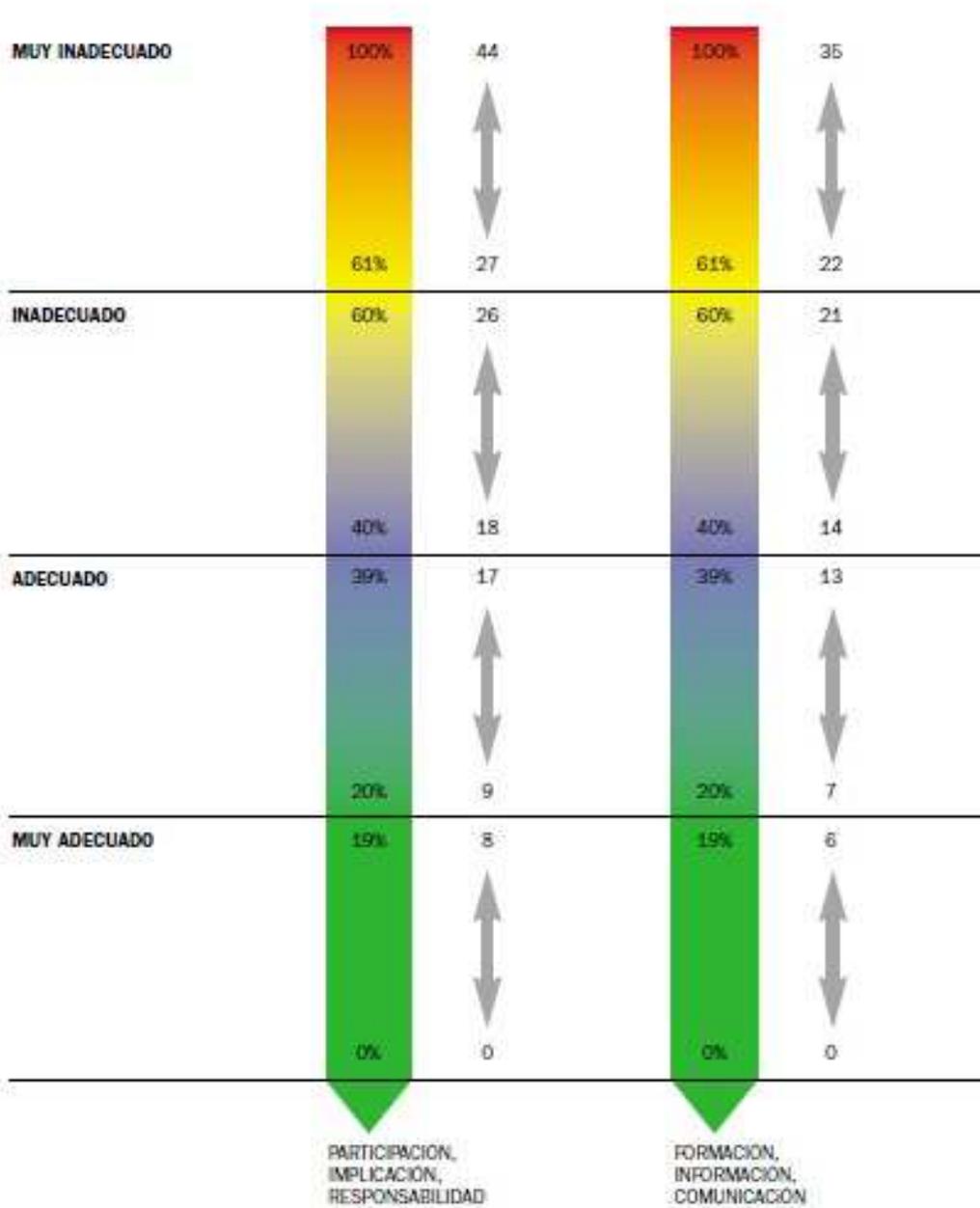
Le recordamos que toda la información obtenida será tratada de forma confidencial.

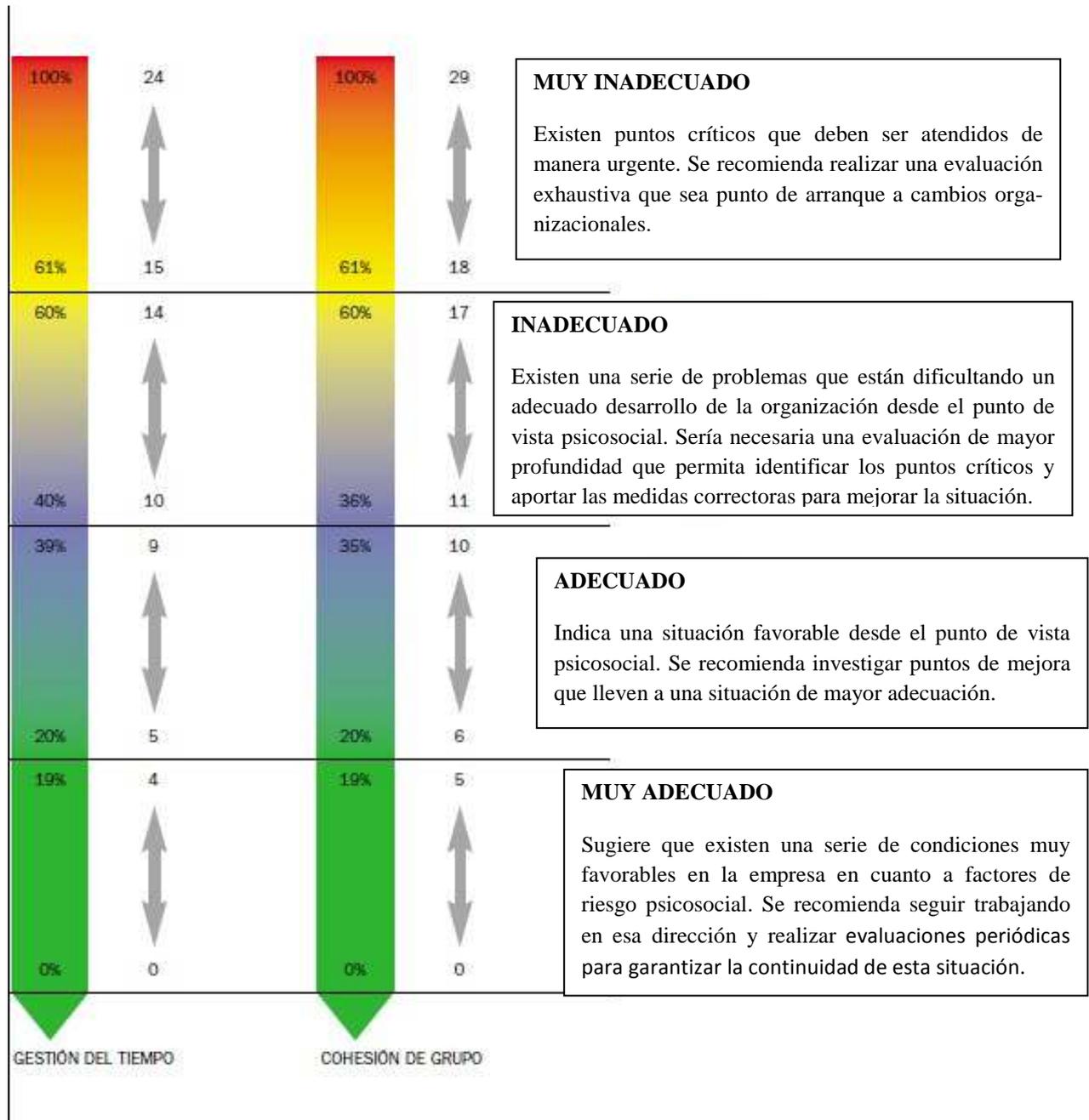
**EVALUACIÓN**

<b>PARTICIPACIÓN, IMPLICACIÓN, RESPONSABILIDAD</b>	<b>FORMACIÓN, INFORMACIÓN, COMUNICACIÓN</b>	<b>GESTIÓN DEL TIEMPO</b>	<b>COHESIÓN DE GRUPO</b>
--	---	---------------------------	--------------------------

PREG.	OPCIÓN	VALOR	PREG.	OPCIÓN	VALOR	PREG.	OPCIÓN	VALOR	PREG.	OPCIÓN	VALOR
1	A	5	4	A	5	3	A	5	6	A	0
	B	3		B	3		B	3		B	1
	C	3		C	1		C	1		C	3
	D	0		D	0		D	0		D	5
2	A	5	5	A	5	10	A	5	7	A	5
	B	5		B	3		B	5		B	3
	C	3		C	3		C	2		C	0
	D	0		D	0		D	0		D	0
8	A	3	11	A	5	14	A	0	12	A	5
	B	4		B	3		B	5		B	3
	C	1		C	3		C	5		C	1
	D	0		D	0		D	5		D	0
9	A	5	16	A	5	15	A	0	21	A	4
	B	3		B	3		B	0		B	2
	C	0		C	3		C	4		C	0
13	A	5		17	A	5	22	A	5	23	A
	B	2	B		5	B		5	B		3
	C	0	C		5	C		3	C		1
18	A	5	17	D	2	Puntuación		D	0		27
	B	5		24	A		5	B	3		
	C	3			B		2	C	3		
	D	0	C		2		D	5			
19	A	5	24	D	0	Puntuación	Puntuación	Puntuación	D	5	
	B	3		26	A						5
	C	3			B						3
	D	0	C		3						
20	A	5	26	D	0	Puntuación	Puntuación	Puntuación	D	5	
	B	3		A	5						
	C	1		B	3						
	D	0	C	3							
25	A	5	Puntuación								
	B	3									
	C	1									
	D	0									
Puntuación											

**ESTADO**





## 2.4 ERGONOMIA

### 2.4.1 Alcance de la ergonomía

Una primera aproximación a la ergonomía colocaría a ésta en la posición de estudio del ser humano en su ambiente laboral, lo que permitiría pensar en la ergonomía como en una técnica de aplicación, en la fase de conceptualización y corporificación de proyectos (ergonomía de concepción o preventiva), o como una técnica de rediseño para la mejora y optimización (ergonomía correctiva).

Una segunda visión de la ergonomía recogería la idea de que, en realidad, ésta debe ser una disciplina eminentemente prescriptiva, que debe proporcionar a los responsables de los proyectos los límites de actuación de los usuarios para de este modo adecuar las realizaciones artificiales a las limitaciones humanas.

Por último, en un tercer enfoque, un poco más ambicioso que los anteriores, entendería esta ciencia como un campo de estudio interdisciplinar donde se debaten los problemas relativos a qué proyectar y cómo articular la secuencia de posibles interacciones del usuario con el producto, con los servicios, o incluso con otros usuarios.

De todas formas, una reflexión sucinta sobre el alcance de la ergonomía, podría contemplar los tres apartados siguientes:

- i. la ergonomía como banco de datos sobre la horquilla de las capacidades y limitaciones de respuesta de los usuarios.
- ii. la ergonomía como programa de actividades planificadas, para mejorar el diseño de los productos, servicios y/o las condiciones de trabajo y uso.
- iii. la ergonomía como disciplina aplicada para mejorar la calidad de vida de las personas.

Esta forma de presentar la ergonomía sugiere una perspectiva ecológica en la que el significado de cualquier elemento debe ser visto como algo creado de forma continua por las interdependencias con las fuerzas con las que está relacionado.

Así, el carácter de la ergonomía configura y a la vez es configurado por sus relaciones externas con las perspectivas del conocimiento y las prácticas en otros campos de conocimiento: ingeniería, medicina, psicología, economía, diseño, fisiología, etc.

### 2.4.2 La intervención ergonómica

Existen, al menos, dos formas de entender lo que debe ser la intervención ergonómica, y cómo se debe aplicar: para unos, la ergonomía debe elaborar manuales, catálogos de recomendaciones o de normas que deben servir de guía a los proyectistas; detrás de esta concepción aparece arraigada la necesidad de dotar de herramientas útiles a los encargados de dirigir proyectos, o de poner a punto equipamientos y servicios. Esta aproximación se considera a menudo la única posible cuando estos productos/servicios están destinados a un “gran público”, o cuando no se conocen sus futuras condiciones de utilización.

Esta concepción presenta una ergonomía sin ergónomos, en la cual el profesional es sustituido por los datos, y se deja en manos del buen criterio de otros profesionales el uso cabal de la disciplina.

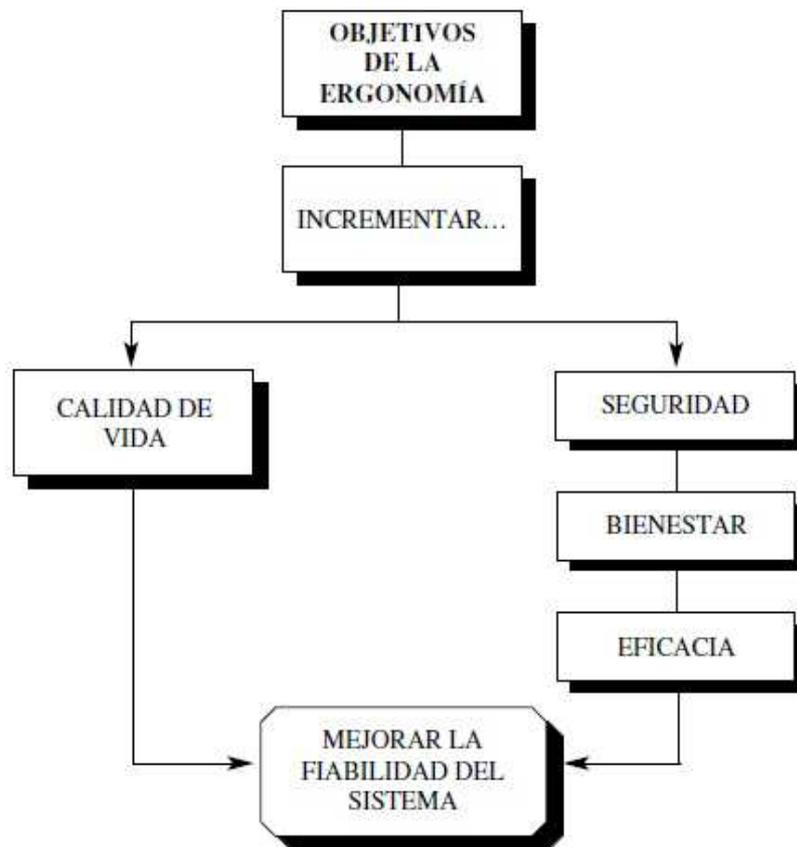
La otra forma de entender la ergonomía requiere la presencia activa del ergónomo en la fase de proyecto y/o en el lugar de trabajo/ocio, posibilita el analizar la actividad, entender la forma de actuación real de los usuarios, diferenciando “lo que dicen, de lo que hacen”, infiriendo los procesos que subyacen en su actuación, las variaciones no reseñadas en las condiciones de reali-

zación de la tarea, el uso de “otros” medios de trabajo, etc., todo lo cual es necesario para elaborar estrategias más eficaces a la hora de dar forma y corporizar el proyecto.

### 2.4.3 Las etapas de la intervención

Podemos reducir la intervención ergonómica a una serie de etapas fácilmente identificables en cualquier proyecto:

- i. análisis de la situación: ésta se realiza cuando aparece algún tipo de conflicto.
- ii. diagnóstico y propuestas: una vez detectado el problema el siguiente paso reside en diferenciar lo latente de lo manifiesto, destacando las variables relevantes en función de su importancia para el caso.
- iii. experimentación: simulación o modelaje de las posibles soluciones.
- iv. aplicación: de las propuestas ergonómicas que se consideran pertinentes al caso.
- v. validación de los resultados: grado de efectividad, valoración económica de la intervención y análisis de fiabilidad.
- vi. seguimiento: por último, cabe retroalimentar y comprobar el grado de desviación para ajustar las diferencias obtenidas a los valores pretendidos mediante un programa.



El objetivo que se persigue siempre en ergonomía es el de mejorar “la calidad de vida” del usuario, tanto delante de una máquina herramienta como delante de una cocina doméstica, y en todos estos casos este objetivo se concreta con la reducción de los riesgos de error, y con el incremento de bienestar de los usuarios.

Facilitar la adaptación al usuario de los nuevos requerimientos funcionales es incrementar la eficiencia del sistema. La intervención ergonómica no se limita a identificar los factores de

riesgo y las molestias, sino que propone soluciones positivas, soluciones que se mueven en el ámbito posibilista de las potencialidades efectivas de los usuarios, y de la viabilidad económica que enmarca cualquier proyecto.

La inclusión en este punto de algunas de las numerosas definiciones establecidas para definir este término, nos permitirá hacernos una idea más exacta del verdadero alcance de esta técnica, de gran importancia en la prevención de los riesgos laborales.

Según el I Congreso Internacional de Ergonomía, celebrado en Estrasburgo en 1970 «el objeto de la ergonomía es elaborar, con el concurso de las diversas disciplinas científicas que la componen, un cuerpo de conocimientos que, con una perspectiva de aplicación, debe desembocar en una mejor adaptación al hombre de los medios tecnológicos de producción y de los entornos del trabajo».

La ergonomía es «una disciplina científica o ingeniería de los factores humanos, de carácter multidisciplinar, centrada en el sistema persona-máquina, cuyo objetivo consiste en la adaptación del ambiente o condiciones de trabajo a la persona con el fin de conseguir la mejor armonía posible entre las condiciones óptimas de confort y la eficacia productiva».

#### 2.4.4 Clasificación de la Ergonomía

Se pueden hacer diferentes clasificaciones dependiendo del aspecto considerado, como puede ser:

- Enfoque de aplicación.
- Ámbito de aplicación.
- Objetivo de la intervención ergonómica.

<b>Objetivo de Intervención</b>	<b>Ergonomía de Concepción o de Diseño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Análisis de la actividad futura para que las condiciones de trabajo sean las más adecuadas a las características del individuo.</li> <li>■ Tiene carácter inminentemente preventivo.</li> </ul>
	<b>Ergonomía de Corrección</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Identificación de los riesgos ergonómicos de un sistema, equipo u objeto ya existente para adecuarlo de forma que facilite el trabajo seguro y eficiente.</li> <li>■ Actúa sobre problemas concretos y busca soluciones.</li> </ul>
<b>Enfoque de Aplicación</b>	<b>Ergonomía de Puestos</b>	Diseño de los puestos de trabajo con los diferentes factores que lo componen.
	<b>Ergonomía de Sistemas</b>	Diseño del sistema global de la organización definiendo los objetivos y funciones de todo el sistema
<b>Ámbito de Aplicación</b>	<b>Psicosocial y Cognitiva</b>	Interrelación entre el hombre y la máquina desde el punto de vista de la capacidad de reacción sensorial y psicológica del individuo.
	<b>Geométrica</b>	Relación entre el hombre y las dimensiones y características posicionales del lugar de trabajo, buscando la adecuación óptima tanto a nivel estático como dinámico.
	<b>Ambiental</b>	Incidencia de los factores ambientales (temperatura, iluminación, ruido, etc) sobre el estado de salud y confort del hombre.
	<b>Temporal</b>	Relación entre el tiempo, la salud y confort desde un punto de vista físico y psíquico: horarios y ritmos de trabajo, organización de pausas, duración de jornadas, etc.

### 2.4.5 Carga de trabajo y fatiga

Se define la carga de trabajo como «el conjunto de requerimientos psicofísicos a los que se ve sometida la persona a lo largo de su jornada de trabajo». Considerando, por consiguiente, dos aspectos diferenciados: el aspecto psíquico, que da lugar a la carga mental; y el aspecto físico, que da lugar a la carga física del trabajo.

Actualmente, como consecuencia de la introducción de nuevas tecnologías y nuevas formas de organización del trabajo, la relación proporcional entre los trabajos que exigen esfuerzos físicos y los trabajos que requieren una mayor carga mental se ha invertido. Si bien son todavía numerosas las tareas que requieren de esfuerzos físicos importantes, pudiendo dar lugar a ciertas patologías.

En íntima relación con la carga de trabajo se encuentra el concepto de fatiga, que tiene su origen en la carga de trabajo excesiva. La cual la podemos definir como «la disminución de la capacidad psicofísica del individuo; después de haber realizado un trabajo durante un tiempo determinado».

#### Carga física y fatiga muscular

La ejecución de cualquier actividad física implica realizar esfuerzos a través de las tensiones y relajaciones de los músculos pudiendo llegar a provocar fatiga muscular.

En este aspecto, la repetitividad, duración y tipo de las contracciones musculares son los determinantes del tipo de esfuerzo a que se somete el músculo.

<i><b>Tipos de Contracciones</b></i>	
<b>Isométricas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Determinan el <b>esfuerzo muscular estático</b> que conlleva un <b>mayor consumo energético</b> y requiere <b>tiempos de descanso más largos</b> debido a que:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprime los vasos sanguíneos disminuyendo el riego sanguíneo.</li> <li>- Dificulta el suministro de oxígeno y alimentos que el músculo necesita.</li> <li>- Entorpece la evacuación de residuos metabólicos, dióxido de carbono y ácido láctico, acumulándose localmente y produciendo un dolor agudo que fuerza a interrumpir la actividad.</li> </ul> </li> <li>■ Según aumenta la fuerza desarrollada, más se dificulta el aporte sanguíneo al músculo. Llega a anularse el flujo sanguíneo cuando la contracción supera el 70% de la capacidad máxima ventilatoria.</li> <li>■ El músculo se abomba y endurece pero <b>no se produce desplazamiento</b> del mismo. La <b>contracción es continua</b> y se mantiene <b>durante un cierto periodo de tiempo</b>.</li> <li>■ Implica <b>cambios en la tensión muscular con pocas modificaciones en la longitud del músculo</b>.</li> </ul>
<b>Isotónicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Determinan el <b>esfuerzo muscular dinámico</b> donde se produce una serie de <b>contracciones y relajaciones</b> de los músculos de <b>muy corta duración</b>.               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Activa la circulación sanguínea por lo que el músculo está bien irrigado.</li> <li>- Las contracciones facilitan la expulsión de sangre y las relajaciones permiten una nueva irrigación del músculo.</li> <li>- Los residuos se eliminan con mayor rapidez evitando su concentración.</li> </ul> </li> <li>■ La <b>fuerza desarrollada es constante</b>.</li> <li>■ El músculo se abomba, endurece y <b>se produce un acortamiento</b> del mismo.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Implica <b>modificaciones en la longitud del músculo pero con pocos cambios en la tensión muscular.</b></li> </ul>
--	---

Fatiga Física

El metabolismo humano obtiene la energía que necesita para desarrollar la actividad muscular a través de la molécula Trifosfato de Adenosina, ATP, siendo las fibras contráctiles que forman los músculos, las encargadas de transformar esta energía química en trabajo mecánico.

El cuerpo humano puede realizar la síntesis de ATP por dos vías:

- Vía aeróbica: obtención de ATP utilizando oxígeno.
- Vía anaeróbica: obtención de ATP a partir de hidratos de carbono, moléculas constituidas por carbono, hidrógeno y oxígeno, o de las reservas de ATP.

Cuando comienza el trabajo muscular, el organismo proporciona energía generando ATP por vía aeróbica pero este aporte de oxígeno, se hace insuficiente ya que el organismo, necesita tiempo para incrementar la actividad de los sistemas circulatorio y respiratorio para que la sangre enriquecida de oxígeno pueda llegar a los músculos.

Como consecuencia, comienza la generación de ATP vía anaeróbica que implica una mayor producción de ácido láctico incrementando su concentración, lo que desencadena el dolor agudo típico de la fatiga muscular.

La fatiga física es la “*disminución de la capacidad física del individuo después de haber realizado un trabajo durante un tiempo determinado*”.

Se puede concluir entonces, que una carga de trabajo excesiva deriva en lo que se denomina fatiga física, conllevando un cansancio anormal del trabajador, entorpecimiento y pérdida de reflejos, disminución de su rendimiento y sensación de malestar e insatisfacción.

Tipos de Fatiga Física

Cuando la fatiga física se prolonga en el tiempo, no solo se ven afectados los músculos directamente implicados en el esfuerzo, sino que pueden verse afectados músculos inactivos e incluso el propio sistema nervioso.

<b>Tipos de Fatiga en Función del Tiempo de Exposición</b>	
<b>Fatiga Normal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Afecta a los músculos directamente implicados en la ejecución del trabajo.</li> <li>■ Implica un deterioro pasajero.</li> <li>■ Fácilmente reversible a través del descanso.</li> </ul>
<b>Fatiga Crónica o Patológica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Puede afectar a músculos inactivos durante el esfuerzo y al sistema nervioso.</li> <li>■ Repercusiones de carácter general sobre el organismo.</li> <li>■ Puede llegar a ser irreversible.</li> </ul>

Factores desencadenantes de Fatiga Muscular

La máxima cantidad de trabajo que puede realizar un músculo depende de tres factores fundamentales:

- Ritmo de trabajo.
- Tensión muscular.
- Irrigación sanguínea.

Así, el origen de la fatiga muscular se encuentra relacionado con el aporte de sangre al músculo y en consecuencia con el aporte de oxígeno a la célula muscular.

En general, se puede considerar que aparecerán signos de fatiga al final de una jornada laboral normal, al superar unos niveles máximos de consumo de energía. Por otro lado se puede determinar la máxima capacidad de trabajo muscular que puede realizar una persona, a partir de su máxima potencia aeróbica.

Máxima potencia aeróbica: mayor cantidad de oxígeno en l/minuto que el trabajador puede obtener durante el trabajo mientras respira a nivel del mar.

### **Conclusiones**

- Aparecen signos de fatiga cuando la carga de trabajo es superior al 30-40% de la máxima capacidad aeróbica de la persona.
- La frecuencia de contracción depende del esfuerzo requerido al grupo muscular.
- La recuperación energética depende de la frecuencia de las pausas y de la alimentación.
- La fatiga cesa organizando las pausas adecuadamente.

### Carga física

Se entiende por carga física «el conjunto de requerimientos físicos a los que se ve sometida la persona a lo largo de su jornada laboral». Estos requerimientos suponen la realización de esfuerzos, estáticos o dinámicos, con el consiguiente consumo energético, al que se denomina metabolismo de trabajo o carga de trabajo. Habiéndose fijado entre las 2000 y 2500 kcal/día para actividades laborales repetidas durante varios años, considerándose a partir de este último valor el trabajo como pesado.

La consecuencia de la carga de trabajo excesiva da lugar a la fatiga. La cual viene condicionada por la superación de unos máximos de consumo de energía y por el tipo de trabajo muscular que el hombre realiza. Pudiendo definir la fatiga muscular como «la disminución de la capacidad física del individuo, después de haber realizado un trabajo, durante un tiempo determinado».

Como consecuencia de ello el trabajador baja el ritmo de actividad, acusa cansancio, los movimientos se hacen más torpes e inseguros, eleva el ritmo cardíaco, padece dolores o lesiones, etc.; lo que se traduce en un aumento del riesgo de accidentes, una disminución de la productividad y un aumento de la insatisfacción, o en casos particulares, lesiones dorsolumbares (lumbalgias) como consecuencia de sobreesfuerzos o posturas forzadas y microtraumatismos repetitivos - MTR (síndrome del túnel carpiano, tendinitis, etc.) como consecuencia de trabajos repetitivos, de aplicación de cargas excesivas y del mantenimiento de posturas forzadas.

En el caso del esfuerzo estático el aporte de sangre al músculo se hace más difícil a medida que aumentamos la fuerza desarrollada. Lo que conduce a la utilización de la vía anaeróbica para la obtención de energía. Los residuos no pueden ser eliminados, acumulándose, y dando lugar a un dolor agudo, típico de la fatiga muscular, que nos obliga a interrumpir el trabajo.

### Prevención de la Sobrecarga Física

Para no llegar a una situación de fatiga física se recomienda actuar fundamentalmente tanto sobre los métodos y medios del puesto de trabajo como sobre la administración de los tiempos de reposo.

<b>Recomendaciones Generales</b>	
<b>Diseño de Puestos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Conseguir una mejor <b>adaptación</b> entre los <b>músculos</b> utilizados por el trabajador <b>y la tarea</b> a realizar con el fin de maximizar la fuerza disponible y mejorar los métodos y medios de trabajo.</li> <li>■ Para cada actividad muscular se debe adecuar:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- El <b>ritmo</b> de las operaciones.</li> <li>- El <b>peso</b> de la carga.</li> <li>- La <b>dirección</b> de los movimientos.</li> <li>- Los <b>útiles</b> y las <b>posturas</b> de trabajo.</li> </ul> </li> <li>■ Intentar alternar los grupos musculares activos en trabajos repetitivos.</li> <li>■ Tener en cuenta las medidas antropométricas para realizar un diseño postural, dimensional y direccional adecuado.</li> <li>■ Adecuar el diseño del puesto y de los métodos de trabajo para <b>economizar</b> los <b>movimientos</b> y que permita <b>adoptar distintas posturas</b> durante la actividad.</li> </ul>
<b>Organización de Tiempos de Reposo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Imponer un <b>ritmo de trabajo adecuado</b> para reducir el consumo energético y así, que el organismo pueda recuperarse.</li> <li>■ Tan importante es definir los tiempo de reposo como su distribución, es decir especificar cuándo se debe descansar.</li> <li>■ El tiempo de reposo se puede calcular en función del consumo energético a través de la fórmula: <b>D= (M/4-1) x 100</b>.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- D: duración del reposo en tanto por ciento de la duración del trabajo total.</li> <li>- M: Kcal/minuto consumidas en la realización del trabajo.</li> </ul> </li> </ul>

#### 2.4.6 Normativa

Desde la publicación de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales, la ergonomía y la psicología han pasado a constituir una verdadera técnica preventiva, en igualdad de importancia a las consideradas hasta entonces como tradicionales, la Seguridad en el Trabajo, la Higiene Industrial y la Medicina del Trabajo. Concretado en el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, donde se contempla, entre las especialidades preventivas, la Ergonomía y Psicología aplicada.

Si comenzamos por la definición de condiciones de trabajo, incluida en el artículo 4 de la citada Ley, podemos ver cómo «se entiende por condición de trabajo cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajador. Quedando específicamente incluidas en esta definición:

- c) Los procedimientos para la utilización de los agentes citados anteriormente (características o condiciones de seguridad y medioambientales) que influyan en la generación de los riesgos mencionados.
- d) Todas aquellas otras características de trabajo, incluidas las relativas a su organización, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto el trabajador».

Si continuamos con la citada Ley podemos observar cómo en el artículo 15 (principios de la acción preventiva) se contempla que el empresario aplicará las medidas que integran el deber general de prevención de acuerdo con una serie de principios generales entre los que se incluyen expresamente, en relación a este tema, los siguientes:

- d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.

- g) Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.»

Como consecuencia de lo expuesto, en todo el desarrollo de la Ley se han tenido en cuenta consideraciones de tipo ergonómico y/o psicosocial al regular las condiciones mínimas de seguridad y salud de los *lugares de trabajo*-, espacios de trabajo, vías de circulación, condiciones ambientales, iluminación, locales de descanso, etc. (RD 486/1997); de los equipos de trabajo; condiciones ergonómicas, iluminación, dispositivos de alarma, condiciones ambientales, etc. (RD 1215/1997); de los equipos de protección individual; adecuación al usuario, concepción y diseño ergonómico (RD 773/1997), etc.; y en especial en las siguientes normas:

- Real Decreto 468/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativa al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Los métodos empleados para este caso son:

- OWAS: para evaluar la carga postural.
- RULA: para evaluar el efecto de los movimientos repetidos durante la jornada de trabajo.
- NIOSH: para evaluar la manipulación manual de cargas.

#### 2.4.7 El método OWAS para la evaluación de posturas de trabajo

El principio de la ergonomía es diseñar el trabajo y las condiciones de trabajo para adaptarse a las características individuales de cada trabajador. El constante aumento en la prevalencia de los trastornos de espalda y las enfermedades musculoesqueléticas ha concentrado esfuerzos para reducir la carga perjudicial. Según resultados en investigaciones recientes, la reducción de la carga estática causada por malas posturas de trabajo es una de las principales medidas para corregir la situación.

Osmos Karhu y Björn Trappe, quienes trabajaron en la industria siderúrgica durante la década de los 70, desarrollaron un método para evaluar la postura durante el trabajo. El método se denomina OWAS (“Ovako Working Posture Analysing System”; Karhu et al. 1981). La fiabilidad del método ha sido probada en investigaciones posteriores. El Centro de Seguridad Laboral (Helsinki) ha proporcionado formación y ha difundido información sobre el método OWAS desde 1985.

El método OWAS se basa en una clasificación simple y sistemática de las posturas de trabajo, combinado con observaciones sobre las tareas. Como se verá a lo largo del método, su objetivo consiste en una evaluación del riesgo de carga postural en términos de frecuencia x gravedad.

## **Malas posturas de trabajo**

Posturas de trabajo que difieran de la posición media normal están consideradas como perjudiciales para el sistema musculoesquelético. La carga estática o continua de malas posturas de trabajo conduce a sobreesfuerzo y a fatiga muscular, y en algunos casos extremos, a daños y enfermedades relacionadas con el trabajo.

## **Determinación de las posturas de trabajo**

En el puesto de trabajo, la regulación de la carga postural requiere un sistema fiable para determinar la cantidad y la calidad de las posturas de trabajo, y para valorar sus cargas musculoesqueléticas. El método OWAS ha sido desarrollado para este propósito. El método puede usarse para identificar y clasificar posturas de trabajo y sus cargas musculoesqueléticas durante varias fases de la tarea. Una vez las cargas han sido determinadas, puede valorarse la necesidad de mejoras en el puesto de trabajo y su urgencia. Basándose en los resultados, el trabajo puede organizarse tomando acciones conjuntas para reducir tanto el número de malas posturas como las cargas estáticas perjudiciales. El objetivo es conseguir una carga de trabajo físico que corresponda a las características individuales de cada trabajador y que potencie las capacidades y la salud del trabajador.

## **Aplicación del método**

El método OWAS basa sus resultados en la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, permitiendo identificar hasta 252 posiciones diferentes como resultado de las posibles combinaciones de la posición de la espalda (4 posiciones), brazos (3 posiciones), piernas (7 posiciones) y carga levantada (3 intervalos).

La primera parte del método, de toma de datos o registro de posiciones, puede realizarse mediante la observación "in situ" del trabajador, el análisis de fotografías, o la visualización de videos de la actividad tomados con anterioridad.

Una vez realizada la observación el método codifica las posturas recopiladas. A cada postura le asigna un código identificativo, es decir, establece una relación unívoca entre la postura y su código. El término "Código de postura" será utilizado en adelante para designar dicha relación.

En función del riesgo o incomodidad que representa una postura para el trabajador, el método OWAS distingue cuatro Niveles o "Categorías de riesgo" que enumera en orden ascendente, siendo, por tanto, la de valor 1 la de menor riesgo y la de valor 4 la de mayor riesgo. Para cada Categoría de riesgo el método establecerá una propuesta de acción, indicando en cada caso la necesidad o no de rediseño de la postura y su urgencia.

Así pues, realizada la codificación, el método determina la Categoría de riesgo de cada postura, reflejo de la incomodidad que supone para el trabajador. Posteriormente, evalúa el riesgo o incomodidad para cada parte del cuerpo (espalda, brazos y piernas) asignando, en función de la frecuencia relativa de cada posición, una Categoría de riesgo de cada parte del cuerpo.

Finalmente, el análisis de las Categorías de riesgo calculadas para las posturas observadas y para las distintas partes del cuerpo, permitirá identificar las posturas y posiciones más críticas, así como las acciones correctivas necesarias para mejorar el puesto, definiendo, de esta forma, una guía de actuaciones para el rediseño de la tarea evaluada.

El método OWAS presenta una limitación a señalar. El método permite la identificación de una serie de posiciones básicas de espalda, brazos y piernas, que codifica en cada "Código de postura", sin embargo, no permite el estudio detallado de la gravedad de cada posición. Por ejemplo, el método identifica si el trabajador realiza su tarea con las rodillas flexionadas o no, pero no

permite diferenciar entre varios grados de flexión. Dos posturas con idéntica codificación podrían variar en cuanto a grado de flexión de las piernas, y como consecuencia en cuanto a nivel de incomodidad para el trabajador. Por tanto, una vez identificadas las posturas críticas mediante el método OWAS, la aplicación complementaria de métodos de mayor concreción, en cuanto a la clasificación de la gravedad de las diferentes posiciones, podría ayudar al evaluador a profundizar sobre los resultados obtenidos.

El procedimiento de aplicación del método es, en resumen, el siguiente:

1. Determinar si la observación de la tarea debe ser dividida en varias fases o etapas, con el fin de facilitar la observación (Evaluación Simple o Multi-fase).
2. Establecer el tiempo total de observación de la tarea (entre 20 y 40 minutos).
3. Determinar la duración de los intervalos de tiempo en que se dividirá la observación (el método propone intervalos de tiempo entre 30 y 60 segundos.)
4. Identificar, durante la observación de la tarea o fase, las diferentes posturas que adopta el trabajador. Para cada postura, determinar la posición de la espalda, los brazos y piernas, así como la carga levantada.
5. Codificar las posturas observadas, asignando a cada posición y carga los valores de los dígitos que configuran su "Código de postura" identificativo.
6. Calcular para cada "Código de postura", la Categoría de riesgo a la que pertenece, con el fin de identificar aquellas posturas críticas o de mayor nivel de riesgo para el trabajador. El cálculo del porcentaje de posturas catalogadas en cada categoría de riesgo, puede resultar de gran utilidad para la determinación de dichas posturas críticas.
7. Calcular el porcentaje de repeticiones o frecuencia relativa de cada posición de la espalda, brazos y piernas con respecto a las demás.  
 (Nota: el método OWAS no permite calcular el riesgo asociado a la frecuencia relativa de las cargas levantadas, sin embargo, su cálculo puede orientar al evaluador sobre la necesidad de realizar un estudio complementario del levantamiento de cargas).
8. Determinar, en función de la frecuencia relativa de cada posición, la Categoría de riesgo a la que pertenece cada posición de las distintas partes del cuerpo (espalda, brazos y piernas), con el fin de identificar aquellas que presentan una actividad más crítica.
9. Determinar, en función de los riesgos calculados, las acciones correctivas y de rediseño necesarias.
10. En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la tarea con el método OWAS para comprobar la efectividad de la mejora.

### Codificación de las posturas observadas:

El método comienza con la recopilación, previa observación, de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante la realización de la tarea. Cabe destacar que cuanto mayor sea el número de posturas observadas menor será el posible error introducido por el observador (se estima que con 100 observaciones se introduce un error del 10%, mientras que para 400 el posible error queda reducido aproximadamente a la mitad 5%).

El método asigna cuatro dígitos a cada postura observada en función de la posición de la espalda, los brazos, las piernas y de la carga soportada, configurando de este modo su código identificativo o "Código de postura".

Para aquellas observaciones divididas en fases, el método añade un quinto dígito al "Código de postura", dicho dígito determina la fase en la que ha sido observada la postura codificada.

Posición de la Espalda	Posición de los Brazos	Posición de las Piernas	Cargas	Fase
------------------------	------------------------	-------------------------	--------	------

Figura 1. Esquema de codificación de las posturas observadas (Código de postura).

A continuación se detalla la forma de codificación y clasificación de las posturas propuesta por el método:

Posiciones de la espalda: Primer dígito del "Código de postura"

El primer miembro a codificar será la espalda. Para establecer el valor del dígito que lo representa se deberá determinar si la posición adoptada por la espalda es derecha, doblada, con giro o doblada con giro. El valor del primer dígito del "Código de postura" se obtendrá consultando la tabla que se muestra a continuación (Tabla 1).

Posición de espalda	Primer dígito del Código de postura.
<p><b>Espalda derecha</b></p> <p>El eje del tronco del trabajador está alineado con el eje caderas-piernas.</p>	 <p style="text-align: right;"><b>1</b></p>
<p><b>Espalda doblada</b></p> <p>Existe flexión del tronco. Aunque el método no explicita a partir de qué ángulo se da esta circunstancia, puede considerarse que ocurre para inclinaciones mayores de 20° ( Mattila et al., 1999).</p>	 <p style="text-align: right;"><b>2</b></p>
<p><b>Espalda con giro</b></p> <p>Existe torsión del tronco o inclinación lateral superior a 20°.</p>	 <p style="text-align: right;"><b>3</b></p>
<p><b>Espalda doblada con giro</b></p> <p>Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea.</p>	 <p style="text-align: right;"><b>4</b></p>

Tabla 1. Codificación de las posiciones de la espalda

Posiciones de los brazos: Segundo dígito del "Código de postura"

Seguidamente, será analizada la posición de los brazos. El valor del segundo dígito del "Código de postura" será 1 si los dos brazos están bajos, 2 si uno está bajo y el otro elevado y, finalmente, 3 si los dos brazos están elevados, tal y como muestra la siguiente tabla de codificación (Tabla 2).

Posición de los brazos	Segundo dígito del Código de postura.
<p><b>Los dos brazos bajos</b></p> <p>Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros.</p>	 <p style="text-align: right;"><b>1</b></p>
<p><b>Un brazo bajo y el otro elevado</b></p> <p>Un brazo del trabajador está situado bajo el nivel de los hombros y el otro otro, o parte del otro, está situado por encima del nivel de los hombros.</p>	 <p style="text-align: right;"><b>2</b></p>
<p><b>Los dos brazos elevados</b></p> <p>Ambos brazos (o parte de los brazos) del trabajador están situados por encima del nivel de los hombros.</p>	 <p style="text-align: right;"><b>3</b></p>

Tabla 2. Codificación de las posiciones de los brazos

Posiciones de las piernas: Tercer dígito del "Código de postura"

Con la codificación de la posición de las piernas, se completarán los tres primeros dígitos del "Código de postura" que identifican las partes del cuerpo analizadas por el método. La Tabla 3 proporciona el valor del dígito asociado a las piernas, considerando como relevantes 7 posiciones diferentes.

Posición de las piernas	Tercer dígito del Código de postura.
<p><b>Sentado</b></p> 	<p>1</p>
<p><b>De pie con las dos piernas rectas con el peso equilibrado entre ambas</b></p> 	<p>2</p>
<p><b>De pie con una pierna recta y la otra flexionada con el peso desequilibrado entre ambas</b></p> 	<p>3</p>
<p><b>De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas</b></p> <p>Aunque el método no explicita a partir de qué ángulo se da esta circunstancia, puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150º ( Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.</p> 	<p>4</p>

<p><b>De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado entre ambas</b></p>		<p>5</p>
<p>Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° ( Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.</p>		
<p><b>Arrodillado</b></p>		<p>6</p>
<p>El trabajador apoya una o las dos rodillas en el suelo.</p>		
<p><b>Andando</b></p>		<p>7</p>

Tabla 3. Codificación de las posiciones de las piernas

Cargas y fuerzas soportadas: Cuarto dígito del "Código de postura"

Finalmente, se deberá determinar a qué rango de cargas, de entre los tres propuestos por el método, pertenece la que el trabajador levanta cuando adopta la postura. La consulta de la Tabla 4 permitirá al evaluador asignar el cuarto dígito del código en configuración, finalizando en este punto la codificación de la postura para estudios de una sola tarea (evaluación simple).

Cargas y fuerzas soportadas	Cuarto dígito del Código de postura.
Menos de 10 Kilogramos.	1
Entre 10 y 20 Kilogramos	2
Mas de 20 kilogramos	3

Tabla 4. Codificación de la carga y fuerzas soportadas

### Codificación de fase: Quinto dígito del "Código de postura"

El quinto dígito del "Código de postura", identifica la fase en la que se ha observado la postura, por lo tanto, este valor sólo tendrá sentido para aquellas observaciones en la que el evaluador, normalmente por motivos de claridad y simplificación, decide dividir la tarea objeto de estudio en más de una fase, es decir, para evaluaciones de tipo "Multifase".

El método original, no establece valores concretos para el dígito de la fase, así pues, será el criterio del evaluador el que determine dichos valores.

Fase	Quinto dígito del Código de postura.	
	Codificación alfanumérica	Codificación numérica
Colocación de azulejos en horizontal	FAH	1
Colocación de azulejos en vertical	FAV	2
Colocación de baldosas en horizontal	FBH	3

Tabla 5. Ejemplo de codificación de fases

Una vez realizada la codificación de todas las posturas recopiladas se procederá a la fase de clasificación por riesgos.

### Categorías de riesgo

El método clasifica los diferentes códigos en cuatro niveles o Categorías de riesgo. Cada Categoría de riesgo, a su vez, determina cuál es el posible efecto sobre el sistema músculo-esquelético del trabajador de cada postura recopilada, así como la acción correctiva a considerar en cada caso.

Categoría de Riesgo	Efectos sobre el sistema músculo-esquelético	Acción correctiva
1	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Tabla 6. Tabla de Categorías de Riesgo y Acciones correctivas.

Nota: a cada categoría de riesgo se le ha asignado un código de color con el fin de facilitar su identificación en tablas.

Finalizada la fase de codificación de las posturas y conocidas las posibles categorías de riesgo propuestas por el método, se procederá a la asignación de la Categoría del riesgo correspondiente a cada "Código de postura". La tabla 7 muestra la Categoría de riesgo para cada posible combinación de la posición de la espalda, de los brazos, de las piernas y de la carga levantada.

		Piernas																					
		1			2			3			4			5			6			7			
		Carga			Carga			Carga			Carga			Carga			Carga			Carga			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Espalda	Brazos																						
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

Tabla 7. Tabla de clasificación de las Categorías de Riesgo de los "Códigos de postura".

Una vez calculada la categoría del riesgo para cada postura es posible un primer análisis. El tratamiento estadístico de los resultados obtenidos hasta el momento permitirá la interpretación de los valores del riesgo. Sin embargo, el método no se limita a la clasificación de las posturas según el riesgo que representan sobre el sistema músculoesquelético, también contempla el análisis de las frecuencias relativas de las diferentes posiciones de la espalda, brazos y piernas que han sido observadas y registradas en cada "Código de postura".

Por tanto, se deberá calcular el número de veces que se repite cada posición de espalda, brazos y piernas en relación a las demás durante el tiempo total de la observación, es decir, su frecuencia relativa.

Una vez realizado dicho cálculo y como último paso de la aplicación del método, la consulta de la tabla 8 determinará la Categoría de riesgo en la que se engloba cada posición.

ESPALDA											
Espalda derecha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Espalda doblada	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
Espalda con giro	3	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
Espalda doblada con giro	4	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
BRAZOS											
Los dos brazos bajos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Un brazo bajo y el otro elevado	2	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
Los dos brazos elevados	3	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
PIERNAS											
Sentado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
De pie	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Sobre pierna recta	3	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
Sobre rodillas flexionadas	4	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
Sobre rodilla flexionada	5	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
Arrodillado	6	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
Andando	7	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
<b>FRECUENCIA RELATIVA (%)</b>		≤10%	≤20%	≤30%	≤40%	≤50%	≤60%	≤70%	≤80%	≤90%	≤100%

Tabla 8. Tabla de clasificación de las Categorías de Riesgo de las posiciones del cuerpo según su frecuencia relativa.

Los valores del riesgo calculados para cada posición permitirán al evaluador identificar aquellas partes del cuerpo que soportan una mayor incomodidad y proponer, finalmente, las acciones correctivas necesarias para el rediseño, en caso de ser necesario, de la tarea evaluada.

Tal y como se ha indicado con anterioridad, el método no contempla el cálculo del riesgo para la carga soportada, sin embargo, puesto que el manejo de cargas queda reflejado en los "Códigos de postura" obtenidos, un análisis porcentual de los rangos de cargas que maneja el trabajador puede alertar al evaluador sobre la necesidad de profundizar en el estudio de cargas aplicando métodos específicos para tal fin.

Intervalos entre observaciones

Pueden utilizarse varias técnicas para repartir las observaciones a través del tiempo. Para el método OWAS se recomienda un sistema de intervalos iguales, donde el intervalo entre observaciones es de 30 o 60 segundos. Los periodos de observación continua deben durar de 20 a 40 minutos. Debe haber un mínimo de 10 minutos de descanso entre cada periodo de observación.

La frecuencia de las posturas de trabajo y sus proporciones relativas (%) en el tiempo de trabajo, se calculan a partir de los resultados de la observación. Los límites de error asociados a las proporciones relativas medias de las posturas de trabajo se calculan en un 95% de probabilidad, utilizando una fórmula de sistema aleatorio. Los límites del error disminuyen a medida que el número total de observaciones aumenta. Los límites de error para valores medios basados en 100 observaciones son del 10%. Los límites de error para valores medios basados en 200, 300 y 400 observaciones son del 7%, 6% y 5% respectivamente. Los valores medios obtenidos a través de observaciones pueden considerarse suficientemente fiables cuando los límites de error están por debajo del 10%.

## Categorías de acción de las posturas de trabajo

### Cálculo de la carga postural

En el método OWAS, las posturas de trabajo y las respectivas combinaciones han sido clasificadas en cuatro categorías de acción en base a cálculos especializados de la carga musculoesquelética causada por las posturas. Los expertos incluían médicos, analistas del trabajo, y trabajadores. Un grupo internacional de ergónomos, a su vez, revisó el trabajo del grupo de expertos. Según los expertos, las proporciones relativas de horas de trabajo pasadas con la espalda, brazos y piernas en las diferentes posturas de trabajo deben ser conocidas antes de poder ser clasificada dentro de una categoría de acción. En el caso de combinaciones de posturas de trabajo, la categoría de acción para cada postura de trabajo en particular está determinada por el porcentaje de aparición de dicha postura en la totalidad de posturas verificadas.

### Categorías de acción

Las categorías de acción de las posturas de trabajo y las combinaciones de posturas de trabajo son las siguientes:

#### - Categoría de acción 1

Las posturas de trabajo y las combinaciones de posturas de trabajo de las diferentes partes del cuerpo son normales y naturales. Su carga postural en el sistema musculoesquelético es normal y aceptable. Las posturas de trabajo no necesitan ser corregidas.

#### - Categoría de acción 2

La carga causada por la postura de trabajo o por combinaciones de posturas de trabajo puede tener un efecto perjudicial en el sistema musculoesquelético. En el corto tiempo deben tomarse medidas correctivas para mejorar las posturas de trabajo.

#### - Categoría de acción 3

La carga causada por la postura de trabajo o por combinaciones de posturas de trabajo puede tener un efecto perjudicial en el sistema musculoesquelético. Deben tomarse medidas correctivas para mejorar las posturas de trabajo lo antes posible.

#### - Categoría de acción 4

La carga causada por la postura de trabajo o por combinaciones de posturas de trabajo puede tener un efecto perjudicial en el sistema musculoesquelético. Deben tomarse medidas correctivas para mejorar las posturas de trabajo inmediatamente.

## 2.4.8 Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment)

Mc Atamney y Corlett (1993) desarrollan un método para investigar la exposición de los trabajadores a los factores de alto riesgo asociados con el desarrollo de Desordenes Traumáticos Acumulativos. Este método fue desarrollado en Inglaterra por el instituto de Ergonomía Ocupacional y la Universidad de Nottingham. Una parte del método fue desarrollado en la industria del vestido evaluándose operaciones de corte ejecutadas en la postura de pie, operaciones de costura con una gran variedad de máquinas de coser y operaciones de inspección y empaque. Así mismo, ha sido aplicado con éxito en la evaluación de actividades realizadas en estaciones de cómputo, operaciones de chequeo y cobro en cajas de supermercado, actividades que requieren el uso del microscopio y operaciones en la industria automotriz.

RULA usa diagramas de posturas del cuerpo y tablas de puntuaciones para evaluar la exposición a los factores de riesgo. Los factores de riesgo (conocidos como factores de carga externa) evaluados en este método son: número de movimientos, trabajo muscular estático, fuerza y posturas de trabajo.

El método RULA posee grandes ventajas importantes de las cuales podemos mencionar en primer término que no requiere equipo especial para su aplicación, razón por la cual puede ser utilizado en el lugar de trabajo sin interrumpir las actividades del trabajador. Otra de las ventajas de RULA es la facilidad y rapidez de aplicación proporcionando al analista una herramienta de gran utilidad para la evaluación ergonómica de Desordenes Traumáticos Acumulativos, finalmente, se puede mencionar que el método requiere de poco entrenamiento previo a su uso y no es necesario que el usuario cuente con habilidades específicas en técnicas de análisis ergonómico. Con el propósito de presentar una descripción adecuada de este método a continuación se tratará su clasificación Postural, los criterios de evaluación para esfuerzo muscular, fuerza y carga, diagramas de posturas y las etapas de aplicación del método.

### Clasificación Postural.

El sistema de clasificación postural desarrollado para el método RULA es similar al sistema presentado en el método OWAS, con la diferencia que OWAS presenta una clasificación macro postural para brazo, antebrazo, muñeca, cuello, tronco y piernas mientras que en RULA la clasificación es micro postural para brazo, antebrazo, muñeca, cuello, tronco y piernas. En esta clasificación se puede observar la ausencia de las posturas de dedos, aunque el método registra la fuerza ejercida por los dedos en la evaluación del factor fuerza.

RULA evalúa posturas concretas; es importante evaluar aquéllas que supongan una carga postural más elevada. La aplicación del método comienza con la observación de la actividad del trabajador durante varios ciclos de trabajo. A partir de esta observación se deben seleccionar las tareas y posturas más significativas, bien por su duración, bien por presentar, a priori, una mayor carga postural. Éstas serán las posturas que se evaluarán.

Si el ciclo de trabajo es largo se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares. En este caso se considerará, además, el tiempo que pasa el trabajador en cada postura.

Las mediciones a realizar sobre las posturas adoptadas son fundamentalmente angulares (los ángulos que forman los diferentes miembros del cuerpo respecto de determinadas referencias en la postura estudiada). Estas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador mediante transportadores de ángulos, electrogoniómetros, o cualquier dispositivo que permita la toma de datos angulares. No obstante, es posible emplear fotografías del trabajador adoptando la postura estudiada y medir los ángulos sobre éstas. Si se utilizan fotografías es necesario realizar un número suficiente de tomas, desde diferentes puntos de vista (alzado, perfil, vistas de detalle...), y asegurarse de que los ángulos a medir aparecen en verdadera magnitud en las imágenes.

El método debe ser aplicado al lado derecho y al lado izquierdo del cuerpo por separado. El evaluador experto puede elegir a priori el lado que aparentemente esté sometido a mayor carga postural, pero en caso de duda es preferible analizar los dos lados.

El RULA divide el cuerpo en dos grupos, el grupo A que incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) y el grupo B, que comprende las piernas, el tronco y el cuello. Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco...) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.

La clave para la asignación de puntuaciones a los miembros es la medición de los ángulos que forman las diferentes partes del cuerpo del operario. El método determina para cada miembro la forma de medición del ángulo.

Posteriormente, las puntuaciones globales de los grupos A y B son modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada, así como de la fuerza aplicada durante la realización de la tarea. Por último, se obtiene la puntuación final a partir de dichos valores globales modificados.

El valor final proporcionado por el método RULA es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, de forma que valores altos indican un mayor riesgo de aparición de lesiones musculoesqueléticas.

El método organiza las puntuaciones finales en niveles de actuación que orientan al evaluador sobre las decisiones a tomar tras el análisis. Los niveles de actuación propuestos van del nivel 1, que estima que la postura evaluada resulta aceptable, al nivel 4, que indica la necesidad urgente de cambios en la actividad.

El procedimiento de aplicación del método es, en resumen, el siguiente:

- Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos
- Seleccionar las posturas que se evaluarán
- Determinar, para cada postura, si se evaluará el lado izquierdo del cuerpo o el derecho (en caso de duda se evaluarán ambos)
- Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo
- Obtener la puntuación final del método y el Nivel de Actuación para determinar la existencia de riesgos
- Revisar las puntuaciones de las diferentes partes del cuerpo para determinar dónde es necesario aplicar correcciones
- Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura si es necesario
- En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la postura con el método RULA para comprobar la efectividad de la mejora.

A continuación se muestra la forma de evaluar los diferentes ítems:

### Grupo A: Puntuaciones de los miembros superiores.

El método comienza con la evaluación de los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas) organizados en el llamado Grupo A.

Puntuación del brazo

El primer miembro a evaluar será el brazo. Para determinar la puntuación a asignar a dicho miembro, se deberá medir el ángulo que forma con respecto al eje del tronco, la figura 1 muestra las diferentes posturas consideradas por el método y pretende orientar al evaluador a la hora de realizar las mediciones necesarias.

En función del ángulo formado por el brazo, se obtendrá su puntuación consultando la tabla que se muestra a continuación (Tabla 1).

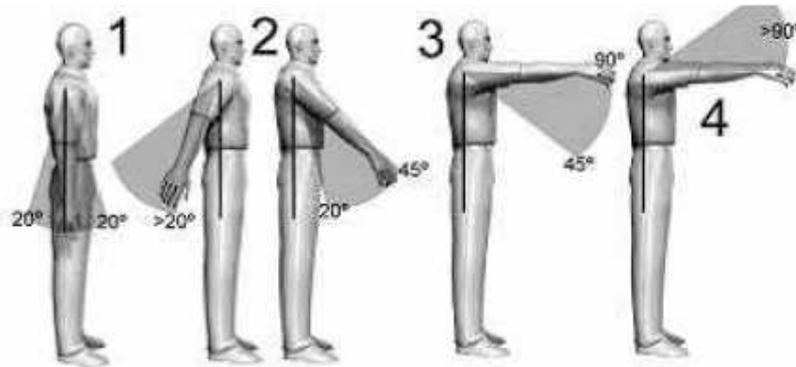


Figura 1. Posiciones del brazo.

Puntos	Posición
1	desde 20° de extensión a 20° de flexión
2	extensión >20° o flexión entre 20° y 45°
3	flexión entre 45° y 90°
4	flexión >90°

Tabla 1. Puntuación del brazo.

La puntuación asignada al brazo podrá verse modificada, aumentando o disminuyendo su valor, si el trabajador posee los hombros levantados, si presenta rotación del brazo, si el brazo se encuentra separado o abducido respecto al tronco, o si existe un punto de apoyo durante el desarrollo de la tarea. Cada una de estas circunstancias incrementará o disminuirá el valor original de la puntuación del brazo. Si ninguno de estos casos fuera reconocido en la postura del trabajador, el valor de la puntuación del brazo sería el indicado en la tabla 1 sin alteraciones.

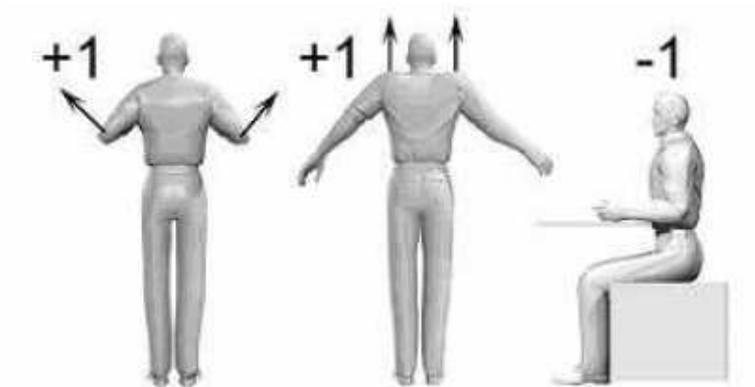


Figura 2. Posiciones que modifican la puntuación del brazo.

Puntos	Posición
+1	Si el hombro está elevado o el brazo rotado.
+1	Si los brazos están abducidos.
-1	Si el brazo tiene un punto de apoyo.

Tabla 2. Modificaciones sobre la puntuación del brazo.

Puntuación del antebrazo

A continuación será analizada la posición del antebrazo. La puntuación asignada al antebrazo será nuevamente función de su posición. La figura 3 muestra las diferentes posibilidades. Una vez determinada la posición del antebrazo y su ángulo correspondiente, se consultará la tabla 3 para determinar la puntuación establecida por el método.

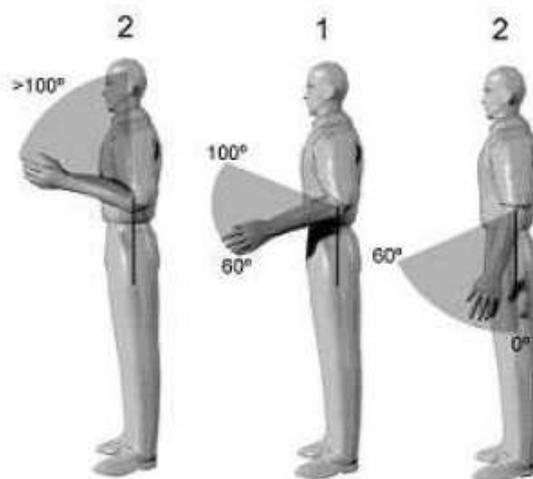


Figura 3. Posiciones del antebrazo.

Puntos	Posición
1	Flexión entre 60° y 100°
2	Flexión <60° o >100°

La puntuación asignada al antebrazo podrá verse aumentada en dos casos: si el antebrazo cruzara la línea media del cuerpo, o si se realizase una actividad a un lado de éste. Ambos casos resultan excluyentes, por lo que como máximo podrá verse aumentada en un punto la puntuación original. La figura 4 muestra gráficamente las dos posiciones indicadas y en la tabla 4 se puede consultar los incrementos a aplicar.



Figura 4. Posiciones que modifican la puntuación del antebrazo.

Puntos	Posición
+1	Si la proyección vertical del antebrazo se encuentra más allá de la proyección vertical del codo
+1	Si el antebrazo cruza la línea central del cuerpo.

Tabla 4. Modificación de la puntuación del antebrazo.

Puntuación de la Muñeca

Para finalizar con la puntuación de los miembros superiores (grupo A), se analizará la posición de la muñeca. En primer lugar, se determinará el grado de flexión de la muñeca. La figura 5 muestra las tres posiciones posibles consideradas por el método. Tras el estudio del ángulo, se procederá a la selección de la puntuación correspondiente consultando los valores proporcionados por la tabla 5.

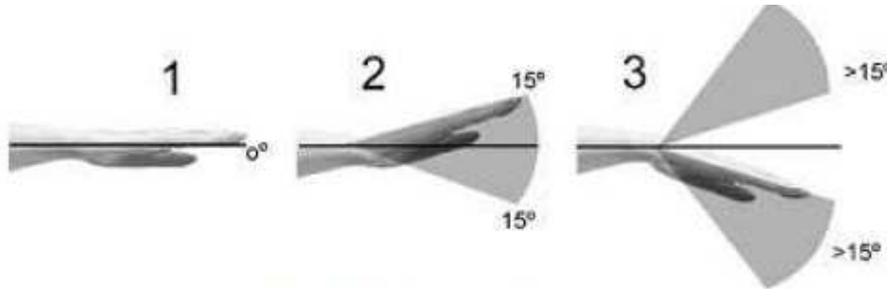


Figura 5. Posiciones de la muñeca.

Puntos	Posición
1	Si está en posición neutra respecto a flexión.
2	Si está flexionada o extendida entre 0° y 15°.
3	Para flexión o extensión mayor de 15°.

Tabla 5. Puntuación de la muñeca.

El valor calculado para la muñeca se verá modificado si existe desviación radial o cubital (figura 6). En ese caso se incrementa en una unidad dicha puntuación.



Figura 6. Desviación de la muñeca.

Puntos	Posición
+1	Si está desviada radial o cubitalmente.

Tabla 6. Modificación de la puntuación de la muñeca.

Una vez obtenida la puntuación de la muñeca se valorará el giro de la misma. Este nuevo valor será independiente y no se añadirá a la puntuación anterior, si no que servirá posteriormente para obtener la valoración global del grupo A.

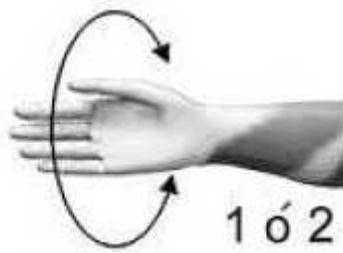


Figura 7. Giro de la muñeca.

Puntos	Posición
1	Si existe pronación o supinación en rango medio
2	Si existe pronación o supinación en rango extremo

Tabla 7. Puntuación del giro de la muñeca.

**Grupo B: Puntuaciones para las piernas, el tronco y el cuello.**

Finalizada la evaluación de los miembros superiores, se procederá a la valoración de las piernas, el tronco y el cuello, miembros englobados en el grupo B.

**Puntuación del cuello**

El primer miembro a evaluar de este segundo bloque será el cuello. Se evaluará inicialmente la flexión de este miembro: la puntuación asignada por el método se muestra en la tabla 8. La figura 8 muestra las tres posiciones de flexión del cuello así como la posición de extensión puntuadas por el método.

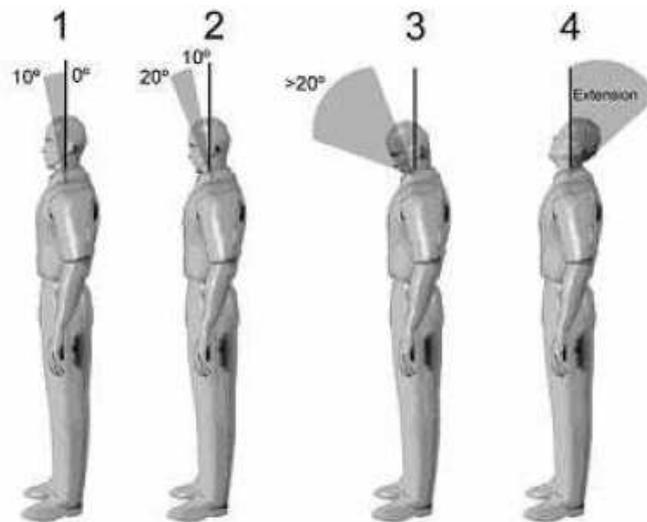


Figura 8. Posiciones del cuello.

Puntos	Posición
1	Si existe flexión entre 0° y 10°.
2	Si está flexionado entre 10° y 20°.
3	Para flexión mayor de 20°.
4	Si está extendido.

Tabla 8. Puntuación del cuello.

La puntuación hasta el momento calculada para el cuello podrá verse incrementada si el trabajador presenta inclinación lateral o rotación, tal y como indica la tabla 9.

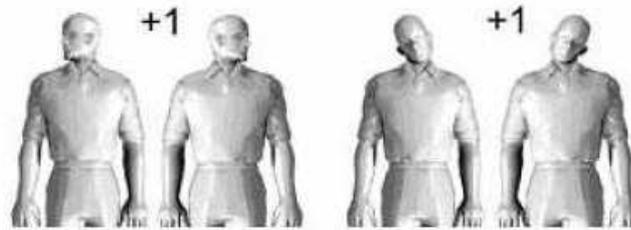


Figura 9. Posiciones que modifican la puntuación del cuello.

Puntos	Posición
+1	Si el cuello está rotado.
+1	Si hay inclinación lateral.

Tabla 9. Modificación de la puntuación del cuello.

Puntuación del tronco

El segundo miembro a evaluar del grupo B será el tronco. Se deberá determinar si el trabajador realiza la tarea sentado o bien la realiza de pie, indicando en este último caso el grado de flexión del tronco. Se seleccionará la puntuación adecuada de la tabla 10.

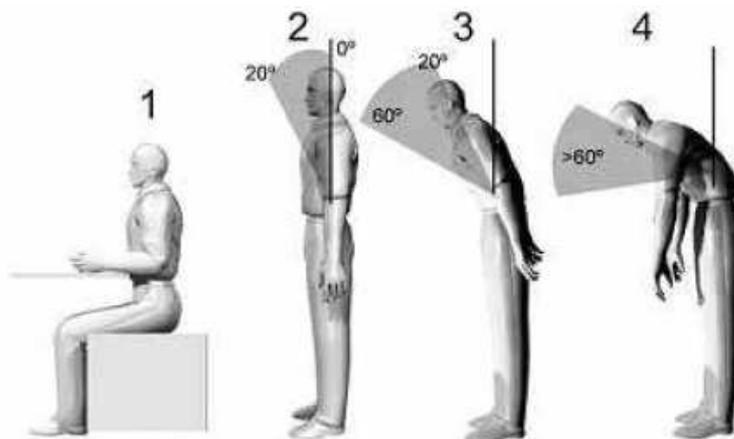


Figura 10. Posiciones del tronco.

Puntos	Posición
1	Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas >90°
2	Si está flexionado entre 0° y 20°
3	Si está flexionado entre 20° y 60°.
4	Si está flexionado más de 60°.

Tabla 10. Puntuación del tronco.

La puntuación del tronco incrementará su valor si existe torsión o lateralización del tronco. Ambas circunstancias no son excluyentes y por tanto podrán incrementar el valor original del tronco hasta en 2 unidades si se dan simultáneamente.

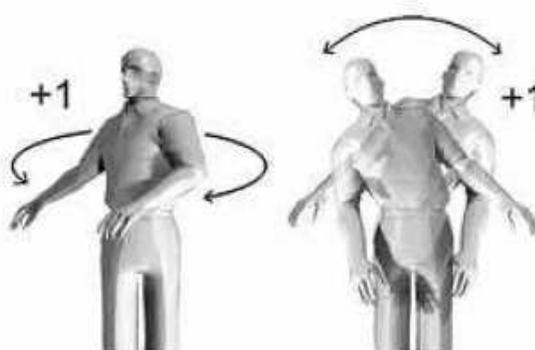


Figura 11. Posiciones que modifican la puntuación del tronco.

Puntos	Posición
+1	Si hay torsión de tronco.
+1	Si hay inclinación lateral del tronco.

Tabla 11. Modificación de la puntuación del tronco.

Puntuación de las piernas

Para terminar con la asignación de puntuaciones a los diferentes miembros del trabajador se evaluará la posición de las piernas. En el caso de las piernas el método no se centrará, como en los análisis anteriores, en la medición de ángulos. Serán aspectos como la distribución del peso entre las piernas, los apoyos existentes y la posición sentada o de pie, los que determinarán la puntuación asignada. Con la ayuda de la tabla 12 será finalmente obtenida la puntuación.

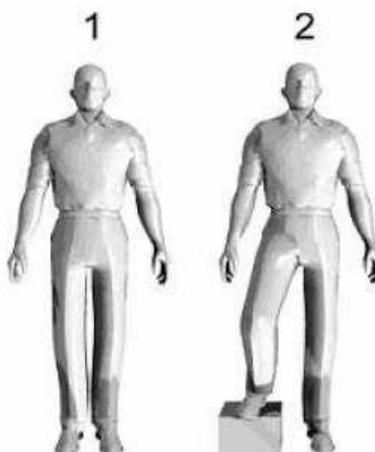


Figura 12. Posición de las piernas.

Puntos	Posición
1	Sentado, con pies y piernas bien apoyados
1	De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición
2	Si los pies no están apoyados, o si el peso no está simétricamente distribuido

Tabla 12. Puntuación de las piernas.

**Puntuaciones globales**

Tras la obtención de las puntuaciones de los miembros del grupo A y del grupo B de forma individual, se procederá a la asignación de una puntuación global a ambos grupos.

Puntuación global para los miembros del grupo A.

Con las puntuaciones de brazo, antebrazo, muñeca y giro de muñeca, se asignará mediante la tabla 13 una puntuación global para el grupo A.

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabla 13. Puntuación global para el grupo A.

Puntuación global para los miembros del grupo B.

De la misma manera, se obtendrá una puntuación general para el grupo B a partir de la puntuación del cuello, el tronco y las piernas consultando la tabla 14.

		Tronco											
		1		2		3		4		5		6	
		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
Cuello		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1		1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2		2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3		3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4		5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5		7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6		8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

Tabla 14. Puntuación global para el grupo B.

Puntuación del tipo de actividad muscular desarrollada y la fuerza aplicada

Las puntuaciones globales obtenidas se verán modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada y de la fuerza aplicada durante la tarea. La puntuación de los grupos A y B se incrementarán en un punto si la actividad es principalmente estática (la postura analizada se mantiene más de un minuto seguido) o bien si es repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto). Si la tarea es ocasional, poco frecuente y de corta duración, se considerará actividad dinámica y las puntuaciones no se modificarán.

Además, para considerar las fuerzas ejercidas o la carga manejada, se añadirá a los valores anteriores la puntuación conveniente según la siguiente tabla:

Puntos	Posición
0	si la carga o fuerza es menor de 2 Kg. y se realiza intermitentemente.
1	si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y se levanta intermitente.
2	si la carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg. y es estática o repetitiva.
2	si la carga o fuerza es intermitente y superior a 10 Kg.
3	si la carga o fuerza es superior a los 10 Kg., y es estática o repetitiva.
3	si se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas.

Tabla 15. Puntuación para la actividad muscular y las fuerzas ejercidas.

**Puntuación Final**

La puntuación obtenida de sumar a la del grupo A la correspondiente a la actividad muscular y la debida a las fuerzas aplicadas pasará a denominarse puntuación C. De la misma manera, la puntuación obtenida de sumar a la del grupo B la debida a la actividad muscular y las fuerzas aplicadas se denominará puntuación D. A partir de las puntuaciones C y D se obtendrá una puntuación final global para la tarea que oscilará entre 1 y 7, siendo mayor cuanto más elevado sea el riesgo de lesión. La puntuación final se extraerá de la tabla 16.

Puntuación C	Puntuación D						
	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

Tabla 16. Puntuación final.

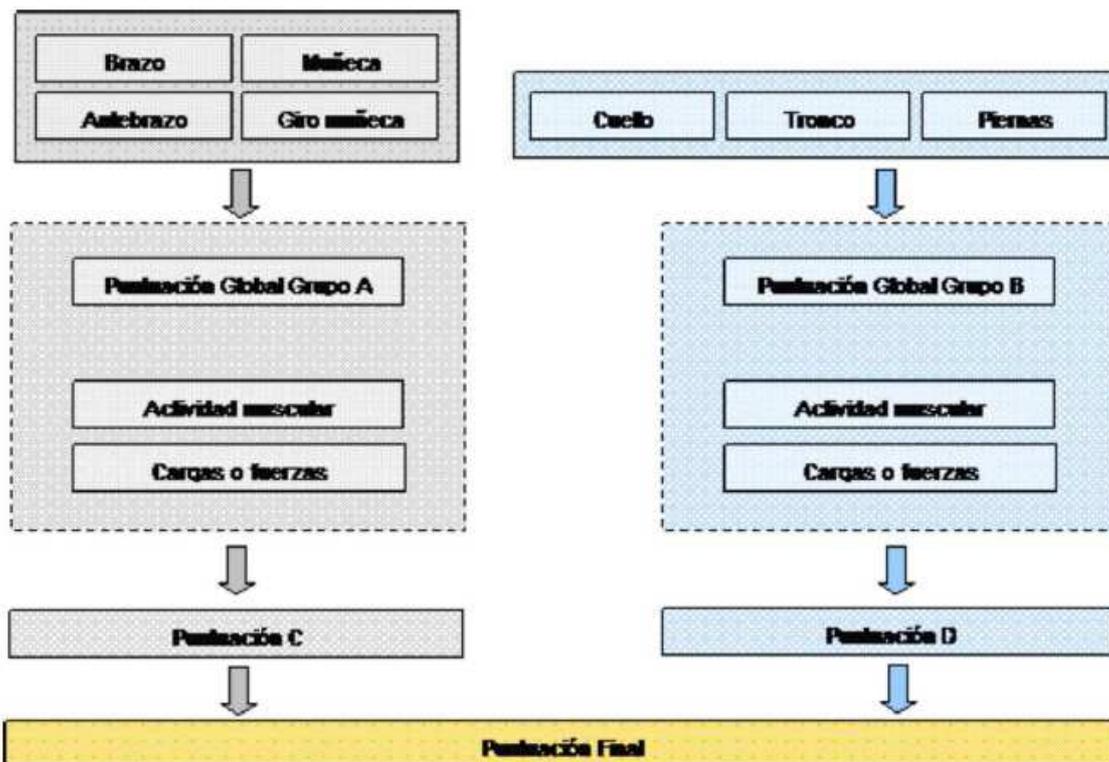


Figura13: Flujo de obtención de puntuaciones en el método Rula.

### Recomendaciones

Por último, conocida la puntuación final, y mediante la tabla 17, se obtendrá el nivel de actuación propuesto por el método RULA.

Así el evaluador habrá determinado si la tarea resulta aceptable tal y como se encuentra definida, si es necesario un estudio en profundidad del puesto para determinar con mayor concreción las acciones a realizar, si se debe plantear el rediseño del puesto o si, finalmente, existe la necesidad apremiante de cambios en la realización de la tarea. El evaluador será capaz, por tanto, de detectar posibles problemas ergonómicos y determinar las necesidades de rediseño de la tarea o puesto de trabajo. En definitiva, el uso del método RULA le permitirá priorizar los trabajos que deberán ser investigados.

La magnitud de la puntuación postural, así como las puntuaciones de fuerza y actividad muscular, indicarán al evaluador los aspectos donde pueden encontrarse los problemas ergonómicos del puesto, y por tanto, realizar las convenientes recomendaciones de mejora de éste.

Nivel	Actuación
1	Cuando la puntuación final es 1 ó 2 la postura es aceptable.
2	Cuando la puntuación final es 3 ó 4 pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
3	La puntuación final es 5 ó 6. Se requiere el rediseño de la tarea; es necesario realizar actividades de investigación.
4	La puntuación final es 7. Se requieren cambios urgentes en el puesto o tarea.

Tabla 17. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

## 2.4.9 Método NIOSH (ecuación revisada de NIOSH)

### Fundamentos del método

La ecuación de Niosh permite evaluar tareas en las que se realizan levantamientos de carga, ofreciendo como resultado el peso máximo recomendado (RWL: Recommended Weight Limit) que es posible levantar en las condiciones del puesto para evitar la aparición de lumbalgias y problemas de espalda. Además, el método proporciona una valoración de la posibilidad de aparición de dichos trastornos dadas las condiciones del levantamiento y el peso levantado. Los resultados intermedios sirven de apoyo al evaluador para determinar los cambios a introducir en el puesto para mejorar las condiciones del levantamiento.

Diversos estudios afirman que cerca del 20% de todas las lesiones producidas en el puesto de trabajo son lesiones de espalda, y que cerca del 30% son debidas a sobreesfuerzos. Estos datos proporcionan una idea de la importancia de una correcta evaluación de las tareas que implican levantamiento de carga y del adecuado acondicionamiento de los puestos implicados.

En 1981 el Instituto para la Seguridad Ocupacional y Salud del Departamento de Salud y Servicios Humanos publicó una primera versión de la ecuación NIOSH; la revisión de la ecuación llevada a cabo por el comité del NIOSH en el año 1994 completa la descripción del método y las limitaciones de su aplicación (ver tabla 1). Tras esta última revisión, la ecuación NIOSH para el levantamiento de cargas determina el límite de peso recomendado (LPR), a partir del cociente de siete factores, que serán explicados más adelante, siendo el índice de riesgo asociado al levantamiento, el cociente entre el peso de la carga levantada y el límite de peso recomendado para esas condiciones concretas de levantamiento, carga levantada Índice de levantamiento.

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

NIOSH 1994
$\text{LPR} = \text{LC} \cdot \text{HM} \cdot \text{VM} \cdot \text{DM} \cdot \text{AM} \cdot \text{FM} \cdot \text{CM}$
LC : constante de carga HM : factor de distancia horizontal VM : factor de altura DM : factor de desplazamiento vertical AM : factor de asimetría FM : factor de frecuencia CM : factor de agarre

Tabla 1. Ecuación NIOSH revisada (1994)

Básicamente son tres los criterios empleados para definir los componentes de la ecuación:

- Biomecánico
- Fisiológico
- Psicofísico

El criterio biomecánico se basa en que al manejar una carga pesada o una carga ligera incorrectamente levantada, aparecen momentos mecánicos que se transmiten por los segmentos corporales hasta las vértebras lumbares dando lugar a un acusado estrés. A través del empleo de modelos biomecánicos, y usando datos recogidos en estudios sobre la resistencia de dichas vértebras, se llegó a considerar un valor de 3,4 kN como fuerza límite de compresión en la vértebra para la aparición de riesgo de lumbalgia.

El criterio fisiológico reconoce que las tareas con levantamientos repetitivos pueden fácilmente exceder las capacidades normales de energía del trabajador, provocando una prematura disminución de su resistencia y un aumento de la probabilidad de lesión. El comité NIOSH recogió unos límites de la máxima capacidad aeróbica para el cálculo del gasto energético y los aplicó a su fórmula. La capacidad de levantamiento máximo aeróbico se fijó para aplicar este criterio en 9,5 kcal/min.

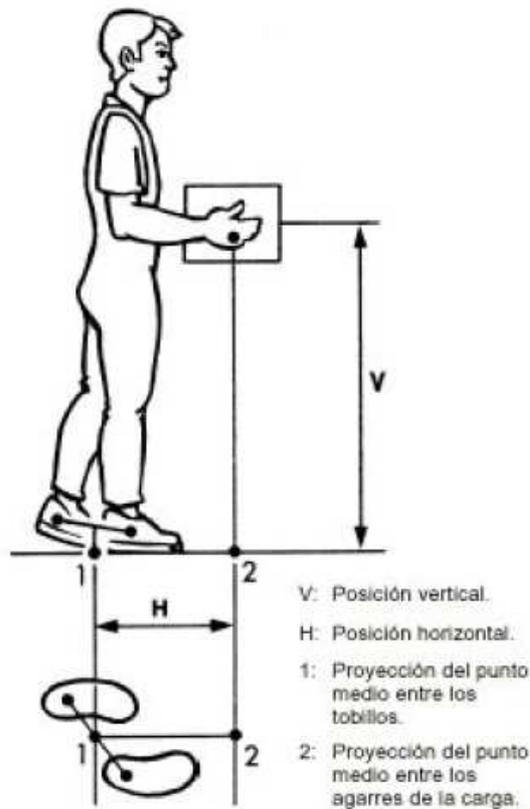
Por último, el criterio psicofísico se basa en datos sobre la resistencia y la capacidad de los trabajadores que manejan cargas con diferentes frecuencias y duraciones, para considerar combinadamente los efectos biomecánico y fisiológico del levantamiento.

A partir de los criterios expuestos se establecen los componentes de la ecuación de Niosh.

### Componentes de la ecuación

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

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



**Fig. 1. Localización estándar de levantamiento**

## Establecimiento de la constante de carga

La constante de carga (LC, load constant) es el peso máximo recomendado para un levantamiento desde la localización estándar y bajo condiciones óptimas; es decir, en posición sagital (sin giros de torso ni posturas asimétricas), haciendo un levantamiento ocasional, con un buen asimiento de la carga y levantando la carga menos de 25 cm. El valor de la constante quedó fijado en 23 kg. La elección del valor de esta constante está hecho según criterios biomecánicos y fisiológicos.

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

## Obtención de los coeficientes de la ecuación

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

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

## Factor de distancia horizontal, HM (horizontal multiplier)

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

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

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

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

donde w es la anchura de la carga en el plano sagital y V la altura de las manos respecto al suelo.

El factor de distancia horizontal (HM) se determina como sigue:

$$HM = 25 / H$$

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

## Factor de altura, VM (vertical multiplier)

Penaliza los levantamientos en los que las cargas deben cogerse desde una posición baja o demasiado elevada.

El comité del NIOSH escogió un 22,5% de disminución del peso respecto a la constante de carga para el levantamiento hasta el nivel de los hombros y para el levantamiento desde el nivel del suelo.

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

Miriam Ponce Arenzana

Se determina:

$$VM = (1 - 0,003 IV - 75I)$$

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

### Factor de desplazamiento vertical, DM (distance multiplier)

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

Se determina:

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

$$D = V1 - V2$$

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

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

### Factor de asimetría, AM (asymmetric multiplier)

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

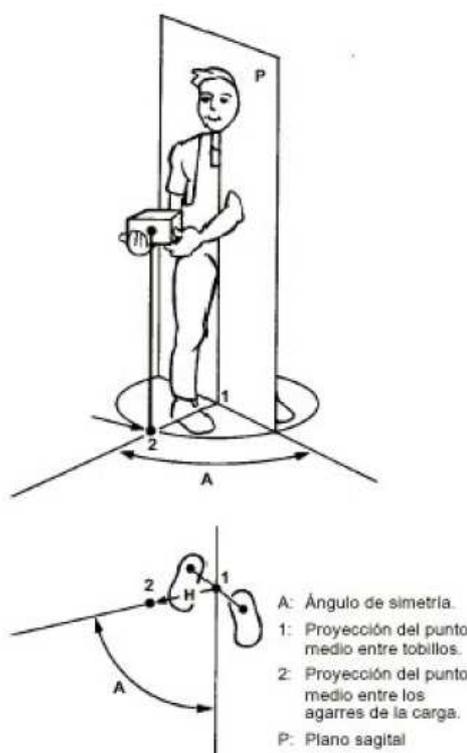


Fig. 2. Representación gráfica del ángulo de asimetría del levantamiento (A)

Se establece:

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

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

Podemos encontrarnos con levantamientos asimétricos en distintas circunstancias de trabajo:

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

### **Factor de frecuencia, FM (frequency multiplier)**

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

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

Tabla 2. Cálculo del factor de frecuencia (FM)

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

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

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

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

**Factor de agarre, CM (coupling multiplier)**

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

Tabla 3. Clasificación del agarre de una carga

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

Tabla 4. Determinación del factor de agarre (CM)

TIPO DE AGARRE	FACTOR DE AGARRE (CM)	
	v < 75	v ≥ 75
Bueno	1.00	1.00
Regular	0.95	1.00
Malo	0.90	0.90

Definiciones:

1. Asa de diseño óptimo: es aquella de longitud mayor de 11,5 cm, de diámetro entre 2 y 4 cm, con una holgura de 5 cm para meter la mano, de forma cilíndrica y de superficie suave pero no resbaladiza.

2. Asidero perforado de diseño óptimo: es aquel de longitud mayor de 11,5 cm, anchura de más de 4 cm, de holgura superior a 5 cm, con un espesor de más de 0,6 cm en la zona de agarre y de superficie no rugosa.

3. Recipiente de diseño óptimo: es aquel cuya longitud frontal no supera los 40 cm, su altura no es superior a 30 cm y es suave y no resbaladizo al tacto.

4. El agarre de la carga debe ser tal que la palma de la mano quede flexionada 90°; en el caso de una caja, debe ser posible colocar los dedos en la base de la misma.

5. Recipiente de diseño subóptimo: es aquel cuyas dimensiones no se ajustan a las descritas en el punto 3), o su superficie es rugosa o resbaladiza, su centro de gravedad es asimétrico, posee bordes afilados, su manejo implica el uso de guantes o su contenido es inestable.

6. Pieza suelta de fácil agarre: es aquella que permite ser cómodamente abarcada con la mano sin provocar desviaciones de la muñeca y sin precisar de una fuerza de agarre excesiva.

## Identificación del riesgo a través del índice de levantamiento

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

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

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

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

## Principales limitaciones de la ecuación

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

- No tiene en cuenta el riesgo potencial asociado con los efectos acumulativos de los levantamientos repetitivos.
- No considera eventos imprevistos como deslizamientos, caídas ni sobrecargas inesperadas.
- Tampoco está diseñada para evaluar tareas en las que la carga se levante con una sola mano, sentado o arrodillado o cuando se trate de cargar personas, objetos fríos, calientes o sucios, ni en las que el levantamiento se haga de forma rápida y brusca.
- Considera un rozamiento razonable entre el calzado y el suelo ( $\mu > 0,4$ ).
- Si la temperatura o la humedad están fuera de rango ( $-19^{\circ}\text{C}$ ,  $26^{\circ}\text{C}$ ) y (35%, 50%) respectivamente- sería necesario añadir al estudio evaluaciones del metabolismo con el fin de tener en cuenta el efecto de dichas variables en el consumo energético y en la frecuencia cardíaca.
- No es tampoco posible aplicar la ecuación cuando la carga levantada sea inestable, debido a que la localización del centro de masas varía significativamente durante el levantamiento. Este es el caso de los bidones que contienen líquidos o sacos semi-llenos.

## Cálculo del índice compuesto para tareas múltiples

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

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

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

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

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

donde:

- $\text{ILT}_1$  es el mayor índice de levantamiento obtenido de entre todas las tareas simples.
- $\text{ILT}_i (F_j)$  es el índice de levantamiento de la tarea  $i$ , calculado a la frecuencia de la tarea  $j$ .
- $\text{ILT}_i (F_j + F_k)$  es el índice de levantamiento de la tarea  $i$ , calculado a la frecuencia de la tarea  $j$ , más la frecuencia de la tarea  $k$ .

El proceso de cálculo es el siguiente:

1. Cálculo de los índices de levantamiento de las tareas simples ( $\text{ILT}_i$ ).
2. Ordenación de mayor a menor de los índices simples ( $\text{ILT}_1, \text{ILT}_2, \text{ILT}_3, \dots, \text{ILT}_n$ ).
3. Cálculo del acumulado de incrementos de riesgo asociados a las diferentes tareas simples.

Este incremento es la diferencia entre el riesgo de la tarea simple a la frecuencia de todas las tareas simples consideradas hasta el momento incluida la actual, y el riesgo de la tarea simple a la frecuencia de todas las tareas consideradas hasta el momento, menos la actual ( $\text{ILT}_i(F_1+F_2+F_3+\dots+F_i)-\text{ILT}_i(F_1+F_2+F_3+\dots+F_{(i-1)})$ ).

## Conclusiones

El levantamiento de cargas es una de las causas de lumbalgias y otras patologías musculoesqueléticas muy extendidas en el mundo del trabajo actualmente y que necesitan una urgente intervención desde el campo de la prevención.

A pesar de las limitaciones enumeradas anteriormente, puede considerarse la ecuación NIOSH para el levantamiento de cargas como una herramienta útil y sencilla que constituye un esfuerzo más para prevenir las alteraciones de salud provocados por el manejo de cargas.

El carácter multiplicativo de la ecuación permite ver cómo la situación estudiada se aleja de la situación ideal de levantamiento y saber qué factores son los que influyen más en esa desviación, lo que posibilita actuar sobre ellos en un rediseño del puesto.

La ecuación no asume la existencia de otras actividades de manipulación de carga, aparte de los levantamientos, tales como empujar, arrastrar, cargar, caminar, subir o bajar.

Para la ecuación de NIOSH se considera toda actividad de gasto energético despreciable frente al levantamiento. Será necesaria una evaluación adicional cuando la carga se transporte durante más de dos o tres pasos o se aguante por más de unos segundos.

En cuanto a las posturas forzadas y estáticas, las vibraciones, la temperatura, la humedad, etc. son otros factores influyentes en la aparición de estas dolencias que deberán ser evaluados con otros métodos disponibles y complementar así la evaluación del puesto de trabajo.

## 2.5 HIGIENE

### 2.5.1 Introducción

#### **Identificación de peligros**

Un peligro en el lugar de trabajo puede definirse como cualquier condición que puede afectar negativamente al bienestar o a la salud de las personas expuestas. La identificación de los peligros en cualquier actividad profesional supone la caracterización del lugar de trabajo identificando los agentes peligrosos y los grupos de trabajadores potencialmente expuestos a los riesgos consiguientes.

Los peligros pueden ser de origen químico, biológico o físico. Algunos peligros del medio ambiente de trabajo son fáciles de identificar; por ejemplo, las sustancias irritantes, que tienen un efecto inmediato después de la exposición de la piel o la inhalación. Otros no son tan fáciles de identificar, por ejemplo, las sustancias químicas que se forman accidentalmente y que no tienen propiedades que adviertan de su presencia.

Un agente tóxico puede no constituir un peligro si está presente en concentraciones pequeñas o si nadie está expuesto al mismo. Para saber qué peligros existen, es imprescindible identificar los agentes que puede haber en el lugar de trabajo, conocer los riesgos que conllevan para la salud y las posibles situaciones de exposición.

#### **Estudios de la calidad del aire en el interior**

Los estudios de la calidad del aire en el interior se diferencian de los estudios tradicionales de higiene industrial porque suelen realizarse en lugares de trabajo no industriales que pueden estar expuestos a cantidades traza de sustancias químicas, ninguna de las cuales es aparentemente capaz, por sí sola, de causar enfermedades (Ness 1991). El objetivo de los estudios de la calidad del aire del interior es similar al de los estudios de higiene industrial en lo que se refiere a la identificación de las fuentes contaminantes y la recomendación de realizar mediciones. Sin embargo, los estudios de la calidad del aire en el interior están siempre motivados por quejas sobre la salud de los trabajadores. En muchos casos, los trabajadores presentan una serie de síntomas, como cefaleas, irritación de la garganta, letargo, tos, picores, náuseas o reacciones inespecíficas de hipersensibilidad, que desaparecen cuando regresan a su casa. Si los síntomas no desaparecen cuando los trabajadores abandonan el lugar de trabajo, deberán considerarse también exposiciones no profesionales, como las que puedan derivarse de las aficiones de tiempo libre, otros trabajos, contaminación atmosférica urbana, tabaquismo pasivo y exposiciones en el interior del hogar. Los estudios sobre la calidad del aire en el interior suelen utilizar cuestionarios para registrar los síntomas y quejas de los trabajadores y relacionarlos con el lugar en el que trabajan o la función que desempeñan. Las áreas que presentan la mayor incidencia vuelven a someterse a una nueva inspección. Las fuentes de contaminantes atmosféricos en interiores que han sido documentadas en estudios de la calidad del aire son:

- Ventilación inadecuada (52 %);
- Contaminación originada en el interior del edificio (17 %);
- Contaminación originada en el exterior del edificio (11 %);
- Contaminación microbiana (5 %);
- Contaminación originada por los materiales de construcción (3 %);
- Causas desconocidas (12 %).

En las investigaciones de la calidad del aire interior, la inspección sobre el terreno consiste esencialmente en una inspección del edificio y del medio ambiente para determinar las posibles fuentes contaminantes tanto dentro como fuera del edificio. Las fuentes contaminantes en el interior de un edificio son:

1. Materiales de construcción del edificio, como aislantes, tableros de conglomerado, materiales adhesivos y pinturas.
2. Ocupantes humanos, que pueden liberar sustancias químicas de sus actividades metabólicas.
3. Actividades humanas como el consumo de tabaco.
4. Equipos como las fotocopiadoras.
5. Sistemas de ventilación que pueden estar contaminados por microorganismos.

### **Concepto y tipos de enfermedades profesionales**

Desde un punto de vista legal, en nuestro país las enfermedades profesionales vienen recogidas en el Real Decreto 1995/1978 de 12 de Mayo.

Desde el punto de vista higiénico entendemos como ENFERMEDAD PROFESIONAL: Toda alteración o pérdida de salud que tenga su origen en las condiciones ambientales a que el trabajador se halla expuesto en su labor diaria.

Modernamente el concepto de SALUD según la O.M.S. es “*El estado de bienestar físico, psíquico y social*”, entendiéndose como:

- SALUD FISICA.- El funcionamiento correcto de todos los órganos del cuerpo.
- SALUD PSIQUICA.- Un equilibrio emocional e intelectual.
- SALUD SOCIAL.- El bienestar en las relaciones del individuo.

Los factores ambientales que pueden acarrear una pérdida de salud, se pueden dividir en cuatro grandes grupos:

- Sustancias químicas, tales como polvo, humos, gases, vapores, etc. presentes en el ambiente de trabajo y cuya posible entrada en el organismo por vía respiratoria, dérmica o digestiva es el origen de la enfermedad.

- Agentes biológicos ya sean bacterias, virus u otros microorganismos y que son origen de enfermedades tales como la brucelosis, hepatitis o diversas formas de micosis.

- Las causadas por agentes físicos, tales como el ruido, calor y las radiaciones ionizantes y no ionizantes, cuya incidencia sobre el hombre puede ser origen también de enfermedades profesionales.

- Finalmente queda un cuarto grupo de enfermedades profesionales, cuya calificación como tal es objeto de cierta discusión y son aquellas lesiones causadas por una cierta tensión de origen físico como pueden ser ciertas posturas forzadas de trabajo o de origen psíquico tales como el sostenimiento prolongado de la atención concentrada en un determinado punto o instrumento.

### **Programa de higiene industrial. Ramas de la higiene**

La higiene industrial, tal y como se practica actualmente, se ha estructurado en cuatro ramas con contenidos específicos.

- a) Higiene Teórica: Dedicada al estudio de los contaminantes y se relaciona con el hombre, a través de estudios y experimentaciones, con objeto de analizar las relaciones dosis-respuesta y establecer unos estándares de concentración.
- b) Higiene de Campo: Es la encargada de realizar el estudio de la situación higiénica en el ambiente de trabajo (análisis de puestos de trabajo, detección de contaminantes y tiempo de exposición, medición directa y tomas de muestras, comparación de valores estándares).
- c) Higiene Analítica: Realiza la investigación y determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes presentes en los ambientes de trabajo, en estrecha colaboración con la Higiene de Campo y la Higiene Teórica.

- d) **Higiene Operativa:** Comprende la elección y recomendación de los métodos de control a implantar para reducir los niveles de concentración hasta valores no perjudiciales para la salud.

### **Metodología higiénica**

La higiene industrial aplicada a la prevención de los riesgos higiénicos en la empresa se ha desarrollado hasta alcanzar el nivel actual de prestigio gracias a las aportaciones del Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el Trabajo, de las Mutuas de AA.TT., y EE.PP., de las asociaciones y organismos nacionales e internacionales y de los profesionales de las empresas.

Todas estas aportaciones han conseguido que mediante normativa, estudio y práctica se perfile un método higiénico, prácticamente de aplicación universal y que ha quedado configurado por los siguientes elementos o secuencia, que responde con escrupulosa fidelidad al contenido de la propia definición de higiene industrial que se ha dado en el apartado anterior de definiciones.

- a) Identificación de los agentes factores de riesgo y de la exposición.
- b) Evaluación de la exposición de los trabajadores.
- c) Control del riesgo higiénico.

La identificación de los factores de riesgo es el origen de la actuación higiénica, no existe peor riesgo que el desconocido, peor aún que el mal controlado. Esta identificación tiene dos vertientes, una relativa a los procesos productivos y otra relativa a la administración (control de entradas y salidas) del negocio. La primera es indagatoria y permite conocer “in situ” la exposición de los trabajadores y la segunda es de gestión (compras y residuos)

Para identificar los riesgos es preciso conocer las condiciones de trabajo y su peligrosidad, lo que normalmente requerirá conocimiento experto de higiene, conocimiento específico del proceso, recursos de búsqueda de documentación y observaciones en el lugar de trabajo, además de entrenamiento en la metodología y en las herramientas que logran identificar satisfactoriamente en plenitud y tiempo los factores de riesgo.

La Encuesta Higiénica se ha instalado como la herramienta preferida de los higienistas para la identificación de los riesgos. Es una secuencia de pasos dirigida a capturar datos sobre los factores de riesgo y sobre las exposiciones y a documentar la actividad laboral en esos términos. Además de los agentes factores de riesgo, debe quedar suficientemente caracterizada en el tiempo la emisión de los agentes y la frecuencia de exposición, los procedimientos de trabajo y los procedimientos organizativos y de control que afecten a la intensidad o frecuencia de las exposiciones.

Debe tenerse en cuenta que la presencia de un contaminante en el lugar de trabajo puede responder a mecanismos bastante complejos y sutiles y, en algunos casos, nada evidentes. No siempre se trata de identificar sustancias que huelen o agentes físicos que se manifiestan, como el ruido. En muchas ocasiones, el contaminante es un producto intermedio en un proceso, generado por el propio proceso y que después de un tiempo de presencia desaparece o se transforma. De ahí la pericia y los conocimientos que precisa el higienista para identificar al contaminante en cuestión.

A veces se utilizarán equipos e instrumental durante la encuesta a fin de detectar la presencia de agentes, que incluso son útiles para realizar evaluaciones semicuantitativas, ahorrando mucho tiempo de mediciones y tomas de muestra a los higienistas.

Mediante buenas prácticas de gestión y una buena política de compras, homologación de proveedores y de productos, especificaciones de seguridad y salud, inventario de sustancias peligrosas, etcétera, es posible tener identificados, antes de su presencia en el lugar de trabajo, gran parte de agentes factores de riesgo.

Una vez conocidos los agentes y las oportunidades de exposición a dichos agentes, se debe conocer también a cuantas personas afecta y en qué manera lo hace dicha exposición. Porque si se puede y es necesario valorar esta exposición debe establecerse una estrategia adecuada de vigilancia y control, en el sentido de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y demás normativa vigente de aplicación.

Esta estrategia consistirá en estimar la exposición a los agentes mediante tomas de muestras o mediciones. Por medición se entiende la utilización del instrumental adecuado para hacer una valoración cuantitativa, semicuantitativa, cualitativa o semicualitativa de los agentes, con el objeto de hacer una estimación válida de la exposición a dichos agentes. En función del tipo de exposición y del resultado la medición podrá ser única, múltiple o requerir tomas de muestras. En situaciones complejas las mediciones y la toma de muestras podrían repetirse de forma continuada.

Para implementar una estrategia correcta de control y vigilancia de la salud es necesario establecer grupos de operarios de similar exposición. Después elegir los operarios cuya exposición se va a valorar dentro de cada grupo. A continuación definir los métodos de medición, el calendario y los intervalos de medición, así como el número de mediciones que dé representatividad a la medición. Todo ello teniendo en cuenta las exigencias que figuren en la reglamentación específica que deba aplicarse.

Los resultados de las mediciones que gocen del supuesto de representatividad, precisión y aseguramiento de la calidad servirán para tomar decisiones en relación con los valores de referencia o límites. Todo el proceso de evaluación debe quedar documentado en un informe, a este respecto se recuerdan las obligaciones documentales de las evaluaciones de riesgos y de los controles periódicos recogidos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y demás disposiciones de aplicación.

En el mismo o en otro informe se recogerán las medidas de control que fuera necesario emprender como consecuencia de la evaluación. Estos controles operarán sobre las condiciones de trabajo, en sus variantes organizativas, individuales o materiales, que afectan a la exposición y al riesgo higiénico, como son los tiempos de exposición, la frecuencia de exposición, las restricciones de acceso, los procedimientos de trabajo, los hábitos del trabajador, la información y capacidad del trabajador, las condiciones del proceso y los controles de ingeniería. La aplicación de estos controles debe responder a los principios definidos para las acciones preventivas en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Hay que recordar que siempre que se produzca un daño para la salud, se modifique el proceso productivo, se introduzca una sustancia nueva o se adopte una nueva normativa se debe evaluar el riesgo higiénico nuevamente.

### **Estrategias de muestreo y medición. Límites de exposición profesional**

Una vez finalizada la inspección sobre el terreno, el higienista industrial debe decidir si es o no necesario realizar un muestreo; la toma de muestras debe realizarse sólo si su finalidad está clara.

Los datos obtenidos del muestreo atmosférico y biológico suelen compararse con los límites de exposición profesional (OEL) recomendados u obligatorios. En muchos países se han establecido límites de exposición profesional para la exposición biológica y a la inhalación de agentes químicos y físicos. Hasta la fecha, de las más de 60.000 sustancias químicas de uso comercial, unas 600 han sido evaluadas por distintas organizaciones y países. Los principios que justifican los límites son determinados por las organizaciones que los establecen. Los límites más utilizados, llamados valores límite umbral (TLV), son los que establece en Estados Unidos la Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (American Conference of Governmental In-

dustrial Hygienists, ACGIH). La mayoría de los OEL utilizados por la Administración para la Salud y Seguridad en el Trabajo (Occupational Safety and Health Administration, OSHA) en Estados Unidos se basan en los TLV. Sin embargo, el Instituto Nacional para Salud y Seguridad en el Trabajo (National Institute for Occupational Safety and Health, NIOSH) del Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos ha propuesto sus propios límites, llamados límites de exposición recomendados (REL).

Las directrices sobre los niveles de exposición biológica se denominan índices de exposición biológica (BEI). Estas directrices representan la concentración de sustancias químicas en el organismo que corresponderían a la exposición a la inhalación de un trabajador sano dada una concentración atmosférica concreta. Además de Estados Unidos, 50 países o grupos han establecido OEL, muchos de los cuales coinciden con los TLV. En el Reino Unido, los límites se denominan Límites de Exposición Profesional de la Dirección de Salud y Seguridad (OES) y, en Alemania, los OEL se denominan Concentraciones Máximas en el Lugar de Trabajo (MAK).

Se han establecido OEL para las exposiciones atmosféricas a gases, vapores y partículas, pero no se aplican todavía a las exposiciones atmosféricas a agentes biológicos. Por consiguiente, la mayoría de las investigaciones de la exposición a bioaerosoles comparan las concentraciones en el interior y en el exterior. Si las características y la concentración de organismos es diferente en el interior y en el exterior, puede existir un problema de exposición.

No existen OEL para el muestreo de la piel o de superficies, y cada caso tiene que evaluarse por separado. Por lo que respecta al muestreo de superficies, las concentraciones suelen compararse con las concentraciones de fondo aceptables medidas en otros estudios o determinadas previamente en ese estudio. En el muestreo de la piel, las concentraciones aceptables se calculan en función de la toxicidad, la velocidad de absorción, la cantidad absorbida y la dosis total. Además, el control biológico de un trabajador puede utilizarse para investigar la absorción a través de la piel.

### Finalidad

El objetivo de las estrategias de muestreo ambiental y biológico es evaluar la exposición de trabajadores concretos o evaluar fuentes contaminantes. El control de los trabajadores se realiza para:

- evaluar las exposiciones individuales a tóxicos crónicos y agudos;
- responder a las quejas de los trabajadores relacionadas con la salud y los olores;
- definir la exposición basal para un programa de control a largo plazo;
- determinar si las exposiciones cumplen la normativa pública;
- evaluar la eficacia de los controles técnicos o de los procesos;
- evaluar las exposiciones agudas para respuestas de emergencia;
- evaluar las exposiciones en lugares con residuos peligrosos;
- evaluar la influencia de las prácticas de trabajo en la exposición;
- evaluar la exposición correspondiente a distintas tareas;
- investigar enfermedades crónicas como la intoxicación por plomo o mercurio;
- investigar la relación entre exposición en el trabajo y enfermedad profesional;
- realizar un estudio epidemiológico.

### Objetivos de un programa de higiene industrial

Según la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.), los objetivos de un programa de Higiene Industrial serían los siguientes:

- 1.- Determinar y combatir en los lugares de trabajo todos los factores químicos, físicos, mecánicos, biológicos y psicosociales de reconocida y presunta nocividad.
- 2.- Conseguir que el esfuerzo físico y mental, que exige de cada trabajador el ejercicio de su profesión, esté adaptado a sus aptitudes, necesidades y limitaciones anatómicas, fisiológicas y psicológicas.

3.- Adoptar medidas eficaces para proteger a las personas que sean especialmente vulnerables a las condiciones perjudiciales del medio laboral y reforzar su capacidad de resistencia.

4.- Descubrir y corregir aquellas condiciones de trabajo que puedan deteriorar la salud de los trabajadores, a fin de lograr que la morbilidad general de los diferentes grupos profesionales no sea superior a la del conjunto de la población.

5.- Educar al personal directivo de las empresas y a la población trabajadora en el cumplimiento de sus obligaciones en lo que respecta a la protección y fomento de la salud.

6.- Aplicar en las empresas programas de acción sanitaria que abarquen todos los aspectos de la salud, lo cual ayudará a los servicios de salud pública a elevar el nivel sanitario de la colectividad.

### **Evaluación higiénica. Introducción**

El objetivo fundamental de la Higiene Industrial es la Prevención de las Enfermedades Profesionales originadas por los agentes contaminantes existentes en el medio laboral.

La evaluación higiénica va a ser el procedimiento que nos permitirá tomar una decisión sobre la mayor o menor peligrosidad existente en un puesto de trabajo, mediante el análisis de los diversos factores que van a influir sobre él, entre los cuales podemos destacar:

- Sustancias que se utilicen, produzcan o emitan al ambiente en el puesto de trabajo.
- Posibles vías de entrada en el organismo.
- Presencia simultánea de varias sustancias.
- Concentraciones ambientales.
- Tiempo diario de exposición.
- Continuidad o interrupción de las exposiciones.
- Condiciones de ventilación.
- Susceptibilidad individual.
- Medidas higiénicas personales.
- Ropa de trabajo y utilización de elementos de protección personal.

Para poder realizar esta tarea, existen y se están desarrollando en higiene industrial, una serie de metodologías de actuación que evitan, mediante la detección, cuantificación y control de los contaminantes presentes en los puestos de trabajo, la aparición de la enfermedad profesional. Es la denominada Evaluación de la exposición laboral.

En principio, este tipo de evaluación solo considera como vía de entrada la inhalatoria efectuándose, por consiguiente, las mediciones en la zona respiratoria del trabajador. Sin embargo, y tal como ya hemos visto, este modo de entrada de agentes químicos en el organismo, aun siendo el más importante no es el único, y además, dado que cada trabajador expuesto es un individuo con distinta reacción a los agentes tóxicos, se están desarrollando métodos de evaluación del estado de riesgo toxicológico de cada persona. Es la denominada *Evaluación biológica*.

Como primera aproximación, podría decirse que un trabajador estará expuesto a un determinado agente químico, cuando de su manipulación o presencia pueda derivarse un efecto indeseable para su salud a corto, medio o largo plazo. De este modo, la exposición se encuentra indefectiblemente asociada al riesgo higiénico o lo que es lo mismo, con la probabilidad de sufrir un daño a causa de la absorción de un agente químico durante el trabajo. No obstante, conviene distinguir entre dos clases de agentes químicos:

- Aquellos cuyos efectos sobre la salud están relacionados cuantitativamente con su presencia en el entorno de trabajo, de modo que el daño producido será tanto mayor cuanto más grande sea la cantidad de agente químico absorbido.
- Aquellos en los que no existe una clara relación cuantitativa entre los efectos que producen sobre la salud y su presencia en el ambiente laboral.

## **Criterios de valoración. Introducción**

El objetivo de un criterio de valoración higiénico, es el de definir unas condiciones de exposición tales que las personas no sufran ni durante su vida laboral, ni una vez terminada esta, una disminución significativa de su nivel de salud que sea imputable a la exposición laboral.

Al efectuar la evaluación en un puesto de trabajo de un determinado contaminante industrial, bien sea de origen físico, químico o biológico, se obtienen unos valores numéricos que expresan las cantidades o concentraciones de contaminantes presentes. Estos datos junto con el tiempo a que el trabajador se encuentra expuesto a dicho contaminante, además de hábitos personales, etc. constituye lo que se denomina “exposición a un contaminante”. La comparación de las concentraciones de exposición al contaminante con lo propuesto por el criterio de valoración define el RIESGO PARA LA SALUD.

Los métodos utilizados para la investigación de estos criterios llamados Niveles Admisibles están basados en:

- Estudios epidemiológicos.
- Estudios toxicológicos experimentales sobre animales.
- Especulaciones químico-toxicológicas: La analogía química.
- Ensayo con voluntarios en casos en que se midan efectos tóxicos menores.

Sin embargo, existen numerosas dificultades para llegar a su establecimiento, como son:

- Falta de uniformidad en la respuesta individual.
- Cantidad y variedad de contaminantes.
- Aparición de nuevas sustancias.
- Presencia simultánea de varios contaminantes.

El establecimiento del límite, puede realizarse con tres criterios diferentes, y según el que se utilice, dará lugar a interpretaciones distintas.

### *Criterios de valores máximos admisibles*

Con este criterio se establece que la concentración de un contaminante en el lugar de trabajo no puede ser sobrepasada en ningún instante.

### *Criterio de valores promedios*

Este criterio establece que la concentración media de un contaminante en un determinado periodo no puede superar un determinado valor límite.

Normalmente este periodo se considera 8 horas/día, ó 40 horas semanales.

En cualquier caso, los criterios de valoración deben tomarse como una referencia orientativa y nunca como una barrera entre la salud y la enfermedad.

### *Criterio de cortos periodos de exposición*

Este criterio establece que la concentración media de un contaminante en un determinado periodo no debe superar un determinado valor límite.

Normalmente este periodo se considera de 15 minutos.

## **Situación en España**

La situación actual en España, está recogida por un lado en el "Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas" (Decreto 2414/1961 de 30 de Noviembre publicado B.O.E. 7/3/62).

Este Reglamento establece una “Lista de concentraciones máximas permitidas en el ambiente interior de las explotaciones industriales” que, como su nombre indica, utiliza un criterio exclusivamente de valor techo.

La Ley de Prevención de Riesgos Laborales y el Real Decreto 39/1997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, que implican la utilización de valores límites de exposición para la valoración del riesgo debido a exposición a agentes químicos, y ante la situación existente, dio lugar a que el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) adoptase y publicase en 1998 unos “Límites de exposición profesional para Agentes Químicos en España”.

Finalmente, señalar que la C.E.E. ha publicado 2 directivas relativas al establecimiento de valores límite ambientales, la 91/322/CEE y la 96/94/CEE.

### **Criterios de la ACGIH: TLV's**

TLV es el acrónimo de Threshold Limit Values (Valores Límite Umbrales) y expresan concentraciones de diversas sustancias en aire por debajo de las cuales pueden exponerse la mayoría de los trabajadores día tras día sin sufrir efectos adversos para su salud. Se admite que, dada la variabilidad de las respuestas individuales, un pequeño porcentaje de trabajadores pueda experimentar ligeras molestias a ciertas sustancias a estas concentraciones o por debajo de ellas e, incluso, en casos raros, puedan sufrir agravamiento de dolencias previas o incluso la aparición de enfermedades profesionales.

Debido a la variedad de efectos que las sustancias químicas pueden provocar en las personas expuestas, se han definido tres tipos de valores límite:

a) TLV-TWA (Valor Límite Umbral-Media ponderada en el tiempo)

Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de trabajo de 8 horas y una semana laboral de 40 horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin efectos adversos.

b) TLV-STEL (Valor Límite Umbral-Límite de Exposición de Corta Duración)

Concentración a la que los trabajadores pueden estar expuestos, no más de 15 minutos, sin sufrir 1) Irritación, 2) Daños crónicos, 3) Narcosis, en grado suficiente para aumentar la probabilidad de accidentes laborales. Las exposiciones por encima del TLV-TWA hasta el valor STEL además de no superar los 15 minutos no deben de repetirse más de 4 veces al día y debe de haber por lo menos un periodo de 60 minutos entre exposiciones sucesivas de ese rango, se podrían recomendar periodos de exposición distintos de 15 minutos cuando lo justifiquen los efectos biológicos observados.

c) TLV-C (Valor Límite Umbral-Techo)

Es la concentración que no se debe sobrepasar en ningún momento de la exposición durante el trabajo. Para su valoración se admiten muestreos de 15 minutos, excepto para aquellas sustancias que puedan causar irritación inmediata con exposiciones muy cortas.

### **Límites de desviación**

Para la inmensa mayoría de sustancias que tienen TLV-TWA no se disponen de suficientes datos toxicológicos para garantizar un STEL, no obstante se deben de controlar las desviaciones o variaciones por encima del TLV-TWA. La recomendación dada es la siguiente:

*"Las desviaciones en los niveles de exposición de los trabajadores, no deben de superar tres veces el valor TLV-TWA durante más de 30 minutos en una jornada de trabajo, no debiéndose sobrepasar bajo ninguna circunstancia cinco veces dicho valor. En cualquier caso, debe de respetarse el TLV-TWA fijado".*

### Casos particulares de TLV's

Sustancias cancerígenas: sustancias de uso industrial que tienen una acción cancerígena sobre el hombre o que, bajo condiciones de experimentación adecuadas, han provocado cáncer en los animales.

La exposición a cancerígenos debe de ser mínima. Los trabajadores expuestos a los cancerígenos A1 sin valor TLV deben ser equipados adecuadamente para eliminar al máximo posible toda exposición. Para los cancerígenos A1 con valor TLV y para los A2 y A3, la exposición para los trabajadores por cualquier vía de absorción, debe controlarse cuidadosamente a niveles tan bajos como sea posible y por debajo del TLV.

### Mezclas de contaminantes

Cuando se presente el caso de que existan 2 ó más sustancias, deben de tenerse en cuenta sus efectos combinados más que sus efectos propios individuales o aislados; los efectos deben considerarse aditivos siempre que no exista información en sentido contrario.

Si la suma de las fracciones:

$$\frac{C_1}{T_1} + \frac{C_2}{T_2} + \dots + \frac{C_n}{T_n}$$

C = Concentración contaminante

T = TLV del contaminante

supera la unidad, se está superando el TLV de la mezcla

Aunque ningún compuesto supera el TLV, el TLV de la mezcla sí que se supera.

Si existen razones de peso para creer que los efectos principales de las diferentes sustancias son independientes, o bien cuando varios componentes de la mezcla producen efectos puramente locales en diferentes órganos del cuerpo humano, se considera que el TLV de la mezcla está superado cuando cualquiera de las fracciones

$$\frac{C_1}{T_1}, \frac{C_2}{T_2}, \dots, \frac{C_n}{T_n}$$

supera la unidad.

Los límites de exposición profesional españoles.

Son valores de referencia para la evaluación y control de los riesgos inherentes a la exposición, principalmente por inhalación, a los agentes químicos presentes en los puestos de trabajo y, por lo tanto, para proteger la salud de los trabajadores y su descendencia.

No constituyen una barrera definida de separación entre situaciones seguras y peligrosas.

Se han establecido para su aplicación en la práctica de la Higiene Industrial y no para otras aplicaciones.

### Tipos de valores límite ambientales (vla)

Se han definido dos tipos de valores límite ambientales. Los de exposición diaria (VLA-ED), y los de corta duración (VLA-EC).

Los VLA sirven exclusivamente para la evaluación y el control de los riesgos por inhalación de los agentes químicos incluidos en la lista de valores. Cuando uno de esos agentes se puede absorber por vía cutánea, sea por manipulación directa del mismo, sea a través del contacto con los vapores de las partes desprotegidas de la piel, y esta aportación puede ser significativa para la dosis absorbida por el trabajador, el agente en cuestión aparece señalado con la notación “vía dérmica”. Esta llamada advierte, por una parte, de que la medición de la concentración ambiental puede no ser suficiente para cuantificar la exposición global y, por otra, de la necesidad de adoptar medidas para la prevención cutánea.

### **Valores límite ambientales-exposición diaria (VLA-ED)**

Es el valor de referencia para la exposición diaria (ED), entendiendo esta como:

La concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador medida, o calculada de forma ponderada con respecto del tiempo, para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de 8 horas diarias.

La exposición diaria puede calcularse matemáticamente por la siguiente fórmula:

$$ED = \sum c_i t_i / 8$$

Siendo

$c_i$  la concentración i-ésima

$t_i$  el tiempo de exposición, en horas, asociado a cada valor  $c_i$

Nota. A efectos del cálculo de la ED de cualquier jornada laboral, la suma de los tiempos de exposición que se han de considerar en el numerador de la formula anterior será igual a la duración real de la jornada en cuestión, expresada en horas.

### **Valores límite ambientales-exposición corta duración (VLA-EC)**

Es el valor de referencia para la exposición de corta duración (EC), entendiendo esta como:

La concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada para cualquier periodo de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos agentes químicos para los que se especifiquen un periodo de referencia inferior, en la lista de Valores límite.

La exposición de corta duración puede calcularse matemáticamente por la siguiente fórmula:

$$EC = \sum c_i t_i / 15$$

Siendo

$c_i$  la concentración i-ésima

$t_i$  el tiempo de exposición, en minutos, asociado a cada valor  $c_i$

Nota: La suma de los tiempos de exposición que se han de considerar en la fórmula será igual a 15 minutos.

Lo habitual es determinar las EC de interés, es decir, las del periodo o periodos de máxima exposición, tomando muestras de 15 minutos de duración en cada uno de ellos. De esta manera las concentraciones muestrales obtenidas coincidirán con las buscadas.

### **Límites de desviación**

Pueden utilizarse para controlar las exposiciones por encima del VLA-ED, dentro de una misma jornada de trabajo, de aquellos agentes químicos que lo tienen asignado. No son nunca límites independientes, sino complementarios de los VLA que se hayan establecido para el agente en cuestión. Tienen un fundamento estadístico.

Para los agentes químicos que tienen asignado VLA-ED pero no VLA-EC, se establece el producto  $3 \times \text{VLA\_ED}$  como el valor que no deberá superarse durante más de 30 minutos en total a lo largo de la jornada de trabajo, no debiéndose superar en ningún momento el valor  $5 \times \text{VLA-ED}$ .

### **2.5.2 Ruido en el lugar de trabajo**

El ruido es posiblemente el contaminante físico que con mayor frecuencia se encuentra presente en los puestos de trabajo.

#### **Conceptos básicos sobre el ruido**

Para definir el ruido se deben abarcar dos enfoques diferentes, uno el subjetivo, debido a la sensación que produce en el ser humano, y otro la definición objetiva del ruido como fenómeno físico.

Como definiciones subjetivas se pueden citar:

- Un sonido no deseado
- Una combinación de sonidos no coordinados que producen una sensación desagradable
- Todo grupo de sonidos que interfiera en una actividad humana

Es decir, el ruido es una apreciación subjetiva del sonido.

Desde el punto de vista físico, el ruido consiste en un movimiento ondulatorio producido en un medio elástico por una fuente de vibración, que provoca pequeñas variaciones de la presión atmosférica en el oído. En otras palabras, el ruido es cualquier variación de presión sobre la presión atmosférica, que el oído humano pueda detectar, y que se denomina presión acústica o presión sonora.

- El sonido necesita un medio elástico para su propagación
- La onda sonora necesita un medio elástico para desplazarse, pudiéndose medir la variación de presión sobre la presión atmosférica, que se denomina presión acústica

Estas ondas sonoras tienen las siguientes propiedades físicas:

- Frecuencia: es el número de variaciones de presión en un segundo. La frecuencia determina el tono del sonido y permite diferenciar subjetivamente los sonidos de baja frecuencia y los de alta frecuencia.
- Período: es la inversa de la frecuencia y se define como el tiempo que tarda en producirse un ciclo completo de la onda sonora.
- Velocidad del sonido: es la velocidad a la que se propaga la onda acústica en un medio elástico
- Longitud de onda: es la distancia entre puntos análogos en dos ondas sucesivas.

A continuación se definen los conceptos básicos que hay que conocer en temas de ruido. Estas definiciones están extraídas del Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

Nivel de presión acústica,  $L_p$ : El nivel, en decibelios, dado por la siguiente ecuación:

$$L_p = 10 \lg \left( \frac{p}{p_o} \right)^2$$

Donde  $p_o$  es la presión de referencia ( $2 \cdot 10^{-5}$  pascales) y  $p$  es la presión acústica, en pascales, a la que está expuesto un trabajador (sin tener en cuenta la protección personal que eventualmente utilice) que pueda o no desplazarse de un lugar a otro del centro de trabajo.

Nivel de presión acústica ponderado A,  $L_{pA}$ : Valor del nivel de presión acústica, en decibelios determinado con el filtro de ponderación frecuencial A según la Norma CEI 651, dado por la siguiente ecuación:

$$L_{pA} = 10 \lg \left( \frac{p_A}{p_o} \right)^2$$

Donde  $p_A$  es la presión acústica ponderada A, en pascales.

Nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A,  $L_{Aeq,T}$ : El nivel, en decibelios dado por la ecuación:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[ \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left( \frac{p_A(t)}{p_o} \right)^2 dt \right]$$

Donde  $T = t_2 - t_1$  es el tiempo de exposición del trabajador al ruido.

Nivel diario equivalente,  $L_{Aeq,d}$ : El nivel, en decibelios, dado por la ecuación:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg \left[ \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \left( \frac{p_A(t)}{p_o} \right)^2 dt \right]$$

Donde  $T$  es el tiempo de exposición al ruido, en horas/día.

Nivel semanal equivalente,  $L_{Aeq,s}$ : El nivel, en decibelios, dado por la ecuación:

$$L_{Aeq,s} = 10 \lg \frac{1}{5} \sum_{i=1}^{i=m} 10^{0.1 L_{Aeq,di}}$$

Donde  $m$  es el número de días a la semana en que el trabajador está expuesto al ruido y  $L_{Aeq,di}$  es el nivel diario equivalente correspondiente al día  $i$ .

Nivel de pico,  $L_{MAX}$ : Es el nivel, en decibelios, dado por la ecuación:

$$L_{MAX} = 10 \lg \left( \frac{P_{max}}{p_o} \right)^2$$

Donde  $P_{max}$  es el valor máximo de la presión acústica instantánea a que está expuesto el trabajador (en pascales) y  $p_o$  es la presión de referencia ( $2 \times 10^{-5}$  pascales).

**Legislación en temas de protección de los trabajadores frente al ruido**

El Real Decreto 286/2006 establece disposiciones mínimas para proteger a los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Las disposiciones que establece son:

- Eliminar los riesgos en su origen o reducirlos al nivel más bajo posible, considerando los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control en origen.
- Establecer y ejecutar un programa de medidas de control, cuando sobrepasen los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción.
- Instalar señalización conforme a la normativa vigente en los lugares de trabajo.
- Adaptar las medidas a las necesidades de los trabajadores especialmente sensibles.

**Valores límite**

La tabla siguiente muestra los valores límite en las mediciones de los niveles de ruido:

Valores Límite de Exposición	$LA_{eq,d} = 87 \text{ db(A)}$ $L_{pico} = 140 \text{ db(C)}$
Valores Superiores de Exposición que dan lugar a una acción	$LA_{eq,d} = 85 \text{ db(A)}$ $L_{pico} = 137 \text{ db(C)}$
Valores Inferiores de Exposición que dan lugar a una acción	$LA_{eq,d} = 80 \text{ db(A)}$ $L_{pico} = 135 \text{ db(C)}$
Valores Límite de Exposición Semanal (aplicable a actividades en las que la exposición diaria al ruido varíe considerablemente de una jornada laboral a otra)	$LA_{eq,s} = 87 \text{ db(A)}$

Cuando se superen los límites detallados en la tabla anterior, se tendrán en cuenta las medidas detalladas en la figura siguiente:

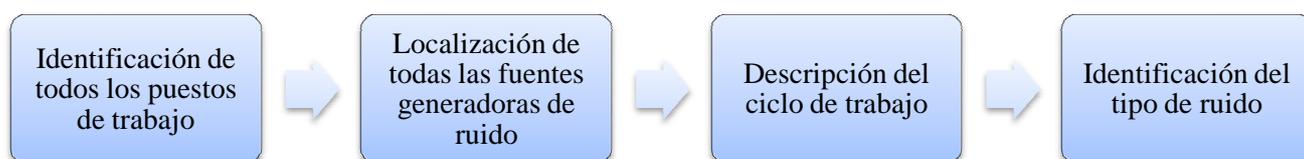
Cuando el nivel de ruido supere los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción, el empresario deberá:		
Poner a disposición de los trabajadores protectores auditivos individuales	Informar y formar al trabajador sobre aspectos relativos a los riesgos derivados de la exposición al ruido.	Hacer controles audimétricos con una periodicidad de 5 años.
Cuando el nivel de ruido sea igual o supere los valores superiores de exposición que dan lugar a una acción, el empresario deberá:		
Poner a disposición de los trabajadores protectores auditivos individuales, que tienen obligación de utilizarlos.	Informar y formar al trabajador sobre aspectos relativos a los riesgos derivados de la exposición al ruido.	Hacer controles audimétricos con una periodicidad de 3 años.

En ningún caso la exposición del trabajador deberá superar los valores límite de exposición, Si, a pesar de las medidas adoptadas, se comprobaran exposiciones por encima de los valores límite de exposición, el empresario debe:

- Tomar inmediatamente medidas para reducir la exposición por debajo de los valores límite de exposición.
- Determinar las razones de la sobreexposición.
- Corregir las medidas de prevención y protección, a fin de evitar que vuelva a producirse una reincidencia.
- Informar a los delegados de prevención de tales circunstancias.

### Medición del ruido

La medición del nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A ( $L_{Aeq,d}$ ) representativo de las condiciones de exposición al ruido en un lugar de trabajo requiere un estudio previo en el que se realicen los pasos detallados en la siguiente figura:



Pueden distinguirse tres tipos de ruidos. Dependiendo del tipo de ruido que vaya a medirse, el número y duración de las medidas será diferente.

### Ruido estable/estacionario

Aquel cuyo nivel de presión acústica ponderada ( $L_{pA}$ ) permanece esencialmente constante. Se considerará que se cumple tal condición cuando la diferencia entre los valores máximo y mínimo de  $L_{pA}$  sea inferior a 5 dB. En estos casos no es necesario que la duración total de la medición abarque toda la jornada de trabajo.

**Ruido fluctuante**

Aquel cuya diferencia entre los valores máximo y mínimo de  $L_{pA}$  es superior o igual a 5 dB, variando  $L_{pA}$  aleatoriamente a lo largo del tiempo.

Si la diferencia entre los valores máximo y mínimo del nivel equivalente ( $L_{pA}$ ) es:

- Inferior o igual a 2 dB, el número de mediciones puede limitarse a tres.
- Superior a 2 dB e inferior a 5 dB, el número de mediciones ha de ser como mínimo de cinco.
- Superior a 5 dB, bien el intervalo de medición debe cubrir la totalidad del intervalo de tiempo considerado o bien debe efectuarse un muestreo de forma aleatoria.

**Ruido de impacto/impulsivo**

Aquel cuyo nivel de presión acústica decrece exponencialmente con el tiempo y tiene una duración inferior a un segundo.

La evaluación del ruido de impacto se efectuará mediante la medición del nivel de pico en escala de ponderación C, realizándose la medida en el momento en que se espera que la presión acústica instantánea alcance su valor máximo.

**Efectos del ruido sobre la salud**

Los factores que van a determinar el riesgo de pérdida auditiva son:

- Nivel de presión sonora: a mayor nivel, mayor daño auditivo.
- Tipo de ruido: se tolera mejor el ruido continuo que el discontinuo.
- Tiempo de exposición al ruido: se considera el tiempo de exposición en horas/día o en horas/semana y el tiempo en años que un trabajador lleva expuesto al ruido.
- Edad: el oído, con la edad, sufre pérdidas auditivas, es decir, aumenta su umbral de audición.

Los efectos del ruido sobre el organismo se clasifican en auditivos y no auditivos:

EFECTOS	
Auditivos	No auditivos
Temporal Permanente: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trauma acústico, si no afecta a las frecuencias de conversación.</li> <li>- Hipoacusia, si afecta a las frecuencias de conversación.</li> </ul>	La exposición a niveles altos de ruido tiene efectos en la mayoría de los órganos y sistemas: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Efectos respiratorios: aumento de la frecuencia respiratoria, que cesa al terminar la exposición</li> <li>- Efectos cardiovasculares: aumento de la incidencia de hipertensión arterial, etc.</li> <li>- Efectos digestivos: aumento de la incidencia de úlcera gástrica, acidez, etc.</li> <li>- Efectos visuales: alteraciones de la agudeza visual, del campo visual y de la visión cromática</li> <li>- Efectos endocrinos: variaciones de las concentraciones sanguíneas de determinadas hormonas</li> <li>- Efectos sobre el sistema nervioso: trastornos del sueño, interferencias en actividades mentales y psicomotrices, cansancio, irritabilidad, etc. Es importante resaltar el efecto de disminución del grado de atención y aumento del tiempo de respuesta, ya que esto favorece la aparición de accidentes.</li> </ul>

Además, el ruido puede interferir en la recepción de señales acústicas de peligro o advertencia, provocando esto también un aumento de los accidentes laborales.

La tecnología disponible en el mercado para la reducción de ruido pone a disposición de los expertos un amplio abanico de posibilidades: cabinas, silenciadores, barreras, recubrimientos

absorbentes. El problema que se plantea es, en buena medida, la elección del tipo de elemento reductor más apropiado a cada situación en términos de equilibrio entre coste y resultados obtenidos.

A menos que se posea un amplio caudal de conocimientos especializados y se disponga de una gran experiencia, es difícil juzgar cuál es la solución más adecuada para cada situación; sin embargo, es posible para los no expertos determinar, al menos en sus grandes líneas, cuál es la mejor solución a un problema de ruido dado.

### **Valoración de las molestias producidas por el ruido**

Las molestias que genera el ruido dependen entre otros posibles, de factores individuales, de la exigencia de la tarea, de las condiciones físicas del ruido, del diseño del puesto de trabajo, etc. La OMS (Organización Mundial de la Salud) define el intervalo de 35 dB(A) a 65 dB(A) como aquél en que la población considera que el ruido es molesto y perturbador, pudiéndose tomar estos niveles sonoros como criterio de referencia de la posible existencia de molestias por ruido.

Para conocer y valorar las molestias de una persona o de un colectivo frente al ruido, es necesario crear una escala que relacione la respuesta subjetiva de las personas con los valores que alcanzan las características físicas del ruido (fundamentalmente presión sonora y frecuencias pero también distribución temporal).

Se han desarrollado diversos criterios técnicos, denominados índices acústicos, que establecen límites aceptables de confort en ambientes interiores asignándoles un valor de referencia dependiendo del tipo de local o de su finalidad.

- Valores establecidos en el código técnico de la edificación (CTE) y la norma básica de edificación (NBE-CA-88)
- Valores establecidos en la instrucción técnica complementaria (ITE 02.2.3) del Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE)
- Otros criterios de valoración del ruido molesto. Curvas NR (noise rating), PNC (preferred noise criteria), NC (noise criteria) y RC (room criteria)
- Valoración de las molestias por interferencia del ruido en la conversación

Valores recomendados establecidos en el código técnico de edificación (CTE) y la norma básica de edificación (NBE-CA-88).

El Código Técnico de Edificación establece en su artículo 14 las exigencias básicas de protección frente al ruido. El objetivo de este requisito consiste en limitar las molestias, a los usuarios, producidas por el ruido dentro de los edificios y en las condiciones normales para los que ha sido diseñado.

Para conseguir el objetivo, los edificios deben proyectarse, construirse y mantenerse de tal forma que sus elementos constructivos tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido de las instalaciones y para limitar el tiempo de reverberación

El impacto del ruido sobre la función auditiva es el efecto mejor documentado. El ruido presente en el entorno tanto laboral como extralaboral puede dar lugar a alteraciones auditivas temporales (fatiga auditiva) o permanentes (hipoacusia o sordera).

Esas lesiones dependen de factores como: la calidad de dicho ruido (a igual intensidad son más nocivas las frecuencias agudas); el espectro de frecuencias (un sonido puro de alta intensidad produce más daño que un sonido de amplio espectro); la intensidad, emergencia y ritmo (mayor capacidad lesiva del ruido de impulso, de carácter imprevisto y brusco); la duración de la exposi-

ción (exposición laboral y extralaboral); la vulnerabilidad individual (ligada a una mayor susceptibilidad coclear por antecedentes de traumatismo craneal, infecciones óticas, ciertas alteraciones metabólicas o una tensión arterial elevada, entre otras causas) y la interacción con otras exposiciones (vibraciones, agentes químicos o fármacos ototóxicos pueden aumentar el riesgo de hipoacusia ).

La evaluación del nivel de ruido, afecta a los siguientes puestos:

- ✓ Tornos.
- ✓ Almacén.

Las mediciones se realizaron el día 3 de Marzo del 2010, entre las 10:45 y 12:15 de la mañana.

Las mediciones se efectúan en presencia del ruido de máquinas e instalaciones en funcionamiento durante las visitas. La acumulación de materiales y otros factores que pudiesen modificar sensiblemente el nivel de la presión acústica en el momento de las mediciones eran las habituales en un día normal de trabajo, según referencia el interlocutor de la empresa.

La toma de datos se realiza en los puestos de trabajo objeto de control, con la presencia del trabajador y colocando el micrófono en la proximidad de su entorno, a unos 10 cm de distancia de su oído siempre que los movimientos habituales durante el desarrollo de su actividad así lo permita.

### **Aparatos de medida**

Se utilizaron el sonómetro Integrador-Analizador CEL450, y el Dosímetro tipo 4442.

#### **Sonómetro Integrador-Analizador CEL450:**

Cumple los siguientes estándares aplicables a sonómetros integradores: CEI 61672:2002; ANSI S1.4: (R2997); CEI 60651, IEC60804; Filtros CEI 61260: Clase 0; O.M. 29920: 1998 (Aprobación de modelo).

Rango de medición: Tango dinámico único 0-140dB; RMS (pico 143,3 dB).

Parámetros medidos en banda 1/1 octava y 1/3 octava:  $L$ ,  $L_{Aeq}$ ,  $L_{A1eq}$ ,  $L_{max}$ ,  $L_{min}$ , y  $L_{pk}$ .

Ponderaciones de tiempo: Fast, Show, Impulso.

Ponderaciones de frecuencial: A, C, Z(sin ponderación).

Se caracteriza por tratarse de un instrumento de altas prestaciones, extremada facilidad de uso y bajo costo, diseñado para realizar las mediciones siguiendo la normatividad Colombiana de emisión de ruido y ruido ambiental

Gracias a la utilización de la tecnología digital más avanzada, entre sus características más destacadas cabe señalar su amplio rango dinámico de medición que va desde los 20 hasta los 140 dB y su sistema de calibración automático, lo que lo diferencia de cualquier otro sonómetro de su categoría. Además de forma opcional los datos de medición pueden almacenarse en memoria y descargarse a un ordenador mediante el programa dB23.



### Dosímetros tipo 4442:

Cumple Normas EN/IEC 61252-1993, ANSI S1.25 – 1991

Micrófono condensador prepolarizado de ¼”.

Rango de medida: 70-140dB, 50-120dB.

Ponderación Temporal: Fast, Show e Impulse (detector RMS).

Ponderación frecuencial: Detector RMS: A y C; Detector de pico: C y Lin.

Cuatro configuraciones: ISO (criterio 85 dB), ISO (criterio 90 dB), OSHA, DOD.



Para la medición del ruido se pueden utilizar sonómetros, sonómetros integradores promediadores y dosímetros personales (medidores personales de exposición sonora), como mínimo de clase 2 en las condiciones que se establecen en el Anexo III del Real Decreto 286/2006.

En general es recomendable utilizar instrumentos de clase 1, sobre todo cuando predominan las frecuencias altas y en ambientes muy fríos (p.e. cámaras frigoríficas). Sus requisitos de funcionamiento se cumplen entre -10°C y 50°C, mientras que los de la clase 2 entre 0°C y 40°C. Antes de realizar mediciones en ambientes muy fríos debería consultarse al fabricante sobre el comportamiento esperado de los instrumentos de medición así como sobre las precauciones adicionales a tener en cuenta reflejándolo posteriormente en el informe de evaluación.

La Orden de 16 de diciembre de 1998 (BOE del 29 de diciembre) por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los instrumentos destinados a medir niveles de sonido audible, establece la obligación, para el fabricante, de proceder a la verificación de los sonómetros y calibradores acústicos antes de la venta (calibración primitiva), y para el usuario, una calibración con periodicidad anual o en caso de reparación o modificaciones (calibración externa), realizada por una entidad inscrita en el Registro de Control Metrológico (Real Decreto 914/2002 de 6 de setiembre, BOE del 18 de setiembre).

Antes de las mediciones es conveniente verificar (no calibrar) los instrumentos con un calibrador acústico. En caso de que la desviación de la medida respecto a la señal acústica del calibrador sea mayor que la que admite el fabricante (en general desviaciones de más de 0,5 dB) deberá procederse a la reparación y calibración externa correspondiente.

El tipo de instrumento influye en el resultado final. En general la utilización del dosímetro personal (que a menudo es necesaria) supone el incremento de contribuciones falsas (golpes) o atípicas (música, voces) que sobrevaloran la exposición. Pero ofrece mayor fidelidad frente a fuentes sonoras próximas al oído o cuando se usan herramientas manuales. En estas situaciones los sonómetros o sonómetros integradores de uso manual suelen infravalorar las exposiciones. La buena práctica y la experiencia del técnico pueden compensar estos defectos.

La medición con *dosímetros personales* es recomendable cuando el puesto de trabajo implica movilidad y el establecimiento de tiempos y localización del trabajador es prácticamente imposible, por ejemplo en trabajos de mantenimiento, o en general cuando la variación del nivel de ruido es muy grande o impredecible a lo largo de la jornada, y no se puede analizar con un sonómetro integrador.

Es recomendable observar y anotar las actividades que realiza el trabajador mientras lleva el dosímetro, comparando los datos con el resultado de la medición para poder identificar posteriormente los valores característicos. Esta práctica es especialmente necesaria cuando se mide el nivel de pico, ya que es relativamente frecuente que golpes o roces fortuitos en el micrófono falseen los resultados.

En general, aunque las mediciones se efectúen con dosímetros personales, es conveniente obtener, con un sonómetro integrador, referencias del nivel de ruido existente en las diferentes situaciones que pueden darse, incluidos los valores de pico. Esto permite comprobar si los resultados son coherentes.

Los dosímetros personales, que son portados por el trabajador, deben colocarse de forma que el micrófono se mantenga a unos 10 centímetros del canal de entrada al oído (preferiblemente en el oído más expuesto) y a 4 centímetros por encima del hombro. El cable será sujetado de tal modo que la influencia mecánica o la cubierta de ropa no conduzcan a resultados falsos.

Los *sonómetros* y *sonómetros integradores* pueden colocarse en lugares fijos previamente establecidos o ser sostenidos por el técnico permaneciendo éste próximo al trabajador. Respecto a la posición del sonómetro durante la medición, se tendrá en cuenta el efecto del propio cuerpo del trabajador y el de la persona que realiza las mediciones.

A tal fin, la medición se realizará preferentemente en ausencia del trabajador y colocando el micrófono en el lugar que ocupa habitualmente aquél (a la altura de su cabeza). Si es posible, se deberían contrastar las mediciones con y sin la presencia del trabajador en su puesto sobre todo cuando predominan frecuencias altas.

Si no es posible que el trabajador abandone momentáneamente el puesto, el micrófono se localizará a una distancia aproximada entre 10 y 40 centímetros del pabellón auditivo externo

(canal de entrada al oído) buscando el punto de mayor recepción. Cuando no es posible que el micrófono se sitúe a una distancia menor de 40 cm se debería utilizar un dosímetro.

Si la situación del trabajador no permite fijar fácilmente la posición del micrófono en la forma recomendada, se colocará éste a una altura de  $1,55 \text{ m} \pm 0,075 \text{ m}$  del suelo si el trabajador está de pie o a  $0,80 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$  del plano del asiento, si trabaja sentado. Es preferible utilizar un trípode para sujetar el instrumento o el micrófono. De no ser así, es preferible mantener el brazo extendido durante la medición

Para situar el micrófono en la dirección adecuada se deben seguir las instrucciones del fabricante. Como norma general, si el trabajador permanece estático durante el trabajo, el micrófono seguirá la dirección de la vista del trabajador. Al hacer las mediciones se tendrá en cuenta que pequeñas variaciones en la posición del micrófono ocasionan cambios apreciables en los resultados cuando la fuente está muy cerca del micrófono. Se recomienda que el micrófono se mueva en un intervalo de entre 0,1 y 0,5 metros para determinar variaciones locales.

### **Metodología**

Mediante el empleo del sonómetro, se obtuvo la medida del Nivel de Presión Acústica Ponderado A (LpA), obteniendo el Nivel de Presión Acústica Continuo Equivalente Ponderado A (LAeq, T) de dicho ruido. El Nivel Diario Equivalente (LAeq, d) se calcula mediante las ecuaciones dadas en el anexo I del Real Decreto 286/2006, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.

Para efectuar la evaluación de los niveles sonoros de ruido se ha seguido el criterio dado por el Real Decreto 286/2006 sobre Ruido en el que se establece como medida del nivel de ruido el cálculo del nivel sonoro continuo equivalente. Los parámetros físicos serán los definidos en el Anexo I del citado Real Decreto.

Según este Real Decreto, la medición del ruido se ha de realizar utilizando instrumentos de medición de presión sonora adaptados a la respuesta del oído humano. Nuestro oído no responde igual a todo tipo de frecuencias, siendo más sensible a alguna de ellas. Es por esto que dichos aparatos han de estar dotados de filtro de ponderación de frecuencias, que hacen mediciones de la presión sonora de forma equivalente a percepción de los niveles de presión que posee el oído humano. Los niveles sonoros de presión ponderados según esta escala se miden en decibelios A o dB (A).

Los sistemas de integración de los equipos que se emplean en las mediciones de ruido han de estar adaptados al criterio proporcionado por el Real Decreto 286/2006 sobre Ruido en el que establecen que tales equipos deben cumplir las prescripciones dadas por las normas UNE - EN 606501:1996 para los sonómetros integradores.

En las técnicas con dosímetros los equipos son portados por el propio trabajador durante la totalidad del tiempo de medición. A cada trabajador se le ha colocado dos dosímetros uno de ellos para medir la exposición en dBA y el otro para obtener el resultado en dBC y así poder calcular la exposición real en aquellos casos en los que se superen los valores límites de exposición y el trabajador utilice protección auditiva.

Para la determinación del Nivel Diario Equivalente se utilizan las condiciones de trabajo habituales y sus repartos de tiempo, información proporcionada por la empresa.

La duración de cada medición se establece en función de la naturaleza y variabilidad del ruido analizado y finaliza una vez estabilizada la medida.

### Ciclo de trabajo

Si la exposición de un trabajador al ruido se ajusta a un ciclo determinado (ciclo de trabajo), las mediciones deberán ser representativas de un número entero de ciclos.

Cuando el ciclo esté compuesto por subciclos, y éstos correspondan a tipos de ruido diferentes, se obtendrán los diferentes  $L_{Aeq,T}$  según lo indicado en los apartados anteriores. Los  $L_{Aeq, T_i}$  representativos de los distintos subciclos (i), en su caso, nos conducirán al  $L_{Aeq,T}$  mediante la expresión:

$$L_{Aeq,T} = 10 \lg (1/T) \sum_i T_i \cdot 100.1 L_{Aeq,T_i}$$

siendo:

T: tiempo total del ciclo

i: número de subciclos

$T_i$ : tiempo de cada subciclo

Este  $L_{Aeq,T}$  corresponderá al  $L_{Aeq,d}$  cuando la jornada laboral coincida con el tiempo de exposición al ruido. Si en dicha jornada laboral existen intervalos de no exposición al ruido, el nivel diario equivalente vendrá dado por la ecuación:

$$L_{Aeq,d} = L_{Aeq,T} + 10 \lg (T'/8)$$

siendo:

T' el tiempo de exposición al ruido en horas/día.

Cuando no sea posible establecer dichos subciclos, se utilizará el método correspondiente al ruido aleatorio.

### Muestreo de ciclos de trabajo

Debido a que los niveles de ruido varían de un ciclo a otro a causa de fluctuaciones de variables no controladas, siempre podrá efectuarse una estimación del  $L_{Aeq,T}$ , así como un intervalo de confianza alrededor de este valor.

#### Evaluación del $L_{Aeq,d}$ por muestreo

El método expuesto a continuación permite estimar, a partir de un cálculo realizado en un número limitado de muestras prefijadas al azar, el valor probable de  $L_{Aeq,d}$ , así como el intervalo de confianza alrededor de este valor.

Este método se realizará necesariamente en las circunstancias que se han descrito anteriormente y opcionalmente en cualquier caso.

### Elección del momento de la medición

Este método exige que las mediciones se efectúen de forma aleatoria en el tiempo. Si se pretende obtener el nivel equivalente de diversos ciclos de trabajo, la elección de los ciclos en los que efectuaremos las mediciones se llevará a cabo mediante la utilización de una tabla de números aleatorios.

Si el periodo en el cual el ruido es aleatorio no corresponde a la totalidad de la jornada laboral, sino que se trata de un subciclo de trabajo, se deberá elegir también de forma aleatoria el momento de la medición.

### **Clasificación de puestos de trabajo según niveles de exposición al ruido**

La tabla del Anexo II clasifica los puestos de trabajo objeto de control en los distintos grupos de intervención, tal y como especifica el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo.

Los datos resultantes se expresan en decibelios “A” y corresponden a niveles diarios de exposición ( $L_{Aeq,d}$ ).

Los niveles de exposición diarios se han calculado a partir de considerar un tiempo de permanencia constante en el puesto de trabajo (correlativo a 8 horas/día). A falta de información más precisa entendemos que esta situación corresponde a la más conservadora, y por ende, a la más desfavorable, ya que no se descuentan los tiempos de parada, cambios de actividad, etc., en los que los niveles de ruido serían menores.

### **Actuaciones a realizar**

Las exposiciones al ruido calculadas en los puestos de trabajo donde se han efectuado mediciones determinan la necesidad de adoptar medidas correctoras especificadas en el Anexo IV de este informe con un orden de prioridad definido conforme al siguiente criterio:

- 1º GRUPO Orden de prioridad 1: posiblemente aceptable situación actual.
- 2º GRUPO Orden de prioridad 2: Corregir a medio plazo.
- 3º GRUPO Orden de prioridad 3: Corregir a corto plazo
- 4º GRUPO Orden de prioridad 4: Corrección urgente.
- 5º GRUPO Orden de prioridad 5: Corrección inmediata.

La diferencia entre el Orden de prioridad 4 y el Orden de prioridad 5 vendrá determinada por el  $L_{Aeq,d}$ : siempre que se superen los 100 dBA se establecerá un Orden de prioridad 5.

Estas acciones se deberán incluir en el Plan de Acciones de la empresa para la designación de responsables, fecha de ejecución y sistema de control de la ejecución.

A partir del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, se pueden establecer las siguientes acciones generales para los puestos de trabajo evaluados en base a su clasificación en los diferentes grupos de intervención:

1º GRUPO:  $L_{Aeq,d}$ , inferior a 80 dbA y/o  $L_{pico} < 135$  dbC. No se definen medidas específicas de actuación

2º GRUPO:  $L_{Aeq,d}$  entre 80 y 85 dbA y/o  $L_{pico}$  entre 135 y 137 dBC

Medidas a desarrollar:

1º Evaluación de la exposición CADA TRES AÑOS.

2º Control médico auditivo CADA CINCO AÑOS.

3º Protección personal auditiva, dar a todos los trabajadores expuestos.

4º Formar e informar a los trabajadores y a sus representantes, sobre las medidas de prevención del ruido, los resultados de las mediciones y la forma correcta de utilización de los protectores auditivos.

3º GRUPO:  $L_{Aeq,d}$  entre 85 y 87 dbA y/o  $L_{pico}$  entre 137 y 140 dBC

Medidas a desarrollar:

1º- Evaluación de la exposición ANUAL.

2º- Control médico auditivo TRIENAL.

3º- Protección personal auditiva, dar al operario y exigir su uso.

4º- Colocar señalización "Uso obligatorio protección auditiva".

5º- Establecer un programa de medidas técnicas y/o organizativas para reducir el ruido.

6º- Formar e informar a los trabajadores y a sus representantes, sobre las medidas de prevención del ruido, los resultados de las mediciones y la forma correcta de utilización de los protectores auditivos.

4º GRUPO:  $L_{Aeq,d} > 87$  dbA y/o  $L_{pico} > 140$  dBC

Medidas a desarrollar:

1º- Evaluación de la exposición ANUAL.

2º- Control médico auditivo ANUAL.

3º- Protección personal auditiva, dar al operario y exigir su uso.

- 4º- Colocar señalización “Uso obligatorio protección auditiva”.
- 5º- Establecer un programa de medidas técnicas y/o organizativas para reducir el ruido.
- 6º- Formar e informar a los trabajadores y a sus representantes, sobre las medidas de prevención del ruido, los resultados de las mediciones y la forma correcta de utilización de los protectores auditivos.

Estas actuaciones generales así como otras específicas encaminadas a eliminar, reducir o, cuando menos, controlar el riesgo por exposición a ruido, se indican en el Anexo IV (como se ha dicho anteriormente).

### 2.5.3 Iluminación en el lugar de trabajo

#### Introducción

Disponer de una buena iluminación en el lugar de trabajo facilita la realización de tareas por parte del trabajador. Sin embargo, en el mundo laboral existe una gran variedad de tareas visuales y de ambientes asociados. Para cada asociación de tarea visual y de ambiente pueden existir diferentes modos de alumbrado que den una adecuada iluminación. Además, un buen sistema de iluminación no se limita a prever un nivel mínimo de iluminación sobre el plano de trabajo, sino que existen otros factores como la distribución de la iluminación, deslumbramientos, etc., que deben tenerse en cuenta.

Según el Real Decreto 486/1997, la iluminación en los lugares de trabajo debe permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud.

La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo debe adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta:

- Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad
- Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas
- Las características de los locales: color de las paredes y techos, ubicaciones de fuentes de luz natural, etc.

#### Conceptos básicos sobre la iluminación

Aproximadamente, un 80% de la información que percibimos por los sentidos llega a través de la vista. Ello convierte a este sentido en uno de los más importantes. Es obvio que, sin luz no se puede ver, pero, también es cierto que, gracias a la capacidad de la vista de adaptarse a condiciones de luz deficientes y, por tanto, al “ser capaces de ver”, a veces no se cuidan lo suficiente las condiciones de iluminación.

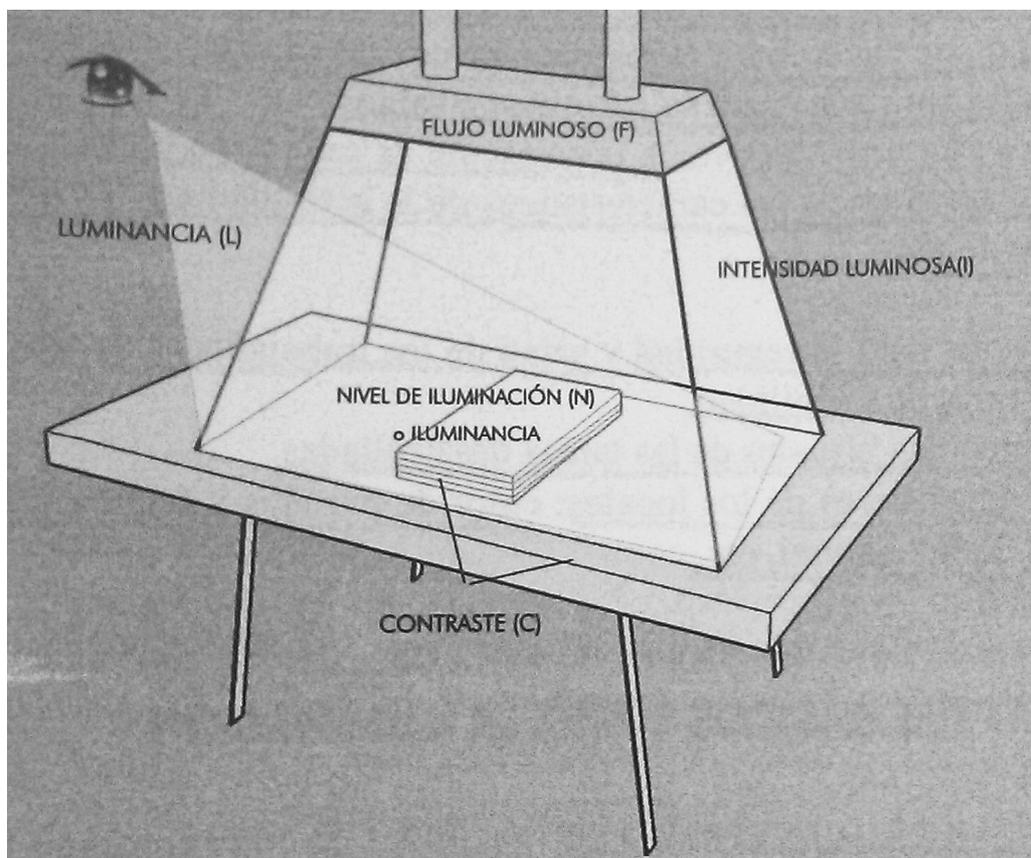
Un buen sistema de iluminación debe asegurar, además de suficientes niveles de iluminación, el contraste adecuado entre los distintos aspectos visuales de la tarea, el control de los deslumbramientos, la reducción del riesgo de accidente y un cierto grado de confort visual en el que juega un papel muy importante la utilización de los colores.

En la percepción visual de los objetos son muy importantes los siguientes factores: la iluminación, el contraste, las sombras, el deslumbramiento y el ambiente cromático.

*Iluminación:* toda actividad requiere una determinada iluminación que debe existir como nivel medio en la zona en que se desarrolla la misma. Este valor depende de los siguientes factores; el tamaño de los detalles, la distancia entre el ojo y el objeto, el factor de reflexión del objeto, el contraste entre el objeto (detalle) y el fondo sobre el que destaca, la rapidez del movi-

miento del objeto o la edad del observador. Cuanto mayor sea la dificultad para la percepción visual, mayor debe ser el nivel medio de iluminación.

*Contraste:* las diferencias de color o de luminancia entre el objeto o los detalles del mismo y el fondo son lo que permite ver. Los trabajos que requieren gran agudeza visual precisan de un mayor grado de contraste.



*Sombras:* las sombras, resultado de las diferencias de iluminación de los objetos, contribuyen a la mejor percepción del relieve de los mismos, aunque grandes diferencias de iluminación pueden crear zonas en sombras en las que se dificulta la capacidad visual.

*Deslumbramientos:* Los principales factores que intervienen en el deslumbramiento son: la luminancia de la fuente de luz, la situación de la fuente de luz, el contraste entre la fuente de luz y sus alrededores y el tiempo de exposición. El deslumbramiento será mayor, cuanto mayor sea la luminancia de la fuente, el contraste y el tiempo de exposición, cuanto más próxima esté la fuente, y cuando ésta/s esté/n dentro del ángulo visual.

*Ambiente cromático:* El color de la luz y los colores sólidos existentes facilitan el reconocimiento de cuanto nos rodea. El uso de los colores puede tener diversos fines: la informativa en la señalización; la clarificadora en la demarcación de diferentes zonas, por ejemplo, las vías de circulación o las zonas de almacenamiento; la creadora de ambientes cromáticos confortables, mediante la combinación de colores y sus propiedades psicofísicas. También, se utiliza como ayuda y complemento de la iluminación, por ejemplo, mejorando el contraste al resaltar los elementos móviles de las máquinas.

El espectro visible corresponde a las longitudes de onda comprendidas entre 380 nm y 760 nm. Esta zona del espectro visible puede subdividirse en siete intervalos de longitud de onda

que corresponden a los colores fundamentales en los que se descompone la luz blanca por medio de un prisma.

A continuación se definen algunos términos clave de este apartado:

**Flujo luminoso**

Magnitud fundamental en la iluminación. Se define como la potencia de una energía radiante por unidad de tiempo. También puede definirse como la cantidad de energía luminosa emitida por una fuente en la unidad de tiempo, o simplemente como la cantidad de luz que emite una lámpara. La unidad de medida es el lumen (lm).

**Intensidad luminosa**

Flujo luminoso en una dirección dada. Esto es debido a que el flujo luminoso no se distribuye de igual manera en todas las direcciones. La unidad de medida es la candela (cd).

**Iluminancia o nivel de iluminación**

La cantidad de flujo luminoso incidente sobre una superficie por unidad de superficie. Su unidad de medida es el lux (lx). Esta magnitud es la más utilizada, ya que mide la cantidad de luz que llega a un puesto de trabajo o a una superficie.

**Luminancia**

Magnitud que mide la claridad o brillo con que vemos los objetos iluminados o fuentes de luz.

**Iluminación natural**

La iluminación natural está suministrada por la luz diurna, presentando unas características muy específicas y variables según estaciones, hora del día y condiciones climáticas.

<b>Ventajas</b>	<b>Inconvenientes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es la que produce menos cansancio a la vista porque el ojo humano está adaptado a la luz del sol</li> <li>- Es la única que permite apreciar los colores en su valor exacto</li> <li>- Es la más económica</li> <li>- Permite un contacto con el exterior, constituyendo un elemento de bienestar</li> <li>- Ofrece una combinación de componentes directos y difusos que se proyectan tanto sobre la superficie de trabajo como sobre la del resto del local de trabajo</li> <li>- Reduce el deslumbramiento y el riesgo de molestias como consecuencia de la reflexión de la luz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es necesario complementarla con luz artificial</li> <li>- Por ser una fuente variable en ocasiones puede elevar o reducir el nivel luminoso hasta varias veces el mínimo exigible por la legislación</li> </ul>

**Iluminación artificial**

La luz artificial se usa cuando no es posible la iluminación natural o ésta es insuficiente y cuando a través de la iluminación natural se proyecten sombras que dificulten la realización del trabajo.

### Parámetros de selección de lámparas artificiales.

La selección de lámparas se realiza en función de los siguientes criterios:

- Flujo luminoso, es la fracción de flujo radiante que produce una sensación luminosa.
- Rendimiento o eficacia luminosa, es la relación entre el flujo total producido por la lámpara en lúmenes y la potencia eléctrica consumida por la misma en vatios.
- Brillo o luminancia, es función de los deslumbramientos que puede provocar.
- Vida útil, es el tiempo transcurrido para que el flujo luminoso de la misma descienda hasta el 80% de su valor inicial.
- Depreciación luminosa, es la pérdida de flujo luminoso considerado inicial para dicha lámpara a lo largo de su vida útil.
- Vida media, es el promedio de vida de un mismo grupo de lámparas que funcionan en condiciones normales.
- Color de las lámparas, viene definido por dos parámetros:
  - o *Color aparente*, es la apariencia coloreada de la luz emitida por la lámpara

Grupo	Color aparente	Temperatura de color (°K)	Uso recomendado
1	Cálido	<3000	Locales residenciales
2	Medio	3300-5300	Lugares de trabajo
3	Frío	>5300	Tareas específicas

- o La *cromaticidad* de la luz de las fuentes luminosas debe estar de acuerdo con los niveles de iluminación. Para un nivel de iluminación bajo es preferible la luz caliente, pero a medida que aumenta el nivel de iluminación también debe aumentar la temperatura de color.
- Rendimiento de color, mide la capacidad de una luz de reproducir fielmente el aspecto cromático de los objetos iluminados si se compara con una iluminación de referencia. Se cuantifica con el Índice de Rendimiento de Color (IRC o Ra) de la fuente de la luz, magnitud que oscila entre Ra 0 y Ra 100. Cuanto mayor es su valor, mejor reproducción cromática tiene la lámpara.

### Fuentes luminosas artificiales

Las fuentes de luz eléctricas pueden dividirse en dos grupos fundamentales: lámparas de incandescencia y lámparas de descarga.

Las lámparas de incandescencia tienen una eficacia luminosa reducida y su duración es sensiblemente menor a la del resto de lámparas que se encuentran actualmente en el mercado. A cambio tiene dos ventajas que son: su elevado rendimiento de color y su bajo precio. Actualmente se encuentran en proceso de retirada del mercado, regulada por la Directiva Europea EuP 2005/32/CE. Este proceso se va a llevar a cabo de forma gradual entre los años 2009 y 2012.

Las lámparas de descarga presentan dos particularidades importantes debido a su funcionamiento:

- No se pueden conectar directamente a la red, sino que precisan de un quipo eléctrico relativamente sofisticado.
- No emiten en un espectro continuo como las lámparas incandescentes sino en una serie discreta de longitudes de onda, lo cual limita su rendimiento de color Ra.

Pese a estos dos inconvenientes, presentan grandes ventajas, que justifican su alto grado de empleo:

- Su duración es entre 7 y 12 veces superior a las incandescentes
- Su eficiencia energética es entre 7 y 14 veces superior a las incandescentes
- El rendimiento de color no es tan bueno pero se ha ido mejorando mucho con el tiempo y los adelantos tecnológicos, sobre todo en materia de recubrimientos fluorescentes.

Existen cuatro tipos de lámparas de descarga:

- Lámpara fluorescente
- Lámpara de vapor de mercurio
- Lámpara de halogenuros metálicos
- Lámpara de vapor de sodio

### Selección de las luminarias

Las luminarias, según la definición de la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE), son *aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas, y que contienen todos los accesorios necesarios de alimentación*. Para diseñar un sistema de iluminación artificial, deben seleccionarse no sólo la lámpara sino también la luminaria más adecuadas.

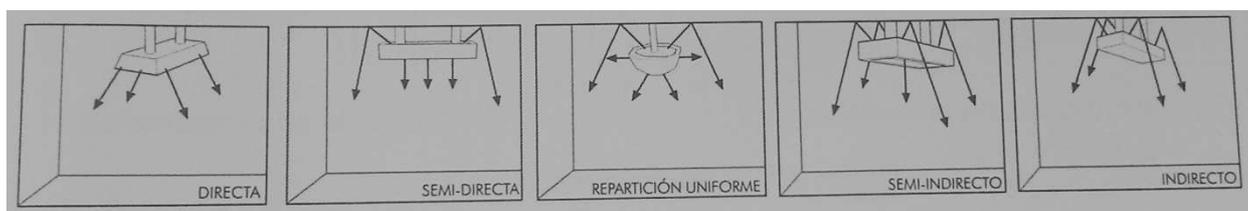
Para la selección de luminarias, es necesario tener en cuenta que:

- La luminaria cambia mucho la distribución espacial del flujo luminoso emitido por la lámpara, luego hay que seleccionarlas teniendo en cuenta qué tipo de iluminación se busca
- La iluminación de un local se obtiene mediante la colocación de un conjunto de luminarias, luego hay que decidir cómo distribuir las espacialmente para alcanzar las exigencias visuales del local.

### Distribución espacial del flujo luminoso

Las luminarias para la iluminación de interiores se encuentran clasificadas por la CIE de acuerdo con el porcentaje de flujo luminoso total distribuido por encima y por debajo del plano horizontal.

- Iluminación directa: aquella en que el 90% o más del flujo luminoso emitido por la fuente es dirigido hacia abajo.
- Iluminación semidirecta: aquella en que el 60-90% del flujo luminoso emitido por la fuente es dirigido hacia abajo
- Iluminación con repartición uniforme: aquella en que el 40-60% del flujo luminoso emitido por la fuente es dirigido hacia abajo y hacia arriba.
- Iluminación semiindirecta: aquella en que el 60-90% del flujo luminoso emitido por la fuente es dirigido hacia arriba
- Iluminación indirecta: aquella en que el 90% o más del flujo luminoso emitido por la fuente es dirigido hacia arriba



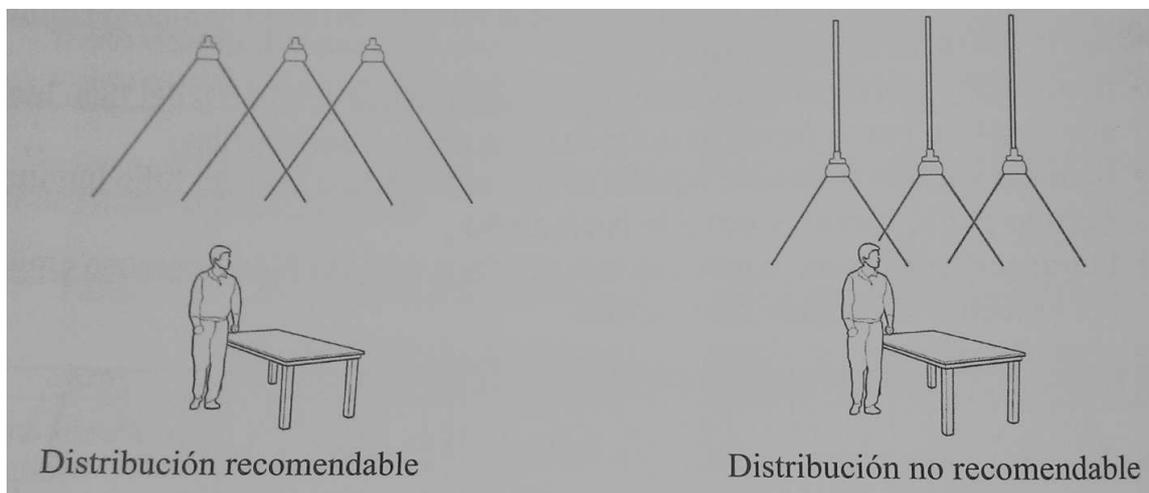
El uso de luminarias directas implica eficiencias energéticas máximas, por lo que es el sistema más utilizado en almacenes y naves industriales.

El uso de luminarias indirectas implica iluminaciones más difusas, sombras más suaves y mayor bienestar visual.

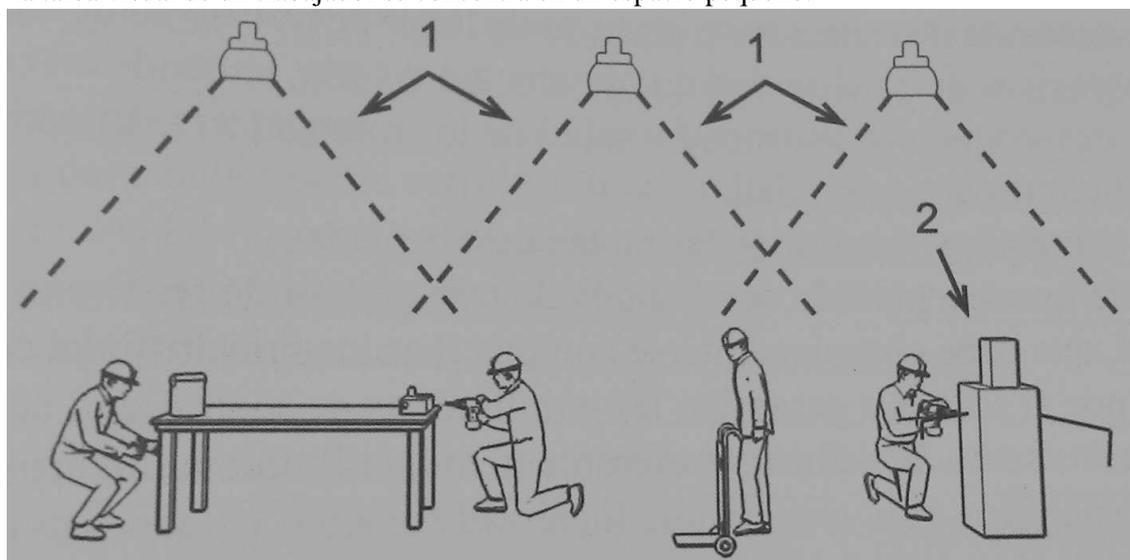
### Distribución espacial de las luminarias

La distribución espacial de las luminarias depende de las características de la tarea a realizar en el local. Dependiendo de la ubicación de las mismas se puede conseguir:

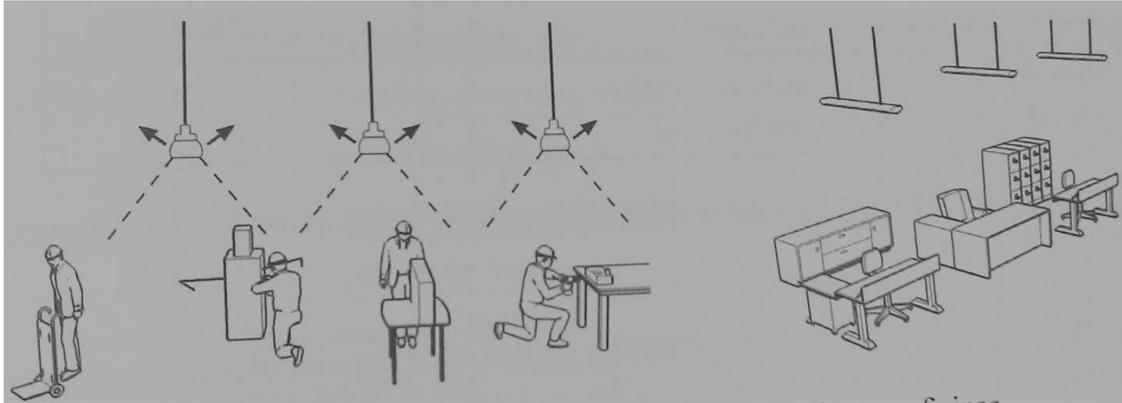
- Aluminado general: consiste en la iluminación uniforme de un espacio, sin tener en cuenta las necesidades particulares de cada puesto de trabajo. Las luminarias se sitúan en filas por columnas regularmente espaciadas. Ventaja: la disposición de los puestos puede modificarse. Inconveniente: se queda igual de iluminado un puesto de trabajo que un pasillo de tránsito. Esto lo convierte en el sistema menos eficiente energéticamente hablando. Cuanto más altas estén las luminarias menor es el riesgo de deslumbramiento.



- Aluminado general con iluminación localizada de apoyo: es el mismo sistema anterior, pero se refuerza el nivel de iluminación de determinados puntos con requerimientos lumínicos mayores, a base de colocar en esos puntos algunas luminarias extra. Se recomienda su aplicación cuando: es necesario un elevado nivel de iluminación en algunos lugares de trabajo dispersos por el local, las luminarias altas no pueden iluminar la zona de trabajo, la tarea visual de un trabajador se concentra en un espacio pequeño.



- Aluminado general localizado: proporciona un nivel de iluminación desigual, mayor en los puestos de trabajo y menor en las zonas de paso. Se consigue a base de distribuir las luminarias de forma irregular, concentrando los grupos sobre los lugares deseados. Puede suponer un importante ahorro energético, aunque dificulta la modificación de la situación de los puestos. Su aplicación se recomienda para: talleres donde los puestos de trabajo requieren un elevado nivel de iluminación y están dispuestos a intervalos irregulares en todo el local y oficinas.



**Nivel de iluminación requerido por la legislación**

El RD 486/1997 establece que la iluminación de los lugares de trabajo debe permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud, debiendo cumplir, en particular:

- La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo ha de adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta:
  - o Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.
  - o Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas
- Siempre que sea posible, los lugares de trabajo han de tener una iluminación natural, que debe complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por sí sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos ha de utilizarse, preferentemente, la iluminación artificial general complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.

Zona o parte del lugar de trabajo	Iluminancia (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
- Bajas exigencias visuales	100
- Exigencias visuales moderadas	200
- Exigencias visuales altas	500
- Exigencias visuales muy altas	1000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

- Estos niveles mínimos han de duplicarse cuando ocurran las siguientes circunstancias:
- En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.
  - En zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.

### **Efectos de una iluminación deficiente**

Unas inadecuadas condiciones de iluminación en un local pueden llegar a provocar en el trabajador problemas como la fatiga nerviosa, ocular y muscular. Esta fatiga es la responsable de la disminución de la producción y de la calidad de los trabajos, a la vez que puede llegar a desencadenar accidentes laborales.

Otros problemas a considerar en la iluminación son los efectos radiantes y caloríficos, debido a que las fuentes luminosas no son capaces de emitir únicamente radiaciones visibles sino también emiten radiaciones en otras gamas del espectro electromagnético.

Una incorrecta iluminación puede ser la causa directa del 5% de los accidentes de trabajo e indirecta del 20% de los accidentes.

La evaluación del nivel de iluminación, afecta a los siguientes puestos:

- Zona de montaje de amortiguadores.
- Centros de mecanizado 38, 39, 41, 44, 45, 46.
- Pantalla de ordenador y teclado.
- Rectificadora.
- Tornos.
- Taladro
- Prensa.
- Fresadora.
- Nave de producción.
- Almacén de materia prima.
- Almacén de expediciones.

Se han utilizado como criterios de evaluación:

- Real Decreto 486/97. Lugares de Trabajo.
- Guía Técnica de Lugares de Trabajo.

El artículo 8 del Real Decreto 486/97 (Anexo IV) establece “los Niveles Mínimos de iluminación en las zonas de trabajo que se relacionan en el cuadro adjunto”:

ZONA O PARTE DEL LUGAR DE TRABAJO (*)	NIVEL MÍNIMO DE ILUMINACIÓN (LUX)
ZONAS DONDE SE EJECUTAN TAREAS CON:	
1º BAJAS EXIGENCIAS VISUALES	100
2º EXIGENCIAS VISUALES MODERADAS	200
3º EXIGENCIAS VISUALES ALTAS	500
4º EXIGENCIAS VISUALES MUY ALTAS	1000
ÁREAS O LOCALES DE USO OCASIONAL	50
ÁREAS O LOCALES DE USO HABITUAL	100
VÍAS DE CIRCULACIÓN DE USO OCASIONAL	25
VÍAS DE CIRCULACIÓN DE USO HABITUAL	50

(\*) El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura dónde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm. del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo.

Estos niveles mínimos deberán **DUPLICARSE** cuando concurren las siguientes circunstancias:

- En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques y otros accidentes.
- En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.

La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir, además, en cuanto a su distribución y otras características, las siguientes condiciones:

- La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible.
- Se procurará mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de la tarea, evitando variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y entre ésta y sus alrededores.
- Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia. En ningún caso éstas se colocarán sin protección en el campo visual del trabajador.
- Se evitarán, asimismo, los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o sus proximidades.
- No se utilizarán sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, de la profundidad o de la distancia entre objetos en la zona de trabajo, que produzcan una impresión visual de intermitencia o que puedan dar lugar a efectos estroboscópicos.
- Los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad.

- Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.
- A su vez, existen otros estándares de iluminación que establecen las condiciones idóneas de luz con relación a las características del tipo de trabajo, basados en experiencias generales y que sirven de apoyo a la orientación sobre la adecuación actual o no a los requerimientos y necesidades de cada lugar de trabajo.

De igual forma, en fecha de Julio de 1998 se elaboró la “Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo”. Dicha guía establece también unos niveles mínimos recomendados (lux) por la norma UNE 72-112-85, en función del tipo de tarea o actividad a realizar.

Del resultado de las valoraciones de los niveles de iluminación en los puestos de trabajo se pueden realizar las siguientes observaciones:

- Los niveles de iluminación existentes en las zonas y puestos de trabajo objeto de estudio en el presente informe son, en general, insuficientes para el tipo de actividad que en ellos se desarrolla, ateniéndonos a lo estipulado en la normativa vigente (Real Decreto 486/97).
- Los niveles de exposición lumínica medidos en las zonas y/o puestos de trabajo vinculado al nivel de exigencia visual requerido para el desempeño de las funciones del puesto determinan la necesidad de adoptar las medidas correctoras especificadas en la normativa aplicable vigente (Real Decreto 486/97 cuya redacción se encuentra en la página anterior) con un orden de prioridad definido conforme al siguiente criterio:

Orden de prioridad 5: Corrección inmediata.

Orden de prioridad 4: Corrección urgente.

Orden de prioridad 3: Corregir a corto plazo.

Orden de prioridad 2: Corregir a medio plazo.

Orden de prioridad 1: Posiblemente aceptable situación actual.

Estos límites no serán aplicables en aquellas actividades cuya naturaleza lo impida.

En la fotografía siguiente se muestra el interior de la empresa:



Las pruebas se realizaron el 24 de abril de 2010, entre las 8:30 y 10 de la mañana.

Las mediciones se efectúan en presencia del trabajador y en las condiciones más desfavorables (día nublado a primera hora de la mañana).

Se determina el nivel de iluminación existente en las zonas donde se ejecutan las tareas, en su plano de trabajo habitual, con su misma inclinación y considerando, tanto la presencia de luz natural (directa o reflejada), como de luz artificial. En las vías de circulación se mide a nivel del suelo.

Se consideran otros factores determinantes como el tipo de luz, la naturaleza de los elementos lumínicos presentes, el estado de conservación de los mismos, (destellos, parpadeos, reacciones deterioradas, etc).

### Aparatos de medida

Se utilizó el Luxómetro PCE-L335:

Sensor Fotodiodo de silicón con filtro espectral para la medida de la luz, Iluminancia, filtro fotópico, según CIE, difusor para la corrección del coseno. Campo de medida 0/400.000lx.

<b>Luxómetro profesional PCE-L335</b> <b>luxómetro industrial para la medición de la luz en un amplio rango de medición</b>	
Este luxómetro atrae sobre todo por su gran rango de medición de la luz desde 0 hasta 400.000 lux. Además, este luxómetro cuenta con una gran pantalla que posee una representación adicional en un gráfico de barras. El luxómetro está registrado según CNS 5199 clase II.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pantalla LCD de 3½ posiciones con gráfico de barras</li> <li>• Indicador de valores de medición a seleccionar en lux o foot - candle</li> <li>• Indicador Overload como advertencia de la superación del rango de medición</li> <li>• Rango de medición muy amplio desde 0 ... 400.000 Lux</li> <li>• Función Auto- OFF</li> <li>• Función Min / Max</li> <li>• Función Peak / Hold</li> <li>• Ángulo de coseno corregido</li> </ul>	
<b>Especificaciones técnicas</b>	
Rangos	40 / 400 / 4.000 / 40.000 / 400.000 lux 240 / 400 / 4.000 / 40.000 foot - candle
Resolución	0,01 lux (en el rango de medición menor) 0,1 foot candle (en el rango de medición menor)

Precisión	± 3 % de la lectura
Indicador de superación de rango	OL = Overload
CIE photopic f`1	< 9 %
Sensor de luz	fotodiodo de silicona
Característica de temperatura	+/- 0,1 % / °C
Condiciones ambientales	0...50°C/ < 80 % H.r.
Pantalla	pantalla LCD de 3½ posiciones
Alimentación	6 baterías micro AAA
Dimensiones	sensor de luz: 100 x 60 x 27 mm aparato: 135 x 72 x 33 mm
Peso	250 g
Normativa	CNS 5199 clase II

### Ejemplo de uso del luxómetro PCE-L335



Visión del display del luxómetro PCE-L335 realizando una medición en luxes.

### Contenido del envío

1 luxómetro PCE-L335, 1 sensor de luz con cable en espiral, 1 batería, instrucciones de uso

### Adicional

- Certificado de calibración ISO 9000

## **Metodología**

La toma de datos se realiza en los puestos de trabajo objeto de control (zona donde se ejecutan las tareas), con la presencia del trabajador y colocando el equipo de medición en la proximidad de su entorno, considerando los posibles efectos de sombra producidos, tanto por el trabajador como por otros elementos que interfieren en su zona de trabajo (puentes-grúa, máquinas, mobiliario, etc).

Se consideran otros factores determinantes como el tipo de luz, la naturaleza de los elementos lumínicos presentes, el estado de conservación de los mismos, (destellos, parpadeos, reacciones deterioradas, etc).

## 2.5.4 Riesgo químico y biológico: métodos clásicos

### Introducción

Se entiende por agente químico cualquier elemento o compuesto químico, natural o producido, utilizado o vertido en una actividad laboral, se haya elaborado o no de modo intencionado y se haya comercializado o no.

La exposición a un agente químico es la presencia de un agente químico en el lugar de trabajo que implica el contacto de éste con el trabajador. Normalmente, el contacto se produce por inhalación o por vía dérmica, aunque pueden existir otras vías de entrada al organismo.

El RD 374/2001 tiene como objetivo la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores contra los riesgos derivados en condiciones de trabajo normales o que puedan derivarse con ocasión de accidentes, incidentes o emergencias de la presencia de agentes químicos en el lugar de trabajo o de cualquier actividad con agentes químicos.

Son numerosas las empresas en las que los agentes químicos intervienen directa o indirectamente en los procesos productivos, de ahí la importancia que tiene la prevención frente al riesgo derivado de los agentes químicos. La posible acción de los contaminantes químicos sobre el personal depende básicamente de su toxicidad y del grado de exposición, el cual depende de la duración de la exposición y de la concentración del contaminante en el ambiente de trabajo.

### Clasificación de los agentes químicos

Existen diferentes criterios atendiendo a los cuales se pueden clasificar los contaminantes químicos.

CONTAMINANTES QUIMICOS			
Según sus propiedades MECÁNICAS	Según sus propiedades TOXICOLÓGICAS	Según sus efectos específicos sobre la SALUD HUMANA	Según sus efectos sobre el MEDIO AMBIENTE
Explosivos Comburentes Extremadamente inflamables Fácilmente inflamables Inflamables	Muy tóxicos Tóxicos Nocivos Corrosivos Irritantes Sensibilizantes	Carcinogénicos Mutagénicos Tóxicos para la reproducción	Peligrosos para el medio ambiente

A continuación se describen las clasificaciones más utilizadas en el ámbito de la prevención y clasificación de los agentes químicos, atendiendo a su estado físico y al efecto que producen sobre el organismo.

Estado de agregación	Designación	Definición
Gaseoso	Gases	Sustancias dispersas en el aire cuyo estado físico en CN es gaseoso
	Vapores	Fase gaseosa de una sustancia volátil cuyo estado físico en CN es líquido
Líquido	Nieblas- Brumas	Suspensiones en el aire de pequeñas gotas de líquido generadas por condensación de un estado gaseoso o por la atomización o pulverización de un líquido. Nieblas: tamaño: 0,01 – 10 µm Brumas: tamaño: 2-60 µm

Sólido	Polvos	Suspensiones de pequeñas partículas sólidas en el aire, procedentes generalmente de procesos de disgregación mecánica. Sedimentan por gravedad. Tamaño: 0,1 – 25 µm y 25 µm.
	Humos	Partículas sólidas suspendidas en el aire que proceden de una combustión incompleta. Tamaño: < 0,1 µm
	Humos metálicos	Partículas sólidas suspendidas en el aire que proceden de una condensación del estado gaseoso, a partir de la sublimación o volatilidad de un metal. Generalmente va acompañado de una reacción química de oxidación.

Una vez que el contaminante químico ha penetrado en el interior del cuerpo humano, el efecto que produce depende de su nivel de actuación. Según el efecto que el agente químico ejerce sobre el organismo, se puede clasificar en:

- **Corrosivos:** producen un ataque químico sobre el tejido con el que contactan.
- **Irritantes:** originan una inflamación en el tejido con el que entran en contacto. En general son muy reactivas, por lo que la gravedad de su efecto vienen dada por la concentración a la que se encuentran en el aire y no por el tiempo de exposición. Esta irritación se puede plasmar a tres niveles:
  - o Irritantes del tracto respiratorio superior
  - o Irritantes del tejido pulmonar
  - o Irritantes de toso el sistema respiratorio
- **Asfixiantes:** son capaces de impedir o dificultar el transporte de oxígeno hasta las células del organismo.
- **Anestésico:** actúan a nivel del cerebro disminuyendo la actividad de éste.
- **Neumoconióticos:** se encuentran en forma de polvo o humo, y producen problemas respiratorios debido a que disminuyen la flexibilidad de los pulmones.
- **Sensibilizantes:** producen reacciones alérgicas en los trabajadores expuestos a ellos.
- **Cancerígenos:** pueden intervenir en la generación del cáncer, ya que originan o potencian un crecimiento celular desordenado e incontrolado. El problema más importante que presentan es que no existe una dosis segura.
- **Mutágenos:** condicionan cambios en la información genética, pudiendo originar alteraciones hereditarias.
- **Teratógenos:** originan un daño genético que produce malformaciones congénitas.
- **Tóxicos:** independientemente de su vía de entrada, llegan a la sangre y producen efectos generalizados por todo el organismo.

**Vías de entrada al organismo de los agentes químicos**

La presencia de un agente químico peligroso en el lugar de trabajo puede ocurrir cuando se produzca alguna de las circunstancias siguientes:

- El agente se emplea como materia prima, se fabrica, se genera como producto intermedio, residuo, impureza o por reacción no deseada o se forma o interviene por cualquier motivo en el proceso laboral básico y las actividades relacionadas con él.
- El agente se utiliza, se forma o se libera al ambiente en el transcurso de las actividades no ligadas al proceso laboral básico.
- El agente se almacena de forma temporal o permanente en los lugares de trabajo.
- El agente penetra desde el exterior por alguna vía.

Las principales vías de entrada por las que un contaminante químico presente en el ambiente de trabajo puede penetrar en el organismo son vía respiratoria, dérmica, digestiva o parenteral, según se describe a continuación.

### Vía respiratoria o inhalatoria

Es la principal vía de entrada. Cualquier contaminante químico que se encuentre en forma de gases, vapores, polvos, humos, fibras, etc., puede ser inhalado por la corriente respiratoria. Según el tamaño de las partículas, éstas llegarán a los alveolos, o se quedarán en las vías respiratorias superiores. Si el contaminante es un gas, un vapor o un aerosol líquido, se absorbe por difusión, llegando a los alveolos, desde donde llega a la sangre. Si se trata de partículas de polvo más gruesas o de nieblas, éstas pueden quedar retenidas en las vías respiratorias superiores, adhiriéndose a la mucosa de fosas nasales, tráquea o bronquios, desde donde pueden ser expulsadas nuevamente con la tos o estornudos, o segregadas junto con la saliva o mucosidades. Otras partículas más pequeñas pueden llegar a los alveolos, quedar retenidas en ellos y por tanto pueden causar a la larga, problemas respiratorios.

La cantidad de contaminante absorbido por vía respiratoria dependerá del tamaño del contaminante, de su concentración en la atmósfera, del tiempo de exposición y de la ventilación pulmonar.

### Vía dérmica o cutánea

Es la segunda vía en importancia de entrada al organismo de contaminantes químicos. La absorción de sustancias a través de la piel depende principalmente de sus características químicas, así como del estado de la piel. Una piel erosionada, fina, caliente o muy vascularizada presenta mayor permeabilidad al paso de un contaminante. La absorción de la piel es mayor en mujeres y niños, por lo que estos colectivos presentan un mayor riesgo de intoxicación.

### Vía digestiva

Generalmente se considera de poca importancia, salvo en casos de intoxicación accidental. Se debe tener en cuenta que los contaminantes químicos, disueltos en las mucosas ingeridas, pueden además pasar al aparato digestivo desde el aparato respiratorio.

### Vía parenteral

Es la penetración directa de la sustancia tóxica en la sangre a través de una herida o discontinuidad en la piel. Tiene poca importancia desde el punto de vista laboral al tratarse de un hecho accidental u ocasional, aunque cuando ocurre puede originar problemas importantes ya que el tóxico pasa directamente a la sangre.

## **Medidas preventivas frente a agentes químicos**

Las principales medidas preventivas para evitar el riesgo causado por exposición a agentes peligrosos se muestran en la figura siguiente:



### **Límites de exposición**

Con el fin de garantizar la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con las sustancias químicas durante el trabajo, anualmente el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo publica los Valores Límite Ambientales (VLA) y los Valores Límite Biológicos (VLB).

### **Valor límite ambiental (VLA)**

Valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire; representan las condiciones a las cuales se cree, basándose en estudios previos, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos durante toda su vida laboral sin sufrir efectos adversos.

- Valor Límite Ambiental – Exposición Diaria (VLA-ED)
 

Es el valor de referencia para la exposición diaria del trabajador. Representa las condiciones a las cuales se cree que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos 8 horas diarias y 40 horas semanales durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para la salud.
- Valor Límite Ambiental – Exposición de Corta Duración (VLA-EC)
 

Es el valor de referencia para la Exposición de Corta Duración y no debe ser superado por ninguna EC a lo largo de la jornada laboral. Se entiende por corta duración la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada, para cualquier período de 15 min a lo largo de la jornada laboral excepto para aquellos agentes para los que en la lista de Valores Límite se especifique un período de referencia menor.

### **Valor Límite Biológico (VLB)**

Son los valores de referencia para los Indicadores Biológicos asociados a la exposición global a los agentes químicos. Los VLB son aplicables para exposiciones profesionales de 8 horas diarias durante 5 días a la semana. Los VLB representan los niveles más probables de los Indicadores Biológicos en trabajadores sanos sometidos a una exposición global a agentes químicos, equivalente, en términos de dosis absorbida, a una exposición exclusivamente por inhalación del orden del VLA-ED.

### Agentes biológicos

Se entiende por agente biológico a los microorganismos, entre los que se incluyen los microorganismos modificados genéticamente, los cultivos celulares y los endoparásitos humanos que sean capaces de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad en el ser humano. El riesgo biológico laboral es aquel que puede generar peligros de infección, intoxicación o alergias contraídas por el personal laboral, causadas por dichos agentes.

El RD 664/1997 tiene por objeto la protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y su seguridad derivados de la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, así como la prevención de dichos riesgos.



### Clasificación de los agentes biológicos

Los agentes biológicos se clasifican, en función del nivel de infección, en cuatro grandes grupos:

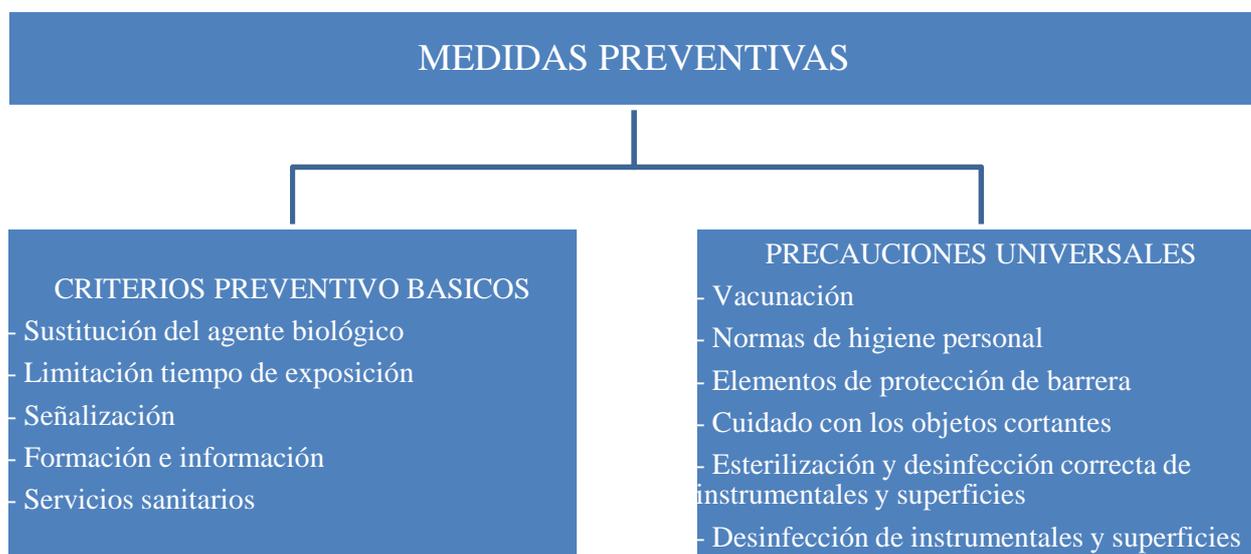
Agentes grupo de riesgo	Riesgo infeccioso	Riesgo de propagación entre colectivo	Profilaxis o tratamiento eficaz
1	Poca probabilidad de causar enfermedad	No	Innecesario
2	Puede causar enfermedad. Peligro para trabajadores.	Poco probable	Posible
3	Puede provocar enfermedad grave. Peligro serio para trabajadores.	Probable	Posible
4	Provocan enfermedad grave. Peligro serio para trabajadores.	Elevado	No conocido

### Medidas preventivas para agentes biológicos

Las vías de entrada por las que los agentes biológicos pueden acceder al organismo son las mismas detalladas en el apartado “Vías de entrada al organismo de los agentes químicos”. Una vez en el organismo, éstos pueden causar tres tipos de enfermedades o trastornos:

- Infecciones, causadas principalmente por virus, bacterias o parásitos tales como helmintos, hongos o artrópodos.
- Envenenamiento o efectos tóxicos.
- Alergias desencadenadas debido a la exposición a polvos orgánicos de mohos, enzimas o ácaros.

Con el fin de evitar estos efectos, se pueden aplicar las medidas preventivas mostradas en la figura:



**Criterios preventivos básicos**

La primera medida a adoptar para eliminar o reducir la exposición a agentes biológicos, es la sustitución del mismo por otros no peligrosos o peligrosos en menor grado.

Cuando esta medida no sea viable, hay que recurrir a otro tipo de medidas preventivas básicas:

- Reducir al mínimo posible el número de trabajadores expuestos o que puedan estar expuestos.
- Establecimiento de procedimientos de trabajo y medidas técnicas adecuadas, de gestión de residuos, de manipulación y transporte de agentes biológicos en el lugar de trabajo y de planes de emergencia frente a los accidentes que incluyan agentes biológicos.
- Utilización de la señal de peligro biológico y otras señales de aviso pertinentes.
- Utilización de medidas de protección sobre el foco, medio difusor y sobre el trabajador, tal y como se ha detallado para riesgo por agentes químicos.
- Formación e información a los trabajadores y/o a sus representantes en relación con: los riesgos potenciales para la salud, las disposiciones en materia de seguridad e higiene, la utilización de los equipos de protección, las medidas que se han de adoptar en caso de incidente y para su prevención.
- Existencia de servicios sanitarios apropiados, en los que se incluyan productos para lavarse los ojos y/o antisépticos para lavarse la piel. Establecimiento de un control sanitario previo y continuado.

**Técnicas de medición y aparatos de medida**

Muestreo activo y pasivo.

Los contaminantes se recogen en medios de muestreo, ya sea extrayendo activamente una muestra del aire a través del medio, o permitiendo pasivamente que el aire alcance el medio. El muestreo activo se realiza con una bomba alimentada por pilas, y el muestreo pasivo se realiza haciendo que los contaminantes alcancen el medio de muestreo por difusión o gravedad. Los gases, los vapores, las partículas en suspensión y los bioaerosoles se recogen mediante métodos activos de muestreo; los gases y los vapores pueden recogerse también mediante muestreo pasivo por difusión.

En el caso de los gases, los vapores y la mayoría de las partículas en suspensión, una vez tomada la muestra, se mide la masa del contaminante y se calcula la concentración dividiendo la masa por el volumen de aire muestreado. En el caso de gases y vapores, la concentración se expresa en partes por millón (ppm) o mg/m<sup>3</sup>, y en el caso de las partículas en suspensión, se expresa en mg/m<sup>3</sup>.

En el muestreo integrado, las bombas utilizadas para tomar muestras del aire son un elemento decisivo del sistema de muestreo, ya que para calcular la concentración es preciso conocer el volumen de aire muestreado. Las bombas se seleccionan en función de la velocidad de flujo deseada, la facilidad de su mantenimiento y calibrado, su tamaño, su coste y su idoneidad para entornos peligrosos. El principal criterio de selección es la velocidad del flujo: las bombas de flujo lento (0,5 a 500 ml/min) se utilizan para tomar muestras de gases y vapores; las bombas de flujo elevado (500 a 4.500 ml/min) se utilizan para tomar muestras de partículas en suspensión, bioaerosoles, gases y vapores. Para que los volúmenes de las muestras sean exactos, las bombas deben ser calibradas con exactitud. El calibrado se realiza utilizando patrones primarios, como medidores electrónicos o manuales de pompas de jabón, que miden directamente el volumen, o métodos secundarios, como los medidores en húmedo, los gasómetros en seco y los rotámetros de precisión que se calibran con arreglo a métodos primarios.

#### Toma de muestras

Básicamente existen dos tipos de aparatos de medida.

- De lectura directa: dan el resultado "in situ".
- Captadores de contaminantes: el análisis hay que realizado posteriormente en el laboratorio.

#### Sistemas de lectura directa

Se utilizan para análisis cuantitativos detectando y dando directamente el resultado analítico.

✓ **Conímetro.**- Sirve para evaluar orientativamente el polvo suspendido en aire. El fundamento es el siguiente: el aire contaminado, es obligado a pasar mediante un émbolo a través de una tobera donde, debido a su poca sección, se acelera, siendo proyectado finalmente sobre unas placas de vidrio ligeramente engrasadas donde quedan adheridas las partículas. El conteo se realiza mediante un microscopio que incorpora el propio aparato.

✓ **Tubos colorimétricos.**- Son tubos de vidrio rellenos de un material poroso impregnado de un reactivo químico. Al pasar el aire contaminado, entra en contacto con el reactivo dando una sustancia coloreada. La concentración se determina generalmente midiendo la longitud que alcanza la coloración en una escala que se halla impresa en el propio tubo.

El inconveniente principal que tienen es su poca precisión (tienen un error admitido de hasta el 25%) por lo que se les debe considerar como un sistema semicuantitativo. Además pueden tener interferencias que hay que controlar.

✓ **Muestreadores específicos de precisión:** Permiten detectar de manera directa y precisa, la concentración ambiental de un contaminante. Se componen de un elemento sensor, cuyo funcionamiento se basa en principios físicos o químicos diversos (eléctricos, electromagnéticos, electroquímicos, etc.). En presencia del agente químico, el sensor genera una señal eléctrica que es función de su concentración que queda recogida en un registro.

## Control de los contaminantes químicos

### Introducción

Se entiende por control a la eliminación o reducción de la contaminación ambiental por debajo de los valores límite aceptados.

Para conseguir este propósito, se puede actuar sobre tres puntos:

- Sobre el foco de generación de contaminante.
- Sobre el medio de difusión del contaminante.
- Sobre el receptor del contaminante

### Actuaciones sobre el foco de contaminante

Sustitución del producto:

Básicamente consistirá en cambiar un material mas tóxico por otro menos tóxico. El cambio de las condiciones físicas de los materiales (ejemplo, utilizar briquetas en vez de polvo) también sería un ejemplo de este control.

Modificación del proceso:

Por ejemplo, la pintura por rociado electrostático comporta un menor riesgo higiénico que la pintura por aire comprimido.

Encerramiento o enclaustramiento:

Colocar una barrera física entre el foco y el operario.

Métodos húmedos:

Es uno de los métodos más sencillos de control de polvo.

Extracción localizada:

Son sistemas que captan los contaminantes en su lugar de origen, antes de que puedan pasar al ambiente de trabajo.

### Actuación sobre el medio de difusión del contaminante

Orden y limpieza:

El polvo acumulado en el puesto de trabajo puede volver a la propia atmósfera por cualquier corriente de aire, incluso la producida por el propio movimiento del operario.

Ventilación general:

Consiste en la introducción o extracción de aire en las naves de trabajo con objeto de mantener la concentración en los niveles adecuados (dilución del contaminante)

Aumento de distancias:

Cuanto más alejado este un operario del foco de contaminación, menor es la concentración del contaminante en el aire.

### Actuación sobre el receptor del contaminante

Entrenamiento e instrucción:

Importante no solo para los trabajadores, sino también para la dirección de la empresa.

Disminución del tiempo de exposición:

De esta manera se puede conseguir que la cantidad de contaminante que se recibe este por debajo de la considerada peligrosa.

Protección personal:

Se considera como el método de control menos adecuado y debe de aplicarse sólo cuando no sea factible la utilización de ningún otro método de control, o bien en situaciones de exposiciones cortas o esporádicas.

## Sistemática para la evaluación higiénica

### Jerarquización de riesgos

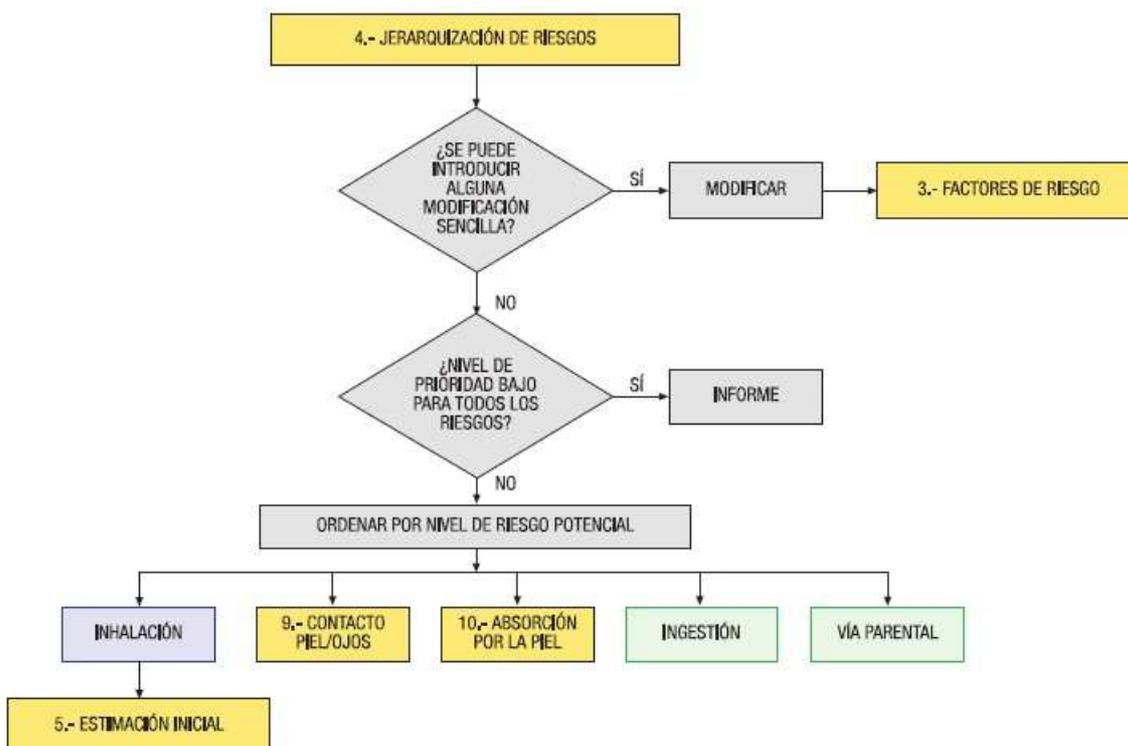
Fundamentos y objetivos.

Un paso intermedio entre análisis de los factores de riesgo y los siguientes de evaluación por las diferentes vías sería jerarquizar los distintos tipos de riesgo identificados. El objetivo de esta etapa es, a partir de unas pocas variables de fácil obtención, filtrar las situaciones inaceptables que requieren la adopción inmediata de medidas y establecer el orden de prioridad para la evaluación posterior de todas las situaciones de riesgo. Este paso de jerarquización puede que no sea necesario cuando, por ejemplo, el número de riesgos detectados es escaso, ya que en este caso la prioridad puede ser evidente. Sin embargo, puede ser útil a la hora de ordenar los riesgos identificados cuando estos son numerosos o se carece de la experiencia necesaria para priorizar sin aplicar una metodología determinada.

Con la jerarquización podría concluirse la evaluación, cuando para todos los riesgos identificados se obtenga un nivel bajo. En cualquier caso se trata de una decisión que hay que adoptar únicamente cuando la situación es clara, porque el objetivo de la etapa de jerarquización es priorizar las actuaciones, no terminar la evaluación. Cuando la exposición es por inhalación, lo adecuado sería continuar con la evaluación, al menos hasta la etapa de “Estimación inicial”.

En el resto de los casos, esta etapa va a permitir continuar la evaluación de riesgo por inhalación, por contacto con piel/ojos, por absorción por la piel u otras vías, empezando por aquel en el que se haya detectado prioridad elevada.

Para los agentes químicos cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción (C/M/R) y los de acción sensibilizante, la evaluación cuantitativa es necesaria y, en todo caso, hay que cumplir con la legislación vigente.



Exposición por inhalación a agentes químicos. Estimación inicial

La evaluación del riesgo por exposición a agentes químicos pretende alcanzar los mismos objetivos que la de cualquier otro tipo de riesgo:

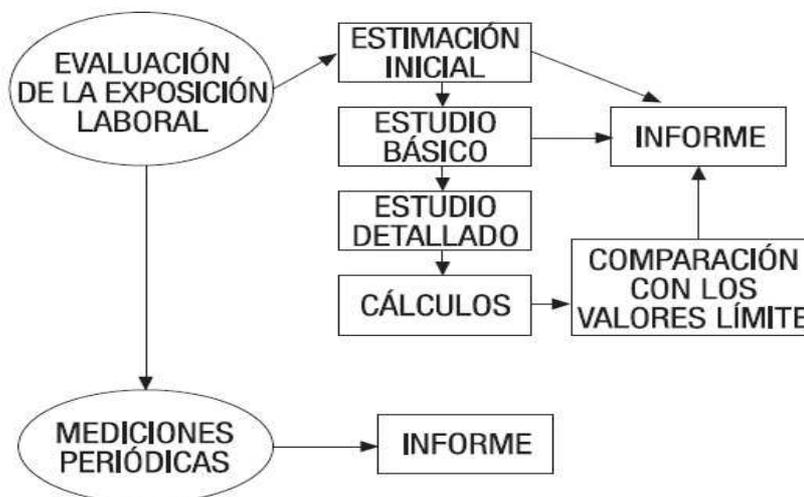
1. Decidir sobre la necesidad o no de adoptar medidas preventivas adicionales a las ya existentes
2. Determinar la índole de las medidas preventivas que hubiera que adoptar
3. Priorizar las medidas preventivas necesarias

Siempre que no haya dificultades insalvables de orden práctico, o que no resulte, ya de entrada, totalmente evidente la conclusión, la evaluación del riesgo debe basarse en una evaluación cuantitativa de la exposición, ya que, de esta forma, el error puede ser menor que si se basara en la consideración directa de los factores de riesgo que dan lugar a dicha exposición. Este modo de actuación es el característico de la Higiene Industrial y constituye su contenido técnico específico.

Es decir, después de haber obtenido información sobre la organización, características y complejidad del trabajo, sobre las materias primas y los equipos de trabajo existentes en la empresa y sobre el estado de salud de los trabajadores, es importante conocer no solamente cuales son los agentes químicos presentes, sino también en que concentración se encuentran, para lo cual, en muchos casos, es necesario realizar una serie de mediciones con una estrategia de muestreo definida, de forma que se pueda obtener una estimación válida y representativa de la exposición real. Posteriormente, se evalúa el riesgo por comparación de los resultados obtenidos con los valores límite establecidos.

La estrategia de la evaluación consta realmente de dos fases:

1. Evaluación de la exposición laboral en la que la exposición se con el valor límite.
2. Mediciones periódicas, cuando sean necesarias, para comprobar regularmente si las condiciones han cambiado.



Es importante tener en cuenta que evaluar no implica tener que medir y que el resultado que se busca, en muchas ocasiones, es obtener una estimación de la exposición para poder comparar la misma con los valores límite, no medir la exposición.

Como los valores límite, con los que comparar la exposición obtenida en las mediciones, se utilizarán:

- Los del anexo I del Real Decreto 374/2001 (Pb inorgánico y sus derivados)
- Los de una normativa específica aplicable, en los casos en los que exista
- Los publicados por el INSHT en “Límites de exposición profesional para Agentes Químicos en España”

En caso de no existir valor límite, se puede obtener información de alguna propuesta de establecimiento de un valor límite o de estudios epidemiológicos.

La evaluación de la exposición laboral se realiza durante la primera evaluación y se repite cuando hay algún cambio significativo en:

- Las condiciones de trabajo
- El proceso industrial
- Los productos o sustancias químicas
- El valor límite

#### Estrategia de muestreo y comparación con los valores límite

La estrategia de muestreo estudia el número de muestras necesario y las características de las mismas para afirmar si, con una determinada probabilidad, se supera el valor límite en una exposición ambiental. Las características de las muestras se refieren a:

- Duración de cada muestra
- Duración del periodo de muestreo
- Hora adecuada del muestreo
- Número de días necesario para el mismo
- Frecuencia entre dos evaluaciones

La duración de cada muestra está relacionada con el procedimiento analítico que se vaya a utilizar. La duración del periodo de muestreo lo está con la duración del periodo de exposición, que puede ser la jornada entera o no y con el tipo de valor límite con el que vayamos a comparar nuestra estimación de la exposición, de larga duración, VLA-ED, o de corta duración, VLA-EC. La hora adecuada del muestreo depende de cómo varían las concentraciones a lo largo del periodo de exposición y, también, del tipo de valor límite con el que se vaya a comparar el resultado de la evaluación, ya que, si el valor límite es de larga duración, se trata de obtener una estimación de la exposición media a lo largo de la jornada de trabajo, mientras que, si se trata de un valor límite de corta duración, lo que interesa conocer es si ese valor límite se ha podido sobrepasar en algún momento a lo largo de la jornada, por lo que interesa muestrear aquellos momentos en los que la concentración sea mayor.

Cuando se precisa tomar una o varias muestras para realizar una evaluación, se puede después obtener el valor medio ponderado de las mismas. En cualquier caso, tanto si se ha tomado una muestra correspondiente a todo el periodo de exposición o varias muestras que cubran todo o parte del periodo de exposición, el valor de la concentración ambiental que se determine estará afectado por un error. Esto significa que la medida obtenida no será un valor exacto, sino que estará situada en un cierto intervalo.

Utilizando el resultado de las mediciones realizadas y dada la incertidumbre del método de medida empleado, se aplican criterios estadísticos para determinar que con una cierta probabilidad (normalmente se calcula con un 95%) cualquier otra medida que tomemos, ese día u otro cualquiera, estará por debajo de un cierto valor. Este valor se conoce con el nombre de límite superior de confianza (LSC). Dicho en otras palabras, si se realizase una serie de mediciones de la exposición en otros momentos o en otros días, el 95% de las veces se obtendría un valor inferior al LSC.

Del mismo modo, se puede determinar un valor, por encima del cual se encontrarán, con un 95% de probabilidad, las medidas que se realicen en cualquier otro momento. O lo que es igual: que el 95% de las medidas que se tomen ese o cualquier otro día estará por encima de ese valor. Este valor se llama límite inferior de confianza (LIC).

De acuerdo con lo anterior, cuando se realiza una medida de la exposición y se compara con el valor límite adecuado, se puede encontrar una de estas tres situaciones:

- Exposición aceptable

- Exposición inaceptable
- Situación de no decisión

*Exposición inaceptable:* se alcanza cuando, en base a las mediciones, la exposición del trabajador este por encima del valor límite. Es decir, se alcanza no solamente cuando la media de las mediciones está por encima del valor límite, sino también cuando la probabilidad de superar el valor límite es alta.

*Exposición aceptable:* se alcanza cuando existe una probabilidad del 95%, en base a las mediciones, de que la exposición del trabajador este por debajo del valor límite. Es decir, se alcanza cuando el LSC de las mediciones está por debajo del valor límite.

*Situación de no decisión o indeterminación:* esta situación se da cuando, en base a las mediciones, no se puede alcanzar ninguna de las dos situaciones anteriores.

En cualquier caso, además de no superar el valor límite de larga duración, las fluctuaciones de la exposición tienen que cumplir los requerimientos de los límites de exposición para periodos de corta duración (valor límite de corta duración o límites de desviación), ya que las exposiciones tienen que ser inferiores a todos los valores límite que tenga una sustancia.

#### Evaluación de la exposición laboral por inhalación.

De acuerdo con la Norma UNE-EN 689 la evaluación de la exposición laboral se realiza en tres pasos:

- Identificación de la posible exposición
- Determinación de los factores de exposición en el lugar de trabajo
- Evaluación de la exposición

Identificación de la posible exposición: la identificación se realiza confeccionando una lista con todos los agentes químicos presentes en el lugar de trabajo. Esta lista debe incluir materias primas, impurezas, productos intermedios y finales, productos de reacción y subproductos y en ella se deben seleccionar los valores límite apropiados y, en el caso de que no existan, se podrían utilizar otros criterios.

Determinación de los factores de exposición en el lugar de trabajo: en esta etapa se evalúan los procesos y los procedimientos de trabajo, con el fin de estimar la posible exposición a los agentes químicos, por medio de una revisión detallada de:

- Las funciones de trabajo, es decir, las tareas
- Los ciclos y las técnicas del trabajo
- Los procesos de producción
- La configuración del lugar de trabajo
- Las medidas y los procedimientos de seguridad
- Las instalaciones de ventilación y otras formas de control técnico
- Las fuentes de emisión
- Los periodos de exposición
- La carga de trabajo
- Etc.

Evaluación de la exposición: la evaluación de la exposición se puede estructurar en tres pasos:

- Una estimación inicial
- Un estudio básico
- Un estudio detallado

No es necesario completar todos los pasos de la evaluación de la exposición laboral. Si se espera que la exposición exceda el valor límite, o está claro que está muy por debajo, lo que hay que hacer es tomar decisiones.

#### Estimación inicial

Permite tener una primera idea de la posible exposición. El objeto es descartar la presencia del agente químico en el ambiente de trabajo o el contacto físico del individuo con él, o bien detectar exposiciones cuyo riesgo derivado no es admisible.

Se realiza considerando:

- Variables que afectan a las concentraciones ambientales de las sustancias:
  - o Numero de fuentes emisoras de agentes químicos
  - o Ritmo de producción en relación con la capacidad de producción
  - o Grado de emisión de cada fuente
  - o Dispersión de los agentes químicos debida al movimiento del aire
  - o Tipo y eficacia de los sistemas de extracción y ventilación
  
- Variables relacionadas con el trabajador
  - o Proximidad del individuo a la fuente
  - o Tiempo de permanencia en cada zona
  - o Hábitos individuales de trabajo

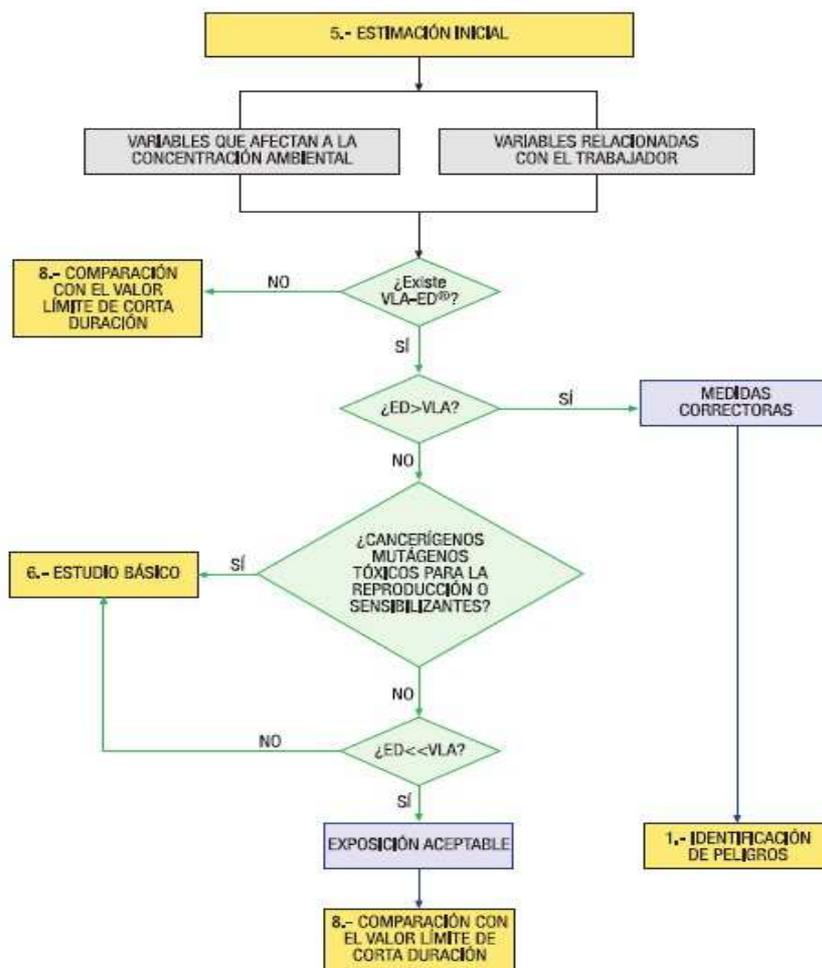
Si, como consecuencia de esta etapa, resulta evidente que la exposición se encuentra por encima del valor límite, no hay que continuar con la evaluación, sino tomar medidas correctoras para reducir la exposición e iniciar de nuevo la evaluación, desde la etapa de “Identificación de Peligros”.

Si, por el contrario, como consecuencia de esta etapa, resulta evidente que la exposición se encuentra muy por debajo del valor límite, la exposición diaria se considerará aceptable y para terminar la evaluación habrá que comprobar si también se cumple con los límites de exposición de corta duración, bien el VLA-EC si existe o, en caso contrario, los límites de desviación.

Si, a partir de este estudio, no se pueden obtener conclusiones claras en cuanto a que la exposición está muy por debajo del límite o por encima del mismo, habría que continuar el estudio.

También hay que continuar el estudio cuando, aunque resulte evidente que la exposición se encuentra muy por debajo del valor límite, existan compuestos cancerígenos, mutágenos, tóxicos para la reproducción o sensibilizantes. En este caso, es necesario también establecer un plan de vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos.

En la figura se puede ver un esquema de esta fase.



En este documento se describen dos procedimientos que, sin ser los únicos desarrollados, son de los más utilizados:

- El procedimiento desarrollado por el “Health and Safety Executive” (HSE) del Reino Unido, denominado COSHH Essentials
- El procedimiento desarrollado por el “Institut National de la Recherche et de Sécurité” (INRS) de Francia.

Ambos procedimientos tienen en cuenta ciertas variables, como la peligrosidad del agente o agentes químicos y otras relacionadas de una u otra manera, con la posible presencia del agente químico en el ambiente, tales como:

- Cantidad
- Tendencia a pasar al ambiente (volatilidad pulverulencia)

Pero el procedimiento del INRS tiene en cuenta, además, otras variables tales como:

- Grado de confinamiento del procedimiento utilizado
- Protección colectiva (ventilación)

Estas variables también tienen influencia en la concentración del agente químico que se puede alcanzar en el ambiente.

Cualquiera de los procedimientos desarrollados hasta ahora para utilizarlos como métodos simplificados de evaluación presenta ciertas limitaciones. Una de ellas es que se puede subestimar el riesgo cuando se aplica a sustancias que tienen un valor límite muy bajo, ya que es fácil que se

llegue a alcanzar en el ambiente una concentración próxima al valor de referencia, aunque su tendencia a pasar al ambiente sea baja.

### Estudio detallado

Una vez realizado el estudio básico se ha de realizar un estudio detallado cuando se da una de estas circunstancias:

- La exposición está próxima al valor límite, es decir, no se pueden obtener conclusiones claras en cuanto a si la exposición está muy por debajo o por encima del valor límite.
- En el caso de exposición a agentes cancerígenos, mutágenos y tóxicos para la reproducción
- Cuando en el lugar de trabajo estén presentes agentes sensibilizantes

Este estudio tiene como objeto suministrar una información válida y fiable sobre la exposición, conocer cuál es el modelo de la misma y obtener datos cuantitativos de las concentraciones de la exposición laboral para evaluar el riesgo por inhalación, mediante la comparación de dicha concentración con el valor límite ambiental de exposición diaria (VLA-ED).

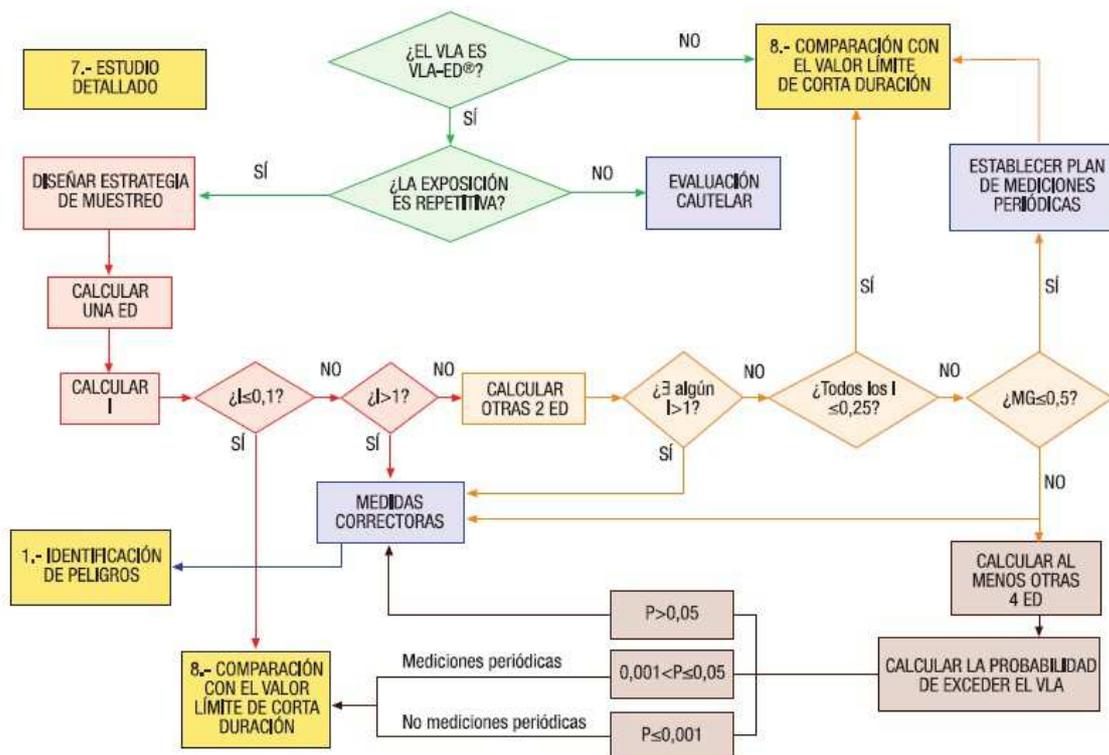
Procedimiento para el estudio detallado: no existe un procedimiento único a seguir, por lo tanto, es importante la experiencia del técnico que realiza el estudio.

Una opción válida es seguir las directrices dadas en la norma UNE-EN 689. En la Guía Técnica de Agentes Químicos se da una estrategia que, en parte, está basada en esta norma UNE, pero también tiene en cuenta la estrategia desarrollada por Leidel et al. No siempre queda claro en la Guía cuando la estrategia se refiere a la de la norma UNE y cuando se refiere a la de Leidel.

La figura siguiente recoge el esquema de actuación. Para que este procedimiento sea aplicable se ha de cumplir que:

- La concentración promedio de la jornada de trabajo sea representativa de la exposición laboral
- Si hay condiciones de operación que se diferencian claramente, se evalúen por separado.
- Las condiciones de operación del trabajo se repitan regularmente y no cambien de forma significativa entre jornadas.

En casos justificados, si la exposición no es uniforme entre distintas jornadas de trabajo, cabe una valoración de base semanal en lugar de diaria.



Estrategia de muestreo: para diseñar la estrategia de muestreo, una vez comprobado que la exposición es repetitiva, se debe obtener información sobre:

- La duración de las exposiciones
- El número de trabajadores expuestos
- Los procedimientos de medida disponibles

De acuerdo con el artículo 5.3 del RD 39/1997, los criterios para elegir un método son, en primer lugar, los contemplados en la normativa específica de aplicación en caso de que exista o, en su defecto, los criterios de carácter técnico, según el orden establecido.

Diseño de la estrategia de muestreo: sólo si se sospecha que la exposición es claramente inferior o superior al valor límite, se pueden utilizar para confirmarlo técnicas de medición fáciles de aplicar aunque sean menos precisas.

Al diseñar la estrategia de muestreo hay que establecer:

- Selección de los trabajadores a medir
- Selección de las condiciones de medida
- Procedimiento de medida

Selección de los trabajadores a medir: existen dos posibilidades:

- Hacer un muestreo aleatorio dentro del total de trabajadores expuestos
- Dividir la población expuesta en grupos de exposición homogénea

El muestreo aleatorio requiere un número relativamente grande de muestras y, además, presenta un riesgo considerable de que se puedan pasar por alto pequeños subgrupos de personas altamente expuestas. Es preferible dividir la población expuesta en GEH, es decir, aquellos que realizan tareas idénticas o similares en el mismo lugar y puede, por tanto, suponerse que tienen exposición similar, ya que, además, tiene la ventaja práctica de que los recursos pueden concentrarse en aquellos grupos de trabajadores con mayor exposición.

A la hora de elegir el número de trabajadores a muestrear dentro del GEH es importante, también, el criterio profesional, sobre todo en los grupos pequeños. La frecuencia y el número de mediciones necesarios depende de:

- La precisión que se necesite en la evaluación de la exposición
- Lo cerca que se esté del valor límite
- Las propiedades del agente químico

Selección de las condiciones de medida: lo ideal es evaluar la exposición del trabajador tomando muestras personales que cubran toda la jornada de trabajo y sean representativas de las distintas actividades que puedan desarrollarse durante la misma.

No es necesario evaluar todas las tareas. Si se conoce la exposición de una cierta tarea, porque se haya evaluado en otra ocasión, podemos utilizar los datos que se obtuvieron entonces, siempre y cuando no exista ningún motivo para pensar que ha cambiado la exposición.

De acuerdo con la norma UNE-EN 689, es aconsejable realizar las mediciones en un número suficiente de días. Es importante tener en cuenta las variaciones que pueden deberse a diferentes turnos o épocas del año.

Cuando es posible identificar los momentos o procesos en los que la exposición es mayor, los periodos a muestrear se eligen de manera que cubran estos momentos. Esto se llama muestreo en el caso más desfavorable.

Procedimiento de medida: el procedimiento de medida debe proporcionar resultados representativos de la exposición del trabajador. Para ello, siempre que sea posible, se tomarán muestras personales.

Además, debe cumplir con lo exigido en la Norma UNE-EN 482 Y DEBE INCLUIR:

- Las sustancias muestreadas
- El método de toma de muestras
- El método de análisis
- La localización de las muestras
- La duración del muestreo
- El horario y el intervalo entre las mediciones
- Los cálculos que conducen a la concentración ambiental a partir de los resultados analíticos
- Las instrucciones técnicas adicionales adecuadas a las mediciones
- Las tareas a controlar.

Si los trabajadores están expuestos simultánea o consecutivamente a más de una sustancia, hay que tenerlo en cuenta.

### Control biológico

El control biológico es una valoración de la exposición global, es decir, por todas las vías de entrada, a las sustancias químicas que están presentes en el puesto de trabajo, a través de medidas apropiadas del indicador o indicadores en los especímenes biológicos tomados al trabajador en un tiempo determinado.

Se entiende por indicador biológico (IB) un parámetro apropiado en un medio biológico del trabajador, que se mide en un momento determinado, y está asociado, directa o indirectamente, con la exposición global a un agente químico.

El control biológico es una herramienta útil en muchos casos, ya que permite:

- Completar la valoración ambiental, evaluando si existe una vía de exposición diferente de la inhalatoria, detectando una posible absorción por vía dérmica o ingestión;

- Comprobar la eficacia de los equipos de protección individual (EPI), en determinadas ocasiones;
- Detectar una exposición de origen no laboral.

**No debe confundirse la vigilancia de la salud con el control biológico.** El control biológico tiene como fin determinar la dosis interna de una sustancia química en el organismo, es decir, la cantidad de sustancia que alcanza el organismo a través de todas las vías de entrada posibles. Mientras que la vigilancia de la salud son los exámenes médico-fisiológicos periódicos de los trabajadores expuestos con el objeto de proteger la salud y prevenir las enfermedades profesionales relacionadas.

Ventajas y limitaciones del control biológico: el control biológico ofrece una serie de ventajas en comparación con las determinaciones ambientales:

- Permite integrar las diferentes vías de penetración de los agentes que se hallan en el puesto de trabajo, permitiendo en ciertos casos estimar la posible contribución de cada una de ellas.
- Permite valorar el riesgo global generado por la exposición a un agente, independientemente de que su origen sea laboral o no. Muchos metales pueden implicar una exposición importante para el hombre por encontrarse en cantidades elevadas en los alimentos o en la bebida.
- Permite el control individual de la exposición a que se encuentra sometido el trabajador.

Existen una serie de dificultades de orden práctico en la implantación del control biológico:

- El control biológico utiliza a los propios individuos como unidades de muestreo. Esta circunstancia puede representar un cierto inconveniente para ellos, originando algún malestar o inquietud. Las personas que han de ser objeto de un control biológico, por una exposición laboral, previamente deben ser cuidadosamente instruidas acerca de “en qué consiste”, “cómo se va a efectuar”, “con qué fin” y “qué cabe esperar del resultado final obtenido” de dicho control.
- Escasa disponibilidad de parámetros que cumplan con los requerimientos científicos (de orden teórico) y técnicos (de orden práctico) necesarios para poder ser empleados como indicadores ya que existen muy pocos compuestos con VLB comparados con los que tienen VLA.
- Los resultados deben interpretarse a la luz de una serie de elementos y variables que afectan al sujeto o sujetos expuestos y que en modo alguno pueden no ser tenidos en cuenta, como son: la edad, el sexo, la alimentación, el consumo de alcohol, el tabaquismo, la medicación, la higiene personal y profesional y la actividad física fuera del puesto de trabajo o la cantidad de grasa corporal.
- El control biológico no ha sido ideado para evaluar los riesgos relacionados con la exposición aguda a agentes químicos.

Aplicaciones del control biológico: el control biológico es de obligada aplicación en el caso de exposición a plomo. En el resto de los casos se debe realizar cuando ofrezca ventaja sobre el uso aislado del ambiental. Hay que tener en cuenta, además, que no existe ninguna obligatoriedad por parte del trabajador para dar muestras de sangre. Debe considerarse como un complemento del control ambiental para:

- Confirmarlo
- Comprobar la eficacia de los equipos de protección individual (EPI), tales como guantes o mascarillas
- Determinar la absorción por otras vías, dérmica o digestiva
- Detectar una posible exposición de origen distinto al laboral

## Evaluación de la exposición laboral

### Introducción

La realización de evaluaciones representativas de la exposición laboral a los contaminantes presentes en el aire es una tarea difícil. Sin embargo es necesaria para obtener información, evaluar y minimizar la exposición a agentes químicos, y requiere el diseño de una estrategia de muestreo adecuada, que nos permita obtener una estimación válida y representativa de la situación real.

Esta estrategia de muestreo ha de estudiar el número de muestras necesario y las características de las mismas para afirmar, con una determinada certeza, el nivel de riesgo existente. Estas características son fundamentalmente: duración de cada muestra, duración del periodo de muestreo, hora adecuada del muestreo, número de días necesarios para el mismo y frecuencia entre dos mediciones.

### Método estadístico

#### Generalidades

En general se considera que la variación de las concentraciones en un puesto de trabajo tanto intra como interdías, esta lognormalmente distribuida, mientras que los errores de muestreo y análisis adoptan una distribución normal.

La variación de los datos ambientales puede ser repartida en tres componentes mayoritarios:

- Errores del método de muestreo
- Errores del método de análisis
- Variaciones ambientales con el tiempo

Las dos primeras son normalmente conocidas, y siguen una distribución normal como se ha dicho anteriormente, caracterizada por su media y su desviación típica. En la práctica se utilizan las concentraciones relativas y desviación típica relativa conocida comúnmente como coeficiente de variación, para que la distribución sea independiente del standard elegido:

$$C_r = \frac{X}{STD} \qquad C_v = \frac{\sigma}{STD}$$

Un laboratorio debe de conocer los coeficientes de variación del aparato de muestreo (CV<sub>p</sub>) y el coeficiente de variación de método analítico (CV<sub>a</sub>). El coeficiente de variación total será:

$$CV_t = \sqrt{1(CV_p)^2 + (CV_a)^2}$$

Las variaciones ambientales de las concentraciones adoptan una distribución lognormal, debido a una serie de condicionantes entre los que cabe destacar:

- Las concentraciones que se encuentran pueden cubrir un amplio rango de valores, con frecuencia, de varios órdenes de magnitud incluida la concentración cero.
- La variación de las concentraciones medidas puede ser del mismo orden de tamaño que el valor medio.
- Hay una probabilidad finita de encontrar valores muy altos.

Parámetros utilizados

Límites de confianza: es imposible conocer el valor verdadero de la concentración, pero si es posible determinar los extremos superior e inferior de un intervalo, que con una determinada posibilidad incluyan el valor verdadero. Estos extremos son los llamados límites de confianza superior (LCS) e inferior (LCI) que se utilizan en la valoración de los resultados obtenidos.

La verificación del cumplimiento o no con el standard es clasificada según la siguiente forma:

CLASIFICACIÓN	DEFINICION	CRITERIO ESTADÍSTICO
A - NO CONFORME	Existe un 95% de posibilidades (basado en las mediciones de que un trabajador esté expuesto a concentraciones superiores al standard	LCI(95%) > STD
B - INDECISIÓN	Cualquier situación que no pueda ser clasificada en A ó en C	
C - CONFORME	Existe un 95% de posibilidades (basado en las mediciones) de que la exposición del trabajador sea inferior al standard	LCS (95%) < STD

Tabla - Clasificación de la situación un puesto de trabajo en función de los límites de confianza

Pues bien, si x es la concentración media ponderada, para el caso de muestras consecutivas periodo completo o parcial, o la media relativa en el caso de muestra única periodo completo, tenemos que:

Si  $LCI > 1$ , el puesto se clasifica como NO CONFORME

Si  $X / STD > 1$  y  $LCI < 1$  ó SI  $X / STD < 1$  y  $LCS > 1$  el puesto se clasifica como INDECISIÓN

Si  $LCS < 1$  el puesto se clasifica como CONFORME

Calculo de los límites de confianza

- ✓ Muestras consecutivas periodo completo o muestras consecutivas periodo parcial.

1) Cuando las concentraciones ambientales obtenidas son uniformes, la distribución es de tipo normal.

Si las concentraciones obtenidas son:

$x_1, x_2, \dots, x_n$  durante los tiempos  $t_1, t_2, \dots, t_n$

La concentración media ponderada en el tiempo de muestreo será:

$$\bar{x} = \frac{x_1 t_1 + x_2 t_2 + \dots + x_n t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

y los límites de confianza se calculan mediante las expresiones

$$LCS = \frac{\bar{x}}{STD} + \frac{1,645Cv_t \sqrt{\frac{i}{1} t_i^2}}{\frac{i}{1} t_i^2}$$

$$LCI = \frac{\bar{x}}{STD} - \frac{1,645Cv_t \sqrt{\frac{i}{1} t_i^2}}{\frac{i}{1} t_i^2}$$

En el caso de una muestra única se convierte en las expresiones.

$$LCS = \frac{\bar{x}}{STD} + 1,645Cv_t$$

$$LCI = \frac{\bar{x}}{STD} - 1,645Cv_t$$

Este procedimiento es exacto con un nivel de confianza del 95%

2) Cuando las concentraciones obtenidas no son uniformes, la distribución que seguirán será del tipo lognormal.

En este caso los límites de confianza vienen dados por las expresiones:

$$LCS = \frac{\bar{x}}{STD} + \frac{1,645Cv_t \sqrt{t_1^2 x_1^2 + \dots + t_n^2 x_n^2}}{STD(t_1 + t_2 + \dots + t_n) \sqrt{1 + Cv_t^2}}$$

$$LCI = \frac{\bar{x}}{STD} - \frac{1,645Cv_t \sqrt{t_1^2 x_1^2 + \dots + t_n^2 x_n^2}}{STD(t_1 + t_2 + \dots + t_n) \sqrt{1 + Cv_t^2}}$$

Este procedimiento no es exacto y normalmente tiene un nivel de confianza mayor del 95%, sobrestimando el error de muestreo en la concentración media.

Esto es para una misma x, este procedimiento de cálculo dará un mayor LCS y un menor LCI.

✓ Muestras Puntuales

1) Pequeño número de muestras (menos de 30 durante toda la jornada).

Sea  $x_1, x_2, \dots, x_n$  ( $n < 30$ ) los resultados de las muestras puntuales tomadas en  $n$  periodos aleatoriamente elegidos durante la jornada.

Calcular los valores relativos de las concentraciones obtenidas, dividiendo su valor por el standard

$$X_i = \frac{X_i}{STD}$$

a este valor le llamaremos concentración relativa.

Hallar el logaritmo (log 10) de cada una de las concentraciones relativas, tendremos así  $y_1 = \log x_1$  ;  $y_2 = \log x_2$  ; ..... ;  $y_n = \log x_n$

Calcular la media aritmética "y" de los valores  $y_i$  y la desviación standard de su distribución "s" mediante las fórmulas

$$Y = \frac{1}{n} (y_1 + y_2 + \dots + y_n)$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} (y_1^2 + y_2^2 + \dots + y_n^2 - n \bar{y}^2)}$$

- Ir al gráfico de decisión, en donde:
  - Dos familias de curvas limitan las regiones de calificación. Cada uno de estos límites es función del número de muestras obtenidas "n".
  - Usar el gráfico de decisión de la siguiente manera:
    - Señalar un punto en el gráfico, definido por los valores Y, y, S.
    - Si el punto así definido, cae en o por encima de la curva superior correspondiente al número de muestras "n", entonces la exposición será clasificada como NO CONFORME.
    - Si por el contrario, el punto cae por debajo de la correspondiente curva inferior, entonces será clasificada como CONFORME
    - Si el punto queda situado entre las dos curvas, entonces se clasificará como INDECISIÓN
    - Si el valor de s es mayor de 0,5, es porque una o más de las concentraciones obtenidas, está relativamente muy distante del cuerpo principal de la distribución. Cuando esto sucede, deberán realizarse muestreos adicionales.
      - Si por el contrario, el punto cae por debajo de la correspondiente curva inferior, entonces será clasificada como CONFORME
      - Si el punto queda situado entre las dos curvas, entonces se clasificará como INDECISIÓN
      - Si el valor de s es mayor de 0,5, es porque una o más de las concentraciones obtenidas, está relativamente muy distante del cuerpo principal.

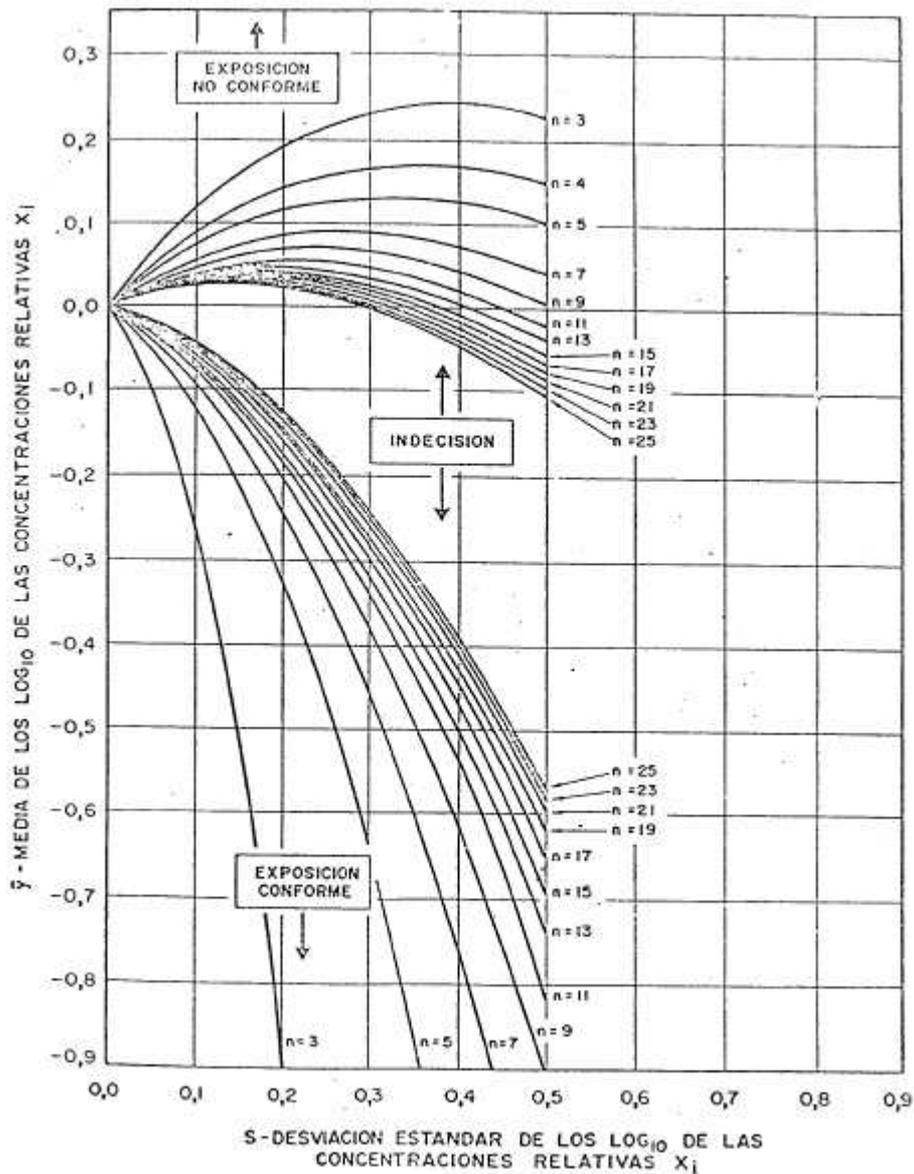


Gráfico de decisión para una estrategia de muestras puntuales

Calcular el valor de la exposición media más probable  $x^*$  utilizando el gráfico de estimación de exposición y los valores de Y y S (fig. 11) de la siguiente manera:

- Señalar en el gráfico la situación del punto (S, Y).
- Seguir la curva que pasa por ese punto hasta el eje de ordenadas de la derecha; Leyendo en el valor  $(x^*/STD)$  correspondiente. Interpolando para encontrar el valor de  $(x^*/STD)$  correspondiente puntos que no caigan exactamente encima de una de las curvas del gráfico.
- Calcular  $x^* = (x^*/STD) \times STD$
- Si los valores de "Y" y/o "S" están fuera de rango, entonces utilizar la fórmula

$$\frac{\bar{x}}{STD} = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + \dots + x_n)$$

para estimar la exposición media relativa.

2) Gran número de muestras (más de 30 muestras durante toda la jornada) sean  $x_1, x_2, \dots, x_n$  los valores de concentración de las muestras obtenidas.

Calcular las concentraciones relativas

$$X_i = \frac{x_i}{STD}$$

Calcular la media aritmética y la desviación estándar de las concentraciones relativas

$$\bar{x} = \frac{1}{n} X_1 + X_2 + \dots + X_n$$

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} (X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2 - n\bar{x}^2)}$$

- Calcular LCI o LCS de la siguiente forma

$$LCI = X - \frac{1,645s}{\sqrt{n}}$$

$$LCS = X + \frac{1,645s}{\sqrt{n}}$$

- Decisión:

Si LCI > 1 clasificar como NO CONFORME

Si LCS < 1 clasificar como CONFORME

Si LCI < 1 y LCS > 1 clasificar como INDECISIÓN

Norma UNE EN 689: publicada en Marzo de 1996, la norma UNE-EN 689 es traducción de la norma europea EN 689 y ha sido adoptada con el rango de Norma nacional.

Básicamente el fundamento de la norma es realizar una evaluación de la exposición laboral (EEL) y en función del resultado corregir la situación si es superior al valor límite (VL), realizar mediciones periódicas si es inferior al valor límite pero existe cierto grado de exposición, o simplemente controlar (sin medir) que la exposición se mantiene suficientemente alejada del VL.

Todo el peso recae en la EEL, y, por ello, se definen estrategias y metodologías tanto para la evaluación como para la realización de las mediciones.

Para la EEL describe tres etapas que progresivamente requieren mayor complejidad, por lo que cuanto antes se puedan obtener conclusiones, menor esfuerzo requerirá la evaluación.

Estimación inicial de la exposición: da una aproximación de las características de la exposición haciendo un estudio de las distintas variables que puedan afectar a las concentraciones de las sustancias en los lugares de trabajo y cuya descripción ya hemos visto anteriormente. Si en esta etapa se está en condiciones de asegurar que la exposición está muy por debajo del VL, y que esta situación se mantendrá con el tiempo, se puede dar por terminada la evaluación, en caso contrario se pasara a realizar un estudio básico.

Estudio básico: consiste en recopilar información cuantitativa sobre resultados recientes de mediciones o datos provenientes de procesos comparables. Si, como en el caso anterior, se puede alcanzar una conclusión similar a la enunciada en el apartado anterior, la EEL se podrá dar por concluida, sino habrá que realizar un estudio detallado.

Estudio detallado: este tipo de estudio, que requiere la utilización de mayores recursos para su realización, da una información cuantitativa de la exposición. En esta etapa debe de tenerse en cuenta la estrategia de la medición, seleccionando los trabajadores a muestrear, las condiciones de la medición y diseñando el modelo de la medición de tal manera que los datos obtenidos sean representativos de la situación real.

Para la selección de trabajadores recomienda la confección de grupos homogéneos de exposición.

Con respecto de las condiciones de medición, se recomienda el muestreo personal a jornada completa, durante suficientes días y diferenciando las fases laborales mediante muestras diferentes.

El modelo de medición debe recoger las conclusiones de las anteriores selecciones quedando plasmado en un “procedimiento de medición”.

La conclusión del EEL, no es una simple comparación de la concentración de la exposición laboral (CEL) con el VL, sino que debe establecer las acciones a tomar, bien sea dar por concluido el estudio por ausencia de riesgo, adopción de medidas preventivas cuando se supera el VL, o mediciones periódicas (MP) si la CEL siendo inferior al VL requiere vigilancia posterior.

Mediciones periódicas: una vez realizado el estudio estadístico de las concentraciones medidas en los lugares de trabajo, se puede plantear la conveniencia de la elaboración de un programa de mediciones periódicas.

El principal interés de las mediciones periódicas está en objetivos a largo plazo, tales como la comprobación de que las medidas de control permanecen eficaces. La información obtenida probablemente indicara las tendencias o los cambios de la exposición permitiendo que puedan tomarse medidas antes de que ocurran exposiciones excesivas.

El intervalo entre mediciones debería establecerse, una vez consideradas las siguientes situaciones:

- Los ciclos de procesos, incluyendo en ellos condiciones de trabajo normales;
- Las consecuencias de fallos en los dispositivos de protección;
- La proximidad al valor límite;
- La eficacia de los controles de los procesos;
- El tiempo requerido para restablecer la situación normal;
- La variabilidad temporal de los resultados.

El calendario básico de mediciones periódicas se puede confeccionar de acuerdo con los siguientes criterios:

- 64 semanas si la CEL no excede 1/4 del VL.
- 32 semanas si la CEL excede 1/4 del VL pero no excede de 1/2 del VL
- 16 semanas si la CEL excede de 1/2 del VL pero no excede el VL.

Las mediciones periódicas deben llevarse a cabo en las condiciones normales de trabajo. Esto puede implicar que el programa de trabajo puede cambiarse a criterio profesional.

Si una CEL excede al valor límite, debe identificarse la causa por la que se ha superado y deben tomarse las medidas apropiadas para la reducción de la exposición tan pronto como sea posible.

El resultado de cada medición periódica (C) se compara con cuatro niveles de referencia:

N1 = 0.40 VL

N2 = 0.70 VL

N3 = 1.00 VL

N4 = 1.50 VL

Las decisiones posibles se resumen en la siguiente tabla:

Situación	Resultados de las mediciones periódicas	Decisión
1	$C \leq N1$ dos veces consecutivas	Las tres mediciones programadas siguientes no se efectúan
2	$C \leq N2$	Se continua según el calendario básico
3	$N2 < C \leq N4$	Una medición adicional durante la unidad de tiempo.
4	$N2 < C \leq N4$ para dos unidades de tiempo consecutivas.	Se efectúa una medición adicional en cada uno de los 4 intervalos programados siguientes. Si este intervalo es una unidad de tiempo, deben de aplicarse medidas inmediatas para reducir la exposición.
5	$N3 < C \leq N4$ dos veces consecutivas.	Actuación inmediata para reducir la exposición
6	$C > N4$	Actuación inmediata para reducir la exposición
En las situaciones 3 y 4, si $C > N3$ , deben identificarse las razones por las que el valor límite se ha excedido y deben de tomarse las acciones apropiadas para remediar la situación tan pronto como sea posible.		

### 2.5.5 Riesgo químico: métodos simplificados

#### Jerarquización de riesgos para la salud.

La jerarquización pretende clasificar, mediante el cálculo del riesgo potencial, los agentes químicos, los lugares de trabajo (almacén, zonas de producción, lugares de almacenamiento temporal de residuos, etc.) o las fases que comprenden una tarea o procedimiento. Una vez determinado el riesgo potencial, se pueden ordenar los riesgos para determinar sobre cuales deben realizarse acciones prioritarias.

Se trata de un método semicuantitativo en el que el riesgo potencial se calcula a partir de la categorización de unas variables. Las variables consideradas son el peligro, asociado a los agentes químicos, y la exposición potencial, calculada a partir de la cantidad y la frecuencia de utilización.

#### Determinación de la clase de peligro

La determinación de la clase de peligro se realiza a partir de las frases R o H, que se pueden obtener de la ficha de datos de seguridad (FDS) o de la etiqueta. En el caso de que las frases de un producto químico den lugar a distintas clases de peligro, se elegirá la clase de peligro más elevada.

Cuando un producto, sustancia o mezcla, no tiene asignadas frases R o H, la atribución a una clase de peligro u otra se puede hacer a partir de los valores límite ambientales (VLA) expresados en mg/m<sup>3</sup>, dando preferencia a los valores límite de larga duración frente a los de corta duración.

En el caso de que tampoco tenga asignado ningún tipo de VLA:

- Si se trata de una sustancia, se le asigna la clase de peligro 1
- Si se trata de una mezcla o preparado comercial, se le asigna la clase de peligro 1
- En el caso de mezclas no comerciales que vayan a ser empleadas en la misma empresa en otros procesos, se utilizarán las frases R o H de los componentes. Para no sobrestimar el riesgo en este caso, conviene tener en cuenta las concentraciones de los componentes, tal y como se hace para las mezclas comerciales.

Clase de peligro	Frases R	Frases H	VLA mg/m <sup>3</sup> (1)	Materiales y procesos
1	Tiene frases R, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	Tiene frases H, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	>100	
2	R36, R37, R38 R36/37, R36/38, R36/37/38 R37/38 R66, R67	H315, H319 H335 H336 EUH066	> 10 ≤ 100	Hierro/ Cereal y derivados/ grafito/ material de construcción/ talco/ cemento/ composites/ madera de combustión tratada/ soldadura metales-plásticos/ material vegetal-animal
3	R20, R21, R22 R20/21, R20/22, R20/21/22 R21/22 R33, R34 R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22 R62, R63, R64, R65 R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21, R68/20/22, R68/21/22, R68/20/21/22	H302, H304 H312 H314(Corr. Cut. 1B y 1C) H332 H361, H361d, H361f, H361fd H362 H371 H373 EUH071	>1 ≤ 10	Soldadura inoxidable Fibras cerámicas-vegetales Pinturas de plomo Muelas Arenas Aceites de corte y refrigerantes
4	R15/29 R23, R24, R25 R23/24, R23/25, R23/24/25, R24/25 R29, R31, R35 R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25 R40, R41, R42, R43 R42/43 R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25 R60, R61, R68	H301, H311 H314 (Corr. Cut. 1A) H317, H318 H331, H334 H341, H351 H360, H360F, H360FD, H360D, H360Df, H360Fd H370, H372 EUH031	>0,1 ≤ 1	Maderas blandas y derivados Plomo metálico Fundición y afinaje de plomo
5	R26, R27, R28 R26/27, R26/28, R26/27/28, R27/28 R32, R39 R39/26, R39/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28, R39/26/27/28 R45, R46, R49	H300, H310 H330 H340 H350, H350i EUH032 EUH070	≤ 0,1	Amianto (2) y materiales que lo contienen Betunes y breas Gasolina (3) (combustible) Vulcanización Maderas duras y derivados (4)
<p>(1) Cuando se trate de materia particulada, este valor se divide entre 10</p> <p>(2) Posee legislación específica obligatoria [B.4] y requiere de evaluación cuantitativa obligatoria por ser cancerígeno</p> <p>(3) Se refiere únicamente al trabajo en contacto directo con este agente</p> <p>(4) Se refiere a polvo de maderas considerado como cancerígeno [B.5]</p>				

Determinación de la clase de cantidad

Para determinar el riesgo potencial, hay que conocer la exposición potencial. Para su cálculo, se utilizan dos variables: la cantidad relativa de producto y la frecuencia de utilización.

Clase de cantidad	$Q_i/Q_{m\acute{a}x.}$
1	<1%
2	$\geq 1 - <5\%$
3	$\geq 5 - <12\%$
4	$\geq 12 - <33\%$
5	$\geq 33 - 100\%$

$Q_i/Q_{m\acute{a}x.}$  resulta de dividir la cantidad consumida de agente químico i ( $Q_i$ ) entre la cantidad correspondiente al agente químico que tiene un mayor consumo ( $Q_{m\acute{a}x.}$ ).

Siempre que sea posible, el periodo de referencia debe ser anual, a no ser que haya algún motivo para tomar otro periodo.

Determinación de la clase de frecuencia

La clase de frecuencia de utilización se determina según los parámetros de la tabla siguiente.

Utilización	Ocasional	Intermitente	Frecuente	Permanente
Día	$\leq 30$ min	$>30 - \leq 120$ min	$>2 - \leq 6$ h	$>6$ h
Semana	$\leq 2$ h	$>2-8$ h	1-3 días	$> 3$ días
Mes	1 día	2-6 días	7-15 días	$> 15$ días
Año	$\leq 15$ días	$> 15$ días - $\leq 2$ meses	$>2 - \leq 5$ meses	$> 5$ meses
Clase	1	2	3	4
	0: El agente químico no se usa hace al menos un año. El agente químico no se usa más			

Determinación de la clase de exposición potencial

La exposición potencial se determina combinando las clases obtenidas según la cantidad y la frecuencia de utilización.

Clase de cantidad						
5	0	4	5	5	5	
4	0	3	4	4	5	
3	0	3	3	3	4	
2	0	2	2	2	2	
1	0	1	1	1	1	
	0	1	2	3	4	<b>Clase de frecuencia</b>

Determinación de la puntuación de riesgo potencial

Con los datos obtenidos hasta ahora ya es posible calcular el riesgo potencial, que resultará de la combinación de las clases de peligro y de exposición potencial. A partir del riesgo potencial, se establecen las prioridades, concluyendo así la jerarquización.

Clase de exposición potencial						
5	100	1.000	10.000	100.000	1.000.000	
4	30	300	3.000	30.000	300.000	
3	10	100	1.000	10.000	100.000	
2	3	30	300	3.000	30.000	
1	1	10	100	1.000	10.000	
	1	2	3	4	5	<b>Clase de peligro</b>

Puntuación / producto	Prioridad
>10.000	Elevada
>100 - ≤10.000	Media
≤100	Baja

Cuando la puntuación del riesgo potencial es la misma para dos agentes químicos, la prioridad se establecerá en función del que tiene la clase de peligro más alta.

La jerarquización permite clasificar los agentes químicos peligrosos, los lugares de trabajo o las fases que comprenden una tarea o procedimiento que necesitan una actuación prioritaria.

Las puntuaciones obtenidas para los distintos agentes químicos se pueden sumar, por ejemplo por lugares de trabajo, obteniendo así una puntuación global que permite identificar cuál es el lugar de trabajo con un nivel de riesgo potencial de exposición más alto y centrar, a su vez, la atención en los agentes químicos que tienen mayor puntuación.

Si las puntuaciones de los agentes químicos se ordenan en orden decreciente y se calcula el índice parcial acumulado, expresado en porcentaje del total, este índice permite dar menos importancia a los agentes químicos que no aporten un porcentaje significativo al índice global. Así, de una forma práctica, se podría prescindir, en la mayoría de casos, de los que en su conjunto signifiquen apenas un 20%, salvo los que estén regulados por una legislación específica.

En la misma línea, se podría dar por finalizada la evaluación en esta etapa cuando el nivel de prioridad obtenido para todos los riesgos identificados sea bajo. Para que esto sea así, tienen que darse simultáneamente las condiciones siguientes:

- Que la clase de peligro sea siempre inferior a 3 y
- Que la puntuación del riesgo potencial sea menor o igual a 100 para todos ellos.

## Evaluación simplificada del riesgo por inhalación (I): método basado en el “COSHH Essentials” del HSE

Los métodos simplificados se utilizan para filtrar tareas, puestos o agentes químicos que requieren un estudio pormenorizado y un seguimiento posterior, es decir, para realizar una jerarquización y establecer prioridades de acción.

Los métodos simplificados presentan las siguientes ventajas:

- Sencilla comprensión y aplicación, ya que utilizan una información fácilmente obtenible y fiable
- Aplicables a sustancias que no tienen establecido valor límite ambiental
- Permiten seleccionar un pequeño grupo de todos los agentes químicos inventariados con riesgo potencial significativo y abordar su estudio posterior de una forma más detallada.
- Pueden facilitar la elección del método a seguir cuando sea necesaria la determinación cuantitativa.

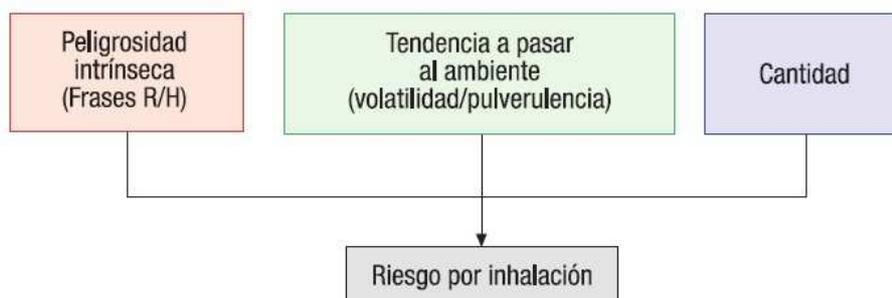
### Método basado en el método del HSE

A continuación, se expone una metodología que está basada en el “COSHH Essentials” del *Health and Safety Executive* (HSE). La metodología original establece unos niveles de control y ofrece fichas para reducir el riesgo teniendo en cuenta no sólo el nivel de control obtenido, sino también, la tarea, la operación o el proceso evaluado.

Esta metodología se diseñó para determinar el nivel de control necesario de un proceso.

La utilización de este método permite conocer el nivel de control necesario a aplicar en función de los riesgos potenciales y proponer, en consecuencia, las medidas adicionales en los casos en que las adoptadas de partida sean insuficientes.

El nivel de riesgo potencial se determina a partir de las variables de la figura siguiente:



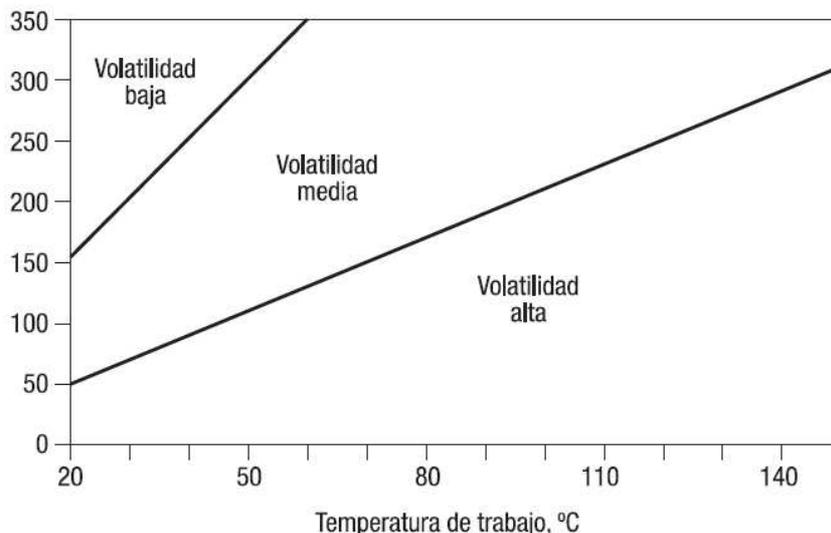
### Peligrosidad intrínseca de la sustancia

La peligrosidad intrínseca de la sustancia se clasifica en cinco categorías: A, B, C, D y E, en función de las frases R o H, tal y como se indica en la tabla. El nivel de peligrosidad aumenta de A hasta E. Cuando las frases R o H de una sustancia den lugar a distinto nivel de peligrosidad, se elegirá el mayor de ellos.

Nivel de peligrosidad	Frases R	Frases H
A	Todas las sustancias que no tengan asignadas frases R que correspondan a los grupos B a E	H305, H333, H336 Todas las sustancias que no tengan asignadas frases H que correspondan a los grupos B a H
B	R20 R20/21, R20/22, R20/21/22 R68/20, R68/20/21, R68/20/22, R68/20/21/22	H332 H371
C	R23 R23/24, R23/25, R23/24/25 R37 R36/37, R36/37/38, R37/38 R39/23, R39/23/24, R39/23/25, R39/23/24/25 R48/20, R48/20/21, R48/20/22, R48/20/21/22	H331 H335 H370 H373
D	R26 R26/27, R26/28, R26/27/28 R39/26, R39/26/27, R39/26/28, R39/26/27/28 R40 R48/23, R48/23/24, R48/23/25, R48/23/24/25 R60 R61 R62 R63 R64	H330 H351 H360 H361 H362 H372
E	R42 R42/43 R45 R46 R49 R68	H334 H340 H341 H350

Tendencia a pasar al ambiente

La tendencia a pasar al ambiente se clasifica en alta, media y baja. Para los líquidos se determina en función del punto de ebullición y la temperatura de trabajo, mientras que, para los sólidos, se valora su tendencia a formar polvo.



Descripción del material sólido	Tendencia a formar polvo
Polvos finos y de baja densidad. Al usarlos se observan nubes de polvo que permanecen en suspensión varios minutos. Ejemplos: cemento, negro de humo, yeso, etc.	Alta
Sólidos granulares o cristalinos. Se produce polvo durante su manipulación, que se deposita rápidamente, pudiéndose observar sobre las superficies adyacentes. Ejemplo: polvo de detergente.	Media
Sustancias en forma de granza (pellets) que no tienen tendencia a romperse. No se aprecia polvo durante su manipulación. Ejemplos: granza de PVC, escamas, pepitas, etc.	Baja

Cantidad utilizada por operación

La cantidad utilizada de sustancia por operación se clasifica en pequeña, mediana y grande siguiendo el criterio de la tabla:

Clase de cantidad	Cantidad utilizada
Pequeña	Gramos o mililitros
Mediana	Kilogramos o litros
Grande	Toneladas o metros cúbicos

Nivel de riesgo potencial

A partir de las variables anteriores se calcula el nivel de riesgo potencial siguiendo lo indicado en la tabla:

Grado de peligrosidad	Cantidad usada	Baja volatilidad o pulverulencia	Media volatilidad	Media pulverulencia	Alta volatilidad o pulverulencia
A	Pequeña	1	1	1	1
	Mediana	1	1	1	2
	Grande	1	1	2	2
B	Pequeña	1	1	1	1
	Mediana	1	2	2	2
	Grande	1	2	3	3
C	Pequeña	1	2	1	2
	Mediana	2	3	3	3
	Grande	2	4	4	4
D	Pequeña	2	3	2	3
	Mediana	3	4	4	4
	Grande	3	4	4	4
E	<b>En todas las situaciones con sustancias de este grado de peligrosidad, se considerará que el nivel de riesgo es 4.</b>				

En función del nivel de riesgo obtenido se deciden las acciones a tomar para controlar la exposición.

Nivel de riesgo	Acciones a tomar
1	Ventilación general.
2	Medidas específicas de prevención y protección, por ejemplo, extracción localizada.
3	Confinamiento o sistemas cerrados. Mantener, siempre que sea posible, el proceso a una presión inferior a la atmosférica para dificultar el escape de las sustancias.
4	Cumplir con la legislación, cuando se trate de sustancias cancerígenas y/o mutágenas de categorías 1 y 2. Adoptar medidas específicas. Realizar una evaluación detallada de la exposición. Verificar con mayor frecuencia la eficacia de las instalaciones de control.

Habrà que comprobar periódicamente el buen funcionamiento de las medidas de control y su suficiencia para mantener la exposición en condiciones aceptables.

En el nivel 4 se encuentran sustancias altamente tóxicas o sustancias de toxicidad moderada en grandes cantidades que se pueden liberar fácilmente a la atmosfera, por lo que, en estos casos, está indicado realizar una evaluación detallada de la exposición, con mediciones ambientales, siempre que sean posibles.

## Evaluación simplificada del riesgo por inhalación (II): método basado en el método del INRS

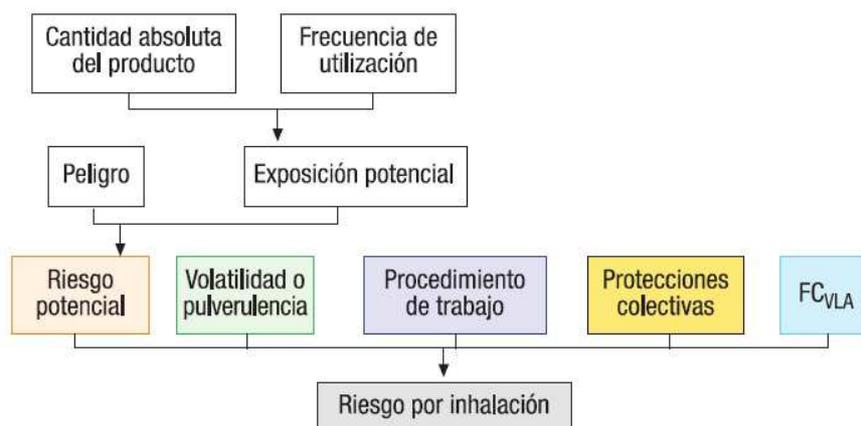
Está basado en el propuesto por el *Institut National de Recherche et de Sécurité* (INRS). Este método es más completo que el descrito en el apartado anterior puesto que la evaluación se realiza considerando más parámetros, entre ellos, el tipo de procedimiento y la ventilación.

Como etapa previa a la aplicación de este método, se recomienda realizar la jerarquización de riesgos.

La evaluación simplificada del riesgo por inhalación de agentes químicos se realiza a partir de las siguientes variables:

- Riesgo potencial
- Propiedades físico-químicas (la volatilidad o la pulverulencia, según el estado físico)
- Procedimiento de trabajo
- Medios de protección colectiva (ventilación)
- Un factor de corrección ( $FC_{VLA}$ ), cuando el valor límite ambiental (VLA) del agente químico (AQ) sea muy pequeño, inferior a  $0,1 \text{ mg/m}^3$ .

Para cada variable se establecen unas clases y una puntuación asociada a cada clase. La puntuación del riesgo se hace a partir de la puntuación obtenida para estas cuatro variables y el factor de corrección que sea aplicable. El esquema a seguir se encuentra en la figura:



### Determinación del riesgo potencial

El cálculo del riesgo potencial se hace a partir del peligro, la cantidad absoluta de agente químico y la frecuencia de utilización. Esta parte del esquema es similar al utilizado en “Jerarquización de riesgos para la salud”, con la diferencia de que aquí las cantidades que se utilizan son absolutas.

### Determinación de la clase de peligro

Las clases de peligro se establecen siguiendo los criterios de la tabla. Para asignar una clase de peligro a un agente químico es necesario conocer sus frases R o H.

Clase de peligro	Frases R	Frases H	VLA mg/m3 (1)	Materiales y procesos
1	Tiene frases R, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	Tiene frases H, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	>100	
2	R37 R36/37, R37/38, R36/37/38 R67	H335 H336	> 10 ≤ 100	Hierro/ Cereal y derivados/ grafito/ material de construcción/ talco/ cemento/ composites/ madera de combustión tratada/ soldadura metales-plásticos/ material vegetal-animal
3	R20 R20/21, R20/22, R20/21/22 R33 R48/20, R48/20/21, R48/20/22, R48/20/21/22 R62, R63, R64, R65 R68/20, R68/20/21, R68/20/22, R68/20/21/22	H304 H332 H361 H361d H361f H361fd H362 H371 (2) H373 (2) EUH071	>1 ≤ 10	Soldadura inoxidable Fibras cerámicas-vegetales Pinturas de plomo Muelas Arenas Aceites de corte y refrigerantes
4	R15/29 R23 R23/24, R23/25, R23/24/25 R29, R31 R39/23, R39/23/24, R39/23/25, R39/23/24/25 R40 R42 R42/43 R48/23, R48/23/24, R48/23/24, R48/23/24/25 R60, R61, R68	H331 H334 H341 H351 H360 H360F H360FD H360D H360Df H360Fd H370 (2) H372 (2) EUH029 EUH031	>0,1 ≤ 1	Maderas blandas y derivados Plomo metálico Fundición y afinaje de plomo
5	R26 R26/27, R26/28, R26/27/28, R32, R39 R39/26 R39/26/27, R39/26/28, R39/26/27/28 R45, R46, R49	H330 H340 H350 H350i EUH032 EUH070	≤ 0,1	Amianto <sup>(3)</sup> y materiales que lo contienen Betunes y breas Gasolina <sup>(4)</sup> (carburante) Vulcanización Maderas duras y derivados <sup>(5)</sup>
(1) Cuando se trate de materia particulada, este valor se divide entre 10 (2) Únicamente si la frase especifica vía inhalatoria. Si no especifica ninguna vía, se recomienda consultar las frases R para comprobar a que vía o vías se refiere. (3) Posee legislación específica obligatoria que requiere evaluación cuantitativa (4) Se refiere únicamente al trabajo en contacto directo con este agente (5) Se refiere a polvo de maderas considerado como cancerígeno				

Determinación de la clase de cantidad

La clase de cantidad se calcula según el criterio de la tabla, teniendo en cuenta las cantidades por día. En el caso de tratarse de un gas, se tomará el volumen en condiciones normales de presión y temperatura.

Clase de cantidad	Cantidad/día
1	< 100 g o ml
2	≥100 g o ml y < 10 kg o l
3	≥ 10 y < 100 kg o l
4	≥ 100 y < 1000 kg o l
5	≥1000 kg o l

Determinación de la clase de frecuencia

Para asignar la clase de frecuencia se emplea la tabla:

Utilización	Ocasional	Intermitente	Frecuente	Permanente
Día	≤ 30 min	>30 - ≤120min	>2 - ≤6h	>6h
Semana	≤ 2h	>2-8h	1-3 días	> 3 días
Mes	1 día	2-6 días	7-15 días	> 15 días
Año	≤ 15 días	> 15 días - ≤ 2 meses	>2 - ≤ 5 meses	> 5 meses
Clase	1	2	3	4
	0: El agente químico no se usa hace al menos un año. El agente químico no se usa más			

Determinación de la clase de exposición potencial

Con las clases de cantidad y frecuencia se determina la exposición potencial, tal y como se indica a continuación:

Clase de cantidad						
5	0	4	5	5	5	
4	0	3	4	4	5	
3	0	3	3	3	4	
2	0	2	2	2	2	
1	0	1	1	1	1	
	0	1	2	3	4	<b>Clase de frecuencia</b>

Determinación y puntuación de la clase de riesgo potencial

A partir de las clases de peligro y de exposición potencial se determina la clase de riesgo potencial siguiendo el criterio siguiente:

<b>Clase de exposición potencial</b>						
5	2	3	4	5	5	
4	1	2	3	4	5	
3	1	2	3	4	5	
2	1	1	2	3	4	
1	1	1	2	3	4	
	1	2	3	4	5	<b>Clase de peligro</b>

Una vez establecida la clase de riesgo potencial, ésta se puntúa de acuerdo con la tabla de abajo:

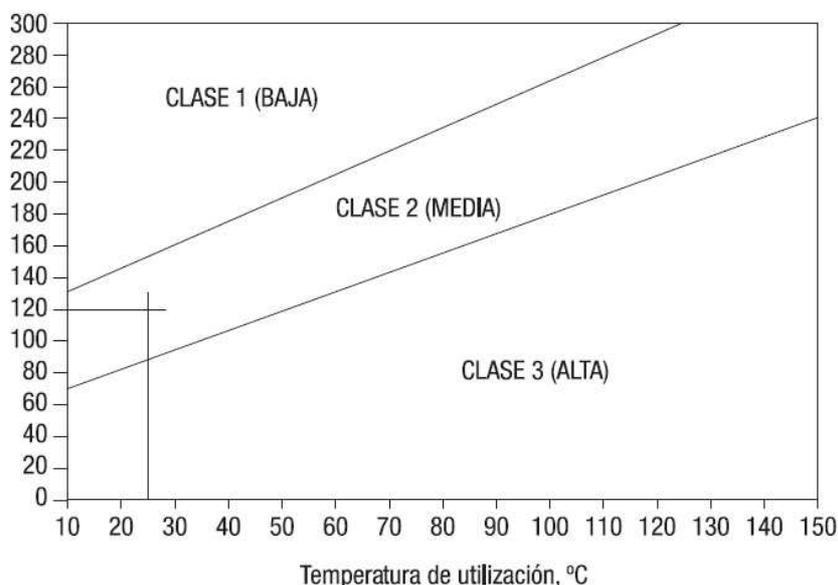
Clase de Riesgo Potencial	Puntuación de Riesgo Potencial
5	10.000
4	1.000
3	100
2	10
1	1

Determinación de la volatilidad o pulverulencia

La tendencia del agente químico a pasar al ambiente se establece en función del estado físico. Para los sólidos se establecen tres clases de pulverulencia, según los criterios recogidos en la tabla siguiente:

Descripción del material sólido	Clase de pulverulencia
Material en forma de polvo fino. Formación de polvo que queda en suspensión en la manipulación (por ejemplo: azúcar en polvo, harina, cemento, yeso...).	3
Material en forma de polvo en grano (1-2 mm). El polvo sedimenta rápido en la manipulación (por ejemplo: azúcar consistente cristalizada).	2
Material en pastillas, granulado, escamas (varios mm o 1-2 cm) sin apenas emisión de polvo en la manipulación.	1

Para los líquidos existen tres clases de volatilidad, en función de la temperatura de ebullición y la temperatura de utilización del agente químico siguiendo lo indicado en la figura siguiente:



En caso de duda se debe optar por la categoría superior, para tomar la opción más desfavorable.

Si el proceso se desarrolla a distintas temperaturas, para calcular la volatilidad debe usarse la temperatura más alta.

Existen algunos agentes químicos que tienen una presión de vapor lo suficientemente grande como para poder estar presentes en el ambiente en forma de materia particulada y en forma de vapor simultáneamente.

En estos casos, se calcula la volatilidad del compuesto como un sólido, es decir, teniendo en cuenta la pulverulencia, y como un líquido, utilizando en este caso la presión de vapor a la temperatura de trabajo, en lugar de la temperatura de ebullición y la temperatura de trabajo, y se considera la más alta de las dos. En la siguiente tabla se muestra como asignar la clase de volatilidad en función de la presión de vapor, Pv.

<b>Presión de vapor a la temperatura de trabajo</b>	<b>Clase de volatilidad</b>
$P_v \geq 25 \text{ KPa}$	3
$0,5 \text{ KPa} \leq P_v < 25 \text{ KPa}$	2
$P_v < 0,5 \text{ KPa}$	1

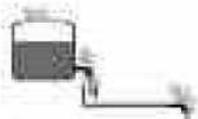
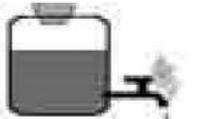
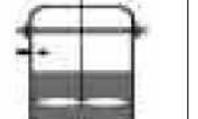
A los gases, a los humos y a los líquidos o sólidos en suspensión líquida que se utilicen en operaciones de pulverización (*spraying*) se les atribuye siempre clase 3.

La clase de volatilidad o pulverulencia asignada a cada agente químico se puntúa siguiendo el criterio de la tabla.

Clase de volatilidad o pulverulencia	Puntuación de volatilidad o pulverulencia
3	100
2	10
1	1

Determinación del procedimiento

Otro de los parámetros que hay que considerar en la evaluación es el procedimiento de utilización del agente químico. Se establecen cuatro clases de procedimiento: dispersivo, abierto, cerrado con aperturas regulares y cerrado permanentemente. En la figura siguiente se dan algunos ejemplos de estos sistemas, el criterio para asignar la clase de procedimiento y su correspondiente puntuación.

Dispersivo	Abierto	Cerrado/abierto regularmente	Cerrado permanente
 <p>Ejemplos: Pintura a pistola, taladro, muela, vaciado de sacos a mano, de cubos... Soldadura al arco... Limpieza con trapos. Máquinas portátiles (sierras, cepillos...)</p>	 <p>Ejemplos: Conductos del reactor, mezcladores abiertos, pintura a brocha, a pincel, puesto de acondicionamiento (toneles, bidones...) Manejo y vigilancia de máquinas de impresión</p>	 <p>Ejemplos: Reactor cerrado con cargas regulares de agentes químicos, toma de muestras, máquina de desengrasar en fase líquida o de vapor...</p>	 <p>Ejemplos: Reactor químico</p>
Clase 4	Clase 3	Clase 2	Clase 1
puntuación de procedimiento			
1	0,5	0,05	0,001

Determinación de la protección colectiva

En función de la protección colectiva utilizada se establecen cinco clases que se puntúan de acuerdo con lo indicado en la siguiente figura:



Corrección en función del VLA

El procedimiento aplicado hasta aquí puede subestimar el riesgo cuando se aplica a sustancias que tienen un valor límite muy bajo.

Por este motivo se hace necesario aplicar un factor de corrección, FC, en función de la magnitud de VLA. Si el compuesto no tiene VLA, se considerará que el FC<sub>VLA</sub> es 1.

VLA	FC <sub>VLA</sub>
VLA > 0,1	1
0,01 < VLA ≤ 0,1	10
0,001 < VLA ≤ 0,01	30
VLA ≤ 0,001	100

Cálculo de la puntuación del riesgo por inhalación

Una vez que se han determinado las clases de riesgo potencial, de volatilidad, de procedimiento y de protección colectiva y que se han puntuado de acuerdo con los criterios anteriormente indicados, se calcula la puntuación del riesgo por inhalación ( $P_{inh}$ ) aplicando la siguiente fórmula:

$$P_{inh} = P_{\text{riesgo potencial}} \times P_{\text{volatilidad}} \times P_{\text{procedimiento}} \times P_{\text{protección colectiva}} \times FC_{VLA}$$

Con esa puntuación se caracteriza el riesgo utilizando la tabla siguiente:

<b>Puntuación del riesgo por inhalación</b>	<b>Prioridad de acción</b>	<b>Caracterización del riesgo</b>
> 1.000	1	Riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas)
> 100 y ≤ 1.000	2	Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación más detallada (mediciones)
≤100	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)

**Ecuación simplificada del riesgo por contacto v/o absorción por la piel. Método del INRS**

Aquí se expone el método simplificado del INRS que puede utilizarse para realizar la evaluación del riesgo por contacto y que, además, permite realizar una primera aproximación cuando haya absorción por vía dérmica.

La evaluación del riesgo se hace a partir de estas tres variables: peligro, superficie del cuerpo expuesta y frecuencia de exposición.



Determinación y puntuación de la clase de peligro

Clase de peligro	Frases R	Frases H	VLA mg/m3 (1) (2)
1	Tiene frases R, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	Tiene frases H, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	>100
2	R38 R36/37, R36/38, R36/37/38, R37/38 R66	H315 EUH066	> 10 ≤ 100
3	R21 R20/21, R21/22, R20/21/22 R33 R34 R48/21, R48/20/21, R48/21/22, R48/20/21/22 R62, R63, R64, R68/21, R68/20/21/22	H312 H314 (Corr. Cut. 1B y 1C) H361 H361d H361f H361fd H362 H371 (3) H373 (3)	>1 ≤ 10
4	R15/29 R24 R23/24, R24/25, R23/24/25 R29, R31 R35 R39/24, R39/23/24, R39/24/25, R39/23/24/25 R40 R43 R42/43 R48/24, R48/23/24, R48/24/25, R48/23/24/25 R60, R61, R68	H311 H314 (Corr. Cut. 1A) H317 H341 H351 H360, H360F, H360FD, H360D, H360Df, H360Fd H370 (3) H372 (3) EUH029 EUH031	>0,1 ≤ 1
5	R27 R26/27, R27/28, R26/27/28, R32, R39 R39/27 R39/26/27, R39/26/27/28 R45, R46	H310 H340 H350 EUH032 EUH070	≤ 0,1
(1) Cuando se trate de materia particulada, este valor se divide entre 10 (2) Cuando en el Documento Límites de Exposición Profesional para agentes químicos en España figure la sustancia con notación "vía dérmica" (3) Únicamente si la frase especifica vía dérmica. Si no especifica ninguna vía, se recomienda consultar las frases R para comprobar a que vía o vías se refiere.			

Una vez establecida la clase de peligro, ésta se puntúa de acuerdo con la tabla siguiente:

Clase de peligro	Puntuación de peligro
5	10.000
4	1.000
3	100
2	10
1	1

Determinación de la puntuación por superficie expuesta

En función de la superficie corporal expuesta se asigna una puntuación según lo indicado a continuación:

Superficies expuestas	Puntuación de superficie
Una mano	1
Dos manos Una mano + antebrazo	2
Dos manos + antebrazo Brazo completo	3
Miembros superiores y torso y/o pelvis y/o las piernas	10

Determinación de la puntuación por frecuencia de exposición

La clase de frecuencia de exposición se determina según los criterios expuestos en la tabla siguiente. Existen cuatro clases de frecuencia de exposición en función de que el uso del producto químico sea ocasional, intermitente, frecuente o permanente y cada una lleva asignada una puntuación.

Frecuencia de exposición	Puntuación de frecuencia
Ocasional: < 30 min/día	1
Intermitente: 30 min - 2 h/día	2
Frecuente: 2h - 6 h/día	5
Permanente: > 6 h/día	10

Cálculo de la puntuación del riesgo por contacto/absorción

Una vez que se han determinado la puntuación del peligro, de la superficie expuesta y de la frecuencia de exposición, se calcula la puntuación del riesgo por contacto con la piel y/o absorción ( $P_{piel}$ ) aplicando la siguiente fórmula.

$$P_{piel} = \text{puntuación peligro} \times \text{puntuación superficie} \times \text{puntuación frecuencia}$$

Con esa puntuación, se caracteriza el riesgo utilizando la tabla siguiente:

Puntuación del riesgo	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
> 1.000	1	Riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas)
> 100 y ≤ 1.000	2	Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación más detallada
≤ 100	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)

Si como resultado de la evaluación, el riesgo se clasifica como “riesgo a priori bajo” se podrá:

- Concluir la evaluación y elaborar el informe correspondiente,
- Continuar con la evaluación del riesgo por absorción a través de la piel, en el caso de que exista notación “vía dérmica”

Si el riesgo es “moderado” se podrá:

- Obtener una evaluación más detallada y determinar la necesidad de adoptar medidas correctoras,
- Continuar con la evaluación del riesgo por absorción a través de la piel, en el caso de que exista notación “vía dérmica”.

Si el riesgo se ha clasificado como “probablemente muy elevado”, habrá que adoptar medidas correctoras inmediatas y volver a evaluar.

### 3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y POSIBLES SOLUCIONES

#### 3.1 AMORTIGUADOR

##### 3.1.1 Método OWAS

###### Datos del trabajador

Nombre del trabajador	<input type="text"/>
Sexo	<input type="text" value="Hombre"/>
Edad	<input type="text" value="45"/>
Antigüedad en el puesto	<input type="text" value="6 años"/>
Tiempo que ocupa el puesto por jornada	<input type="text" value="6 horas"/>
Duración de la jornada laboral	<input type="text" value="8 horas"/>

###### Observaciones



**Resumen de los resultados obtenidos**

**Información general:**

Número de fases en el estudio: 8

Fases mostradas: Todas las fases

Número total de observaciones: 8

Número total de posturas distintas: 8

**Tabla de clasificación de Riesgos**

La siguiente tabla muestra la clasificación que el método realiza del riesgo asociado a la tarea, indicando para cada valor del riesgo, su código de color, el tipo de postura que representa y la acción correctiva necesaria. El código de color será utilizado en el listado de códigos y en los gráficos de frecuencia.

Riesgo	Información	Acciones correctivas
1	Postura normal y natural sin efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	En un futuro cercano
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Lo antes posible
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Inmediatamente

**Porcentaje de posturas en cada categoría de riesgo**

Riesgo	Porcentaje de posturas
1	37,5%
2	12,5%
3	50%
4	0%

**Postura más crítica**

En caso de existir varias posturas críticas de igual frecuencia aparecerán los datos de la primera de ellas.

	Espalda	Brazos	Piernas	Cargas
<b>Código</b>	2	1	3	3
<b>Postura</b>	Espalda doblada	Los dos brazos bajos	Sobre pierna recta	>= 20 Kg.
<b>Riesgo</b>	3			
<b>Frecuencia</b>	100 %			

Existen varias posturas con riesgo 3. La tabla muestra la postura de mayor frecuencia con dicho riesgo. Consulte la lista de "códigos de postura" para ver el resto de posturas críticas.

Fase de mayor riesgo: Fase 4: Caja tornillos

**Riesgo por partes del cuerpo**

La siguiente tabla muestra el porcentaje de posturas en cada nivel de riesgo para cada miembro.

	Riesgo 4	Riesgo 3	Riesgo 2	Riesgo 1
<b>Espalda</b>	0%	0%	62,5%	37,5%
<b>Brazos</b>	0%	0%	37,5%	62,5%
<b>Piernas</b>	0%	0%	12,5%	87,5%

La siguiente tabla muestra los códigos introducidos en cada fase.  
 Para cada código se muestra el número de repeticiones (frecuencia), el porcentaje del total de códigos de la fase que dicho código representa, y el valor del riesgo asociado al código.



<b>Fase: Fase 1: Placa inferior (1)</b>							
<b>Nº</b>	<b>Código de postura</b>				<b>Frecuencia</b>	<b>Frecuencia %</b>	<b>Riesgo</b>
	<b>Espalda</b>	<b>Brazos</b>	<b>Piernas</b>	<b>Carga</b>			
1	1	1	2	2	1	100	1

**Nº de observaciones de la fase: 1**

**Nº de posturas de la fase: 1**



Fase: Fase 2: Placa inferior (2)							
Nº	Código de postura				Frecuencia	Frecuencia %	Riesgo
	Espalda	Brazos	Piernas	Carga			
1	2	1	2	2	1	100	2

Nº de observaciones de la fase: 1

Nº de posturas de la fase: 1



Fase: Fase 3: Embolo							
Nº	Código de postura				Frecuencia	Frecuencia %	Riesgo
	Espalda	Brazos	Piernas	Carga			
1	1	2	2	2	1	100	1

Nº de observaciones de la fase: 1

Nº de posturas de la fase: 1



Fase: Fase 4: Caja tornillos							
Nº	Código de postura				Frecuencia	Frecuencia %	Riesgo
	Espalda	Brazos	Piernas	Carga			
1	2	1	3	3	1	100	3

Nº de observaciones de la fase: 1

Nº de posturas de la fase: 1



Fase: Fase 5: Agarre final (1)							
Nº	Código de postura				Frecuencia	Frecuencia %	Riesgo
	Espalda	Brazos	Piernas	Carga			
1	2	1	4	3	1	100	3

Nº de observaciones de la fase: 1

Nº de posturas de la fase: 1



Fase: Fase 6: Agarre final (2)							
Nº	Código de postura				Frecuencia	Frecuencia %	Riesgo
	Espalda	Brazos	Piernas	Carga			
1	1	1	2	3	1	100	1

Nº de observaciones de la fase: 1

Nº de posturas de la fase: 1



**Fase: Fase 7: Apriete tornillos**

Nº	Código de postura				Frecuencia	Frecuencia %	Riesgo
	Espalda	Brazos	Piernas	Carga			
1	4	2	2	2	1	100	3

**Nº de observaciones de la fase: 1**

**Nº de posturas de la fase: 1**



Fase: Fase 8: Comprobación							
Nº	Código de postura				Frecuencia	Frecuencia %	Riesgo
	Espalda	Brazos	Piernas	Carga			
1	4	2	3	1	1	100	3

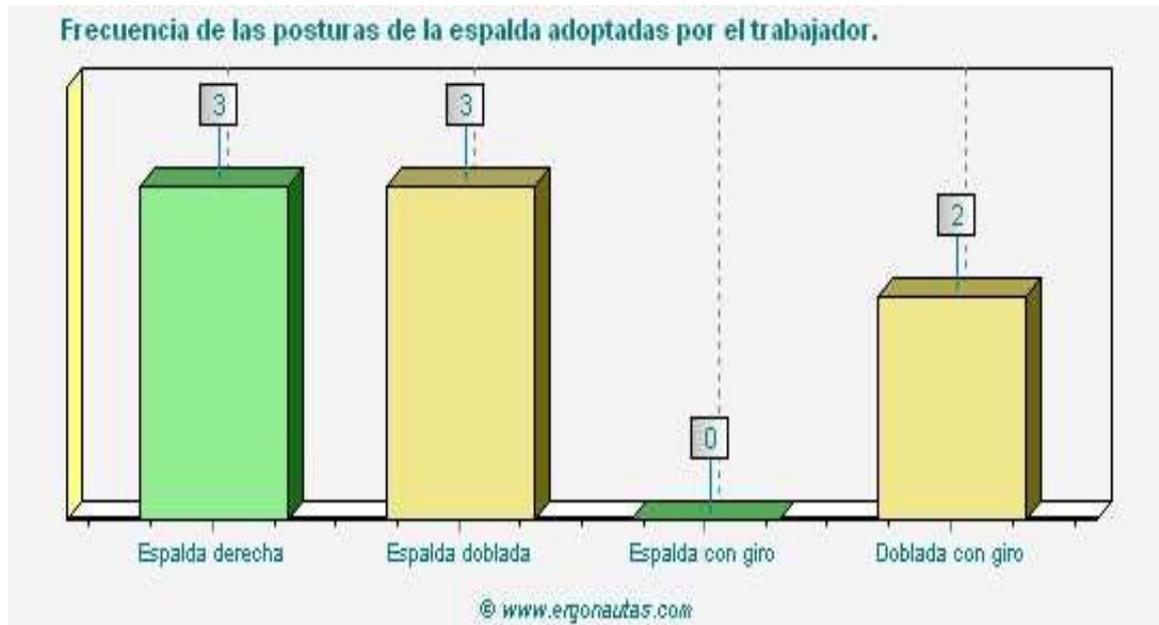
Nº de observaciones de la fase: 1

Nº de posturas de la fase: 1

### Gráficos de frecuencia

Las siguientes figuras muestran gráficamente la frecuencia y el porcentaje de frecuencia de cada posición de la espalda, los brazos y las piernas, así como de los intervalos de cargas y fuerzas soportados por el trabajador durante la realización de la tarea. El código de color aplicado se corresponde con el mostrado en la "Tabla de clasificación de Riesgos", excepto para los intervalos de cargas y fuerzas cuyo riesgo no se contempla en el método.

Posiciones de la espalda



Posiciones de los brazos



### Posiciones de las piernas



## **Cargas y fuerzas soportadas**

Nota: el método no contempla el riesgo para las cargas



## **Conclusiones y posibles soluciones**

### **Conclusiones**

En el montaje del amortiguador la parte del cuerpo que más sufre es la espalda, seguidamente las piernas y por último los brazos.

Hay que tener en cuenta que tanto las piezas del montaje como el producto final tienen bastante peso, lo que hace más peligroso desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales el trabajo de montaje.

Analizando los resultados, vemos que hay que dar solución inmediata en las fases 7 y 8 (apriete de tornillos y comprobación) ya que son las más perjudiciales para la espalda.

En el caso de las piernas, habría que dar soluciones a corto plazo en las fases 4, 5 y 8 (caja tornillos, agarre final (1) y comprobación).

### Posibles soluciones

Posiciones de la espalda:

Es necesario eliminar el código de postura 4 en las fases 7 y 8.

Fase 7 → apriete de tornillos → un posible solución sería cambiar el tipo de pistola neumática empleada para esta labor. Lo ideal sería encontrar una pistola que permitiese apretar los tornillos si tener que girar e inclinar la espalda.

Fase 8 → comprobación → la solución más rentable (y económica) sería proporcionar al trabajador una silla regulable en altura. De esta manera mantendría la espalda recta durante la comprobación.

Posiciones de las piernas:

Se podría bajar el código de postura de la fase 5 (agarre final (1)) que en este estudio tiene un 4, colocando la pieza a mayor altura (con la ayuda de pallets, mesas, baldas, etc.)

Si en la fase 8 (comprobación) el trabajador está sentado (como se ha propuesto anteriormente) el código de postura para las piernas pasará de 3 a 0.

Posiciones de los brazos:

Vistos los resultados del análisis no sería necesario aplicar mejoras en el puesto de trabajo en este aspecto. Una vez mejoradas las condiciones expuestas anteriormente, se podría investigar y dar soluciones para evitar daños en esta parte del cuerpo.

Cargas y fuerzas soportadas:

Al no poder disminuir el peso de las piezas (por ser requerimientos de la empresa cliente- en este caso Gamesa), una posible solución sería colocar las piezas sobre superficies móviles. De este modo la repercusión del peso de las piezas será menor.

**MÉTODO RULA (MIEMBROS SUPERIORES)**

HOJA DE RESULTADOS (\*)

**Empresa**

**Referencia**

**Puesto de trabajo**

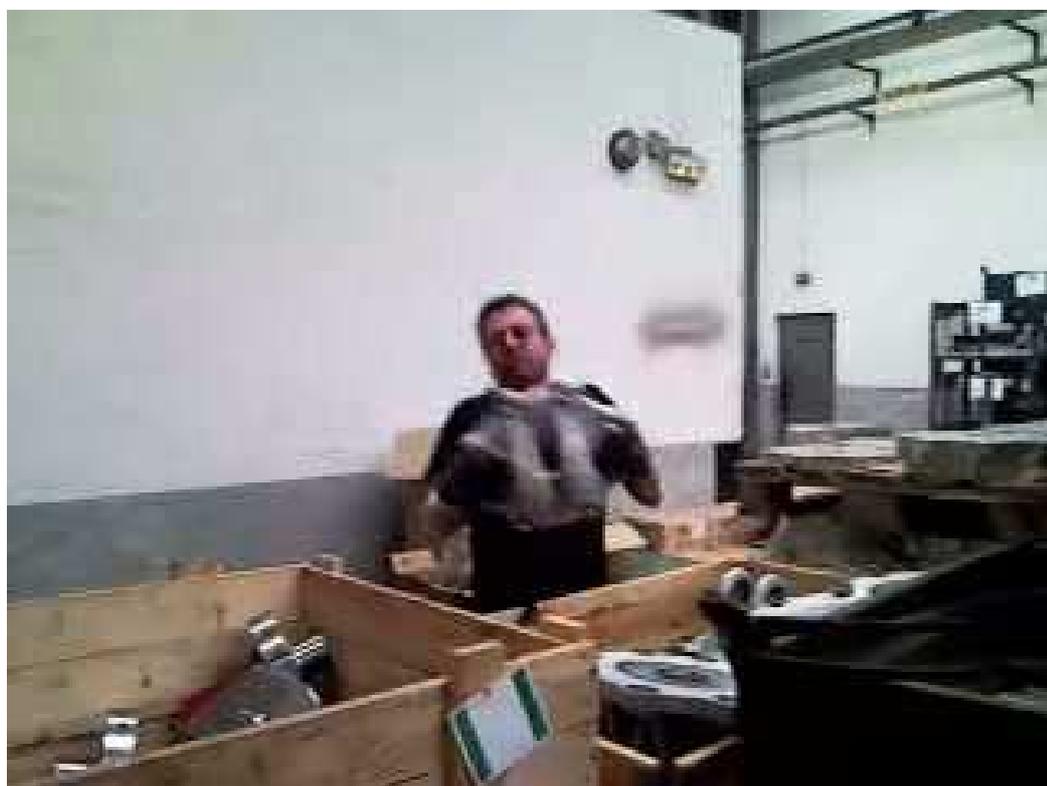
**Área / Sección**

**Operario**

**Fecha de la Observación**

**Postura analizada**

SNC0014900317



GRUPO A		GRUPO B	
<b>Brazo</b>	Extensión < 20 ó Flexión <=20°	<b>Cuello</b>	Flexión de 0 a 10°
• Levanta el hombro		<b>Tronco</b>	Flexión de 0 a 20°
		• Gira el tronco	
<b>Antebrazo</b>	Flexión entre 60 y 100°	<b>Piernas</b>	Piernas y pies no apoyados o el peso no distribuido uniformemente
<b>Muñeca</b>	Posición neutra		
• Rango medio de torsión		<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)	<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.	<b>Puntuación grupo</b>	06
<b>Puntuación grupo</b>	04		

Resultado final obtenido

6

Que se corresponde con el nivel de acción

3

Nivel de acción 1: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos periodos.  
 Nivel de acción 2: Es necesario llevar a cabo más investigaciones así como realizar algunos cambios.  
 Nivel de acción 3: Debe efectuarse una investigación y cambios a corto plazo.  
 Nivel de acción 4: Deben llevarse a cabo inmediatamente tanto la investigación como los cambios.

(\*) Resultados obtenidos utilizando el método de evaluación ergonómica RULA(Rapid upper Limb Assessment), desarrollado por el Instituto de Ergonomía de la Universidad de Nottingham.

Miriam Ponce Arenzana

**MÉTODO RULA (MIEMBROS SUPERIORES)**

HOJA DE RESULTADOS (\*)

<b>Empresa</b>	-----	<b>Referencia</b>	
<b>Puesto de trabajo</b>	Amortiguador-1	<b>Área / Sección</b>	
<b>Operario</b>		<b>Fecha de la Observación</b>	
<b>Postura analizada</b>	SNC0014900479		



GRUPO A		GRUPO B	
<b>Brazo</b>	Extensión < 20 ó Flexión <=20°	<b>Cuello</b>	Flexión de 10 a 20°
	<ul style="list-style-type: none"> <li>El operario está inclinado y apoya el peso del brazo sobre algo</li> </ul>	<b>Tronco</b>	Flexión de 0 a 20°
<b>Antebrazo</b>	Flexión entre 60 y 100°	<b>Piernas</b>	De pie y peso distribuido uniformemente con espacio para cambios de posición
<b>Muñeca</b>	Posición neutra		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desviación radial-cubital</li> <li>Rango medio de torsión</li> </ul>	<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)	<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.	<b>Puntuación grupo</b>	04
<b>Puntuación grupo</b>	04		

Resultado final obtenido

4

Que se corresponde con el nivel de acción

2

Nivel de acción 1: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos periodos.  
 Nivel de acción 2: Es necesario llevar a cabo más investigaciones así como realizar algunos cambios.  
 Nivel de acción 3: Debe efectuarse una investigación y cambios a corto plazo.  
 Nivel de acción 4: Deben llevarse a cabo inmediatamente tanto la investigación como los cambios.

(\*) Resultados obtenidos utilizando el método de evaluación ergonómica RULA(Rapid upper Limb Assessment), desarrollado por el Instituto de Ergonomía de la Universidad de Nottingham.

Miriam Ponce Arenzana

**MÉTODO RULA (MIEMBROS SUPERIORES)**

HOJA DE RESULTADOS (\*)

<b>Empresa</b>	-----	<b>Referencia</b>	
<b>Puesto de trabajo</b>	Amortiguador-1	<b>Área / Sección</b>	
<b>Operario</b>		<b>Fecha de la Observación</b>	
<b>Postura analizada</b>	SNC0014901552		



GRUPO A	
<b>Brazo</b>	Flexión > 90°
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Levanta el hombro</li> </ul>
<b>Antebrazo</b>	Flexión < 60 ó > 100°
<b>Muñeca</b>	Posición neutra
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rango medio de torsión</li> </ul>
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
<b>Puntuación grupo</b>	07

GRUPO B	
<b>Cuello</b>	Flexión de 0 a 10°
<b>Tronco</b>	Flexión de 0 a 20°
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gira el tronco</li> </ul>
<b>Piernas</b>	Piernas y pies no apoyados o el peso no distribuido uniformemente
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
<b>Puntuación grupo</b>	06

Resultado final obtenido

7

Que se corresponde con el nivel de acción

4

Nivel de acción 1: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos periodos.  
 Nivel de acción 2: Es necesario llevar a cabo más investigaciones así como realizar algunos cambios.  
 Nivel de acción 3: Debe efectuarse una investigación y cambios a corto plazo.  
 Nivel de acción 4: Deben llevarse a cabo inmediatamente tanto la investigación como los cambios.

(\* ) Resultados obtenidos utilizando el método de evaluación ergonómica RULA(Rapid upper Limb Assessment), desarrollado por el Instituto de Ergonomía de la Universidad de Nottingham.

Miriam Ponce Arenzana

**MÉTODO RULA (MIEMBROS SUPERIORES)**

HOJA DE RESULTADOS (\*)

<b>Empresa</b>	-----	<b>Referencia</b>	
<b>Puesto de trabajo</b>	Amortiguador-1	<b>Área / Sección</b>	
<b>Operario</b>		<b>Fecha de la Observación</b>	
<b>Postura analizada</b>	SNC0014905499		



GRUPO A	
<b>Brazo</b>	Flexión de 45 a 90°
<b>Antebrazo</b>	Flexión < 60 ó > 100°
<b>Muñeca</b>	Posición neutra <ul style="list-style-type: none"> <li>● Rango medio de torsión</li> </ul>
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
<b>Puntuación grupo</b>	05

GRUPO B	
<b>Cuello</b>	Flexión de 0 a 10°
<b>Tronco</b>	Flexión de 20 a 60°
<b>Piernas</b>	De pie y peso distribuido uniformemente con espacio para cambios de posición
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
<b>Puntuación grupo</b>	05

**Resultado final obtenido**

**6**

**Que se corresponde con el nivel de acción**

**3**

Nivel de acción 1: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos periodos.  
 Nivel de acción 2: Es necesario llevar a cabo más investigaciones así como realizar algunos cambios.  
 Nivel de acción 3: Debe efectuarse una investigación y cambios a corto plazo.  
 Nivel de acción 4: Deben llevarse a cabo inmediatamente tanto la investigación como los cambios.

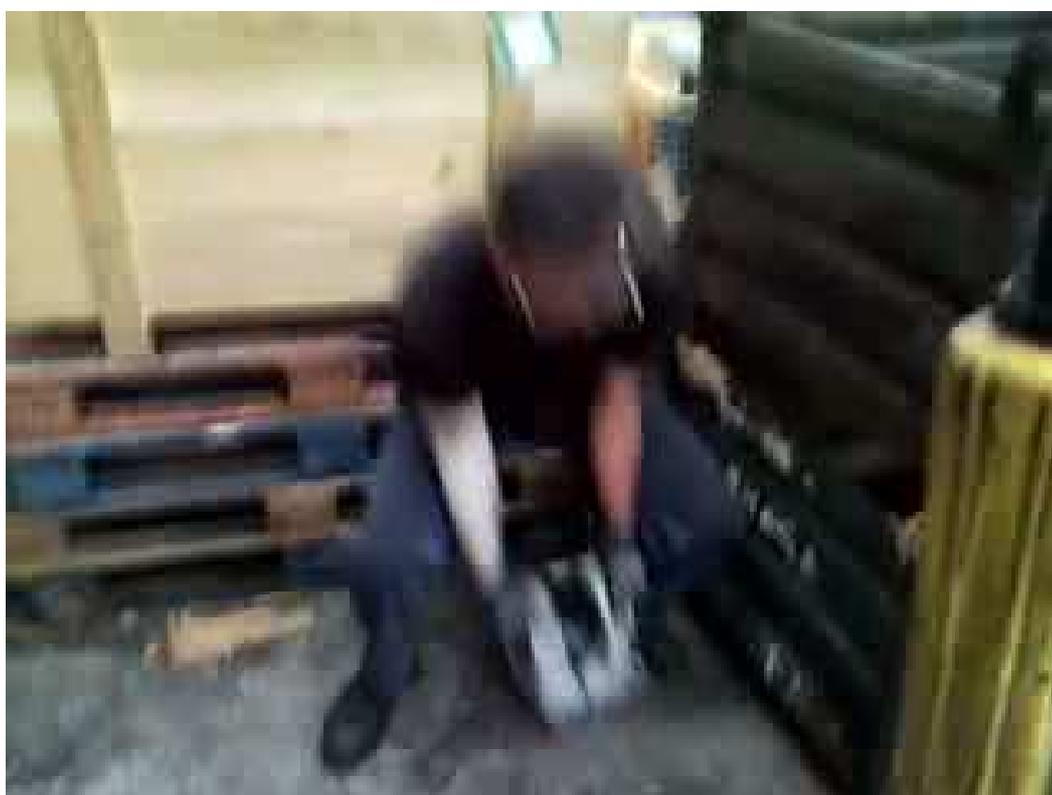
**(\*) Resultados obtenidos utilizando el método de evaluación ergonómica RULA(Rapid upper Limb Assessment), desarrollado por el Instituto de Ergonomía de la Universidad de Nottingham.**

Miriam Ponce Arenzana

**MÉTODO RULA (MIEMBROS SUPERIORES)**

HOJA DE RESULTADOS (\*)

<b>Empresa</b>	-----	<b>Referencia</b>	
<b>Puesto de trabajo</b>	Amortiguador-1	<b>Área / Sección</b>	
<b>Operario</b>		<b>Fecha de la Observación</b>	
<b>Postura analizada</b>	SNC0014909056		



GRUPO A		GRUPO B	
<b>Brazo</b>	Extensión > 20 ó Flexión de 20 a 45° <ul style="list-style-type: none"> <li>● Brazo en abducción</li> </ul>	<b>Cuello</b>	Flexión de 10 a 20°
<b>Antebrazo</b>	Flexión < 60 ó > 100°	<b>Tronco</b>	Flexión de 0 a 20°
<b>Muñeca</b>	Posición neutra <ul style="list-style-type: none"> <li>● Rango medio de torsión</li> </ul>	<b>Piernas</b>	De pie y peso distribuido uniformemente con espacio para cambios de posición
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)	<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.	<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
<b>Puntuación grupo</b>	05	<b>Puntuación grupo</b>	04

**Resultado final obtenido**

**5**

**Que se corresponde con el nivel de acción**

**3**

Nivel de acción 1: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos periodos.  
 Nivel de acción 2: Es necesario llevar a cabo más investigaciones así como realizar algunos cambios.  
 Nivel de acción 3: Debe efectuarse una investigación y cambios a corto plazo.  
 Nivel de acción 4: Deben llevarse a cabo inmediatamente tanto la investigación como los cambios.

**(\*) Resultados obtenidos utilizando el método de evaluación ergonómica RULA(Rapid upper Limb Assessment), desarrollado por el Instituto de Ergonomía de la Universidad de Nottingham.**

**MÉTODO RULA (MIEMBROS SUPERIORES)**

HOJA DE RESULTADOS (\*)

**Empresa**

**Referencia**

**Puesto de trabajo**

**Área / Sección**

**Operario**

**Fecha de la  
Observación**

**Postura analizada**



GRUPO A	
<b>Brazo</b>	Extensión < 20 ó Flexión <=20°
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Brazo en abducción</li> </ul>
<b>Antebrazo</b>	Flexión entre 60 y 100°
<b>Muñeca</b>	Posición neutra
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Desviación radial-cubital</li> <li>● Rango medio de torsión</li> </ul>
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
<b>Puntuación grupo</b>	05

GRUPO B	
<b>Cuello</b>	Flexión de 0 a 10°
<b>Tronco</b>	Flexión de 0 a 20°
<b>Piernas</b>	De pie y peso distribuido uniformemente con espacio para cambios de posición
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
<b>Puntuación grupo</b>	04

**Resultado final obtenido**

**5**

**Que se corresponde con el nivel de acción**

**3**

Nivel de acción 1: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos periodos.  
 Nivel de acción 2: Es necesario llevar a cabo más investigaciones así como realizar algunos cambios.  
 Nivel de acción 3: Debe efectuarse una investigación y cambios a corto plazo.  
 Nivel de acción 4: Deben llevarse a cabo inmediatamente tanto la investigación como los cambios.

**(\*) Resultados obtenidos utilizando el método de evaluación ergonómica RULA(Rapid upper Limb Assessment), desarrollado por el Instituto de Ergonomía de la Universidad de Nottingham.**

Miriam Ponce Arenzana

## MÉTODO RULA (MIEMBROS SUPERIORES)

HOJA DE RESULTADOS (\*)

<b>Empresa</b>	-----	<b>Referencia</b>	
<b>Puesto de trabajo</b>	Amortiguador-1	<b>Área / Sección</b>	
<b>Operario</b>		<b>Fecha de la Observación</b>	
<b>Postura analizada</b>	SNC0014911730		



GRUPO A	
<b>Brazo</b>	Flexión de 45 a 90°
●	Brazo en abducción
<b>Antebrazo</b>	Flexión entre 60 y 100°
<b>Muñeca</b>	Posición neutra
●	Rango medio de torsión
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Fuerza o carga</b>	Carga o esfuerzo intermitente entre 2 y 10 Kg.
<b>Puntuación grupo</b>	05

GRUPO B	
<b>Cuello</b>	Flexión de 0 a 10°
<b>Tronco</b>	Flexión de 0 a 20°
●	Inclina el tronco
<b>Piernas</b>	De pie y peso distribuido uniformemente con espacio para cambios de posición
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Fuerza o carga</b>	Carga o esfuerzo intermitente entre 2 y 10 Kg.
<b>Puntuación grupo</b>	04

Resultado final obtenido

5

Que se corresponde con el nivel de acción

3

Nivel de acción 1: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos periodos.

Nivel de acción 2: Es necesario llevar a cabo más investigaciones así como realizar algunos cambios.

Nivel de acción 3: Debe efectuarse una investigación y cambios a corto plazo.

Nivel de acción 4: Deben llevarse a cabo inmediatamente tanto la investigación como los cambios.

(\* Resultados obtenidos utilizando el método de evaluación ergonómica RULA(Rapid upper Limb Assessment), desarrollado por el Instituto de Ergonomía de la Universidad de Nottingham.

Miriam Ponce Arenzana

## MÉTODO RULA (MIEMBROS SUPERIORES)

HOJA DE RESULTADOS (\*)

<b>Empresa</b>	-----	<b>Referencia</b>	
<b>Puesto de trabajo</b>	Amortiguador-1	<b>Área / Sección</b>	
<b>Operario</b>		<b>Fecha de la Observación</b>	
<b>Postura analizada</b>	SNC0014912102		



GRUPO A		GRUPO B	
<b>Brazo</b>	Flexión de 45 a 90°	<b>Cuello</b>	Flexión de 0 a 10°
●	Brazo en abducción	<b>Tronco</b>	Flexión de 0 a 20°
		●	Inclina el tronco
<b>Antebrazo</b>	Flexión < 60 ó > 100°	<b>Piernas</b>	De pie y peso distribuido uniformemente con espacio para cambios de posición
<b>Muñeca</b>	Posición neutra		
●	Rango medio de torsión	<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
		<b>Fuerza o carga</b>	Carga o esfuerzo intermitente menor o igual a 2 Kg.
		<b>Fuerza o carga</b>	Carga o esfuerzo intermitente menor o igual a 2 Kg.
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)	<b>Puntuación grupo</b>	04
<b>Fuerza o carga</b>	Carga o esfuerzo intermitente menor o igual a 2 Kg.	<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Puntuación grupo</b>	04	<b>Fuerza o carga</b>	Carga o esfuerzo intermitente menor o igual a 2 Kg.
		<b>Puntuación grupo</b>	03

Resultado final obtenido

**3**

Que se corresponde con el nivel de acción

**2**

Nivel de acción 1: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos periodos.  
 Nivel de acción 2: Es necesario llevar a cabo más investigaciones así como realizar algunos cambios.  
 Nivel de acción 3: Debe efectuarse una investigación y cambios a corto plazo.  
 Nivel de acción 4: Deben llevarse a cabo inmediatamente tanto la investigación como los cambios.

(\* ) Resultados obtenidos utilizando el método de evaluación ergonómica RULA(Rapid upper Limb Assessment), desarrollado por el Instituto de Ergonomía de la Universidad de Nottingham.

**Conclusiones y posibles soluciones**

Conclusiones:

Nivel	Actuación
1	Cuando la puntuación final es 1 ó 2 la postura es aceptable.
2	Cuando la puntuación final es 3 ó 4 pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
3	La puntuación final es 5 ó 6. Se requiere el rediseño de la tarea; es necesario realizar actividades de investigación.
4	La puntuación final es 7. Se requieren cambios urgentes en el puesto o tarea.

Tabla 17. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

Si observamos la tabla anterior, vemos que hay 5 fases que requieren un rediseño de la tarea (SNC0014900317, SNC0014905499, SNC0014909056, SNC0014909145, SNC0014911730). También hay una fase que requiere cambios urgentes (SNC0014901552).

Posibles soluciones:

SNC0014900317 → en este caso en lugar de tener que trasladar la pieza a pulso, se podría colocar un sistema de correas móviles desde el techo. La misma solución serviría para las fases que se reflejan en las imágenes SNC0014909056, SNC0014909145, SNC0014901552.

SNC0014905499 → para no tener que cargar con la caja de tornillos, la solución sería colocarlos sobre una mesa con ruedas para moverlos con más facilidad y menos esfuerzos.

SNC0014911730 → al igual que al realizar el estudio por el método OWAS, la solución en esta fase pasaría por cambiar la pistola neumática por otra que permita permanecer en postura recta y que no requiera que los brazos estén abducidos.



### Datos del trabajador

Nombre del trabajador	<input type="text"/>
Sexo	Hombre
Edad	45
Antigüedad en el puesto	6 años
Tiempo que ocupa el puesto por jornada	6 horas
Duración de la jornada laboral	8 horas

### Resumen de los resultados obtenidos

#### **TAREASEVALUADAS**

Tipo de análisis: **Multi-tarea**      Duración global del levantamiento: **0 horas, 20 minutos**

El número total de tareas evaluadas es: **4**      La constante de carga (LC) es: **23**

#### **ÍNDICE DE LEVANTAMIENTO COMPUESTO**

El tipo de índice de levantamiento compuesto aplicado es: **Riesgo acumulado**

El valor del índice compuesto es: **3,73**

#### **TABLA RESUMEN**

La siguiente tabla muestra un resumen de los resultados obtenidos por el método para todas las tareas.

Nombre de la tarea	Peso Carga	Lím. Carga	(RWL) Origen	(RWL) Destino	(RWL) Tarea	Índ. levant.
1-Placa inferior (1)	19	23	15,09	-	15,09	1,26
3-Embolo	16	23	15,2	-	15,2	1,05
4-Caja tornillos	20	23	16,79	-	16,79	1,19
5-Agarre final (1)	26	23	7,25	-	7,25	3,58

### Información detallada por tarea

A continuación se detalla, para cada tarea, la información introducida para su evaluación y sus correspondientes resultados tras la aplicación del método.

**TAREA: 1-Placa inferior (1)**



■ **DATOS INTRODUCIDOS**

NO existe control significativo de la carga en el destino.

■ **Distancias y ángulos**

	<u>Origen</u>	<u>Destino</u>
Distancia vertical del punto de agarre al suelo de la carga:	103 cm.	90 cm.
Distancia horizontal del punto de agarre al suelo de la carga:	25 cm.	----- cm.
Ángulo entre la carga y el plano medio sagital del cuerpo:	20 grados	----- grados

■ **Carga**

El tipo de agarre de la carga es: **Malo**

El peso de la carga en kilogramos es: **19**

■ **Tiempos**

El número medio de levantamientos por minuto: **<=0,2**

El tiempo de recuperación tras la realización de la tarea es: **Pausas estándar**

## ■ RESULTADOS

### ■ Factores multiplicadores de la ecuación de Niosh

	Origen	Destino	Tarea
Factor de distancia horizontal (HM)	1	---	1
Factor de posición vertical (VM)	0,92	---	0,92
Factor de desplazamiento (DM)	1	---	1
Factor de asimetría (AM)	0,94	---	0,94
Factor de frecuencia (FM)	0,85	---	0,85
Factor de agarre (CM)	0,9	---	0,9

### ■ Peso límite recomendado

Peso límite recomendado en el Origen = **15,0 Kg.**

Peso límite recomendado en el Destino = ---Kg.

Peso límite recomendado de la Tarea = **15,0 Kg.**

### ■ Índice de levantamiento

<p><b>Índice de levantamiento de la tarea individual (LI) = 1,26</b></p>
--

**TAREA: 3-Embolo**



■ **DATOS INTRODUCIDOS**

NO existe control significativo de la carga en el destino.

■ **Distancias y ángulos**

	<b><u>Origen</u></b>	<b><u>Destino</u></b>
Distancia vertical del punto de agarre al suelo de la carga:	70 cm.	100 cm.
Distancia horizontal del punto de agarre al suelo de la carga:	25 cm.	----- cm.
Ángulo entre la carga y el plano medio sagital del cuerpo:	30 grados	----- grados

■ **Carga**

El tipo de agarre de la carga es: **Malo**

El peso de la carga en kilogramos es: **16**

■ **Tiempos**

El número medio de levantamientos por minuto: **<=0,2**

El tiempo de recuperación tras la realización de la tarea es: **Pausas estándar**

## ■ RESULTADOS

### ■ Factores multiplicadores de la ecuación de Niosh

	Origen	Destino	Tarea
Factor de distancia horizontal (HM)	1	---	1
Factor de posición vertical (VM)	0,99	---	0,99
Factor de desplazamiento (DM)	0,97	---	0,97
Factor de asimetría (AM)	0,9	---	0,9
Factor de frecuencia (FM)	0,85	---	0,85
Factor de agarre (CM)	0,9	---	0,9

### ■ Peso límite recomendado

Peso límite recomendado en el Origen = **15,2** Kg.

Peso límite recomendado en el Destino = **---** Kg.

Peso límite recomendado de la Tarea = **15,2** Kg.

### ■ Índice de levantamiento

**Índice de levantamiento de la tarea individual (LI) = 1,05**

**TAREA: 4-Caja tornillos**



■ **DATOS INTRODUCIDOS**

NO existe control significativo de la carga en el destino.

■ **Distancias y ángulos**

	<u>Origen</u>	<u>Destino</u>
Distancia vertical del punto de agarre al suelo de la carga:	55 cm.	103 cm.
Distancia horizontal del punto de agarre al suelo de la carga:	25 cm.	----- cm.
Ángulo entre la carga y el plano medio sagital del cuerpo:	0 grados	----- grados

■ **Carga**

El tipo de agarre de la carga es: **Bueno**

El peso de la carga en kilogramos es: **20**

■ **Tiempos**

El número medio de levantamientos por minuto: **<=0,2**

El tiempo de recuperación tras la realización de la tarea es: **Pausas estándar**

## ■ RESULTADOS

### ■ Factores multiplicadores de la ecuación de Niosh

	Origen	Destino	Tarea
Factor de distancia horizontal (HM)	1	---	1
Factor de posición vertical (VM)	0,94	---	0,94
Factor de desplazamiento (DM)	0,91	---	0,91
Factor de asimetría (AM)	1	---	1
Factor de frecuencia (FM)	0,85	---	0,85
Factor de agarre (CM)	1	---	1

### ■ Peso límite recomendado

Peso límite recomendado en el Origen = **16,7** Kg.

Peso límite recomendado en el Destino = **---** Kg.

Peso límite recomendado de la Tarea = **16,7** Kg.

### ■ Índice de levantamiento

<b>Índice de levantamiento de la tarea individual (LI) = 1,19</b>
---

**TAREA: 5-Agarre final (1)**



■ **DATOS INTRODUCIDOS**

NO existe control significativo de la carga en el destino.

■ **Distancias y ángulos**

	<u>Origen</u>	<u>Destino</u>
Distancia vertical del punto de agarre al suelo de la carga:	90 cm.	130 cm.
Distancia horizontal del punto de agarre al suelo de la carga:	60 cm.	----- cm.
Ángulo entre la carga y el plano medio sagital del cuerpo:	0 grados	----- grados

■ **Carga**

El tipo de agarre de la carga es: **Regular**

El peso de la carga en kilogramos es: **26**

■ **Tiempos**

El número medio de levantamientos por minuto: **<=0,2**

El tiempo de recuperación tras la realización de la tarea es: **Pausas estándar**

## ■ RESULTADOS

### ■ Factores multiplicadores de la ecuación de Niosh

	Origen	Destino	Tarea
Factor de distancia horizontal (HM)	0,42	---	0,42
Factor de posición vertical (VM)	0,96	---	0,96
Factor de desplazamiento (DM)	0,93	---	0,93
Factor de asimetría (AM)	1	---	1
Factor de frecuencia (FM)	0,85	---	0,85
Factor de agarre (CM)	1	---	1

### ■ Peso límite recomendado

Peso límite recomendado en el Origen = 7,25 Kg.

Peso límite recomendado en el Destino = ---Kg.

Peso límite recomendado de la Tarea = 7,25 Kg.

### ■ Índice de levantamiento

<b>Índice de levantamiento de la tarea individual (LI) = 3,58</b>
---

#### Recomendaciones

El índice de levantamiento de la tarea es mayor que 3. La tarea debe ser rediseñada pues existe un acusado riesgo de lesiones o dolencias.

**PUEDE MEJORAR LAS CONDICIONES DE LEVANTAMIENTO CON LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES PARA EL REDISEÑO:**

- \* Disminuir la distancia horizontal desde 64 cm. hasta un valor cercano a 25 cm. Acercar la carga al trabajador eliminando obstáculos o disminuyendo el tamaño del objeto levantado. Evitar levantamientos desde el suelo; si son inevitables procurar que puedan asirse fácilmente entre las piernas.
- \* Disminuir la frecuencia de la tarea y su duración, o proporcionar periodos de recuperación más largos.
- \* Mejorar las condiciones de agarre de la carga. Emplear contenedores adecuados con asas o sistemas de agarre.
- \* Variar la altura vertical de la carga para aproximarla a 75 cm. Evitar levantamientos desde el suelo o sobre los hombros.
- \* Eliminar la asimetría de la postura del trabajador. Acercar el origen y el destino del levantamiento para disminuir la torsión necesaria en el levantamiento; si no es posible, apartar lo suficiente el origen y el destino para obligar al trabajador a girar los pies y caminar evitando la torsión.

#### Condiciones para la aplicación de la ecuación de NIOSH incumplidas

- \* El trabajador se desplaza transportando la carga más de tres pasos. Para estos casos se requeriría un análisis ergonómico diferente.

*Miriam Ponce Arenzana*

- \* El trabajador sostiene la carga más de unos segundos. Para estos casos se requeriría un análisis ergonómico diferente.
- \* El trabajador empuja o tira de la carga más de un 10% del tiempo de actividad total. Para estos casos se requeriría un análisis ergonómico diferente.

### MEJORAS GENERALES:

- **Placa inferior:**  
 Mala postura para el nivel de carga que se maneja. Variar la altura vertical de la carga. Evitar levantamientos desde el suelo o sobre los hombros. Eliminar la asimetría de la postura del trabajador.
- **Émbolo:**  
 Disminuir la frecuencia de la tarea y su duración, o proporcionar periodos de recuperación más largos. Mejorar las condiciones de agarre de la carga. Emplear contenedores adecuados con asas o sistemas de agarre.
- **Caja de tornillos:**  
 Disminuir la frecuencia de la tarea y su duración, o proporcionar periodos de recuperación más largos. Disminuir la distancia de elevación de la carga. Acercar el origen y el destino del levantamiento.
- **Agarre final:**  
 El trabajador se desplaza transportando la carga más de tres pasos. Para estos casos se requeriría un análisis ergonómico diferente. Se debería utilizar un manipulador para desplazar la carga con mayor comodidad.
- **Apriete tornillos:**  
 Postura repetitiva. Una posible solución podría ser reducir el número de horas en este puesto.
- **Comprobación:**  
 Malas posturas para la espalda. Posible solución, espacios a su alrededor para colocarse en cualquier posición, además de reducir el número de horas en este puesto.

## 3.2 CUBO DE RUEDA

### 3.2.1 Método OWAS

#### Resumen de los resultados obtenidos

##### Información general

- Número de fases en el estudio: 6
- Fases mostradas: Todas las fases
- Número total de observaciones: 6
- Número total de posturas distintas: 6

##### Tabla de clasificación de riesgos.

La siguiente tabla muestra la clasificación que el método realiza del riesgo asociado a la tarea, indicando para cada valor del riesgo, su código de color, el tipo de postura que representa y la acción correctiva necesaria. El código de color será utilizado en el listado de códigos y en los gráficos de frecuencia.

Riesgo	Información	Acciones correctivas
1	Postura normal y natural sin efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	En un futuro cercano
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Lo antes posible
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Inmediatamente

##### Porcentaje de posturas en cada categoría de riesgo

Riesgo	Porcentaje de posturas
1	66,67%
2	0%
3	33,33%
4	0%

Miriam Ponce Arenzana

## ■ Postura más crítica

En caso de existir varias posturas críticas de igual frecuencia aparecerán los datos de la primera de ellas.

	Espalda	Brazos	Piernas	Cargas
<b>Código</b>	2	2	2	3
<b>Postura</b>	Espalda doblada	Un brazo bajo y el otro elevado	De pie	>= 20 Kg.
<b>Riesgo</b>	3			
<b>Frecuencia</b>	100 %			

Existen varias posturas con riesgo 3. La tabla muestra la postura de mayor frecuencia con dicho riesgo. Consulte la lista de "códigos de postura" para ver el resto de posturas críticas.

**Fase de mayor riesgo: Fase 1: Nueva pieza**

## ■ Riesgo por partes del cuerpo

La siguiente tabla muestra el porcentaje de posturas en cada nivel de riesgo para cada miembro.

	Riesgo 4	Riesgo 3	Riesgo 2	Riesgo 1
<b>Espalda</b>	0%	0%	33,33%	66,67%
<b>Brazos</b>	0%	0%	33,33%	66,67%
<b>Piernas</b>	0%	0%	33,33%	66,67%

## ■ Listado de códigos de postura introducidos

La siguiente tabla muestra los códigos introducidos en cada fase.

Para cada código se muestra el número de repeticiones (frecuencia), el porcentaje del total de códigos de la fase que dicho código representa, y el valor del riesgo asociado al código.

Fase: Fase 1: Nueva pieza							
N°	Código de postura				Frecuencia	Frecuencia %	Riesgo
	Espalda	Brazos	Piernas	Carga			
1	2	2	2	3	1	100	3

N° de observaciones de la fase: 1                      N° de posturas de la fase: 1



Fase: Fase 2: A máquina							
Nº	Código de postura				Frecuencia	Frecuencia %	Riesgo
	Espalda	Brazos	Piernas	Carga			
1	1	1	7	3	1	100	1

Nº de observaciones de la fase: 1                      Nº de posturas de la fase: 1



Fase: Fase 3: De máquina							
Nº	Código de postura				Frecuencia	Frecuencia %	Riesgo
	Espalda	Brazos	Piernas	Carga			
1	1	2	3	3	1	100	1

Nº de observaciones de la fase: 1                      Nº de posturas de la fase: 1



Fase: Fase 4: A limpieza							
Nº	Código de postura				Frecuencia	Frecuencia %	Riesgo
	Espalda	Brazos	Piernas	Carga			
1	1	1	2	3	1	100	1

Nº de observaciones de la fase: 1                      Nº de posturas de la fase: 1



Fase: Fase 5: De limpieza							
Nº	Código de postura				Frecuencia	Frecuencia %	Riesgo
	Espalda	Brazos	Piernas	Carga			
1	3	1	7	3	1	100	1

Nº de observaciones de la fase: 1                      Nº de posturas de la fase: 1



Fase: Fase 6: Final							
Nº	Código de postura				Frecuencia	Frecuencia %	Riesgo
	Espalda	Brazos	Piernas	Carga			
1	2	1	3	3	1	100	3

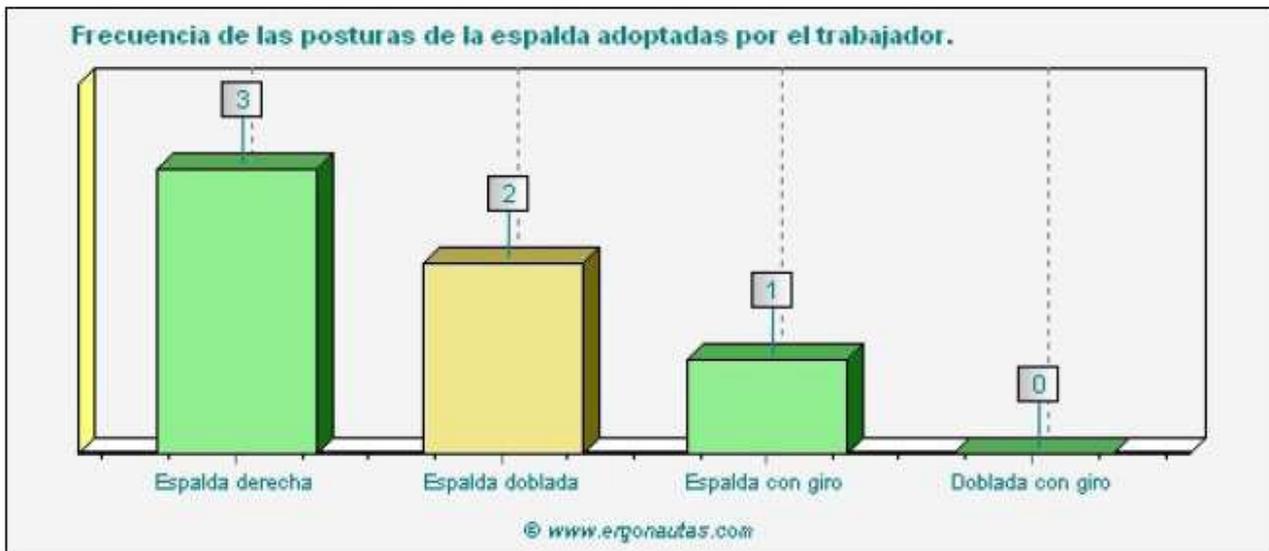
Nº de observaciones de la fase: 1                      Nº de posturas de la fase: 1



**Gráficos de frecuencia**

Las siguientes figuras muestran gráficamente la frecuencia y el porcentaje de frecuencia de cada posición de la espalda, los brazos y las piernas, así como de los intervalos de cargas y fuerzas soportados por el trabajador durante la realización de la tarea. El código de color aplicado se corresponde con el mostrado en la "Tabla de clasificación de Riesgos", excepto para los intervalos de cargas y fuerzas cuyo riesgo no se contempla en el método.

**Posiciones de la espalda**

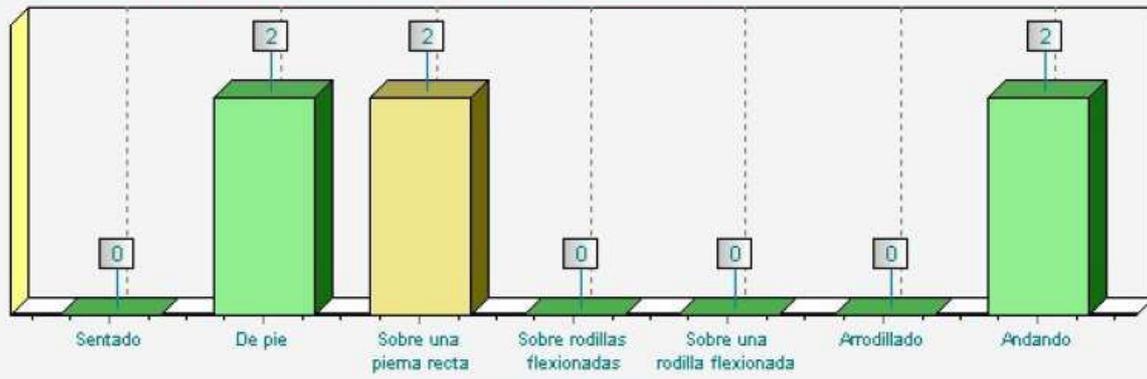


**Posiciones de los brazos**



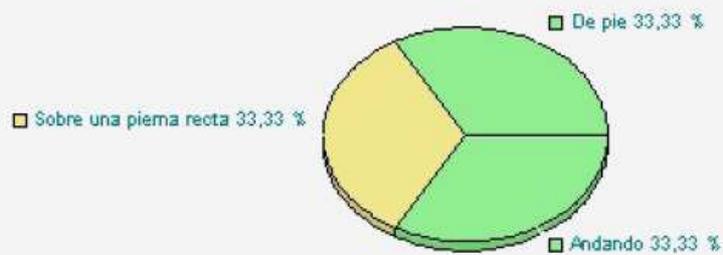
**Posiciones de las piernas**

Frecuencia de las posturas de las piernas adoptadas por el trabajador.



© www.ergonautas.com

Porcentaje de cada postura de las piernas.

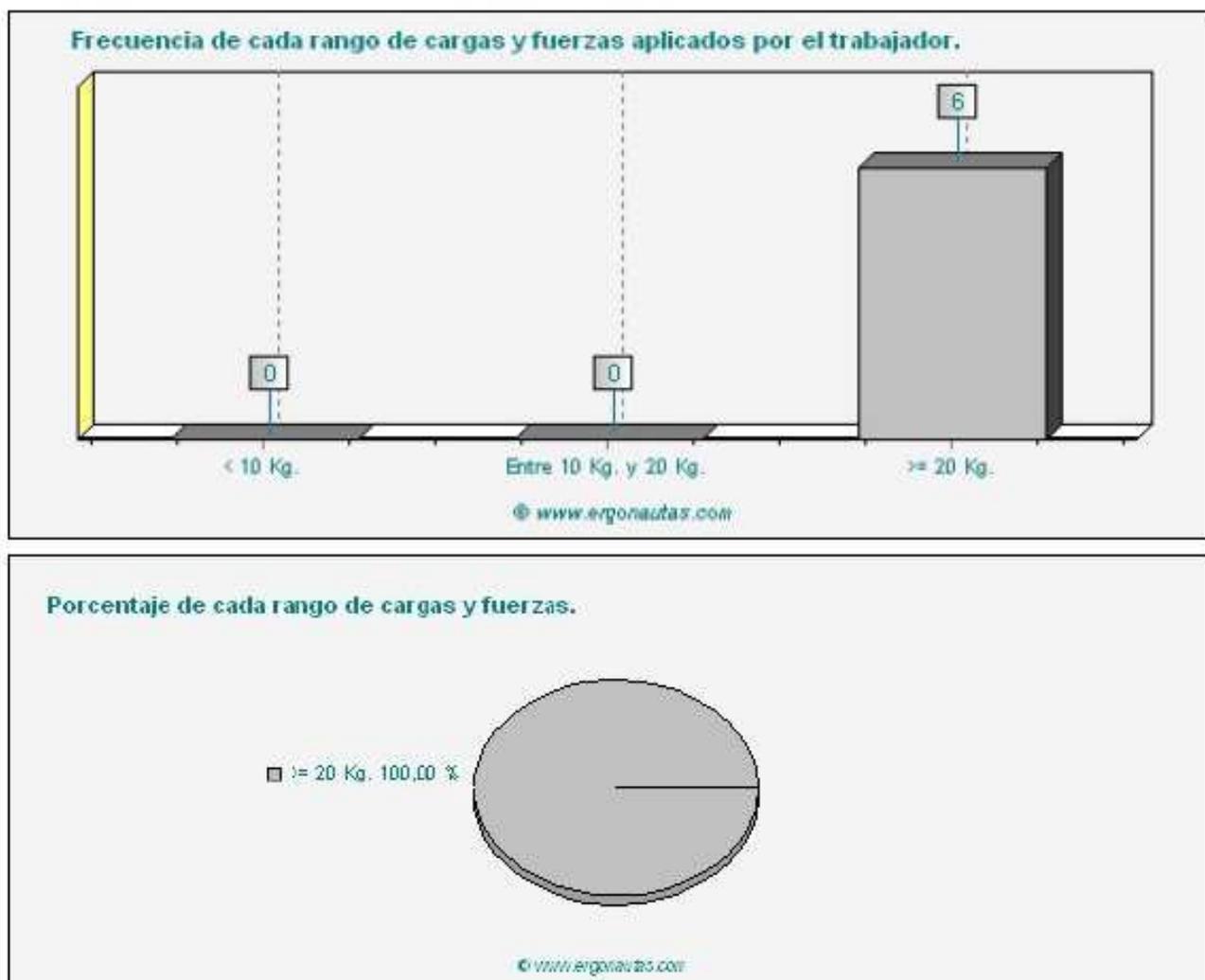


© www.ergonautas.com

Miriam Ponce Arenzana

## Cargas y fuerzas soportadas

Nota: el método no contempla el riesgo para las cargas y fuerzas aplicadas.



## Conclusiones y posibles soluciones

### Conclusiones:

En el montaje del cubo de rueda la parte del cuerpo que más sufre es la espalda, seguidamente las piernas y por último los brazos.

Hay que tener en cuenta que las piezas son muy pesadas (20 kilogramos o más), lo que hace más peligroso desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales el trabajo traslado de la pieza.

Analizando los resultados, vemos que hay dos fases que requieren acciones correctivas lo antes posible:

Fase 1 → Nueva pieza

Fase 6 → Final

*Miriam Ponce Arenzana*

**Posibles soluciones:**

Para disminuir el riesgo en ambas fases habría que aumentar la altura a la que se encuentran las piezas. De esta manera, la espalda estaría recta en lugar de doblada y los brazos estarían bajos en lugar de tener uno bajo y el otro elevado.

Otra solución sería la de colocar un sistema de correas móviles desde el techo. Este sistema cargaría todo el peso de la pieza y el trabajador solo tendría que empujar la pieza hasta su posición.

**MÉTODO RULA (MIEMBROS SUPERIORES)**

HOJA DE RESULTADOS (\*)

<b>Empresa</b>	-----	<b>Referencia</b>	
<b>Puesto de trabajo</b>	CUBO DE RUEDA	<b>Área / Sección</b>	
<b>Operario</b>		<b>Fecha de la Observación</b>	
<b>Postura analizada</b>	SNC001500022		



GRUPO A		GRUPO B	
<b>Brazo</b>	Flexión de 45 a 90°	<b>Cuello</b>	Flexión de 0 a 10°
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Brazo en abducción</li> </ul>	<b>Tronco</b>	Flexión de 20 a 60°
<b>Antebrazo</b>	Flexión entre 60 y 100°	<b>Piernas</b>	De pie y peso distribuido uniformemente con espacio para cambios de posición
<b>Muñeca</b>	Posición neutra		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Rango medio de torsión</li> </ul>	<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.	<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
<b>Puntuación grupo</b>	06	<b>Puntuación grupo</b>	05

**Resultado final obtenido**

**6**

**Que se corresponde con el nivel de acción**

**3**

Nivel de acción 1: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos periodos.

Nivel de acción 2: Es necesario llevar a cabo más investigaciones así como realizar algunos cambios.

Nivel de acción 3: Debe efectuarse una investigación y cambios a corto plazo.

Nivel de acción 4: Deben llevarse a cabo inmediatamente tanto la investigación como los cambios.

**(\*) Resultados obtenidos utilizando el método de evaluación ergonómica RULA(Rapid upper Limb Assessment), desarrollado por el Instituto de Ergonomía de la Universidad de Nottingham.**

## MÉTODO RULA (MIEMBROS SUPERIORES)

### HOJA DE RESULTADOS (\*)

<b>Empresa</b>	-----	<b>Referencia</b>	
<b>Puesto de trabajo</b>	CUBO DE RUEDA	<b>Área / Sección</b>	
<b>Operario</b>		<b>Fecha de la Observación</b>	
<b>Postura analizada</b>	SNC001510442		



GRUPO A	
<b>Brazo</b>	Extensión < 20 ó Flexión <=20°
<b>Antebrazo</b>	Flexión entre 60 y 100°
<b>Muñeca</b>	Posición neutra <ul style="list-style-type: none"> <li>● Rango medio de torsión</li> </ul>
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
<b>Puntuación grupo</b>	03

GRUPO B	
<b>Cuello</b>	Flexión de 0 a 10° <ul style="list-style-type: none"> <li>● Gira el cuello</li> </ul>
<b>Tronco</b>	Flexión de 0 a 20°
<b>Piernas</b>	Piernas y pies no apoyados o el peso no distribuido uniformemente
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
<b>Puntuación grupo</b>	05

Resultado final obtenido

4

Que se corresponde con el nivel de acción

2

Nivel de acción 1: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos periodos.  
 Nivel de acción 2: Es necesario llevar a cabo más investigaciones así como realizar algunos cambios.  
 Nivel de acción 3: Debe efectuarse una investigación y cambios a corto plazo.  
 Nivel de acción 4: Deben llevarse a cabo inmediatamente tanto la investigación como los cambios.

(\*) Resultados obtenidos utilizando el método de evaluación ergonómica RULA(Rapid upper Limb Assessment), desarrollado por el Instituto de Ergonomía de la Universidad de Nottingham.

## MÉTODO RULA (MIEMBROS SUPERIORES)

### HOJA DE RESULTADOS (\*)

<b>Empresa</b>	-----	<b>Referencia</b>	
<b>Puesto de trabajo</b>	CUBO DE RUEDA	<b>Área / Sección</b>	
<b>Operario</b>		<b>Fecha de la Observación</b>	
<b>Postura analizada</b>	SNC001510127		



GRUPO A		GRUPO B	
<b>Brazo</b>	Extensión > 20 ó Flexión de 20 a 45°	<b>Cuello</b>	Flexión de 0 a 10°
● Brazo en abducción		<b>Tronco</b>	Flexión de 0 a 20°
<b>Antebrazo</b>	Flexión entre 60 y 100°	<b>Piernas</b>	De pie y peso distribuido uniformemente con espacio para cambios de posición
<b>Muñeca</b>	Posición neutra	<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
● Rango medio de torsión		<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)	<b>Puntuación grupo</b>	05
<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.	<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Puntuación grupo</b>	05	<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
		<b>Puntuación grupo</b>	04

Resultado final obtenido

**5**

Que se corresponde con el nivel de acción

**3**

Nivel de acción 1: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos periodos.  
 Nivel de acción 2: Es necesario llevar a cabo más investigaciones así como realizar algunos cambios.  
 Nivel de acción 3: Debe efectuarse una investigación y cambios a corto plazo.  
 Nivel de acción 4: Deben llevarse a cabo inmediatamente tanto la investigación como los cambios.

(\*) Resultados obtenidos utilizando el método de evaluación ergonómica RULA(Rapid upper Limb Assessment), desarrollado por el Instituto de Ergonomía de la Universidad de Nottingham.

## MÉTODO RULA (MIEMBROS SUPERIORES)

### HOJA DE RESULTADOS (\*)

<b>Empresa</b>	-----	<b>Referencia</b>	
<b>Puesto de trabajo</b>	CUBO DE RUEDA	<b>Área / Sección</b>	
<b>Operario</b>		<b>Fecha de la Observación</b>	
<b>Postura analizada</b>	SNC001510186		



GRUPO A		GRUPO B	
<b>Brazo</b>	Extensión < 20 ó Flexión <=20°	<b>Cuello</b>	Flexión de 10 a 20°
<b>Antebrazo</b>	Flexión entre 60 y 100°	<b>Tronco</b>	Flexión de 0 a 20°
<b>Muñeca</b>	Posición neutra <ul style="list-style-type: none"> <li>● Desviación radial-cubital</li> <li>● Rango medio de torsión</li> </ul>	<b>Piernas</b>	De pie y peso distribuido uniformemente con espacio para cambios de posición
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)	<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.	<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
<b>Puntuación grupo</b>	04	<b>Puntuación grupo</b>	04

Resultado final obtenido

**4**

Que se corresponde con el nivel de acción

**2**

Nivel de acción 1: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos periodos.  
 Nivel de acción 2: Es necesario llevar a cabo más investigaciones así como realizar algunos cambios.  
 Nivel de acción 3: Debe efectuarse una investigación y cambios a corto plazo.  
 Nivel de acción 4: Deben llevarse a cabo inmediatamente tanto la investigación como los cambios.

(\* ) Resultados obtenidos utilizando el método de evaluación ergonómica RULA(Rapid upper Limb Assessment), desarrollado por el Instituto de Ergonomía de la Universidad de Nottingham.

## MÉTODO RULA (MIEMBROS SUPERIORES)

HOJA DE RESULTADOS (\*)

<b>Empresa</b>	-----	<b>Referencia</b>	
<b>Puesto de trabajo</b>	CUBO DE RUEDA	<b>Área / Sección</b>	
<b>Operario</b>		<b>Fecha de la Observación</b>	
<b>Postura analizada</b>	SNC001512241		



GRUPO A		GRUPO B	
<b>Brazo</b>	Extensión < 20 ó Flexión <=20° <ul style="list-style-type: none"> <li>Levanta el hombro</li> </ul>	<b>Cuello</b>	Flexión de 0 a 10° <ul style="list-style-type: none"> <li>Gira el cuello</li> </ul>
<b>Antebrazo</b>	Flexión entre 60 y 100°	<b>Tronco</b>	Flexión de 0 a 20°
<b>Muñeca</b>	Posición neutra <ul style="list-style-type: none"> <li>Desviación radial-cubital</li> <li>Rango medio de torsión</li> </ul>	<b>Piernas</b>	De pie y peso distribuido uniformemente con espacio para cambios de posición
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)	<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.	<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
<b>Puntuación grupo</b>	05	<b>Puntuación grupo</b>	04

**Resultado final obtenido**

**5**

**Que se corresponde con el nivel de acción**

**3**

Nivel de acción 1: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos periodos.  
 Nivel de acción 2: Es necesario llevar a cabo más investigaciones así como realizar algunos cambios.  
 Nivel de acción 3: Debe efectuarse una investigación y cambios a corto plazo.  
 Nivel de acción 4: Deben llevarse a cabo inmediatamente tanto la investigación como los cambios.

**(\*) Resultados obtenidos utilizando el método de evaluación ergonómica RULA(Rapid upper Limb Assessment), desarrollado por el Instituto de Ergonomía de la Universidad de Nottingham.**

### MÉTODO RULA (MIEMBROS SUPERIORES)

HOJA DE RESULTADOS (\*)

<b>Empresa</b>	----	<b>Referencia</b>	
<b>Puesto de trabajo</b>	CUBO DE RUEDA	<b>Área / Sección</b>	
<b>Operario</b>		<b>Observación</b>	
<b>Postura analizada</b>	FINAL		



GRUPO A		GRUPO B	
<b>Brazo</b>	Extensión < 20° ó Flexión ≤ 20° <ul style="list-style-type: none"> <li>Levanta el hombro</li> </ul>	<b>Cuello</b>	Flexión de 0 a 10°
<b>Antebrazo</b>	Flexión entre 60 y 100°	<b>Tronco</b>	Flexión de 20 a 60°
<b>Muñeca</b>	Posición neutra <ul style="list-style-type: none"> <li>Desviación radial-cubital</li> <li>Rango medio de torsión</li> </ul>	<b>Piernas</b>	De pie y peso distribuido uniformemente con espacio para cambios de posición
<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)	<b>Actividad muscular</b>	Normal (no estática ni repetitiva)
<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.	<b>Fuerza o carga</b>	Carga Estática o Repetitiva entre 2 y 10 Kg. o intermitente mayor de 10 Kg.
<b>Puntuación grupo</b>	05	<b>Puntuación grupo</b>	05

Resultado final obtenido

**6**

Que se corresponde con el nivel de acción

**3**

Nivel de acción 1: La postura es aceptable si no se mantiene o repite durante largos periodos.  
 Nivel de acción 2: Es necesario llevar a cabo más investigaciones así como realizar algunos cambios.  
 Nivel de acción 3: Debe efectuarse una investigación y cambios a corto plazo.  
 Nivel de acción 4: Deben llevarse a cabo inmediatamente tanto la investigación como los cambios.

(\* ) Resultados obtenidos utilizando el método de evaluación ergonómica **RULA**(**R**apid **u**pper **L**imb **A**ssessment), desarrollado por el Instituto de Ergonomía de la Universidad de Nottingham.

## Conclusiones y posibles soluciones

### Conclusiones:

Nivel	Actuación
1	Cuando la puntuación final es 1 ó 2 la postura es aceptable.
2	Cuando la puntuación final es 3 ó 4 pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
3	La puntuación final es 5 ó 6. Se requiere el rediseño de la tarea; es necesario realizar actividades de investigación.
4	La puntuación final es 7. Se requieren cambios urgentes en el puesto o tarea.

Tabla 17. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

Si se observan los resultados del análisis, vemos que el máximo nivel de actuación obtenido es 3. Este nivel se obtiene en las fases reflejadas en las siguientes fotografías:

SNC001500022

SNC001510127

SNC001512241

FINAL

Hay que tener en cuenta que las piezas son muy pesadas (20 kilogramos o más), lo que hace más peligroso desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales el trabajo traslado de la pieza.

Tras analizar los resultados, vemos que hay un factor común en las 4 fases en las que hay que realizar cambios. Este factor común es que los brazos no están pegados al cuerpo.

En SNC001500022 y SNC001510127 los brazos están abducidos; en SNC001512241 y FINAL el hombro está elevado.

También hay que tener en cuenta que durante toda la tarea las muñecas sufren cierta torsión, y en las dos últimas fases sufren, además de la torsión, desviación radial-cubital.

### Posibles soluciones:

Una solución que ayudaría en estas tareas sería la colocación de un sistema de correas móviles desde el techo. Esta solución conseguiría, a su vez, que el trabajador no tuviese que cargar con la pieza al llevarla desde el pallet hasta la máquina y viceversa.

## 3.3 RUIDO

**Mediciones de ruido en diferentes puestos de trabajo**

Niveles equivalentes medidos para los tiempos de medición " $L_{Aeq,T}$ .  
 Niveles de exposición diarios equivalentes resultantes " $L_{Aeq,d}$ ."

Puesto de trabajo	Máquina	Observaciones	Tiempo de medición (minutos)	$L_{AFmin}$ (dbA)	$L_{AFmax}$ (dbA)	Pico Máx. (dbC)	$L_{Aeq,T}^*$ (dbA)	Tiempo exposición (horas)	$L_{Aeq,d}^{**}$ (dbA)
Tornero	Torno Mori Seiki SL-45 (N° 145)	Torneado de piezas de aluminio. Utiliza aire a presión. Utiliza protección auditiva.	15	73,7	110,2	124,3	88,1	8	88,1
	Torno Mori Seiki SL-45 (NO 13)	Torneado de barras de acero. Utiliza aire a presión. Utiliza protección auditiva.	12	73,5	108,4	116,7	83,7	8	83,7
	Torno Mori Seiki (N° 16)	Realiza muelas pequeñas	13	76,0	88,5	105,7	79,7	8	79,7
	Torno Mori Seiki SL-65 (N° 22)		15	74,1	105,8	118,9	80,3	8	80,3

Miriam Ponce Arenzana

**Niveles equivalentes medidos para los tiempos de medición " $L_{Aeq,T}$ ".**  
**Niveles de exposición diarios equivalentes resultantes " $L_{Aeq,d}$ ".**

Hora inicio – fin medición:	8:30 – 10:15	$L_{eq,T}$ *:	88,2 dbA	90,1 dbC
Operario:	D. Julian Labairu	$L_{Fmax}$ :	114,4 dbA	115,6 dbC
Puesto:	<b>Almacén</b>	Pico Máx.:	135,7 dbC	
$L_{Aeq,d}$ **::	<b>88,2 dbA</b>	Porcentaje dosis 8 horas:		
<b>Observaciones:</b>				
Durante la medición el trabajador ha manejado la carretilla eléctrica de gasoil en toda la nave.				

\* Nivel equivalente para el tiempo de medición.

\*\* Nivel equivalente diario para un tiempo de exposición de 8 horas.

**Clasificación de los puestos en los grupos de intervención conforme al RD 286/2010 (Año 2010)\***

Empresa: <b>Industrias Iname, S.L.</b>			
<b>1° GRUPO</b> LAeq,d < 80 d BA L <sub>pico</sub> < 135 dBC	<b>2° GRUPO</b> LAeq,d 80 - 85 d BA L <sub>pico</sub> 135 - 137 dBC	<b>3° GRUPO</b> LAeq,d 85 - 87 d BA L <sub>pico</sub> 137 - 140 dBC	<b>4° GRUPO</b> LAeq,d > 87 dBA L <sub>pico</sub> > 140 dBC
<b>Orden de prioridad 1</b>	<b>Orden de prioridad 2</b>	<b>Orden de prioridad 3</b>	<b>Ordenes de prioridad 4 y 5</b>
<b>No se requiere control específico</b>	<b>Próximo Control Año 2012</b>	<b>Próximo Control Año 2011</b>	<b>Próximo Control Año 2011</b>
	Torno Mari Seiki SL-45 (N° 13)		Torno Mari Seiki SL-45 (N°145)
	Torno Mari Seiki (N° 16)	---	Almacén
---	Torno Mari Seiki SL-65 (N° 22)	---	---

\* Siempre que se mantengan los repartos de tiempos de actividad recogidos en el presente informe.

\*\* Dado que el resultado obtenido en la medición realizada se aproxima a 80 dBA se considera apropiado situar el Torno Mari Seiki (N°16) en el 2° grupo de intervención según el R.D. 286/2006 para comprobar en próximas mediciones la correcta ubicación del torno.

**Exposición real al ruido en los puestos de trabajo que superan los valores límites.  
Estimación de los "LAeq,d" aplicando la atenuación de los protectores auditivos.**

Puesto de trabajo	$L_{Aeq,d}^1$ Real (dbA)	Actividad/ Máquina	Tiempo medición (mi- nutos)	Pico Máx (dbC)	$L_{Aeq,T}^2$ (dbA)	$L_{Ceq,T}^3$ (dbC)	SNR <sup>4</sup> (db)	$L_{Aeq,T}$ Atenuado <sup>5</sup> (dbA)	Tiempo exposición (horas)	$L_{Aeq,d}^6$ Atenuado (dbA)
Tornero	88,1	Torno Mori Seiki SL-45 (Nº 145)	15	124,3	88,1	87,5	34	53,5	8	53,5
Almacén	88,2	Manejo carretilla elevadora	100	135,7	88,2	90,1	34	56,1	8	56,1

1 Nivel de exposición diario equivalente real, sin considerar la atenuación conferida por el protector auditivo (ver anexo 1).

2 Nivel equivalente para el tiempo de medición expresado en dbA (ver anexo 1).

3 Nivel equivalente para el tiempo de medición expresado en dbC.

4 Atenuación conferida por el protector auditivo en el conjunto total de frecuencias.

5 Nivel equivalente para el tiempo de medición atenuado por el protector.

6 Nivel de exposición diario equivalente estimado considerando la atenuación conferida por el protector auditivo.

	General	Torno Mori Seiki SL-45 (Nº 145)	Torno Mori Seiki SL-45 (Nº 13)	Torno Mori Seiki (Nº 16)	Torno Mori Seiki SL-65 (Nº 22)	Almacén
<b>Acciones a realizar derivadas de los niveles de exposición al ruido (LAeq,d)</b>		88,1 dBA	83,7 dBA	79,7 dBA	80,3 dBA	88,2 dBA
<p>La empresa deberá desarrollar acciones específicas para aquellos puestos que superen los límites de exposición (87 dBA de LAeq,d <i>V</i>o los 140 dBC de Lpico), aunque el resultado de la exposición a ruido sea inferior a 85 dBA de LAeq,d debido al efecto de la atenuación conferida por los protectores auditivos individuales. Tal y como se señala en el RD286/2006 estas acciones irán encaminadas a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- reducir la exposición por debajo de los valores límite de exposición;</li> <li>- determinara las causas de la sobre exposición;</li> <li>- corregir las medidas de protección <i>V</i> prevención para evitar reincidencias;</li> <li>- informar a los delegados de prevención acerca de la superación de los límites de exposición.</li> </ul>	4					
Evaluación de la exposición ANUAL.		4				4
Evaluación de la exposición CADA TRES AÑOS.			2	2	2	
Hacer entrega de protectores auditivos individuales a todo el personal afectado por niveles de ruido superiores a 80 dBA de LAeq,d <i>V</i> o 135 dBC de L <sub>i,j</sub> , <sub>co</sub> , así como fomentar su uso.		4	2	2	2	4
Es obligatoria la utilización de *Protección auditiva*.		4				4
Es recomendable la utilización de *Protección auditiva*.			2	2	2	
Es <b>deber de 105 encargados</b> vigilar sobre las correctas prácticas de utilización de los equipos de protección individual en aquellos puestos de trabajo que así se requiera.	4					

Control médico auditivo ANUAL.		4				4
Control médico auditivo CADA CINCO AÑOS.			2	2	2	
Se deben disponer de <b>boquillas silenciadoras</b> a las salidas de las pistolas de aire.	4					
Parar las máquinas e instalaciones que no se utilicen, de modo que se evite en lo posible la coincidencia de operación de varias máquinas a la vez.	4					
Las zonas <i>V</i> o puestos de trabajo con niveles de exposición al ruido en los que se superen los 85 dBA de LAeq,d o los 137 dBC de Lp,co, <b>serán señalizadas</b> con los tipos de señales que especifica la norma RD 485/1997 (pictograma blanco sobre fondo azul).		4				4
Para aquellos puestos de trabajo en los que se superen los 85 dBA de LAeq,d o los 137 dBC de Lp,co, se deberán analizar los motivos por los que se superan tales límites <i>V</i> desarrollar un programa de medidas técnicas destinado a disminuir la generación, la propagación del ruido, o bien, recurrir a medidas organizativas encaminadas a reducir la exposición de los trabajadores afectados mediante su rotación con otros puestos de menor nivel de ruido.		4				4
Realizar un correcto mantenimiento de máquinas <i>V</i> equipos de trabajo, alinear <i>V</i> engrasar sus elementos, sustituir los defectuosos, equibrar los giratorios, regular para que emitan el mínimo ruido posible, instalar silenciadores en los sistemas de aire comprimido, evitar las fugas, etc.		4				4

	General	Torno Mori Seiki SL-45 (Nº 145)	Torno Mori Seiki SL-45 (Nº 13)	Torno Mori Seiki (Nº 16)	Torno Mori Seiki SL-65 (Nº 22)	Almacén
<b>Acciones a realizar derivadas de los niveles de exposición al ruido (LAeq,d)</b>		88,1 dBA	83,7 dBA	79,7 dBA	80,3 dBA	88,2 dBA
En la adquisición de nuevas máquinas, requiera a los fabricantes la mayor información posible acerca del ruido que producen o atenuan, seleccionando las menos ruidosas. Es obligación del fabricante especificar en el manual de instrucciones el nivel de ruido que producen cuando se utilizan en la forma y condiciones establecidas, siempre que se superen los 70 dBA como presión acústica continuo equivalente ponderado A, o los 140 dB de nivel pico, así como el nivel de potencia acústica emitido por la máquina si el nivel de presión acústica continuo equivalente ponderado A supera en los puestos de trabajo los 85 dBA.	4					
Los informes de ruido deberán ser archivados y registrados por la empresa durante al menos treinta años. En caso de cese de la actividad sin sucesión, se deberá comunicar a la autoridad laboral competente esta circunstancia con una antelación de tres meses.	4					
Formar e informar a los trabajadores y sus representantes, sobre las medidas de prevención del ruido, los resultados de las mediciones y la forma correcta de utilización de los protectores auditivos.	4					
Se debe informar a los trabajadores sobre la obligatoriedad de proteger su salud, disponiendo protectores auditivos en lugares o zonas de alta exposición a ruido, aun cuando los tiempos de permanencia en dichas zonas sean breves. Para la selección del tipo de protección auditiva se deberá solicitar consulta a los representantes de los trabajadores. Si la utilización de protectores auditivos llevase consigo un riesgo adicional de accidente, esta circunstancia deberá analizarse más detalladamente.	4					

## Conclusiones y posibles soluciones

### Conclusiones:

Clasificación de puestos de trabajo según niveles de exposición al ruido.

La tabla clasifica los puestos de trabajo objeto de control en los distintos grupos de intervención, tal como especifica el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo.

Los datos resultantes se expresan en decibelios “A” y corresponden a niveles diarios de exposición ( $L_{Aeq,d}$ ).

Los niveles de exposición diarios se han calculado a partir de considerar un tiempo de permanencia constante en el puesto de trabajo (correlativo a 8 horas/día). A falta de información más precisa entendemos que esta situación corresponde a la más conservadora, y por ende, a la más desfavorable, ya que no se descuentan los tiempos de parada, cambios de actividad, etc., en los que los niveles de ruido serían menores.

### Soluciones:

La primera solución sería eliminar el ruido en su fuente, es decir, allá donde se genera siendo necesario realizar una planificación de la prevención desde el momento del mismo diseño empresarial.

Diseño y compra de máquinas con bajo nivel de ruido.

Ubicación y distribución de las máquinas.

Mantenimiento

Eliminación de vibraciones

Sustitución de procedimientos y materiales

La segunda opción sería el control del ruido en el medio, mediante materiales absorbentes. Estos retienen la mayor parte de la energía acústica que reciben. Son materiales porosos como las espumas, gomas, algunos plásticos. Se sitúan sobre las paredes del local para evitar la reverberación.

La última solución es el control de ruido en el receptor. Se utilizará cuando no se haya podido eliminar o controlar suficientemente con otros métodos. La protección personal no elimina el origen del riesgo, únicamente pretende eliminar o reducir las consecuencias que para la salud del trabajador se derivan de su puesto de trabajo.

### 3.4 ILUMINACIÓN

#### Mediciones de iluminación:

Áreas y puestos	Punto	Nivel de iluminación	Niveles de iluminación requerida	Naturaleza de la luz	Orden de prioridad*	Observaciones
<b>Montaje de amortiguadores</b>	Placa base sobre la que se monta el amortiguador	240 lux	500 lux	Artificial	3	Luminaria en zona próxima al puesto fundida
<b>Centro de mecanizado nº 41</b>	Zona panel de control	23 lux	200 lux	Artificial	4	
	Zona colocación de la pieza	60 lux	200 lux	Artificial	3	
	Mesa verificación de la pieza	123 lux	500lux	Artificial	3	
<b>Centro de mecanizado nº 39</b>	Zona panel de control	28 lux	200 lux	Artificial	4	
	Zona colocación de la pieza	210 lux	200 lux	Artificial	1	
	Mesa verificación de la pieza	193 lux	500 lux	Artificial	3	
<b>Centro de mecanizado nº 38</b>	Zona panel de control	50 lux	200lux	Artificial	3	
	Zona colocación de la pieza	56 lux	200lux	Artificial	3	
	Mesa verificación de la pieza	123 lux	500 lux	Artificial	3	
<b>Centro de mecanizado nº 46</b>	Zona panel de control	841lux	200 lux	Artificial	3	
	Zona colocación de la pieza	30lux	200 lux	Artificial	4	
	Mesa verificación de la pieza	123 lux	500 lux	Artificial	3	

\*: 1: posiblemente aceptable situación actual; 2: corregir a medio plazo; 3: corregir a corto plazo; 4: corrección urgente; 5: corrección inmediata

Áreas y puestos	Punto	Nivel de iluminación	Niveles de iluminación requerida	Naturaleza de la luz	Orden de prioridad*	Observaciones
<b>Centro de mecanizado n° 45</b>	Zona panel de control	741lux	200 lux	Artificial	3	
	Zona colocación de la pieza	1841lux	200 lux	Artificial	2	
	Mesa verificación de la pieza	70 lux	500 lux	Artificial	4	
<b>Centro de mecanizado n° 44</b>	Zona panel de control	80 lux	200 lux	Artificial	3	
	Zona colocación de la pieza	216 lux	200 lux	Artificial	1	
	Zona verificación de la pieza	49 lux	500 lux	Artificial	4	

\*: 1: posiblemente aceptable situación actual; 2: corregir a medio plazo; 3: corregir a corto plazo; 4: corrección urgente; 5: corrección inmediata.

Áreas y puestos	Punto	Nivel de Iluminación	Niveles de iluminación requerida	Naturaleza de la luz	Orden de prioridad*	Observaciones
<b>Puesto de trabajo</b>	Pantalla ordenador	371 lux	500 lux	Artificial	2	
	Teclado ordenador	432 lux	500 lux	Artificial	2	
	Mesa de trabajo	517 lux	500 lux	Artificial	1	
<b>Puesto de trabajo</b>	Pantalla ordenador	138 lux	500 lux	Artificial	3	
	Teclado ordenador	187 lux	500 lux	Artificial	3	
	Mesa de trabajo	223 lux	500 lux	Artificial	3	
<b>Puesto de trabajo</b>	Pantalla ordenador	839 lux	500 lux	Artificial/ Natural	1	
	Teclado ordenador	989 lux	500 lux	Artificial/ Natural	1	
	Mesa de trabajo	982 lux	500 lux	Artificial/ Natural	1	
<b>Puesto de trabajo</b>	Pantalla ordenador	560 lux	500 lux	Artificial/ Natural	1	
	Teclado ordenador	714 lux	500 lux	Artificial/ Natural	1	
	Mesa de trabajo	715lux	500 lux	Artificial/ Natural	1	
<b>Puesto de trabajo</b>	Pantalla ordenador	588 lux	500 lux	Artificial/ Natural	1	
	Teclado ordenador	527 lux	500 lux	Artificial/ Natural	1	
	Mesa de trabajo	550 lux	500 lux	Artificial/ Natural	1	

\*: 1: posiblemente aceptable situación actual; 2: corregir a medio plazo; 3: corregir a corto plazo; 4: corrección urgente; 5: corrección inmediata.

Áreas y puestos	Punto	Nivel de Iluminación	Niveles de iluminación requerida	Naturaleza de la luz	Orden de prioridad*	Observaciones
<b>Sierra</b>	Recogida de piezas	100 lux	200 lux	Artificial	2	
<b>Rectificadora sin centros</b>	Punto de rectificado (iluminación localizada apagada)	54 lux	200 lux	Artificial	3	
	Punto de rectificado (iluminación localizada encendida)	830 lux	200 lux	Artificial	1	
<b>TornoTOR Micro-tor</b>	Zona de plato	78 lux	200 lux	Artificial	3	
<b>Torno Amutio- Cazeneuve</b>	Zona de plato	105 lux	200 lux	Artificial	2	
<b>Torno decoletaje Auto Sprint serie E</b>	Zona salida y verificación de piezas	103 lux	500 lux	Artificial	3	
<b>Torno decoletaje Iralac</b>	Zona salida y verificación de piezas	82 lux	500 lux	Artificial	4	
<b>Torno decoletaje Auto Sprint s</b>	Zona salida y verificación de piezas	76 lux	500 lux	Artificial	4	

\*: 1: posiblemente aceptable situación actual; 2: corregir a medio plazo; 3: corregir a corto plazo; 4: corrección urgente; 5: corrección inmediata.

Áreas y puestos	Punto	Nivel de Iluminación	Niveles de iluminación requerida	Naturaleza de la luz	Orden de prioridad*	Observaciones
<b>Rectificadora entrepuntos</b>	Zona rectificado	83 lux	200 lux	Artificial	3	
<b>Taladro Ibarria</b>	Zona broca	561lux	200 lux	Artificial	3	
<b>Prensa Shand</b>	Zona prensa	200 lux	200 lux	Artificial	1	
	Mesa de trabajo	600 lux	500 lux	Artificial	1	Tiene iluminación localizada
<b>Torno portarodamientos</b>	Mesa verificación de piezas	250lux	500lux	Artificial	2	
<b>Fresadora Correa</b>	Zona de mecanizado de la pieza	150lux	200lux	Artificial	2	

\*: 1: posiblemente aceptable situación actual; 2: corregir a medio plazo; 3: corregir a corto plazo; 4: corrección urgente; 5: corrección inmediata.

Áreas y puestos	Punto	Nivel de Iluminación	Niveles de iluminación requerida	Naturaleza de la luz	Orden de prioridad*	Observaciones
<b>Nave producción</b>	Pasillo zona tornos	89 lux	50 lux	Artificial	1	
	Pasillo acceso almacén de expediciones	69 lux	50 lux	Artificial	1	
	Pasillo zona centros de mecanizado	144 lux	50 lux	Artificial	1	
<b>Almacén materia prima</b>	Pasillo fondo derecho	68 lux	50 lux	Artificial	1	
	Pasillo fondo izquierdo	163 lux	50 lux	Artificial	1	
	Zona central de la nave	16 lux	50 lux	Artificial	3	Hilera de luminarias fundidas sobre el punto de medición
	Pasillo de acceso a producción	132lux	50 lux	Artificial	1	
	Zona próxima a puerta acceso exterior	147 lux	50 lux	Artificial	1	
<b>Almacén expediciones</b>	Pasillo zona sierra	183 lux	50 lux	Artificial	1	
	Pasillo zona prensa, almacén	225 lux	50 lux	Artificial	1	
	Pasillo de acceso a producción	172 lux	50 lux	Artificial	1	
	Zona próxima a puerta acceso exterior	225 lux	50 lux	Artificial	1	

\*: 1: posiblemente aceptable situación actual; 2: corregir a medio plazo; 3: corregir a corto plazo; 4: corrección urgente; 5: corrección inmediata.

**Orden de prioridad por puestos:**

	General	Centros de mecanizado	Maquinaria auxiliar	Oficinas (oficina técnica)	Zonas comunes
<b>Acciones a realizar derivadas de los niveles de iluminación</b>		4	3	3	1
Se deberá establecer un plan de limpieza periódica de los focos, de las luminarias y de los cristales	3				
Se reparará periódicamente el estado de los focos y fluorescentes para reponer los que se hayan fundido y los que hayan perdido intensidad por el paso del tiempo.	3				
Cambiar los focos fundidos que se encuentran en el almacén de materia prima y el que se encuentra en la zona del puesto de montaje de amortiguadores					1
Con respecto a la calidad de la luz artificial, aconsejamos la colocación de focos de luz fría	4				
Aumentar los niveles de iluminación general de la nave hasta 200 lux como nivel mínimo	3	4	3		1
Reforzar el nivel de iluminación de los puestos de trabajo (mesas de trabajo, verificación de piezas) con iluminación localizada para que agregada a la aportada por el sistema general, complete el nivel de iluminación requerido por las tareas que se realizan en estos puestos (500 lux como mínimo). Se deberán evitar desequilibrios entre la iluminación del puesto y la iluminación general.		4	3		
Incrementar los niveles de iluminación interior de los centros de mecanizado hasta como mínimo 200 lux.		4			
Aumentar como mínimo hasta 500 lux la iluminación en los puestos de trabajo de Miguel Ángel Arriola y Pedro Villanueva				3	
Aumentar como mínimo hasta 200 lux la iluminación en la maquinaria auxiliar.			3		
La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible, evitando variaciones bruscas de luminancia de la zona de operación y entre esta y sus alrededores.	3				
Para aumentar el nivel de luz se recomienda encender las luces tanto en días soleados como nublados ya que la luz natural es insuficiente.	3				
Vigilancia específica de la salud, según trabajador, según criterio médico y según los riesgos a los que está expuesto.		4	3	3	

## **Conclusiones y posibles soluciones**

### **Conclusiones**

Los niveles de iluminación existentes en las zonas y puestos de trabajo objeto de estudio en el presente informe son, en general, insuficientes para el tipo de actividad que en ellos se desarrolla, ateniéndonos a lo estipulado en la normativa vigente (Real Decreto 486/97).

Los niveles de exposición lumínica medidos en las zonas y/o puestos de trabajo vinculado al nivel de exigencia visual requerido para el desempeño de las funciones del puesto determinan la necesidad de adoptar las medidas correctoras especificadas en el Anexo II, con un orden de prioridad definido conforme al siguiente criterio:

- Orden de prioridad 5: corrección inmediata.
- Orden de prioridad 4: corrección urgente.
- Orden de prioridad 3: corregir a corto plazo.
- Orden de prioridad 2: corregir a medio plazo
- Orden de prioridad 1: posiblemente aceptable situación actual.

### **Solución**

Según estos órdenes de prioridad, se deberán realizar las operaciones de limpieza de focos, así como la sustitución de luces fundidas, y aumento de potencia lumínica en los lugares que lo requieran.

### 3.5 EVALUACIÓN SIMPLIFICADA DEL RIESGO QUIMICO

A continuación se evaluará el riesgo químico de cuatro productos químicos según cuatro métodos distintos: la jerarquización de riesgos, la evaluación simplificada del riesgo por inhalación I (método basado en el “COSHH Essentials” del HSE), la evaluación simplificada del riesgo por inhalación II (método basado en el método INRS) y la evaluación simplificada del riesgo por contacto y/o absorción por la piel (método del INRS).

Los productos analizados son los siguientes: HOCUT 5-60 AB, VEZITOL S, BLASOCUT KOMBI 883 e HYSOL T15.

Las fichas de seguridad de estos productos se pueden encontrar completas en el Anexo I. Los datos que serán de utilidad para el estudio se exponen a continuación.

**HOCUT 5-60 AB:** se utilizan 200 litros al mes en una concentración del 75%; así pues podemos decir que se emplean 1800 litros al año. Se utiliza 6 días a la semana. Su punto de ebullición se sitúa en 100°C y consideraremos que la temperatura de trabajo son 20°C. Este producto se utiliza en 8 puestos de trabajo; como el estudio se realizará por puesto de trabajo, podemos decir que la cantidad utilizada al año es 225 litros por puesto.

**VEZITOL S:** se utilizan 50 litros cada dos años en una concentración del 4%; así pues podemos decir que se emplean 25 litros al año. Se utiliza 6 días a la semana. Su punto de ebullición se sitúa en 100°C y consideraremos que la temperatura de trabajo son 20°C. Este producto se utiliza en 14 puestos de trabajo; como el estudio se realizará por puesto de trabajo, podemos decir que la cantidad utilizada al año es 1,8 litros por puesto.

**BLASOCUT KOMBI 883:** se utilizan 200 litros al mes en una concentración del 4%; así pues podemos decir que se emplean 96 litros al año. Se utiliza 6 días a la semana. Su punto de ebullición se sitúa en 300°C y consideraremos que la temperatura de trabajo son 20°C. Este producto se utiliza en 6 puestos de trabajo; como el estudio se realizará por puesto de trabajo, podemos decir que la cantidad utilizada al año es 16 litros por puesto.

**HYSOL T15:** se utilizan 200 litros al mes en una concentración del 4%; así pues podemos decir que se emplean 384 litros al año. Se utiliza 6 días a la semana. Su punto de ebullición se sitúa en 100°C y consideraremos que la temperatura de trabajo son 20°C. Este producto se utiliza en 14 puestos de trabajo; como el estudio se realizará por puesto de trabajo, podemos decir que la cantidad utilizada al año es 27,4 litros por puesto.

Se estudiarán 2 puestos de trabajo distintos: en el primero se emplean el HOCUT 5-60 AB, el VEZITOL S y el HYSOL T15; en el segundo se emplean el BLASOCUT KOMBI 883, el VEZITOL S y el HYSOL T15.

A lo largo de los distintos estudios, se irán mostrando las tablas que se utilizan en cada método y se irán marcando los resultados según los datos que tengo de cada producto químico.

Miriam Ponce Arenzana

### 3.5.1 Jerarquización de riesgos

#### Puesto 1

Los datos referentes al HOCUT 5-60 AB se marcarán en verde, los del VEZITOL S en rojo y los del HYSOL T15 en amarillo.

CAS	Producto químico	Frases R	VLA (mg/m <sup>3</sup> )	Q <sub>i</sub> (litros/año)	Q <sub>i</sub> /Q <sub>max</sub> (%)	Frecuencia de utilización
141-43-5	2- aminoetanol ( <b>HOCUT 5-60 AB</b> )	20 - 36/37/38	NO	225	100	6 días a la semana frecuente
	Aceite de corte soluble, preparado a base de emulgentes anionicos, inhibidores de la corrosión, aditivos mejoradores del corte, lubricantes y agua. ( <b>VEZITOL S</b> )	36	NO	1,8	0,8	6 días a la semana intermitente
10043-35-3	Ácido bórico (compuesto mas peligroso del <b>HYSOL T15</b> )	60-61	NO	27,4	12,18	6 días a la semana frecuente

Miriam Ponce Arenzana

Determinación de la clase de peligro

Clase de peligro	Frases R	Frases H	VLA mg/m <sup>3</sup> (1)	Materiales y procesos
1	Tiene frases R, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	Tiene frases H, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	>100	
2	<b>R36</b> , R37, R38 R36/37, R36/38, <b>R36/37/38</b> R37/38 R66, R67	H315, H319 H335 H336 EUH066	> 10 ≤ 100	Hierro/ Cereal y derivados/ grafito/ material de construcción/ talco/ cemento/ composites/ madera de combustión tratada/ soldadura metales-plásticos/ material vegetal-animal
3	<b>R20</b> , R21, R22 R20/21, R20/22, R20/21/22 R21/22 R33, R34 R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22 R62, R63, R64, R65 R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21, R68/20/22, R68/21/22, R68/20/21/22	H302, H304 H312 H314(Corr. Cut. 1B y 1C) H332 H361, H361d, H361f, H361fd H362 H371 H373 EUH071	>1 ≤ 10	Soldadura inoxidable Fibras cerámicas-vegetales Pinturas de plomo Muelas Arenas Aceites de corte y refrigerantes
4	R15/29 R23, R24, R25 R23/24, R23/25, R23/24/25, R24/25 R29, R31, R35 R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25 R40, R41, R42, R43 R42/43 R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25 <b>R60</b> , <b>R61</b> , R68	H301, H311 H314 (Corr. Cut. 1A) H317, H318 H331, H334 H341, H351 H360, H360F, H360FD, H360D, H360Df, H360Fd H370, H372 EUH031	>0,1 ≤ 1	Maderas blandas y derivados Plomo metálico Fundición y afinaje de plomo
5	R26, R27, R28 R26/27, R26/28, R26/27/28, R27/28 R32, R39 R39/26, R39/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28, R39/26/27/28 R45, R46, R49	H300, H310 H330 H340 H350, H350i EUH032 EUH070	≤ 0,1	Amianto (2) y materiales que lo contienen Betunes y breas Gasolina (3) (carburante) Vulcanización Maderas duras y derivados (4)
(5) Cuando se trate de materia particulada, este valor se divide entre 10				
(6) Posee legislación específica obligatoria [B.4] y requiere de evaluación cuantitativa obligatoria por ser cancerígeno				
(7) Se refiere únicamente al trabajo en contacto directo con este agente				
(8) Se refiere a polvo de maderas considerado como cancerígeno [B.5]				

En el caso del HOCUT 5-60 AB, como le corresponden dos clases de peligro, nos quedamos con la mayor (en este caso la clase de peligro 3).

Determinación de la clase de cantidad

Clase de cantidad	$Q_i/Q_{m\acute{a}x.}$
1	<1%
2	$\geq 1 - < 5\%$
3	$\geq 5 - < 12\%$
4	$\geq 12 - < 33\%$
5	$\geq 33 - 100\%$

Determinación de la clase de frecuencia

Utilización	Ocasional	Intermitente	Frecuente	Permanente
Día	$\leq 30$ min	$>30 - \leq 120$ min	$>2 - \leq 6$ h	$>6$ h
Semana	$\leq 2$ h	$>2-8$ h	1-3 días	$> 3$ días
Mes	1 día	2-6 días	7-15 días	$> 15$ días
Año	$\leq 15$ días	$> 15$ días - $\leq 2$ meses	$>2 - \leq 5$ meses	$> 5$ meses
Clase	1	2	3	4
0: El agente químico no se usa hace al menos un año. El agente químico no se usa más				

Determinación de la clase de exposición potencial

Clase de cantidad						
5	0	4	5	5	5	
4	0	3	4	4	5	
3	0	3	3	3	4	
2	0	2	2	2	2	
1	0	1	1	1	1	
	0	1	2	3	4	Clase de frecuencia

Miriam Ponce Arenzana

Determinación de la puntuación de riesgo potencial

Clase de exposición potencial						
5	100	1.000	10.000	100.000	1.000.000	
4	30	300	3.000	30.000	300.000	
3	10	100	1.000	10.000	100.000	
2	3	30	300	3.000	30.000	
1	1	10	100	1.000	10.000	
	1	2	3	4	5	Clase de peligro

Puntuación / producto	Prioridad
>10.000	Elevada
>100 - ≤10.000	Media
≤100	Baja

Miriam Ponce Arenzana

Recopilando los resultados en una tabla:

CAS	Producto químico	Frases R	VLA (mg/m <sup>3</sup> )	Clase de peligro	Clase de cantidad	Clase según la frecuencia de utilización	Clase de la exposición potencial	Puntuación de riesgo potencial	Prioridad
141-43-5	2- aminoetanol ( <b>HOCUT 5-60 AB</b> )	20 - 36/37/38	NO	3	5	3	5	10000	Media
	Aceite de corte soluble, preparado a base de emulgentes anionicos, inhibidores de la corrosión, aditivos mejoradores del corte, lubricantes y agua. ( <b>VEZITOL S</b> )	36	NO	2	1	2	1	10	Baja
10043-35-3	Ácido bórico (compuesto mas peligroso del <b>HYSOL T15</b> )	60-61	NO	4	4	3	4	30000	Elevada

Como se ve en la tabla anterior, el HYSOL T15 es el único con prioridad elevada. Para disminuir la puntuación de riesgo potencial y, por ende, la prioridad, hay varias soluciones: utilizar menos producto (para disminuir la clase de cantidad), emplear el producto menos horas al día o menos días a la semana (para disminuir la clase de frecuencia de utilización) o, lo que sería más fácil para no entorpecer el proceso productivo, sustituir el producto químico por otro que tenga frases R que indiquen un peligro menor (para así disminuir la clase de peligro).

Miriam Ponce Arenzana

**Puesto 2**

Los datos referentes al BLASOCUT KOMBI 883 se marcarán en naranja, los del VEZITOL S en rojo y los del HYSOL T15 en amarillo.

CAS	Producto químico	Frases R	VLA (mg/m <sup>3</sup> )	Q <sub>i</sub> (litros/año)	Q <sub>i</sub> /Q <sub>max</sub> (%)	Frecuencia de utilización
	2-metil-2,4-pentanediol ( <b>BLASOCUT KOMBI 883</b> )	36/38	NO	16	58,39	6 días a la semana frecuente
	Aceite de corte soluble, preparado a base de emulgentes aniónicos, inhibidores de la corrosión, aditivos mejoradores del corte, lubricantes y agua. ( <b>VEZITOL S</b> )	36	NO	1,8	6,57	6 días a la semana intermitente
10043-35-3	Ácido bórico (compuesto mas peligroso del <b>HYSOL T15</b> )	60-61	NO	27,4	100	6 días a la semana frecuente

Clase de peligro	Frases R	Frases H	VLA mg/m <sup>3</sup> (1)	Materiales y procesos
1	Tiene frases R, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	Tiene frases H, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	>100	
2	<b>R36</b> , R37, R38 R36/37, <b>R36/38</b> , R36/37/38 R37/38 R66, R67	H315, H319 H335 H336 EUH066	> 10 ≤ 100	Hierro/ Cereal y derivados/ grafito/ material de construcción/ talco/ cemento/ composites/ madera de combustión tratada/ soldadura metales-plásticos/ material vegetal-animal
3	R20, R21, R22 R20/21, R20/22, R20/21/22 R21/22 R33, R34 R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22 R62, R63, R64, R65 R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21, R68/20/22, R68/21/22, R68/20/21/22	H302, H304 H312 H314(Corr. Cut. 1B y 1C) H332 H361, H361d, H361f, H361fd H362 H371 H373 EUH071	>1 ≤ 10	Soldadura inoxidable Fibras cerámicas-vegetales Pinturas de plomo Muelas Arenas Aceites de corte y refrigerantes
4	R15/29 R23, R24, R25 R23/24, R23/25, R23/24/25, R24/25 R29, R31, R35 R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25 R40, R41, R42, R43 R42/43 R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25 <b>R60</b> , <b>R61</b> , R68	H301, H311 H314 (Corr. Cut. 1A) H317, H318 H331, H334 H341, H351 H360, H360F, H360FD, H360D, H360Df, H360Fd H370, H372 EUH031	>0,1 ≤ 1	Maderas blandas y derivados Plomo metálico Fundición y afinaje de plomo
5	R26, R27, R28 R26/27, R26/28, R26/27/28, R27/28 R32, R39 R39/26, R39/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28, R39/26/27/28 R45, R46, R49	H300, H310 H330 H340 H350, H350i EUH032 EUH070	≤ 0,1	Amianto <sup>(2)</sup> y materiales que lo contienen Betunes y breas Gasolina <sup>(3)</sup> (carburante) Vulcanización Maderas duras y derivados <sup>(4)</sup>
(9) Cuando se trate de materia particulada, este valor se divide entre 10 (10) Posee legislación específica obligatoria [B.4] y requiere de evaluación cuantitativa obligatoria por ser cancerígeno (11) Se refiere únicamente al trabajo en contacto directo con este agente (12) Se refiere a polvo de maderas considerado como cancerígeno [B.5]				

Miriam Ponce Arenzana

Determinación de la clase de cantidad

Clase de cantidad	$Q_i/Q_{m\acute{a}x.}$
1	<1%
2	$\geq 1 - < 5\%$
3	$\geq 5 - < 12\%$
4	$\geq 12 - < 33\%$
5	$\geq 33 - 100\%$

Determinación de la clase de frecuencia

Utilización	Ocasional	Intermitente	Frecuente	Permanente
Día	$\leq 30$ min	$>30 - \leq 120$ min	$>2 - \leq 6$ h	$>6$ h
Semana	$\leq 2$ h	$>2-8$ h	1-3 días	$> 3$ días
Mes	1 día	2-6 días	7-15 días	$> 15$ días
Año	$\leq 15$ días	$> 15$ días - $\leq 2$ meses	$>2 - \leq 5$ meses	$> 5$ meses
Clase	1	2	3	4
0: El agente químico no se usa hace al menos un año. El agente químico no se usa más				

Determinación de la clase de exposición potencial

Clase de cantidad						
5	0	4	5	5	5	
4	0	3	4	4	5	
3	0	3	3	3	4	
2	0	2	2	2	2	
1	0	1	1	1	1	
	0	1	2	3	4	Clase de frecuencia

Miriam Ponce Arenzana

Determinación de la puntuación de riesgo potencial

Clase de exposición potencial						
5	100	1.000	10.000	100.000	1.000.000	
4	30	300	3.000	30.000	300.000	
3	10	100	1.000	10.000	100.000	
2	3	30	300	3.000	30.000	
1	1	10	100	1.000	10.000	
	1	2	3	4	5	Clase de peligro

Puntuación / producto	Prioridad
>10.000	Elevada
>100 - ≤10.000	Media
≤100	Baja

Miriam Ponce Arenzana

Recopilando los resultados en una tabla:

CAS	Producto químico	Frases R	VLA (mg/m <sup>3</sup> )	Clase de peligro	Clase de cantidad	Clase según la frecuencia de utilización	Clase de la exposición potencial	Puntuación de riesgo potencial	Prioridad
	2-metil-2,4-pentanediol ( <b>BLASOCUT KOMBI 883</b> )	36/38	NO	2	5	3	5	1000	Media
	Aceite de corte soluble, preparado a base de emulgentes anionicos, inhibidores de la corrosión, aditivos mejoradores del corte, lubricantes y agua. ( <b>VEZITOL S</b> )	36	NO	2	3	2	3	100	Baja
10043-35-3	Ácido bórico (compuesto mas peligroso del <b>HYSOL T15</b> )	60-61	NO	4	5	3	5	100000	Elevada

Como se ve en la tabla anterior (y al igual que en el puesto anterior), el HYSOL T15 es el único con prioridad elevada. Para disminuir la puntuación de riesgo potencial y, por ende, la prioridad, hay varias soluciones: utilizar menos producto (para disminuir la clase de cantidad), emplear el producto menos horas al día o menos días a la semana (para disminuir la clase de frecuencia de utilización) o, lo que sería más fácil para no entorpecer el proceso productivo, sustituir el producto químico por otro que tenga frases R que indiquen un peligro menor (para así disminuir la clase de peligro).

Miriam Ponce Arenzana

### 3.5.2 Evaluación simplificada del riesgo por inhalación I (método basado en el “COSHH Essentials” del HSE)

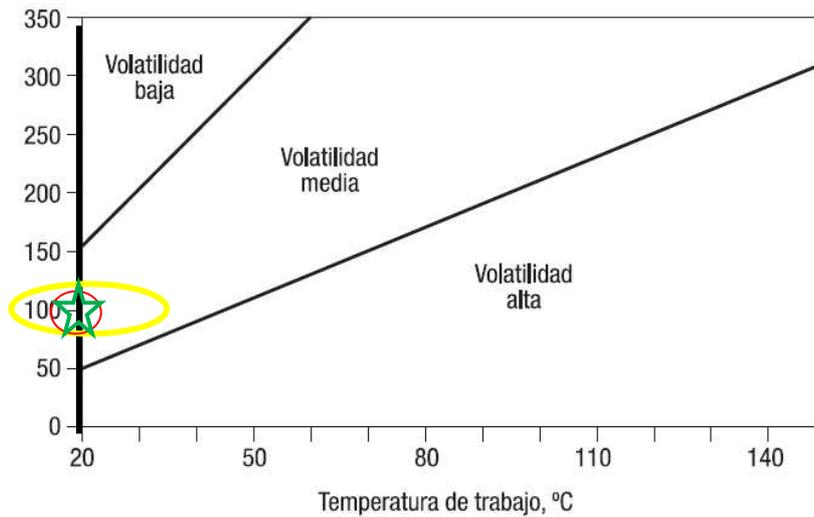
#### Puesto 1

Los datos referentes al HOCUT 5-60 AB se marcarán en verde, los del VEZITOL S en rojo y los del HYSOL T15 en amarillo.

CAS	Producto químico	Frases R	Punto de ebullición (°C)	Temperatura de trabajo (°C)	Cantidad (litros/año)	Nivel de peligrosidad	Tendencia a pasar al ambiente	Cantidad utilizada por operación	Nivel de riesgo potencial	Acciones a tomar
141-43-5	2- aminoetanol ( <b>HOCUT 5-60 AB</b> )	20 - 36/37/38	100	20	225	C	Volatilidad media	Mediana	3	Confinamiento o sistemas cerrados. Mantener, siempre que sea posible, el proceso a una presión inferior a la atmosférica para dificultar el escape de las sustancias.
	Aceite de corte soluble, preparado a base de emulgentes anionicos, inhibidores de la corrosión, aditivos mejoradores del corte, lubricantes y agua. ( <b>VEZITOL S</b> )	36	100	20	1,8	A	Volatilidad media	Mediana	1	Ventilación general
10043-35-3	Ácido bórico (compuesto mas peligroso del <b>HYSOL T15</b> )	60-61	100	20	27,4	D	Volatilidad media	Mediana	4	Cumplir con la legislación, cuando se trate de sustancias cancerígenas y/o mutágenas de categoría 1 y 2. Adoptar medidas específicas. Realizar una evaluación detallada de la exposición. Verificar con mayor frecuencia la eficacia de las instalaciones de control.

Nivel de peligrosidad	Frases R	Frases H
A	Todas las sustancias que no tengan asignadas frases R que correspondan a los grupos B a E	H305, H333, H336 Todas las sustancias que no tengan asignadas frases H que correspondan a los grupos B a H
B	<b>R20</b> R20/21, R20/22, R20/21/22 R68/20, R68/20/21, R68/20/22, R68/20/21/22	H332 H371
C	R23 R23/24, R23/25, R23/24/25 R37 R36/37, <b>R36/37/38</b> , R37/38 R39/23, R39/23/24, R39/23/25, R39/23/24/25 R48/20, R48/20/21, R48/20/22, R48/20/21/22	H331 H335 H370 H373
D	R26 R26/27, R26/28, R26/27/28 R39/26, R39/26/27, R39/26/28, R39/26/27/28 R40 R48/23, R48/23/24, R48/23/25, R48/23/24/25 <b>R60</b> <b>R61</b> R62 R63 R64	H330 H351 H360 H361 H362 H372
E	R42 R42/43 R45 R46 R49 R68	H334 H340 H341 H350

Miriam Ponce Arenzana  
Tendencia a pasar al ambiente



Cantidad utilizada por operación

Clase de cantidad	Cantidad utilizada
Pequeña	Gramos o mililitros
Mediana	Kilogramos o litros
Grande	Toneladas o metros cúbicos

Nivel de riesgo potencial

Grado de peligrosidad	Cantidad usada	Baja volatilidad o pulverulencia	Media volatilidad	Media pulverulencia	Alta volatilidad o pulverulencia
A	Pequeña	1	1	1	1
	Mediana	1	1	1	2
	Grande	1	1	2	2
B	Pequeña	1	1	1	1
	Mediana	1	2	2	2
	Grande	1	2	3	3
C	Pequeña	1	2	1	2
	Mediana	2	3	3	3
	Grande	2	4	4	4
D	Pequeña	2	3	2	3
	Mediana	3	4	4	4
	Grande	3	4	4	4
E	<b>En todas las situaciones con sustancias de este grado de peligrosidad, se considerará que el nivel de riesgo es 4.</b>				

Nivel de riesgo	Acciones a tomar
1	Ventilación general.
2	Medidas específicas de prevención y protección, por ejemplo, extracción localizada.
3	Confinamiento o sistemas cerrados. Mantener, siempre que sea posible, el proceso a una presión inferior a la atmosférica para dificultar el escape de las sustancias.
4	Cumplir con la legislación, cuando se trate de sustancias cancerígenas y/o mutágenas de categorías 1 y 2. Adoptar medidas específicas. Realizar una evaluación detallada de la exposición. Verificar con mayor frecuencia la eficacia de las instalaciones de control.

Como se ve en la tabla al principio del presente estudio, el HYSOL T15 es el único con un nivel de riesgo 4 (que es el más peligroso). Para disminuir la puntuación de riesgo potencial y, por ende, la prioridad, habría que sustituir el producto químico por otro que tenga frases R que indiquen un peligro menor (para así disminuir el nivel de peligrosidad).

Miriam Ponce Arenzana

**Puesto 2**

Los datos referentes al BLASOCUT KOMBI 883 se marcarán en naranja, los del VEZITOL S en rojo y los del HYSOL T15 en amarillo.

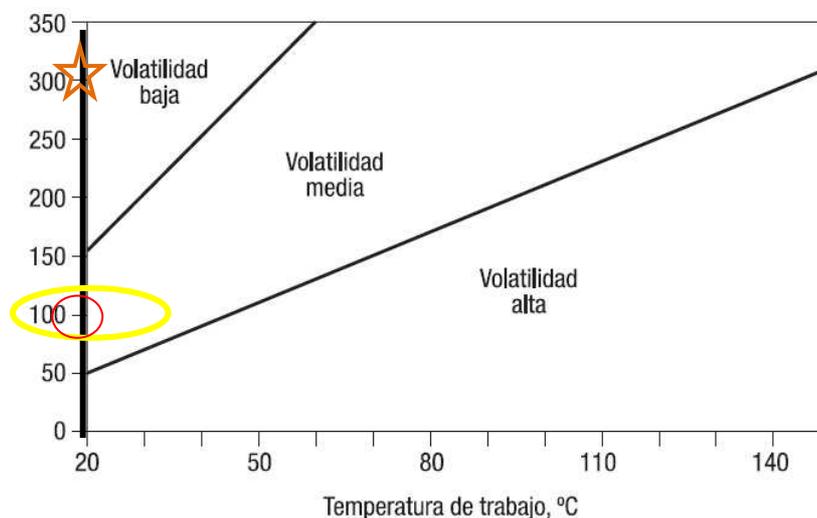
CAS	Producto químico	Frases R	Punto de ebullición (°C)	Temperatura de trabajo (°C)	Cantidad (litros/año)	Nivel de peligrosidad	Tendencia a pasar al ambiente	Cantidad utilizada por operación	Nivel de riesgo potencial	Acciones a tomar
	2-metil-2,4-pentanediol ( <b>BLASOCUT KOMBI 883</b> )	36/38	300	20	16	A	Volatilidad baja	Mediana	1	Ventilación general
	Aceite de corte soluble, preparado a base de emulgentes anionicos, inhibidores de la corrosión, aditivos mejoradores del corte, lubricantes y agua. ( <b>VEZITOL S</b> )	36	100	20	1,8	A	Volatilidad media	Mediana	1	Ventilación general
10043-35-3	Ácido bórico (compuesto más peligroso del <b>HYSOL T15</b> )	60-61	100	20	27,4	D	Volatilidad media	Mediana	4	Cumplir con la legislación, cuando se trate de sustancias cancerígenas y/o mutágenas de categoría 1 y 2. Adoptar medidas específicas. Realizar una evaluación detallada de la exposición. Verificar con mayor frecuencia la eficacia de las instalaciones de control.

Miriam Ponce Arenzana

Peligrosidad intrínseca de la sustancia

Nivel de peligrosidad	Frases R	Frases H
A	Todas las sustancias que no tengan asignadas frases R que correspondan a los grupos B a E	H305, H333, H336 Todas las sustancias que no tengan asignadas frases H que correspondan a los grupos B a H
B	R20 R20/21, R20/22, R20/21/22 R68/20, R68/20/21, R68/20/22, R68/20/21/22	H332 H371
C	R23 R23/24, R23/25, R23/24/25 R37 R36/37, R36/37/38, R37/38 R39/23, R39/23/24, R39/23/25, R39/23/24/25 R48/20, R48/20/21, R48/20/22, R48/20/21/22	H331 H335 H370 H373
D	R26 R26/27, R26/28, R26/27/28 R39/26, R39/26/27, R39/26/28, R39/26/27/28 R40 R48/23, R48/23/24, R48/23/25, R48/23/24/25 R60 R61 R62 R63 R64	H330 H351 H360 H361 H362 H372
E	R42 R42/43 R45 R46 R49 R68	H334 H340 H341 H350

Tendencia a pasar al ambiente



Miriam Ponce Arenzana  
Cantidad utilizada por operación

Clase de cantidad	Cantidad utilizada
Pequeña	Gramos o mililitros
Mediana	Kilogramos o litros
Grande	Toneladas o metros cúbicos

Nivel de riesgo potencial

Grado de peligrosidad	Cantidad usada	Baja volatilidad o pulverulencia	Media volatilidad	Media pulverulencia	Alta volatilidad o pulverulencia
A	Pequeña	1	1	1	1
	Mediana	1	1	1	2
	Grande	1	1	2	2
B	Pequeña	1	1	1	1
	Mediana	1	2	2	2
	Grande	1	2	3	3
C	Pequeña	1	2	1	2
	Mediana	2	3	3	3
	Grande	2	4	4	4
D	Pequeña	2	3	2	3
	Mediana	3	4	4	4
	Grande	3	4	4	4
E	<b>En todas las situaciones con sustancias de este grado de peligrosidad, se considerará que el nivel de riesgo es 4.</b>				

Nivel de riesgo	Acciones a tomar
1	Ventilación general.
2	Medidas específicas de prevención y protección, por ejemplo, extracción localizada.
3	Confinamiento o sistemas cerrados. Mantener, siempre que sea posible, el proceso a una presión inferior a la atmosférica para dificultar el escape de las sustancias.
4	Cumplir con la legislación, cuando se trate de sustancias cancerígenas y/o mutágenas de categorías 1 y 2. Adoptar medidas específicas. Realizar una evaluación detallada de la exposición. Verificar con mayor frecuencia la eficacia de las instalaciones de control.

Al igual que en el puesto 1, el HYSOL T15 es el único con un nivel de riesgo 4 (el más peligroso). Para disminuir la puntuación de riesgo potencial y, por ende, la prioridad, habría que sustituir el producto químico por otro que tenga frases R que indiquen un peligro menor (para así disminuir el nivel de peligrosidad).

Miriam Ponce Arenzana

### 3.5.3 Evaluación simplificada del riesgo por inhalación II (método basado en el método INRS)

#### Puesto 1

Los datos referentes al HOCUT 5-60 AB se marcarán en verde, los del VEZITOL S en rojo y los del HYSOL T15 en amarillo.

CAS	Producto químico	Frases R	VLA (mg/m <sup>3</sup> )	Punto de ebullición (°C)	Temperatura de trabajo (°C)	Cantidad/día (litros)	Frecuencia de utilización
141-43-5	2- aminoetanol ( <b>HOCUT 5-60 AB</b> )	20 - 36/37/38	NO	100	20	0,78	6 días a la semana frecuente
	Aceite de corte soluble, preparado a base de emulgentes anionicos, inhibidores de la corrosión, aditivos mejoradores del corte, lubricantes y agua. ( <b>VEZITOL S</b> )	36	NO	100	20	0,00625	6 días a la semana intermitente
10043-35-3	Ácido bórico (compuesto más peligroso del <b>HYSOL T15</b> )	60-61	NO	100	20	0,095	6 días a la semana frecuente

Determinación de la clase de peligro

Clase de peligro	Frases R	Frases H	VLA mg/m3 (1)	Materiales y procesos
1	Tiene frases R, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	Tiene frases H, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	>100	
2	R37 R36/37, R37/38, <b>R36/37/38</b> R67	H335 H336	> 10 ≤ 100	Hierro/ Cereal y derivados/ grafito/ material de construcción/ talco/ cemento/ composites/ madera de combustión tratada/ soldadura metales-plásticos/ material vegetal-animal
3	<b>R20</b> R20/21, R20/22, R20/21/22 R33 R48/20, R48/20/21, R48/20/22, R48/20/21/22 R62, R63, R64, R65 R68/20, R68/20/21, R68/20/22, R68/20/21/22	H304 H332 H361 H361d H361f H361fd H362 H371 (2) H373 (2) EUH071	>1 ≤ 10	Soldadura inoxidable Fibras cerámicas-vegetales Pinturas de plomo Muelas Arenas Aceites de corte y refrigerantes
4	R15/29 R23 R23/24, R23/25, R23/24/25 R29, R31 R39/23, R39/23/24, R39/23/25, R39/23/24/25 R40 R42 R42/43 R48/23, R48/23/24, R48/23/24, R48/23/24/25 <b>R60, R61</b> , R68	H331 H334 H341 H351 H360 H360F H360FD H360D H360Df H360Fd H370 (2) H372 (2) EUH029 EUH031	>0,1 ≤ 1	Maderas blandas y derivados Plomo metálico Fundición y afinaje de plomo
5	R26 R26/27, R26/28, R26/27/28, R32, R39 R39/26 R39/26/27, R39/26/28, R39/26/27/28 R45, R46, R49	H330 H340 H350 H350i EUH032 EUH070	≤ 0,1	Amianto <sup>(3)</sup> y materiales que lo contienen Betunes y breas Gasolina <sup>(4)</sup> (carburante) Vulcanización Maderas duras y derivados <sup>(5)</sup>
<p>(6) Cuando se trate de materia particulada, este valor se divide entre 10                  (7) Únicamente si la frase especifica vía inhalatoria. Si no especifica ninguna vía, se recomienda consultar las frases R para comprobar a que vía o vías se refiere.                  (8) Posee legislación específica obligatoria que requiere evaluación cuantitativa                  (9) Se refiere únicamente al trabajo en contacto directo con este agente                  (10) Se refiere a polvo de maderas considerado como cancerígeno</p>				

En el caso del HOCUT 5-60 AB, como le corresponden dos clases de peligro, nos quedamos con la mayor (en este caso la clase de peligro 3).

Miriam Ponce Arenzana

Determinación de la clase de cantidad

Clase de cantidad	Cantidad/día
1	< 100 g o ml
2	≥100 g o ml y < 10 kg o l
3	≥ 10 y < 100 kg o l
4	≥ 100 y < 1000 kg o l
5	≥1000 kg o l

Determinación de la clase de frecuencia

Utilización	Ocasional	Intermitente	Frecuente	Permanente
Día	≤ 30 min	>30 - ≤120min	>2 - ≤6h	>6h
Semana	≤ 2h	>2-8h	1-3 días	> 3 días
Mes	1 día	2-6 días	7-15 días	> 15 días
Año	≤ 15 días	> 15 días - ≤ 2 meses	>2 - ≤ 5 meses	> 5 meses
Clase	1	2	3	4
	0: El agente químico no se usa hace al menos un año. El agente químico no se usa más			

Determinación de la clase de exposición potencial

Clase de cantidad						
5	0	4	5	5	5	
4	0	3	4	4	5	
3	0	3	3	3	4	
2	0	2	2	2	2	
1	0	1	1	1	1	
	0	1	2	3	4	<b>Clase de frecuencia</b>

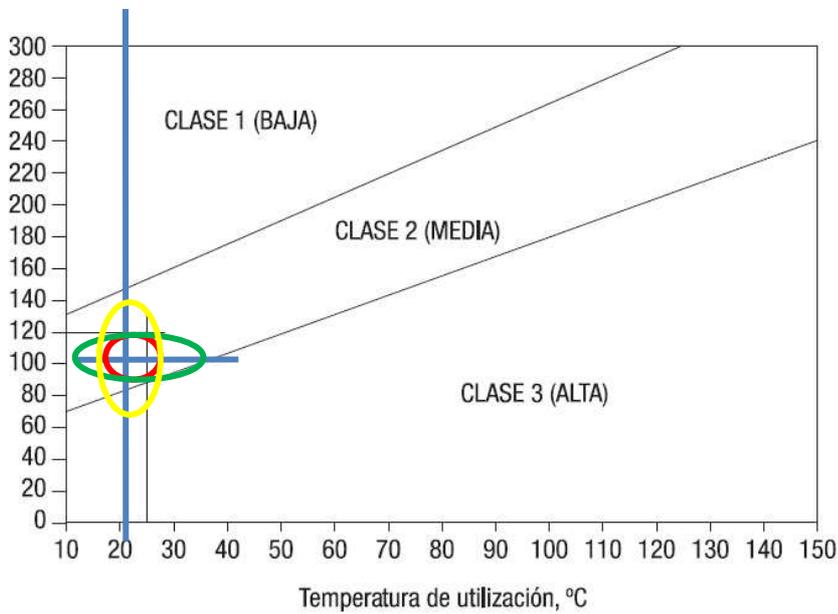
Miriam Ponce Arenzana

Determinación y puntuación de la clase de riesgo potencial

Clase de exposición potencial						
5	2	3	4	5	5	
4	1	2	3	4	5	
3	1	2	3	4	5	
2	1	1	2	3	4	
1	1	1	2	3	4	
	1	2	3	4	5	Clase de peligro

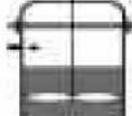
Clase de Riesgo Potencial	Puntuación de Riesgo Potencial
5	10.000
4	1.000
3	100
2	10
1	1

Determinación de la volatilidad o pulverulencia



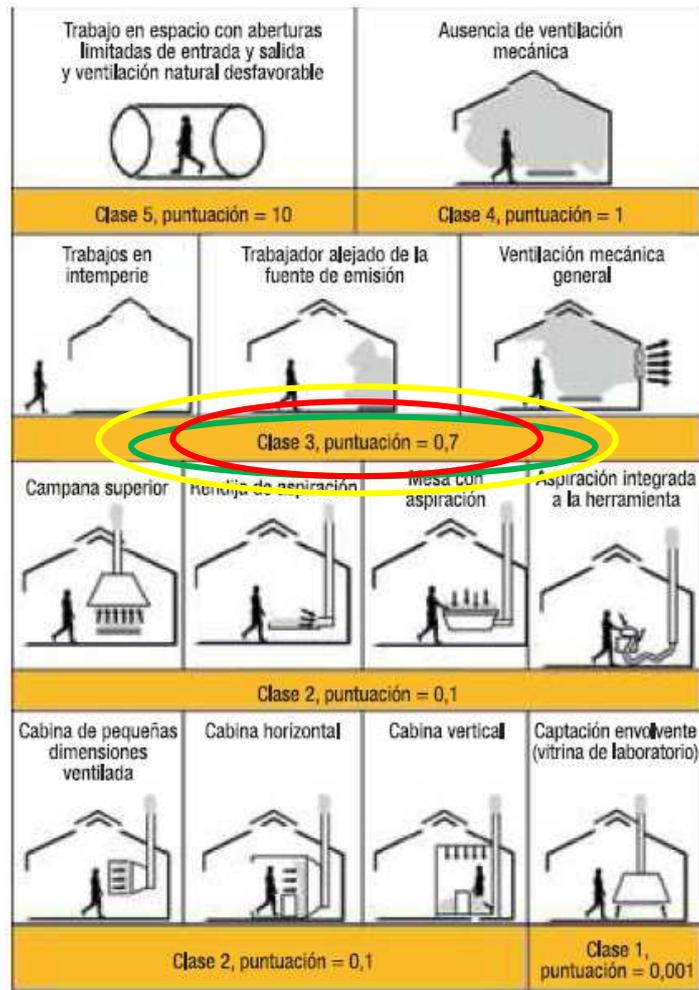
Clase de volatilidad o pulverulencia	Puntuación de volatilidad o pulverulencia
3	100
2	10
1	1

Determinación del procedimiento

Dispersivo	Abierto	Cerrado/abierto regularmente	Cerrado permanente
			
Ejemplos: Pintura a pistola, taladro, muela, vaciado de sacos a mano, de cubos... Soldadura al arco... Limpieza con trapos. Máquinas portátiles (sierras, cepillos...)	Ejemplos: Conductos del reactor, mezcladores abiertos, pintura a brocha, a pincel, puesto de acondicionamiento (toneles, bidones...) Manejo y vigilancia de máquinas de impresión	Ejemplos: Reactor cerrado con cargas regulares de agentes químicos, toma de muestras, máquina de desengrasar en fase líquida o de vapor...	Ejemplos: Reactor químico
Clase 4	Clase 3	Clase 2	Clase 1
1	puntuación de procedimiento 0,5	0,05	0,001

Miriam Ponce Arenzana

Determinación de la protección colectiva



Corrección en función del VLA

Como no tienen VLA, el factor de corrección es 1

Miriam Ponce Arenzana

Recopilando los resultados en una tabla:

CAS	Producto químico	Clase de peligro	Clase de cantidad	Clase de frecuencia de utilización	Clase de exposición potencial	Clase de riesgo potencial	Clase de volatilidad	Clase de procedimiento	Clase de protección colectiva
141-43-5	2- aminoetanol ( <i>HOCUT 5-60 AB</i> )	3	2	3	2	2	2 (Media)	2	3
	Aceite de corte soluble, preparado a base de emulgentes anionicos, inhibidores de la corrosión, aditivos mejoradores del corte, lubricantes y agua. ( <i>VEZITOL S</i> )	1	1	2	1	1	2 (Media)	3	3
10043-35-3	Ácido bórico (compuesto mas peligroso del <i>HYSOL T15</i> )	4	1	3	1	3	2 (Media)	2	3

CAS	Producto químico	Puntuación de riesgo potencial	Puntuación de volatilidad	Puntuación para cada procedimiento	Puntuación para cada protección colectiva	Factores de corrección en función del VLA	Puntuación por riesgo de inhalación	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
141-43-5	2- aminoetanol ( <i>HOCUT 5-60 AB</i> )	10	10	0,05	0,7	1	3,5	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)
	Aceite de corte soluble, preparado a base de emulgentes anionicos, inhibidores de la corrosión, aditivos mejoradores del corte, lubricantes y agua. ( <i>VEZITOL S</i> )	1	10	0,5	0,7	1	3,5	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)
10043-35-3	Ácido bórico (compuesto mas peligroso del <i>HYSOL T15</i> )	100	10	0,05	0,7	1	35	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)

En este caso, se puede observar que ninguno de los productos empleados en este puesto suponen un peligro para la salud de los trabajadores.

Miriam Ponce Arenzana

**Puesto 2**

Los datos referentes al BLASOCUT KOMBI 883 se marcarán en naranja, los del VEZITOL S en rojo y los del HYSOL T15 en amarillo.

CAS	Producto químico	Frases R	VLA (mg/m <sup>3</sup> )	Punto de ebullición (°C)	Temperatura de trabajo (°C)	Cantidad/día (litros)	Frecuencia de utilización
	2-metil-2,4-pentanediol ( <b>BLASOCUT KOMBI 883</b> )	36/38	NO	300	20	0,056	6 días a la semana frecuente
	Aceite de corte soluble, preparado a base de emulgentes aniónicos, inhibidores de la corrosión, aditivos mejoradores del corte, lubricantes y agua. ( <b>VEZITOL S</b> )	36	NO	100	20	0,00625	6 días a la semana intermitente
10043-35-3	Ácido bórico (compuesto mas peligroso del <b>HYSOL T15</b> )	60-61	NO	100	20	0,095	6 días a la semana frecuente

Clase de peligro	Frases R	Frases H	VLA mg/m3 (1)	Materiales y procesos
1	Tiene frases R, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	Tiene frases H, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	>100	
2	R37 R36/37, R37/38, R36/37/38 R67	H335 H336	> 10 ≤ 100	Hierro/ Cereal y derivados/ grafito/ material de construcción/ talco/ cemento/ composites/ madera de combustión tratada/ soldadura metales-plásticos/ material vegetal-animal
3	R20 R20/21, R20/22, R20/21/22 R33 R48/20, R48/20/21, R48/20/22, R48/20/21/22 R62, R63, R64, R65 R68/20, R68/20/21, R68/20/22, R68/20/21/22	H304 H332 H361 H361d H361f H361fd H362 H371 (2) H373 (2) EUH071	>1 ≤ 10	Soldadura inoxidable Fibras cerámicas-vegetales Pinturas de plomo Muestras Arenas Aceites de corte y refrigerantes
4	R15/29 R23 R23/24, R23/25, R23/24/25 R29, R31 R39/23, R39/23/24, R39/23/25, R39/23/24/25 R40 R42 R42/43 R48/23, R48/23/24, R48/23/24, R48/23/24/25 <b>R60, R61, R68</b>	H331 H334 H341 H351 H360 H360F H360FD H360D H360Df H360Fd H370 (2) H372 (2) EUH029 EUH031	>0,1 ≤ 1	Maderas blandas y derivados Plomo metálico Fundición y afinaje de plomo
5	R26 R26/27, R26/28, R26/27/28, R32, R39 R39/26 R39/26/27, R39/26/28, R39/26/27/28 R45, R46, R49	H330 H340 H350 H350i EUH032 EUH070	≤ 0,1	Amianto <sup>(3)</sup> y materiales que lo contienen Betunes y breas Gasolina <sup>(4)</sup> (combustible) Vulcanización Maderas duras y derivados <sup>(5)</sup>
(1) Cuando se trate de materia particulada, este valor se divide entre 10 (2) Únicamente si la frase específica vía inhalatoria. Si no especifica ninguna vía, se recomienda consultar las frases R para comprobar a que vía o vías se refiere. (3) Posee legislación específica obligatoria que requiere evaluación cuantitativa (4) Se refiere únicamente al trabajo en contacto directo con este agente (5) Se refiere a polvo de maderas considerado como cancerígeno				

Miriam Ponce Arenzana

Determinación de la clase de cantidad

Clase de cantidad	Cantidad/día
1	< 100 g o ml
2	≥100 g o ml y < 10 kg o l
3	≥ 10 y < 100 kg o l
4	≥ 100 y < 1000 kg o l
5	≥1000 kg o l

Determinación de la clase de frecuencia

Utilización	Ocasional	Intermitente	Frecuente	Permanente
Día	≤ 30 min	>30 - ≤120min	>2 - ≤6h	>6h
Semana	≤ 2h	>2-8h	1-3 días	> 3 días
Mes	1 día	2-6 días	7-15 días	> 15 días
Año	≤ 15 días	> 15 días - ≤ 2 meses	>2 - ≤ 5 meses	> 5 meses
Clase	1	2	3	4
	0: El agente químico no se usa hace al menos un año. El agente químico no se usa más			

Determinación de la clase de exposición potencial

Clase de cantidad						
5	0	4	5	5	5	
4	0	3	4	4	5	
3	0	3	3	3	4	
2	0	2	2	2	2	
1	0	1	1	1	1	
	0	1	2	3	4	<b>Clase de frecuencia</b>

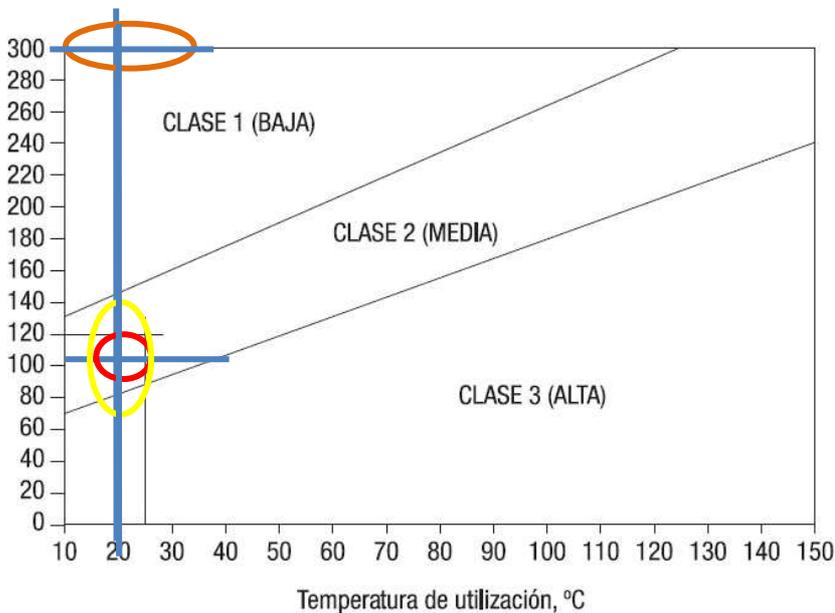
Miriam Ponce Arenzana

Determinación y puntuación de la clase de riesgo potencial

Clase de exposición potencial						
5	2	3	4	5	5	
4	1	2	3	4	5	
3	1	2	3	4	5	
2	1	1	2	3	4	
1	1	1	2	3	4	
	1	2	3	4	5	Clase de peligro

Clase de Riesgo Potencial	Puntuación de Riesgo Potencial
5	10.000
4	1.000
3	100
2	10
1	1

Determinación de la volatilidad o pulverulencia



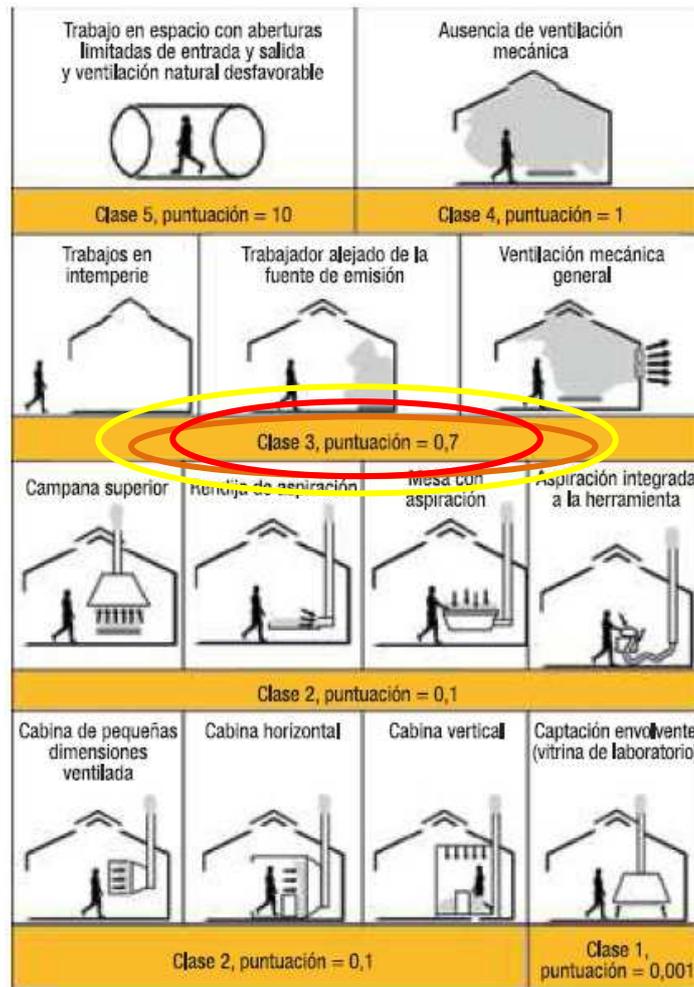
Clase de volatilidad o pulverulencia	Puntuación de volatilidad o pulverulencia
3	100
2	10
1	1

Determinación del procedimiento

Dispersivo	Abierto	Cerrado/abierto regularmente	Cerrado permanente
<p>Ejemplos: Pintura a pistola, taladro, muela, vaciado de sacos a mano, de cubos... Soldadura al arco... Limpieza con trapos. Máquinas portátiles (sierras, cepillos...)</p>	<p>Ejemplos: Conductos del reactor, mezcladores abiertos, pintura a brocha, a pincel, puesto de acondicionamiento (toneles, bidones...) Manejo y vigilancia de máquinas de impresión</p>	<p>Ejemplos: Reactor cerrado con cargas regulares de agentes químicos, toma de muestras, máquina de desengrasar en fase líquida o de vapor...</p>	<p>Ejemplos: Reactor químico</p>
Clase 4	Clase 3	Clase 2	Clase 1
1	0,5	0,05	0,001
	puntuación de procedimiento		

Miriam Ponce Arenzana

Determinación de la protección colectiva



Corrección en función del VLA

Como no tienen VLA, el factor de correccion es 1

Miriam Ponce Arenzana

Recopilando los resultados en una tabla:

CAS	Producto químico	Clase de peligro	Clase de cantidad	Clase de frecuencia de utilización	Clase de exposición potencial	Clase de riesgo potencial	Clase de volatilidad	Clase de procedimiento	Clase de protección colectiva
	2-metil-2,4-pentanediol ( <b>BLA-SOCUT KOMBI 883</b> )	1	1	3	1	1	1 (Baja)	2	3
	Aceite de corte soluble, preparado a base de emulgentes aniónicos, inhibidores de la corrosión, aditivos mejoradores del corte, lubricantes y agua. ( <b>VEZITOL S</b> )	1	1	2	1	1	2 (Media)	3	3
10043-35-3	Ácido bórico (compuesto más peligroso del <b>HYSOL T15</b> )	4	1	3	1	3	2 (Media)	2	3

CAS	Producto químico	Puntuación de riesgo potencial	Puntuación de volatilidad	Puntuación para cada procedimiento	Puntuación para cada protección colectiva	Factores de corrección en función del VLA	Puntuación por riesgo de inhalación	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
	2-metil-2,4-pentanediol ( <b>BLASOCUT KOMBI 883</b> )	1	1	0,05	0,7	1	0,035	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)
	Aceite de corte soluble, preparado a base de emulgentes aniónicos, inhibidores de la corrosión, aditivos mejoradores del corte, lubricantes y agua. ( <b>VEZITOL S</b> )	1	10	0,5	0,7	1	3,5	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)
10043-35-3	Ácido bórico (compuesto más peligroso del <b>HYSOL T15</b> )	100	10	0,05	0,7	1	35	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)

Al igual que en el puesto 1, ninguno de los productos empleados en este puesto suponen un peligro para la salud de los trabajadores.

Miriam Ponce Arenzana

### 3.5.4 Evaluación simplificada del riesgo por contacto y/o absorción por la piel (método del INRS)

#### Puesto 1

Los datos referentes al HOCUT 5-60 AB se marcarán en verde, los del VEZITOL S en rojo y los del HYSOL T15 en amarillo.

CAS	Producto químico	Frases R	Clase de peligro	Puntuación del peligro	Superficie expuesta	Puntuación de superficie expuesta	Frecuencia de exposición	Puntuación de frecuencia	Puntuación del riesgo por contacto	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
141-43-5	2- aminoetanol ( <b>HOCUT 5-60 AB</b> )	20 - 36/37/38	2	10	Dos manos + antebrazo Brazo completo	3	Fre- cuente	5	150	2	Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación detallada
	Aceite de corte soluble, preparado a base de emulgentes anionicos, inhibidores de la corrosión, aditivos mejoradores del corte, lubricantes y agua. ( <b>VEZITOL S</b> )	36	1	1	Dos manos + antebrazo Brazo completo	3	Inter- mitente	2	6	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)
10043-35-3	Ácido bórico (compuesto más peligroso del <b>HYSOL T15</b> )	60-61	4	1000	Dos manos + antebrazo Brazo completo	3	Fre- cuente	5	15000	1	Riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas)

Miriam Ponce Arenzana

Determinación y puntuación de la clase de peligro

Clase de peligro	Frases R	Frases H	VLA mg/m3 (1) (2)
1	Tiene frases R, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	Tiene frases H, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	>100
2	R38 R36/37, R36/38, <b>R36/37/38</b> , R37/38 R66	H315 EUH066	> 10 ≤ 100
3	R21 R20/21, R21/22, R20/21/22 R33 R34 R48/21, R48/20/21, R48/21/22, R48/20/21/22 R62, R63, R64, R68/21, R68/20/21/22	H312 H314 (Corr. Cut. 1B y 1C) H361 H361d H361f H361fd H362 H371 (3) H373 (3)	>1 ≤ 10
4	R15/29 R24 R23/24, R24/25, R23/24/25 R29, R31 R35 R39/24, R39/23/24, R39/24/25, R39/23/24/25 R40 R43 R42/43 R48/24, R48/23/24, R48/24/25, R48/23/24/25 <b>R60, R61</b> , R68	H311 H314 (Corr. Cut. 1A) H317 H341 H351 H360, H360F, H360FD, H360D, H360Df, H360Fd H370 (3) H372 (3) EUH029 EUH031	>0,1 ≤ 1
5	R27 R26/27, R27/28, R26/27/28, R32, R39 R39/27 R39/26/27, R39/26/27/28 R45, R46	H310 H340 H350 EUH032 EUH070	≤ 0,1

(4) Cuando se trate de materia particulada, este valor se divide entre 10  
 (5) Cuando en el Documento Límites de Exposición Profesional para agentes químicos en España figure la sustancia con notación “vía dérmica”  
 (6) Únicamente si la frase específica vía dérmica. Si no especifica ninguna vía, se recomienda consultar las frases R para comprobar a que vía o vías se refiere.

Clase de peligro	Puntuación de peligro
5	10.000
4	1.000
3	100
2	10
1	1

Miriam Ponce Arenzana

Determinación de la puntuación por superficie expuesta

Superficies expuestas	Puntuación de superficie
Una mano	1
Dos manos Una mano + antebrazo	2
Dos manos + antebrazo Brazo completo	3
Miembros superiores y torso y/o pelvis y/o las piernas	10

Determinación de la puntuación por frecuencia de exposición

Frecuencia de exposición	Puntuación de frecuencia
Ocasional: < 30 min/día	1
Intermitente: 30 min - 2 h/día	2
Frecuente: 2h - 6 h/día	5
Permanente: > 6 h/día	10

Cálculo de la puntuación del riesgo por inhalación

$P_{piel} = \text{puntuación peligro} \times \text{puntuación superficie} \times \text{puntuación frecuencia}$

Puntuación del riesgo	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
> 1.000	1	Riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas)
> 100 y ≤ 1.000	2	Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación más detallada
≤ 100	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)

Como se observa en la tabla, el producto más nocivo para los trabajadores vuelve a ser el HYSOL T15. Esto es en mayor parte debido a las frases R que posee este producto. Estas frases R son las que hacen que la clase de peligro sea alta, y que ello influya en que haya que realizar medidas correctoras inmediatas.

**Puesto 2**

Los datos referentes al BLASOCUT KOMBI 883 se marcarán en naranja, los del VEZITOL S en rojo y los del HYSOL T15 en amarillo.

CAS	Producto químico	Frases R	Clase de peligro	Puntuación del peligro	Superficie expuesta	Puntuación de superficie expuesta	Frecuencia de exposición	Puntuación de frecuencia	Puntuación del riesgo por contacto	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
	2-metil-2,4-pentanediol <b>(BLASOCUT KOMBI 883)</b>	36/38	2	10	Dos manos + antebrazo Brazo completo	3	Frecuente	5	150	2	Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación detallada
	Aceite de corte soluble, preparado a base de emulgentes aniónicos, inhibidores de la corrosión, aditivos mejoradores del corte, lubricantes y agua. <b>(VEZITOL S)</b>	36	1	1	Dos manos + antebrazo Brazo completo	3	Intermitente	2	6	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)
10043-35-3	Ácido bórico (compuesto mas peligroso del <b>HYSOL T15</b> )	60-61	4	1000	Dos manos + antebrazo Brazo completo	3	Frecuente	5	15000	1	Riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas)

Determinación y puntuación de la clase de peligro

Clase de peligro	Frases R	Frases H	VLA mg/m3 (1) (2)
1	Tiene frases R, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	Tiene frases H, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	>100
2	R38 R36/37, <b>R36/38</b> , R36/37/38, R37/38 R66	H315 EUH066	> 10 ≤ 100
3	R21 R20/21, R21/22, R20/21/22 R33 R34 R48/21, R48/20/21, R48/21/22, R48/20/21/22 R62, R63, R64, R68/21, R68/20/21/22	H312 H314 (Corr. Cut. 1B y 1C) H361 H361d H361f H361fd H362 H371 (3) H373 (3)	>1 ≤ 10
4	R15/29 R24 R23/24, R24/25, R23/24/25 R29, R31 R35 R39/24, R39/23/24, R39/24/25, R39/23/24/25 R40 R43 R42/43 R48/24, R48/23/24, R48/24/25, R48/23/24/25 <b>R60, R61</b> , R68	H311 H314 (Corr. Cut. 1A) H317 H341 H351 H360, H360F, H360FD, H360D, H360Df, H360Fd H370 (3) H372 (3) EUH029 EUH031	>0,1 ≤ 1
5	R27 R26/27, R27/28, R26/27/28, R32, R39 R39/27 R39/26/27, R39/26/27/28 R45, R46	H310 H340 H350 EUH032 EUH070	≤ 0,1
<p>(1) Cuando se trate de materia particulada, este valor se divide entre 10</p> <p>(2) Cuando en el Documento Límites de Exposición Profesional para agentes químicos en España figure la sustancia con notación "vía dérmica"</p> <p>(3) Únicamente si la frase especifica vía dérmica. Si no especifica ninguna vía, se recomienda consultar las frases R para comprobar a que vía o vías se refiere.</p>			

Clase de peligro	Puntuación de peligro
5	10.000
4	1.000
3	100
2	10
1	1

Determinación de la puntuación por superficie expuesta

Superficies expuestas	Puntuación de superficie
Una mano	1
Dos manos Una mano + antebrazo	2
Dos manos + antebrazo Brazo completo	3
Miembros superiores y torso y/o pelvis y/o las piernas	10

Determinación de la puntuación por frecuencia de exposición

Frecuencia de exposición	Puntuación de frecuencia
Ocasional: < 30 min/día	1
Intermitente: 30 min - 2 h/día	2
Frecuente: 2h - 6 h/día	5
Permanente: > 6 h/día	10

Cálculo de la puntuación del riesgo por inhalación

$P_{piel} = \text{puntuación peligro} \times \text{puntuación superficie} \times \text{puntuación frecuencia}$

Puntuación del riesgo	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
> 1.000	1	Riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas)
> 100 y ≤ 1.000	2	Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación más detallada
≤ 100	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)

Como se observa en la tabla y tal y como sucede en el estudio del puesto 1, el producto más nocivo para los trabajadores vuelve a ser el HYSOL T15. Esto es en mayor parte debido a las frases R que posee este producto. Estas frases R son las que hacen que la clase de peligro sea alta, y que ello influya en que haya que realizar medidas correctoras inmediatas.

Miriam Ponce Arenzana

## 4 BIBLIOGRAFÍA

ERGONOMÍA 1 – FUNDAMENTOS - Pedro R. Mondelo, Enrique Gregori y Pedro Barrau

MÁSTER OFICIAL UNIVERSITARIO EN SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, LA CALIDAD, EL MEDIO AMBIENTE Y LA RESPONSABILIDAD SOCIAL CORPORATIVA

NTP 477: LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS: ECUACIÓN DEL NIOSH

MANUAL DE ERGONOMÍA – Francisco Farrer Velázquez, Gilberto Minaya Lozano, José niño Escalante y Manuel Ruiz Ripollés

ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA - Diego González Maestre

SALUD LABORAL. SEGURIDAD, HIGIENE, ERGONOMÍA Y PSICOLOGÍA - Yolanda Sánchez

ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA APLICADA. MANUAL PARA LA FORMACIÓN DEL ESPECIALISTA - Francisco Javier Llana Álvarez

HIGIENE INDUSTRIAL. MANUAL PARA LA FORMACIÓN DEL ESPECIALISTA. - Faustino Menéndez Díez

[www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com)

[www.asepeyo.es](http://www.asepeyo.es)

[www.insht.es](http://www.insht.es)

Apuntes de la asignatura “HIGIENE INDUSTRIAL Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO”

ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO – Capítulo de Higiene Industrial. - Robert F. Herrick; Berenice I. Ferrari Goelzer; Linnéa Lillienberg; Lori A. Todd; James Stewart; Dick Heederik; Dennis J. Paustenbach

CURSO DE HIGIENE INDUSTRIAL. EVALUACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS -Javier Lorenzo Gracia

RIESGO QUÍMICO – SISTEMÁTICA PARA LA EVALUACIÓN HIGIÉNICA - Josefa Aguilar Franco, Manuel Bernaola Alonso, Virginia Gálvez Pérez, Pilar Rams Sánchez-Escribano, M<sup>a</sup> Teresa Sánchez Cabo, M<sup>a</sup> Encarnación Sousa Rodríguez, Celia Tanarro Gozalo, Jose N. Tejedor Traspaderne

Artículos de la base de datos científica SCOPUS

ADVANTAGES OF SHIFT CHANGEOVERS WITH MEETINGS: ERGONOMIC ANALYSIS OF SHIFT SUPERVISORS’ ACTIVITY IN AIRCRAFT BUILDING - Valérie Le Brisa, Béatrice Barthea, Jean-Claude Marquiéa, Alain Kerguelena, Sophie Aubertb, Bernadette Bernadou

A FRAMEWORK OF MOTION CAPTURE SYSTEM BASED HUMAN BEHAVIOURS SIMULATION FOR ERGONOMIC ANALYSIS – Ruina Ma, Damien Chablat, Fouad Bennis, Liang Ma

Miriam Ponce Arenzana

AN INTELLIGENT LIGHTING CONTROL SYSTEM BASED ON ERGONOMIC RESEARCH – Yandan Lin, Wenting Cheng, Chunze Wu, Yaojie Sun

AN INVESTIGATION OF THE RELIABILITY OF RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT (RULA) AS A METHOD OF ASSESSMENT OF CHILDREN'S COMPUTING POSTURE - Sara Dockrell, Eleanor O'Grady, Kathleen Bennett, Clare Mullarkey, Rachel Mc Connell, Rachel Ruddy, Seamus Twomey, Colleen Flannery

A COMPARATIVE ERGONOMICS STUDY: PERFORMING READING-BASED TASKS ON A LARGE-SCALE TABLETOP VS. LAPTOP - Binfeng Li, Wei Zhang, Ronggang Zhou, Chengyun Yang, Zhihong Li

A VISUAL ERGONOMICS INTERVENTION IN MAIL SORTING FACILITIES: EFFECTS ON EYES, MUSCLES AND PRODUCTIVITY - Hillevi Hemphälä, Jörgen Eklund

ARTICULATION AT SHOULDER LEVEL – A PILOT EXPERIMENTAL STUDY ON CAR SEAT COMFORT - Denis Alves Coelho, Sven Dahlman

COMPARISON OF FOUR SPECIFIC DYNAMIC OFFICE CHAIRS WITH A CONVENTIONAL OFFICE CHAIR: IMPACT UPON MUSCLE ACTIVATION, PHYSICAL ACTIVITY AND POSTURE - Rolf P. Ellegast, Kathrin Kraft, Liesbeth Groenesteijn, Frank Krause, Helmut Berger, Peter Vink

COMPARISON OF COMFORT, DISCOMFORT, AND CONTINUUM RATINGS OF FORCE LEVELS AND HAND REGIONS DURING GRIPPING EXERTIONS - Yong-Ku Kong, Dae-Min Kim, Kyung-Sun Lee, Myung-Chul Jung

MUSCULOSKELETAL DISORDER RISK DURING AUTOMOTIVE ASSEMBLY: CURRENT VS. SEATED – Sue A. Ferguson, William S. Marras, W. Gary Allread, Gregory G. Knappik, Riley E. Splittstoesser

COMPLEXITY, SIGNAL DETECTION, AND THE APPLICATION OF ERGONOMICS: REFLECTIONS ON A HEALTHCARE CASE STUDY - Sidney Dekker

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF AN OFFICE ERGONOMIC RISK CHECKLIST: ROSA – RAPID OFFICE STRAIN ASSESSMENT - Michael Sonne, Dino L. Villalta, David M. Andrews

DESIGN OF AN ERGONOMIC THREE-FINGER HAPTIC DEVICE FOR ADVANCED ROBOTIC HANDS CONTROL – Jose Breñosa, Pablo Cerrada, Manuel Ferre, Rafael Aracil

COMFORT EFFECTS OF A NEW CAR HEADREST WITH NECK SUPPORT - M. Franz, A. Durt, R. Zenk, P.M.A. Desmet

CHARACTERIZATION OF POSTURE AND COMFORT IN LAPTOP USERS IN NON-DESK SETTINGS - J.E. Gold, J.B. Driban, V.R. Yingling, E. Komaroff

EDITORIAL: COMFORT AND DISCOMFORT STUDIES DEMONSTRATE THE NEED FOR A NEW MODEL - P. Vink, S. Hallbeck

ERGONOMIC ANALYSIS OF HEAD-MOUNTED NIGHT VISION GOGGLE SYSTEMS IN SIMULATED GROUND OPERATIONS – Hung-Sheng Tai, Yung-Hui Lee, Bor-Shong Liu, Cheng-Lang Kuo

Miriam Ponce Arenzana

ERGONOMICS CONCERNS AND THE IMPACT OF HEALTHCARE INFORMATION TECHNOLOGY – Alan Hedge, Tamara James, Sonja Pavlovic-Veselinovic

ERGONOMIC DESIGN KNOWLEDGE BUILT IN THE INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEM - Jasmin Kaljun, Bojan Dolšak

ERGONOMIC EVALUATION OF HOSPITAL BED DESIGN FEATURES DURING PATIENT HANDLING TASKS - Ranjana K. Mehta, Leanna M. Horton, Michael J. Agnew, Maury A. Nussbaum

ERGONOMIC EVALUATION OF TEN SINGLE-CHANNEL PIPETTES – Monica G. Lichty, Ira L. Janowitz, David M. Rempel

ERGONOMIC FACTORS ON TASK PERFORMANCE IN LAPAROSCOPIC SURGERY TRAINING - D.J. Xiao, Jack J. Jakimowicz, A. Albayrak, R.H.M. Goossens

ERGONOMIC INTERVENTIONS FOR COMMERCIAL CRAB FISHERMEN - Gary A. Mirka, Xiaopeng Ning, Sangeun Jin, Omid Haddad, Kristen L. Kucera

ERGONOMIC PRACTICES WITHIN PATIENT CARE UNITS ARE ASSOCIATED WITH MUSCULOSKELETAL PAIN AND LIMITATIONS – Jack T. Dennerlein, Karen Hopcia, Grace Sembajwe, Christopher Kenwood, Anne M. Stoddard, T. Helene Tveito, Dean M. Hashimoto, Glorian Sorensen.

ERGONOMIC PRODUCTS – Krishna Asundi

EVALUATING REPEATED PATIENT HANDLING INJURIES FOLLOWING THE IMPLEMENTATION OF A MULTI-FACTOR ERGONOMIC INTERVENTION PROGRAM AMONG HEALTH CARE WORKERS – Hyun J. Lim, Timothy R. Black, Syed M. Shah, Sabuj Sarker, Judy Metcalfe

EVALUATION OF THE IMPLEMENTATION FIDELITY OF AN ERGONOMIC TRAINING PROGRAM DESIGNED TO PREVENT BACK PAIN - Diane Berthelette, Nicole Leduc, Henriette Bilodeau, Marie-Josée Durand, Cheikh Faye

EXPANDING HORIZONS IN ERGONOMICS RESEARCH - Michael I. Posner

FEEL FREE TO FEEL COMFORTABLE—AN EMPIRICAL ANALYSIS OF ERGONOMICS IN THE GERMAN AUTOMOTIVE INDUSTRY - Jörn-Henrik Thun, Christian B. Lehr, Max Bierwirth

INCORPORATING ERGONOMIC FACTORS IN DISASSEMBLY SEQUENCE PLANNING - M.M. Youssif, R.A. Alkadeem, M.A. El Dardiry

INCORPORATING ERGONOMIC RISKS INTO ASSEMBLY LINE BALANCING - Alena Otto, Armin Scholl

INDICES OF ERGONOMIC-PSYCHOSOCIOLOGICAL WORKPLACE QUALITY IN THE GREENHOUSES OF ALMERÍA (SPAIN): CROPS OR CUCUMBERS, PEPPERS, AUBERGINES AND MELONS – A. J. Callejón-Ferre, J. Pérez-Alonso, A. Carreño-Ortega, B. Velázquez-Martí

*Individual and organizational determinants of use of ergonomic devices in healthcare* – E. Koppelaar, J. J. Knibbe, H. S. Miedema, A. Burdorf

Miriam Ponce Arenzana

INTEGRATING ERGONOMIC FACTORS INTO THE DECISION TO RETIRE - Diana Schwerha, Charles Ritter, Sean Robinson, Rodger W. Griffith, David Fried

INVESTIGATION OF MUSCULOSKELETAL SYMPTOMS AND ERGONOMIC RISK FACTORS AMONG FEMALE SEWING MACHINE OPERATORS IN TURKEY - Nilüfer Öztürk, Melek Nihal Esin

MUSCULOSKELETAL PROBLEMS AND ERGONOMIC RISK ASSESSMENT IN RUBBER TAPPERS: A COMMUNITY-BASED STUDY IN SOUTHERN THAILAND - Supaporn Mek-sawi, Boonsin Tangtrakulwanich, Virasakdi Chongsuvivatwong

NEUROERGONOMICS: THE BRAIN IN ACTION AND AT WORK - Raja Parasuraman, James Christensen, Scott Grafton

PARTICIPATORY ERGONOMICS TO REDUCE EXPOSURE TO PSYCHOSOCIAL AND PHYSICAL RISK FACTORS FOR LOW BACK PAIN AND NECK PAIN: RESULTS OF A CLUSTER RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL – Driessen MT, Proper KI, Anema JR, Knol DL, Bongers PM, Van der Beek AJ.

PHYSICAL ERGONOMIC HAZARDS IN HIGHWAY TUNNEL CONSTRUCTION: OVERVIEW FROM THE CONSTRUCTION OCCUPATIONAL HEALTH PROGRAM – SangWoo Tak, Bryan Buchholz, Laura Punnett, Susan Moir, Victor Paquet, Scott Fulmer, Helen Marucci-Wellman, David Wegman

POSTURES, TYPING STRATEGIES, AND GENDER DIFFERENCES IN MOBILE DEVICE USAGE: AN OBSERVATIONAL STUDY - J.E. Gold, J.B. Driban, N. Thomas, T. Chakravarty, V. Channell, E. Komaroff

PREVALENCE OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS AND JOB EXPOSURE IN TAIWAN OYSTER SHUCKERS – Der-Jen Hsu, Jer-Hao Chang, Jyun-De Wu, Chih-Yong Chen, Ya-Hsuan Yang

PREVENTION OF MUSCULOSKELETAL DISORDERS (MSDS) IN OFFICE WORK: A CASE STUDY – Tânia M. Lima, Denis A. Coelho

PROPOSAL OF AN AUTOMATIC TOOL FOR GUIDELINES VALIDATION TO AID FOR INTERACTIVE SYSTEMS ERGONOMIC QUALITY ASSESSMENT – Selem Charfi, Houcine Ezzedine

REFLECTIONS ON SIZE, COMPATIBILITY AND ERGONOMICS IN THE DIGITAL IMAGING ERA - Raymond Coleman

RELATIONSHIPS BETWEEN SUBJECTIVE AND OBJECTIVE MEASURES IN ASSESSING POSTURAL STRESSES - Dohyung Kee, Inseok Lee

MULTICENTER STUDY OF ROBOTIC THYROIDECTOMY: SHORT-TERM POSTOPERATIVE OUTCOMES AND SURGEON ERGONOMIC CONSIDERATIONS – Jandee Lee, Sang Wook Kang, Jeong Ju Jung, Un Jung Choi, Jong Ho Yun, Kee Hyun Nam, Euy-Young Soh, Woong Youn Chung

TENDON AND NERVE EXCURSION IN THE CARPAL TUNNEL IN HEALTHY AND CTD WRISTS - Melanie M. Lopes, Wendy Lawson, Ted Scott, Peter J. Keir

THE DEVELOPMENT OF A TOOL TO PREDICT TEAM PERFORMANCE - M.A. Sinclair, C.E. Siemieniuch, R.A. Haslam, M.J.d.C. Henshaw, L. Evans

Miriam Ponce Arenzana

THE INFLUENCE OF CAR-SEAT DESIGN ON ITS CHARACTER EXPERIENCE - Irene Kamp

THE SURVEY OF JOB INJURIES AND MENTAL HEALTH DISORDERS AMONG CLINICAL NURSES FROM ERGONOMICS ASPECT – Kazemzadeh Farzaneh, Ahmadi Zahra, Firoozeh Mehri, Parsania Zeinab, Said Roghani Panoe, Alaei Safollah, Kahouei Mehdi

TOWARDS ERGONOMIC GUIDELINES INTEGRATION WITHIN GRAPHICAL INTERFACE CONTROLS FOR THE EVALUATION OF THE INTERACTIVE SYSTEM – Selem Charfi, Abdelwaheb Trabelsi, Houcine Ezzedine, Christophe Kolski

USING ERGONOMIC DIGITAL HUMAN MODELING IN EVALUATION OF WORKPLACE DESIGN AND PREVENTION OF WORK-RELATED MUSCULOSKELETAL DISORDERS ABOARD SMALL FISHING VESSELS – Enrique Álvarez-Casado, Bing Zhang, Sonia Tello Sandoval, Mondelo Pedro

VALIDACIÓN DE UN CUESTIONARIO PARA IDENTIFICAR DAÑOS Y EXPOSICIÓN A RIESGOS ERGONÓMICOS EN EL TRABAJO – Ana M. García, Rafael Gadea, Maria José Sevilla, Elena Ronda.

WILL MUSCULOSKELETAL AND VISUAL STRESS CHANGE WHEN VISUAL DISPLAY UNIT (VDU) OPERATORS MOVE FROM SMALL OFFICES TO AN ERGONOMICALLY OPTIMIZED OFFICE LANDSCAPE? - Magne Hellanda, Gunnar Horgena, Tor Martin Kvikstad, Tore Garthusb, Arne Aarås

# ANEXO I: FICHAS DE DATOS DE SEGURIDAD

---

# FLUMAHER, S.L.

AVDA. DE LA LIBERTAD, 17 - 3ª PLAZA 2  
 48901 LEZAMA - TEL: (943) 42 08 85 - FAX (943) 42 08 86  
 20104 SAN SEBASTIAN  
 AFARTADO 1595 - 20080 SAN SEBASTIAN  
 456235

## FLUIDOS, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS DE CORTE

Wuxi tools  
 S.TEOLÓGICA

**FICHA DE SEGURIDAD CE**  
 Fecha de edición/nº referencia: 08.05.98 / 00883.03  
**BLASOCUT KOMBI**

<b>Sociedad</b>	BLASIR Swisslube S.A. CH 3415 HASLE-RUEGSAU
<b>1 Nombre Comercial y proveedor</b>	
1.1 Nombre comercial	<b>BLASOCUT KOMBI</b>
Art. nº	883-03
1.2 Aplicación/Empleo	Lubrificante refrigerante soluble al agua
1.3 Fabricante	Blaser Swisslube
1.4 Proveedor	Blaser Swisslube
1.5 Nº socorro tóxico Suiza	01/251 51 51 Centro de inform. Tox. Ch Zurich
<b>2 Composición</b>	
2.1 Característica Química	Mezcla de aceite mineral, emulsionantes y de inhibidores
2.2 Componentes peligrosos	Sustancias peligrosas en el seno de la directiva CE 88/379/CEE y 67/548/CEE <10% 2-Metil-2,4- pentanediol Xi: irritante R36/38: Irritante para los ojos y la piel
2.3 Otras informaciones	
<b>3 Identificación de peligros</b>	
3.1	El producto no tiene una preparación peligrosa en el seno de directivos de la CE y de la ordenanza sobre las sustancias peligrosas del 26.10.1993 y no tienen la obligación de marcaje.
<b>4 Primeros Socorros</b>	
4.1 Contacto con los ojos	El producto tiene una reacción ligeramente alcalina. Enjuagar abundantemente con agua (utilizar la ducha ocular). Llamar al médico si la irritación persiste.
4.2 Contacto con la piel	Lavar con agua con jabón suave
4.3 Ingestión	No provocar vómitos. Consultar al médico.
4.4 Inhalación	Sin problemas porque el concentrado no es volátil
4.5 Otras informaciones	

Impreso en España por el Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos de la Universidad Pública de Navarra. Todos los derechos reservados. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.

## FLUMAHER, S.L.

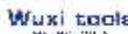
AVDA DE LA LIBERTAD, 17 - 3.º LOCAL 2  
 31100 SAN SEBASTIÁN - FAX (3494) 49 30 28  
 31004 SAN SEBASTIÁN  
 ADMITADO IBI: 20080 SAN SEBASTIÁN

### FLUIDOS, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS DE CORTE

  
Blaser

  
Dihort

  
HRC

  
Wuxi tools

---

<b>5</b>	<b>Medidas de lucha contra incendio</b>	
5.1	Medidas de extinción apropiadas/dióxido de carbono, extintor de polvo, espuma, manta de agua.	
5.2	Medidas desaconsejables	Chorro de agua directo
5.3	Otras informaciones	

---

<b>6</b>	<b>En caso de derramamiento</b>	Recoger con la ayuda de un absorbente de aceites. No dejar penetrar en las alcantarillas, agua corriente o en el suelo.
----------	---------------------------------	---

---

<b>7</b>	<b>Manipulación y stockaje</b>	
7.1	Manipulación	Observar las medidas de precaución usuales y de manejo de sustancias químicas.
7.2	Higiene de trabajo	Observar las medidas de higiene habituales de la profesión. Lavar las manos después de la utilización del producto. La ropa impregnada debe ser reemplazada.
7.3	Stockaje	12 meses en recipiente original bien cerrado. Temperatura de stockaje entre -70°C y 30°C. No exponer directamente a los rayos solares. Después de un stockaje prolongado, debe removerse concienzudamente.
7.4	Lugar de Stockaje	
7.5	Protección contra el incendio	Observar las medidas de protección usuales para los productos que contienen aceites minerales.

---

<b>8</b>	<b>Control de la exposición/ protección individual</b>	
8.1	Equipamiento técnico	
8.2	Control de valores limitados	Cifras límite en el puesto de trabajo: 10 mg/m <sup>3</sup> (Lubricante refrigerante)
8.3	Protección individual	
8.3.1	Protección respiratoria	No indispensable
8.3.2	Protección de manos	No indispensable, pero recomendada
8.3.3	Protección de ojos	No obligatoria pero recomendada
8.3.4	Otros	Ropa de trabajo

# FLUMAHER, S.L.

AVDA. DE LA LIBERTAD, 17 - B. 10041 >  
 IENZO (9413) 42 03 85 - FAX (9413) 42 09 28  
 20004 SAN SEBASTIAN  
 APARTADO 1586 - 20060 SAN SEBASTIAN

## FLUIDOS, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS DE CORTE



9 Propiedades físicas y químicas		
9.1	Estado	Líquido
9.2	Color	Marrón
9.3	Olor	Agradable (almendra)
9.4	Cambio de estado	Controlado según ISO 3016
	Punto de solidificación	<-30 °C
	Temperatura de ebullición	> 300 °C
9.5	Densidad	0,96 g/cm <sup>3</sup> (20°C)
9.6	Presión de Vapor	<0,1 mbar (20° C)
9.7	Viscosidad	50 mm <sup>2</sup> /s (20°C)
9.8	Solubilidad en el agua	emulsionable
9.9	Valor pH	9,0 - 9,2
	(a 50 g/l H <sub>2</sub> O)	DIN 51369
9.10	Punto de inflamación	130 °C
9.11	Temperatura de inflamación	> 500 °C
9.12	Limite de explosión	min. n.b. vol. % (1013 mbar)
		max. n.b. vol. % (1013 mbar)
9.13	Otras informaciones	

10 Estabilidad y reactividad		
10.1	Descomposición térmica	Ninguna en caso de utilización conforme a las prescripciones
10.2	Productos de descomposición peligrosos.	Ninguna en caso de utilización conforme a las prescripciones.
10.3	Reacciones peligrosas	Ninguna conocida
10.4	Otras informaciones	

11 Informaciones toxicológicas		
11.1	Toxicidad aguda	DL 50 (oral, ratas) >15,000 mg/kg. LC 50 (inhalación, ratas): >>5,100 mg/m <sup>3</sup> 4h
11.2	Otras informaciones	Para otras informaciones, ver la documentación "Propiedades toxicológicas de productos BI.ASOCLIT"



**HOUGHTON IBÉRICA S.A.**

<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS</b>	Página 1 de 5 Fecha: 03-05-00 Revisión: 01 R.D. 1073/1993 ... 91/1557/EA
<b>NOMBRE DEL PRODUCTO: HOCUT 5.60 AB</b>	

<b>1. IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA, PREPARADO Y DE LA EMPRESA</b>			
1.1 Nombre del Producto: HOCUT 5.60 AB			
1.2 Aplicación: Aceite de corte soluble, emulsión y bioactivo para operaciones de mecanizado y mecanizado.			
1.3 Empresa: HOUGHTON IBÉRICA S.A. Pol. Ind. "CAN SALVATELLA-TORRE MATEU" Avda. Arriano 73-75 48210 Barberá del Valde (BARCELONA) Tel (93) 718.87.00 - Fax (93) 718.83.30			
1.4 Teléfono de emergencia: HOUGHTON IBÉRICA: (93) 718.85.08			
<b>2. COMPOSICIÓN, INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES</b>			
2.1 Composición química: Aceite mineral con emulgentes y aditivos anticorrosivos, conservantes y lubricantes.			
2.2 Componentes peligrosos:			
CAS Nº	NOMBRE	Cl.	Frases R/S
141-43-5	2-Aminostancl	13-14	Xi 20-36/37/38
<b>3. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS</b>			
3.1 Designación de Peligrosidad: Ninguno			
3.2 Información de peligros particulares para el hombre y el medio ambiente: No aplicable.			

<b>COMERCIAL XAMER, S. L.</b>
C.I.F. B-51 159140
Serrano, s/n. ☎ 948 12 90 38
Fax 948 12 43 85
P A M P L O N A

# HOUGHTON IBÉRICA S.A.

<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS</b>	Página 2 de 5 Fecha: 03-05-00 Revisión: 01 R.D. 1078/1993 ... 91-155/EEC
<b>NOMBRE DEL PRODUCTO: HOCUT 5-60 SH</b>	

<b>4. PRIMEROS AUXILIOS</b>	
4.1 Contacto con la piel:	Lavar con agua y jabón neutro. Sacar la ropa contaminada y lavarla antes de reutilizarla.
4.2 Contacto con los ojos:	Lavar con agua abundante durante 15 minutos y con los párpados abiertos. Vigilar el oculto si produce molestias posteriores.
4.3 Inhalación:	Dejar al aire fresco. Llamar al médico en caso de una respiración y aplicar respiración artificial.
4.4 Ingestión:	No provocar el vomito. Obtener asistencia médica inmediata si se cree que es necesario.
<b>5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS</b>	
5.1 Medios de Extinción recomendados:	No aplicable
5.2 Medios de Extinción no recomendados:	No aplicable
5.3 Riesgo de Exposición:	La descomposición térmica y la combustión puede desprender ácidos de carbono, nitrógeno y azufre. No verter aguas contaminadas en el suelo. Eliminar residuos de acuerdo con reglamentaciones locales.
5.4 Equipo de Protección para el Personal de Lucha contra el fuego:	Vestir equipo completo para productos químicos y llevar aparato de respiración autónoma.
<b>6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL</b>	
6.1 Precauciones de Seguridad Individuales:	Evitar contacto con la piel, los ojos y los vestidos.
6.2 Medidas de Protección Medio Ambiente:	Prevenir la contaminación de aguas y drenajes.
6.3 Métodos de Limpieza y Reciclaje:	Lavar pequeñas cantidades con agua. Eliminar el agua utilizada según las precauciones locales vigentes.

**COMERCIAL XAMER, S. L.**  
 D. I. F. B - 31 159140  
 Servicio al Cliente ☎ 948 12 90 39  
 Fax 948 12 49 66  
 P A M P L O N A

7.

# HOUGHTON IBÉRICA S.A.

HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS	Página 3 de 5
	Fecha: 03-05-00
	Revisión: 01
	R.D. 1078/1993 ... 91/155/E.C.
NOMBRE DEL PRODUCTO: KOCUT 5 60 AB	

**7. MANEJO, ACCIÓN Y ALMACENAMIENTO**

7.1 Manipulación (Información de Seguridad en la Manipulación):  
 Asegurar una buena ventilación y alejarse del local.  
 No comer, beber, ni fumar en el lugar de trabajo.

7.2 Almacenamiento (Información de Seguridad en las condiciones de almacenamiento): Mantener alejado de alimentos y bebidas. Almacenar en el recipiente original cerrado de forma segura y a temperatura ambiente.

**8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL**

8.1 Medidas mínimas de protección: No se requieren medidas especiales.

8.2 Control Límite de Exposición: No.

8.3 Protección Personal:

- Respiración: En caso de insuficiente respiración, llevar equipo propio de protección.
- Manos: Usar guantes apropiados.
- Ojos: Llevar gafas apropiadas y protección facial.
- Piel: Usar equipo integral y zapatos cerrados.

8.4 Medidas Generales de Protección e Higiene:  
 Las estipuladas en la empresa para productos químicos.

**9. PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS**

Aspecto	Líquido	Punto Fusión	: N.A.	°C
Color	: Ambar	Punto ebullición	: >100	°C
Olor	: Ligero	Punto Inflamación	: N.A.	°C
Densidad a 20°C	: 1,01 g/cm <sup>3</sup>	Autoflammabilidad	: ---	°C
Viscosidad a 40°C	: --- St.	Presión de Vapor	:	
Solubilidad H <sub>2</sub> O	: 51 g/l	Coefficiente de Reparto	:	
Solubilidad Aceite	: No g/l	Peligro Explosión	:	
pH Concentrado	: ---	Contenido Solventes	:	
pH al 3%	: 9,5-9,8			

**COMERCIAL XAMER, S.L.**  
 C.I.F. B-31150148  
 Serrano, s/n - ☎ 948 12 20 39  
 Fax 948 12 43 66  
 P A M P L O N A

# HOUGHTON IBÉRICA S.A.

<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD                  DE PRODUCTOS</b>	Página 4 de 5 Fecha: 03-05-90 Revisión: 01 R.D. 1078/1993 ... 01/13/VEEC
	<b>NOMBRE DEL PRODUCTO: ROCYT 5-60 AR</b>

**10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD**

10.1 Descomposición Térmica: No aplicable

10.2 Condiciones a evitar: ---

10.3 Materiales incompatibles: Ácidos, bases y agentes oxidantes fuertes.

10.4 Reacciones peligrosas: No aplicable.

10.5 Productos de descomposición peligrosos: La descomposición térmica puede dar origen a óxido de Carbono y Nitrogeno y otros gases y vapores.

**11. INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**

11.1 Inhalación: En cantidades apreciables irrita los ojos y conductos respiratorios y puede producir dolor de cabeza.

11.2 Contacto con la piel: Contacto prolongado puede producir dermatitis.

11.3 Contacto con los ojos: Contacto prolongado puede producir sensibilización.

11.4 Ingestión: La ingestión accidental del producto puede provocar náuseas, diarrea e irritación del aparato digestivo.

11.5 Sobreexposición: Anteriormente indicados.

**12. INFORMACIÓN ECOLÓGICA**

12.1 Información sobre eliminación (persistencia y biodegradabilidad): Por su composición, este producto es de biodegradabilidad media.

12.2 Toxicidad: No ensayado

12.3 Efectos en el tratamiento de las aguas residuales: Este producto es miscible en agua, por lo que su tratamiento es físico-químico y biológico.

12.4 Notas Generales: Prevenir la contaminación del suelo, aguas o desagües.

**COMERCIAL XAMER, S. L.**  
 C.V.F. B-21 159148  
 Sainza s/n - 948 12 90 39  
 Fax 948 12 49 06  
 PAMPLONA

HOUGHTON IBÉRICA S.A.

<b>HOJA DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS</b>	Página 5 de 5 Fecha: 03-05-00 Revisión: 01 R.D. 1078/1993 91/155/EEC
<b>NOMBRE DEL PRODUCTO: HOCUT S-63 AB</b>	

**13. CONSIDERACIONES SOBRE SU ELIMINACIÓN**  
 Inclinación e depositar de acuerdo con las reglamentaciones locales. Para los embalajes contaminados, deberán adoptarse las mismas medidas que para el producto. Los embalajes no contaminados se tratarán como los residuos domésticos, o como material reciclable.

**14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE**

Punto de destello: No aplicable  
 Transporte terrestre (Clase ADR/RID-GGVSE) CL EN SG  
 Transporte marítimo (Clase IBC/D)  
 Transporte aéreo (Clase ICAO/IATA)

Información adicional:

**15. INFORMACIÓN REGLAMENTARIA**

Símbolo CE: Ninguno.

Contenido: Mezcla de ácidos y bases débiles solubles en agua.

Frases RS:

S16 En caso de contacto con los ojos, lavarlos inmediatamente.  
 S29 No tirar los residuos por el desagüe.  
 S47 Conservar a una temperatura no superior a 40 °C.

**16. OTRAS INFORMACIONES**

La información contenida en esta Hoja de Seguridad e Higiene está basada en nuestros conocimientos e intentamos describir nuestros productos desde el punto de vista de los requisitos de seguridad, por lo tanto no ha de ser interpretado como una garantía de propiedades específicas, ni establecerse como una relación contractual legalmente válida.

Departamento encargado de la realización de esta Hoja: Dpto. Calidad

**COMERCIAL XAMER S.L.**  
 Calle B. de Ariza  
 30100 Pamplona  
 Teléfono: 948 12 42 66  
 Fax: 948 12 42 66

Conforms to Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH), Annex II - United Kingdom (UK)

## SAFETY DATA SHEET



### SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

#### 1.1 Product identifier

<b>Product name</b>	Hysol T 16
<b>Product code</b>	400167-FR01
<b>SDS no.</b>	400167
<b>Product type</b>	Liquid

#### 1.2 Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

<b>Use of the substance/mixture</b>	Metallizing fluid - soluble. For specific application advice see appropriate Technical Data Sheet or consult our company representative.
-------------------------------------	---

#### 1.3 Details of the supplier of the safety data sheet

<b>Supplier</b>	Castrol (U.K.) Limited Walsfield House Pipers Way Burlingdon Witham, SNG 1RE United Kingdom Tel: +44 (0)1793 512712 Fax: +44 (0)1793 400063
<b>E-mail address</b>	MSDService@lap.com

#### 1.4 Emergency telephone number

<b>EMERGENCY TELEPHONE NUMBER</b>	Emergency: +44 (0) 1285 238 870 (24 hours)
-----------------------------------	--

### SECTION 2: Hazards identification

#### 2.1 Classification of the substance or mixture

<b>Product definition</b>	Mixture
<b>Classification according to Directive 1987/65/EC (DSD)</b>	

The product is not classified as dangerous according to Directive 1987/65/EC and its amendments.

See sections 11 and 12 for more detailed information on health effects and symptoms and environmental hazards.

#### 2.2 Label elements

<b>Risk phrases</b>	This product is not classified according to EU legislation.
<b>Safety phrases</b>	Not applicable.
<b>Supplemental label elements</b>	Safety data sheet available for professional user on request.
<b>Special packaging requirements</b>	
<b>Containers to be fitted with child-resistant fastenings</b>	Not applicable.
<b>Tacile warning of danger</b>	Not applicable.

#### 2.3 Other hazards

<b>Other hazards which do not result in classification</b>	Debiting to the skin.
--	-----------------------

<b>Product name</b> Hysol T 16	<b>Product code</b> 400167-FR01	<b>Page:</b> 1/10
<b>Version</b> 5	<b>Date of issue</b> 26 September 2011	<b>Format</b> United Kingdom (UK) (United Kingdom)
		<b>Language</b> ENGLISH

Conforms to Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH), Annex II - United Kingdom (UK)

**SECTION 3: Composition/Information on Ingredients**

Product/ingredient name	Identifiers	%	Classification		
			67/548/EEC	Regulation (EC) No. 1272/2008 (CLP)	Type
Base oil - unspecified	Varies	25-35	Not classified.	App. Tox. 1, H304	[0]
Amino neutralised carboxylic acids ethoxylated)	Not available.	1-5	Xn; R36/38	Skin Irrit. 2, H315 Eye Irrit. 2, H319	[0]
N,N'-Methylenebis(morpholine)	EC: 203-473-3	3-7	Xn; R22	Acute Tox. 4, H302	[0] [2]
	CAS: 107-21-1				
	Indec 603-027-00-1				
Boric acid	EC: 227-062-3	<5	Xn; R22 C; R34 R52	Skin Corr. 1B, H314 Eye Dam. 1, H318	[0]
	CAS: 8529-90-1				
	Indec 006-007-00-2				

See Section 16 for the full text of the R-phrases declared above.

See Section 16 for the full text of the H statements declared above.

**Type**  
 [1] Substance classified with a health or environmental hazard  
 [2] Substance with a workplace exposure limit  
 [3] Substance meets the criteria for PBT according to Regulation (EC) No. 1907/2006, Annex XIII  
 [4] Substance meets the criteria for vPvB according to Regulation (EC) No. 1907/2006, Annex XIII  
 Occupational exposure limits, if available, are listed in Section 9.

**SECTION 4: First aid measures**

- 4.1 Description of first aid measures**
- Eye contact:** In case of contact, immediately flush eyes with plenty of water for at least 15 minutes. Eyelids should be held away from the eyeball to ensure thorough rinsing. Check for and remove any contact lenses. Get medical attention.
  - Skin contact:** Wash skin thoroughly with soap and water or use recognised skin cleanser. Remove contaminated clothing and shoes. Wash clothing before reuse. Clean shoes thoroughly before reuse. Get medical attention if irritation develops.
  - Inhalation:** If inhaled, remove to fresh air. Get medical attention if symptoms appear. In case of inhalation of decomposition products in a fire, symptoms may be delayed. The exposed person may need to be kept under medical surveillance for 48 hours.
  - Ingestion:** Do not induce vomiting unless directed to do so by medical personnel. Get medical attention if symptoms occur. Wash out mouth with water if person is conscious.
  - Protection of first-aiders:** No action shall be taken involving any personal risk or without suitable training.
- 4.2 Most important symptoms and effects, both acute and delayed**  
 See Section 11 for more detailed information on health effects and symptoms.
- 4.3 Indication of any immediate medical attention and special treatment needed**
- Notes to physician:** In case of inhalation of decomposition products in a fire, symptoms may be delayed. The exposed person may need to be kept under medical surveillance for 48 hours. Treatment should in general be symptomatic and directed to relieving any effects.

**SECTION 5: Firefighting measures**

- 5.1 Extinguishing media**
- Suitable extinguishing media:** In case of fire, use water fog, alcohol resistant foam, dry chemical or carbon dioxide extinguisher or spray.
  - Useable extinguishing media:** Do not use water jet.
- 5.2 Special hazards arising from the substance or mixture**

Product name: Hysol T 16	Product code: 48P167-FRM1	Page: 2/10
Version: 5	Date of issue: 26 September 2011	Format: United Kingdom (UK) (United Kingdom)
		Language: ENGLISH

Conforms to Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH), Annex II - United Kingdom (UK)

**SECTION 5: Firefighting measures**

<b>Hazards from the substance or mixture</b>	In a fire or if heated, a pressure increase will occur and the container may burst.
<b>Hazardous combustion products</b>	Combustion products may include the following: carbon oxides (CO, CO <sub>2</sub> ) (carbon monoxide, carbon dioxide) metal oxides/oxides nitrogen oxides (NO, NO <sub>2</sub> etc.)
<b>6.2 Advice for firefighters</b>	
<b>Special precautions for fire-fighters</b>	Fire water contaminated with this material must be contained and prevented from being discharged to any waterway, sewer or drain. No action shall be taken involving any personal risk or without suitable training. Promptly isolate the scene by removing all persons from the vicinity of the incident if there is a fire.
<b>Special protective equipment for fire-fighters</b>	Fire-fighters should wear appropriate protective equipment and self-contained breathing apparatus (SCBA) with a full face-piece operated in positive pressure mode. Clothing for fire-fighters (including helmets, protective boots and gloves) conforming to European standard EN 469 will provide a basic level of protection for chemical incidents.

**SECTION 6: Accidental release measures**

**6.1 Personal precautions, protective equipment and emergency procedures**

<b>For non-emergency personnel</b>	No action shall be taken involving any personal risk or without suitable training. Evacuate surrounding areas. Keep unnecessary and unprotected personnel from entering. Do not touch or walk through spill material. Floors may be slippery; use care to avoid falling. Put on appropriate personal protective equipment.
<b>For emergency responders</b>	If specialised clothing is required to deal with the spillage, take note of any information in Section 8 on suitable and unsuitable materials. See also the information in "For non-emergency personnel".

**6.2 Environmental precautions**

	Avoid dispersal of spill material and runoff and contact with soil, waterways, drains and sewers. Inform the relevant authorities if the product has caused environmental pollution (sewers, waterways, soil or air).
--	---

**6.3 Methods and materials for containment and cleaning up**

<b>Small spill</b>	Stop leak if without risk. Move containers from spill area. Absorb with an inert material and place in an appropriate waste disposal container. Dispose of via a licensed waste disposal contractor.
<b>Large spill</b>	Immediately contact emergency personnel. Stop leak if without risk. Move containers from spill area. Prevent entry into sewers, water courses, basements or confined areas. Contain and collect spillage with non-combustible, absorbent material e.g. sand, earth, vermiculite or diatomaceous earth and place in container for disposal according to local regulations. Dispose of via a licensed waste disposal contractor.

**6.4 References to other sections**

	See Section 1 for emergency contact information. See Section 5 for firefighting measures. See Section 8 for information on appropriate personal protective equipment. See Section 12 for environmental precautions. See Section 13 for additional waste treatment information.
--	--

**SECTION 7: Handling and storage**

**7.1 Precautions for safe handling**

<b>Protective measures</b>	Put on appropriate personal protective equipment. Avoid breathing vapour or mist. During metal working, solid particles from workpieces or tools will contaminate the fluid and may cause abrasions of the skin. Where such abrasions result in a penetration of the skin, first aid treatment should be applied as soon as reasonably possible. The presence of certain metals in the workpiece or tool, such as chromium, cobalt and nickel, can contaminate the metalworking fluid and as a result may induce allergic skin reactions. Avoid prolonged or repeated contact with skin. Evaporation of water from soluble cutting fluids during use may lead to an increase in concentration which may result in the development of skin conditions due to irritation and defatting. It is important to monitor fluid strength on a regular basis with a refractometer and maintain it at the recommended concentration. Lubricants from other sources and other contaminants should be minimised. Swarf and other debris should be removed. To maintain optimum performance and minimise bacterial spoilage, machine tool coolant systems should be cleaned on a regular basis.
----------------------------	---

<b>Product name</b> Hysol T 16	<b>Product code</b> 48H167-FRM1	<b>Page:</b> 3/10
<b>Version</b> 5	<b>Date of issue</b> 26 September 2011	<b>Format</b> United Kingdom (UK) (United Kingdom)
		<b>Language</b> ENGLISH

Conforms to Regulation (EC) No. 1831/2003 (REACH), Annex II - United Kingdom (UK)

**SECTION 7: Handling and storage**

<b>Advice on general occupational hygiene</b>	Eating, drinking and smoking should be prohibited in areas where this material is handled, stored and processed. Wash thoroughly after handling. Remove contaminated clothing and protective equipment before entering eating areas. See also Section 8 for additional information on hygiene measures.
<b>7.2 Conditions for safe storage, including any incompatibilities</b>	Store and use only in equipment/containers designed for use with this product. Keep away from heat and direct sunlight. Protect from freezing. Keep container tightly closed and sealed until ready for use. Containers that have been opened must be carefully resealed and kept upright to prevent leakage. Do not store in unlabelled containers. Store in accordance with local regulations. Store in a dry, cool and well-ventilated area, away from incompatible materials (see Section 10).
<b>7.3 Specific end use(s) Recommendations</b>	See section 1.2 and Exposure scenarios in annex, if applicable.

**SECTION 8: Exposure controls/personal protection**

**8.1 Control parameters Occupational exposure limits**

Producing/predicted name	Exposure limit values
--------------------------	-----------------------

Ethanediol	EH402004 WELs (United Kingdom (UK)). Absorbed through skin. TWA: 10 mg/m <sup>3</sup> 8 hour(s). Issued/Revised: 12/2001 Form: Particulate STEL: 104 mg/m <sup>3</sup> 15 minute(s). Issued/Revised: 4/2005 Form: Vapour STEL: 40 ppm 15 minute(s). Issued/Revised: 4/2005 Form: Vapour TWA: 62 mg/m <sup>3</sup> 8 hour(s). Issued/Revised: 4/2005 Form: Vapour TWA: 20 ppm 8 hour(s). Issued/Revised: 4/2005 Form: Vapour
ACGIH TLVs	
Mineral oil - unspecified	ACGIH (United States). TWA: 5 mg/m <sup>3</sup> 8 hour(s). Form: Mineral oil, mist
Ethanediol	ACGIH TLV (United States). C: 100 mg/m <sup>3</sup> Issued/Revised: 8/1985 Form: Aerosol
Boric acid	ACGIH TLV (United States). STEL: 6 mg/m <sup>3</sup> 15 minute(s). Issued/Revised: 1/2005 Form: Inhalable fraction TWA: 2 mg/m <sup>3</sup> 8 hour(s). Issued/Revised: 1/2005 Form: Inhalable fraction

For information and guidance, the ACGIH values are included. For further information on these please consult your supplier. Whilst specific OELs for certain components may be shown in this section, other components may be present in any mist, vapour or dust produced. Therefore, the specific OELs may not be applicable to the product as a whole and are provided for guidance only.

This product contains a preservative that may release trace amounts of formaldehyde during use.

**Recommended monitoring procedures** If this product contains ingredients with exposure limits, personal, workplace atmosphere or biological monitoring may be required to determine the effectiveness of the ventilation or other control measures and/or the necessity to use respiratory protective equipment. Reference should be made to European Standard EN 680 for methods for the assessment of exposure by inhalation to chemical agents and national guidance documents for methods for the determination of hazardous substances.

**Derived No Effect Level**  
No DELs available.

**Predicted No Effect Concentration**  
No PNEC available.

**8.2 Exposure controls Appropriate engineering controls**

Provide exhaust ventilation or other engineering controls to keep the airborne concentrations of vapours below their respective occupational exposure limits. All activities involving chemicals should be assessed for their risks to health, to ensure exposures are adequately controlled. Personal protective equipment should only be considered after other forms of control measures (e.g. engineering controls) have been suitably evaluated. Personal protective equipment should conform to appropriate standards, be suitable for use, be kept in good condition and properly maintained. Your supplier of personal protective equipment should be consulted for advice on selection and appropriate standards. For further information contact your national organisation for standards. The final choice of protective equipment will depend upon a risk assessment. It is important to ensure that all items of personal protective equipment are compatible.

Product name: Hysol T 16	Product code: 48H167-FRM1	Page: 4/10
Version: 5	Date of issue: 29 September 2011	Format: United Kingdom (UK) (United Kingdom)
		Language: ENGLISH

Conforms to Regulation (EC) No. 1807/2006 (REACH), Annex II - United Kingdom (UK)

**SECTION 8: Exposure controls/personal protection**

**Individual protection measures**

<b>Hygiene measures</b>	Wash hands, forearms and face thoroughly after handling chemical products, before eating, smoking and using the lavatory and at the end of the working period. Ensure that eyewash stations and safety showers are close to the workstation location.
<b>Respiratory protection</b>	Respiratory protective equipment is not normally required where there is adequate natural or local exhaust ventilation to control exposure. In case of insufficient ventilation, wear suitable respiratory equipment. The correct choice of respiratory protection depends upon the chemicals being handled, the conditions of work and use, and the condition of the respiratory equipment. Safety procedures should be developed for each intended application. Respiratory protection equipment should therefore be chosen in consultation with the supplier/manufacturer and with a full assessment of the working conditions.
<b>Eye/face protection</b>	Safety glasses with side shields.
<b>Skin protection</b>	
<b>Hand protection</b>	Wear protective gloves if prolonged or repeated contact is likely. Recommendation: Nitrile gloves. The correct choice of protective gloves depends upon the chemicals being handled, the conditions of work and use, and the condition of the gloves (even the best chemically resistant glove will break down after repeated chemical exposures). Most gloves provide only a short time of protection before they must be discarded and replaced. Because specific work environments and material handling practices vary, safety procedures should be developed for each intended application. Gloves should therefore be chosen in consultation with the supplier/manufacturer and with a full assessment of the working conditions.
<b>Skin and body</b>	Use of protective clothing is good industrial practice. Personal protective equipment for the body should be selected based on the task being performed and the risks involved and should be approved by a specialist before handling this product. Cotton or polyester/cotton overalls will only provide protection against light superficial contamination that will not soak through to the skin. Overalls should be laundered on a regular basis. When the risk of skin exposure is high (e.g. when cleaning up spillages or if there is a risk of splashing) then chemical resistant aprons and/or impervious chemical suits and boots will be required.
<b>Environmental exposure controls</b>	Emissions from ventilation or work process equipment should be checked to ensure they comply with the requirements of environmental protection legislation. In some cases, fume scrubbers, filters or engineering modifications to the process equipment will be necessary to reduce emissions to acceptable levels.

**SECTION 9: Physical and chemical properties**

**9.1 Information on basic physical and chemical properties**

**Appearance**

<b>Physical state</b>	Liquid.
<b>Colour</b>	Yellow.
<b>Odour</b>	Mild / Amine.
<b>Odour threshold</b>	Not available.
<b>pH</b>	8.1 [Conc. (% w/w): 3%]
<b>Melting point/freezing point</b>	Not available.
<b>Initial boiling point and boiling range</b>	>100°C (>212°F)
<b>Pour point</b>	<0 °C
<b>Flash point</b>	Closed cup: >100°C (>212°F)
<b>Evaporation rate</b>	Not available.
<b>Flammability (solid, gas)</b>	Not available.
<b>Upper/lower flammability or explosive limits</b>	Not available.
<b>Vapour pressure</b>	Not available.
<b>Vapour density</b>	Not available.
<b>Relative density</b>	Not available.
<b>Density</b>	<1000 kg/m <sup>3</sup> (<1 g/cm <sup>3</sup> ) at 20°C
<b>Solubility(ies)</b>	Emulsifies in water.

<b>Product name</b> Hysol T 16	<b>Product code</b> 488167-FRM1	<b>Page:</b> 8/10
<b>Version</b> 5	<b>Date of issue</b> 26 September 2011	<b>Format</b> United Kingdom (UK) (United Kingdom)
		<b>Language</b> ENGLISH

Conforms to Regulation (EC) No. 1831/2003 (REACH), Annex II - United Kingdom (UK)

**SECTION 9: Physical and chemical properties**

Partition coefficient: n-octanol/water	Not available.
Auto-ignition temperature	Not available.
Decomposition temperature	Not available.
Viscosity	Not available.
Explosive properties	Not available.
Oxidising properties	Not available.

**9.3 Other information**

No additional information.

**SECTION 10: Stability and reactivity**

<b>10.1 Reactivity</b>	No specific test data available for this product. Refer to Conditions to avoid and incompatible materials for additional information.
<b>10.2 Chemical stability</b>	The product is stable.
<b>10.3 Possibility of hazardous reactions</b>	Under normal conditions of storage and use, hazardous polymerisation will not occur. Under normal conditions of storage and use, hazardous reactions will not occur.
<b>10.4 Conditions to avoid</b>	High temperatures
<b>10.6 Incompatible materials</b>	Reactive or incompatible with the following materials: oxidising materials. Slightly reactive or incompatible with the following materials: acids.
<b>10.8 Hazardous decomposition products</b>	Under normal conditions of storage and use, hazardous decomposition products should not be produced.

**SECTION 11: Toxicological information**

**11.1 Information on toxicological effects**

**Information on the likely routes of exposure**      Route of entry anticipated: Dermal, Inhalation.

**Potential acute health effects**

<b>Inhalation</b>	Exposure to decomposition products may cause a health hazard. Serious effects may be delayed following exposure. May cause irritation to eyes, nose and throat due to exposure to vapour, mist or fumes.
<b>Ingestion</b>	No known significant effects or critical hazards.
<b>Skin contact</b>	May cause skin dryness and irritation. Defatting to the skin.
<b>Eye contact</b>	Not classified as an eye irritant. Likely to cause transient stinging or redness if accidental eye contact occurs.

**Symptoms related to the physical, chemical and toxicological characteristics**

<b>Inhalation</b>	No specific data.
<b>Ingestion</b>	No specific data.
<b>Skin contact</b>	Adverse symptoms may include the following: Irritation dryness cracking
<b>Eye contact</b>	No specific data.

**Delayed and immediate effects and also chronic effects from short and long term exposure**

<b>Inhalation</b>	Overexposure to the inhalation of airborne droplets or aerosols may cause irritation of the respiratory tract.
<b>Ingestion</b>	Ingestion of large quantities may cause nausea and diarrhoea.
<b>Skin contact</b>	Prolonged or repeated contact can defat the skin and lead to irritation and/or dermatitis.
<b>Eye contact</b>	Potential risk of transient stinging or redness if accidental eye contact occurs.

**Potential chronic health effects**

<b>General</b>	Prolonged or repeated contact can defat the skin and lead to irritation, cracking and/or dermatitis.
----------------	--

<b>Product name</b> Hysol T 16	<b>Product code</b> 488167-FR01	<b>Page:</b> 6/10
<b>Version</b> 5	<b>Date of issue</b> 26 September 2011	<b>Format</b> United Kingdom (UK) (United Kingdom)
		<b>Language</b> ENGLISH

Conforms to Regulation (EC) No. 1807/2006 (REACH), Annex II - United Kingdom (UK)

**SECTION 11: Toxicological information**

<b>Carcinogenicity</b>	No known significant effects or critical hazards.
<b>Mutagenicity</b>	No known significant effects or critical hazards.
<b>Developmental effects</b>	No known significant effects or critical hazards.
<b>Fertility effects</b>	No known significant effects or critical hazards.

**SECTION 12: Ecological information**

**12.1 Toxicity**  
**Environmental hazards** Not classified as dangerous

**12.2 Persistence and degradability**  
 Expected to be biodegradable.

**12.3 Bioaccumulative potential**  
 Not available.

**12.4 Mobility in soil**  
**Soil/water partition coefficient (K<sub>oc</sub>)** Not available.  
**Mobility** Liquid. Emulsifies in water.

**12.6 Results of PBT and vPvB assessment**  
**PBT** Not applicable.  
**vPvB** Not applicable.

**12.8 Other adverse effects** No known significant effects or critical hazards.

**SECTION 13: Disposal considerations**

**13.1 Waste treatment methods**

**Product**  
**Methods of disposal** Undiluted fluid. The generation of waste should be avoided or minimized wherever possible. Significant quantities of waste product residues should not be disposed of via the foul sewer but processed in a suitable effluent treatment plant. Dispose of surplus and non-recyclable products via a licensed waste disposal contractor. Disposal of this product, solutions and any by-products should at all times comply with the requirements of environmental protection and waste disposal legislation and any regional local authority requirements. Diluted fluid. The spent diluted fluid comprises a relatively stable emulsion. Dispose of via an authorized person/ licensed waste disposal contractor or by other suitable waste treatment techniques (e.g. emulsion splitting, coagulation and filtration) approved by the local authority. Spent fluid should never be disposed of down the drain. The aqueous phase should not be discharged into sewage systems unless provided for by local regulations; the non-aqueous phase should be disposed of as undiluted fluid. Note that separated aqueous solutions or effluents may contain metal salts as well as traces of oil and must be checked for conformity in these respects against consents given by the authorities before disposal. Further treatment may be required.

**Hazardous waste** Yes.  
**European waste catalogue (EWPC)**

Waste code	Waste designation
12 01 07*	mineral-based machining oils free of halogens (except emulsions and solutions)
12 01 08*	machining emulsions and solutions free of halogens

However, deviation from the intended use and/or the presence of any potential contaminants may require an alternative waste disposal code to be assigned by the end user.

**Packaging**

**Methods of disposal** Dispose of via an authorized person/ licensed waste disposal contractor in accordance with local regulations. Recycle, if possible.

Waste code	European waste catalogue (EWPC)
16 01 10*	packaging containing residue of or contaminated by dangerous substances

<b>Product name</b> Hysol T 16	<b>Product code</b> 488167-FRM1	<b>Page</b> 7/10
<b>Version</b> 5	<b>Date of issue</b> 26 September 2011	<b>Format</b> United Kingdom (UK) (United Kingdom)
		<b>Language</b> ENGLISH

Complies to Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH), Annex II - United Kingdom (UK)

**SECTION 13: Disposal considerations**

**Special precautions**

This material and its container must be disposed of in a safe way. Empty containers or liners may retain some product residues. Empty containers represent a fire hazard as they may contain flammable product residues and vapour. Never weld, solder or braze empty containers. Avoid dispersal of spill material and runoff and contact with soil, waterways, drains and sewers.

**SECTION 14: Transport information**

	ADR/RID	ADR/LADR	IMDG	IATA
14.1 UN number	Not regulated.	Not regulated.	Not regulated.	Not regulated.
14.2 UN proper shipping name	-	-	-	-
14.3 Transport hazard class(es)	-	-	-	-
14.4 Packing group	-	-	-	-
14.5 Environmental hazards	No.	No.	No.	No.
14.6 Special precautions for user	Not available.	Not available.	Not available.	Not available.
Additional information	-	-	-	-

**SECTION 16: Regulatory information**

16.1 Safety, health and environmental regulation/legislation specific for the substance or mixture

EU Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH)

Annex XIV - List of substances subject to authorization

Substances of very high concern

Table to restriction

Ingredient name	Status	Restriction number
Boric acid	Candidate	ED/00/2010

Annex XVII - Restrictions on the manufacture, placing on the market and use of certain dangerous substances, mixtures and articles  
Not applicable.

**Other regulations**

REACH (6/6/06)

The company, as identified in Section 1, sells this product in the EU in compliance with the current requirements of REACH.

United States Inventory (TSCA 8b)

At least one component is not listed.

Australia Inventory (AICS)

At least one component is not listed.

Canada Inventory

At least one component is not listed.

China Inventory (CECCL)

All components are listed or exempted.

Japan Inventory (JECCL)

Not determined.

Korea Inventory (KECL)

All components are listed or exempted.

Philippines Inventory (PICCL)

At least one component is not listed.

Product name: Hysol T 16	Product code: 48R167-FR01	Page: 8/10
Version: 5	Date of issue: 26 September 2011	Format: United Kingdom (UK) (United Kingdom)
		Language: ENGLISH

Conforms to Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH), Annex II - United Kingdom (UK)

**SECTION 15: Regulatory information**

**15.2 Chemical Safety Assessment** This product contains substances for which Chemical Safety Assessments are still required.

**SECTION 16: Other information**

**Abbreviations and acronyms**

ADNADR = European Provisions concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Inland Waterway  
 ADR = The European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road  
 ATE = Acute Toxicity Estimate  
 BCF = Bioconcentration Factor  
 CAS = Chemical Abstracts Service  
 CLP = Classification, Labelling and Packaging Regulation (Regulation (EC) No. 1272/2008)  
 CSA = Chemical Safety Assessment  
 CSR = Chemical Safety Report  
 DMEL = Derived Minimal Effect Level  
 DNEL = Derived No Effect Level  
 DPD = Dangerous Preparations Directive [1994/6/EEC]  
 DSD = Dangerous Substances Directive [67/548/EEC]  
 EINECS = European Inventory of Existing Commercial chemical Substances  
 ES = Exposure Scenario  
 EUH statement = CLP-specific Hazard statement  
 EWG = European Waste Catalogue  
 GHS = Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals  
 IATA = International Air Transport Association  
 IBC = Intermediates Bulk Container  
 IMDG = International Maritime Dangerous Goods  
 LogPow = logarithm of the octanol/water partition coefficient  
 MARPOL 73/78 = International Convention for the Prevention of Pollution From Ships, 1973 as modified by the Protocol of 1978. ("Marpol" = marine pollution)  
 OECD = Organisation for Economic Co-operation and Development  
 PBT = Persistent, Bioaccumulative and Toxic  
 PNEC = Predicted No Effect Concentration  
 RID = The Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail  
 RFRN = REACH Registration Number  
 SADT = Self-Accelerating Decomposition Temperature  
 SVHC = Substances of Very High Concern  
 STOT-RE = Specific Target Organ Toxicity - Repeated Exposure  
 STOT-SE = Specific Target Organ Toxicity - Single Exposure  
 TWA = Time weighted average  
 UN = United Nations  
 UNCB = Complex hydrocarbon substance  
 VOC = Volatile Organic Compound  
 vPvB = Very Persistent and Very Bioaccumulative

**Full text of abbreviated H statements**

H302 Harmful if swallowed.  
 H314 Causes severe skin burns and eye damage.  
 H316 Causes skin irritation.  
 H318 Causes serious eye damage.  
 H319 Causes serious eye irritation.  
 H360FD May damage fertility. May damage the unborn child.

**Full text of classifications (CLP/MSH)**

Acute Tox. 4, H302 ACUTE TOXICITY: ORAL - Category 4  
 Eye Dam. 1, H316 SERIOUS EYE DAMAGE/EYE IRRITATION - Category 1  
 Eye Irrit. 2, H318 SERIOUS EYE DAMAGE/EYE IRRITATION - Category 2  
 Repr. 1B, H360FD TOXIC TO REPRODUCTION (Fertility and Unborn child) - Category 1B  
 SKIN CORROSION/IRRITATION - Category 1B  
 SKIN CORROSION/IRRITATION - Category 2

**Full text of abbreviated R phrases**

R60- May impair fertility.  
 R61- May cause harm to the unborn child.  
 R22- Also harmful if swallowed.  
 R24- Causes burns.  
 R36/38- Irritating to eyes and skin.  
 R52- Harmful to aquatic organisms.

**Full text of classifications (DSD/DPD)**

Repr. Cat. 2 - Toxic to reproduction category 2  
 C - Corrosive  
 Xi - Harmful  
 Xn - Irritant

**History**

Product name	Hysol T 16	Product code	48R167-FR01	Page:	9/10
Version	5	Date of issue	26 September 2011	Format	United Kingdom (UK) (United Kingdom)
				Language	ENGLISH

Conforms to Regulation (EC) No. 1907/2006 (REACH), Annex II - United Kingdom (UK)

**SECTION 16: Other Information**

**Date of issue/ Date of revision** 29/09/2011.  
**Date of previous issue** 23/06/2011.  
**Prepared by** Product Stewardship

Indicates information that has changed from previously issued versions.

**Notice to Reader**

All reasonably practicable steps have been taken to ensure this data sheet and the health, safety and environmental information contained in it is accurate as of the date specified below. No warranty or representation, express or implied is made as to the accuracy or completeness of the data and information in this data sheet.

The data and advice given apply when the product is sold for the stated application or applications. You should not use the product other than for the stated application or applications without seeking advice from BP Group.

It is the user's obligation to evaluate and use this product safely and to comply with all applicable laws and regulations. The BP Group shall not be responsible for any damage or injury resulting from use, other than the stated product use of the material, from any failure to adhere to recommendations, or from any hazards inherent in the nature of the material. Purchasers of the product for supply to a third party for use at work, have a duty to take all necessary steps to ensure that any person handling or using the product is provided with the information in this sheet. Employers have a duty to tell employees and others who may be affected of any hazards described in this sheet and of any precautions that should be taken. You can contact the BP Group to ensure that this document is the most current available. Alteration of this document is strictly prohibited.

<b>Product name</b> Hysol T 16	<b>Product code</b> 48P167-FRM	<b>Page:</b> 18/18
<b>Version</b> 5	<b>Date of issue</b> 29 September 2011	<b>Format</b> United Kingdom (UK) (United Kingdom)
		<b>Language</b> ENGLISH

12/02/2007 14:41 933453958 PRODUCTOS DELTA SA FAG. 02

Productos Delta, S. A.

**HOJA DE SEGURIDAD**  
 según 91/155/CLE



Pág. 1/5  
 Versión: 1.2

Fecha / actualizada el: 25/10/00 Producto: 3050 VEZITOL S

---

**1. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y DE LA EMPRESA**

Código Producto	3050
Nombre Comercial	VEZITOL S
Empresa	PRODUCTOS DELTA, S.A.
Dirección	C/ Caracas, 29 - 31 08030 - BARCELONA
Teléfono	93/345.89.00
Fax	93/345.89.58
Teléfono de Emergencia	93/345.89.00

---

**2. COMPOSICIÓN / INFORMACIÓN DE LOS COMPONENTES**

Descripción Química	Aceite de corte soluble, preparado a base de emulgentes aniónicos, inhibidores de la corrosión, aditivos mejoradores del corte, lubricantes y agua. Contiene nitrato sódico (4%). Nº CAS: 7832-00-0
Número CAS	No aplicable

---

**3. POSIBLES PELIGROS**

Principal Peligro	Irrita los ojos.
Efectos	

---

**4. MEDIDAS DE PRIMEROS AUXILIOS**

Tras contacto con los ojos	Lavar con abundante agua corriente durante 15 minutos y con los párpados abiertos.
Tras contacto con la piel	Lavar con agua y jabón. Cambiar ropa manchada.
Tras Ingestión	No provocar vómitos, beber grandes cantidades de leche o agua. Consultar con el médico.
Tras Inhalación	

Productos Delta, S. A.

**HOJA DE SEGURIDAD**  
 SEGUN 01/03/CEE

Pág. 2/5

Versión: 1.2

Fecha / actualizada el: 25/10/00 Producto: 3050 VEZITOL 5

### 5. MEDIDAS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

**Medios de extinción adecuados** Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), polvo seco, espuma.

**Medios de extinción no adecuados** Chorro de agua a presión.

**Riesgos especiales del producto**
**Vestimenta de protección especial** Habitual contra incendios.

### 6. MEDIDAS EN CASO DE VERTIDO ACCIDENTAL

**Precauciones para la persona** Evitar el contacto con los ojos.  
Retirar el equipo contaminado.  
Recoger adecuadamente para evitar el peligro de resbalar.

**Protección del medio ambiente** No dejar que el producto entre en el sistema de alcantarillado y agua potable.

**Método de limpieza/recogida** Recoger con material absorbente y eliminar correctamente. Lavar con agua.

### 7. MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO

**Manipulación** No es necesaria ninguna protección especial.

**Almacenamiento** Mantener el envase cerrado entre 5 y 40° C.  
Proteger contra las heladas.

### 8. CONTROLES DE EXPOSICIÓN Y PROTECCIÓN PERSONAL

**Medidas de protección/ Higiene generales** No comer, beber o fumar durante el trabajo.

**Protección respiratoria** No es necesaria en el campo de aplicación.

**Protección de las manos** Guantes de goma para manipular el concentrado.

**Protección de los ojos** Gafas protectoras para manipular el concentrado.

**Protección corporal** Ropa y calzado cerrado.

Productos Delta, S. A.

 HOJA DE SEGURIDAD  
 SEGUN 01/199/CEE

Pág. 3/5

Versión: 1.2

Fecha / actualizada el: 25/10/00

Producto: 3050 VEZITOL S

### 9. PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Estado físico	Líquido
Color	Oscuro
Olor	Suave, característico
Punto de Ebullición (°C)	>100
Punto de Congelación (°C)	<-5
Punto de Inflamación (°C)	No procede
Solubilidad en agua a 20° C	Buena con 100 gr/lit.
Valor pH	9,2±0,2 (al 5%)
Densidad a 20° C	1,09±0,02 gr/ml

### 10. ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad	Buena
Condiciones a evitar	Heladas
Materiales a evitar	Ácidos fuertes y agentes oxidantes.
Productos de descomposición peligrosos	Ninguno en condiciones normales de empleo.

### 11. INFORMACIONES TOXICOLÓGICAS

<b>Toxicidad oral aguda</b>	
Tolerancia en la piel	No produce irritación primaria ni alergia en la piel, en condiciones normales de uso (producto emulsionado en agua 5-10 %). Después de un largo periodo de contacto del concentrado con la piel, no puede descartarse una ligera irritación cutánea.
Indicaciones adicionales	Con compuestos fácilmente nitrosables (por ej. aminas secundarias) pueden formarse, bajo condiciones especiales (pH bajo), nitrosaminas. Las nitrosaminas presentan efectos cancerígenos en experimentación animal.
Toxicidad dérmica aguda	(LD50 en conejos) superior a 2 gr/Kg. (no diluido)

Productos Delta, S. A.

HOJA DE SEGURIDAD  
 SEGÚN 91/155/CEE

Pág. 4/5

Fecha / actualizada el: 25/10/00 Producto: 3050 VEZITOL S

Versión: 1.2

**12. INFORMACIONES ECOLÓGICAS**

Efectos ecotóxicos	Datos no disponibles.
Comportamiento en el medio ambiente	El producto no debe ser vertido directamente en sistemas de alcantarillado, ni sobre el terreno, sin un tratamiento previo.
Potencial de Bioacumulación	Datos no disponible.

**13. ELIMINACIÓN DE RESIDUOS**

Producto	Debe ser tratado respetando las legislaciones locales vigentes a través de Gestores Autorizados de Residuos. Los desechos de emuliones solo deben ser evacuados a través de empresas de recogida de aceites usados homologadas. Producto exento de compuestos organoclorados.
Envases	Entregar a un recogedor autorizado para su recuperación y/o eliminación.

**14. INFORMACIÓN RELATIVA AL TRANSPORTE**

Transportes por carretera (RID/ADR)	No clasificado como producto peligroso.
Clase	No aplicable.
Número/letra	No aplicable.
Placa peligro	No aplicable.
Sustancia	
Riesgo	

12/10/2002 18:41 303458959 PRODUCTOS DELTA EA Pág. 26

Productos Delta, S. A.

**HOJA DE SEGURIDAD**  
 SEGÚN 91/155/CEE

Pág. 5/5

---

Fecha / actualizada el: 25/10/00 Producto: 3050 VEZITOL S Versión: 1.2

---

**15. REGLAMENTACIONES**

---

<b>Símbolo de peligro</b>	Xi (Irritante)
<b>Frases R</b>	R-36: Irrita los ojos.
<b>Frases S</b>	S-26: En caso de contacto con los ojos, lávese inmediata y abundantemente con agua. S-39: Úsese protección para los ojos/la cara. S-28: No tirar los residuos por el desagüe.

---

**Disposiciones particulares**

---

**16. OTRAS INFORMACIONES**

---

Los datos indicados corresponden a nuestros conocimientos actuales y no representan una garantía de las propiedades. En cualquier caso corresponde al usuario, determinar la aplicación o adecuación de esta información a sus propios usos particulares.