

La higiene industrial y la vigilancia en la salud en el sector de los áridos



Con la financiación de la



**FUNDACIÓN
PARA LA
PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES**

IS-0008/2013 · D.L. 1112-2014

La higiene industrial y la vigilancia en la salud en el sector de los áridos

Acción financiada por la Fundación para la prevención de riesgos
laborales con código de acción IS-0008/2013



Entidades solicitantes



Entidad ejecutante



Depósito Legal: MU 1112-2014

Queda prohibida la reproducción total o parcial de la presente obra por cualquier medio o procedimiento sin la autorización previa de la Fundación para la prevención de riesgos laborales.

AUTOR

Francisco Hita López
CTM

COLABORADORES

César Luaces Frades
Rosa Carretón Moreno
ANEFA

Elena Blasco Martín
Manuel Paredes Colmenarejo
FECOMA-CCOO

Jesús Ordoñez Gámez
Fernando Medina Rojo
Juan Marqués Chabbarri
MCA-UGT

Pedro Lozano del Amor

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. El trabajo y la salud.....	15
1.2. Condiciones de trabajo.....	15
1.3. Factores de riesgo	16
1.4. Daños derivados del trabajo	17
1.4.1. Accidente de trabajo	17
1.4.2. Enfermedad profesional	17
1.4.3. Enfermedad del trabajo	17
1.4.4. Otros daños derivados del trabajo	17
1.5. Marco legislativo	18
2. DESCRIPCIÓN DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS	19
2.1. Aplicaciones	21
2.2. Proceso de fabricación	23
2.2.1. Procesos de transformación y reciclado	23
2.2.2. La trituración y la molienda.....	23
2.2.3. La clasificación.....	24
2.2.4. El lavado	24
2.2.5. El almacenamiento	25
2.2.6. El reciclado de residuos de construcción y demolición.....	25
2.3. Propiedades.....	26
2.4. Clasificación	27
2.5. El sector en los últimos años	27
3. GENERALIDADES DE LOS RIESGOS LABORALES LIGADOS CON EL MEDIO AMBIENTE.....	28
3.1. Toma de muestras	29

3.2. Clasificación de los muestreos por su duración	32
3.3. Dosis.....	35
3.4. Evaluación	39
3.5. Planificación de la actividad preventiva	41
3.5.1. Medidas preventivas en el foco	41
3.5.2. Medidas preventivas en el ambiente.....	42
3.5.3. Medidas preventivas en los trabajadores expuestos.....	43
3.6. Medicina del trabajo y vigilancia de la salud	44
4. RIESGOS FÍSICOS.....	46
4.1. Ruido	47
4.1.1. Descripción del ruido.....	48
4.1.2. Localización del ruido	51
4.1.3. Daños relacionados con el ruido	51
4.1.4. Normativa de aplicación	53
4.1.5. Actividades técnicas.....	53
4.1.6. Evaluación del riesgos en función de los valores límite	61
4.1.7. Medidas preventivas	63
4.1.8. Actividades medicas de los servicios de prevención.....	69
4.1.9. Información y formación a los trabajadores	69
4.2. Vibraciones	70
4.2.1. Descripción del riesgo de vibraciones	71
4.2.2. Localización de las vibraciones.....	72
4.2.3. Daños relacionados con las vibraciones	73
4.2.4. Normativa de aplicación	76
4.2.5. Actividades técnicas.....	76
4.2.6. Evaluación de riesgos en función del valor límite	83
4.2.7. Medidas preventivas	87
4.2.8. Actividades de medicina del trabajo	87

4.2.9. Información y formación de los trabajadores.....	89
4.3. Radiaciones no ionizantes.....	89
4.3.1. Descripción de las radiaciones.....	90
4.3.2. Localización de las radiaciones no ionizantes.....	91
4.3.3. Daños relacionados con las radiaciones no ionizantes	92
4.3.4. Normativa de aplicación	93
4.3.5. Actividades técnicas.....	93
4.3.6. Evaluación del riesgo en función del valor límite	95
4.3.7. Medidas preventivas	97
4.3.8. Actividades de medicina del trabajo	100
4.3.9. Información y formación de los trabajadores.....	100
4.4. Ambientes con sobrecarga térmica	102
4.4.1. Descripción de ambiente con sobrecarga térmica.....	102
4.4.2. Localización del ambiente con sobrecarga térmica.....	103
4.4.3. Daños relacionados con ambientes térmicos	104
4.4.4. Normativa de aplicación	105
4.4.5. Actividades técnicas.....	105
4.4.6. Evaluación del riesgo en función del valor límite	110
4.4.7. Medidas preventivas	113
4.4.8. Información y formación de los trabajadores.....	114
4.5. Iluminación.....	115
4.5.1. Descripción de la iluminación.....	116
4.5.2. Localización del riesgo de iluminación	118
4.5.3. Daños relacionados con la iluminación.....	119
4.5.4. Normativa de aplicación	119
4.5.5. Actividades técnicas.....	120
4.5.6. Evaluación del riesgo en función del valor límite	122
4.5.7. Medidas preventivas	124

4.5.8. Información y formación de los trabajadores.....	125
5. RIESGOS QUÍMICOS	126
5.1. Polvo.....	127
5.1.1. Descripción del polvo	127
5.1.2. Localización del riesgo.....	129
5.1.3. Daños relacionados con el polvo	130
5.1.4. Normativa de aplicación	133
5.1.5. Actividades técnicas.....	133
5.1.6. Evaluación del riesgo en función del valor límite	139
5.1.7. Medidas preventivas	140
5.1.8. Actividades de medicina del trabajo	142
5.1.9. Información y formación a los trabajadores	145
5.2. Humos de soldadura	146
5.2.1. Descripción de los humos de soldadura.....	146
5.2.2. Localización de los humos de soldadura.....	150
5.2.3. Daños relacionados con los humos de soldadura	150
5.2.4. Normativa de aplicación	153
5.2.5. Actividades técnicas.....	153
5.2.6. Evaluación de riesgos en función del valor límite	165
5.2.7. Medidas preventivas	171
5.2.8. Actividades de medicina del trabajo	178
5.2.9. Información y formación de los trabajadores.....	180
5.3. Humos de combustión	182
5.3.1. Descripción de los humos de combustión.....	182
5.3.2. Localización de los humos de combustión	183
5.3.3. Daños relacionados con los humos de combustión	184
5.3.4 Normativa de aplicación	184
5.3.5. Actividades técnicas.....	185

5.3.6. Evaluación del riesgo en función del valor límite	185
5.3.7. Medidas preventivas	187
5.3.8. Actividades de medicina del trabajo	187
6. RIESGOS BIOLÓGICOS.....	190
6.1. Legionella	191
6.1.1. Medidas preventivas	192
6.2. Tétanos	196
6.2.3. Medidas preventivas	196
6.3 Animales vivos	197
7. AUTOEVALUACIÓN DE LOS RIESGOS HIGIENICOS EN EL PUESTO DE TRABAJO	198
7.1. Ruido	199
7.2. Vibraciones	200
7.3. Radiaciones no ionizantes.....	201
7.4. Ambiente térmico.....	202
7.5. Iluminación.....	204
7.6. Polvo.....	205
7.7. Humos de soldadura	207
8. LA MEDICINA DEL TRABAJO Y SU RELACIÓN CON LA VIGILANCIA DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES	209
8.1. Actividades sanitarias de los servicios de prevención	210
8.2. Unidad Básica de Salud (U.B.S.)	211
8.3. Equipamiento sanitario básico	212
8.4. Concepto y objetivos de la vigilancia de la salud	220
8.5. Características de la vigilancia de la salud	221
8.6. El procedimiento de la vigilancia de la salud.....	227
8.7. Los protocolos médicos de la vigilancia de la salud.....	231
9. LA VIGILANCIA DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES EN EL SECTOR DE LOS ÁRIDOS.....	234

9.1. Cuadro resumen de enfermedades profesionales relacionadas con el sector	235
9.2. Cuadro resumen de controles y pruebas médicas relacionadas a considerar.....	237
9.3. Auditoría interna en relación a la vigilancia de la salud	238
10. RESPONSABILIDADES	240
10.1. Resolución del contrato por el trabajador	241
10.2. Responsabilidad civil	241
10.2.1. Responsabilidad civil contractual	241
10.2.2. Responsabilidad civil extracontractual	241
10.2.3. Responsabilidad civil de “ex delicto”.	242
10.2.4. Responsabilidad civil subsidiaria, ajena a la penal.....	242
10.3. Responsabilidad administrativa	242
10.4. Responsabilidad penal	243
10.4.1. Responsabilidad penal de resultado.....	244
10.4.2. Responsabilidad penal de riesgo.....	244
10.5. Responsabilidades de los trabajadores	245
11. CONCLUSIONES.....	247
BIBLIOGRAFÍA.....	249
Manuales y Libros	249
Otra bibliografía	250
Normativa de aplicación	251
Web consultadas	252

1. INTRODUCCIÓN

En el sector de los áridos, al igual que en otros muchos sectores industriales, podemos encontrar unas determinadas condiciones ambientales que pueden ser perjudiciales para la salud del trabajador. Estas condiciones ambientales podrían derivarse de agentes físicos, químicos o biológicos. Lo que hoy en día se conoce en prevención de riesgos laborales como la higiene industrial.

Dentro de este sector están muy presentes todos estos agentes ya que los trabajos que se realizan pueden dar lugar a unas condiciones ambientales que pueden ser perjudiciales para la salud de los trabajadores. Es conveniente que se evalúen y se establezcan las medidas preventivas que sean oportunas para que la salud de los trabajadores no se vea afectada por estas condiciones.

1.1. El trabajo y la salud

La salud está muy relacionada con el trabajo ya que según la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.), esta se define como el estado de bienestar físico, mental y social completo y no meramente la ausencia de daño y enfermedad y todos esos estados de bienestar se pueden ver afectados por el trabajo.

Tendríamos que tener en cuenta que dado que la salud va a estar íntimamente relacionada con el trabajo y más concretamente con la forma en que éste se lleva a cabo, sería conveniente estudiar más detenidamente cuales serían aquellas condiciones relacionadas con el trabajo que van a incidir directamente sobre la salud de los trabajadores.



1.2. Condiciones de trabajo

Se entenderá como “condición de trabajo” cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud del trabajador. Quedan específicamente incluidas en esta definición:

- Las características generales de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el centro de trabajo.
- La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia.
- Los procedimientos para la utilización de los agentes citados anteriormente que influyan en la generación de los riesgos mencionados.
- Todas aquellas otras características del trabajo, incluidas las relativas a su organización y ordenación, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto el trabajador.

1.3. Factores de riesgo

Antes de identificar los factores de riesgos centrados en la higiene, hay que definir lo que se entiende por Higiene Industrial. La Higiene Industrial se define como aquella disciplina preventiva cuyo objeto fundamental es identificar, evaluar y controlar, las concentraciones de los diferentes contaminantes ya fueran de carácter físico, químico o biológico presentes en los puestos de trabajo y que pueden llegar a producir determinadas alteraciones de la salud de los trabajadores.

Los principales factores de riesgo higiénico que vamos a encontrar dentro del sector de los áridos son los riesgos físicos, químicos y muy raramente biológicos.

Grupo	Detalle	Factores de riesgo
Físicos.	Representan un intercambio brusco de energía entre el trabajador y el ambiente, en un valor que el organismo no es capaz de soportar sin que sufra un daño si la exposición se alarga en el tiempo.	Ruido. Vibraciones. Radiaciones no ionizantes. Condiciones ambientales (Termohidrometría). Iluminación.
Químicos.	En este grupo se encuentran las partículas generadas y que son susceptibles de llegar al trabajador, en nuestro caso, principalmente por la vía respiratoria.	Polvo (materia particulada en general y sílice). Humos de soldadura. Humos de combustión.

Grupo	Detalle	Factores de riesgo
Biológicos.	Un agente biológico es un microorganismo, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.	Legionella.

1.4. Daños derivados del trabajo

Los daños derivados del trabajo se definen como las enfermedades, patologías o lesiones sufridas con motivo u ocasión del trabajo.

1.4.1. Accidente de trabajo

Un “accidente de trabajo” es todo suceso anormal, no querido ni deseado que se presenta de forma brusca e inesperada, aunque normalmente es evitable, que interrumpe la normal continuidad del trabajo y puede causar lesiones a las personas.

1.4.2. Enfermedad profesional

Una “Enfermedad Profesional” es la contraída a consecuencia del trabajo efectuado por cuenta ajena en las actividades que se especifiquen en el Cuadro que se aprueba por las disposiciones de la Ley General de la Seguridad Social y que esté provocada por la acción de los elementos o sustancias que en dicho Cuadro se indiquen para cada enfermedad profesional. Este Cuadro es el aprobado por el Real Decreto 1299 / 2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Cuadro de Enfermedades profesionales.

1.4.3. Enfermedad del trabajo

Las “Enfermedades del Trabajo” son las enfermedades No Listadas entre las profesionales que contraiga el trabajador con motivo de la realización de su trabajo, siempre que se pruebe que su causa exclusiva fue la ejecución del trabajo. En este caso se considerará a todos los efectos como Accidente de Trabajo.

1.4.4. Otros daños derivados del trabajo

Además de considerar los accidentes de trabajo anteriores debemos de tener en cuenta los siguientes:

- Accidente in itinere: son los producidos de camino al trabajo o de regreso a casa dentro de unas condiciones establecidas.

- Accidentes producidos por ocasión o desempeño de actividades sindicales o asimiladas.
- Enfermedades que tiene el trabajador/a agravadas por consecuencia del trabajo.
- Accidentes ocurridos por cumplir órdenes del empresario que estén fuera de las funciones del trabajador.



1.5. Marco legislativo

En cuanto a la legislación aplicable se debe de considerar la siguiente:

- Constitución Española (Artículos 40.2 y 43).
- Estatuto de los trabajadores (Artículos 4, 5, 19, 62 y 63).
- Real Decreto 39/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 31/1997, Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 1/1994, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley general de la seguridad social.
- Cuadro de enfermedades profesionales. Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre.

En cada capítulo se especificará la normativa de aplicación que proceda en función de cada riesgo higiénico.

2. DESCRIPCIÓN DEL SECTOR DE LOS ÁRIDOS

Los áridos son materiales granulares inertes formados por fragmentos de roca o arenas utilizados en la construcción (edificación e infraestructuras) y en numerosas aplicaciones industriales. Coloquialmente son conocidos como arena, grava y gravilla, entre otros.

Desde la antigüedad, los áridos han acompañado el desarrollo de la civilización humana. En efecto, desde el inicio de los tiempos, el hombre ha utilizado materiales naturales para la construcción de su hábitat y la ordenación de su entorno.

A principios del siglo XXI, la industria extractiva de los áridos destaca como uno de los sectores mineros más importantes, a la hora de proveer a la sociedad de recursos naturales primordiales para el desarrollo económico. La profesionalización creciente es una de las metas de las empresas pertenecientes a este sector, que aplican, cada

vez más, tecnologías innovadoras para optimizar y controlar los procesos. Permitiendo en muchos casos mejorar las condiciones de trabajo reduciendo la exposición a determinados riesgos gracias a las modificaciones del proceso.

La industria productora de áridos, actualmente, es uno de los subsectores básicos de la minería española y mundial. Sin los áridos no sería posible la construcción de viviendas, oficinas, aeropuertos, hospitales, calles, carreteras, autopistas, vías de ferrocarril y puertos, ni se podría disponer de muchos productos industriales de uso cotidiano.



Los áridos se han convertido en materias primas minerales indispensables para la sociedad. En general, se trata de materiales baratos y abundantes que se explotan necesariamente cerca de los centros de consumo, con el fin de reducir los costes de transporte.

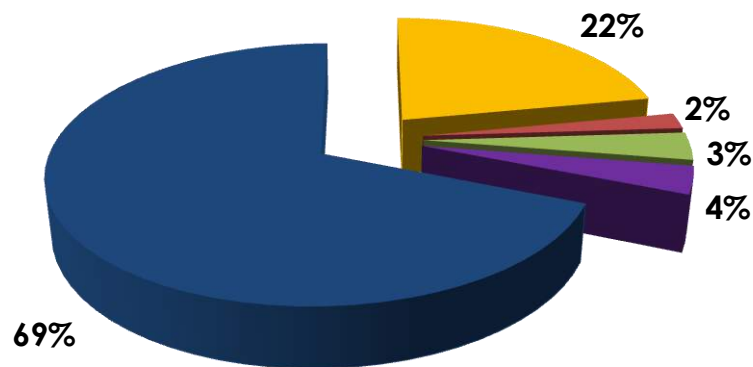
De manera estimada, cada persona consume en su vida cerca de 850.000 kilos de áridos, más de 10.000 veces su peso, cantidad equivalente a la transportada en 32 camiones bañera (camiones con caja). Ya se trate de una autopista, aeropuerto, o vía de ferrocarril, las

técnicas constructivas requieren cantidades ingentes de áridos. El balasto para las vías férreas, los cimientos de las edificaciones, las distintas capas, -ligadas o no ligadas-, que forman las carreteras son esencialmente áridos.

2.1. Aplicaciones

Los áridos se emplean tanto en la construcción como en la industria. En los siguientes gráficos pueden observarse las distintas aplicaciones de los áridos.

Las principales aplicaciones en construcción son:



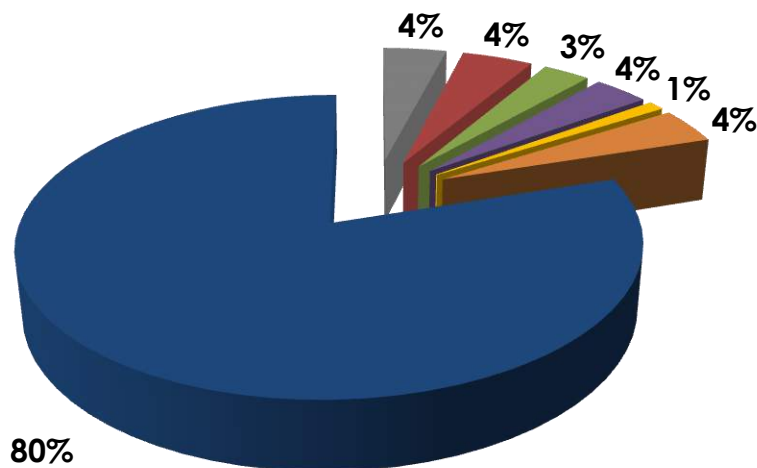
■ Carreteras ■ Balasto ■ Industria Escollera ■ Otros usos ■ Hormigones, morteros y prefabricados

- Morteros; empleados para unir ladrillos o revestir paredes.
- Hormigones; que pueden ser estructurales (cimientos, vigas y pilares) o en masa (pavimentos, etc.).
- Prefabricados; como ladrillos, bloques, vigas, bordillos, aceras y tuberías, entre otros.
- Bases y aglomerados asfálticos; que son los elementos que componen las carreteras, autovías, calles, aparcamientos o pistas.
- Balasto; para construcción de vías férreas, y sobre el que se apoyan las traviesas y los raíles.
- Piedras y bloques de escollera para puertos.
- Y otras aplicaciones como: presas, puentes, aeropuertos, calles, centros comerciales, parques de ocio, viviendas, recintos feriales, edificios singulares, rascacielos, túneles y universidades.

Los áridos también se encuentran en innumerables elementos de la vida cotidiana. Los áridos tienen diversas aplicaciones para mejorar el medio ambiente: reducción de las emisiones de azufre y de la acidez de los suelos y filtros para la depuración de aguas, entre otras.

Los áridos destinados a usos industriales requieren unas propiedades muy específicas, como una mayor pureza en cuanto a su composición química, y un tamaño muy pequeño, obtenido a través de la molienda fina de los materiales.

Las principales aplicaciones industriales son:



Fabricación de cales y yesos
 Industria del vidrio
 Industria química básica
 Metalurgia básica

Arenas de moldeo
 Cargas
 Fabricación de cementos

- Fabricación del cemento; el 80 % del cemento es caliza.
- Industria de la cerámica y vidrio; que requiere arena de sílice muy pura, caliza, etc.
- Fabricación del acero; la caliza se emplea como fundente.
- Materiales abrasivos.
- Industria papelera.
- Industria de los plásticos.

- Industrias de pintura y detergentes; la caliza se emplea como carga en pinturas e incluso como pigmento. En la fabricación de detergentes, interviene la arena sílicea.
- Industria informática; la arena sílicea permite la fabricación de componentes de los ordenadores.
- Industrias químicas y farmacéuticas; la caliza finamente molida interviene en la composición de numerosos productos químicos como la pasta de dientes, cosméticos o medicamentos.
- Tratamiento de aguas; filtración de aguas de consumo humano, depuración de aguas residuales y neutralización de aguas ácidas.
- Producción de energía eléctrica; cargas para centrales térmicas, desulfuración de gases y presas para energía hidroeléctrica.
- Alimentación.
- Otras aplicaciones industriales; usos agrícolas, corrección de suelos, fertilizantes, aditivos para piensos, lechos filtrantes, revestimientos aislantes y refractarios.

2.2. Proceso de fabricación

En la actualidad, la producción de áridos se realiza en el marco de un desarrollo sostenible, procurando obtener productos de calidad con la consideración del medio ambiente y la prevención de riesgos laborales.

2.2.1. Procesos de transformación y reciclado

El proceso de tratamiento de los áridos permite obtener productos terminados aptos para el consumo. Se trata de un proceso muy automatizado y tecnológicamente complejo, pues intervienen en él una gran cantidad de disciplinas. Sin embargo, en cuanto a su principio básico, puede decirse que es sencillo, ya que consiste en triturar el todo-uno procedente de la explotación para obtener tamaños menores y clasificarlos con el fin de almacenar por separado cada granulometría. En algunos casos, es necesario lavar el material para mejorar sus características.

2.2.2. La trituración y la molienda

La trituración y la molienda permiten disminuir, en sucesivas fases, el tamaño de las partículas, empleando para ello equipos de trituración

de características diferentes como los de mandíbulas, los de percusión, los giratorios o los molinos de bolas o de barras. En las arenas y gravas de origen aluvial, únicamente se trituran los tamaños superiores y, por lo tanto, el número de etapas de trituración suele ser inferior.

2.2.3. La clasificación

Entre las etapas de trituración, aparecen intercalados los equipos de clasificación, las cribas, que permiten seleccionar el tamaño de las partículas separándolas entre las que pasan y las que no pasan por las mallas. De este modo, se logran áridos de todos los tamaños posibles, en función de la demanda del mercado.



2.2.4. El lavado

Las operaciones de desenlodado y lavado del material se realizan cuando el yacimiento presenta lodos, arcillas u otras sustancias que afecten en la calidad de los áridos, y permiten obtener áridos limpios con el fin de responder a las necesidades de determinadas aplicaciones de la industria, evitando así la alteración de la adherencia

con los ligantes (cemento, cal, compuestos bituminosos u otros) permitiendo así proceder a su correcta aplicación.

2.2.5. El almacenamiento

En la etapa de almacenamiento, gracias al control del proceso de fabricación, ya se dispone de productos de calidad clasificados según su granulometría, que se almacenan en silos o en apilamientos a la intemperie o cubiertos, llamados acopios.



2.2.6. El reciclado de residuos de construcción y demolición

En ciertos casos, puede ser posible la realización de labores de reciclado de residuos de construcción y demolición (RCD) o de vaciados de obras procedentes de la construcción, de la demolición de estructuras y edificaciones o de la obra civil (túneles).

De los RCD mencionados pueden obtenerse áridos reciclados aptos para ser consumidos, siempre y cuando cumplan los requisitos de calidad exigibles para cada una de las diferentes aplicaciones. Para ello, es muy importante que el residuo haya sido seleccionado en origen, de manera que se evite la mezcla de materiales no deseados, que perjudican la calidad del producto final.

2.3. Propiedades

En función de la aplicación a la que están destinados, los áridos deben reunir características diferentes, asociadas a su naturaleza petrográfica o al proceso empleado para su producción, entre las que cabe destacar:

Propiedades geométricas: tamaño, forma de las partículas , caras de fractura, calidad de los finos, etc.

Propiedades mecánicas y físicas: resistencia al desgaste, resistencia a la fragmentación, resistencia al pulimento, densidad, porosidad, contenido en agua, etc.

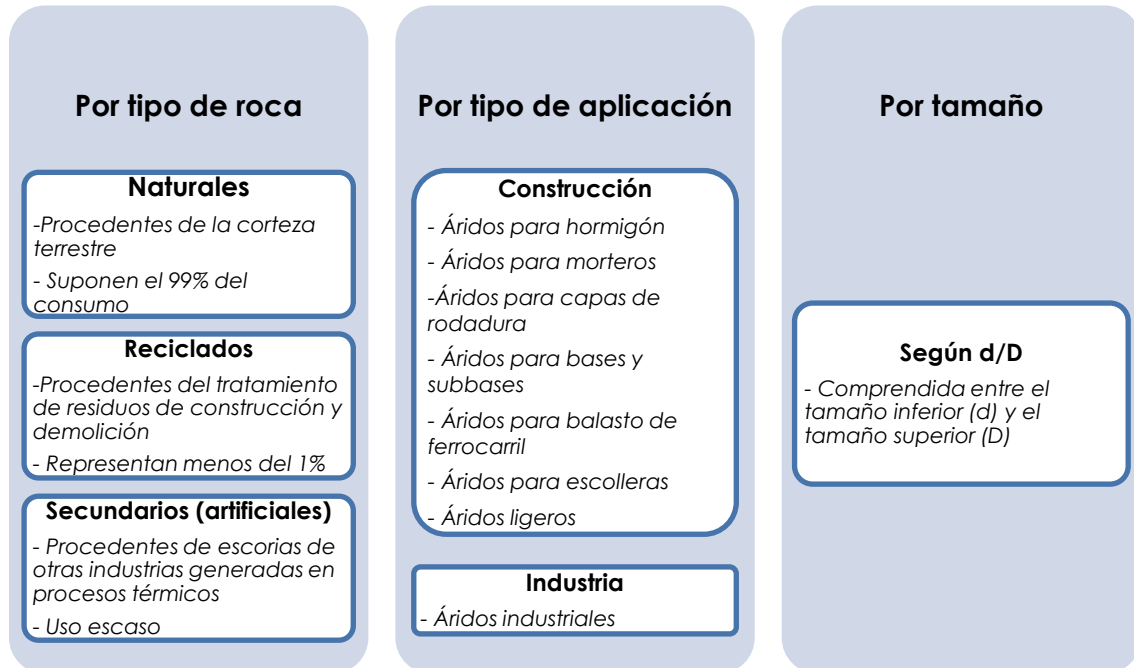
Propiedades térmicas y de alteración: resistencia a los ciclos de hielo y deshielo, etc.

Propiedades químicas: contenido en azufre, cloruros, materia orgánica, contaminantes ligeros, reactividad potencial, etc.



2.4. Clasificación

Los áridos pueden clasificarse por el tipo de roca del que proceden, por la aplicación a la que están destinados y por su tamaño.



2.5. El sector en los últimos años

Desde 2008, el muy negativo marco general de la economía nacional, afectada por la crisis financiera internacional y por la propia dinámica interna, acentúa el desplome de la construcción, caracterizado por un ajuste abrupto de la edificación y un estancamiento de la obra civil.

Las medidas de reducción de la inversión pública hacen que las expectativas del sector de la construcción se sitúen en niveles muy negativos.

Desde 2006 el consumo de áridos por habitante en España se ha reducido, siendo esta cifra cercana a 12 toneladas/habitante/año (una de las más grandes de Europa) en 2006 y situándose en la actualidad por debajo de la media europea (5 toneladas/habitante/año).

El consumo total de áridos en España en 2013 fue de 113 millones de toneladas, lo que supone el séptimo año de crisis del sector y una caída del 17,8% con respecto al año anterior, según datos de la Asociación Nacional de Fabricantes de Áridos (Anefa).

3. GENERALIDADES DE LOS RIESGOS LABORALES LIGADOS CON EL MEDIO AMBIENTE

Antes de estudiar los diferentes riesgos que podemos encontrar en el ambiente de trabajo se deben de tener en cuenta una serie de características generales que ayudarán a mejorar el estudio de las condiciones de trabajo susceptibles de afectar a la salud de los trabajadores.

De forma no exhaustiva los aspectos generales a tener en cuenta son la toma de muestras, clasificación de los muestreos, la dosis, evaluación, la planificación preventiva y la medicina del trabajo y la salud, que se describen en los apartados siguientes.

3.1. Toma de muestras

Dentro de la higiene industrial, uno de los procesos más importantes es el de la toma de muestras de los diferentes agentes, ya sean físicos, químicos o biológicos que pudieran estar presentes en el puesto de trabajo y afectar negativamente a la salud de los trabajadores.



El fin de la toma de muestras es la determinación de los diferentes agentes higiénicos a los que un trabajador puede estar expuesto, para posteriormente realizar una evaluación de los diferentes riesgos higiénicos identificados y poder aplicar una serie de medidas preventivas en caso de que sean necesarias.

Básicamente, la toma de muestras consiste en realizar las mediciones, con la ayuda de equipos de muestreo calibrados, que sean necesarias de los diferentes agentes, tanto químicos, físicos y biológicos, que estén presentes en el lugar de trabajo.

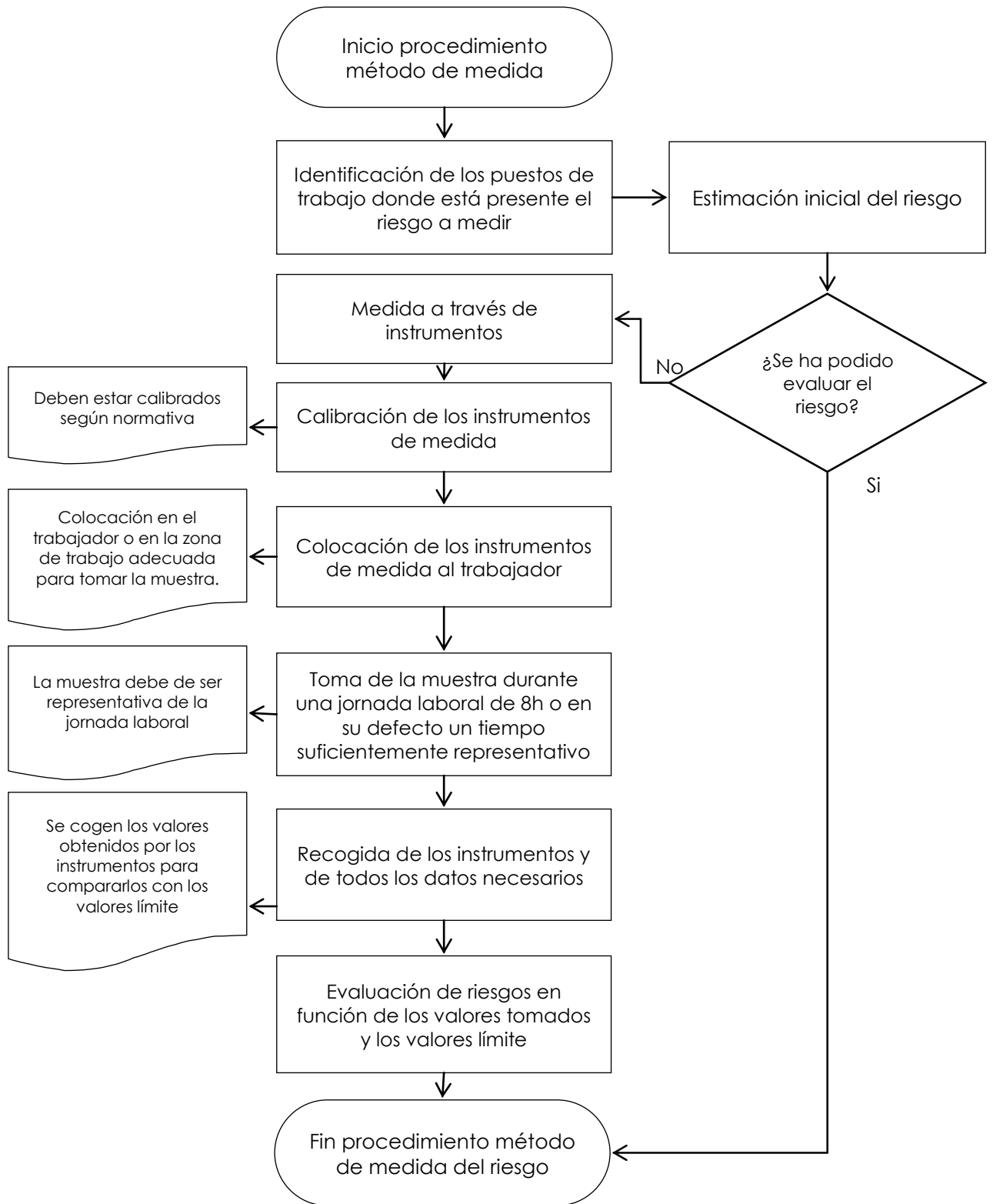
Estas mediciones van a depender de varios factores:

- Según el agente que se vaya a medir tendremos que realizar las mediciones en los parámetros que sean adecuados.

Grupo	Agentes	Parámetro a medir
Físicos.	Ruido.	Intensidad del ruido (dB (A) o dB(C)).
	Vibraciones.	Aceleración (m/s ²).
	Radiaciones.	Intensidad de las radiaciones.
	Ambiente térmico.	Diferentes temperaturas del ambiente, humedad, vestimenta, consumo metabólico, ventilación...
	Iluminación.	Intensidad lumínica (lux).
Químicos.	Polvo.	Cantidad de polvo o sílice (mg/m ³).
	Humos de soldadura.	Cantidad de las diferentes sustancias (mg/m ³ ó ppm).
	Humos de combustión.	Cantidad de las diferentes sustancias (mg/m ³ ó ppm).
Riesgos biológicos.	Legionella.	Microorganismos presentes.

- Según la actividad que se realice se deberán de tomar una o varias muestras, además de establecer el tiempo de muestreo, ya que la muestra tiene que representativa de la jornada laboral (8h).
- Las tomas de muestras se deben de realizar en los diferentes puestos de trabajo que se encuentren en la empresa. En el caso del sector de los áridos encontramos habitualmente al encargado, perforista, artillero, conductor de maquinaria móvil, operarios de planta, basculista, personal de oficinas y operarios de mantenimiento.
- Dependiendo del agente que se vaya a medir, el instrumento de medida se debe de colocar en el lugar adecuado.

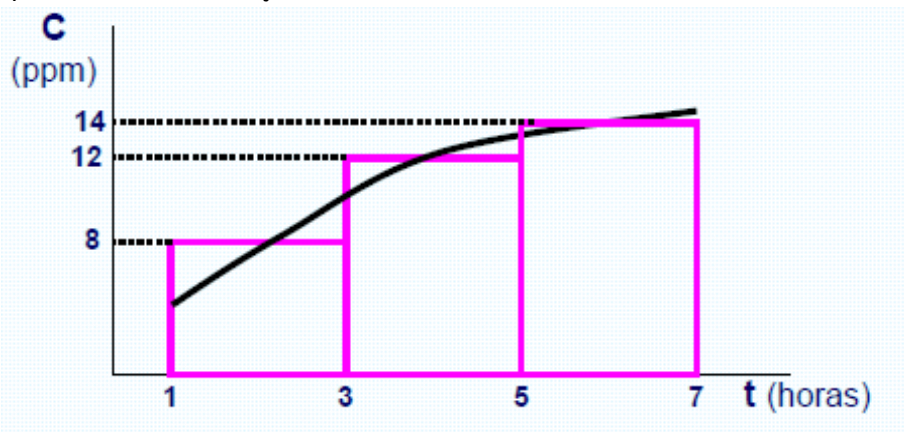
En el siguiente diagrama se puede observar, de forma no exhaustiva, el procedimiento a seguir a la hora de tomar la muestra:



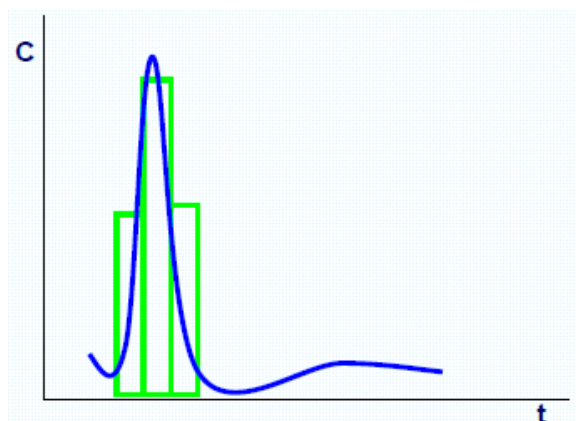
3.2. Clasificación de los muestreos por su duración

Cuando se realizan tomas de muestras, la duración ponderada debe de ser la adecuada para que la muestra sea representativa de la jornada laboral, es decir, la duración que hay que considerar normalmente es aquella a la que el trabajador estará expuesto (normalmente 8 horas/día). Las podemos clasificar en:

- **Exposición diaria (ED):** es la concentración media calculada de forma ponderada con respecto al tiempo de la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de 8 horas diarias.



- **Exposición de corta duración (EC):** Es la concentración (en este caso de agentes químicos) en la zona de respiración medida, o calculada para cualquier periodo de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral.



- **Evaluación semanal:** En casos justificados se puede realizar una evaluación de base semanal en lugar de diaria. Esta se realizara siempre que se trate de un agente de largo periodo de inducción y/o que existan variaciones sistemáticas, derivadas de distintas

situaciones de exposición entre las distintas ED de diferentes jornadas. La evaluación semanal será referida a los 5 días laborales de la semana.

La concentración media ponderada correspondiente a una jornada de trabajo se puede obtener midiendo durante la duración total de la jornada laboral o estimándola a partir de mediciones de duración inferior.

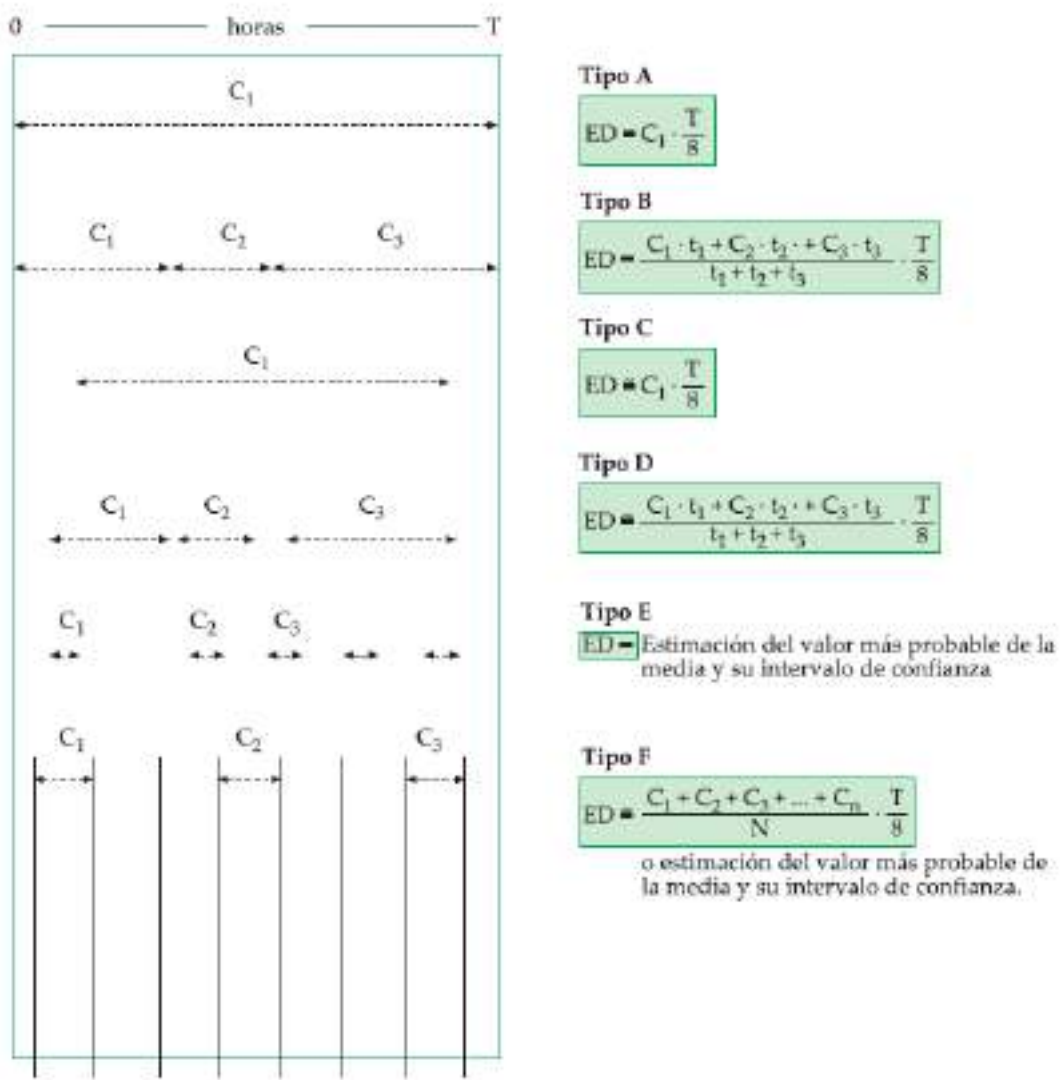


Es un hecho comprobado que la concentración ambiental en un puesto de trabajo varía de forma aleatoria a lo largo de la jornada laboral y de una jornada a otra. Esto es motivado por variaciones no detectables en las condiciones de trabajo, formas de realización de las tareas, tiempos dedicados a cada tarea, corrientes de aire, movimientos de los trabajadores, etc.

Los resultados deben ser representativos de la exposición, esto significa que las concentraciones obtenidas deben corresponderse con las que existen en el puesto de trabajo. Para ello se definen diferentes formas de realizar la medición. En la siguiente figura se esquematizan varios

modelos de planificación de las mediciones para obtener el valor de la concentración media de una jornada. Siempre que sea posible, la duración de las muestras se adaptará a las distintas fases o tareas de trabajo; así se obtiene, por una parte, mayor información sobre los focos de contaminación y, por otra, los resultados de las muestras correspondientes a cada tarea corresponderán a periodos, en principio, de menor variabilidad.

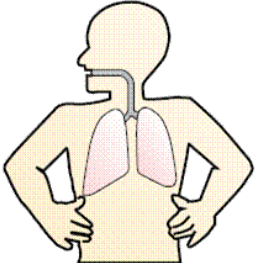
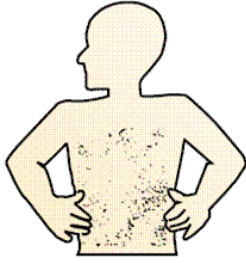
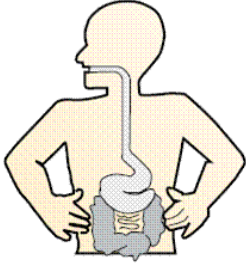

En la imagen siguiente, obtenida de la guía de agentes químicos según el R.D. 374/2001, podemos observar diferentes tipos de muestreo en función del tiempo de medida y el momento en el que se produce.



3.3. Dosis

La dosis se define como la concentración de contaminante que hay en el ambiente por el tiempo de exposición.

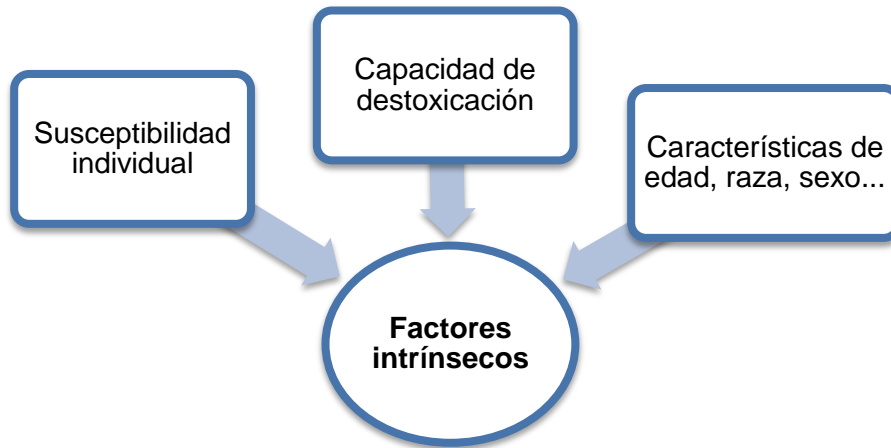
Cualquier contaminante, químico, físico o biológico, para producir un efecto en el individuo es necesario que entre en el cuerpo humano por alguna de las vías de entrada. En el caso de los contaminantes químicos y biológicos, éstos pueden ser absorbidos por el organismo a través de:

<p>VÍA RESPIRATORIA. A través de la nariz y la boca, los pulmones, etc.</p>	<p>VÍA DÉRMICA. A través de la piel</p>
 <p>Es la vía de penetración de sustancias tóxicas más importante en el medio ambiente de trabajo, ya que con el aire que respiramos pueden penetrar en nuestro organismo polvos, humos, aerosoles, gases, vapores de productos volátiles, etc.</p>	 <p>Es la vía de penetración de muchas sustancias que son capaces de atravesar la piel, sin causar erosiones o alteraciones notables, e incorporarse a la sangre, para posteriormente ser distribuidas por todo el cuerpo.</p>
<p>VÍA DIGESTIVA. A través de la boca, estómago, intestinos, etc.</p>	<p>VÍA PARENTERAL. A través de heridas, llagas, etc.</p>
 <p>Es la vía de penetración a través de la boca, el esófago, el estómago y los intestinos. También hemos de considerar aquí la posible ingestión de contaminantes disueltos en las mucosidades del sistema respiratorio.</p>	 <p>Es la vía de penetración directa del contaminante en el cuerpo a través de llagas, heridas, etc.</p>

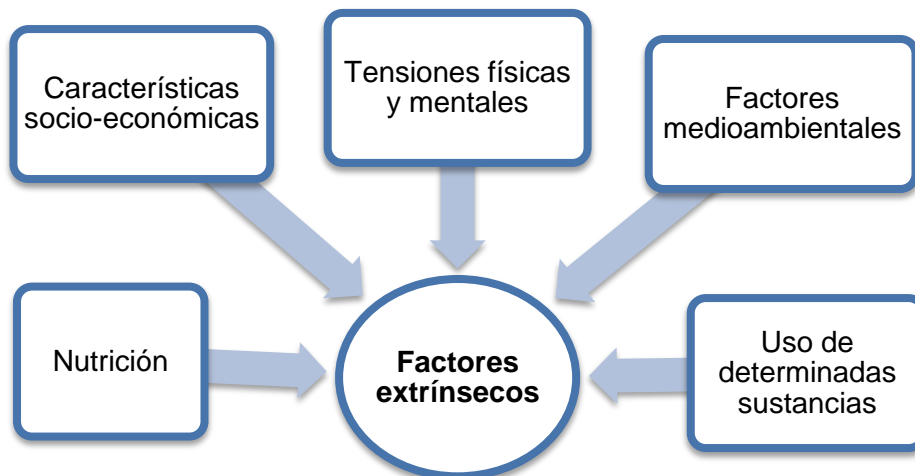
Por lo tanto, la dosis se puede definir como la concentración efectiva en el organismo de un determinado agente.

Esta dosis puede causar un daño en el organismo que dependerá de los siguientes factores:

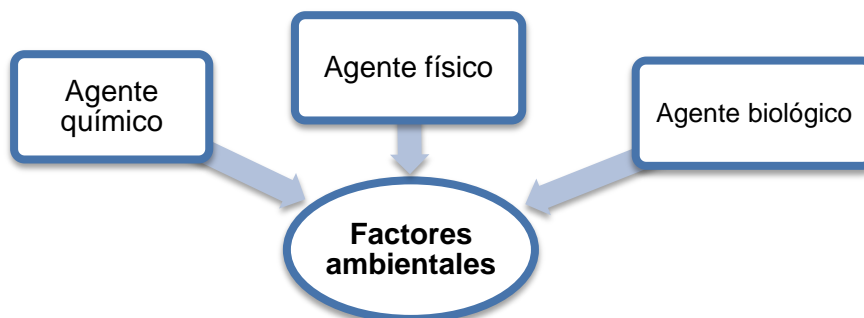
Factores intrínsecos: en los que el individuo no tiene capacidad de control sobre ellos.



Factores extrínsecos: en los que el individuo y la sociedad tiene, en un principio, control sobre ellos.



Factores ambientales. Como se desenvuelven los contaminantes en el medio en el que están presentes.



Dependiendo de estos factores tendremos un efecto que generará una determinada respuesta en nuestro organismo, que puede ser desde nula hasta llegar a la muerte.

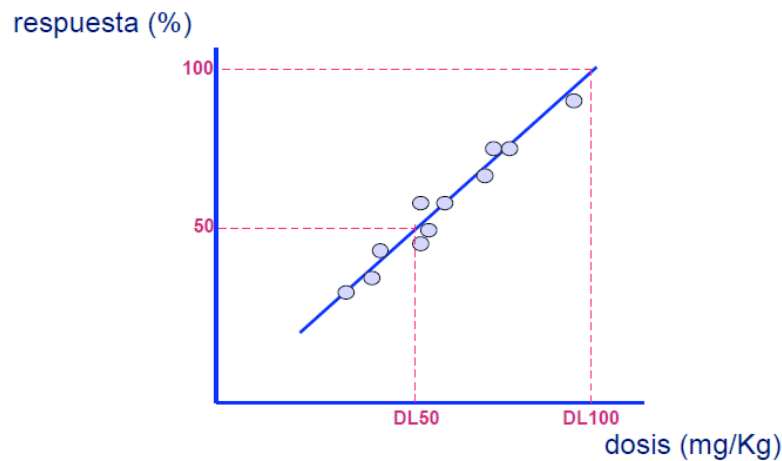


En cuanto al daño biológico, el trabajador expuesto se puede ver afectado por las siguientes variables:

- **Toxicidad:** capacidad relativa de un agente, en este caso químico, para producir un daño biológico. Depende fundamentalmente de sus propiedades físico-químicas.
- **Exposición:** Contacto físico y acción mutua entre el agente y el individuo.
- **Riesgo:** Posibilidad de que se produzcan los efectos adversos característicos del agente en las condiciones concretas de exposición. Para calificar un riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se valorará conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad del mismo.

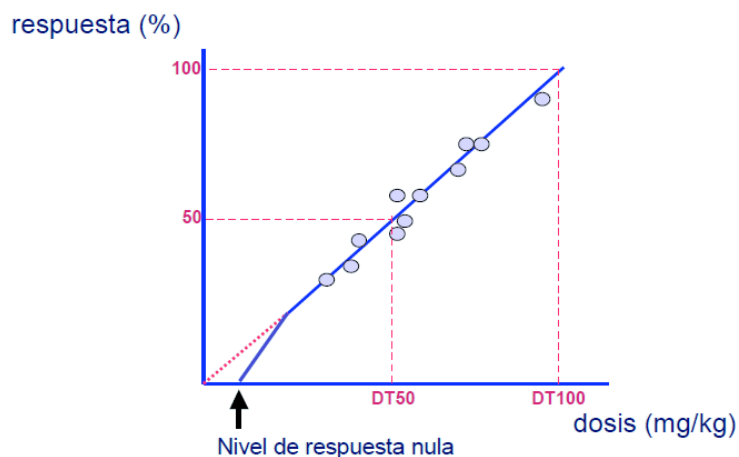
A la hora de evaluar la toxicidad se tiene que tener en cuenta las siguientes relaciones con respecto a la dosis:

- **Relación dosis-respuesta:** a una determinada dosis, un porcentaje de individuos se pueden ver afectados.



- **Relación dosis-efecto:** a una determinada dosis el individuo se ve afectado con toda probabilidad.

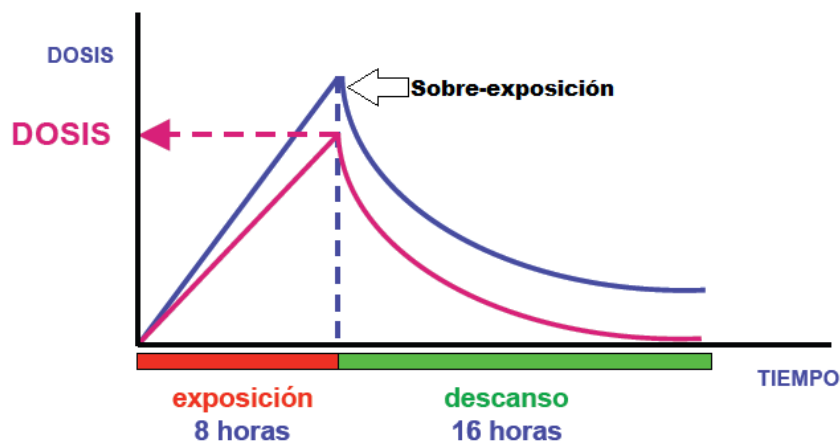
Puede que en muchas ocasiones tengamos lo que se denomina **Nivel de Respuesta Nula**, que es cuando estamos expuestos a una dosis superior a cero, pero ésta no excede de la capacidad del organismo de metabolizar, desintoxicar o eliminar el tóxico. Se puede dar la desintoxicación, sin que se manifiesten respuestas medibles.



Hay un nivel de exposición (NEA) que se considera admisible, y es aquel en el que la cantidad del agente a la que el trabajador puede estar expuesto sin efectos nocivos para su salud.

Cuando estamos expuestos a un agente, en este caso químico, durante la jornada de trabajo estamos recibiendo una dosis de ese agente, pero cuando terminamos la jornada de trabajo ese agente químico va desapareciendo de nuestro organismo. Cuando el organismo no tiene tiempo suficiente para eliminarlo por completo en las horas de descanso (resto de horas del día de NO trabajo), se dice que el trabajador está expuesto a una **sobre-exposición**. Cuando se da este caso hay que poner medidas preventivas.

Actuación preventiva

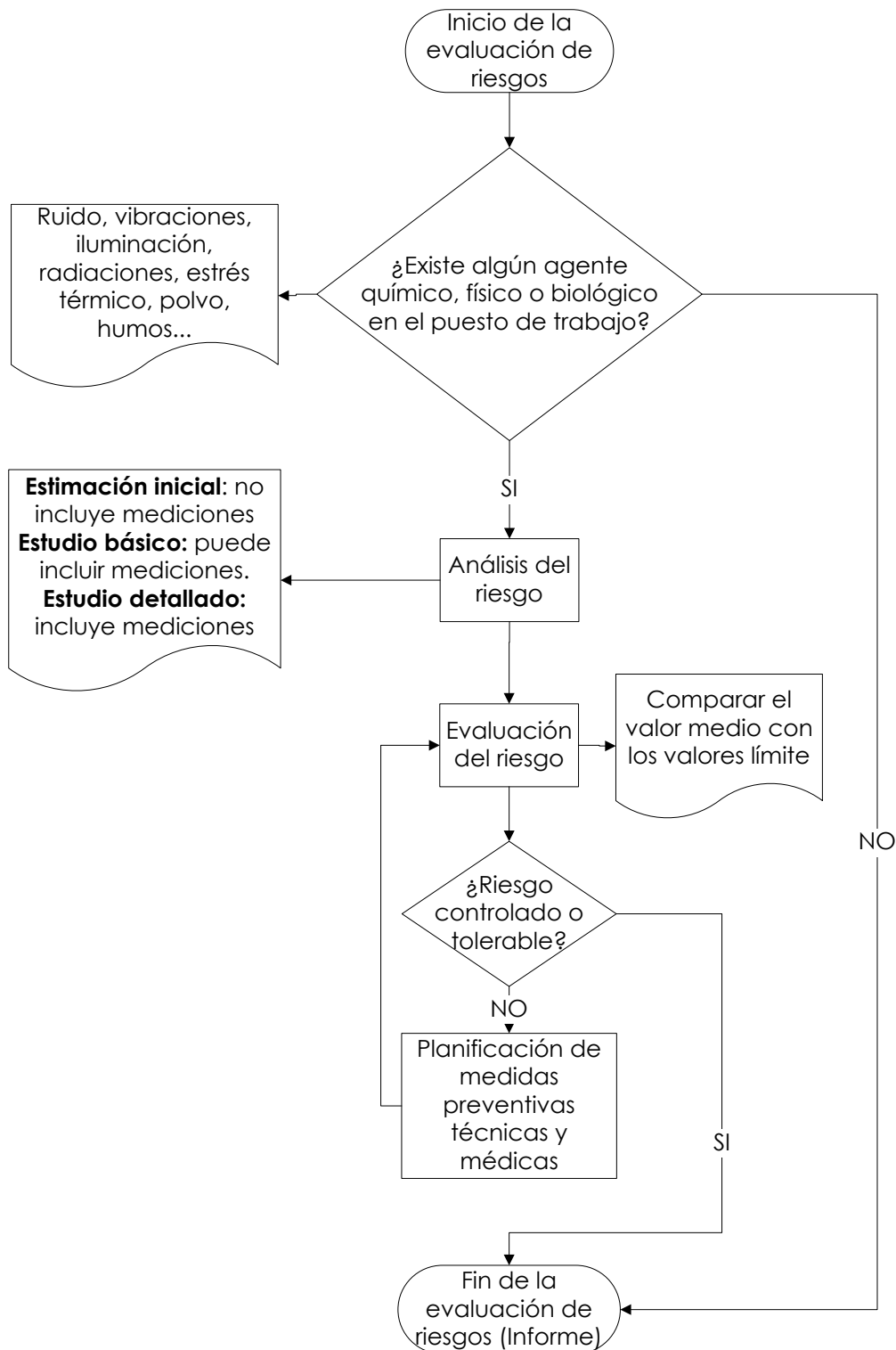


3.4. Evaluación

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse.

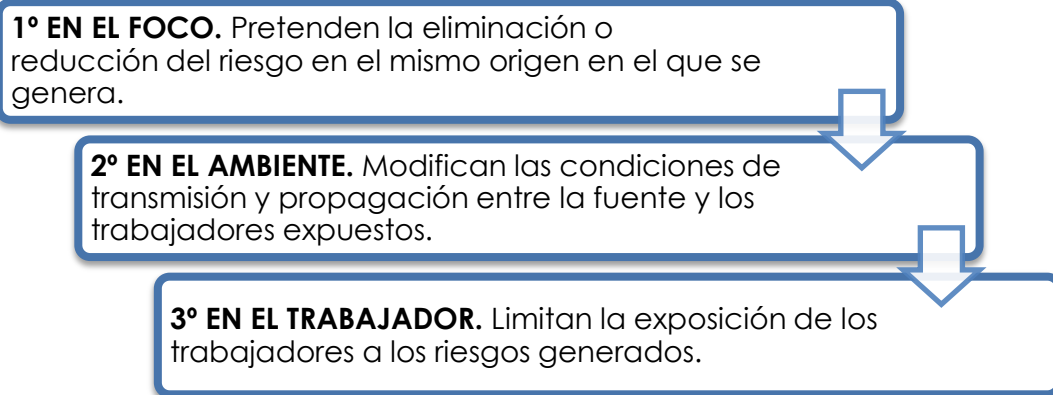
Dicho esto, siempre que se pueda, el empresario tiene la obligación de intentar eliminar los riesgos en el foco donde se producen. Si no es posible, el empresario debe de realizar una evaluación de riesgos laborales con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles daños que éstos pudieran causar, mediante las medidas preventivas que sean oportunas. Esta evaluación se podrá realizar con el asesoramiento de su servicio de prevención.

El procedimiento de evaluación de riesgos higiénicos industriales es el mostrado a continuación:



3.5. Planificación de la actividad preventiva

Una vez determinada por medio de la evaluación de riesgos de la existencia de una situación de riesgo para el trabajador, es imprescindible eliminarlo, o si no es posible su eliminación, reducirlo hasta niveles que se puedan estimar como aceptables. Para su reducción se aplicarán medidas preventivas, por orden de prioridad, en la fuente o foco, en el medio de transmisión y por último sobre el receptor (trabajador).



3.5.1. Medidas preventivas en el foco

Se actúa sobre el proceso, operaciones o productos empleados, con el objetivo de impedir la formación del contaminante, o en caso de generarse, limitando su paso hacia la atmósfera del puesto de trabajo. Debe de ser prioritaria y para ellos se puede realizar:

- **Diseño:** En la fase de diseño de una instalación debe de considerarse los problemas en relación con la salud, eligiendo equipos diseñados para evitar la exposición a cualquier contaminante que pueda afectar a las salud del trabajador. Ejemplo: Elegir equipos de transporte del material a través de cintas transportadoras que tengan cubierta la zona donde se genera polvo o se hayan colocado rociadores de agua.
- **Sustitución:** En el caso de que se pueda, sustituir el agente por otro que sea menos peligroso para la salud. Dentro del sector de los áridos es difícil sustituir un producto en el frente de explotación, pero sí que podemos utilizar otros componentes en las operaciones de mantenimiento, como por ejemplo en las operaciones de soldadura (ver capítulo de humos de soldadura).

- **Modificación del proceso:** un adecuado estudio puede dar lugar a la modificación de un proceso por otro que genere menos peligros, por ejemplo, la automatización. En las plantas de tratamiento de áridos es conveniente que el proceso este diseñado para que se produzca la menor emisión de polvo posible.
- **Encerramiento:** El encerramiento de determinados procesos puede evitar que el trabajador este expuesto a algún contaminante que pueda proceder de él. En el sector de los áridos el encerramiento de muchas de las actividades, como por ejemplo transporte del material, es de conveniente aplicación, ya que se generan grandes cantidades de polvo.
- **Aislamiento:** Aislando una instalación o proceso puede disminuirse el número de trabajadores expuestos. Por ejemplo, la utilización de maquinaria móvil que tenga las cabinas cerradas y cuando haya mucho polvo que el aire acondicionado tenga activada la recirculación del interior del vehículo.
- **Métodos húmedos:** En el sector de los áridos se utiliza mucho los aspersores de agua para la reducción de polvo en el aire.
- **Extracción localizada:** Suprimir el agente químico del ambiente en el instante en que éste se origina.
- **Mantenimiento preventivo:** Cuando el mantenimiento de las máquinas o equipos es el correcto, la probabilidad de que se generen contaminantes se ve reducida. Por ejemplo las vibraciones, el ruido o la legionella, por citar algunos.

3.5.2. Medidas preventivas en el ambiente

Una vez finalizadas las posibilidades de actuación sobre el foco, si aún persiste el riesgo, debemos actuar sobre el medio de propagación o difusión del contaminante. Para esto se pueden aplicar las siguientes medidas preventivas:

- **Limpieza:** Es fundamental la limpieza de la maquinaria, suelos de local, etc. donde pueda depositarse suciedad.
- **Ventilación por dilución o general:** Es una buena técnica que puede utilizarse en ciertos casos con contaminantes poco

nocivos, siempre que no se intercambie excesiva cantidad de aire que sea preciso calentar (por el coste económico).

- **Aumento de la distancia entre el foco contaminante y el receptor:** Cuanto mayor sea esta distancia más diluido llegará el contaminante al trabajador.
- **Barreras y sistemas de alarma:** Nos impedirán y avisarán de un determinado riesgo.
- **Mantenimiento preventivo:** para que se mantengan las cualidades primitivas durante el mayor tiempo posible.



3.5.3. Medidas preventivas en los trabajadores expuestos

Las medidas de actuación sobre el individuo solamente estarán justificadas cuando las actuaciones sobre el foco o el medio de propagación sean imposibles o insuficientes.

- **Rotación o intercambio del personal:** A veces es necesario que el personal haga una rotación o cambios de turnos para así evitar una sobreexposición.

- **Encerramiento del trabajador:** Requiere un cuidadoso estudio y debe de considerar las necesidades de relación del individuo con el resto de sus compañeros.
- **Equipos de protección individual:** Éstos deben de ser el último de los recursos y deben ser considerados como medida provisional, en tanto se encuentren otras medidas de protección colectiva. Hay que tener en cuenta que no reduce, ni elimina el riesgo, además pueden perder su eficacia sin que el usuario se entere.
- **Información y formación a los trabajadores:** Los trabajadores deben de recibir una formación en cuanto a su puesto de trabajo y a los riesgos a los que puede estar expuesto, además de estar informado de las medidas de prevención y cualquier otra información necesaria para desempeñar su función y que su salud no se vea afectada.
- **Entrenamiento y educación:** los trabajadores deben de seguir un entrenamiento y una educación que se puede transmitir a través de formación a los trabajadores.

3.6. Medicina del trabajo y vigilancia de la salud

La **medicina del trabajo** es la especialidad médica que tiene como fin principal el estudio del riesgo y la patología que, derivados de las circunstancias del trabajo, pueden incidir sobre la salud humana, y la adopción de todas las medidas necesarias para su preservación. Por tanto su misión es fundamentalmente preventiva y secundariamente asistencial y pericial.

La medicina del trabajo abarca la **vigilancia de la salud** y por lo tanto es competencia del personal sanitario. La vigilancia de la salud en el ámbito laboral puede considerarse como el conjunto de técnicas que tienen como objetivo llegar a conocer el estado de salud de los trabajadores para así poder identificar las condiciones de trabajo que pueden ocasionar daños a la salud antes de que se produzcan.

Según al artículo 22 de la ley 31/1995 de prevención de riesgos laborales, el empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo. Este artículo establece que las medidas de

vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre:

- El derecho a la intimidad
- La dignidad de la persona del trabajador
- La confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud.

Además, hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Los resultados de la vigilancia a que se refiere el apartado anterior serán comunicados a los trabajadores afectados.
- Los datos relativos a la vigilancia de la salud de los trabajadores no podrán ser usados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador.
- El acceso a la información médica de carácter personal se limitará al personal médico y a las autoridades sanitarias que lleven a cabo la vigilancia de la salud de los trabajadores, sin que pueda facilitarse al empresario o a otras personas sin consentimiento expreso del trabajador.
- No obstante lo anterior, el empresario y las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención serán informados de las conclusiones que se deriven de los reconocimientos efectuados en relación con la aptitud del trabajador para el desempeño del puesto de trabajo o con la necesidad de introducir o mejorar las medidas de protección y prevención, a fin de que puedan desarrollar correctamente su funciones en materia preventiva.
- En los supuestos en que la naturaleza de los riesgos inherentes al trabajo lo haga necesario, el derecho de los trabajadores a la vigilancia periódica de su estado de salud deberá ser prolongado más allá de la finalización de la relación laboral, en los términos que reglamentariamente se determinen.
- Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo por personal sanitario con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

4. RIESGOS FÍSICOS

Uno de los principales riesgos higiénicos que podemos encontrar en el sector de los áridos son los agentes físicos. Estos agentes físicos pueden ser perjudiciales para la salud del trabajador, con lo cual se deben de evaluar y poner las medidas preventivas que se consideren oportunas.

Los principales agentes físicos que se pueden encontrar en el sector de los áridos son el ruido, las vibraciones, radiaciones no ionizantes, ambientes con sobrecarga térmica e iluminación.

A continuación, se describen cada uno de ellos y se estudia con más detalle.

4.1. Ruido

Desde el comienzo de la industrialización, uno de los contaminantes físicos que ha supuesto un riesgo para la seguridad y salud de las personas ha sido el ruido. En la mayoría de las ocasiones se encuentra presente en el lugar de trabajo y en algunas ocasiones puede superar los valores límites establecidos y por lo tanto afectar a la salud de los trabajadores.

Hoy en día, cada vez existe más maquinaria, equipos y procesos que son más potentes y con mucha mayor capacidad de producción, como consecuencia de ello, puede suponer, en algunos casos, un aumento de los niveles de ruido.



En el sector de los áridos el ruido está presente en todos sus procesos, desde el comienzo de la extracción, ya sea por voladura o a través de arranque por maquinaria, hasta el transporte para su tratamiento o consumo a través de camiones o cintas transportadoras.

Sin embargo, en la actualidad ya se tiene en cuenta que esos niveles de ruido pueden ser perjudiciales para la salud de los trabajadores, para que adaptando medios de prevención colectivos o individuales los trabajadores no se vean afectados.

Los riesgos derivados de la exposición al ruido deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de las medidas de control del riesgo en su origen.



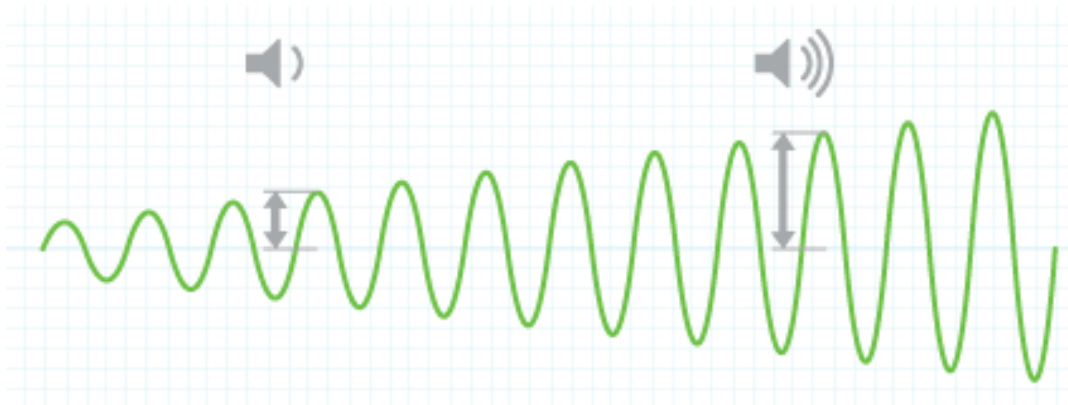
4.1.1. Descripción del ruido

El ruido se percibe mediante sensaciones “subjetivas”, que las califican como malestar.

El ruido puede producir una sensación de desagrado o disgusto a un individuo o en un grupo que conocen o imaginan la capacidad del mismo para afectar su salud. Esta sensación es a menudo la expresión de las interferencias con la actividad en curso, aunque no de forma exclusiva ya que puede ser modulada también por variables como el sexo, la edad, el nivel formativo, las condiciones de trabajo (carga

mental, apremio de tiempo, clima laboral, satisfacción en el trabajo) y las características de la exposición (posible control o previsibilidad del ruido).

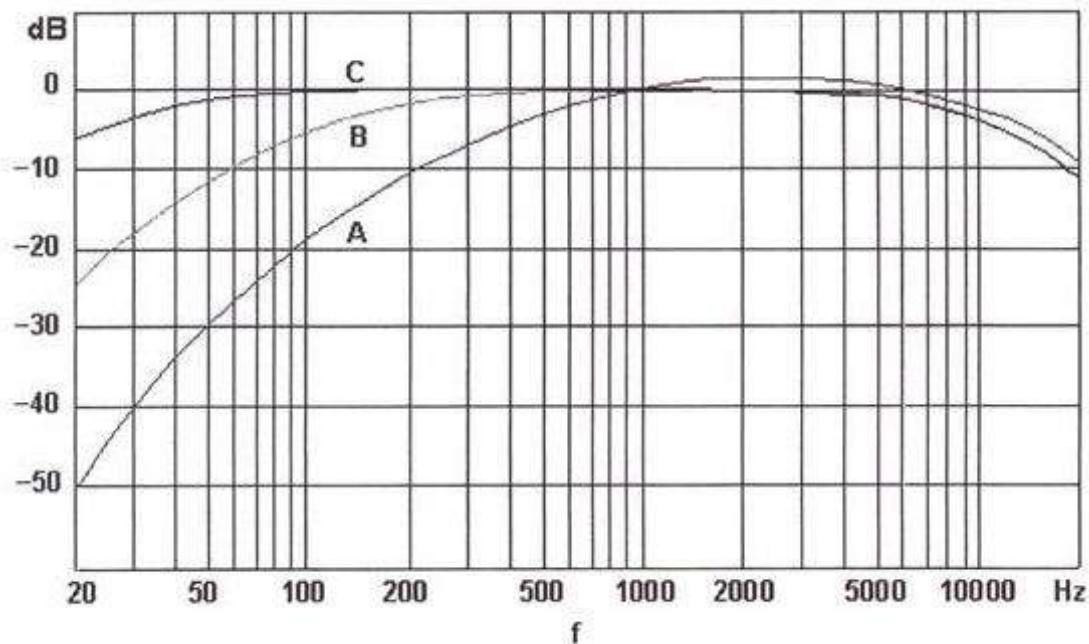
El sonido se genera en un punto donde hay un sólido vibrando. Dicho sólido desplaza las partículas de aire próximas a él originando, de forma sucesiva sobrepresiones y depresiones sobre la presión atmosférica y que debido a la elasticidad del aire, se transmiten a las siguientes capas de aire, originándose una onda de presión que se propaga alejándose del foco mediante un movimiento ondulatorio. Por consecuencia se produce el sonido. Esas ondas de presión tienen una serie de propiedades (frecuencia, periodo, velocidad del sonido, longitud de onda y presión acústica) que van a repercutir en el sonido; de tal forma que dependiendo de esas propiedades, sobre todo la frecuencia, tendremos que utilizar un tipo de protección colectiva o individual u otro.



El oído humano puede apreciar sonidos dentro de un intervalo de frecuencia aproximadamente de 20 Hz (graves) a 20.000 Hz (agudos), pero a la hora de comunicarnos, el rango de frecuencias que utiliza preferentemente es de 500 a 3.000 Hz. Por este motivo el oído tiene un rendimiento bajo para sonidos emitidos a frecuencias muy bajas y muy altas. De tal manera, que cuando se genera un sonido de frecuencias bajas (grave) o altas (agudo) lo oímos con menor intensidad de la que en realidad posee.

Por el motivo comentado, se establecen unas curvas de ponderación del sonido para adecuarlas a nuestra capacidad auditiva.

- **Curva A (dB(A)):** Mide la respuesta del oído, ante un sonido de intensidad baja. Es la más semejante a la percepción logarítmica del oído humano. Se utiliza para establecer el nivel de contaminación acústica y el riesgo que sufre el hombre al ser expuesto a la misma. Por ello, es la curva que se utiliza a la hora de legislar.
- **Curva B (dB(B)):** Su función era medir la respuesta del oído ante intensidades o para intensidades medias. Al no tener muchas aplicaciones prácticas, es la menos utilizada. Muchos sonómetros no la contemplan.
- **Curva C (dB(C)):** Mide la respuesta del oído ante sonidos de gran intensidad. Se suele emplear igual o más que la curva A para medir la contaminación acústica. También se utiliza para medir los sonidos más graves. Se aplica para los niveles pico.
- **Curva D (dB(D)):** Se utiliza, casi exclusivamente, para medir los valores de sonido generados por los aviones.
- **Curva U (dB(U)):** Es una curva de reciente creación y se suele utilizar para medir ultrasonidos, no audibles por el ser humano.



4.1.2. Localización del ruido

Como se ha comentado anteriormente, el ruido puede estar presente en todos los procesos de producción dentro del sector de los áridos. A continuación se describen los diferentes lugares donde se puede encontrar el ruido y el nivel de riesgo al que están expuestos:

Actividades o procesos	RIESGO MUY IMPORTANTE	RIESGO IMPORTANTE	RIESGO MODERADO	RIESGO DE NIVEL BAJO O SIN RIESGO
Perforación y voladura				
Carga del material				
Transporte del material				
Planta de tratamiento				
Báscula				
Taller mecánico y de mantenimiento				
Oficinas				

4.1.3. Daños relacionados con el ruido

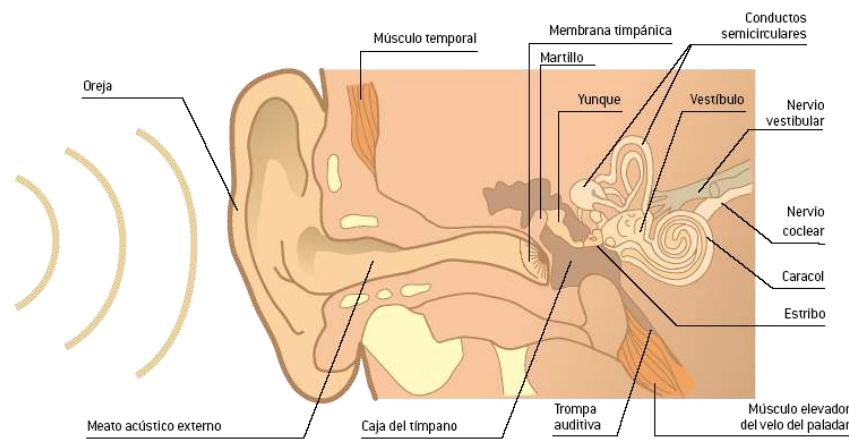
El ruido es un agente que puede dar lugar a efectos tanto sobre el receptor del sonido (efectos auditivos) como de tipo fisiológico y comportamental (efectos extrauditivos). En la siguiente tabla se muestran, de forma esquemática, aquellos efectos para los que se dispone de evidencia y, si están disponibles, los niveles de ruido mínimo para los que han sido observados.

EFECTO			Nivel de presión sonora dB (A)
Evidencia suficiente	Malestar	Ambiente de oficina	55
		Ambiente industrial	85
	Hipertensión		55-116
	Disminución de la capacidad auditiva	Adultos	75
		Feto	85

En cuanto a la evidencia limitada se pueden dar los efectos de disminución del rendimiento, efectos bioquímicos, efectos sobre el sistema inmunitario, influencia en la calidad del sueño y disminución del peso al nacer.

El ruido puede causar alteraciones auditivas temporales (fatiga auditiva) o permanentes (hipoacusia o sordera).

En cuanto a la hipoacusia o sordera profesional (catalogado como enfermedad profesional: 2A01) se define como sordera profesional de tipo neurosensorial, frecuencias de 3 a 6 KHz, bilateral simétrica e irreversible, es decir, se produce una rotura en el oído interno que como consecuencia no transmite esas vibraciones, con lo cual no escuchamos y es imposible reparar.



Además de lo comentado anteriormente el ruido puede afectar a los siguientes sistemas del cuerpo humano:

- Sistema respiratorio
- Sistema cardiovascular
- Aparato digestivo y aparato muscular
- Metabolismo
- Visión
- Sistemas endocrinos
- Sistema nervioso, central y periférico

Trabajos que exponen a ruidos continuos cuyo nivel sonoro diario equivalente (según legislación vigente) sea igual o superior a 80 dB(A), en el caso de los áridos podemos encontrar:

Actividad	Código en el cuadro de EE.PP
Trabajos con martillos y perforadores neumáticos en minas, túneles y galerías subterráneas.	2A0105
Trabajos de obras públicas (rutas, construcciones, etc.) efectuados con máquinas ruidosas como las bulldozers, excavadoras, palas mecánicas, etc.	2A0110
Molienda de piedras y minerales.	2A0117
Expolio y destrucción de municiones y explosivos.	2A0118

El ruido también puede provocar efectos bilógicos extra-auditivos como puede ser el malestar, trastorno de voz debido a la disfonía y otros.

Hay que tener especialmente cuidado con los trabajadores sensibles a este tipo de riesgo, es decir, aquellos que por cualquier circunstancia sea catalogado como trabajador sensible (por su edad, embarazo, enfermedad, etc.).

4.1.4. Normativa de aplicación

En cuanto al ruido se debe de tener en cuenta la siguiente normativa de aplicación:

- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra riesgos relacionados con la exposición al ruido.

4.1.5. Actividades técnicas

A continuación, se detallan las labores que deben de realizar los servicios de prevención para controlar el riesgo.

4.1.5.1. Método de medida del ruido

La elección de la estrategia de medición supone la planificación de las mediciones en lo que respecta a:

- El tiempo de duración: el tiempo que este expuesto el trabajador a dicho ruido.

- La elección de la jornada o jornadas de medición: en que jornadas el trabajador se va a encontrar expuesto.
- Los periodos de la jornada que se desea medir: en que parte de la jornada de trabajo, el trabajador se va a encontrar expuesto.
- Los trabajadores sobre los que se van a realizar dichas mediciones: número de trabajadores que se encuentran expuestos a un determinado ruido.
- Los instrumentos que se van a utilizar: instrumentos de medida que se verán a continuación.

Las mediciones se realizarán, preferentemente, junto al oído del trabajador, a unos 10 centímetros de distancia; cuando el micrófono tenga que situarse muy cerca del cuerpo deberán efectuarse los ajustes adecuados para que el resultado de la medición sea equivalente al que se obtendría si se realizara en un campo sonoro no perturbado.



A continuación se describe, de forma no exhaustiva, el proceso a realizar.

En base a la estrategia de medición expuesta anteriormente, se deben de medir los siguientes niveles de ruido dependiendo de cada situación:

- **Nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$):** normalizado a una jornada de 8 horas y calculado en dB(A).
- **Nivel pico (L_{pico}):** valor máximo de la presión acústica instantánea a que está expuesto el trabajador y calculado en dB(C).
- **Nivel de exposición semanal equivalente ($L_{Aeq,s}$):** en circunstancias debidamente justificadas, y siempre que conste de forma explícita en la evaluación de riesgos, para las actividades en las que la exposición diaria al ruido varíe considerablemente de una jornada laboral a otra, a efectos de la aplicación de los valores límite y de los valores de exposición que dan lugar a una acción, podrá utilizarse el nivel de exposición semanal al ruido en lugar del nivel de exposición diaria al ruido para evaluar los niveles de ruido a los que los trabajadores están expuestos. Este será referido a 40 horas y se medirá en dB(A).



4.1.5.2. Equipos de muestreo del ruido

Para la medición del ruido utilizaremos instrumentos que nos permitan obtener el valor de presión acústica ponderado, para realizar la evaluación de riesgos con respecto a los valores límites establecidos por el Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra riesgos relacionados con la exposición al ruido.

En cuanto a la instrumentación utilizada para la realización de las medidas de ruido, los servicios de prevención, incluidos dentro del campo de aplicación de la Orden ITC/2845/2007, deberán utilizar una instrumentación que cumpla los requerimientos indicados en la misma, entre los que se encuentran los relativos a: certificado de conformidad, verificación después de reparación o modificación y verificación periódica.

Los instrumentos a utilizar para la medida de esos niveles son: sonómetros, medidores personales de exposición denominados dosímetros y calibradores acústicos.

Sonómetros

El sonómetro es un instrumento electrónico capaz de medir el nivel de presión acústica instantáneo, expresado en decibelios (dB), sin considerar su efecto fisiológico.

Estos pueden ser convencionales (no integradores - promediadores) o integrados (integradores - promediadores).

Dosímetros

Los dosímetros son equipos destinados a la evaluación de una exposición al ruido de distintos niveles de ruido en el tiempo.

Los medidores personales de exposición al ruido (dosímetros) podrán ser utilizados para la medición del nivel de exposición diario equivalente ($L_{Aeq,d}$) de cualquier tipo de ruido.

Los medidores personales de exposición al ruido, también denominados dosímetros, miden la exposición sonora resultante de sonidos estacionarios, intermitentes, fluctuantes, irregulares o impulsivos (valores pico).

La utilización más adecuada de los dosímetros es la valoración acústica de los puestos de trabajo de movilidad elevada, cuyo nivel de exposición al ruido varía constantemente durante toda la jornada laboral y que por otros métodos sería muy compleja.

Medidores de ruido en bandas de octava

Otro de los métodos utilizados para la medición del ruido es el de las bandas de octava. Requiere conocer los niveles de presión sonora, en bandas de octava, del ruido ambiental. Es el método más fiable.

El espectro audible está comprendido por las frecuencias desde 20 a 20.000 Hz, aproximadamente, pero un sonómetro no puede seleccionar una determinada frecuencia, por lo que se ha llegado al acuerdo internacional de dividir el espectro audible en 8 bandas de frecuencia (intervalos), siendo las principales las denominadas de octavas de frecuencia.

Banda, Hz	44-88	88-177	177-355	355-710	710-1420	1420-2840	2840-5680	5680-11360
Valor central. Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Atenuación	-26.2	-16.2	-8.6	-3.2	0	+1.2	+1	-1.1

La atenuación es el valor que se le suma al nivel de intensidad en cada banda, para obtener el nivel en dB (A). Esta atenuación se realiza debido a que todo sonido emitido tiene una atenuación cuando llega a nuestro oído.

Estos valores en bandas de octava se obtienen a través de un sonómetro o un dosímetro. Estas bandas de octava nos sirven para la mejor elección de los protectores auditivos.

Ejemplo: Se han cogido los valores de un sonido a través de un dosímetro en bandas de octava a partir de esos valores se elegirá un protector auditivo y no otro.

Frecuencia	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	global
L_f	85	85	87	90	90	85	82	78	L= 96 dB
Ponderación	-26,2	-16,1	-8,6	-3,2	0	1,2	1	-1,1	
L_A	58,8	68,9	78,4	86,8	90	86,2	83	76,9	LA= 93
APVf	18,5	19,3	22,1	25,3	24,9	28,3	25,7	35,3	
L_{pA}	40,3	49,6	56,3	61,5	65,1	57,9	57,3	41,6	LpA= 68 dB (A)

Como se puede observar en la tabla, la frecuencia es la establecida por el aparato de medida (Bandas de Octava), L_f es el valor que ha tomado el aparato de medida, la ponderación es el valor de atenuación que se le aplica al valor que ha tomado el aparato, L_A es el valor con la atenuación aplicada (L_f - la ponderación), APVf (Protección asumida) es el valor de atenuación que aplica el protector auditivo y L_{pA} es el valor final que nos llega a nosotros una vez nos ponemos los protectores auditivos.

4.1.5.3. Tamaño de la muestra

Entre los métodos de evaluación y medición utilizados deberá incluirse un muestreo por puesto de trabajo, que deberá ser representativo de la exposición personal de los trabajadores.

Para efectuar las mediciones se elegirán una o más jornadas que el técnico, sobre la base de la información recibida de la empresa y de los trabajadores, considere representativas del trabajo habitual.

Dependiendo de las características del trabajo utilizaremos una toma de muestreo u otra.

En la siguiente tabla se indican varios tipos de trabajo y la estrategia a seguir:

CARACTERÍSTICAS DEL TRABAJO			TIPO DE ESTRATEGIA DE MEDICIÓN		
Movilidad del puesto	Complejidad de la tarea	Ejemplo	Mediciones basadas en tareas	Mediciones basadas en el trabajo	Mediciones de la jornada completa
Fijo	Sencilla o una sola operación	Soldar componentes electrónicos en línea de montaje	Recomendada	-	-
Fijo	Compleja o con muchas operaciones	Cortar preparar soldar piezas	Recomendada	Aplicable	Aplicable
Móvil	Patrón de trabajo definido y con pocas operaciones	Cargar y descargar camiones	Recomendada	Aplicable	Aplicable
Móvil	Trabajo definido con muchas operaciones o con un patrón de trabajo complejo	-	Aplicable	Aplicable	Aplicable
Móvil	Patrón de trabajo impredecible	-	-	Aplicable	Recomendable
Fijo o móvil	Compuesta de muchas operaciones cuyo tiempo de duración es impredecible	-	-	Recomendada	Aplicable
Fijo o móvil	Sin operaciones asignadas, trabajo con unos objetivos a conseguir	Encargado de un taller	-	Recomendada	Aplicable

▪ Mediciones basadas en tareas

Se divide el trabajo realizado en diversas operaciones o tareas, para ello debe de conocerse la duración de la operación. Cuando las fuentes de ruido presentes en una operación son de gran intensidad cobra gran importancia la exactitud de ese dato. La duración de la operación puede determinarse contrastando la información de los trabajadores y de los encargados, observando y midiendo la duración y recogiendo información sobre la actividad de las fuentes características de ruido durante la operación.

▪ **Mediciones basadas en el trabajo**

Se trata de tomar aleatoriamente muestras durante el desarrollo del trabajo a lo largo de la jornada. La estrategia es apropiada cuando la jornada no puede dividirse en operaciones o no está clara dicha división. No es un sistema adecuado cuando hay episodios de ruido muy intensos y de corta duración, como por ejemplo las tareas realizadas por un mecánico.

El muestreo puede llevarse a cabo en un Grupo Homogéneo de Exposición (GHE), es decir, un grupo de trabajadores cuya exposición, a la vista de las condiciones de su trabajo, debería ser similar. En la siguiente tabla aparecen, dependiendo el número de trabajadores, la duración del muestreo.

Número de trabajadores del grupo homogéneo (G)	Duración mínima acumulada de las mediciones (horas)
$G \leq 5$	5
$5 < G \leq 15$	$5 + (G - 5) / 2$
$15 < G \leq 40$	$10 + (G - 15) / 4$
$G > 40$	17 o subdividir el grupo \leq

Ejemplo: Se desea medir el nivel de ruido en un grupo de 10 trabajadores que en apariencia sufren similar exposición. Se procede de la siguiente forma:

De acuerdo con la tabla anterior la duración mínima acumulada del muestreo ($G=10$) debe ser de $5 + (10 - 5) / 2 = 7,5$ horas. Se decide realizar 10 muestras por lo que cada una durará 45 minutos.

▪ **Mediciones de la jornada completa**

Este tipo de medición es la más utilizada y fiable, supone cubrir la totalidad del tiempo de trabajo de la jornada, incluyendo tanto los periodos más ruidosos como los más tranquilos. Lo más práctico es, en estos casos, utilizar dosímetros personales. Cuando no es posible que las mediciones se extiendan a la totalidad de la jornada, deben cubrir lo máximo posible e incluir los periodos más significativos de ruido.

Estos dosímetros personales los debe de llevar el trabajador durante su jornada de trabajo, como se puede observar en la siguiente ilustración.



4.1.6. Evaluación del riesgos en función de los valores límite

El empresario deberá realizar una evaluación basada en las mediciones de los niveles de ruido a que estén expuestos los trabajadores.

Según el artículo 6.1 del Real Decreto 286/2006, la medición no será necesaria en los casos en que la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de la misma.

Los valores límite establecidos por el R.D. 286/2006 son los siguientes:

	Nivel de exposición diaria dB (A) - Leq	Nivel de pico dB (C) - Lpk
Valor límite.	87	140
Valor superior de exposición que da lugar a una acción.	85	137
Valor inferior de exposición que da lugar a una acción.	80	135

Al aplicar los valores límite de exposición, en la determinación de la exposición real del trabajador al ruido, se tendrá en cuenta la atenuación que procuran los protectores auditivos individuales utilizados por los trabajadores. Para los valores de exposición que dan lugar a una acción no se tendrán en cuenta los efectos producidos por dichos protectores.

En ningún caso el trabajador debe superar el valor límite (87 dB(A)).

Dependiendo del valor límite donde nos encontremos tendremos la siguiente situación:

Acciones preventivas	≤ 80 dB(A)	> 80 dB(A) y/o > 135 dB(C) Lpk	> 85 dB(A) y/o > 137 dB(C) Lpk	> 87 dB(A) y/o > 140 dB(C) Lpk
Información y formación de los trabajadores	-	Si (1)	Si	Si
Evaluación de la exposición al ruido	-	Cada 3 años (2)	Anual	Anual
Protectores auditivos individuales	-	Facilitar al trabajador	Uso obligatorio (3)	Uso obligatorio
Señalización de las zonas de exposición	-	-	Si y restringir el acceso	Si y restringir el acceso
Control médico	-	Cada 5 años	Mínimo cada 3 años	Cada año
Programa técnico / organizativo para reducir la exposición al ruido	-	-	Si	Si
Reducción inmediata de la exposición al ruido y actuación para evitar nuevas sobreexposiciones	-	-	-	Si, además informar a los delegados

1. Se informará y formará cuando LAeq,d \Rightarrow 80 dB(A) y/o Lpk \Rightarrow 135 dB(C)
2. Se evaluará la exposición al ruido solo si LAeq,d $>$ 80 dB(A)
3. Se utilizarán obligatoriamente protectores auditivos cuando LAeq,d \Rightarrow 85 dB(A) y/o Lpk \Rightarrow 137 dB(C)

4.1.7. Medidas preventivas

Los riesgos derivados de la exposición al ruido deberán eliminarse en su origen o reducirse al nivel más bajo posible, teniendo en cuenta los avances técnicos y la disponibilidad de medidas de control del riesgo en su origen.



4.1.7.1 Medidas colectivas

Siempre que se pueda se aplicarán medidas colectivas, es decir, que afecten al conjunto de trabajadores, antes de aplicar medidas individuales como son los protectores auditivos (EPIs).

En cuanto a medidas colectivas frente al ruido podríamos aplicar las siguientes:

- Alejamiento de los trabajadores de las zonas de trabajo donde haya altos niveles de ruido o alejamiento de los equipos ruidosos.
- Apantallamiento o cerramiento, mediante materiales aislantes al ruido, los lugares donde se produzcan ruidos de niveles altos.

- Proporcionar a las máquinas o motores silenciadores, siempre y cuando se pueda.
- En el caso de voladuras, cumplir con la normativa aplicable para no estar en la zona cuando se realiza la voladura.
- Información en forma de señalización de la utilización de protección individual o cuando pueda haber niveles altos de ruido.

4.1.7.2. Medidas individuales

Cuando no sea posible la eliminación o reducción del ruido de tal manera que superemos los valores límite, la protección de los trabajadores será individual, mediante protectores auditivos.

Los protectores auditivos individuales se seleccionarán para que supriman o reduzcan al mínimo el riesgo.

Los protectores auditivos se aplicarán según lo indicado en el apartado 4.1.6 y en el siguiente punto.

4.1.7.3. Tipos de protectores auditivos

A continuación se describen los protectores auditivos más utilizados:

Orejas: Consisten en casquetes que cubren las orejas y que se adaptan a la cabeza por medio de almohadillas blandas, generalmente rellenas de espuma plástica o líquido. Los casquetes se forran normalmente con un material que absorba el sonido. Están unidos entre sí por una banda de presión (arnés), por lo



general de metal o plástico. A veces se fija una cinta flexible a cada casquete, o al arnés cerca de los casquetes. Esta cinta se utiliza para sostener los casquetes cuando el arnés se lleva en la nuca o bajo la barbilla.

El uso de las orejeras como equipo protector suele ser útil en:

- Entornos con ruidos intermitentes.
- Para trabajadores que sean propensos a adquirir infecciones de oído y que de forma reiterada las sufran.

Las **ventajas** que supone el uso de orejeras:

- ✓ Comodidad: son protectores externos por lo que no es necesario llevar durante largos periodos de tiempo un objeto extraño dentro del canal auditivo.
- ✓ Resistencia y facilidad de uso: se quitan y ponen de forma rápida y sencilla. Se ajustan sin menor dificultad y son fáciles de limpiar (además se dispone de recambios). Es una opción de protección resistente.
- ✓ Adaptabilidad: se dispone de versiones que permiten ser adaptadas al uso de cascos. También los hay plegables para facilitar su transporte.

Tapones: Son protectores auditivos que se introducen en el canal auditivo o se colocan sobre el pabellón auditivo, destinados a bloquear su entrada. Los tapones pueden ser moldeables por el usuario, premoldeados, personalizados o con arnés. A veces vienen provistos de un cordón de unión.

Suele ser útil su uso cuando:

- Hace mucho calor y/o humedad (momento en que se hace bastante difícil soportar el llevar orejeras).
- Es necesario proteger al trabajador de varios riesgos por lo que se necesita hacer compatible la utilización simultáneamente de varios protectores: mascarillas, pantallas faciales, etc.
- Las exposiciones no son prolongadas.

Tipos de tapones:

1. Tapones desechables: aquellos de un solo uso. Permite gran atenuación del ruido.
2. Tapones reutilizables: Aquellos que se pueden utilizar varias veces.
3. Tapones con arnés.

Orejas acopladas a cascos de protección: Consisten en casquetes individuales unidos a unos brazos fijados a un casco de protección. Estos brazos soporte son regulables de manera que puedan colocarse sobre las orejas cuando se requiera.

Cascos anti-ruido: Son cascos que recubren la oreja, así como una gran parte de la cabeza. En el ámbito laboral prácticamente no se usan y son difíciles de encontrar.

También existen una serie de protectores, en forma de casco o tapones, que disponen de un sistema "no pasivo", es decir, disponen de un sistema electrónico que puede atenuar el sonido dependiendo de su nivel de presión.

4.1.7.4. Elección del tipo de protector auditivo

Para la elección del tipo de protector auditivo tendremos que tener en cuenta el nivel de sonido que tenemos en el ambiente y la atenuación (SNR o HML) que prestan los protectores auditivos. El nivel de ruido que llegue al trabajador debe de estar comprendida entre 65 y 80 dB (A).

El fabricante de los protectores auditivos proporciona los valores de atenuación. A modo de ejemplo mostramos una tabla sacada de un fabricante de protectores auditivos para un mismo protector.

		Atenuación por frecuencia (Hz)						
		125	250	500	1000	2000	4000	8000
Bandas de octava	Protección prevista (dB)	8.6	15.4	25.9	32.5	33.9	34.9	36.1
SNR	28 dB							
HML	H=35 dB, M=26 dB, L=16 dB							

A la hora de elegir el protector auditivo, nos fijaremos en la protección prevista que nos aporte cuando la utilicemos, como es el Índice de reducción único (**SNR**), o la atenuación a alta (**H**), media (**M**) y baja (**L**) frecuencia. Esta protección se la restaremos al nivel de sonido que hay en el ambiente, y debe de estar comprendida entre 65 y 80 dB.

4.1.7.5. Recomendaciones sobre la protección auditiva

A la hora de la utilización de la protección aditiva deberíamos de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Deben disponer de **marcado CE**, fecha de caducidad, instrucciones de uso y mantenimiento. Además habrá que tener en cuenta que toda la información que aparezca en las instrucciones debe estar en español. De esta manera se asegura el conocimiento y comprensión de las indicaciones de las instrucciones por los trabajadores.
- El uso de orejeras y el de tapones reutilizables sin las medidas **higiénicas correctas**, podrían producir problemas de salud para los trabajadores. Por este motivo se deberá disponer de:
 - Dispositivo que permita la limpieza de los protectores.
 - Tapones de repuesto para sustituir los desgastados en el caso de ser reutilizables o suficientes en caso de ser desechables. Nunca utilizar unos tapones desechables más de una vez.
 - En el caso de las orejeras se deberá disponer de repuestos de almohadillas y cuencos auditivos.
- **Hay que tener en cuenta el ambiente de trabajo y actividad.**
 - Las orejeras o los tapones unidos por una arnés, serán más útiles en procesos donde se produzca ruido de forma intermitente y/o de forma repetida ya que su colocación y retirada será más fácil. Por ejemplo en el uso puntual de una taladradora, etc.
 - Cuando en el ambiente haya polvo, como es el caso en el sector de los áridos, no se recomienda el uso de tapones que sean moldeables ya que al ajustar el tamaño para introducirlo en el oído se va a introducir también suciedad.

Es mejor utilizar orejeras o tapones duros, los cuales no hay que manipular y se pueden limpiar.

- Los protectores auditivos con sistema de comunicación se necesitan para dar instrucciones detalladas cuando el trabajador se encuentra en áreas ruidosas.
 - Los protectores auditivos con reducción activa del ruido son apropiados para sonidos de alto nivel y baja frecuencia.
- **Que sea cómodo, práctico y fácil de usar:** será importante que en el proceso de selección de los protectores, participen los trabajadores o sus representantes y no solo el empresario. Será necesario un tiempo de adaptación para acostumbrarse a las sensaciones e incomodidades. Si no se supera este proceso de adaptación habrá que buscar otro tipo de protector.
 - Una vez que se encuentre el EPI más cómodo y adecuado, no hay que olvidar que el trabajador está obligado a utilizarlo siempre que se sobrepasen los valores límites superiores de exposición que dan lugar a una acción (85 dB(A) y 137 dB(C)). Por su parte el empresario, deberá vigilar y velar por la utilización de estos protectores auditivos.
 - **Que la atenuación acústica sea la necesaria.** Cada modelo y tipo de protector auditivo dispondrá de unos valores de atenuación para cada banda de octava de frecuencia, generalmente desde 125 a 8000 Hz. Por lo tanto, dado que la protección de cada equipo variará en cada situación, el fabricante del protector debe incluir en el folleto informativo todos los datos de atenuación en cada banda para frecuencias altas (H), medias (M) y bajas (L), así como el valor de atenuación global SNR (indica la atenuación media del protector en todas las bandas de frecuencia).



Para que la protección sea efectiva, el uso del protector debe situar al trabajador en un nivel de exposición diario equivalente entre 65 y 80 dB(A). Por lo tanto, se debe evitar elegir protectores auditivos que produzcan tanto sobreatenuación como protección insuficiente.

4.1.8. Actividades medicas de los servicios de prevención

Los trabajadores cuya exposición al ruido supere los 80 dB(A) tendrán que someterse al protocolo de ruido cuyo objetivo es vigilar la salud de los trabajadores expuestos a ruido.

Su periodicidad será como mínimo la que aparece en la tabla siguiente:

Acciones preventivas	≤ 80 dB(A)	> 80 dB(A) y/o > 135 dB(C) Lpk	> 85 dB(A) y/o > 137 dB(C) Lpk	> 87 dB(A) y/o > 140 dB(C) Lpk
Control médico	No precisa control	Mínimo cada 5 años	Mínimo cada 3 años	Mínimo cada año

4.1.9. Información y formación a los trabajadores

Según el Real Decreto 286/2006 en su artículo 9 expone que cuando los trabajadores se vean expuestos en el lugar de trabajo a un nivel de ruido **igual o superior a los valores inferiores de exposición que dan lugar a una acción** (80 dB(A), pico 135 dB(C)) deberán de recibir una información y formación relativas a los riesgos derivados de la exposición al ruido, en particular sobre:

- La naturaleza de tales riesgos.
- Las medidas tomadas con objeto de eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados del ruido, incluidas las circunstancias en que aquéllas son aplicables.
- Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción.
- Los resultados de las evaluaciones y mediciones del ruido efectuadas, junto con una explicación de su significado.
- El uso y mantenimiento correctos de los protectores auditivos, así como su capacidad de atenuación.
- La conveniencia y la forma de detectar e informar sobre indicios de lesión auditiva.

- Las circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de la salud, y la finalidad de esta vigilancia de la salud.
- Las prácticas de trabajo seguras, con el fin de reducir al mínimo la exposición al ruido.

4.2. Vibraciones

Al igual que el ruido, las vibraciones mecánicas son otro de los riesgos físicos que presentes en el sector de los áridos. Aunque hace años no se tenía en cuenta este tipo de riesgo, cada vez más los trabajadores se han visto afectados y se ha intentado poner una solución para disminuir esas afecciones debidas a las vibraciones.



Hoy en día existe una legislación de este tipo de riesgo, la que nos facilita la reducción o incluso la eliminación de las vibraciones. Así podemos evitar que los trabajadores se vean afectados por las vibraciones o bien reducir su nivel de exposición y trabajen en unas condiciones óptimas.

En el sector de los áridos también tenemos presentes las vibraciones en muchos de sus procesos, como puede ser en trabajos de perforación, cribado, etc. Pero donde pueden estar muy presentes es en los asientos de los vehículos que circulan por la cantera, ya sean vehículos en general, sí como camiones o palas cargadoras, dúmper, retroexcavadoras o bulldozer.

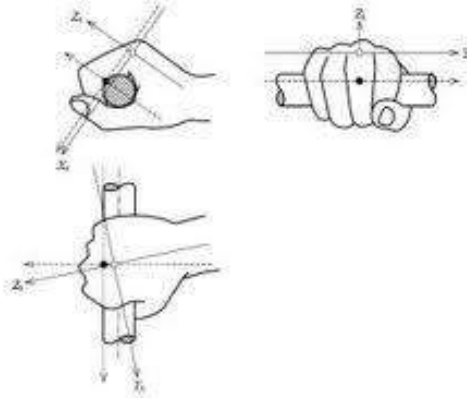


4.2.1. Descripción del riesgo de vibraciones

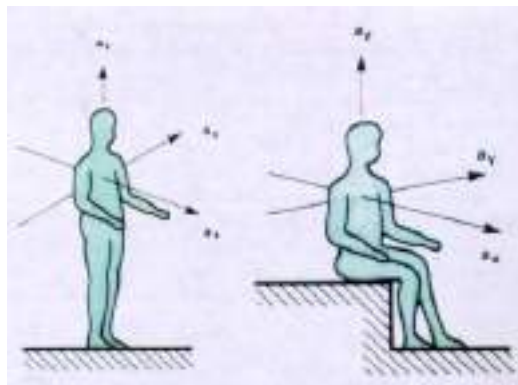
Las vibraciones son movimientos oscilatorios de un cuerpo elástico con respecto a una posición de referencia.

Estas vibraciones podrán transmitirse al cuerpo a través de la mano-brazo o a través del cuerpo entero:

- Vibración transmitida al sistema mano-brazo (VMB):** la vibración mecánica que, cuando se transmite al sistema humano de mano y brazo, supone riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, problemas vasculares, de huesos o de articulaciones, nerviosos o musculares.



- Vibración transmitida al cuerpo entero (VCE):** la vibración mecánica que, cuando se transmite a todo el cuerpo, conlleva riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores, en particular, lumbalgias y lesiones de la columna vertebral.



A la hora de evaluar las vibraciones se tienen que tener en cuenta los siguientes parámetros: velocidad, desplazamiento y aceleración de la vibración.

4.2.2. Localización de las vibraciones

Las vibraciones pueden estar presentes en todos los procesos de producción dentro del sector de los áridos. A continuación, se describen los diferentes lugares donde se puede encontrar las vibraciones mano – brazo (VMB) y las vibraciones de cuerpo entero (VCE), así como el nivel de riesgo al que están expuestos:

Actividades o procesos	RIESGO MUY IMPORTANTE	RIESGO IMPORTANTE	RIESGO MODERADO	RIESGO DE NIVEL BAJO O SIN RIESGO
Perforación y voladura			VCE	VMB
Carga del material	VCE	VMB		
Transporte del material	VCE	VMB		
Planta de tratamiento			VCE VMB	
Báscula				VCE VMB
Taller mecánico y de mantenimiento	VMB			VCE
Oficinas				VCE VMB

4.2.3. Daños relacionados con las vibraciones

Las vibraciones de **cuerpo entero** pueden producir trastornos respiratorios, músculo-esqueléticos, sensoriales, cardiovasculares, efectos sobre el sistema nervioso, sobre el sistema circulatorio o sobre el sistema digestivo. También puede afectar a la disminución del rendimiento de trabajo.



Las vibraciones de **mano-brazo** pueden causar trastornos vasculares, nerviosos, musculares, de los huesos y de las articulaciones de las extremidades superiores.



Existen enfermedades profesionales que están relacionada con las vibraciones:

- Enfermedades osteoarticulares o angioneuróticas provocadas por las vibraciones mecánicas. Esta enfermedad está producida por:
 - **Afectación vascular.** Trabajos en los que se produzcan vibraciones transmitidas a la mano y al brazo por gran número de máquinas o por objetos mantenidos sobre una superficie vibrante (gama de frecuencia de 25 a 250 Hz),

como son aquellos en los que se manejan maquinarias que transmitan vibraciones, como martillos neumáticos, , taladros, taladros a percusión, perforadoras, sierras mecánicas.

- **Afectación osteoarticular:** Trabajos en los que se produzcan vibraciones transmitidas a la mano y al brazo por gran número de máquinas o por objetos mantenidos sobre una superficie vibrante (gama de frecuencia de 25 a 250 Hz), como son aquellos en los que se manejan maquinarias que transmitan vibraciones, como martillos neumáticos, taladros, taladros a percusión, perforadoras, sierras mecánicas.

De manera concreta hay una enfermedad profesional (Enfermedades osteoarticulares o angioneuróticas) reconocidas de los trabajos dentro del sector de los áridos:

Actividad	Afección	Código
Trabajos en los que se produzcan: vibraciones transmitidas a la mano y al brazo por gran número de máquinas o por objetos mantenidos sobre una superficie vibrante (gama de frecuencia de 25 a 250 Hz), como son aquellos en los que se manejan maquinarias que transmitan vibraciones, como martillos neumáticos, punzones, taladros, taladros a percusión, perforadoras, pulidoras, esmeriles, sierras mecánicas, desbrozadoras.	Vascular	2B0101
Trabajos en los que se produzcan: vibraciones transmitidas a la mano y al brazo por gran número de máquinas o por objetos mantenidos sobre una superficie vibrante (gama de frecuencia de 25 a 250 Hz), como son aquellos en los que se manejan maquinarias que transmitan vibraciones, como martillos neumáticos, punzones, taladros, taladros a percusión, perforadoras, pulidoras, esmeriles, sierras mecánicas, desbrozadoras.	Osteoarticular	2B0201
Trabajos que exponen al apoyo del talón de la mano de forma reiterativa, percutiendo sobre un plano fijo y rígido así como los choques transmitidos a la eminencia hipotenar por una herramienta percutante.	Osteoarticular	2B0203

Los efectos sobre el organismo causados por las vibraciones dependen por lo tanto de la frecuencia. A continuación destacamos, en función de la frecuencia, los efectos sobre el organismo a consecuencia del uso de un determinado equipo de trabajo.

Frecuencia de la vibración	Máquina, herramienta o vehículo	Efectos sobre el organismo
Muy baja frecuencia < 1Hz	Equipos de perforación y corte.	Provocan trastornos en el sistema nervioso central. Pueden producir mareos y vómitos.
Baja frecuencia 1-20 Hz	Vehículos de transporte: Carretillos elevadoras y camiones... Habitualmente se transmiten al cuerpo completo.	Lumbalgias, hernias lumbociáticas... Agravan lesiones e inciden en trastornos debidos a malas posturas. Crean dificultad en el equilibrio y trastornos de visión en algunos casos.
Alta frecuencia 20-1000 Hz	Herramientas manuales rotativas o percutoras: Pulidoras de mano, radiales, martillos neumáticos. Habitualmente se transmiten únicamente al conjunto mano-brazo.	Crean trastornos en las articulaciones: Artrosis hiperostante en el codo, lesiones de muñeca, afecciones en la mano. Problemas estomacales.

4.2.4. Normativa de aplicación

En cuanto a las vibraciones se debe de tener en cuenta la siguiente normativa de aplicación.

- Real Decreto 1311/2005, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

4.2.5. Actividades técnicas

A continuación se detallan las labores que deben de realizar los servicios de prevención para evaluar y controlar el riesgo de vibraciones.

4.2.5.1. Método de medida

Cuando queremos saber la exposición a vibraciones lo que tenemos que determinar es la aceleración de la vibración medida en m/s^2 . Esa aceleración la tenemos que referenciar a la jornada de trabajo, de 8 horas, A(8).

Para evaluar el nivel de exposición a la vibración mecánica, podrá recurrirse a la medición de la aceleración de la vibración referente a dos métodos:

1. **Sin medición:** observación de los métodos de trabajo concretos y remitirse a la información apropiada sobre la magnitud probable de la vibración del equipo o del tipo de equipo utilizado en las condiciones concretas de utilización, incluida la información facilitada por el fabricante.
2. **Con medición:** medición de las vibraciones mediante un instrumento de medida (acelerómetro).



Determinación de la aceleración de la vibración sin medición

Para poder determinar la aceleración sin tener que recurrir a su medición, deben cumplirse todas y cada una de las siguientes condiciones:

- a) Disponer de los valores de emisión del equipo, que pueden ser suministrados por el fabricante o proceder de otras fuentes.

- b) Las condiciones de funcionamiento reales del equipo son similares a aquéllas para las que se han obtenido los niveles de emisión publicados.
- c) El equipo debe estar en buenas condiciones y su mantenimiento se realiza según las recomendaciones del fabricante.
- d) Las herramientas insertadas y los accesorios utilizados deben ser similares a los empleados para la determinación de los valores declarados de la aceleración.

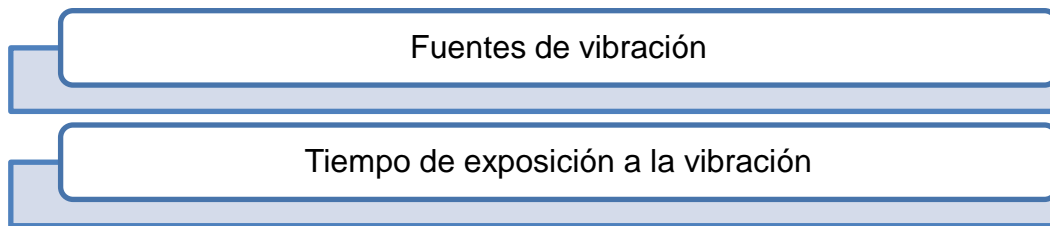
Determinación a partir de la medición de la aceleración de la medición

Es importante conocer las condiciones en que se han determinado los valores de la aceleración que se contemplan en los apartados anteriores, ya que de serlo en circunstancias significativamente diferentes a las condiciones reales de utilización deberá recurrirse a la medición de la aceleración.



Esta medición nos proporcionará los valores eficaces de la aceleración ponderada en frecuencia que permitirán determinar el valor de A(8) (Exposición diaria).

Una vez se dispone del valor de la aceleración y del tiempo de exposición, se está en condiciones de determinar el valor de la exposición diaria a vibraciones normalizado para un periodo de 8 horas, $A(8)$. Sin embargo, este cálculo debe enfocarse de distinta forma según se esté expuesto a una sola fuente de vibraciones o a más de una por el hecho de, por ejemplo, manejar varias máquinas que produzcan vibraciones. Entonces tendremos que tener en cuenta:



Mano-brazo

La medición se ajustará a los criterios de la norma UNE-EN ISO 5349-2: 2002 "Vibraciones mecánicas".

Las mediciones deben hacerse en los tres ejes de referencia (x_h , y_h , z_h) del sistema de coordenadas ortogonal. Entonces, para cada uno de los tres ejes de referencia se obtiene su valor de aceleración continua equivalente ponderada en frecuencia (a_{hwx} , a_{hwy} , a_{hwz}) y a partir de ellos se determina el valor total de aceleración equivalente ponderada en frecuencia.

Direcciones de los ejes:

- **X** dorso – palma de la mano
- **Y** línea nudillos
- **Z** mano – interior brazo.

Cuando se trate de herramientas que se utilizan con las dos manos, deben medirse ambas y evaluar con referencia a la magnitud más elevada de las dos.

Antes de medir se debe de saber en qué dirección y en qué punto de la superficie de contacto se genera la vibración más intensa para realizar la medida en ese punto.

La medición debe realizarse mediante la colocación del acelerómetro en el punto de entrada de la vibración hacia la mano y el brazo del trabajador. Lo más habitual es situarlo en el centro de la zona de

agarre, es decir, en la mitad del ancho de la mano cuando se sostiene una herramienta motorizada. Ya que en muchos casos es difícil realizar la medición en este punto, suelen utilizarse adaptadores entre los dedos que se fijan rígidamente a la empuñadura y sobre los que se montan los acelerómetros (UNE EN ISO 5349-2).

Cuerpo entero

Las mediciones deben hacerse en los tres ejes de referencia (x, y, z) del sistema de coordenadas ortogonal correspondiente a la postura a evaluar (sentado o de pie), definidos en la norma ISO 2631-1. Se determina el valor de la aceleración eficaz ponderada en frecuencia (a_{wx} , a_{wy} , a_{wz}) para cada uno de los tres ejes de referencia y a partir de ellos se realiza la evaluación con referencia al mayor de los valores obtenidos.

Para las vibraciones de cuerpo entero se utiliza un asiento acolchado con un transductor para una postura sedentaria de trabajo. Y para las mediciones de posturas de trabajo de pie, se realizan lo más cerca posible de los pies.

La medición debe hacerse en el lugar donde se produce el contacto entre el cuerpo humano y la fuente de vibración. En el caso de las personas sentadas hay tres puntos importantes: sobre el asiento, en el respaldo y en los pies. Para estas mediciones se utilizan acelerómetros instalados en el interior de un disco semirrígido.

En el caso de que el trabajador esté de pie sobre una superficie vibrante, la medida debe hacerse en la zona en que se apoya el pie con mayor frecuencia; el acelerómetro debe colocarse lo más cerca posible del área de contacto y debe fijarse rígidamente a dicha superficie.

4.2.5.2. Equipo de muestreo

El instrumento de medida que se usa para medir las vibraciones es el **vibrómetro**, que está compuesto por **el acelerómetro**, un dispositivo para tratamiento y salida de datos y el cable de conexión entre ambos. A partir del acelerómetro la señal de vibración puede procesarse de diferentes formas para alcanzar una medición de la aceleración eficaz ponderada en frecuencia durante un periodo de medida.



4.2.5.3. Tamaño de la muestra

Es importante determinar el número de mediciones a realizar así como la duración de las mismas de forma que se puedan obtener valores representativos de la exposición a vibraciones cuerpo entero durante toda de la jornada laboral.

Mano-brazo

Cuando sea posible, deben tomarse una serie de muestras a diferentes horas del día y promediarlas para obtener una medida representativa de las condiciones reales de exposición.

La duración mínima aceptable depende de las características de la señal, de la instrumentación y del tipo de operación. El tiempo total de medición (es decir, el número de muestras multiplicado por la duración de cada medición) debe ser al menos de 1 minuto y componerse como mínimo de tres muestras para cada operación.



Es preferible tomar un determinado número de muestras de corta duración que una sola muestra de larga duración. Para cada operación deben tomarse al menos tres muestras. Las mediciones de corta duración de tiempo inferior a 8 segundos no son fiables, y deben evitarse.

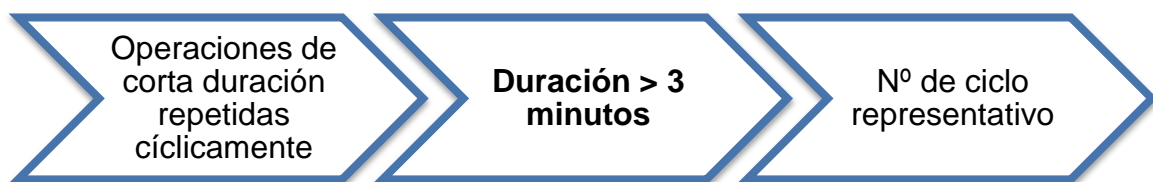
Cuando no sea posible llevar a cabo las mediciones durante un minuto, se puede recurrir a procedimientos de trabajo simulados, para obtener la duración mínima de medición.

Cuerpo entero

Cuando se trate de operaciones largas ininterrumpidas, se recomienda realizar un número N de mediciones, de por lo menos 3 minutos de duración cada una, en diferentes momentos de la jornada, y después determinar el valor ponderado de la magnitud de la vibración. Ejemplo asiento de vehículos como pala cargadora, dumper, retroexcavadora, etc.



En el caso de operaciones de corta duración que se repiten cíclicamente a lo largo de la jornada, cada medida se hará sobre un ciclo completo (mayor de 3 minutos), teniendo en cuenta que el número de ciclos de trabajo sobre los que se hacen las mediciones debe ser el suficiente para que el valor obtenido a partir de ellos sea representativo de la exposición diaria.



Si no existen ciclos, se deben medir las vibraciones en cada una de las operaciones, y en el caso de que no haya ciclos y las operaciones duren menos de tres minutos, se pueden repetir las operaciones hasta llegar a un mínimo de 3 minutos o se puede simular la operación para llegar a obtener muestras de tres minutos por razones de tipo estadístico.

4.2.6. Evaluación de riesgos en función del valor límite

Existen una serie de valores límite de la aceleración de la vibración, establecidos por el R.D. 1311/2005, que nos permiten realizar una evaluación de esas vibraciones.

Vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo:

- El valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de 8 horas se fija en 5 m/s^2 .
- El valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de 8 horas que da lugar a una acción se fija en $2,5 \text{ m/s}^2$.

SISTEMA MANO-BRAZO	
Valor límite de exposición.	5 m/s^2
Valor de exposición que da lugar a una acción.	$2,5 \text{ m/s}^2$

Vibraciones transmitidas a cuerpo entero:

- El valor límite de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas se fija en $1,15 \text{ m/s}^2$.
- El valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas que da lugar a una acción se fija en $0,5 \text{ m/s}^2$.

SISTEMA CUERPO ENTERO	
Valor límite de exposición.	$1,15 \text{ m/s}^2$
Valor de exposición que da lugar a una acción.	$0,5 \text{ m/s}^2$

El empresario deberá realizar una evaluación y, en caso necesario como se ha indicado en el apartado 4.2.5.1 (método de medida), la medición de los niveles de vibraciones mecánicas a que estén expuestos los trabajadores.

Dicha evaluación consiste en determinar el parámetro $A(8)$, tal como se ha indicado anteriormente, que depende del tiempo de exposición y de la magnitud de la vibración expresada a través de su aceleración, y

compararlo con el valor que da lugar a una acción y con el valor límite, lo que conducirá a tres posibles escenarios: A(8) está por debajo del valor que da lugar a una acción, está entre éste y el valor límite o está por encima de él.

La evaluación de los riesgos deberá mantenerse actualizada y se deberá de revisar.



El empresario, al evaluar los riesgos, concederá particular atención a los siguientes aspectos:

- El nivel, el tipo y la duración de la exposición, incluida toda exposición a vibraciones intermitentes o a sacudidas repetidas.
- Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción.
- Todos los efectos que guarden relación con la salud y la seguridad de los trabajadores especialmente sensibles expuestos al riesgo, incluidas las trabajadoras embarazadas.

- Todos los efectos indirectos para la seguridad de los trabajadores derivados de la interacción entre las vibraciones mecánicas y el lugar de trabajo u otro equipo de trabajo.
- La información facilitada por los fabricantes del equipo de trabajo con arreglo a lo dispuesto en la normativa que regula la seguridad en la comercialización de dichos equipos.
- La existencia de equipos sustitutivos concebidos para reducir los niveles de exposición a las vibraciones mecánicas.
- La prolongación de la exposición a las vibraciones transmitidas al cuerpo entero después del horario de trabajo, bajo responsabilidad del empresario.
- Condiciones de trabajo específicas, tales como trabajar a temperaturas bajas.
- La información apropiada derivada de la vigilancia de la salud de los trabajadores incluida la información científico-técnica publicada, en la medida en que sea posible.

Evaluación de riesgos según los casos vistos anteriormente:

- **Riesgo tolerable (Mano-brazo $< 2,5 \text{ m/s}^2$, cuerpo entero $< 0,5 \text{ m/s}^2$):**
 - Cumplir lo establecido en cuanto a formación, información, participación y consulta de los trabajadores.
 - Llevar a cabo la revisión de la evaluación de riesgos anualmente.
- **Situación de riesgo (Mano-brazo $2,5 \text{ m/s}^2 < V < 5 \text{ m/s}^2$, cuerpo entero $0,5 \text{ m/s}^2 < V < 1,15 \text{ m/s}^2$):**
 - el empresario establecerá y ejecutará un programa de medidas técnicas y/o de organización destinado a reducir al mínimo la exposición a las vibraciones mecánicas y los riesgos que se derivan de ésta.
- **Riesgo intolerable (Mano-brazo $> 5 \text{ m/s}^2$, cuerpo entero $> 1,15 \text{ m/s}^2$):**
 - Los trabajadores no deberán estar expuestos en ningún caso a valores superiores al valor límite de exposición. El empresario tomará de inmediato medidas para reducir la exposición a

niveles inferiores a dicho valor límite. Asimismo, determinará las causas por las que se ha superado el valor límite de exposición y modificará, en consecuencia, las medidas de protección y prevención, para evitar que se vuelva a sobrepasar.

Acciones preventivas	Sistema cuerpo entero (m/s ²)			Sistema Mano-brazo (m/s ²)		
	A(8)<2,5 A(8)< 5	2,5< A(8)<5	A(8)> 5	A(8)< 0,5 A(8)< 1,15	0,5< A(8)<1,15	A(8)>1,15
Evaluación inicial de los puestos existentes.	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Evaluación inicial de los puestos de nueva creación o modificados.	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Revisión de la evaluación.	SÍ	-	-	SÍ	-	-
Establecer programas de medidas técnicas preventivas y/o organizativas	-	SÍ	SÍ	-	SÍ	SÍ
Reducción inmediata del riesgo.	-	-	SÍ. No debe de sobre_pasar.	-	-	SÍ. No debe de sobre_pasar.
Informar y formar a los trabajadores sobre el riesgo	Informar y formar de la Evaluación de Riesgos que se haya obtenido.					
Vigilancia de la salud.*	-	SÍ	SÍ	-	SÍ	SÍ

*Para la vigilancia de la salud ver apartado 4.2.8.

4.2.7. Medidas preventivas

Cuando se esté en situación de riesgo (Mano-brazo $2,5 \text{ m/s}^2 < A(8) < 5 \text{ m/s}^2$ y/o cuerpo entero $0,5 \text{ m/s}^2 < A(8) < 1,15 \text{ m/s}^2$) el programa de medidas técnicas será el siguiente:

- Cambiar si es posible otros métodos de trabajo que reduzcan la necesidad de exponerse a vibraciones mecánicas.
- La elección del equipo de trabajo adecuado, bien diseñado desde el punto de vista ergonómico y generador del menor nivel de vibraciones posible, habida cuenta del trabajo al que está destinado.
- El suministro de equipo auxiliar que reduzca los riesgos de lesión por vibraciones, por ejemplo, asientos, amortiguadores u otros sistemas que atenúen eficazmente las vibraciones transmitidas al cuerpo entero y asas, mangos o cubiertas que reduzcan las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo.
- Programas apropiados de mantenimiento de los equipos de trabajo, del lugar de trabajo y de los puestos de trabajo. Por ejemplo, mantenimiento de las pistas cumpliendo con las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITCs).
- La información y formación adecuadas a los trabajadores sobre el manejo correcto y en forma segura del equipo de trabajo, para así reducir al mínimo la exposición a vibraciones mecánicas. Conducción adecuada de los vehículos.
- La limitación de la duración e intensidad de la exposición.
- Una ordenación adecuada del tiempo de trabajo.
- La aplicación de las medidas necesarias para proteger del frío y de la humedad a los trabajadores expuestos, incluyendo el suministro de ropa adecuada.

4.2.8. Actividades de medicina del trabajo

Cuando la evaluación de riesgos por exposición a vibraciones, ponga de manifiesto la existencia de un riesgo para la salud de los trabajadores, el empresario deberá llevar a cabo una vigilancia de la salud de dichos trabajadores.

La vigilancia de la salud tendrá como objetivo la prevención y el diagnóstico precoz de cualquier daño para la salud como consecuencia de la exposición a vibraciones mecánicas.

Dicha vigilancia será apropiada cuando:

- a. La exposición del trabajador a las vibraciones sea tal que pueda establecerse una relación entre dicha exposición y una enfermedad determinada o un efecto nocivo para la salud.
- b. Haya probabilidades de contraer dicha enfermedad o padecer el efecto nocivo en las condiciones laborales concretas del trabajador.
- c. Existan técnicas probadas para detectar la enfermedad o el efecto nocivo para la salud.

En cualquier caso, todo trabajador expuesto a niveles de vibraciones mecánicas superiores a los valores establecidos en el R.D. 1311/2005, tendrá derecho a una vigilancia de la salud apropiada.



En caso de detectarse una enfermedad o dolencia como consecuencia de una exposición a vibraciones mecánicas en el lugar de trabajo, el médico ha de comunicar este resultado al trabajador afectado. Por su parte, el empresario deberá recibir igualmente la información obtenida a partir de la vigilancia de la salud y tomar las medidas oportunas:

- a. Revisar la evaluación de los riesgos por exposición a vibraciones.
- b. Analizar las medidas adoptadas para eliminar o reducir los riesgos.
- c. Adoptar cualquiera otra medida que se considere necesaria para eliminar o reducir los riesgos, de modo que la exposición a vibraciones del trabajador afectado no supere los límites de exposición establecidos.
- d. Llevar un seguimiento continuo de la salud del trabajador afectado y controlar el estado de otros trabajadores que sufran una exposición similar.

Se ha de prestar especial atención a aquellos trabajadores en los que, debido a sus condiciones físicas particulares, pueda aumentar el riesgo por exposición a vibraciones. Este es el caso de trabajadores que sufran episodios repetitivos de dolor en la parte baja de la espalda, cambios degenerativos prematuros o aumento de la rigidez en la columna vertebral, desórdenes en los discos intervertebrales, gastritis crónica, y en el caso de mujeres, embarazo.

4.2.9. Información y formación de los trabajadores

El empresario velará por que los trabajadores expuestos a riesgos derivados de vibraciones mecánicas en el lugar de trabajo y/o sus representantes reciban información y formación relativas al resultado de la evaluación, sobre:

- Las medidas tomadas para eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados de la vibración mecánica.
- Los valores límite de exposición y los valores de exposición que dan lugar a una acción.
- Los resultados de las evaluaciones y mediciones de la vibración mecánica efectuadas y los daños para la salud que podría acarrear el equipo de trabajo utilizado.
- La conveniencia y el modo de detectar e informar sobre signos de daños para la salud.
- Las circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de su salud.
- Las prácticas de trabajo seguras, para reducir al mínimo la exposición a las vibraciones mecánicas.

4.3. Radiaciones no ionizantes

Las radiaciones son otro de los riesgos físicos a los que puede estar expuesto el trabajador, con lo cual habrá que tenerlo en cuenta para poder actuar sobre él y sobre estas condiciones de trabajo.

En los trabajos realizados al aire libre, como en muchos casos en el sector de los áridos, y los soldadores están expuestos a las radiaciones no ionizantes, que pueden afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

4.3.1. Descripción de las radiaciones

Por radiación se entiende la emisión, propagación y transferencia de energía en cualquier medio en forma de ondas electromagnéticas o partículas. Lo que caracteriza a una onda electromagnética es la frecuencia, longitud de onda, energía y velocidad de propagación.



Las radiaciones pueden ser ionizantes o no ionizantes:

- **Radiación ionizante:** es aquella que tiene una energía muy elevada ($> 12 \text{ eV}$), suficiente para ionizar la materia y romper los enlaces que unen el ADN. Tienen una frecuencia muy elevada y una longitud de onda muy pequeña.
- **Radiaciones no ionizantes:** es aquella que no tiene la energía suficiente para ionizar la materia. Tiene una frecuencia baja y una longitud de onda grande.

Uno de los conceptos más importantes que hay que tener claro son las radiaciones denominadas ópticas.

Radiación óptica: Toda radiación electromagnética cuya longitud de onda esté comprendida entre 100 nm y 1 mm. El espectro de la radiación óptica se divide en radiación ultravioleta, radiación visible y radiación infrarroja:

- Radiación ultravioleta: La radiación óptica de longitud de onda comprendida entre 100 y 400 nm. La región ultravioleta se divide en UVA (315-400 nm), UVB (280-315 nm) y UVC (100-280 nm).
- Radiación visible: La radiación óptica de longitud de onda comprendida entre 380 nm y 780 nm.
- Radiación infrarroja: La radiación óptica de longitud de onda comprendida entre 780 nm y 1 mm. La región infrarroja se divide en IRA (780-1.400 nm), IRB (1.400-3.000 nm) e IRC (3.000 nm-1mm).

En este capítulo solo se va a tratar de las radiaciones no ionizantes ya que las radiaciones ionizantes no están presentes en ninguno de los puestos de trabajo del sector de los áridos.

4.3.2. Localización de las radiaciones no ionizantes

Las radiaciones ópticas están presentes en todos de puestos de trabajo, pero sólo bajo ciertas condiciones se consideran un riesgo que sea necesario evaluar. En el caso del sector de los áridos estas radiaciones las podemos encontrar en:

- Trabajos realizados bajo la exposición solar: radiación ultravioleta, visible e infrarroja. En el sector de los áridos la exposición puede ser muy elevada.
- Trabajos de soldadura: radiación ultravioleta y visible. Suele aparecer cuando se realizan operaciones de mantenimiento.
- Determinadas lámparas: de mercurio de alta y media presión, de mercurio de baja presión, etc. Radiación ultravioleta, visible e infrarroja.

Las radiaciones pueden estar presentes en todos los lugares de trabajo, pero solo algunas de ellas son consideradas como riesgo (sol, soldadura y determinadas lámparas).

A continuación se describen los diferentes lugares donde se puede encontrar las radiaciones y el nivel de riesgo al que están expuestos los trabajadores:

Actividades o procesos	RIESGO MUY IMPORTANTE	RIESGO IMPORTANTE	RIESGO MODERADO	RIESGO DE NIVEL BAJO O SIN RIESGO
Perforación y voladura				
Carga del material				
Transporte del material				
Planta de tratamiento				
Báscula				
Taller mecánico y de mantenimiento				
Oficinas				

4.3.3. Daños relacionados con las radiaciones no ionizantes

Las radiaciones no ionizantes dependiendo de una serie de factores pueden afectar a la seguridad y salud de los trabajadores, principalmente de la siguiente manera:

- **Daños en la piel:**

- **Eritema:** El eritema, o “quemadura solar”, es un enrojecimiento de la piel que normalmente aparece de cuatro a ocho horas después de la exposición a la RUV y desaparece gradualmente al cabo de unos días. Las quemaduras solares intensas provocan formación de ampollas y desprendimiento de la piel.
- **Fotosensibilización efectos:** adversos por exposición de origen profesional a la RUV en trabajadores fotosensibilizados está producida por cremas o pomadas aplicadas a la piel, por medicamentos ingeridos por vía oral o inyectados, o por el uso de inhaladores bajo prescripción médica.
- **Efectos retardados:** La exposición crónica a la luz solar, en especial, al componente UVB, acelera el envejecimiento de la piel e incrementa el riesgo de cáncer de piel.

- **Daños en los ojos:**
 - **Fotoqueratitis y fotoconjuntivitis:** Son reacciones inflamatorias agudas como consecuencia de la exposición a radiación UVB y UVC, que aparecen pocas horas después de una exposición excesiva y normalmente remiten al cabo de uno o dos días.
 - **Lesión retiniana por luz brillante (retinitis):** pueden producirse daños fotoquímicos por exposición a fuentes con una fuerte componente de luz azul, con reducción temporal o permanente de la visión.
- **Efectos crónicos:** La exposición laboral de larga duración a la RUV durante varios decenios puede contribuir a la formación de cataratas y a efectos degenerativos no relacionados con el ojo, tales como envejecimiento cutáneo y cáncer de piel relacionados con la exposición.

4.3.4. Normativa de aplicación

Para las radiaciones no ionizantes se debe de tener en cuenta la siguiente normativa de aplicación.

- Real Decreto 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales.

4.3.5. Actividades técnicas

A continuación se detallan las labores que deben de realizar los servicios de prevención.

4.3.5.1. Método de medida

Como en todos los riesgos, lo primero de todo es su identificación, en este caso, las radiaciones ópticas están presentes en todos los puestos de trabajo, pero sólo bajo ciertas condiciones se consideran un riesgo que sea necesario evaluar. Cuando las fuentes de emisión estén encerradas o no sean accesibles, lógicamente no será necesario evaluarlas. Eso sí, hay que asegurarse de que no se realicen operaciones esporádicas en las que los trabajadores puedan verse implicados, como por ejemplo, las operaciones de limpieza y mantenimiento.

Para la metodología de medida se puede realizar de 2 maneras:

1. **Estimación inicial:** Se realizará cuando podamos evaluar el riesgo sin necesidad de realizar mediciones. Consiste en hacer un cálculo aproximado o una estimación de la exposición. Para ello, es necesario realizar una recogida de información pormenorizada centrada especialmente en:
 - Los factores relacionados con la fuente: intervalo espectral, potencia o energía.
 - Los factores del entorno de trabajo: La existencia de reflexiones, la distancia entre el foco y el trabajador, el tiempo de exposición y la existencia o no de un procedimiento de trabajo, etc....
 - Los factores asociados al trabajador: uso de equipos de protección individual y la formación e información que han recibido los trabajadores.
2. **Medida de la irradiación:** Realizar la medida mediante radiómetros y espectrorradiómetros. Un aspecto fundamental de esta fase es la elección de los puntos de medida. Éstos deben ser suficientes, tanto en número como en posición, y tienen que reflejar fielmente la posición o posiciones del trabajador a lo largo de su jornada laboral.

Una vez que tengamos los valores de irradiación ya sean obtenidos por alguno de los métodos mencionados, los compararemos con el valor límite (ver apartado 4.3.6).

4.3.5.2. Equipos de medida

Para la realización de las medidas de radiación se pueden utilizar los los fotoradiómetros. Es un instrumento que detecta y mide la intensidad de las radiaciones. Este instrumento mide las radiaciones ópticas incoherentes que establece la normativa, es decir, las radiaciones comprendidas en las proporciones del espectro de frecuencias de los valores límite.

4.3.5.3. Tamaño de la muestra

En cuanto al tamaño de la muestra, estas radiaciones se tomarán de forma directa con el instrumento colocado en la posición perpendicular al foco del haz de luz.



4.3.6. Evaluación del riesgo en función del valor límite

Se evaluarán los niveles de radiación a que estén expuestos los trabajadores, de manera que puedan definirse y ponerse en práctica las medidas necesarias para reducir la exposición a los límites aplicables.

Se deberán de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- El nivel, el intervalo de longitudes de onda y la duración de la exposición a fuentes artificiales de radiación óptica;
- Los valores límite de exposición establecidos;
- Los posibles efectos en la salud y la seguridad de los trabajadores pertenecientes a grupos de riesgo particularmente sensibles;

- Los posibles efectos en la salud y la seguridad de los trabajadores, resultantes de las interacciones, en el lugar de trabajo, entre la radiación óptica y las sustancias químicas fotosensibilizantes;
- Los posibles efectos indirectos, como el deslumbramiento temporal, la explosión o el incendio;
- La existencia de equipos sustitutivos concebidos para reducir los niveles de exposición a radiaciones ópticas artificiales;
- La información apropiada derivada de la vigilancia de la salud, incluida la información científico-técnica publicada, en la medida en que sea posible;
- La exposición a múltiples fuentes de radiaciones ópticas artificiales;
- La información facilitada por los fabricantes de fuentes de radiación óptica y equipos de trabajo de conformidad con las directivas comunitarias aplicables.

En la siguiente tabla se pueden observar los valores límite:

Longitud de onda	Órgano afectado	Riesgo	Tiempo	Ángulo de exposición	Valor límite subtendido	Unidades
180-400 nm UV	Piel Ojos	Eritemas/Cáncer de piel. Conjuntivitis/queratitis.	8 horas	-	$H_s = 30$	J/m ²
315-400 nm UVA	Ojos	Cataratas.	8 horas	-	$H = 10^4$	J/m ²
300-700 nm UVA-VISIBLE	Ojos	Retinitis.	$t \leq 10^4$ s	$\alpha \geq 11$ mrad	$L_B = 10^6/t$	W/m ² sr
				$\alpha < 11$ mrad	$L_B = 100$	
			$t > 10^4$ s	$\alpha \geq 11$ mrad	$E_B = 100/t$	W/m ²
				$\alpha < 11$ mrad	$E_B = 0.01$	
380-1400 nm UVA-VISIBLE-IRA	Ojos	Quemadura de retina	$t > 10$ s	$C = 1,7$ si $\alpha \leq 1,7$ mrad	$L_R = 2,8 \cdot 10^7 / C$	W/m ² sr
			$10^{-6} \leq t \leq 10$ s	$C = \alpha$ si $1,7 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C = 100$ si $\alpha > 100$ mrad	$L_R = 5 \cdot 10^7 / C^{0,25}$	

Longitud de onda	Órgano afectado	Riesgo	Tiempo	Ángulo de exposición	Valor límite subtendido	Unidades
780-1400 nm IRA	Ojos	Quemadura de retina.	$t > 10$ s	$C = 11$ si $\alpha \leq 11$ mrad	$L_R = 6 \cdot 10^7 / C$	W/m ² sr
			$10^{-6} \leq t \leq 10$ s	$C = \alpha$ si $11 \leq \alpha \leq 100$ mrad $C = 100$ si $\alpha > 100$ mrad	$L_R = 5 \cdot 10^7 / C^{1.25}$	
780-3000 nm IR	Ojos	Quemadura de córnea.	$t \leq 10^3$ s	-	$E = 18 \cdot 10^3 t^{0.75}$	W/m ²
		Cataratas.	$t > 10^3$ s		$E = 100$	
380-3000 nm UVA-VISIBLE-IR	Piel	Quemadura de piel.	$t > 10$ s	-	$H = 20 \cdot 10^3 t^{0.75}$	J/m ²

En ningún caso la exposición del trabajador deberá superar los valores establecidos. Si, a pesar de las medidas adoptadas en aplicación del Real Decreto 486/2010, se detectaran exposiciones por encima de los valores límite de exposición, el empresario deberá:

- Tomar inmediatamente medidas para reducir la exposición por debajo de los valores límite;
- Determinar las causas 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.

4.3.7. Medidas preventivas

A continuación se detallan las medidas preventivas colectivas y las individuales. Recordar que siempre que se pueda se deben de establecer medidas colectivas antes que las individuales.

4.3.7.1. Medidas colectivas

Las medidas colectivas que podemos aplicar cuando estemos expuestos a este tipo de riesgos podrían ser las siguientes:

- En el caso de que se pueda, techar las zonas de trabajo que estén a la intemperie de una forma adecuada de tal manera que el trabajador no se vea afectado por las condiciones ambientales.

- Cuando haya zonas con sombra, intentar realizar los trabajos en estas zonas.
- Reducir los tiempos de exposición al sol, en el caso de que no se puedan evitar, mediante turnos o rotación del personal.
- Cuando sea necesario, utilizar pantallas que aíslen la radiación.
- Aislar las zonas donde se realicen trabajos de soldadura, de tal manera que solo este expuesto el trabajador que ejerce la soldadura.
- Aumentar la distancia a la exposición.
- Informar y formar a los trabajadores para que conozcan las condiciones a las que están expuestos y cómo deben de actuar en cada caso.
- Señalizar las zonas donde los trabajadores puedan estar expuestos.

4.3.7.2. Medidas individuales

Cuando no podamos aplicar medidas colectivas y tampoco podamos evitar la exposición a radiaciones tendremos que utilizar medidas individuales:

- Utilización de cremas protectoras adecuadas.
- Utilizar ropa adecuada de protección para protegernos de las quemaduras solares. Aconsejable ropas claras para que las condiciones ambientales de trabajo sean más adecuadas.
- Utilización de gafas con el grado de protección adecuado.
- Cuando se realicen tareas de soldadura utilizar la ropa adecuada (mandil, polainas, guantes, gafas, calzado sin cordones, casco...) y la protección adecuada para los ojos e instalar barreras de protección.

En la siguiente tabla se dan unas recomendaciones del número de filtros a utilizar para proteger la visión por medio de EPIS a la hora de realizar la soldadura.

Proceso	Espesor (mm)	Intensidad (A)	Mínimo nº de filtros	Nº filtros adecuado
MIG-MAG	-	< 60	7	-
	-	60-160	10	11
	-	160-250	10	12
	-	250-500	10	14
TIG	-	<50	8	10
	-	50-150	8	12
	-	150-500	10	14
Soldadura por plasma	-	<20	6	8
	-	20-110	8	10
	-	100-400	10	12
	-	400-800	11	14
Oxigas (acero)	4	-	-	4-5
	4-13	-	-	5-6
	>13	-	-	6-8
	>25	-	-	3-4
	25-100	-	-	4-5
	>150	-	-	5-6
Arco aire	-	>500	-	-
	-	500-1000	10	12
	-		11	14
Corte por plasma	-	>300	8	9
	-	300-400	9	12
	-	400-800	10	14

Estos valores se pueden observar en el etiquetado de los Equipos de Protección Individual y en las máquinas que se vayan a utilizar.

4.3.8. Actividades de medicina del trabajo

El empresario garantizará una adecuada vigilancia de la salud de los trabajadores en función de los riesgos inherentes al trabajo con exposición a radiaciones ópticas artificiales, con el fin de la detección precoz de cualquier efecto nocivo así como de la prevención de cualquier riesgo, incluidos a largo plazo o los riesgos de enfermedad crónica.

Cuando se detecte una exposición que supere los valores límite, el trabajador o los trabajadores afectados, tendrán derecho a un examen médico. También tendrán derecho aquellos trabajadores que, como resultado de la vigilancia de la salud, se establezca que padecen una enfermedad o efecto nocivo para la salud identificable, que a juicio de un médico o un especialista de medicina del trabajo sea consecuencia de la exposición a radiaciones ópticas artificiales en el trabajo.

El médico u otro personal sanitario competente deberán:

- Proponer que los trabajadores expuestos se sometan a un examen médico.
- Comunicar al trabajador el resultado que le atañe personalmente. También deberá asesorar al trabajador sobre cualquier medida de vigilancia de la salud a la que sea conveniente someterse tras el cese de la exposición.
- Informar al empresario de cualquier resultado significativo de la vigilancia de la salud, conforme al artículo 22.4 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre.

4.3.9. Información y formación de los trabajadores

Según el Real Decreto 486/2010 sobre radiaciones ópticas, el empresario velará porque los trabajadores que se vean expuestos en el lugar de trabajo a los riesgos derivados de las radiaciones ópticas artificiales y/o sus representantes reciban la información y formación necesarias sobre el resultado de la evaluación de riesgos, en particular sobre:

- Las medidas tomadas.

- Los valores límite de exposición establecidos
- Los resultados de la evaluación y, en su caso, medición de los niveles de exposición a radiaciones ópticas artificiales, junto con una explicación de su significado y riesgos potenciales.
- La forma de detectar los efectos nocivos para la salud debidos a la exposición y la forma de informar sobre ellos.
- Las circunstancias en las que los trabajadores tienen derecho a una vigilancia de la salud, y la finalidad de esta vigilancia de la salud.
- Las prácticas de trabajo seguras, con el fin de reducir al mínimo los riesgos derivados de la exposición a radiaciones ópticas artificiales.
- El uso correcto de los equipos de protección individual.



4.4. Ambientes con sobrecarga térmica

Las condiciones ambientales de temperatura en el puesto de trabajo son uno de los factores que hace que el trabajador realice su trabajo de forma adecuada.

En el sector de los áridos, muchas veces, nos vamos a encontrar con temperaturas extremas, dependiendo de la zona donde estemos desarrollando la tarea. Estas condiciones de temperatura tienen la capacidad de producir un riesgo de forma directa (quemaduras, golpes de calor, etc.) o de forma indirecta (caída de personas, tropiezos...).

Dependiendo de la zona donde se trabaje, se deberá de poner las medidas necesarias para paliar las condiciones ambientales de temperatura no recomendables para el trabajador.





4.4.1. Descripción de ambiente con sobrecarga térmica

El hombre es un animal "homotermo", es decir, mantiene su temperatura corporal casi constante mediante el funcionamiento de sus mecanismos de regulación, a pesar de las amplias oscilaciones que se pueden presentar en el medio ambiente.

La "temperatura corporal" es la temperatura a la que se encuentran las zonas más interiores del cuerpo, la cual permanece constante, oscilando entre los 36,5-37,5 °C durante el curso del día.

Este calor en nuestro cuerpo es producido por el propio metabolismo, ya sea metabolismo basal (reposo) o metabolismo debido a actividades (trabajo, ejercicio físico, mental, etc.).

Los principales mecanismos de intercambio de calor que van a estar presentes son los siguientes:

-  **Conducción:** Intercambio de calor entre dos sólidos. Ejemplo: Asientos expuestos al sol cuando nos sentamos.
-  **Convección:** Intercambio de calor entre una superficie y un líquido. Ejemplo: la piel con el aire.
-  **Radiación:** Transmisión de energía a través de las ondas electromagnéticas. Ejemplo: el sol.
-  **Evaporación:** Cambio del estado líquido a vapor. Ejemplo: El sudor producido por calor.

4.4.2. Localización del ambiente con sobrecarga térmica

Este es un riesgo que puede estar presente en todos los lugares de trabajo, ya sean en locales cerrados, como pueden ser oficinas, o en lugares de trabajo al aire libre. Dentro del sector de los áridos podemos encontrar:

Locales cerrados

- Oficinas
- Casetas de mandos de machacadoras, molinos, cintas transportadoras, cribas.
- Interiores de vehículos, cabinas.
- Taller de mantenimiento.

Al aire libre

- Trabajos de perforación, carga y voladura.
- Trabajos al aire libre en planta de tratamiento.
- Trabajos de revisión y mantenimiento al aire libre.

A continuación se identifican de manera más visual los diferentes lugares donde los trabajadores se pueden ver afectados por el ambiente térmico y el nivel de riesgo al que están expuestos:

Actividades o procesos	RIESGO MUY IMPORTANTE	RIESGO IMPORTANTE	RIESGO MODERADO	RIESGO DE NIVEL BAJO O SIN RIESGO
Perforación y voladura				
Carga del material				
Transporte del material				
Planta de tratamiento				
Báscula				
Taller mecánico y de mantenimiento				
Oficinas				

4.4.3. Daños relacionados con ambientes térmicos

Cuando estamos expuestos a temperaturas extremas nuestro cuerpo puede sufrir una tensión térmica por frío (hipotermia) o por calor (hipertermia). A continuación se puede observar las consecuencias que tiene cada uno de ellos.

Hipotermia:

- Malestar general.
- Disminución de la destreza manual.
- Comportamientos extravagantes.
- Congelación de los miembros.
- Muerte. Temperatura inferior a 28 °C.

Hipertermia:

- Trastornos psiconeuróticos.
- Trastornos sistémicos: calambres, agotamiento, etc.
- Golpe de calor.
- Trastornos en la piel: quemaduras, erupciones, etc.

Hay una enfermedad profesional recogida en el Anexo II del R.D. 1299/2006 cuyo origen de riesgo profesional se sospecha y cuya inclusión en el cuadro de enfermedades profesionales podría contemplarse en el futuro.

Enfermedad	Código
Enfermedades provocadas por el frío	C202

4.4.4. Normativa de aplicación

A continuación se citan la diferente legislación que afecta al tema de ambientes térmicos:

- Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el reglamento general de normas básicas de seguridad minera.
- 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. *Este Real Decreto no es de aplicación a las fases extractivas del sector de los áridos.*

4.4.5. Actividades técnicas

A continuación se detallan las labores que deben de realizar los servicios de prevención.



4.4.5.1. Método de medida

Para la medición o valoración del estrés térmico en el puesto de trabajo en un ambiente caluroso se utilizará el índice **WBGT (Wet Bulb Globe Thermom)**. Este método de evaluación realiza un diagnóstico rápido.

Para la valoración de este índice hay que tener en cuenta los siguientes factores:

- Factores humanos:
 - Metabolismo basal.
 - Fenómenos fisiológicos (sistema vasomotor, sudoración, etc.)
- Factores de trabajo:
 - Metabolismo de trabajo.
- Factores ambientales:
 - Velocidad del aire.
 - Temperatura seca del aire.
 - Temperatura húmeda.
 - Temperatura de globo (temperatura radiante media).

En función de los factores anteriores se deben de conocer los siguientes parámetros básicos:

- Metabolismo basal del trabajador.
- Metabolismo de trabajo.
- Temperatura del aire (°C).
- Temperatura radiante media (°C).
- Velocidad del aire (m/s).
- Humedad absoluta (%).
- Condiciones del trabajador (sentado o de pie).
- Tiempo de exposición.

Para conocer el metabolismo de trabajo se tendrá que tener en cuenta la actividad que realicemos.

Estimación del consumo metabólico M			
A. Posición y movimiento del cuerpo		Kcal/min	
Sentado.		0,3	
De pie.		0,6	
Andando.		2,0 – 3,0	
Subida de una pendiente andando.		0,8 por m de subida	
B. Tipo de trabajo		Media (kcal/min)	Rango (kcal/min)
Trabajo manual.	Ligero	0,4	0,2 – 1,2
	Pesado	0,9	
Trabajo con un brazo.	Ligero	1,0	0,7 – 2,5
	Pesado	1,7	
Trabajo con dos brazos.	Ligero	1,5	1,0 – 3,5
	Pesado	2,5	
Trabajo con el cuerpo.	Ligero	3,5	2,5 – 15,0
	Moderado	5,0	
	Pesado	7,0	
	Muy pesado	9,0	

A la hora de calcular este índice se tendrá que tener en cuenta que:

- Cuando la temperatura no es constante en los alrededores del puesto de trabajo, de forma que puede haber diferencias notables entre mediciones efectuadas a diferentes alturas, debe hallarse el índice **WBGT** realizando tres mediciones, a nivel de tobillos, abdomen y cabeza.
- Si el análisis del lugar de trabajo y de la actividad ha mostrado que un parámetro no es constante en el tiempo, se debe determinar un valor medio representativo.

Para la medición a través de este método se utiliza un aparato de muestreo que nos identifica y muestra todos los parámetros necesarios

(temperatura de globo, temperatura seca, humedad,...) para su cálculo, colocándolo en el lugar de trabajo.



Otro método para evaluar el confort térmico es el método Fanger, que este sí que tiene en cuenta tanto el frío como el calor además de otros factores. Este método nos facilita el disconfort térmico de un determinado número de personas. Para ello se tienen en cuenta una serie de factores:



Características del vestido: aislamiento y área total del mismo.



Características del tipo de trabajo: carga térmica metabólica y velocidad del aire.



Características del ambiente: temperatura seca, temperatura radiante media, presión parcial del vapor de agua en el aire y velocidad del aire.

Con estos factores determinaremos el **Índice de Valoración medio (IVM)**.

4.4.5.2. Equipos de muestreo

Para el cálculo del índice WBGT utilizaremos equipos que nos midan los siguientes parámetros:

Temperatura de globo (TG): Es la temperatura indicada por un sensor colocado en el centro de una esfera de las siguientes características:

- 150 mm de diámetro.
- Coeficiente de emisión medio: 90 (negro y mate).
- Grosor: tan delgado como sea posible.
- Escala de medición: 20 °C-120 °C.
- Precisión: $\pm 0,5$ °C de 20 °C a 50 °C y ± 1 °C de 50 °C a 120 °C.

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

- Forma cilíndrica.
- Diámetro externo de 6mm ± 1 mm.
- Longitud 30mm ± 5 mm.
- Rango de medida 5 °C 40 °C.
- Precisión $\pm 0,5$ °C.
- La parte sensible del sensor debe estar recubierta de un tejido (p.e. algodón) de alto poder absorbente de agua.
- El soporte del sensor debe tener un diámetro de 6mm, y parte de él (20 mm) debe estar cubierto por el tejido, para reducir el calor transmitido por conducción desde el soporte al sensor.
- El tejido debe formar una manga que ajuste sobre el sensor. No debe estar demasiado apretado ni demasiado holgado.

- El tejido debe mantenerse limpio.
- La parte inferior del tejido debe estar inmersa en agua destilada y la parte no sumergida del tejido, tendrá una longitud entre 20 mm y 30 mm.
- El recipiente del agua destilada estará protegido de la radiación térmica.

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

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



4.4.6. Evaluación del riesgo en función del valor límite

El **índice WBGT**, expresa las características del ambiente y no debe sobrepasar un cierto valor límite que depende del calor metabólico que el individuo genera durante el trabajo.

Consumo metabólico (Kcal/h)	WBGT límite (°C)			
	Persona aclimatada		Persona no aclimatada	
	V = 0	V ≠ 0	V = 0	V ≠ 0
≤ 100	33	33	32	32
100 – 200	30	30	29	29
200 – 310	28	28	26	26
310- 400	25	26	22	23
>400	23	25	18	20

Donde “V” es la velocidad del aire que hay en el ambiente de trabajo, depende de si tenemos aire acondicionado o no.



A estos valores límite se le tendrá que aplicar una serie de factores de corrección en función de las condiciones de trabajo que se encuentre el trabajador, y serán establecidas por el técnico de prevención.

Cuando exista riesgo de estrés térmico, pueden establecerse un régimen de trabajo-descanso de forma que el organismo pueda restablecer el balance térmico. En función del valor que se obtenga de temperatura de WBGT se pueden establecer periodos de descanso.

En cuanto al método Fanger dependiendo del **Índice de Valoración Medio (IVM)** evaluaremos:

IVM	Situación
-3	Muy frío
-2	Frío
-1	Ligeramente frío
0	Neutro (confortable)
+1	Ligeramente caluroso
+2	Caluroso
+3	Muy caluroso

En función de estos valores se establecerán las medidas preventivas oportunas.

Tendremos que tener en cuenta que el 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 no es de aplicación a explotaciones mineras, con lo cual tendremos en cuenta este Real Decreto solo para los lugares de trabajo que no se encuentren en la explotación minera, como es caso por ejemplo de oficinas o talleres, donde se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27° C.
- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25° C.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70%, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50%.

- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
 - Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.
 - Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,50 m/s.
 - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.
- Estos límites no se aplicarán a las corrientes de aire expresamente utilizadas para evitar el estrés en exposiciones intensas al calor, ni a las corrientes de aire acondicionado, para las que el límite será de 0,25 m/s en el caso de trabajos sedentarios y 0,35 m/s en los demás casos.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo, será de 30 m³ de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y de 50 m³, en los casos restantes, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.
- El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado, deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo.

4.4.7. Medidas preventivas

Todos los trabajos en lugares cerrados o al aire libre donde haya riesgo de estrés térmico los empresarios y los trabajadores tendrán que cumplir unas normas básicas para eliminar o reducir la presencia del riesgo.

- Estar informado y formado sobre los riesgos, los efectos y las medidas preventivas de aplicación.
- Acondicionamiento adecuado del aire en locales cerrados. Acondicionamiento para edificios ver la siguiente tabla:

Estación	Temperatura operativa, °C	Velocidad del aire, m/s ²	Humedad relativa, %
Verano	23 a 25	0,18 a 0,24	40 a 60
Invierno	20 a 23	0,15 a 0,20	40 a 60

- Acondicionamiento adecuado de las condiciones ambientales dentro de cabinas (No de aplicación el RD 486/1997 sobre lugares de trabajo).
- Adoptar el ritmo de trabajo a su tolerancia de calor.
- Realizar descansos cuando se establezcan en función de la actividad que se realice.
- Beber agua durante el trabajo aunque no se tenga sed. También beber agua cuando se está fuera del trabajo.
- Evitar comer mucho y las comidas grasientas; comer fruta, verduras; tomar sal con las comidas.
- No tomar alcohol ni drogas. Evitar bebidas con cafeína y también muy azucaradas.
- Ir bien descansado al trabajo. Ducharse y refrescarse al finalizarlo.
- Usar ropa adecuada a la estación del año que nos encontremos, para verano colores claros y tejidos frescos (algodón y lino) y para invierno la ropa adecuada para no pasar frío. Proteger la cabeza del sol.
- En caso de que sea necesario realizar una supervisión médica.

4.4.8. Información y formación de los trabajadores

Según el Real Decreto 486/1997 sobre los lugares de trabajo, el empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una información adecuada sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

Hay que recordar nuevamente que este Real Decreto no es de aplicación a explotaciones mineras, con lo cual no afecta al frente de explotación y planta de tratamiento, solo a lugares cerrados como oficinas y talleres de mantenimiento.

4.5. Iluminación

Para que la actividad laboral se pueda llevar a cabo de una forma correcta es necesario que la visión e iluminación se complementen. Para que el sistema de iluminación sea adecuado se tiene que cumplir una serie de requisitos, de tal manera que el trabajador pueda desarrollar su trabajo en unas condiciones óptimas.



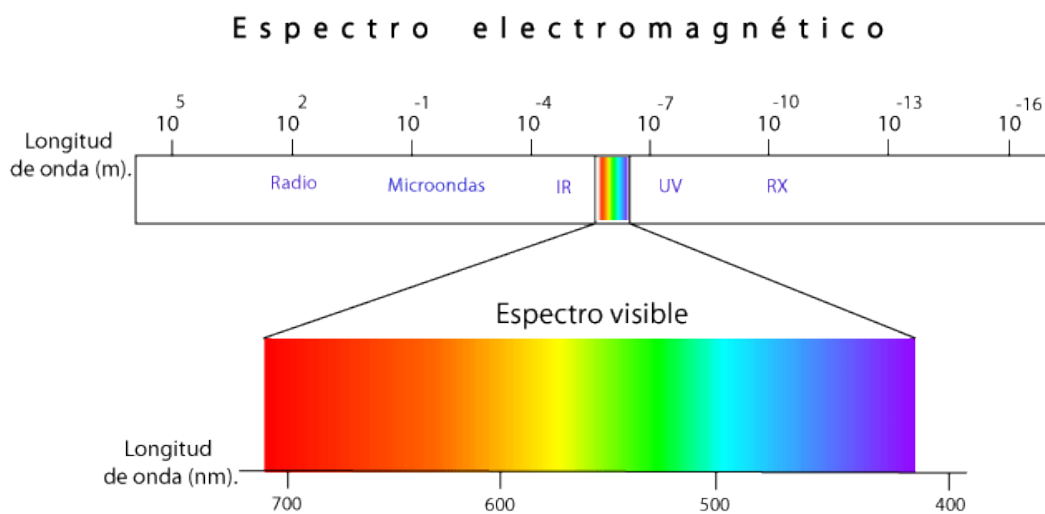
El acondicionamiento de la iluminación en los puestos de trabajo tiene por objeto favorecer la percepción visual con el fin de asegurar la correcta ejecución de las tareas y la seguridad y bienestar de quienes las realizan.

Como es sabido, una iluminación deficiente puede propiciar errores y accidentes, así como también la aparición de fatiga visual y otros trastornos visuales y oculares.

4.5.1. Descripción de la iluminación

La luz puede definirse como radiación capaz de producir directamente sensaciones visuales. La radiación es la emisión o transferencia de energía en forma de ondas electromagnéticas o partículas.

El ojo humano es el órgano fisiológico mediante el cual se experimentan las sensaciones de luz y color; transforma la energía luminosa en energía nerviosa que es transmitida al cerebro a través del nervio óptico.

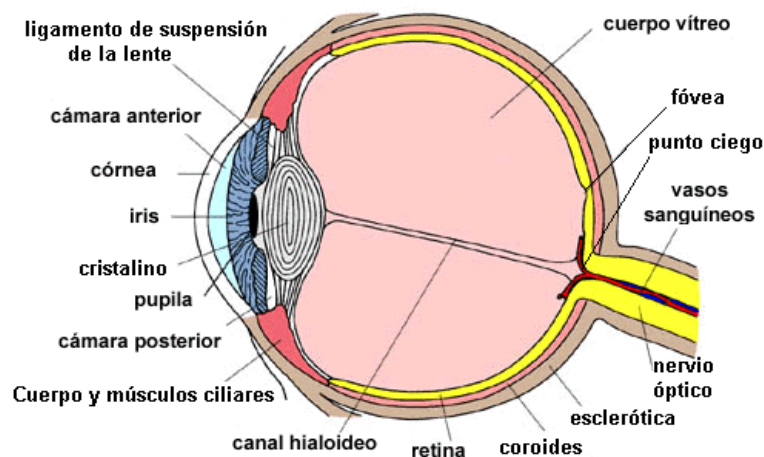


El campo visual del hombre está limitado por un ángulo de unos 130° en sentido vertical y de unos 180° en sentido horizontal.

El ojo, dependiendo de las condiciones en las que nos encontremos tenderá a:

- *Adaptarse*: Ocurre cuando el ojo se ajusta a la luminosidad y/o al color del campo de visión. Este ajuste se lleva a cabo en la pupila con su movimiento de cierre y apertura en función de la iluminación que ha de llegar al cristalino.
- *Acomodarse*: Es el ajuste focal del ojo con el fin de tener la mayor agudeza visual en una variedad de distancias. Este ajuste se produce variando la curvatura del cristalino y con ello la distancia focal por la contracción o relajación de los músculos ciliares. Cuanto más próximo está el objeto la curva se hace mayor. La capacidad de acomodación del ojo disminuye con la edad a consecuencia del endurecimiento cristalino.

- Agudeza visual:** La capacidad para distinguir objetos y detalles situados muy próximos unos a otros. Una persona tiene buena agudeza visual cuando puede leer sin esfuerzo, distinguir los detalles de un objeto minúsculo o reconocer un objeto a larga distancia. La agudeza visual de una persona de 60 años es aproximadamente un 75% respecto a la de una de 20 años.



A la hora de la elección de las lámparas del diseño del lugar de trabajo se deberán de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Flujo luminoso:** Es la energía radiante de una fuente de luz que produce una sensación luminosa. Una parte de este flujo es térmico y el otro luminoso. La parte luminosa es el flujo energético y es lo que se mide en (W).
- Intensidad luminosa:** Una fuente no radia por general de la misma manera en todas las direcciones. Para describir el reparto del flujo luminoso se mide el flujo por unidad de ángulo sólido en cada dirección. Este flujo luminoso se denomina intensidad luminosa.
- Iluminación:** Es la luz emitida por una fuente que cae sobre que cae sobre una superficie (lux).
- Luminancia:** Corresponde con el brillo de una parte de una fuente luminosa o con la luminosidad de una superficie. Se define como la intensidad luminosa emitida por unidad de superficie en la dirección de la mirada. Es la magnitud visible. Se mide con el luminancímetro.

- *Coeficiente de reflexión:* Cualquier superficie (mesa, pared, etcétera) que recibe una luz devuelve parte de la misma. Este coeficiente está comprendido entre 0 y 1, 0 para la superficie totalmente negra, es decir que no refleja la luz, y 1 para una superficie que refleje toda la luz.

Las fuentes de iluminación que tendremos presentes en el lugar de trabajo serán producidas de manera natural por el sol y de manera artificial por medio de diversos tipos de lámparas.

4.5.2. Localización del riesgo de iluminación

La iluminación puede afectar en todos los lugares de trabajo dentro del sector de los áridos dependiendo de las horas en las que desarrollemos la actividad laboral.

Frente de explotación: si se trabaja en horas de baja luminosidad natural (sol) tendremos el riesgo presente.

Planta de tratamiento: podemos tener presente el riesgo, ya que al igual que en el frente de explotación, si se trabaja en horas de baja luminosidad natural (sol) tendremos que utilizar la artificial, con lo cual el riesgo estará presente.

Oficinas, talleres y locales cerrados: Aquí está presente el riesgo siempre, es decir, necesitamos de luminosidad artificial.

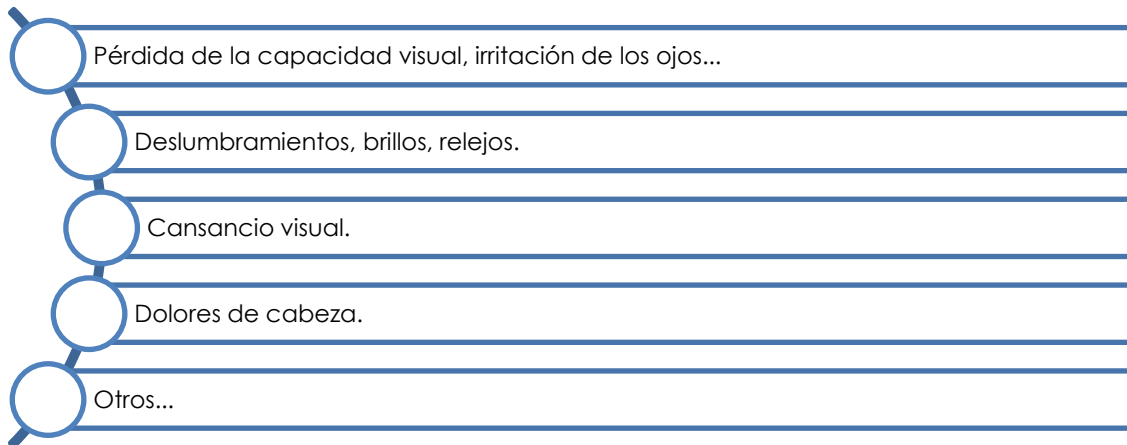
A continuación se describen los diferentes lugares donde los trabajadores se pueden ver afectados por la iluminación y el nivel de riesgo al que están expuestos:

Actividades o procesos	RIESGO MUY IMPORTANTE	RIESGO IMPORTANTE	RIESGO MODERADO	RIESGO DE NIVEL BAJO O SIN RIESGO
Perforación y voladura				
Carga del material				
Transporte del material				
Planta de tratamiento				
Báscula				
Taller mecánico y de mantenimiento				
Oficinas				

4.5.3. Daños relacionados con la iluminación

Cuanto mayor sea la presión requerida para una determinada tarea, mejor deberá de ser la calidad del nivel de iluminación del entorno.

Si no se da una correcta iluminación en el lugar de trabajo podrían aparecer los siguientes síntomas:



4.5.4. Normativa de aplicación

A continuación se cita la diferente legislación aplicable a iluminación:

- 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 (para los locales cerrados).
- Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el reglamento general de normas básicas de seguridad minera.

4.5.5. Actividades técnicas

A continuación se detallan las labores que deben de realizar los servicios de prevención.



4.5.5.1. Método de medida

A la hora de realizar la medida de la iluminación se realizará mediante la utilización de un luxómetro, colocándolo de forma adecuada dependiendo de las condiciones de trabajo:

- Cuando se trabaje en planos horizontales, por ejemplo, oficinas, plantistas; el luxómetro se deberá de colocar en el plano horizontal de trabajo.
- Cuando se trabaje en el taller mecánico, el luxómetro se tendrá que colocar en el plano donde desarrolle la actividad el trabajador (banco de trabajo, motor, rueda...).
- Cuando se trabaje en cualquier otra zona que no sean las anteriores, el luxómetro se tendrá que colocar en el plano de trabajo donde se desarrolle la actividad de trabajo.



4.5.5.2. Equipo de muestreo

Para la medida de la iluminación utilizaremos un luxómetro. Los luxómetros son instrumentos portátiles que incorporan visualizador LCD de lectura directa. Estos equipos suelen medir la iluminancia, luminancia, PAR e irradiancia.

4.5.5.3. Tamaño de la muestra

El luxómetro coge medidas instantáneas, con lo cual en el instante tenemos la iluminación que se da en el lugar de trabajo donde se esté midiendo.

El número de medidas dependerá de las condiciones que tengamos en el trabajo:

- Si se trabaja en un lugar donde la iluminación no tenga variación, con una sola medida será suficiente, por ejemplo en oficinas o bien un plantista con una iluminación artificial constante durante la jornada de trabajo.
- Si se trabaja en zonas donde pueda variar la iluminación bastante, el número de medidas podría ser en función de la luz artificial que tengamos en el lugar de trabajo, por ejemplo taller mecánico u otro lugar de trabajo donde la iluminación no sea constante. El número de medidas podría ser:
 - Al principio de la jornada (con el amanecer).
 - En el medio de la jornada (máxima iluminación artificial).
 - Al final de la jornada (con la puesta de sol).

El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm. del suelo.

Esta medida que tomamos se comparará con el valor límite que se establezca para cada caso.

4.5.6. Evaluación del riesgo en función del valor límite

Como se ha comentado en otros apartados se sabe que el 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, no es de aplicación a la extracción minera, pero sí que afecta cuando no estemos en el frente de explotación, por ejemplo oficinas, plantista, taller, lugares cerrados...

La iluminación de los lugares de trabajo deberá 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 deberá 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.
- Siempre que sea posible, los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por sí sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.
- Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla.

Zona o parte del lugar de trabajo	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecutan tareas con:	
Bajas exigencias visuales.	100
Exigencias visuales moderadas.	200
Exigencias visuales altas.	500
Exigencias visuales muy altas.	1000
Dependiendo del área:	
De uso ocasional.	50
De uso habitual.	100

- Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:
 - En las áreas o locales de uso general existan riesgos apreciables de caídas, choques u 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.
- No obstante lo señalado en los párrafos anteriores, estos límites no serán aplicables en aquellas actividades cuya naturaleza lo impida.

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.

4.5.7. Medidas preventivas

Para que la salud del trabajador no se vea afectada por las condiciones de iluminación, se deben de tener en cuenta las siguientes medidas preventivas:

- Iluminación suficiente de acuerdo con los límites mencionados anteriormente.
- En el caso de que el trabajador tenga que llevar gafas, que su utilización sea la correcta.
- Intentar que los equipos y/o el mobiliario sea el adecuado para que no se produzcan reflejos indeseados.
 - Emplear acabados de aspecto mate en las superficies de trabajo y del entorno.
 - Situar las luminarias respecto al puesto de trabajo de manera que la luz llegue al trabajador lateralmente. En general, es recomendable que la iluminación le llegue al

trabajador por ambos lados con el fin de evitar también las sombras molestas cuando se trabaja con ambas manos.

- Emplear luminarias con difusores, así como techos y paredes de tonos claros, especialmente cuando la tarea requiera la visualización de objetos pulidos.
- Orientación adecuada de los planos donde se va a realizar la tarea para que no se produzcan reflejos indeseados (pantallas de visualización, etc...).
- En áreas próximas, aunque tengan necesidades de iluminación distintas, no deben existir niveles de iluminación muy diferentes; se recomienda que dichos niveles no difieran en un factor mayor de 5; por ejemplo, el acceso y los alrededores de una zona de trabajo cuyo nivel de iluminación sea de 500 lux, debería tener una iluminación de, al menos, 100 lux.
- Para evitar el deslumbramiento perturbador, los puestos y áreas de trabajo se deben diseñar de manera que no existan fuentes luminosas o ventanas situadas frente a los ojos del trabajador. Esto se puede lograr orientando adecuadamente los puestos o bien apantallando las fuentes de luz brillantes.
- Para evitar el deslumbramiento molesto es necesario controlar todas las fuentes luminosas existentes dentro del campo visual. Esto conlleva la utilización de persianas o cortinas en las ventanas, así como el empleo de luminarias con difusores o pantallas que impidan la visión del cuerpo brillante de las lámparas.

4.5.8. Información y formación de los trabajadores

Según el Real Decreto 486/1997 sobre los lugares de trabajo, el empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una información adecuada sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

Hay que recordar que este Real Decreto no es de aplicación a explotaciones mineras, con lo cual no afecta al frente de explotación y planta de tratamiento, solo a lugares cerrados como oficinas y talleres mecánicos.

5. RIESGOS QUÍMICOS

Otro de los riesgos higiénicos, que pueden estar presentes en el sector de los áridos, son los de origen químico. Estos riesgos de origen químico también pueden afectar a la salud de los trabajadores si no se ponen las medidas preventivas que sean adecuadas para prevenirlos.

Uno de los principales riesgos higiénicos que está presente en el sector de los áridos es el polvo, pero además también podemos encontrar otros como los humos de soldadura en las operaciones de mantenimiento o los humos de combustión de las diferentes máquinas de combustión interna que pueden estar presente en el lugar de trabajo.

En los apartados siguientes se estudian con más detalle cada uno de estos riesgos identificados.

5.1. Polvo

El polvo es uno de los riesgos higiénicos de origen químico que está muy presente en el sector de los áridos, debido a que continuamente se está moviendo y triturando grandes cantidades de material que por sus características proporcionan una suspensión particulada del mismo, manifestándose como polvo.



Este polvo, si estamos expuestos a él, puede ser perjudicial para nuestra salud, con lo cual debemos de evitarlo en su origen si es posible y utilizar los medios de protección adecuados para que la salud de los trabajadores no se vea afectada si fuera necesario.

Dentro de este polvo lo más interesante en cuanto a la afección de la salud de los trabajadores es la sílice cristalina, que se encuentra presente en muchos de los minerales que componen los áridos.

5.1.1. Descripción del polvo

Lo que se conoce como polvo es la suspensión de partículas sólidas, particulada y dispersa en la atmósfera, producida por los procesos

mecánicos (trabajos de perforación, arranque y voladura, movimiento de maquinaria por pistas y accesos...) y/o movimiento del aire de un determinado material. En el caso del sector de los áridos el material principal presente será el que tengamos en el frente de explotación la planta de tratamiento y acopios.



Como se ha descrito en el apartado anterior este polvo puede contener sílice, que es un grupo de minerales que se compone de silicio y oxígeno (SiO_2), los dos elementos más abundantes de la corteza terrestre. Esta sílice se presenta normalmente en estado cristalino, aunque en algunos productos también puede presentarse en estado amorfo (no cristalino).

Los áridos naturales más comunes son la arena, la grava y la roca triturada, que dependiendo de la localización de la explotación y de su utilización, tendrán una determinada composición de minerales en la que podemos encontrar una determinada cantidad de sílice:

Mineral	% Sílice (SiO ₂)
Arcilla plástica.	Entre el 5-50
Basalto.	Hasta el 5
Diatomea natural.	Entre el 5-30
Dolerita.	Hasta el 15
Sílex.	Superior al 90
Granito.	Hasta el 30
Gravilla.	Superior al 80
Minerales de hierro.	Entre el 7-15
Piedra caliza.	Normalmente inferior al 1
Cuarcita.	Superior al 95
Arena.	Superior al 90
Arenisca.	Superior al 90
Esquisto.	Entre el 40-60
Pizarra.	Hasta el 40

5.1.2. Localización del riesgo

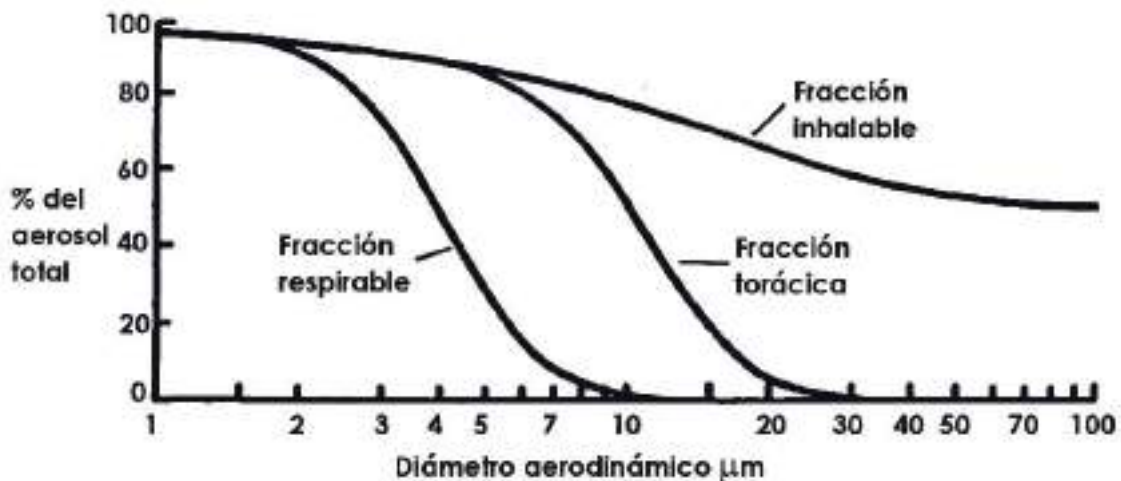
El polvo puede estar presente en todos los procesos de extracción y elaboración dentro del sector de los áridos. A continuación se describen los diferentes lugares donde se puede encontrar el polvo y el nivel de riesgo al que están expuestos:

Actividades o procesos	RIESGO MUY IMPORTANTE	RIESGO IMPORTANTE	RIESGO MODERADO	RIESGO DE NIVEL BAJO O SIN RIESGO
Perforación y voladura				
Carga del material				
Transporte del material				
Planta de tratamiento				
Báscula				
Taller mecánico y de mantenimiento				
Oficinas				

5.1.3. Daños relacionados con el polvo

La sílice cristalina se encuentra, en diversas cantidades, en muchos tipos de materiales como ya hemos expuesto. Los trabajadores del sector están potencialmente expuestos a polvo que puede contener polvo con sílice cristalina respirable.

No todo el polvo es igual, para cada tipo de polvo, existen diferentes tamaños de partículas, a las que a menudo se hace referencia como fracciones de polvo. Cuando se inhala el polvo, el punto de sedimentación en el sistema respiratorio humano depende de la gama de tamaños de partículas presentes en el polvo.



Existen 3 fracciones de polvo: las fracciones inhalables, torácicas y respirables. En el caso de la sílice cristalina, la fracción respirable de polvo es la que nos interesa por los efectos sobre la salud.

El polvo o fracción respirable puede penetrar profundamente en los pulmones. Los mecanismos de defensa natural del cuerpo pueden eliminar la mayor parte del polvo respirable inhalado. Sin embargo, en casos de exposición prolongada a niveles excesivos de este polvo, se hace difícil su eliminación de los pulmones y una acumulación del mismo puede, a largo plazo, ocasionar efectos irreversibles sobre la salud debido al hecho de que los efectos de la sílice cristalina sobre la salud están relacionados con la fracción de polvo respirable.

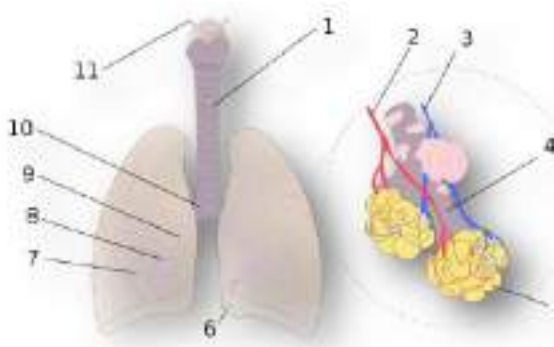


Ilustración 1. Partes del pulmón.

1:Tráquea 2:Vena pulmonar 3:Arteria pulmonar 4:Conducto alveolar 5:Alvéolos 6:Corte cardíaco 7:Bronquiolos 8:Bronquios terciarios 9:Bronquios secundarios 10:Bronquios primarios 11:Laringe.

La siguiente ilustración explica la diferencia entre las diferentes fracciones de polvo.



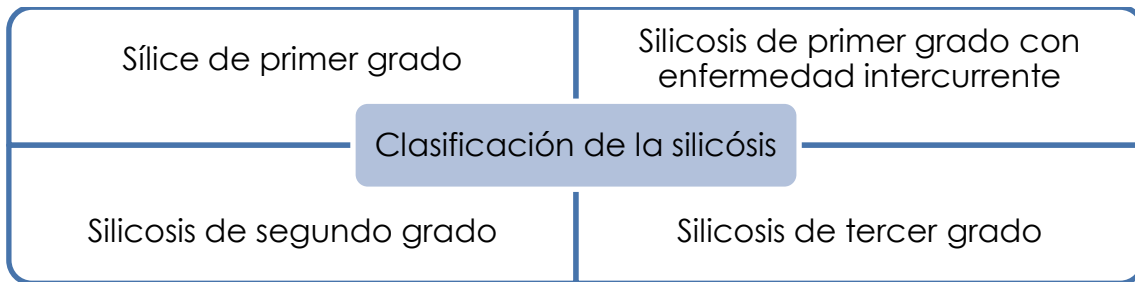
Tamaño de las partículas	Capacidad de penetración pulmonar
>100 micras	No puede inhalarse.
100 – 50micras	Se suele retener en nariz y garganta.
< 50 micras	Penetra en los pulmones.
< 5 micras	Penetra hasta el alveolo pulmonar.

Este polvo dependiendo de la cantidad, el tamaño de las partículas y el tiempo de exposición, el trabajador podrá contraer las siguientes enfermedades:

- Silicosis simple.
- Silicosis complicada, también llamada fibrosis masiva progresiva

Mientras que la silicosis simple apenas produce alteraciones pulmonares a quien la padece, la silicosis complicada se caracteriza por importantes trastornos que incluso pueden llegar a acortar la esperanza de vida.

Desde el punto de vista médico la silicosis se clasifica en:



- Silicosis de Primer Grado:** La enfermedad se manifiesta y se diagnostica radiológicamente. Por sí misma no representa disminución en la capacidad de trabajo, pero se debe evitar continuar con la exposición al polvo para que no evolucione a un grado mayor. No tiene la consideración de situación constitutiva de invalidez, pero sí requiere un cambio de puesto. La normativa exige un puesto de trabajo exento de riesgo pulvígeno.
- Silicosis de Primer Grado con enfermedad intercurrente:** Si la silicosis va acompañada de otras enfermedades como bronconeumopatía, cardiopatía crónica o tuberculosis residual, pasa a equipararse legalmente a una de segundo grado con lo que estaríamos ante una enfermedad profesional que sí es constitutiva de invalidez.
- Silicosis de Segundo Grado:** Incapacitan al trabajador para desempeñar las tareas fundamentales de su puesto, por lo que se accede a la denominada Incapacidad Permanente y Total para la profesión habitual, con derecho a una pensión del 55% del salario y la posibilidad de compatibilizar dicha pensión con otro empleo exento de riesgo. Cumplidos los 55 años, de no encontrarse con empleo, la pensión se incrementa hasta el 75% de la base reguladora.
- Silicosis de Tercer Grado:** La enfermedad se manifiesta al menor esfuerzo físico por lo que resulta incompatible con todo tipo de trabajo, dando derecho a la situación de Incapacidad Absoluta, con pensión vitalicia del 100% del salario

Otras enfermedades relacionadas con la exposición a la sílice pueden ser: Tuberculosis, Cáncer de pulmón y enfermedad pulmonar obstructiva crónica.

Según la clasificación de enfermedades profesionales relacionadas con la silicosis tenemos la silicosis asociada o no a tuberculosis pulmonar. Trabajos expuestos a la inhalación de polvo de sílice libre, y especialmente:

Enfermedades profesionales	Código
Trabajos en minas, túneles, canteras, galerías.	4A0101
Trabajos en seco, de trituración, tamizado y manipulación de minerales o rocas.	4A0103
Neumoconiosis y talcosis debida a los polvos de silicatos. Trabajos expuestos a la inhalación de polvos de silicato, y especialmente en extracción y tratamiento de minerales que liberen polvo de silicatos.	4D0201
Silicocaolinos, en extracción y tratamiento de minerales que liberen polvo de silicatos.	4D0201

5.1.4. Normativa de aplicación

En cuanto al polvo se debe de tener en cuenta la siguiente normativa de aplicación.

- Real Decreto 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.
- ITC 2.0.02. Protección de los trabajadores contra el polvo, en relación con la silicosis, en la industria extractiva del RGNBSM.

5.1.5. Actividades técnicas

A continuación se detallan las labores que deben de realizar los servicios de prevención.

5.1.5.1. Método de medida

En el caso del polvo en el sector de los áridos, la parte que nos interesa medir es la fracción respirable de polvo y dentro de ella el contenido de sílice, si la hubiese. La fracción respirable se define como la fracción de la masa de las partículas inhaladas que penetran en las vías respiratorias no ciliadas. Para la determinación del riesgo de exposición al polvo, los parámetros a tener en cuenta serán:

- La concentración de sílice contenida en la fracción respirable del polvo, medida en mg/m³.

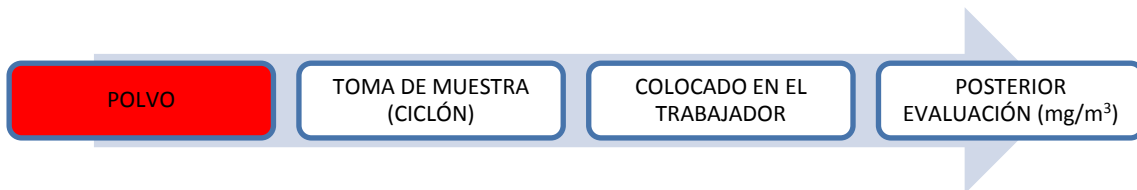
- La concentración de la fracción respirable del polvo, medida en mg/m^3 .

Para captar la fracción del aerosol se deben utilizar muestreadores basados en ciclones, impactadores y elutriadores con el fin de eliminar las partículas no respirables del polvo antes de su captación en un filtro. De todos ellos, el sistema del ciclón, que separa las partículas por acción centrífuga, es el método más tradicional de muestreo personal de la fracción respirable.



Para realizar esta medida se le colocara un muestreador (en este caso un ciclón) al trabajador de tal manera que este muestreador recoja las partículas de polvo para su posterior evaluación.

Estos muestreadores toman una muestra de volumen de aire conocida que contiene polvo, con lo cual podremos conocer el contenido de polvo y/o sílice que tenemos en mg/m^3 .



Los elementos del sistema de muestreo son los siguientes:

Bomba de aspiración: es una bomba que equipo o dispositivo que aspira aire de tal modo que capta el polvo a través del muestreador. Esta bomba debe de asegurar el correcto funcionamiento, cumpliendo los requisitos establecidos por la norma UNE 1232, y estar calibrada.

Muestreador: en este caso sería el ciclón que colocaríamos para que captase el polvo. Estos muestreadores estarán colocados en la zona de respiración del trabajador.



Esta zona de respiración es el espacio alrededor de la cara del trabajador del que éste toma el aire que respira. Esta zona sería una semiesfera de 0,3 metros de radio que se extiende por delante de la cara del trabajador, cuyo centro se localiza en el punto medio del segmento imaginario que une ambos oídos y cuya base está constituida por el plano que contiene dicho segmento, la parte más alta de la cabeza y la laringe.

El trabajador deberá de llevar este muestreador el tiempo que el técnico crea necesario para que la evaluación sea representativa (normalmente 8 horas).

El empresario deberá de tener en cuenta, a la hora del muestreo, los siguientes factores:

Factor	Naturaleza del efecto
Tamaño de las partículas.	Selección de las partículas en función del tamaño
Velocidad del viento.	La velocidad del viento en el orificio de entrada influye en la aspiración, especialmente para valores elevados y partículas grandes.
Dirección del viento.	La orientación del viento en el orificio de entrada influye en la aspiración.
Composición del polvo.	Rebote y re-arrastre de las partículas; ruptura de los aglomerados.
Masa del polvo muestreada.	La eficacia de recogida del polvo varía en las superficies muy colmatadas.
Carga del polvo.	Atracción o repulsión de las superficies.
Variabilidad de los muestreadores.	Una diferencia dimensional pequeña produce un efecto aerodinámico grande.
Variación del caudal.	El mecanismo de separación de las partículas depende fuertemente del caudal.
Tratamiento de superficies.	La eficacia de recogida puede verse afectada por los tratamientos superficiales realizados a los muestreadores.

Además de las variables mencionadas en la tabla, también deberán tenerse en cuenta los potenciales efectos de la temperatura, la presión, la humedad, las vibraciones, etc., así como la posibilidad de interacción entre el caudal del aire y la velocidad del aire exterior (si la caída de presión a través del muestreador es pequeña) o bien la capacidad del

orificio de entrada del muestreador para recoger partículas que van en su dirección o que se sedimentan en él.

5.1.5.2. Equipo de muestreo

Como se ha indicado anteriormente, los equipos para realizar el muestreo cuentan con una bomba de aspiración, conectada al muestreador (ciclones para la fracción respirable). Este muestreador contiene un filtro sujetado por un portafiltros.

Bomba de aspiración

El elemento que capta el caudal de aire es la bomba de aspiración (Bomba de muestreo personal). Las bombas utilizadas habitualmente para la obtención de muestras en higiene industrial son bombas de las llamadas de diafragma o de pistón, accionadas por un motor y alimentadas por baterías. Estas bombas se suelen colocar en la cintura de los trabajadores.

Bomba para muestreo personal y ambiental, cuyo caudal se calibra en el margen específico para cada contaminante (generalmente entre 1 y 3 litros por minuto), con una exactitud de $\pm 5\%$. Estos requisitos deben de verificarse para las horas de utilización de las bombas.

La calibración de la bomba debe realizarse con el mismo tipo de soporte o unidad de captación, con el fin de que la pérdida de carga sea similar a la que se tendrá en el muestreo.

A continuación se muestran los diferentes tipos de ciclones que hay.

Ciclón de nylon 10-mm, DORR OLIVER

Es uno de los ciclones más clásicos, que se ha venido utilizando tradicionalmente en USA y en España para captar la fracción respirable, principalmente de sílice libre.

Características: generalmente montado en un soporte metálico, que se acopla a un casete de 37 mm de diámetro, de 2 ó 3 cuerpos que contiene un filtro apropiado a la metodología analítica a aplicar. El caudal de 1,7 l/min es el más recomendado por adaptarse al convenio de la fracción respirable.



Ciclones para fracción respirable BGI

Características: El ciclón BGI-4, tipo Higgins and Dewell (HD), utilizado para captar la fracción respirable, básicamente de polvos minerales. Inicialmente fabricado en acero inoxidable y con el colector del polvo en aluminio anodizado. Existen 2 modelos:

1. BGI-4L, con el cuerpo de aluminio niquelado y el colector de las partículas en aluminio anodizado.
2. BGI-4CP, con el cuerpo de plástico conductor y el colector de las partículas de neopreno.



Las muestras se captan a un caudal de 2,2 l/min a través de un casete de plástico conductor, conteniendo un filtro de 25 mm de la naturaleza adecuada a la aplicación y análisis. La fracción respirable se recoge en el filtro y la no respirable, en el capuchón inferior.

Ciclón de plástico SKC / Casella

Características: Son ciclones muy similares, del tipo genérico Higgins and Dewell (HD), para captar la fracción respirable. Son ciclones ligeros, fabricados con material plástico conductor, que se conectan a una bomba de muestreo ajustada a un caudal de 2,2 l/min. El SKC ciclón se ha estado utilizando en la UE a 1,9 l/min. La fracción respirable se recoge sobre un filtro de 25 mm, colocado en un casete adecuado, y la fracción no respirable, se recoge en el capuchón de la base del ciclón.



Ciclón de aluminio SKC

Características: El ciclón de aluminio SKC es un muestreador personal de la fracción respirable, ligero de peso, que se utiliza acoplado a un casete de 3 piezas conteniendo un filtro. Está disponible en 2 tamaños para ser utilizado con casete de 25 mm o de 37 mm. El material del filtro su porosidad se selecciona de acuerdo con las especificaciones del método analítico. La fracción respirable se recoge en el filtro y la no respirable es recogida en el capuchón inferior. El caudal recomendado por SKC es de 2,5 l/min.



5.1.5.3. Tamaño de la muestra

La evaluación del polvo se realizará a todo el personal que en su puesto de trabajo esté presente este riesgo, principalmente a los que estén en el frente de explotación y plantas de tratamiento.

La toma de muestras de polvo se extenderá a toda la jornada de trabajo (periodo de tiempo que, diariamente, corresponde a la jornada laboral completa), de tal manera que la toma de la muestra está cerca de las 8 horas (jornada laboral).

Cuando existan exposiciones picos de polvo, es decir, periodos de trabajo donde la exposición al polvo sea muy alta, el técnico deberá de tener en cuenta esos periodos porque es donde tendrán que tomar las muestras.

Cuando exista riesgo de saturación de la membrana, como consecuencia de una excesiva concentración de polvo, o cuando la producción de polvo sea uniforme a lo largo de la jornada de trabajo, se podrá reducir la duración de la toma de muestras siempre que la muestra sea suficiente y representativa de la actividad desarrollada durante la totalidad de la jornada de trabajo.

5.1.6. Evaluación del riesgo en función del valor límite

Cuando la evaluación de riesgos ponga de manifiesto que puede originarse polvo, el documento de planificación de la acción preventiva, incluirá un plan para el control de la exposición al polvo en el que se incluyan las medidas de tipo técnico que se van a adoptar

para suprimir, diluir, asentar y evacuar el polvo que pueda producirse y/o afectar en la realización de los trabajos, así como las medidas de protección y de prevención a adoptar y, en su caso, el material de protección que deba utilizarse y un plan de mantenimiento periódico de los equipos y sistemas de prevención contra el polvo.

Una vez obtenidas las muestras se tendrán que comparar con los valores límite de exposición y aplicar una serie de medidas en función del valor obtenido:

Agente	Valor límite ambiental (VLA-ED) en mg/m ³
Sílice cristalina: cuarzo	0,10
Polvo	3,00

A continuación se expone las actuaciones preventivas y de toma de muestra que se deben de realizar en función de las muestras obtenidas.

Muestra	Medidas aplicadas	Periodicidad de da la toma de muestras
Muestra < 50% del VLA-ED	Medidas preventivas.	El empresario solicitará a la autoridad minera la reducción del número de muestras a una anual, o hasta 3 años.
50% del VLA-ED < Muestra < VLA-ED	Medidas preventivas.	Se tomarán muestras, al menos, una vez cada 4 meses en los puestos donde exista riesgo de exposición al polvo.
Muestra > VLA-ED	Medidas preventivas especiales.	Una vez adoptadas las medidas se tomarán 3 muestras consecutivas cuyo valor medio será el que determine el nuevo riesgo al que están expuestos los trabajadores*.

Si a pesar de las medidas adoptadas no se consiguiera reducir los valores por debajo de los valores límites (VLA-ED), la autoridad minera, oído el Instituto Nacional de Silicosis, fijará las condiciones para reducir el riesgo de exposición al polvo, entre las que se incluye la disminución de la jornada laboral o la paralización de los trabajos.

5.1.7. Medidas preventivas

En el sector de los áridos la exposición al polvo es un riesgo que está muy presente en el lugar de trabajo, con lo cual siempre hay que

establecer medidas preventivas al respecto que permitan controlar la situación. A continuación se identifican algunas medidas preventivas en función de la localización del puesto de trabajo.

Actividad o lugar de trabajo	Medidas preventivas a adoptar
Perforación	La perforación, en cualquiera de sus modalidades, deberá realizarse con inyección de agua o con dispositivos de captación de polvo. Cuando se utilice como medida de prevención la captación de polvo, éste será recogido y retirado.
Arranque y preparación.	En los trabajos en los que se utilicen equipos o herramientas de perforación, percusión o corte, éstos estarán provistos de las correspondientes medidas de prevención contra el polvo. En el caso de arranque con explosivos, el retacado de los barrenos se hará con materiales exentos de sílice libre, evitando aquellos de granulometría muy fina que, como consecuencia de la explosión, se puedan poner en suspensión originando elevados niveles de polvo.
Carga y transporte.	<p>Tanto en las operaciones de carga como en las de transporte, las cabinas de los vehículos (palas, «dúmpers») deberán estar dotadas de aire acondicionado o filtrado. Las galerías, viales, plazas y pistas de rodadura, deben mantenerse con un grado de humedad suficiente para evitar la puesta en suspensión del polvo depositado en ellas, utilizando, en caso necesario, sustancias que consoliden y mantengan la humedad del suelo. Los lugares de trabajo deberán mantenerse limpios evitando que se acumule polvo que posteriormente se pueda poner en suspensión.</p> <p>Las cintas transportadoras, cuando porten materiales susceptibles de ponerse en suspensión, deberán estar dotadas de un cerramiento o capotaje que evite la acción del viento sobre los materiales transportados o, en su defecto, se mantendrán los materiales convenientemente humidificados.</p>
Puntos de transvase y almacenamiento.	En los transvases, descargas, tolvas y almacenajes de material susceptibles de producir polvo, se adoptarán medidas de prevención tales como el riego de los materiales, instalación de campanas de aspiración, cerramientos, apantallamientos, tubos que eviten la acción del viento sobre la caída de materiales u otros sistemas apropiados para evitar la puesta en suspensión del polvo.
Maquinaria e instalaciones.	Los alimentadores, molinos, cribas y, en general, toda maquinaria o instalación susceptible de producir polvo, deberán estar dotados de sistemas eficaces de prevención, tales como cerramientos, aspiración de polvo, pulverización de agua, etc.
Ensacado.	Los dispositivos de ensacado deben estar dotados de sistemas de aspiración y aislamiento eficaces para evitar que el polvo se ponga en suspensión.

Actividad o lugar de trabajo	Medidas preventivas a adoptar
Naves y locales de fabricación, tratamiento y almacenamiento.	En todos estos lugares es necesario realizar una renovación continua del aire, mediante instalaciones apropiadas, para diluir y evacuar el polvo. En todos los lugares de trabajo, con presencia habitual de trabajadores, es necesario realizar una limpieza periódica y eficaz del polvo depositado, mediante sistemas de aspiración o por vía húmeda.
Otras medidas de prevención.	Cuando las condiciones específicas de algunas labores no permitan la utilización de los anteriores sistemas de prevención, el empresario podrá tomar otras medidas alternativas, que pondrá en conocimiento de la autoridad minera.

Las anteriores medidas adoptadas se complementaran con las señaladas a continuación:

- Aislamiento de cabinas de vehículos y puestos de mando de máquinas e instalaciones con sistemas de aire acondicionado o filtrado.
- Separación del personal del foco de producción de polvo, mediante la utilización de mandos a distancia o cualquier otra medida organizativa.
- Utilización de equipos de protección individual (mascarillas del tipo FFP2 como mínimo, siendo recomendables las del tipo FFP3). La utilización de equipos de protección individual nunca suplirá a las medidas técnicas de prevención que puedan suprimir, diluir, asentar o evacuar el polvo.

5.1.8. Actividades de medicina del trabajo

No serán aptos para trabajar en ambientes con polvo los trabajadores que se encuentren en cualquiera de las siguientes condiciones:

- Cualquier bronconeumopatía crónica que provoque alteración funcional respiratoria (de la ventilación, perfusión, o difusión) de carácter permanente.
- Cualquier alteración funcional respiratoria de carácter permanente derivada de deformidades torácicas o enfermedades no respiratorias (muscular, neurológica, sistémica).
- Alteraciones de la radiografía de tórax atribuidas a tuberculosis pulmonar residual.

- Cardiopatía orgánica en grado funcional II (Asociación Americana de Cardiología).
- Tuberculosis pulmonar o pleural activa.
- Cualquier alteración funcional respiratoria, que tenga carácter transitorio.

Las empresas no podrán contratar trabajadores que en el reconocimiento médico no hayan sido calificados como aptos para desempeñar los puestos de trabajo con riesgo de silicosis. Igual prohibición se establece respecto a la continuación del trabajador en su puesto de trabajo cuando no se mantenga la declaración de aptitud en los reconocimientos sucesivos.

Excepcionalmente, por exigencias de hecho de la contratación laboral, se podrán efectuar los reconocimientos médicos inmediatamente después de la iniciación del trabajo.

5.1.8.1. Contenido mínimo de los reconocimientos médicos

En cada reconocimiento médico en el que se examine la aptitud para ocupar puestos de trabajo con riesgo de silicosis, se efectuarán como mínimo, los siguientes estudios, pudiendo ser ampliados, a juicio del médico responsable:

Historia laboral.

Anamnesis y exploración física.

Espirometría.

Radiografía de tórax en proyecciones postero-anterior y lateral.

5.1.8.2. Reconocimiento médico previo a la admisión a puestos de trabajo con riesgo de silicosis

Sólo podrán ser admitidas, para ocupar puestos de trabajo con riesgo de silicosis, las personas que hayan superado el examen médico específico, que constará, al menos, de los estudios previstos en el apartado anterior, pudiendo ser ampliados a juicio del médico responsable.

5.1.8.3. Reconocimientos médicos periódicos

Para los trabajadores a los que es de aplicación el protocolo de silicosis y otras neumoconiosis, esta será la frecuencia:

Actividad	Reconocimiento médico periódico
Trabajos con riesgo de silicosis.	Intervalos de 1 a 3 años.
En sospecha de sobreexposición, por encima de los valores límite.	Al menos con periodicidad anual.

Estos intervalos estarán en función de los factores individuales y el tiempo de exposición.



En los reconocimientos que se realicen a las personas que ya ocupen puestos de trabajo con riesgo de silicosis, la historia laboral deberá incluir los valores de las mediciones de polvo a los que haya estado expuesto el trabajador.

Los valores de exposición a que estén sometidos los trabajadores se registrarán periódicamente en fichas individualizadas para cada

trabajador a fin de conocer el riesgo acumulado al que han estado expuestos. Estas fichas se adjuntarán a su expediente médico.

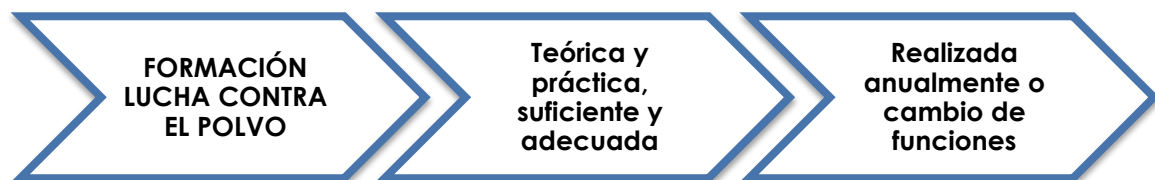
5.1.8.4. Personal Facultativo

El médico del trabajo del servicio de prevención responsable de los reconocimientos médicos señalados en los apartados anteriores de ITC 2.0.02, deberá acreditar una formación y experiencia específica en relación al diagnóstico y valoración de la silicosis y demás patologías relacionadas con la exposición a sílice, de acuerdo con las recomendaciones del Instituto Nacional de Silicosis que, como mínimo, incluirá un especial entrenamiento en la lectura de la radiografía de tórax, conforme a los criterios establecidos en la Clasificación Internacional de la Organización Internacional del Trabajo de Radiografías de Neumoconiosis, 2000 (ILO-2000), y en la práctica e interpretación de las pruebas básicas de función pulmonar.

5.1.9. Información y formación a los trabajadores

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban la formación e información necesarias de conformidad con la normativa laboral, en relación con su protección y prevención frente al riesgo de la exposición al polvo.

En lo que se refiere a la formación, la empresa deberá asegurar que cada trabajador recibe una formación, teórica y práctica, suficiente y adecuada en materia de lucha contra el polvo en su puesto de trabajo. La labor formativa deberá repetirse, al menos, una vez al año y, en particular, cuando el trabajador cambie de funciones, de puesto o de lugar de trabajo.



En relación con la información, estará a disposición de los trabajadores la relativa a:

- a) Riesgos que para la salud implica la exposición al polvo y controles médicos que se deben efectuar.

- b) Los sucesivos niveles de polvo registrados en sus puestos de trabajo en las mediciones efectuadas en los mismos.
- c) Medidas técnicas de lucha contra el polvo llevadas a cabo por la empresa en su puesto de trabajo.
- d) Instrucciones y recomendaciones sobre las medidas preventivas que deben ser adoptadas por el propio trabajador así como sobre la utilización y manejo de los equipos de protección individual.

5.2. Humos de soldadura

Los trabajos soldadura, además de emitir radiaciones, también emiten una serie de humos que pueden ser peligrosos para la salud. Estos humos pueden contener sustancias que pueden afectar a la salud de los trabajadores cuando están expuestos a ellos.

Para evitar que esos humos afecten a la salud de los trabajadores hay que tratar de identificarlos e intentar evitar que esas sustancias que pueden ser tóxicas no lleguen afectar a la salud de los trabajadores.

5.2.1. Descripción de los humos de soldadura

Los humos de soldadura dependerán de los procedimientos de soldadura que apliquemos, entre otros factores que se tratarán a continuación. Los procedimientos principales de soldadura son los siguientes:

SOLDADURA ELÉCTRICA AL ARCO

- Se realiza mediante calor (electricidad) y un material de aporte (electrodos).

SOLDADURA OXIACETILÉNICA Y OXICORTE

- Se utiliza un gas, normalmente acetileno, combinado con oxígeno.

SOLDADURA TIG (TUGSTENO INERTE GAS)

- El gas que se utiliza es tugsteno, junto con un material de aporte que será el mismo que la pieza a soldar.

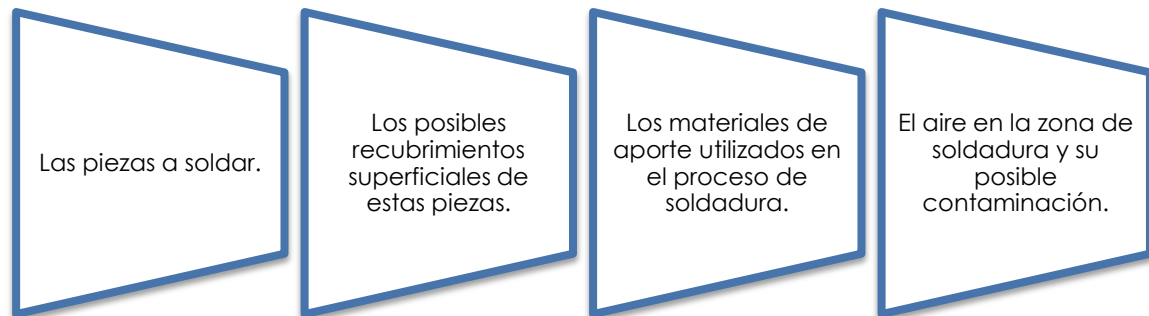
SOLDADURA MIG-MAG

- La fusión se produce debido al arco eléctrico que se forma entre un electrodo (alambre continuo) y la pieza a soldar

Los humos de soldadura son una suspensión de partículas formadas por condensación del estado gaseoso, originadas por sublimación o volatilización de metales y, a menudo, acompañadas por una oxidación. Son extremadamente finas y esféricas.

CONTAMINANTES PROCEDENTES DEL RECUBRIMIENTO DE LAS PIEZAS			
Operaciones	Recubrimientos más frecuentes	Contaminantes característicos	
Soldadura y corte por cualquier procedimiento en el que se produzca la fusión del recubrimiento de la pieza.	Recubrimientos metálicos.	Galvanizado.	Óxido de zinc. Óxido de plomo.
		Cromado.	Óxido de cromo.
		Niquelado.	Óxido de Níquel.
		Cobrado	Óxido de cobre.
		Cadmiado.	Óxido de cadmio.
	Recubrimientos con pinturas, barnices, resinas, plásticos, etc.	Todos.	Anhídrido carbónico, Monóxido de carbono. Mezclas complejas (*) de descomposición de productos orgánicos.
		Pinturas generales.	Óxidos de los metales de sus pigmentos.
		Pinturas con minio.	Óxido de plomo.
		Pinturas con cromatos.	Óxidos de cromo, plomo y zinc.
	Impregnación de las piezas con residuos de fabricación.	Fluidos de corte. Aceites antioxidantes.	Anhídrido carbónico, Monóxido de carbono, Acroleína, Mezclas complejas de descomposición de productos orgánicos.
		Disolventes clorados: Tricloroetileno, Percloroetileno, etc.	Fosgeno.
	Montaje y desguace de equipos con aislamiento de amianto mediante soldadura y oxicorte.		Amianto.

Los humos de soldadura son una mezcla de partículas y gases generados por el fuerte calentamiento de las sustancias presentes en el entorno del punto de soldadura o de oxicorte. Estas sustancias son fundamentalmente:



Estas sustancias pueden contener una serie de contaminantes que pueden ser tóxicos. A continuación se muestran de forma no exhaustiva.

CONTAMINANTE PROCEDENTE DE LA BASE DE LAS PIEZAS		
Operación	Metal base más frecuente	Contaminantes característicos. Óxidos de:
Soldadura, corte, vaciado, relleno, etc. por cualquier procedimiento en el que se produzca la fusión del material base de la pieza.	Aceros al carbono.	Hierro. Manganeso.
	Aceros aleados.	Hierro. Manganeso. Cromo. Níquel.
	Aceros inoxidables.	Hierro. Manganeso. Cromo. Níquel.
	Aluminio.	Aluminio.
	Bronces (según tipos).	Cobre. Estaño. Níquel. Plomo. Zinc. Berilio.
	Latón (Latones aleados).	Cobre. Zinc. Estaño. Manganeso. Plomo.
	Aleaciones cobre-berilio.	Cobre. Berilio.
	Plomo.	Plomo.

CONTAMINANTES PROCEDENTES DE LOS MATERIALES DE APORTE			
Material de aporte	Tipo de soldadura	Contaminantes característicos	
Varilla o alambre desnudo.	Con soplete ("Autógena", "oxigas", "oxiacetilénica").	Según los casos: Óxidos de cobre, zinc, estaño, berilio, manganeso, plomo, plata, y cadmio.	
	TIG; MIG; MAG.	Óxidos de los metales del hilo o de la varilla de aporte (Normalmente los mismos que los de las piezas). Óxidos de cobre cuando el hilo va recubierto de este metal.	
	Soldaduras blandas (Con resina de colofinia).	Según los casos: Óxidos de estaño, plata, plomo y cobre. (Formaldehído).	
Electrodo revestido.	Manual al arco eléctrico. -- Tipo de revestido.	Todos.	Óxidos de hierro u de manganeso.
		Ácidos.	Sílice amorfa.
		De rutilo.	Óxido de titanio
		Básico.	Fluoruros.
		Celulósico.	Monóxido y Dióxidos de carburo (CO y CO ₂).
		Grafito cobreado.	Óxido de cobre. Monóxido y Dióxido de carbono (CO y CO ₂).
		Otros especiales.	Según los casos: Óxidos de cobre, zinc, plomo, níquel y cromo.
Gas de protección.	MAG. En su caso: MIG; TIG; Plasma.	Cuando se aporta anhídrido carbónico: Monóxido y Dióxido de carbono (CO y CO ₂).	
Gases de combustión.	Oxigas.	Óxidos nitrosos, por impurezas de nitrógeno en oxígeno, y anhídrido carbónico (CO ₂).	
	Oxiacetilénica (con acetileno obtenido del carburo cálcico).	Fosfina, por impurezas de fósforo en el carburo cálcico de baja pureza.	
Fundente, Flux, Decapante, Termita.	Electrodo sumergido.	Fluoruros.	
	Uso de decapantes ácidos.	Fluoruros, cloruros.	
	Uso de bórax, carbonatos.	Óxidos alcalinos.	
	Aluminotermia.	Óxidos de aluminio u de hierro.	

CONTAMINANTES PROCEDENTES DEL AIRE Y DE SUS POSIBLES IMPUREZAS		
Operaciones	Contaminantes característicos	Reacciones que los originan
Todas, pero especialmente: Soldadura, corte y calentamiento con llama.	Óxidos de nitrógeno.	Oxidación del nitrógeno del aire.
Soldadura al arco eléctrico: Electrodos, TIG, MIG, plasma, etc. Especialmente trabajando con piezas de aluminio.	Ozonos.	Acción de las radiaciones ultravioleta sobre el oxígeno del aire.
Todas (Cuando el aire está contaminado con disolventes clorados).	Fosgeno.	Descomposición de los disolventes clorados: tricloroetileno, percloroetileno, etc. Procedentes, por ejemplo, de instalaciones de desengrase próximas, secado de piezas, etc.

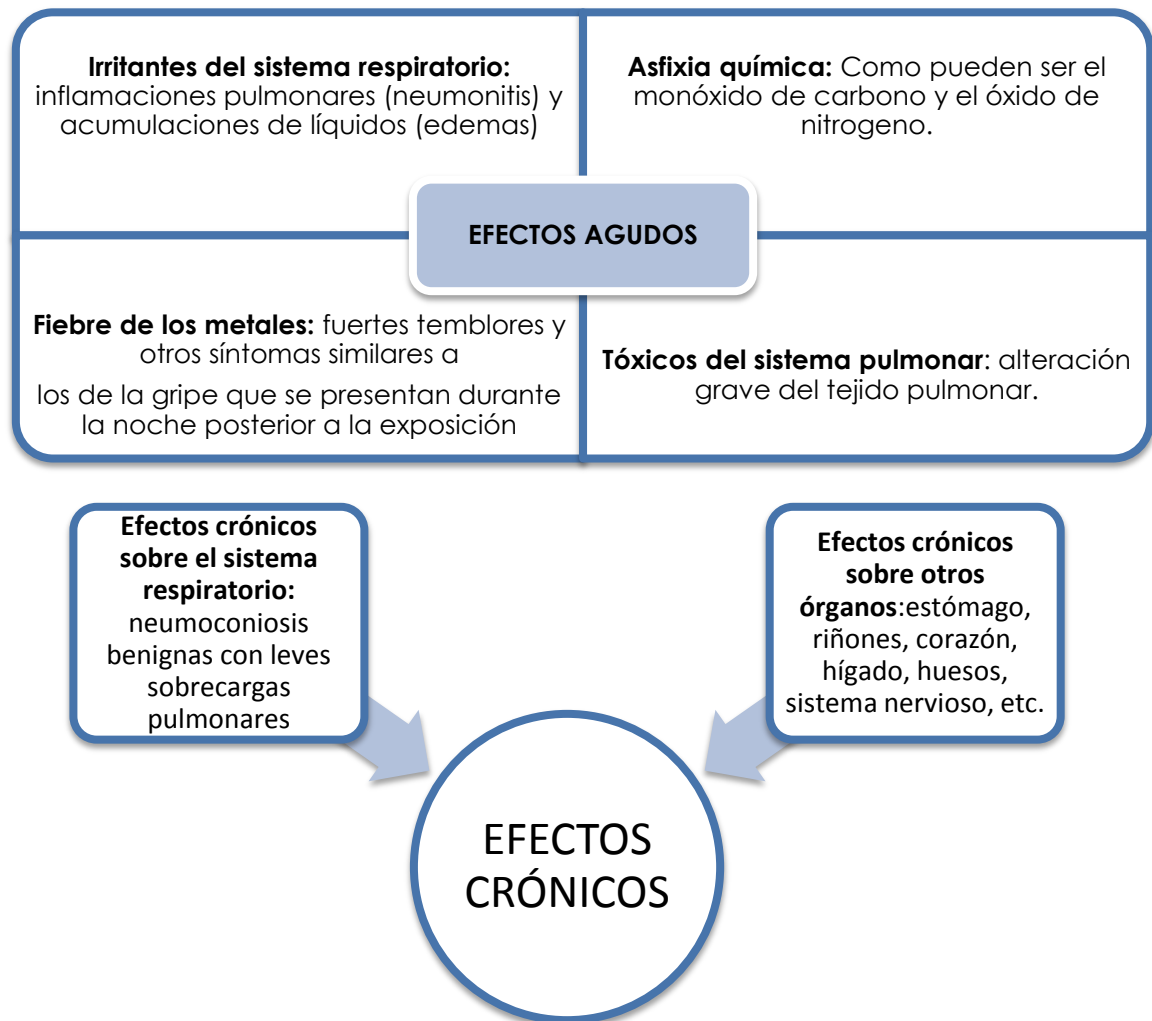
5.2.2. Localización de los humos de soldadura

Los humos de soldadura se encuentran principalmente en las operaciones de mantenimiento y en el taller mecánico.

Actividades o procesos	RIESGO MUY IMPORTANTE	RIESGO IMPORTANTE	RIESGO MODERADO	RIESGO DE NIVEL BAJO O SIN RIESGO
Perforación y voladura				
Carga del material				
Transporte del material				
Planta de tratamiento				
Báscula				
Taller mecánico y de mantenimiento				
Oficinas				

5.2.3. Daños relacionados con los humos de soldadura

La inhalación de humos de soldadura puede ocasionar daños para la salud. Los órganos afectados y la gravedad de las lesiones dependen de los contaminantes presentes en los humos y de la cantidad inhalada. Los principales efectos que se producen se describen a continuación:



Otro tipo de daños se pueden causar debido a la inhalación de estos metales procedentes de los humos de soldadura son:

- **Efectos sensibilizantes:** se dice que una sustancia es sensibilizante cuando después de exposiciones a ella, más o menos prolongadas o intensas, se origina una hipersensibilidad hacia la misma, de forma que posteriores mínimas exposiciones desencadenan reacciones fisiológicas adversas características, muy superiores a las que en principio cabría esperar.
- **Efectos cancerígenos:** en los humos de soldadura, dependiendo de los procesos, pueden estar presentes sustancias potencialmente cancerígenas (por ejemplo el plomo).

- **Efectos teratógenos:** se consideran sustancias teratógenas aquellas que pueden perjudicar el desarrollo del feto durante el embarazo.

Existen una serie de enfermedades profesionales que se relacionan con los trabajos de soldadura.

Actividad	Enfermedad profesional relacionada	Código
Soldadores.	Rinoconjuntivitis.	4I 0126
	Urticarias, angioedemas.	4I 0226
	Asma.	4I 0326
	Alveolitis alérgica extrínseca (o neumonitis de hipersensibilidad).	4I 0426
	Síndrome de disfunción de la vía reactiva.	4I 0526
	Fibrosis intersticial difusa.	4I 0626
	Fiebre de los metales y de otras sustancias de bajo peso molecular.	4I 0726
	Neumopatía intersticial difusa.	4I 0826
Soldadura con antimonio.	Enfermedades causadas por antimonio y derivados.	1B0103
	Enfermedad causada por soldadura con antimonio.	4 J0103
Soldadura y oxicorte de piezas con cadmio.	Enfermedades causadas por cadmio y sus compuestos.	1A0306
	Neoplasia maligna de bronquio, pulmón y próstata.	6G0106
Trabajos que implican soldadura y oxicorte de aceros inoxidables.	Enfermedades causadas por cromo trivalente y sus compuestos.	1A0413
	Níquel y sus compuestos.	-
	Neoplasia maligna de cavidad nasal por cromo y por níquel.	6I0113
	Neoplasia maligna de bronquio y pulmón por cromo y por níquel.	6I0213
	Cáncer primitivo del etmoides y de los senos de la cara por níquel.	6K0208

Actividad	Enfermedad profesional relacionada	Código
Soldadura con compuestos del manganeso.	Enfermedades causadas por manganeso y sus compuestos.	1A0606
Soldadura con electrodos de manganeso.	Manganeso y sus compuestos.	1A0615
Fabricación, soldadura, rebabado y pulido de objetos de plomo o sus aleaciones.	Enfermedades causadas por plomo y sus compuestos.	1A0902
Utilización de la acroleína en la soldadura de piezas metálicas.	Enfermedades causadas por aldehídos.	1G0111
Trabajos de soldadura y corte.	Óxido de carbono.	-
Soldadura de piezas o partes metálicas que hayan sido limpiadas con hidrocarburos clorados.	Enfermedades causadas por oxiclورو de carbono (Fosgeno).	1T0206
Soldadura de arco.	Enfermedades causadas por óxidos de nitrógeno.	1T0301

5.2.4. Normativa de aplicación

A continuación se cita la legislación aplicable a humos de soldadura:

- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

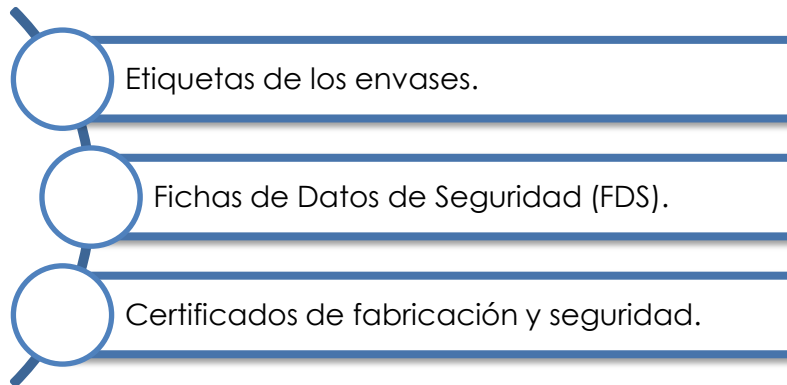
5.2.5. Actividades técnicas

A continuación se detallan las labores que deben de realizar los servicios de prevención.

5.2.5.1. Método de medida

Los riesgos del trabajador por inhalación de humos de soldadura dependen de la composición de los materiales que utiliza y de las condiciones en las que desarrolla su trabajo. Una primera evaluación o

medida sería la información de estos compuestos y las condiciones de trabajo, obtenida mediante:



Estas 3 fuentes de información nos pueden aportar la información suficiente para aplicar unas medidas preventivas iniciales.

Cuando con la información mencionada anteriormente no sea suficiente para establecer unos criterios de evaluación exhaustivos se procederá a la toma de muestra mediante aparatos de medida. Se tomara un valor en el ambiente y cuando proceda un valor en un medio biológico (orina, sangre, aire exhalado...).



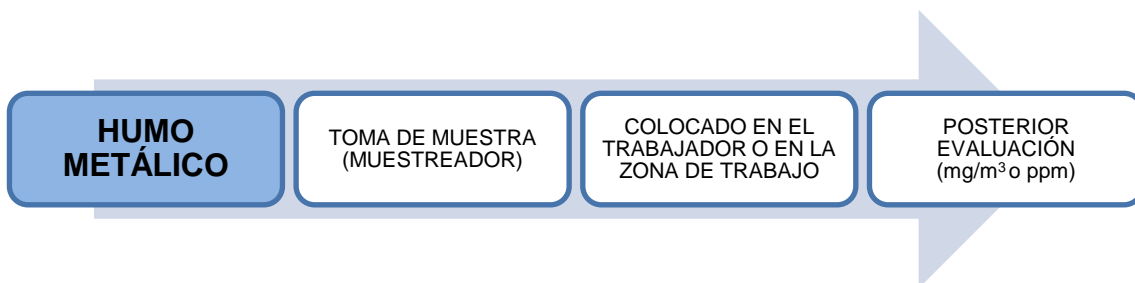
Valor ambiental

A la hora de tomar muestras de los humos procedentes de soldadura en el ambiente nos interesa tomar la fracción inhalable o la fracción respirable, dependiendo del agente contaminante.

- La **fracción inhalable** se define como la fracción de la masa de las partículas del aerosol total que se inhala a través de la nariz y la boca.
- La **fracción respirable** se define como la fracción de la masa de las partículas inhaladas que penetran en las vías respiratorias no ciliadas.

Para tomar la fracción de masa inhalable o respirable de los humos debemos de colocar un muestreador al trabajador en la zona de respiración.

Estos muestreadores toman una muestra de volumen de aire conocida que contiene humos de soldadura, con lo cual podremos conocer el contenido de los diferentes metales que tenemos en mg/m^3 , tras su posterior evaluación en el laboratorio.



Los elementos del sistema de muestreo son los siguientes:

Bomba de aspiración: es un equipo o dispositivo que aspira aire de tal modo que capta los humos a través del muestreador. Esta bomba debe de asegurar el correcto funcionamiento, cumpliendo los requisitos establecidos por la norma UNE 1232, y estar calibrada.

Muestreador: sería el tipo de captador que colocaríamos para que captase los humos. Estos muestreadores estarán colocados en la zona de respiración del trabajador.

Cuando se trata de **muestreadores pasivos** no se utilizan bombas de aspiración, sino que se colocan en una zona determinada, donde se pretende medir los agentes químicos y transcurrido un determinado tiempo se recoge para su posterior análisis.

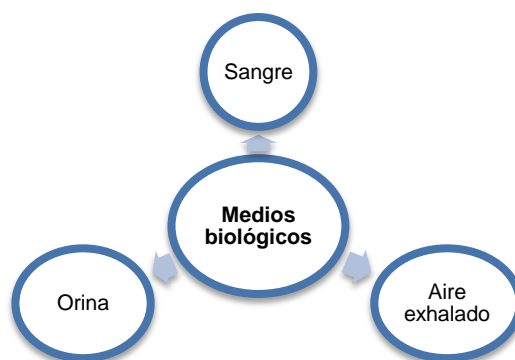
El trabajador deberá de llevar este muestreador el tiempo que el técnico crea necesario para que la evaluación sea representativa. También debe de tener en cuenta, a la hora del muestreo, los factores vistos en la tabla 32.

Hay varios métodos para la medición de los humos de soldadura pero una de los más utilizados es el MA-025-A92 sobre determinación de metales y sus compuestos iónicos en aire - Método de filtro de membrana /espectrofotometría de absorción atómica, que aporta el Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Valor biológico

El control biológico es la valoración de la exposición de un agente químico a través de la medida de un indicador en los especímenes biológicos tomados al trabajador en un momento determinado. Estos indicadores biológicos son parámetros que miden la concentración del contaminante o de algún metabolito del mismo en un fluido biológico, o que indican un cambio o alteración química, bioquímica, fisiológica o cualquier otra alteración producida por el contaminante y que es medible en un sistema biológico o en una muestra.

Estos indicadores pueden ser de dosis (concentración del agente químico o de alguno de sus metabolitos en un medio biológico del trabajador expuesto) o de efecto (alteraciones bioquímicas reversibles inducidas de modo característico por el agente químico al que está expuesto).



El momento de la toma de la muestra dependerá de la vida media biológica (tiempo necesario para que la cantidad de tóxico en el organismo se reduzca a la mitad) del agente químico.

Vida media	Tiempo óptimo de la toma de muestra
< 2 h	Demasiado corta para un control adecuado.
2 – 10 h	Final de la jornada o principio de la jornada.
10 – 100 h	Final de la jornada o final de la semana de trabajo.
>100 h	Tiempo no crítico.

Este valor biológico se encargara de medirlo los servicios sanitarios competentes.

5.2.5.2. Equipo de muestreo

Dependiendo de los agentes químicos que se emitan cuando se realice la soldadura se utilizara un equipo de muestreo u otro En la tabla siguiente se pueden observar de forma no exhaustiva algunos de los métodos a emplear dependiendo del agente químico.

Tipo de agente químico	Instrumento de medida
Monóxido de carbono.	Monitores de lectura directa, instrumentos colorimétricos, bolsas inertes, recipientes de vidrio, canister.
Óxidos de metales (Fe, Cr, Sn, Mn, V, Mo, Cu, Zn).	Filtros (Muestreadores de materia particulada), Bolsas inertes, recipientes de vidrio, canister.
Acroleína.	Bolsas inertes, recipientes de vidrio, canister.
Fosgeno.	Monitores de lectura directa, Instrumentos colorimétricos, bolsas inertes, recipientes de vidrio, canister.
Dióxido de carbono.	Instrumentos colorimétricos, bolsas inertes, recipientes de vidrio, canister.
Fluoruros.	
Tricloroetileno.	
Percloroetileno.	
Materia particulada.	Muestreadores de materia particulada dependiendo del diámetro.

Bomba de aspiración

Las bombas utilizadas habitualmente para la obtención de muestras en higiene industrial son bombas de las llamadas de diafragma o de pistón, accionadas por un motor y alimentadas por baterías. Estas bombas se suelen colocar en la cintura de los trabajadores.

La bomba es utilizada para el muestreo personal y el caudal debe de calibrarse en el margen específico para cada contaminante (generalmente entre 1 y 3 litros por minuto), con una exactitud de $\pm 5\%$.



La calibración de la bomba debe realizarse con el mismo tipo de soporte o unidad de captación, con el fin de que la pérdida de carga sea similar a la que se tendrá en el muestreo.

Las unidades de captación de partículas sólidas

Filtro: Filtro de 37 mm. de diámetro, cuya naturaleza y porosidad, son específicos para cada contaminante.

- **Soporte de celulosa:** Actúa como soporte físico del filtro, siendo su tamaño adecuado al diámetro del filtro.
- **Portafiltros o casetes:** Se utilizan casetes de poliestireno de 2 ó 3 cuerpos, de 37 mm. de diámetro, en los que se coloca el filtro sobre el soporte de celulosa. Los casetes de 2 ó 3 cuerpos (inferior y superior; o inferior, anular y superior) se montan procurando que queden perfectamente encajados, sin intersticios entre ellos. Para evitar la entrada de aire por los laterales y asegurar su estanqueidad, se sellan con una cinta de teflón o banda adhesiva, que cubra las uniones entre los cuerpos. (Existen bandas de celulosa que se contraen al evaporarse el disolvente con que

van impregnadas). Por último, se colocan los dos tapones en los orificios de entrada y salida del casete.

- **Ciclón:** Como hemos visto en el tema de polvo solo se utiliza para muestras de fracción de polvo respirable. Ciclón de nylon de 10 mm. , cuya salida se conecta a la entrada del casete.
- **Tubo flexible:** Tubo flexible de silicona, de 6, 4 mm. de diámetro interior y alrededor de 1 metro de longitud.
- **Adaptador:** Facilita una mejor conexión del tubo de silicona con el casete.
- **Cronómetro:** Para calcular el tiempo de muestreo.
- **Termómetro y manómetro:** Para la conversión del volumen de muestreo a condiciones normales (25°C y 760 mm. de Hg.).

Tipos de muestreadores de materia particulada

En cuanto a los muestreadores, para la fracción respirable se pueden utilizar los descritos en el apartado del polvo, mientras que para los de la fracción inhalable podemos utilizar los descritos a continuación:

- **IOM (Muestreador Institute of Occupational Medicine):** Muestreador de la fracción de partículas inhalables. Está constituido por una cabeza plástica que contiene un portafiltros o casete de plástico reutilizable con un filtro de 25 mm, cuya naturaleza depende del procedimiento analítico a aplicar: fibra de vidrio GF/A; PVC 5 μm ; esteres de celulosa AA 0,8 μm o policarbonato 0,8 μm . El aire es aspirado a través del orificio circular de 15 mm de diámetro del muestreador, conectado a una bomba personal a un caudal de $2 \pm 0,1$ l/m.



Muestreador IOM.



Muestreador PGP-GSP.

- **PGP-GSP** es la versión europea más conocida de muestreador cónico para materia particulada inhalable. Puede ser de metal fundido con una entrada cónica o de plástico antiestamínico. El aerosol se aspira a un caudal de $3,5 \pm 0,1$ l/m a través de un orificio circular de 8 mm de diámetro. El muestreador contiene un portafiltros tipo casete, provisto de un filtro de 37 mm de fibra de vidrio, de PVC 5 μm , de teflón 2 μm o de membrana, según la metodología analítica a seguir; también en este modelo la muestra está constituida por el conjunto de soporte y filtro.
- **CIS** (Conical Inhalable Sampler), muy similar al PGP-GSP 3,5. Es de plástico conductor y tiene una sección cónica frontal, con un orificio de 8 mm. El caudal es de $3,5 \pm 0,1$ l/m y la muestra se capta en un filtro de 37 mm montado en un portafiltros reutilizable.



Muestreador CIS.

- **PAS-6** es otro muestreador de tipo cónico, tiene una geometría parecida al muestreador PGP-GSP 3,5 y al CIS. Es de naturaleza metálica y capta las partículas inhalables de los aerosoles a un caudal de $2 \pm 0,1$ l/m sobre un filtro de 25 mm, a través de un orificio de entrada de 6 mm de diámetro.
- **CIP10:** Es de plástico conductor y dispone de una copa rotatoria alta velocidad que contiene una espuma de poliuretano sobre la cual se captan las partículas. Es un equipo pequeño, ligero y compacto, de alrededor unos 300 g de peso, que lleva incorporado una bomba de muestreo interna y que puede utilizarse tanto para muestreos personales como ambientales. Dispone de varias versiones que posibilitan la captación individual de las distintas fracciones, cambiando el selector, que puede contener espumas de distinta porosidad:

- CIP10-I: para captar la fracción inhalable, con un caudal de 10 l/min.
- CIP10-T: para captar la fracción torácica, con un caudal de 7 l/min.
- CIP10-R: para captar la fracción respirable, con un caudal de 10 l/min.
- CIP10-M: para captar microorganismos (por centrifugación sobre un líquido), aceptando los selectores de las distintas fracciones.

Los principales inconvenientes de este muestreador se deben al comportamiento higroscópico de la espuma y a los fenómenos electrostáticos. Es recomendable pesar simultáneamente varias "muestras blanco" y hacer las correcciones oportunas.

- **Button Sampler:** Es un muestreador diseñado para la fracción inhalable. Es de acero inoxidable y aluminio (para reducir los efectos electrostáticos en el muestreo), pequeño y ligero, de forma semiesférica, con orificios de 381 μm de diámetro y cuya área global de muestreo es de 19,6 cm^2 . El caudal recomendado es de 4 l/min.



Muestreador Button.




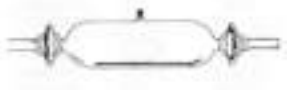



- **7 agujeros (Seven-Hole-Sampler):** con 7 orificios circulares de 4 mm de diámetro, conocido también por las siglas SHS, 7H ó 7HH ("7 Hole Head"), tiene un aspecto similar al muestreador IOM. El aire es aspirado a un caudal de $2 \pm 0,1$ l/min, siendo recogida la muestra sobre un filtro de 25 mm de diámetro, apoyado sobre un soporte metálico y cuya naturaleza depende de la aplicación y análisis metálica.



Muestreador Seven Hole Sampler.

Muestreadores de gases y vapores

Para la toma de muestras de gases y vapores podemos utilizar los siguientes métodos, entre otros:

Instrumento	Detalle	Imagen
Instrumentos de lectura directa. <i>Se toma la medida directamente a través de un monitor o de un sistema impigner.</i>	Monitores de lectura directa.	
	Sistemas colorimétricos (impingers): - Activos. - Pasivos.	
Captación de aire contaminado para su análisis posterior. <i>Se captura aire del ambiente de trabajo donde se encuentran los agentes químicos para su posterior análisis.</i>	Bolsas inertes.	
	Recipientes de vidrio.	
	Canister.	
Captación de los contaminantes en un medio de retención para análisis posterior. <i>El contaminantes es capturado en un medio de retención adecuado, ya sea activo o pasivo, para su análisis posterior.</i>	Sistemas activos: Tubos absorbentes.	
	Sistemas pasivos.	

5.2.5.3. Tamaño de la muestra

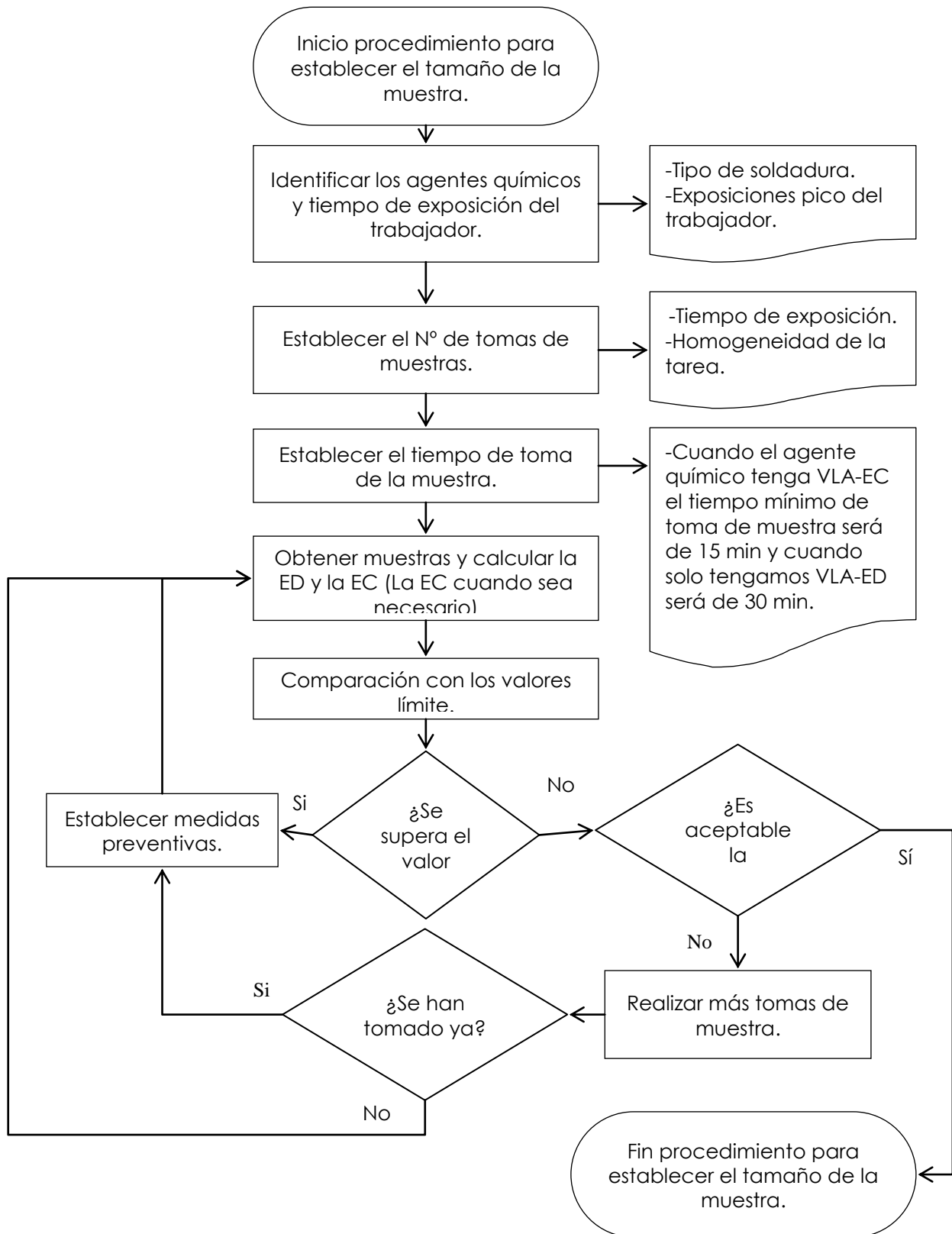
A la hora de tomar la muestra para los humos de soldadura debemos de tener en cuenta que el trabajador no estará expuesto toda la jornada laboral, sino una pequeña parte de ella, con lo cual está pequeña parte la tenemos que trasponer al resto de la jornada para obtener un valor representativo de la jornada laboral (8 horas).

Antes de tomar las muestras se debe de establecer una estrategia de muestreo que se adapte al tipo de exposición que tenemos, en la cual debemos de tener en cuenta:

- Tipos de agentes químicos que van a estar presentes, dependiendo del tipo de soldadura.
- Disponibilidad, equipos de muestreo.
- Variaciones inter e intradiarias de la concentración de contaminantes, es decir, hay que tener en cuenta que las muestras hay que tomarlas cuando el trabajador este realizando la soldadura y en las exposiciones pico.
- Nº de muestras necesarias y tiempo de toma de esas muestras para obtener una fiabilidad estadística y representativa. A través del método MA-025-A92, mencionado anteriormente, el técnico de prevención puede establecer unos tiempos de medida.

Además de los puntos anteriores debemos de tener en cuenta que el tamaño de la muestra debe de ser adecuado para establecer una valoración aceptada de la exposición, es decir, establecer un tiempo de toma de muestra tal que, a la hora de realizar la evaluación la muestra cogida no supere en más de un 10% el VLA-ED.

El procedimiento de forma no exhaustiva a seguir podría ser el que aparece en la página siguiente:



5.2.6. Evaluación de riesgos en función del valor límite

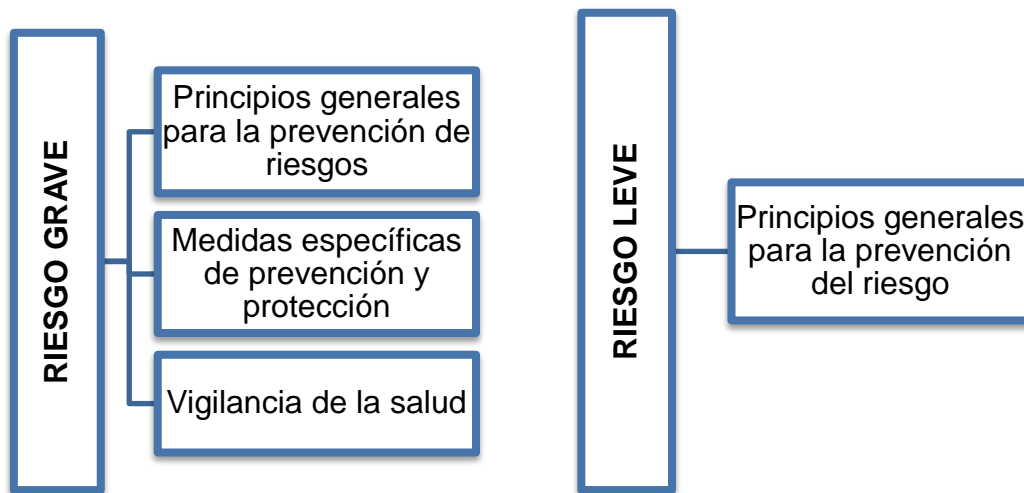
La evaluación de riesgos deberá incluir la medición de las concentraciones del agente en aire, en su zona de respiración, y su comparación con el valor límite ambiental, ya sea durante toda la jornada (8 horas, VLA-ED) o un periodo corto de exposición (15 minutos, VLA-EC). Como medida complementaria o cuando sea específicamente obligatorio (por ejemplo el plomo) se realizará una medición en un medio biológico (VLB). Los VLA se definen como:

- **Valor Límite Ambiental para la Exposición Diaria (VLA-ED):** valor límite de la concentración media, medida o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de 8 horas diarias.
- **Valor Límite Ambiental para Exposiciones de Corta Duración (VLA-EC):** valor límite de la concentración media, 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 especifique un periodo de referencia inferior.
- **Valor Límite Biológico (VLB):** el límite de la concentración, en el medio biológico adecuado, del agente químico o de uno de sus metabolitos o de otro indicador biológico directa o indirectamente relacionado con los efectos de la exposición del trabajador al agente en cuestión.

Estas mediciones no serán necesarias cuando el empresario demuestre claramente por otros medios que se han logrado una adecuada prevención y protección.

Como en los humos de soldadura tenemos varios agentes químicos, la evaluación deberá realizarse atendiendo al riesgo que presente la combinación de dichos agentes. Se tendrán que tener en cuenta aquellos agentes químicos que tengan la misma acción sobre el mismo órgano.

Para la realización de la evaluación de riesgos tendremos que tener en cuenta cuando sea un riesgo grave o un riesgo leve.



Un riesgo grave lo tendremos siempre que se superen los valores límite. Riesgo leve tendremos cuando se tenga presente en el lugar de trabajo una pequeña cantidad de un tóxico, sin superar un determinado valor.



En la siguiente tabla se pueden observar los valores límite establecidos para cada una de los agentes químicos procedentes de los humos de soldadura que pueden ser peligrosas para la salud.

Agente químico	VLA-ED (mg/m ³)	NOTAS
Óxido de hierro.	5	-
Trióxido de cromo.	0,05	C1A,M1B,Sen, r, VLB
Óxido de cinc (fracción respirable).	2	VLA-EC = 10 mg/m ³
Óxido de Berilio.	0,0002	C1B, Sen, r
Óxido de cadmio (Fracción inhalable).	0,01	C1B, VLB, r, d
Óxido de cadmio (Fracción respirable).	0,002	C1B, VLB, r, d
Monóxido de carbono.	29mg/m ³ , 25 ppm	TR1A, VLB
Acroleína (Vía dérmica).	0,23 mg/m ³ , 0,1 ppm	-
Cloruro de carbonilo (Fosgeno).	0,08 mg/m ³ , 0,02 ppm	VLA-EC = 0,4 mg/m ³ , 0,1 ppm. VLI
Dióxido de titanio.	10	-
Dióxido de carbono.	9150 mg/m ³ , 5000 ppm	VLI
Óxido de aluminio.	10	-
Aluminio: Humos de soldadura, como Al.	5	-
Tricloroetileno.	10 ppm	VLB, r
Percloroetileno.	172 mg/m ³ , 25 ppm	VLA-EC = 689 mg/m ³ , 100 ppm. VLB, ae
Manganeso elemental.	0,2	-
Níquel metal (más níquel).	1	Sen, r
Cobre: Humos, como Cu.	0,2	-
Cobre: Polvo y nieblas, como Cu.	1	-
Estaño metal.	2	-
Plata metal.	0,1	VLI
Amianto.	0,1 fibras/cm ³	t, r
Fluoruros inorgánicos, como F, excepto el hexafluoruro de uranio y los expresamente indicados.	2,5	VLB, VLI

Agente químico	VLA-ED (mg/m ³)	NOTAS
Dióxido de nitrógeno.	5,7 mg/m ³ , 3 ppm	VLA-EC = 9,6 mg/m ³ 5 ppm
Monóxido de nitrógeno.	31 mg/m ³ , 25 ppm	VLBm
Óxido de dinitrógeno.	92 mg/m ³ , 50 ppm	-

Notas:

- VLB: Agente químico que tiene un valor límite biológico (tabla 47).
- VLA-EC: Valor límite ambiental de corta duración (15 minutos).
- Sen: Es un agente sensibilizante (ocasiona una reacción de hipersensibilidad, de forma que una exposición posterior a esa sustancia o preparado dé lugar a efectos negativos característicos).
- r: sustancia que tiene restringida la fabricación, la comercialización o el uso.
- VLI: Agente químico para el que la U.E estableció en su día un valor límite indicativo.
- ae: Alterador endocrino.
- C1A: Se supone que es cancerígeno para el hombre, en base a la existencia de pruebas en humanos.
- C1B: Se supone que es cancerígeno para el hombre, en base a la existencia de pruebas en animales.
- M1: sustancias de las que se sabe o se considera que inducen mutaciones hereditarias en las células germinales humanas.
- t: todas las variedades de amianto tienen prohibida su fabricación, uso y comercialización.
- VLBm: Agente químico al que se le aplica un Valor Límite Biológico de los inductores de la metahemoglobina.

A la hora de realizar la evaluación se debe de tener en cuenta la siguiente valoración en función de los resultados obtenidos en comparación con los valores límite.

ÍNDICE DE EXPOSICIÓN EN %	VALORACIÓN DE LA EXPOSICIÓN	CONCLUSIONES
Menor o igual a 10.	ACEPTABLE	Puede considerarse que es POCO PROBABLE que se supere el valor límite en la jornada de trabajo
Superior a 10 e inferior o igual a 100.	INCERTIDUMBRE	Se debe de COMPLETAR la estrategia de medición con más valores para poder llegar a una decisión objetiva. Coger muestras otros 2 días más.
Mayor de 100	INACEPTABLE	Supera el valor límite, con lo cual se debe de CORREGIR la exposición.

También se deben de tener en cuenta la combinación de los diferentes tóxicos, es decir, aquellos agentes químicos que tengan efectos combinados (afecten al mismo órgano).

En cuanto a los valores límites biológicos tenemos los siguientes:

Agente químico	Indicador biológico	VLB	Momento de muestreo	Notas
Cromo (VI), humos solubles en agua (2008).	Cromo total en orina.	10 µg/l	Principio y final de la jornada laboral (4)	-
	Cromo total en orina.	25 µg/l	Final de la semana laboral (1)	
Cadmio y compuestos inorgánicos.	En orina.	5 µg/g creatinina	No crítico	F
	En sangre.	5 µg/l	No crítico	F
Monóxido de carbono.	Carboxihemoglobina en sangre.	3,5% de carboxihemoglobina en hemoglobina total	Final de la jornada laboral (2)	F,I
	CO en el Aire alveolar (fracción final del aire exhalado)	20 ppm	Final de la jornada laboral (2)	F,I
Tricloroetileno.	Ácido tricloroacético en orina.	15 mg/l	Final de la jornada laboral (1)	I
	Tricloroetanol en sangre.	0,5 mg/l	Final de la jornada laboral (1)	I, sin hidrólisis
Fluoruros.	En orina.	2 mg/l	Antes de la jornada laboral (6)	F, I
	En sangre.	3 mg/l	Final de la jornada laboral (6)	F,I

Números entre paréntesis del momento de muestro:

- (1): Significa después de cuatro o cinco días consecutivos de trabajo con exposición, lo antes posible después del final de la última jornada, dado que los indicadores biológicos se eliminan con vidas medias superiores a las cinco horas. Estos indicadores se acumulan en el organismo durante la semana de trabajo, por lo tanto el momento de muestreo es crítico con relación a exposiciones anteriores.
- (2): Cuando el final de la exposición no coincida con el final de la jornada laboral, la muestra se tomará lo antes posible después de que cese la exposición real.
- (4): El valor se refiere a la diferencia de los resultados de las muestras tomadas al final y al principio de la jornada laboral.
- (6): Significa 16 horas después de cesar la exposición.

Notas:

- F: Fondo. El indicador está generalmente presente en cantidades detectables en personas no expuestas laboralmente. Estos niveles de fondo están considerados en el VLB.
- I: Significa que el indicador biológico es inespecífico puesto que puede encontrarse después de la exposición a otros agentes químicos.

Como se ha visto en la tabla anterior existen una serie de cancerígenos o mutágenos en función de las características de la soldadura. Según Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, cuando tenemos cancerígenos presentes en el ambiente la evaluación deberá tener en cuenta especialmente:

- Toda posible vía de entrada al organismo o tipo de exposición, incluidas las que se produzcan por absorción a través de la piel o que afecten a ésta.
- Los posibles efectos sobre la seguridad o la salud de los trabajadores especialmente sensibles a estos riesgos.

Según este mismo Real Decreto, el empresario deberá, siempre que sea posible, sustituir ese producto por otro que no sea cancerígeno. En caso de que no sea técnicamente posible sustituir el agente cancerígeno o mutágeno, el empresario garantizará que la producción y utilización del mismo se lleven a cabo en un sistema cerrado. Cuando la aplicación de un sistema cerrado no sea técnicamente posible, el empresario garantizará que el nivel de exposición de los trabajadores se reduzca a un valor tan bajo como sea técnicamente posible.

5.2.7. Medidas preventivas

Las medidas de prevención a adoptar, de manera no exhaustiva, pueden ser las siguientes:

Actuación sobre el foco contaminante

- Eliminación o sustitución de contaminantes: Siempre que sea posible, se eliminarán los contaminantes o se sustituirán por otros menos peligrosos. Como posibles ejemplos pueden citarse:
 - La exposición al fosgeno por descomposición de disolventes clorados puede evitarse eliminando la presencia de éstos en el punto de soldadura:
 - Desengrasando las piezas con detergentes y no con disolventes clorados.
 - No introduciendo las piezas en la zona de soldadura hasta su secado total.
 - Evitando la contaminación ambiental de la zona de soldadura con vapores de disolventes clorados procedentes de las operaciones de desengrase.
 - Los humos producidos por la descomposición de aceites y fluidos de corte, de los que en ocasiones llegan impregnadas las piezas a la soldadura, pueden evitarse limpiándolas previamente.
 - La presencia de metales de elevada peligrosidad en los humos de soldadura, tales como cadmio, plomo, berilio, torio, etc. puede eliminarse o reducirse con una correcta selección de los electrodos, fundentes, materiales de aporte, etc.

- Aplicación de procesos de soldadura de menor contaminación. Siempre que sea posible se seleccionarán los procesos menos contaminantes, por ejemplo:
 - La soldadura al arco mediante electrodos revestidos (MMA), para una misma carga de trabajo, produce mayor cantidad de humos que la semiautomática con hilo continuo (MIG o MAG).
 - La soldadura de acero inoxidable con electrodo no consumible de tungsteno (TIG), genera una cantidad de humos sensiblemente inferior a la realizada con electrodo consumible revestido.
 - La soldadura robotizada y el oxicorte en mesas automatizadas con control numérico permiten que el soldador no esté directamente expuesto a los humos de soldadura.

Actuación sobre la propagación de los contaminantes. Ventilación

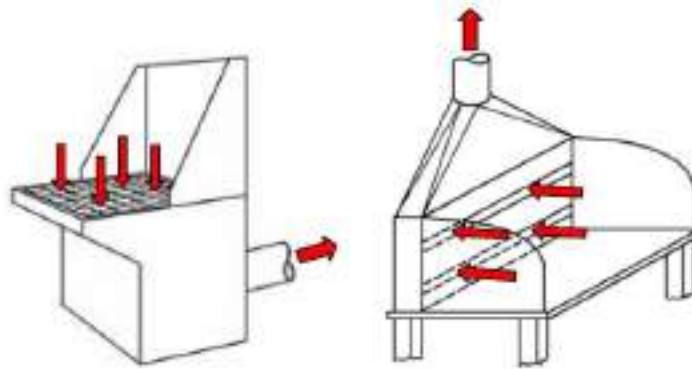
Mediante la ventilación deben conseguirse dos objetivos:

- Evitar al máximo que los humos recién generados se dirijan a las vías respiratorias del soldador. Para ello normalmente será necesario aplicar la *ventilación localizada*.
- Evitar que en el ambiente general del local lleguen a alcanzarse concentraciones significativas de contaminantes. Esto se conseguirá mediante la *ventilación general*.

Ventilación localizada

La ventilación localizada consiste en crear corrientes de aire que actúen directamente sobre el foco de contaminación, generalmente aspirando los humos de soldadura, lo que se conoce como “*extracción localizada*”, o más raramente en casos especiales, expulsándolos hacia una zona sin exposición lo que se denomina “*ventilación por dilución o por soplado*”. Hay diferentes tipos de ventilación localizada entre los que podemos destacar los siguientes:

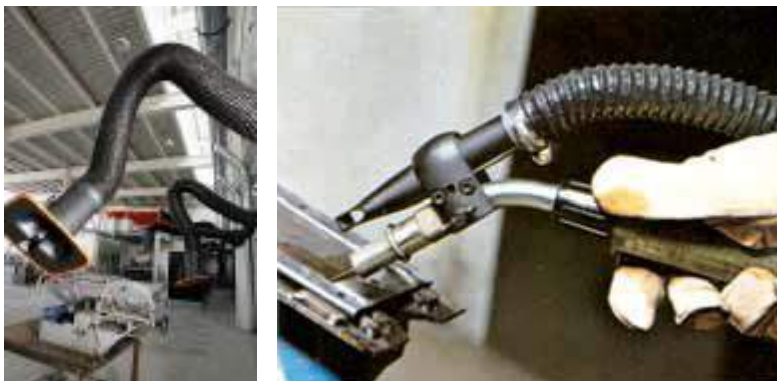
- Mesas para tareas de soldadura con aspiración:
- Cabinas de soldadura con aspiración.
- Bancada de oxicorte con sistema de aspiración.
- Campanas móviles de aspiración.
- Boquillas de aspiración portadas por el soldador.



Mesas con aspiración



Cabina de soldadura con aspiración



Campana móvil de aspiración y boquilla de aspiración

Ventilación general

En determinadas ocasiones bastará con un buen sistema de ventilación natural, pero dado que su eficacia está condicionada a factores no controlables, fundamentalmente los climatológicos como dirección del viento, temperatura exterior, etc. en general será necesario disponer de un sistema de ventilación mecánica adecuado.

La ventilación mecánica se basa en conseguir una renovación del ambiente total del local mediante corrientes de aire estratégicas creadas mediante ventiladores que extraigan el aire interior, introduzcan el aire exterior, o produzcan una combinación de ambos efectos. Estos ventiladores pueden estar instalados de forma aislada en techos y paredes, o estar integrados en sistemas de conducciones de distribución.



Sistema de ventilación general

Actuación sobre el propio soldador. Equipos de protección individual

Si los riesgos no han resultado satisfactoriamente controlados a pesar de haber agotado las posibilidades de actuación sobre el foco de contaminación y sobre la propagación de los contaminantes en el ambiente, queda como última medida preventiva establecer una barrera final ligada directamente al propio soldador constituida por los equipos individuales de protección de las vías respiratorias.

En la utilización de estos equipos deben tenerse en cuenta los siguientes principios básicos:

- Son un último recurso cuando el resto de las medidas técnicas han resultado inviables o no han resuelto suficientemente el problema.
- Se usarán con carácter complementario a las medidas colectivas y no sustitutivo.
- La selección del tipo de protección a utilizar debe ir precedida de un estudio riguroso de los contaminantes presentes y de las condiciones de trabajo.
- Su uso normalmente está reservado a condiciones de trabajo especiales, por ejemplo, imposibilidad técnica de adoptar medidas de protección colectiva, operaciones de emergencias imprevistas, avería o periodo de instalación de dispositivos de ventilación, trabajos de mantenimiento esporádicos, etc.
- El tiempo de trabajo con ellos será el mínimo posible. En todo caso se deben establecer los periodos de uso continuado, que se recomienda que en ningún supuesto supere las 2 horas, y de pausas, en función de la sobrecarga que representen para el sistema respiratorio y en su caso, del sobreesfuerzo físico que pueda suponer su utilización.
- Es imprescindible seguir estrictamente las instrucciones de uso y mantenimiento que acompañan a los equipos.

Para la elección de las mascarillas tendremos que tener en cuenta el tipo de filtro que tengan. Estos filtros tendrán la siguiente nomenclatura en función de su utilización (Las siglas iniciales serán FFP):

Eficiencia de filtración	Tipo de partículas	Aplicación (Gases y Vapores)	Concentración (Gases y vapores)
Baja eficiencia (1).	Partículas sólidas.	-Compuestos Inorgánicos (E, B).	-Baja concentración Hasta 1 000 ppm (1). -Media concentración Hasta 5 000 ppm(2). -Alta concentración Hasta 10 000 ppm (3).
Media eficiencia (2).	Partículas sólidas (S).	E: color amarillo (SO ₂ y CIH).	
Alta eficiencia (3).		B: Color Gris (Cl ₂ , SH ₂ , CNH).	
	Partículas sólidas y líquidas (SL).	-Color negro: monóxido de carbono, -Color azul: óxido de nitroso.	

Por ejemplo **FFP2SLB3**, sería un filtro de eficiencia de filtración media (2), para partículas sólidas y líquidas (SL), para compuestos inorgánicos (B) y de alta concentración de gases y vapores (Hasta 10 000 ppm)(3).

Para el resto de los gases más habituales en los humos de soldadura puede decirse que no hay equipos filtrantes que resulten operativos, bien porque no proporcionan una eficacia suficiente para las exposiciones continuadas propias de los trabajos de soldadura, como ocurre con los gases nitrosos, ozono, fosgeno, etc. o bien porque no hay posibilidad técnica de fabricar filtros apropiados.



Cuando se trate de **cancerígeno** se deben de establecer las siguientes medidas preventivas expuestas por el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo:

- Limitar las cantidades del agente cancerígeno o mutágeno en el lugar de trabajo.

- Diseñar los procesos de trabajo y las medidas técnicas con el objeto de evitar o reducir al mínimo la formación de agentes cancerígenos o mutágenos.
- Limitar al menor número posible los trabajadores expuestos o que puedan estarlo.
- Evacuar los agentes cancerígenos o mutágenos en origen, mediante extracción localizada o, cuando ello no sea técnicamente posible, por ventilación general, en condiciones que no supongan un riesgo para la salud pública y el medio ambiente.
- Utilizar los métodos de medición más adecuados, en particular para una detección inmediata de exposiciones anormales debidas a imprevistos o accidentes.
- Aplicar los procedimientos y métodos de trabajo más adecuados.
- Adoptar medidas de protección colectiva o, cuando la exposición no pueda evitarse por otros medios, medidas individuales de protección.
- Adoptar medidas higiénicas, en particular la limpieza regular de suelos, paredes y demás superficies.
- Delimitar las zonas de riesgo, estableciendo una señalización de seguridad y salud adecuada, que incluya la prohibición de fumar en dichas zonas, y permitir el acceso a las mismas sólo al personal que deba operar en ellas, excluyendo a los trabajadores especialmente sensibles a estos riesgos.
- Velar para que todos los recipientes, envases e instalaciones que contengan agentes cancerígenos o mutágenos estén etiquetados de manera clara y legible y colocar señales de peligro claramente visibles, de conformidad todo ello con la normativa vigente en la materia.
- Instalar dispositivos de alerta para los casos de emergencia que puedan ocasionar exposiciones anormalmente altas.
- Disponer de medios que permitan el almacenamiento, manipulación y transporte seguros de los agentes cancerígenos o mutágenos, así como para la recogida, almacenamiento y

eliminación de residuos, en particular mediante la utilización de recipientes herméticos etiquetados de manera clara, inequívoca y legible, y colocar señales de peligro claramente visibles, de conformidad todo ello con la normativa vigente en la materia.

5.2.8. Actividades de medicina del trabajo

La prevención de los riesgos por inhalación de humos de soldadura requiere que en la vigilancia de la salud del soldador se incluyan determinados protocolos específicos para los contaminantes a los que pueda estar expuesto.

Estos protocolos deben ser aplicados por el personal médico de los servicios de prevención de las empresas, pudiendo comprender exámenes de diferente contenido y periodicidad, dependiendo de la composición de los humos a los que esté expuesto cada soldador.

VIGILANCIA DE LA SALUD DEL SOLDADOR		
Reconocimientos médicos específicos del soldador según los contaminantes de los humos de soldadura a los que esté expuesto		
Exposición a contaminantes	Origen característico de los contaminantes en los trabajadores de Soldadura y Oxicorte	Protocolos específicos (2008)
Humos de soldadura (todo tipo).	Todos los procesos.	Protocolo Silicosis y otras neumoconiosis. Protocolo "Asma laboral".
Plomo.	Soldaduras blandas. Piezas galvanizadas. Recubrimientos anticorrosión.	Protocolo "Plomo".
Amianto.	Desguace de equipos aislados con amianto. Montaje en áreas contaminadas.	Protocolo "Amianto".
Otros contaminantes.	Procesos que originan exposición a los diferentes contaminantes.	Protocolos a criterio del personal médico.

Cuando estén presentes agentes **cancerígenos**, además de las anteriores, se deben de considerar las condiciones de vigilancia de la salud expuestas por el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la

protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo:

- Antes del inicio de la exposición.
- A intervalos regulares en lo sucesivo, con la periodicidad que los conocimientos médicos aconsejen, considerando el agente cancerígeno o mutágeno, el tipo de exposición y la existencia de pruebas eficaces de detección precoz.
- Cuando sea necesario por haberse detectado en algún trabajador de la empresa, con exposición similar, algún trastorno que pueda deberse a la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos.
- El control médico de los trabajadores deberá realizarse de conformidad con los principios y las prácticas de la medicina del trabajo; deberá incluir al menos las medidas siguientes:
 - Registro de los antecedentes médicos y profesionales de cada trabajador.
 - Entrevista personal.
 - En su caso, un control biológico, así como una detección de los efectos precoces y reversibles.
- Los trabajadores podrán solicitar la revisión de los resultados de la vigilancia de su salud.
- Deberá llevarse un historial médico individual de los trabajadores afectados.
- El empresario deberá revisar la evaluación y las medidas de prevención y de protección colectivas e individuales adoptadas cuando se hayan detectado alteraciones de la salud de los trabajadores que puedan deberse a la exposición a agentes cancerígenos o mutágenos, o cuando el resultado de los controles periódicos, incluidos los relativos a la vigilancia de la salud, ponga de manifiesto la posible inadecuación o insuficiencia de las mismas.
- El Médico encargado de la vigilancia de la salud de los trabajadores podrá proponer medidas individuales de prevención o de protección para cada trabajador en particular.

- Se aconsejará e informará a los trabajadores en lo relativo a cualquier control médico que sea pertinente efectuar con posterioridad al cese de la exposición.

5.2.9. Información y formación de los trabajadores

El empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la presencia de agentes químicos peligrosos en el lugar de trabajo, así como sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse.

En particular, el empresario deberá facilitar a los trabajadores o a sus representantes:

- Los resultados de la evaluación de los riesgos, así como los cambios en dichos resultados que se produzcan como consecuencia de alteraciones importantes de las condiciones de trabajo.
- Información sobre los agentes químicos peligrosos presentes en el lugar de trabajo, tales como su denominación, los riesgos para la seguridad y la salud, los valores límite de exposición profesional y otros requisitos legales que les sean de aplicación.
- Formación e información sobre las precauciones y medidas adecuadas que deban adoptarse con objeto de protegerse a sí mismos y a los demás trabajadores en el lugar de trabajo.
- Acceso a toda ficha técnica facilitada por el proveedor, conforme lo dispuesto en la normativa sobre clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos.
- La información deberá ser facilitada en la forma adecuada, teniendo en cuenta su volumen, complejidad y frecuencia de utilización, así como la naturaleza y nivel de los riesgos que la evaluación haya puesto de manifiesto; dependiendo de estos factores, podrá ser necesario proporcionar instrucciones y formación individuales respaldadas por información escrita, o podrá bastar la comunicación verbal. La información deberá ser actualizada siempre que sea necesario tener en cuenta nuevas circunstancias.

- La señalización de los recipientes y conducciones utilizados para los agentes químicos peligrosos en el lugar de trabajo deberá satisfacer los requisitos establecidos. Cuando la señalización no sea obligatoria, el empresario deberá velar para que la naturaleza y los peligros del contenido de los recipientes y conducciones sean claramente reconocibles.

Cuando se trate de **cancerígeno**, además de lo anterior se tendrá en cuenta la información y formación de los trabajadores según el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, se acometerá lo descrito a continuación:

- Los riesgos potenciales para la salud, incluidos los riesgos adicionales debidos al consumo de tabaco.
- Las precauciones que se deberán tomar para prevenir la exposición.
- Las disposiciones en materia de higiene personal.
- La utilización y empleo de equipos y ropa de protección.
- Las consecuencias de la selección, de la utilización y del empleo de equipos y ropa de protección.
- Las medidas que deberán adoptar los trabajadores, en particular el personal de intervención, en caso de incidente y para la prevención de incidentes.
- Adaptarse a la evolución de los conocimientos respecto a los riesgos, así como a la aparición de nuevos riesgos.
- Repetirse periódicamente la formación si fuera necesario.
- Sobre las instalaciones y sus recipientes anexos que contengan agentes cancerígenos o mutágenos
- Asimismo los representantes de los trabajadores y los trabajadores afectados deberán ser informados de las causas que hayan dado lugar a las exposiciones accidentales, así como de las medidas adoptadas o que se deban adoptar para solucionar la situación.

5.3. Humos de combustión

Los humos derivados de la combustión pueden estar presentes en el lugar de trabajo, y más aún en los puestos de trabajo donde se encuentren vehículos de combustión interna alternativos, que funcionan con gasoil o gasolina. Estos humos son perjudiciales para la salud si llegan a ser inhalados en grandes cantidades.

En el sector de los áridos se encuentran trabajado maquinaria móvil (pala, dúmper, retroexcavadora,...) y fija (generadores, compresores,...) que funcionan con combustión interna alternativa (coches, camiones, retroexcavadoras, dúmper, etc.). Todos estos equipos de trabajo utilizan como combustible gasoil o gasolina que tras su combustión emiten una serie de gases que pueden ser perjudiciales para la salud si son inhalados dependiendo de la concentración y el tiempo de exposición.

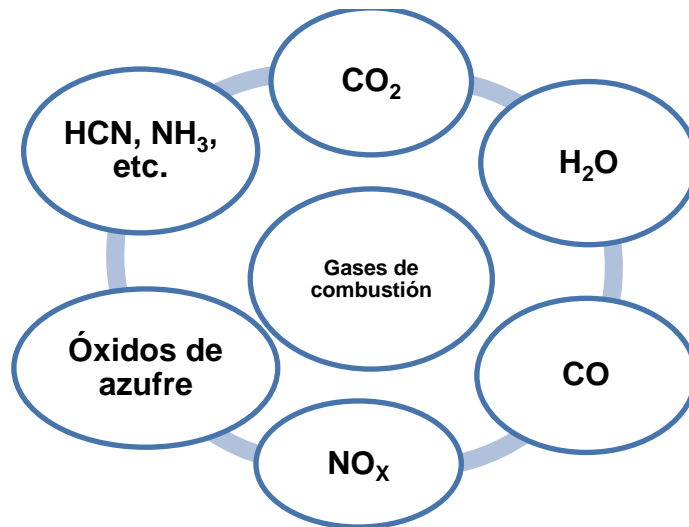


5.3.1. Descripción de los humos de combustión

La combustión es el conjunto de procesos físico-químicos por los cuales se libera controladamente parte de la energía interna del combustible.

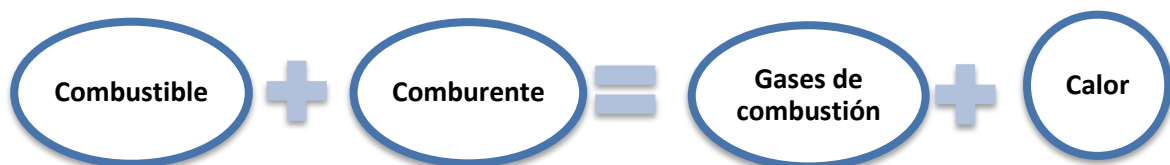
Para que se produzca la reacción de combustión se tienen que dar lo que se denomina tetraedro de la combustión.

Dentro del ámbito de la prevención de riesgos laborales lo que nos interesas son los gases de combustión que se emite, que los principales son los siguientes:



De los cuales pueden ser perjudiciales para la salud el monóxido de carbono (CO) y los óxidos de azufre y nitrógeno.

Cuando se produce esta reacción se libera gran cantidad de calor (reacción exotérmica) y una serie de productos (gases de combustión).



También se pueden producir en los humos de combustión, suspensión de partículas sólidas de carbón u hollín procedentes de un proceso de combustión incompleto.

5.3.2. Localización de los humos de combustión

Los humos de combustión suelen estar presentes en los lugares de trabajo donde se encuentra trabajando un equipo de trabajo que funcione con motor de combustión interna alternativo. A continuación

se describen los diferentes lugares donde se puede encontrar los humos derivados de la combustión y el nivel de riesgo al que están expuestos:

Actividades o procesos	RIESGO MUY IMPORTANTE	RIESGO IMPORTANTE	RIESGO MODERADO	RIESGO DE NIVEL BAJO O SIN RIESGO
Perforación y voladura				
Carga del material				
Transporte del material				
Planta de tratamiento				
Báscula				
Taller mecánico y de mantenimiento				
Oficinas				

5.3.3. Daños relacionados con los humos de combustión

Uno de los efectos más peligrosos de los gases de combustión, a través de su inhalación, es la asfixia por el monóxido de carbono (CO), debido a que tiene 200 veces más afinidad para unirse con la hemoglobina que el oxígeno (O₂). También se puede producir la asfixia por la inhalación de CO₂, ya que este reduce el porcentaje de oxígeno. Además de este, puede producir otros efectos agudos como pueden ser:

- Dificultad para respirar, debido al espasmo o contracción de los bronquios.
- Irritación de la garganta, de los ojos.
- Tos.

5.3.4 Normativa de aplicación

A continuación se cita la diferente legislación aplicable a humos de combustión:

- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

5.3.5. Actividades técnicas

A continuación se detallan las labores que deben de realizar los servicios de prevención.

En el caso de los humos de combustión, sabemos los gases que se emiten y por lo tanto los que son peligrosos para la salud, con lo cual se van a medir son esos gases específicamente.

Para la determinación de los diferentes componentes de los gases de combustión se utilizaran los métodos que se han descrito en el tema de humos de soldadura, dependiendo del agente químico que se trate (tabla).

Agente químico	Instrumentos a aplicar
CO	Monitores de lectura directa, instrumentos colorimétricos, bolsas inertes, recipientes de vidrio, canister.
CO ₂	Instrumentos colorimétricos, bolsas inertes, recipientes de vidrio, canister.
NO _x	Monitores de lectura directa, instrumentos colorimétricos, bolsas inertes, recipientes de vidrio, canister.
Óxidos de azufre	Monitores de lectura directa, instrumentos colorimétricos, bolsas inertes, recipientes de vidrio, canister.
Otros (HCN, NH ₃ , etc.,)	Monitores de lectura directa, instrumentos colorimétricos, bolsas inertes, recipientes de vidrio, canister

Los equipos de muestreo serán los mismos que se han descrito en el tema de humos de soldadura al igual que el tamaño de la muestra.

5.3.6. Evaluación del riesgo en función del valor límite

La evaluación de riesgos laborales se llevará acabo de la misma manera que se ha descrito en el tema de humos de soldadura. En el caso de los humos de combustión los valores límite que se tenemos son los siguientes:

Agente químico	VLA-ED (mg/m ³)	NOTAS*
Monóxido de carbono (CO).	29mg/m ³ , 25 ppm	TR 1 A, VLB
Dióxido de carbono.	9150 mg/m ³ , 5000 ppm	VLI
Dióxido de azufre.	1,32 mg/m ³ , 0,5 ppm	VLA-EC = 2,64 mg/m ³ , 1 ppm. s

Agente químico	VLA-ED (mg/m ³)	NOTAS*
Dióxido de nitrógeno.	5,7 mg/m ³ , 3 ppm	VLA-EC = 9,6 mg/m ³ 5 ppm
Monóxido de nitrógeno.	31 mg/m ³ , 25 ppm	VLBm
Hidrocarburos alifáticos alcanos (C1 – C4) y sus mezclas, gases.	1000 ppm	-
Amoniaco.	14 mg/m ³ , 20 ppm	VLA-EC = 36 mg/m ³ 50 ppm. VLI

*Notas: descritas en el apartado de humos de soldadura. Los VLB están en el mismo apartado.



5.3.7. Medidas preventivas

A continuación se describen las medidas preventivas colectivas e individuales a tener en cuenta.

5.3.7.1. Medidas colectivas

En cuanto a las medidas colectivas para evitar que los humos de combustión puedan afectar a la salud de los trabajadores, se pueden aplicar las siguientes:

- Sacar los humos al exterior por medio de extracción general o localizada.
- Ventilación general en los locales cerrados (taller mecánico...).
- Mantenimiento adecuado de los vehículos de combustión interna alternativos. Que cumplan con los requisitos establecidos de gases de combustión para aquellos vehículos que estén obligados a pasar la ITV.

En el Reglamento General de Vehículos (Real Decreto 2820/98), en su artículo 11.19, se indica que los vehículos de motor deberán cumplir lo establecido en las correspondientes disposiciones sobre emisión de humos, gases contaminantes, ruidos y compatibilidad electromagnética.

- Formación e información al trabajador.

5.3.7.2. Medidas individuales

Como último recurso, cuando el trabajador vaya a trabajar en unas condiciones en las que no pueda ventilar la zona y se genere gran concentración de estos humos, se utilizarán equipos de protección individual.

Para los humos de combustión se utilizarán mascarillas de protección como equipos de protección individual, las cuales incorporaran unos determinados filtros, descritos en el tema de humos de soldadura.

5.3.8. Actividades de medicina del trabajo

Según el Real Decreto 374/ 2001 sobre agentes químicos, en su artículo 6, sobre la vigilancia de la salud describe lo siguiente:

La vigilancia de la salud se considerará adecuada cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:

- La exposición del trabajador al agente químico peligroso pueda relacionarse con una determinada enfermedad o efecto adverso para la salud.
- Exista la probabilidad de que esa enfermedad o efecto adverso se produzca en las condiciones de trabajo concretas en las que el trabajador desarrolle su actividad.
- Existan técnicas de investigación válidas para detectar síntomas de dicha enfermedad o efectos adversos para la salud, cuya utilización entrañe escaso riesgo para el trabajador.

La vigilancia de la salud será un requisito obligatorio para trabajar con un agente químico peligroso cuando así esté establecido en una disposición legal o cuando resulte imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud del trabajador debido a que:

- No pueda garantizarse que la exposición del trabajador a dicho agente está suficientemente controlada.
- El trabajador, teniendo en cuenta sus características personales, su estado biológico y su posible situación de discapacidad, y la naturaleza del agente, pueda presentar o desarrollar una especial sensibilidad frente al mismo.

En los casos en los que la vigilancia de la salud muestre que:

- Un trabajador padece una enfermedad identificable o unos efectos nocivos que, en opinión del médico responsable, son consecuencia de una exposición a un agente químico peligroso,
- Se supera un valor límite biológico, el médico responsable u otro personal sanitario competente informará personalmente al trabajador del resultado de dicha vigilancia. Esta información incluirá, cuando proceda, los consejos relativos a la vigilancia de la salud a la que el trabajador deberá someterse al finalizar la exposición, teniendo en cuenta, a este respecto, lo dispuesto en el párrafo e) del apartado 3 del artículo 37 del Reglamento de los Servicios de Prevención."

En estos casos el empresario deberá:

- Revisar la evaluación de los riesgos.
- Revisar las medidas previstas para eliminar o reducir los riesgos con arreglo a lo
- Tener en cuenta las recomendaciones del médico responsable de la vigilancia de la salud al aplicar cualesquiera otras medidas necesarias para eliminar o reducir los riesgos.
- Disponer que se mantenga la vigilancia de la salud de los trabajadores afectados y que se proceda al examen de la salud de los demás trabajadores que hayan sufrido una exposición similar, teniendo en cuenta las propuestas que haga el médico responsable en esta materia.



6. RIESGOS BIOLÓGICOS

Se podría decir, de forma no exhaustiva, que los agentes biológicos no son unos contaminantes que estén presentes en el sector de los áridos, aunque al ser un sector donde se trabaja al aire libre se rocía agua para minimizar los efectos del polvo y puede haber presencia de animales u otros seres vivos, pueden aparecer bacterias que puedan perjudicar la salud de los trabajadores si estos entran en contacto con ellas.

Un agente biológico es un microorganismo, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad.

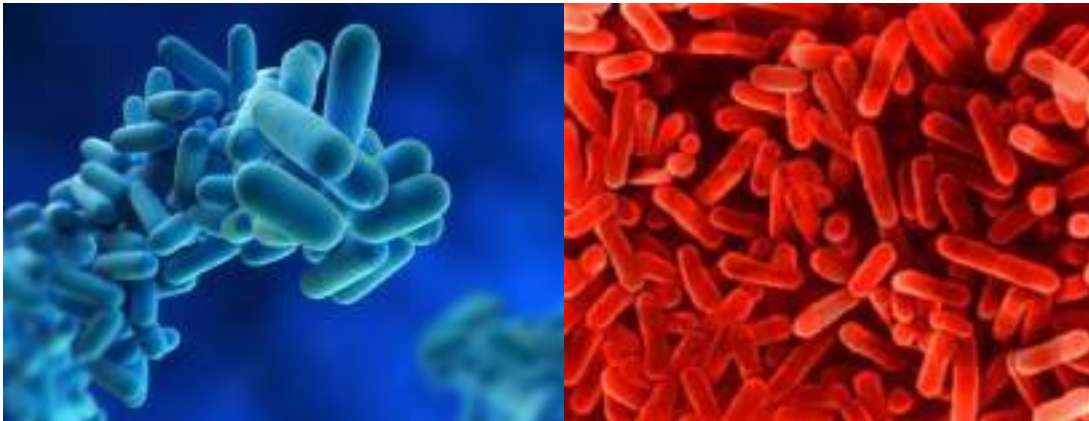
Algunos de los agentes biológicos principales a considerar dentro de este sector, son:

- La legionella que se puede encontrar en el agua que se acumula durante mucho tiempo sin ser tratada.
- Tétanos en los metales presentes en el lugar de trabajo.
- Mordedura por seres vivos (perros, serpientes,...).

6.1. Legionella

Para abordar el tema de la legionella se ha seguido el Real Decreto 865/2003 por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

La Legionella es una bacteria ambiental capaz de sobrevivir en un amplio intervalo de condiciones físico- químicas, multiplicándose entre 20°C y 45°C, y destruyéndose a 70°C. Su temperatura óptima de crecimiento es 35-37°C. Su nicho ecológico natural son las aguas superficiales, estancados, formando parte de su flora bacteriana.



En algunas ocasiones, en las instalaciones de refrigeración o calefacción, mal diseñadas, sin mantenimiento o con un mantenimiento inadecuado, se favorece el estancamiento del agua y la acumulación de productos nutrientes de la bacteria, como lodos, materia orgánica, materias de corrosión y amebas, formando una biocapa.

La presencia de esta biocapa, junto a una temperatura propicia, explica la multiplicación de legionella hasta concentraciones infectantes para el ser humano. Si existe en la instalación un mecanismo productor de aerosoles (agua pulverizada), la bacteria puede dispersarse al aire. Las gotas de agua que contienen la bacteria pueden permanecer suspendidas en el aire y penetrar por inhalación en el aparato respiratorio de los trabajadores.

Las instalaciones que con mayor frecuencia se encuentran contaminadas con legionella y han sido identificadas como fuentes de infección son los sistemas de distribución de agua sanitaria, caliente y fría y los equipos de enfriamiento de agua evaporativos, tales como las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos, instalaciones

presentes en los sistemas de aires acondicionados. Dentro del sector de los áridos puede aparecer:

Aires acondicionados que funcionen con un equipos de enfriamiento evaporativo que pulverice agua.

Sistemas de riego por aspersion para el polvo.

Sistemas de agua contra incendios.

Almacenamiento de agua en general.

La legionella está considerada como una enfermedad profesional:

Actividad	Código
Trabajos en contacto con humedad.	3D0104
Trabajadores dedicados a la limpieza y mantenimiento de instalaciones que sean susceptibles de transmitir la legionella.	3D0105

6.1.1. Medidas preventivas

Las medidas preventivas se basarán en la aplicación de dos principios fundamentales:

Primero

- Eliminar o reducir de zonas sucias mediante un buen diseño y el mantenimiento de las instalaciones

Segundo

- Evitar las condiciones que favorecen la supervivencia y multiplicación de legionella, mediante el control de la temperatura del agua y la desinfección continua de la misma.

Medidas preventivas específicas de las instalaciones

Siguiendo el Real Decreto 865/2003 se deberán adoptar las medidas preventivas que se comentan posteriormente.

Estas medidas se aplicarán en la fase de diseño de nuevas instalaciones y en las modificaciones y reformas de las existentes.



Las instalaciones y la instalación interior de agua de consumo humano deberán:

- Garantizar la total estanqueidad y la correcta circulación del agua, evitando su estancamiento, así como disponer de suficientes puntos de purga para vaciar completamente la instalación, que estarán dimensionados para permitir la eliminación completa de los sedimentos.
- Disponer en el agua de aporte sistemas de filtración según la norma UNE-EN 13443-1, equipo de acondicionamiento del agua en el interior de los edificios —filtros mecánicos— parte 1: partículas de dimensiones comprendidas entre 80 mm y 150 mm-requisitos de funcionamiento, seguridad y ensayo.
- Facilitar la accesibilidad a los equipos para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.

- Utilizar materiales, en contacto con el agua de consumo humano, capaces de resistir una desinfección mediante elevadas concentraciones de cloro o de otros desinfectantes o por elevación de temperatura, evitando aquellos que favorezcan el crecimiento microbiano y la formación de biocapa en el interior de las tuberías
- Mantener la temperatura del agua en el circuito de agua fría lo más baja posible procurando, donde las condiciones climatológicas lo permitan, una temperatura inferior a 20 0C, para lo cual las tuberías estarán suficientemente alejadas de las de agua caliente o en su defecto aisladas térmicamente.
- Garantizar que, si la instalación interior de agua fría de consumo humano dispone de depósitos, éstos estén tapados con una cubierta impermeable que ajuste perfectamente y que permita el acceso al interior. Si se encuentran situados al aire libre estarán térmicamente aislados. Si se utiliza cloro como desinfectante, se añadirá, si es necesario, al depósito mediante dosificadores automáticos.
- Asegurar, en toda el agua almacenada en los acumuladores de agua caliente finales, es decir, inmediatamente anteriores a consumo, una temperatura homogénea y evitar el enfriamiento de zonas interiores que propicien la formación y proliferación de la flora bacteriana.
- Disponer de un sistema de válvulas de retención, según la norma UNE-EN 1717, que eviten retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal suministrado y en especial, cuando sea necesario para evitar mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o usos.
- Mantener la temperatura del agua, en el circuito de agua caliente, por encima de 50 0C en el punto más alejado del circuito o en la tubería de retorno al acumulador. La instalación permitirá que el agua alcance una temperatura de 70 0C. Cuando se utilice un sistema de aprovechamiento térmico en el que se disponga de un acumulador conteniendo agua que va a ser consumida y en el que no se asegure de forma continua una temperatura próxima a 60 0C, se garantizará posteriormente, que

se alcance una temperatura de 60 °C en otro acumulador final antes de la distribución hacia el consumo.



Programa de mantenimiento de las instalaciones

Las instalaciones con riesgo de legionella se llevara a cabo un mantenimiento que consistirá en:

- Elaboración de un plano señalizado de cada instalación que contemple todos sus componentes, que se actualizará cada vez que se realice alguna modificación. Se recogerán en éste los puntos o zonas críticas en donde se debe facilitar la toma de muestras del agua.
- Revisión y examen de todas las partes de la instalación para asegurar su correcto funcionamiento, estableciendo los puntos críticos, parámetros a medir y los procedimientos a seguir, así como la periodicidad de cada actividad.
- Programa de tratamiento del agua, que asegure su calidad. Este programa incluirá productos, dosis y procedimientos, así como

introducción de parámetros de control físicos, químicos y biológicos, los métodos de medición y la periodicidad de los análisis.

- Programa de limpieza y desinfección de toda la instalación para asegurar que funciona en condiciones de seguridad, estableciendo claramente los procedimientos, productos a utilizar y dosis, precauciones a tener en cuenta, y la periodicidad de cada actividad.
- Existencia de un registro de mantenimiento de cada instalación que recoja todas las incidencias, actividades realizadas, resultados obtenidos y las fechas de paradas y puestas en marcha técnicas de la instalación, incluyendo su motivo.

6.2. Tétanos

El tétanos tiene su origen en una bacteria que se encuentra en el intestino de diversos animales, básicamente caballos, burros, etc. Su mecanismo de contagio es por medio de heridas contaminadas con tierra, estiércol de animales infectados, etc.

Su enfermedad provoca dolor de cabeza, rigidez de los músculos de cuello y mandíbula, que se va prolongando a otros hasta llegar a la muerte, de hecho el 60 % mueren cuando llegan a verse afectados los músculos respiratorios e imposibilitan la respiración.

6.2.3. Medidas preventivas

Las medidas preventivas para prevenir el contagio del tétanos se podría decir, de forma no exhaustiva, que son las siguientes:

- Estar vacunado del tétanos.
- Evitar el contacto directo con metales y el cuerpo humano: utilización de guantes.
- Cuando se realicen manipulaciones de piezas metálicas, evitar que estas terminen en punta o de cualquier otra manera que el trabajador se pueda ver afectado por una herida provocada por esa manipulación.
- Recoger todo tipo de piezas, utensilios, herramientas, residuos metálicos por el cual el trabajador pueda hacerse una herida.

6.3 Animales vivos

Los animales como los perros, serpientes u otros animales que puedan presentarse de forma inesperada en los lugares de trabajo pueden dar lugar a, entrando en contacto con ellos a través de mordeduras, un riesgo biológico, como puede ser el tétanos.



7. AUTOEVALUACIÓN DE LOS RIESGOS HIGIENICOS EN EL PUESTO DE TRABAJO

A continuación se desarrollan una serie de cuestionarios de los diferentes riesgos higiénicos presentes en el lugar de trabajo (ruido, vibraciones, radiaciones, termo-hidrometría, iluminación, polvo, humos de soldadura,...), con los cuales se puede realizar una autoevaluación del riesgo pudiendo con simples conocimientos en materia de prevención de riesgos laborales detectar situaciones de riesgos en el puesto de trabajo.

Cuando se realice el cuestionario y el resultado obtenido sea calificado como **deficiente o muy deficiente**, el trabajador debe de comunicar al encargado o personal encargado de prevención de riesgos laborales.

7.1. Ruido

La autoevaluación del riesgo a ruido presente en lugar de trabajador puede realizar el siguiente cuestionario:

1. El ruido en el ambiente de trabajo produce molestias, ocasional o habitualmente.	SI	NO	Si no hay cambios en el proceso, puede ser que no existan deficiencias, no obstante aplique el cuestionario.
2. El ruido obliga continuamente a elevar la voz a dos personas que conversen a medio metro de distancia.	SI	NO	Probablemente, el ruido existente no genera riesgo de pérdida auditiva, no obstante debe conocer y aplicar el RD 286/2006.
3. Se han realizado mediciones iniciales de ruido, según se establece en el RD 286/2006.	SI	NO	Debe efectuar mediciones de ruido, según indica el RD mencionado.
4. El nivel de ruido en los puntos referidos es mayor de 80 dB(A) de promedio diario.	SI	NO	Puede mejorarse el confort acústico. Debería planificar la adecuación de medidas, disminuir los niveles de ruido y eliminar quejas.
5. Se realizan mediciones de ruido con la periodicidad y condiciones que se indican en el RD 286/2006.	SI	NO	Debe aplicarse el RD 286/2006, en lo que se refiere a mediciones periódicas. Dicha periodicidad depende del nivel de ruido existente.
6. Se llevan a cabo reconocimientos médicos específicos a las personas expuestas a ruido según lo indicado en el RD 286/2006.	SI	NO	Deben realizarse reconocimientos médicos periódicos, como indica la mencionada legislación.
7. Se suministran y utilizan protectores auditivos a las personas expuestas a ruido, tal como se indica en el RD 286/2006.	SI	NO	Deben utilizarse protectores auditivos adecuados al tipo de ruido existente.
8. Se ha planificado la adecuación de medidas preventivas tendentes a la reducción del ruido.	SI	NO	Deben establecerse medidas preventivas para disminuir los niveles de ruido existentes siguiendo las pautas indicadas en el RD 286/2006.

Criterios de valoración:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Más de 3 consideradas deficientes.	3, 5, 6, 7, 8.	4.

7.2. Vibraciones

La autoevaluación del riesgo a vibraciones presentes en lugar de trabajador puede realizar el siguiente cuestionario:

1. Se dispone de máquinas o herramientas portátiles o instalaciones capaces de generar vibraciones.	SI	NO	Pasar a otro cuestionario.
2. Estos mecanismos tienen suficiente aislamiento o amortiguación o su diseño minimiza la transmisión de vibraciones a las personas.	SI	NO	Deben tenerse en cuenta los requisitos de aislamiento y diseño en la adquisición e instalación del material nuevo.
3. Se limita el tiempo de exposición de las personas expuestas a vibraciones cuando éstas producen, como mínimo, molestias.	SI	NO	Puede disminuirse el riesgo, la fatiga o el discomfort producido por las vibraciones, limitando el tiempo de trabajo en esas condiciones.
4. Se utilizan protecciones individuales (guantes, botas, chalecos, etc.) certificadas cuando las vibraciones producen como mínimo molestias.	SI	NO	Su utilización puede reducir la transmisión de vibraciones.
5. Se evita la presencia prolongada en estos puestos de trabajo de personal con lesiones osteomusculares, vasculares o neurológicas.	SI	NO	Debe conocerse esa circunstancia mediante la realización de reconocimientos médicos iniciales y periódicos.
6. Se lleva a cabo un programa de mantenimiento preventivo de máquinas, herramientas e instalaciones.	SI	NO	Debe llevarse a cabo dicho mantenimiento como medida preventiva frente a las vibraciones.
7. Se han realizado mediciones de la aceleración o desplazamiento de las vibraciones transmitidas a las personas que trabajan.	SI	NO	Medir las variables mencionadas y compararlas con los niveles de referencia de la normativa.

Criterios de valoración:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Más de 2 consideradas deficientes.	2, 4, 5.	3, 6, 7.

7.3. Radiaciones no ionizantes

La autoevaluación del riesgo a radiaciones presente en lugar de trabajador puede realizar el siguiente cuestionario:

1. Existe algún foco de emisión de radiaciones electromagnéticas no ionizantes (soldadura, exposición al sol, luminarias calificadas como tal).	SI	NO	Pasar a otro cuestionario.
2. Está suficientemente confinado, blindado o apantallado el foco de emisión de ondas electromagnéticas.	SI	NO	Si es razonable y técnicamente posible, debe procederse al blindaje del foco emisor o apantallarlo debidamente.
3. Se reduce al máximo el número de personas expuestas a la radiación electromagnética.	SI	NO	Es necesario reducir al mínimo el número de personas expuestas.
4. Se ubican las personas expuestas a la máxima distancia posible del foco emisor, durante su trabajo.	SI	NO	Debe mantenerse la distancia máxima posible de las personas expuestas al foco emisor.
5. Se reduce el tiempo de exposición al mínimo posible.	SI	NO	La dosis recibida puede disminuirse, si se acorta el tiempo de exposición a radiaciones electromagnéticas.
6. Se indica mediante señalización la existencia de radiaciones electromagnéticas en las zonas que proceda.	SI	NO	Señalizar la presencia de radiaciones. Advertir del riesgo que supone la radiación electromagnética para los portadores de marcapasos.
7. Se utilizan protecciones individuales de ojos o piel para minimizar la exposición a radiación infrarroja o ultravioleta.	SI	NO	Deben utilizarse gafas, guantes y ropa de trabajo adecuada y gafas / pantalla en el caso de microondas. En caso de exposición al sol usar crema protectora y ropa de trabajo adecuada.
8. Se conocen los niveles de radiación existentes en las zonas de exposición a radiaciones electromagnéticas.	SI	NO	Es necesario medir los niveles de radiación y valorarlos por comparación con valores de referencia aplicables.
9. Se realizan reconocimientos médicos específicos (si es técnicamente posible) y periódicos a los trabajadores expuestos a radiaciones.	SI	NO	Deben realizarse, si es posible, dichos reconocimientos.

Criterios de valoración:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Más de 1 considerada deficiente.	2, 7.	3, 4, 5, 6, 8, 9.

7.4. Ambiente térmico

La autoevaluación del riesgo a termohidrometría presente en lugar de trabajador puede realizar el siguiente cuestionario:

1. La temperatura del aire está comprendida entre 17 °C y 27 °C en locales donde se realizan trabajos de tipo sedentario (oficinas o similares).	SI	NO	Los trabajos de bajo consumo energético deben realizarse en locales en los que se adecue la temperatura del aire a los mencionados valores tal como indica el RD 486/1997.
2. La temperatura del aire está comprendidas entre 14°C y 25°C en locales donde se realizan trabajos de tipo ligero (dependientes, conductores, laborantes y similares).	SI	NO	Los trabajos de consumo energético moderado, como los indicados, deben realizarse en locales en los que se adecue la temperatura del aire a los mencionados valores.
3. Está comprendida la humedad relativa, de los locales de trabajo, entre el 30% y el 70%.	SI	NO	La humedad relativa se mantendrá entre los valores del 30% al 70%, excepto cuando existan riesgos debidos a la electricidad estática, que se mantendrá por encima del 50%.
4. Se respetan los límites propuestos en el RD 486/ 1997 respecto a corrientes de aire en los locales de trabajo.	SI	NO	Excepto en situaciones de calor muy intenso, la velocidad del aire no debe exceder de los límites especificados en el RD 486/1997.
5. Disponen, los locales de trabajo, de aislamiento térmico suficiente.	SI	NO	Los locales de trabajo cerrados deben poseer aislamiento térmico acorde con las condiciones climáticas propias del lugar, tal como indica el RD 486/1997.
6. Se encuentran apantallados los focos de radiación térmica.	SI	NO	Debe evitarse la incidencia de la radiación térmica mediante apantallamiento o aislando las superficies calientes.
7. Si existen situaciones de calor muy intenso (se superan claramente los límites superiores expuestos en las cuestiones 1, 2 y 3), se ha evaluado el riesgo de estrés térmico.	SI	NO	La combinación de altos valores de temperatura, actividad física, humedad, ropa inadecuada, etc., puede generar riesgo de estrés térmico, que debe ser evaluado.
8. Si existen situaciones de calor muy intenso, en las que, una vez evaluado, se concluye que existe riesgo de estrés térmico, se limita el tiempo de permanencia.	SI	NO	Debe limitarse el tiempo de permanencia, por debajo del máximo, calculado según criterios establecidos en la UNE EN 12515:97
9. Se suministra agua a los trabajadores en las situaciones de trabajo mencionadas en la cuestión 8.	SI	NO	En esas situaciones los trabajadores deben recuperar el agua perdida, ingiriendo como mínimo un vaso de agua cada 20 minutos.

10. Si existen lugares de trabajo a temperaturas inferiores a 10°C, se ha evaluado el riesgo de enfriamiento general del cuerpo o de enfriamiento localizado de los tejidos expuestos.	SI	NO	Debe llevarse a cabo dicha evaluación con la metodología de la norma UNE ENV ISO 11079 98 y cumplir con las prescripciones de la mencionada norma.
11. Se limita la duración del trabajo en caso de tener que trabajar en el interior de las cámaras frigoríficas.	SI	NO	En estos casos la duración de la jornada de trabajo y las pausas de recuperación, en lugares cálidos, deben ser como mínimo las que establece el RD 1561/1995.
12. Se evitan los cambios bruscos de temperatura.	SI	NO	Los cambios de temperatura se deben, en lo posible, atenuar o graduar, de acuerdo con el RD 486/1997.
13. Si existen objetos o sustancias a temperaturas extremadamente frías o calientes, disponen del aislamiento térmico o confinamiento, necesario para evitar el contacto fortuito con la piel.	SI	NO	Debe evitarse dicho contacto con la piel, si es procedente, mediante aislamiento térmico o confinamiento suficiente.
14. En caso de exposición a temperaturas extremas, existe señalización de aviso y precaución.	SI	NO	Es necesario señalar el riesgo inminente, de acuerdo con lo dispuesto en el RD 485/1997.
15. Los trabajadores, en esos casos, disponen de los equipos de protección individual adecuados.	SI	NO	Deben utilizarse dichos equipos cuando el aislamiento o confinamiento es insuficiente o no procede (por ejemplo: manipulación de nitrógeno líquido, etc.).
16. Se lleva a cabo la vigilancia de la salud adecuada cuando el trabajo transcurre en ambientes muy calurosos o muy fríos.	SI	NO	Debe llevarse a cabo la correspondiente vigilancia de la salud de las personas expuestas adecuada a los riesgos detectados.

Criterios de valoración:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Más de 6 consideraciones deficientes.	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16.	5, 6, 12.

7.5. Iluminación

La autoevaluación del riesgo a iluminación presente en lugar de trabajador puede realizar el siguiente cuestionario:

1. Se han emprendido acciones para conocer si las condiciones de iluminación de la empresa se ajustan a las diferentes tareas visuales que se realizan.	SI	NO	Para mejorar las condiciones de trabajo, deberían planificarse acciones para conseguir los mínimos especificados en la legislación.
2. Los niveles de iluminación existentes (general y localizada) son los adecuados en todos los lugares de trabajo o paso.	SI	NO	La normativa recoge los niveles de iluminación requeridos para diferentes tareas.
3. Se ha comprobado que el número y la potencia de los focos luminosos instalados son suficientes.	SI	NO	Una instalación de iluminación debe disponer de suficientes puntos de luz que proporcionen los niveles de iluminación requeridos.
4. Hay establecido un programa de mantenimiento de las luminancias para asegurar los niveles de iluminación.	SI	NO	El establecimiento y cumplimiento de estos programas es fundamental para asegurar el mantenimiento de los niveles de iluminación.
5. Entre las actuaciones previstas en el programa de mantenimiento, está contemplada la sustitución rápida de los focos luminosos fundidos.	SI	NO	Es de utilidad organizar un sistema ágil de comunicación y resolución de deficiencias y disponer de una reserva de focos luminosos.
6. El programa de mantenimiento contempla la limpieza regular de focos luminosos, luminarias, difusores, paredes, etc.	SI	NO	La acumulación de polvo y suciedad en estos puntos reduce notablemente el rendimiento de la instalación.
7. El programa de mantenimiento prevé la renovación de la pintura de paredes, techos, etc. y la utilización de colores claros y materiales mates.	SI	NO	La atención prestada a estos aspectos permite obtener un mayor aprovechamiento del sistema de iluminación.
8. Todos los focos luminosos tienen elementos difusores de la luz y/o protectores antideslumbrantes.	SI	NO	La visión directa de focos luminosos descubiertos puede producir deslumbramientos. Corrija esa situación.
9. La posición de las personas evita que éstas trabajen de forma continuada frente a las ventanas.	SI	NO	La visión directa de grandes superficies luminosas puede producir deslumbramientos. Modifique la orientación o coloque persianas.
10. Los puestos de trabajo están orientados de modo que se eviten los reflejos en las superficies y PVD's.	SI	NO	Reorganice los puestos de trabajo para que la luz incida lateralmente sobre el plano de trabajo.

Criterios de valoración:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Más de 1 considerada deficiente.	2, 8.	1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10.

7.6. Polvo

La autoevaluación del riesgo a polvo presente en lugar de trabajador puede realizar el siguiente cuestionario:

1. Se genera en el puesto de trabajo polvo.	SI	NO	Pasar a otro cuestionario.
2. Se informa a los trabajadores sobre los riesgos que suponen el polvo	SI	NO	Información adecuada respecto a los riesgos derivados del polvo.
3. Se han aplicado los principios de prevención para la reducción de los riesgos.	SI	NO	Deben, necesariamente, aplicarse los principios generales de prevención.
4. Alguno de los componentes del polvo es tóxico o nocivo por inhalación.	SI	NO	Pase a la cuestión 8.
5. Se han iniciado gestiones para sustituir los materiales de aporte u otros, o se trabaja en proceso cerrado o de forma que no existe una inhalación de polvo, o se reduce lo máximo posible su inhalación.	SI	NO	Son prioritarias las acciones encaminadas a la eliminación o reducción en lo posible del riesgo del polvo.
6. Se dispone de sistemas eficaces de reducción de polvo.	SI	NO	Se debe disponer de sistemas eficaces para reducir el polvo.
7. Se utilizan EPI respiratoria, en exposiciones ocasionales o en operaciones de corta duración, o cuando son insuficientes otro tipo de medidas colectivas.	SI	NO	La utilización de EPI está permitida en las condiciones mencionadas y con los requisitos que establecen el RD 1407/1992 y el RD 773/ 1997.
8. Se han realizado mediciones de la concentración ambiental del polvo.	SI	NO	Deben realizarse dichas mediciones ambientales; previa o posteriormente, según sea su finalidad.
9. Se procede a la limpieza de los puestos de trabajo después de cada turno y periódicamente de los locales.	SI	NO	Es necesario realizar este tipo de limpieza.
10. Se procede al mantenimiento de las instalaciones de ventilación en los vehículos expuestos.	SI	NO	Debe organizarse y llevarse a cabo este mantenimiento preventivo.
11. Se lleva a cabo la vigilancia de la salud sobre los trabajadores expuestos, cuando ésta es obligatoria.	SI	NO	La vigilancia de la salud es un requisito obligatorio, cuando así se presente la ITC 2.0.02

12. Si alguno de los agentes procedentes del polvo es cancerígeno, mutágeno o tóxico para la reproducción, se incrementan los controles y las medidas de prevención.	SI	NO	En estos casos, además de respetar los preceptos anunciados en las anteriores cuestiones, debe cumplirse lo dispuesto en el RD 665/ 1997 y modificaciones.
13. Se ha previsto la frecuencia y alcance, con los que se procederá a la revisión de la evaluación de los riesgos debidos a humos de soldadura.	SI	NO	Debe establecerse dicha periodicidad tal como se indica en la ITC 2.0.02.

Criterios de valoración:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Más de 4 consideraciones deficientes.	2, 3, 6, 8, 11, 12, 13	5, 7, 9, 10

7.7. Humos de soldadura

La autoevaluación del riesgo de humos de soldadura presente en lugar de trabajador puede realizar el siguiente cuestionario:

1. Existen en la empresa humos procedentes de soldadura.	SI	NO	Passar a otro cuestionario.
2. Existen Fichas de datos de seguridad, etiquetado de los materiales de aporte, y certificados de fabricación y seguridad.	SI	NO	Deben de aportarse Fichas de datos de seguridad, etiquetado de los materiales de aporte y certificación de los materiales.
3. Se informa a los trabajadores sobre los riesgos que suponen los humos de soldadura.	SI	NO	Información adecuada respecto a los riesgos derivados de la soldadura.
4. Se han aplicado los principios de prevención para la reducción de los riesgos.	SI	NO	Deben, necesariamente, aplicarse los principios generales de prevención que se exponen en el artículo 4 del RD 374/2001.
5. Teniendo en cuenta la peligrosidad de los humos de soldadura, la cantidad de éste y las condiciones de trabajo, se puede considerar el riesgo leve.	SI	NO	Si la información disponible sobre los riesgos de los humos de soldadura lleva a la conclusión de riesgo no leve, pase a la cuestión siguiente, si es leve, pase a la cuestión 20.
6. Alguno de los componentes de los humos de soldadura es tóxico o nocivo por inhalación.	SI	NO	Pase a la cuestión 11.
7. Se han iniciado gestiones para sustituir los materiales de aporte u otros, o se trabaja en proceso cerrado o de forma que no existe una inhalación de los humos, o se reduce lo máximo posible su inhalación.	SI	NO	Son prioritarias las acciones encaminadas a la eliminación o reducción en lo posible del riesgo de estos humos.
8. Se dispone de sistemas eficaces de extracción localizada y ventilación general forzada.	SI	NO	Se debe disponer de sistemas de extracción localizada y de ventilación general forzada, que reduzcan eficazmente la concentración ambiental de los humos de soldadura.
9. Se utilizan EPI respiratoria, en exposiciones ocasionales o en operaciones de corta duración, o cuando son insuficientes otro tipo de medidas colectivas.	SI	NO	La utilización de EPI está permitida en las condiciones mencionadas y con los requisitos que establecen el RD 1407/1992 y el RD 773/ 1997.
10. Se han realizado mediciones de la concentración ambiental de estos humos de soldadura.	SI	NO	Deben realizarse dichas mediciones ambientales; previa o posteriormente, según sea su finalidad.

11. Alguna de las sustancias es tóxica o nociva por contacto con la piel.	SI	NO	Pasar a la cuestión 13.
12. Se utilizan guantes y ropas impermeables a las sustancias con las que puede haber contacto dérmico.	SI	NO	Debe proveerse a las personas expuestas de este tipo de protección individual debidamente certificada.
13. Se procede a la limpieza de los puestos de trabajo después de cada turno y periódicamente de los locales.	SI	NO	Es necesario realizar este tipo de limpieza.
14. Se procede al mantenimiento de las instalaciones de ventilación.	SI	NO	Debe organizarse y llevarse a cabo este mantenimiento preventivo.
15. Se lleva a cabo la vigilancia de la salud sobre los trabajadores expuestos, cuando ésta es obligatoria.	SI	NO	La vigilancia de la salud es un requisito obligatorio, cuando así se presente en una normativa específica o cuando lo disponga en el RD 374/ 2001.
16. Si alguno de los agentes procedentes de los humos de soldadura es cancerígeno, mutágeno o tóxico para la reproducción, se incrementan los controles y las medidas de prevención.	SI	NO	En estos casos, además de respetar los preceptos anunciados en las anteriores cuestiones, debe cumplirse lo dispuesto en el RD 665/ 1997 y modificaciones.
17. Se ha previsto la frecuencia y alcance, con los que se procederá a la revisión de la evaluación de los riesgos debidos a humos de soldadura.	SI	NO	Debe establecerse dicha periodicidad tal como se indica en el RD 374/2001.

Criterios de valoración:

MUY DEFICIENTE	DEFICIENTE	MEJORABLE
Más de 6 consideraciones deficientes.	2, 3, 4, 11, 15, 16, 17	5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14.

8. LA MEDICINA DEL TRABAJO Y SU RELACIÓN CON LA VIGILANCIA DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES

El empresario no suele estar preparado para asumir personalmente las tareas de la especialidad de medicina del trabajo y por ello recurre a alguna de las diferentes modalidades de organización preventiva establecidas en el Artículo 10 del Reglamento de los Servicios de Prevención.

Por otra parte, los Servicios de Prevención Propios no están obligados a disponer, necesariamente, de la especialidad de Medicina del Trabajo, pudiendo tener como mínimo 2 de las otras disciplinas preventivas (seguridad laboral, higiene industrial y/o ergonomía/psicosociología). En este caso, la especialidad de Medicina del Trabajo se concierta

habitualmente con un Servicio de Prevención Ajeno. Ahora bien, si existe actividad sanitaria dentro del Servicio de Prevención, con la estructura y los medios adecuados a su naturaleza específica y la confidencialidad de los datos médicos personales, han de cumplirse los requisitos establecidos en la normativa sanitaria de aplicación.

8.1. Actividades sanitarias de los servicios de prevención

La actividad a desarrollar por los servicios sanitarios de los servicios de prevención de riesgos laborales incluirá:

- Desarrollar la vigilancia y control de la salud de los trabajadores de manera individualizada y colectiva.
- Estudiar, cuando se tenga conocimiento de ello, las enfermedades susceptibles de estar relacionadas con el trabajo, a los solos efectos de poder identificar cualquier relación entre las causas de enfermedad y los riesgos para la salud que puedan presentarse en los lugares de trabajo.
- Comunicar las enfermedades que podrían ser calificadas como profesionales.
- Proporcionar la asistencia de primeros auxilios y la atención de urgencia a los trabajadores que lo necesiten, en los casos de presencia física de los profesionales sanitarios en el lugar de trabajo.
- Impulsar programas de promoción de la salud en el lugar de trabajo, en coordinación con el Sistema Nacional de Salud.
- Desarrollar programas de formación, información e investigación en su ámbito de trabajo.
- Efectuar sistemáticamente y de forma continua la vigilancia colectiva de la salud de los trabajadores, en función de los riesgos a los que están expuestos, elaborando y disponiendo de indicadores de dicha actividad.
- Participar en las actuaciones no específicamente sanitarias que el servicio de prevención realice en desarrollo de las funciones que tiene atribuidas.
- Colaborar con el Sistema Nacional de Salud.

- Colaborar con las autoridades sanitarias en las labores de vigilancia epidemiológica, provisión y mantenimiento del Sistema de Información Sanitaria en Salud Laboral.
- Participar en cualquier otra función que la autoridad sanitaria les atribuya.

8.2. Unidad Básica de Salud (U.B.S.)

Las actividades de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo por personal sanitario con competencia técnica, formación y capacidad acreditada (Artículos 22 y 37 LPRL).

La U.B.S. (Unidad Básica de Salud) de un servicio de prevención estará integrada por:

- Médico especialista en Medicina del Trabajo o diplomado en Medicina de Empresa.
- Auxiliar Técnico Sanitario (ATS) o Diplomado Universitario en Enfermería (DUE) de empresa.
- Otros profesionales sanitarios (opcional).

El personal de la U.B.S. debe disponer de espacios para el acceso y recepción del usuario, la zona de atención (consultas y gabinetes), los apoyos generales del servicio y la zona de personal, debiendo garantizar la dignidad e intimidad de las personas en un área específica del servicio de prevención, sin menoscabo de la necesaria coordinación interdisciplinaria.

El servicio podrá establecerse, previa autorización por la Administración competente, en locales propios, alquilados o cedidos. En caso de disponer de unidades móviles complementarias para el desarrollo de la actividad de vigilancia de la salud, previamente al inicio de su actividad, deberán disponer de autorización sanitaria de funcionamiento, debiendo comunicar su ámbito de actuación.

El personal de la U.B.S. debe disponer de equipos y material adecuado, propio o concertado, para realizar la vigilancia de la salud de los trabajadores, en relación con los riesgos derivados del trabajo en la empresa o empresas atendidas y número de trabajadores.

8.3. Equipamiento sanitario básico

En las instalaciones del servicio de prevención existirán los siguientes equipos que se muestran a continuación:

Audiómetro y cabina audiométrica homologados.

El audiómetro es un instrumento que permite realizar audiometrías tonales, pudiendo variar la frecuencia y la intensidad del sonido generado.

La cabina audiométrica es un espacio físico donde el ruido es atenuado y la reverberación es controlada para poder hacer mediciones confiables y exactas de la audición de los trabajadores.

El trabajador debe estar claramente visible para el examinador. El mismo no debe ser capaz de ver los ajustes que haga el examinador o los controles del equipo. El examinado puede ser observado a través de una ventana o bien por un sistema de circuito cerrado de televisión.



Camilla de exploración.

Sirven para la exploración del trabajador. Deben cubrirse con papel antes de colocar al trabajador, este papel será desechado después de su utilización.

Las camillas de exploración pueden ser:

- Rígidas. Tienen una estructura de tubo metálico hueco, sobre la que se asienta un colchón con base rígida, recubierto de piel o de algún material similar fácilmente lavable. Puede llevar ruedas para facilitar su desplazamiento, y un sistema de freno que las bloquee.
- Articuladas. La estructura es similar a la camilla rígida, pero en este caso pueden llevar varios puntos de articulación para favorecer la exploración.



Contenedores de residuos sanitarios.

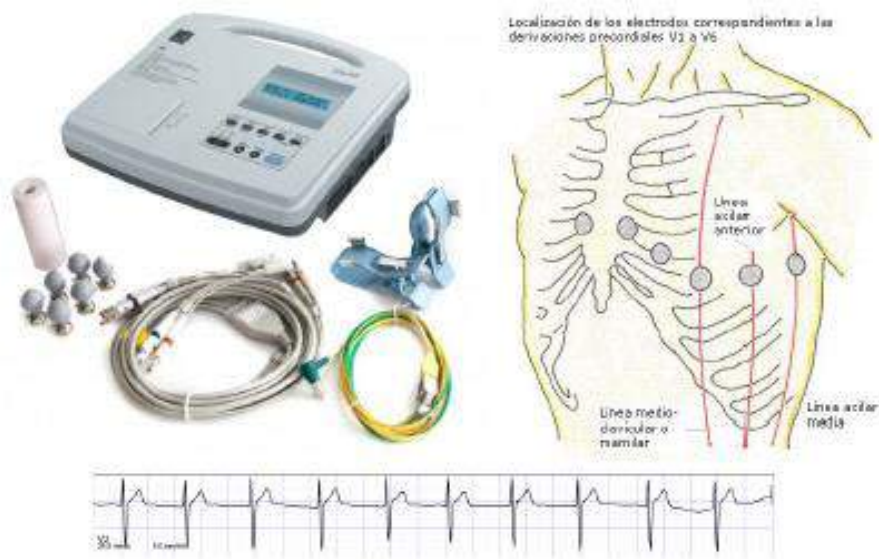
Los residuos sanitarios son aquellos que se generan en los considerados centros sanitarios, pudiendo ser algunos de estos residuos muy peligrosos. Entre ellos se incluyen:

- Residuos urbanos generados en estos centros.
- Residuos sanitarios asimilables a los urbanos.
- Residuos específicos de riesgo (peligrosos)
- Residuos humanos.
- Residuos radioactivos.
- Residuos químicos.
- Residuos citostáticos.



Electrocardiógrafo.

El electrocardiógrafo es uno de los diferentes recursos que emplea el clínico para evaluar, diagnosticar y monitorizar la función cardiaca del paciente. El aparato es capaz de captar y ampliar la actividad eléctrica del corazón a través de electrodos colocados en las 4 extremidades (tobillos y muñecas) y en 6 posiciones precordiales (ver imagen). El registro de dicha actividad es el electrocardiograma (ECG).



Equipo de radiodiagnóstico (propio o concertado).

Estos equipos son capaces de generar imágenes del interior del cuerpo mediante diferentes agentes físicos (rayos X, ultrasonidos campos magnéticos, etc.) y de utilizar estas imágenes para el diagnóstico y, en menor medida, para el pronóstico y el tratamiento de las enfermedades.



Equipo para control visión.

Este equipo consta de varios estudios y evaluaciones simples que permiten identificar a las personas que pueden tener problemas oculares, también puede incluir pruebas de la reacción de los ojos a la luz y de la coordinación muscular, así como evaluaciones mediante imágenes y gráficos simples que podrían revelar daltonismo u otros problemas ocultos.



Espirómetro o neumotacógrafo homologados.

Un espirómetro consta de una boquilla, un tubo y un dispositivo de registro. Para usar un espirómetro, la persona inspira profundamente y a continuación expira con fuerza y lo más rápido que pueda a través del tubo. El instrumento de registro mide el volumen de aire inspirado o expirado y la duración de cada respiración.

La medición de la capacidad pulmonar refleja el grado de rigidez o de elasticidad de los pulmones y de la caja torácica.



Esfigmomanómetro.

Un esfigmomanómetro sirve para medir la presión arterial.



Fonendoscopio.

Es un aparato acústico utilizado en medicina y enfermería, normalmente es utilizado para escuchar los ruidos cardíacos o los ruidos respiratorios.



Laboratorio: propio o concertado.

El laboratorio, propio o concertado, permite obtener los resultados del análisis biológico, de sangre y orina principalmente, para poder comparar los valores obtenidos con los valores límite establecidos, con el fin de garantizar unas condiciones de salud adecuadas.



Linterna o fuente de luz externa.

Es un dispositivo con una luz potente diseñada para las iluminaciones diagnósticas, especialmente para las iluminaciones orales, oculares, y dérmicas.



Martillo de reflejos.

Equipo destinado a controlar el sistema nervioso del trabajador ejerciendo un simple golpe en una de las rodillas o en ambas.



Negatoscopio.

Consiste en una pantalla luminosa o retroiluminada utilizada para observar radiografías.



Nevera con termómetro de máximas y mínimas.

Este tipo de termómetro que se coloca en el interior de una nevera nos permite conocer las temperaturas máximas y mínimas que ha marcado el termómetro, independientemente de la que marque en el momento que se controla.



Ofthalmoscopio.

Es un instrumento, con varias lentes y espejos que ilumina el interior del ojo a través de la pupila y cristalino, permitiendo el examen de la retina o del fondo de ojo.

Otoscopio.

El otoscopio es un instrumento con un haz de luz que ayuda a visualizar y examinar la condición del canal auditivo y del tímpano. El examen del oído puede revelar la causa de algunos síntomas tales como dolor o sensación de llenura en el oído o pérdida de la audición.



Peso clínico y talla.

Este equipo puede ser compacto o no, está formado por dos equipos destinados a calcular el pesaje de una persona en kilos y gramos y la medición o talla en centímetros.



Rinoscopio.

Instrumento para explorar las fosas nasales a través de las ventanas nasales o a través de la nasofaringe.

Medicación, material y equipo suficiente para atender urgencias y primeros auxilios.

En este caso y de manera orientativa, el servicio de prevención puede tener disponible algunos de los siguientes equipos: armario de primeros auxilios, botiquines con vendas, camillas de emergencias y rescate, colchones de emergencia, collar cervical, férulas de inmovilización, inmovilizador de cabeza y columna, mantas para emergencias, monitor de constantes vitales, mascarilla y bombona de oxígeno, equipo de resucitación y transiluminadores.

8.4. Concepto y objetivos de la vigilancia de la salud

La vigilancia de la salud, realizada por el personal de la U.B.S. consiste en la recogida sistemática y continua de datos acerca de un problema específico de salud; su análisis, interpretación y utilización en la planificación, implementación y evaluación de programas de salud. En el ámbito de la salud laboral, esta vigilancia se ejerce mediante la observación continuada de la distribución y tendencia de los fenómenos de interés que no son más que las condiciones de trabajo (factores de riesgo) y los efectos de los mismos sobre el trabajador (riesgos).



El término “vigilancia en la salud” engloba una serie de técnicas con objetivos y metodologías distintas como por ejemplo las encuestas de salud, estudios de absentismo, de accidentes de trabajo o enfermedades profesionales y, naturalmente, reconocimientos médicos. Existen dos tipos de objetivos: los individuales y los colectivos. Los primeros están relacionados con la persona “vigilada” y los segundos con el grupo de trabajadores. Aunque en la práctica se les ha de conceder la misma importancia, la repercusión de cada uno de ellos en el terreno de la prevención es bien distinta.

Tres son los principales objetivos de la vigilancia de la salud a nivel individual:

- la detección precoz de las repercusiones de las condiciones de trabajo sobre la salud;
- la identificación de los trabajadores especialmente sensibles a ciertos riesgos,
- y finalmente la adaptación de la tarea al individuo.

En cuanto a los objetivos de la vigilancia de la salud colectiva, el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en el grupo de trabajadores permite valorar el estado de salud de la empresa, dando respuesta a las preguntas ¿qué puesto presenta alteraciones (por ejemplo auditivas)? ¿En qué lugar de la empresa? y ¿cuándo aparecen o aparecieron?. Ello hace posible establecer las prioridades de actuación en materia de prevención de riesgos en la empresa, motivar la revisión de las actuaciones preventivas en función de la aparición de daños en la población trabajadora y evaluar la eficacia del plan de prevención de riesgos laborales a través de la evolución del estado de salud del colectivo de trabajadores.

En resumen, la vigilancia de la salud nos ayuda a:

- **Identificar los problemas:** en sus dos dimensiones, la individual (detección precoz, gestión del caso, trabajadores susceptibles, adaptación de la tarea) y la colectiva (diagnóstico de situación y detección de nuevos riesgos).
- **Planificar la acción preventiva:** estableciendo las prioridades de actuación y las acciones a realizar.
- **Evaluar las medidas preventivas:** controlando las disfunciones o lo que es lo mismo sirviendo de alerta ante cualquier eclosión de lesiones pese a la existencia de unas condiciones de trabajo en principio correctas y evaluando la eficacia del plan de prevención favoreciendo el uso de los métodos de actuación más eficaces.

8.5. Características de la vigilancia de la salud

Los artículos 22 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) y 37 del Reglamento de los Servicios de Prevención (RSP) dentro del marco

genérico de la garantía de seguridad que corresponde al empresario, se ocupan de regular el conjunto de características que debe reunir la vigilancia de la salud para conseguir que sea eficaz y se realice con las máximas garantías para el trabajador. Las principales características son:

- **Garantizada por el empresario:** el empresario garantizará a sus trabajadores la vigilancia periódica de su salud, restringiendo el alcance de la misma a los riesgos inherentes al trabajo. La LPRL configura la vigilancia de la salud como un derecho del trabajador y como una obligación del empresario que debe reiterarse a lo largo del tiempo y acondicionarse teniendo en cuenta los datos sobre riesgos de la empresa.
- **Específica:** esa vigilancia se realizará en función del o de los riesgos a los que está sometido el trabajador en el lugar de trabajo y tendrá en cuenta las particularidades del trabajador o de la trabajadora. Una consecuencia obvia de esta característica es la imposibilidad de establecer un protocolo de vigilancia médica sin conocer los resultados de la evaluación de riesgos. Por otro lado la vigilancia médica ha de ser proporcional. Esta proporcionalidad va unida al respeto de la dignidad de la persona y de su intimidad, lo que incluye también que las pruebas se ajusten al fin perseguido (es decir a la detección precoz de los posibles daños de origen laboral y a la protección de los especialmente sensibles).
- **Voluntariedad condicionada:** La LPRL configura la vigilancia de la salud como un derecho del trabajador y una obligación del empresario, enunciando como regla general la voluntariedad de la misma. Ese carácter voluntario se transforma en una obligación del trabajador en las siguientes circunstancias:
 - La existencia de una disposición legal con relación a la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad. Varias son las disposiciones legales en las que se establece la obligatoriedad de la vigilancia de la salud. Por un lado, el artículo 196 de la Ley General de la Seguridad Social obliga al empresario a realizar reconocimientos previos y periódicos a los trabajadores que ocupen un puesto de trabajo

en el que exista un riesgo de enfermedad profesional. Por otro, toda aquella legislación específica que así lo indique como por ejemplo la relativa a la exposición al ruido, a ciertos agentes químicos y a las radiaciones ionizantes, entre otras.

- Que los reconocimientos sean indispensables para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores. La indispensabilidad de la vigilancia vendrá delimitada por el riesgo y por la inevitabilidad de la medida por no existir otro procedimiento para conseguir información sobre la magnitud del riesgo y su grado de incidencia en la salud del trabajador.

- Que el estado de salud del trabajador pueda constituir un peligro para el mismo, para los demás trabajadores o para otras personas relacionadas con la empresa. En este supuesto la vigilancia de la salud se utiliza como medio para hacer efectivo el antiguo principio de



adecuación del trabajador al trabajo que se reformula en el Artículo 25.1 de la LPRL. Esta excepción requiere la existencia de un peligro real para el trabajador o para terceros que pueda ser evitado con dicho reconocimiento y que, en el caso de riesgo para terceros, es de tal gravedad que se sitúa por encima del derecho individual.

- o En los dos últimos supuestos se requiere de un informe previo de los representantes de los trabajadores. Por otro lado, la voluntariedad o no de la vigilancia debería determinarse durante la evaluación de riesgos y consignarse en el plan de prevención de riesgos

laborales en forma de listado consignando las consecuencias de la negativa por parte del trabajador.

- La voluntariedad de la vigilancia médica supone también la obligatoriedad de informar y obtener el consentimiento del trabajador para someterse a la vigilancia de la salud contemplada en el Artículo 22 de la LPRL, salvo que esté comprendida entre las excepciones del apartado 1 del mencionado artículo. En cualquier caso, ese consentimiento debe ser previo e informado, libre y sin coacciones internas o externas y revocables. Por ello es necesario informar sobre el contenido y el alcance de la vigilancia en relación con los riesgos específicos del puesto de trabajo, especificando a qué tipo de pruebas se va a someter y para qué; recabar el consentimiento concreto e individual para cada una de las pruebas que conforman la vigilancia de la salud y deben existir datos que permitan afirmar su existencia.
- No es necesario obligar al trabajador a firmar la negativa a realizar el examen médico ya que puede considerarse una coacción de la libertad y crear suspicacias en cuanto al uso posterior del consentimiento: por ejemplo relevo de responsabilidades por parte del empresario o renuncia a derechos legales por parte del trabajador. Sí es aconsejable pedir la firma o acuse de recibo del ofrecimiento de la vigilancia de la salud.
- **Confidencialidad:** la información médica derivada de la vigilancia de la salud de cada trabajador estará disponible para el propio trabajador, los servicios médicos responsables de su salud y la autoridad sanitaria. Ningún empresario podrá tener conocimiento del contenido concreto de las pruebas médicas o de su resultado sin el consentimiento expreso y fehaciente del trabajador.

Al empresario y a las otras personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención se les deberán facilitar las conclusiones de dicho reconocimiento en los términos de aptitud o adecuación del trabajador a su puesto de trabajo o función; y de necesidad, en lo relativo a la introducción o mejora de las medidas de protección o de prevención. En cuanto a la

cesión de datos a terceros, ésta se realizará conforme a lo dispuesto en el artículo 10 del Real Decreto 843/2011.

- **Duración:** la vigilancia de la salud se prolongará más allá de la finalización de la relación laboral en aquellos casos en los que los efectos sobre los trabajadores así lo aconsejen; en general, cuando los efectos tengan un periodo de latencia largo o puedan aparecer una vez extinguida la relación contractual.
- **Contenido:** la Ley no especifica ni define las medidas o instrumentos de vigilancia de la salud, pero sí establece una preferencia para aquellas que causen las menores molestias al trabajador, encomendando a la Administración Sanitaria el establecimiento de las pautas y protocolos de actuación en esta materia. Este encargo se concreta en el Reglamento de los Servicios de Prevención que dispone que sean el Ministerio de Sanidad y las Comunidades Autónomas las que establezcan, oídas las sociedades científicas competentes, la periodicidad y contenido de la vigilancia de la salud específica. El contenido de las evaluaciones médicas individuales incluirá, como mínimo, una historia clínicolaboral, donde además de los datos de anamnesis, exploración física, control biológico y exámenes complementarios, se hará constar una descripción detallada del puesto de trabajo, del tiempo de permanencia en el mismo, de los riesgos detectados y de las medidas de prevención adoptadas.
- **Documentación:** los resultados de los controles del estado de salud de los trabajadores deberán estar documentados, así como las conclusiones de los mismos (Artículo 23.1 de la LPRL). Este concepto se desarrolla en un apartado posterior.
- **Gratuidad:** el coste económico de cualquier medida relativa a la seguridad y salud en el trabajo, y por tanto el derivado de la vigilancia de la salud, no deberá recaer sobre el trabajador (Artículo 14.5 de la LPRL). Una consecuencia de lo anterior es la realización de los reconocimientos médicos dentro de la jornada laboral o el descuento del tiempo invertido de la misma.
- **Periodicidad:** las principales categorías se encuentran en el RSP, apareciendo también categorías especiales en cierta normativa

específica. En resumen. Los diferentes tipos de vigilancia médica en función de su frecuencia son:

- o Inicial: después de la incorporación al trabajo o después de la asignación de tareas específicas con nuevos riesgos para la salud.
- o Periódica: por trabajar con determinados productos o en determinadas condiciones reguladas por una legislación específica que así lo exija o según riesgos determinados por la evaluación de riesgos, incluidas las características personales.
- o Tras una ausencia prolongada por enfermedad: no está definido en la legislación el periodo de tiempo que debería considerarse como “ausencia prolongada”.

Queda pues a criterio médico considerar el periodo más adecuado en función de su origen laboral o no, de las alteraciones presentadas, de las características personales y del puesto de trabajo en cuestión.

- o Previa a la exposición: esta figura aparece en ciertas normas específicas (como la de agentes biológicos, cancerígenos o pantallas) y sigue totalmente vigente para la vigilancia de la salud en el ámbito de las enfermedades profesionales y para la evaluación de la salud de los trabajadores nocturnos.
- o Post-ocupacional: cuando el efecto del factor de riesgo laboral tiene un largo periodo de latencia.
- o Por detección de daño en un trabajador: en este caso se deberá proponer la revisión de la evaluación de riesgos y proceder a la vigilancia médica de los trabajadores que pertenezcan al mismo grupo de riesgo.

Los reconocimientos previos a la contratación no están incluidos en el concepto de vigilancia de la salud preconizado por la normativa vigente en prevención de riesgos laborales siendo uno de los principios fundamentales de la misma el de adaptación del puesto de trabajo a la persona y no al contrario (salvo peligro para él mismo o para terceros). No es función de la unidad de medicina del trabajo del servicio de prevención el realizar este tipo de exámenes.

8.6. El procedimiento de la vigilancia de la salud

A pesar de que cada servicio de prevención puede tener su propio sistema de trabajo, a continuación mostramos un procedimiento común a la mayoría de ellos:

Procedimiento de la vigilancia de la salud	
Acogida por el personal sanitario	
Realización de la biometría	
Examen por el/la médico de los antecedentes y demás datos complementarios	
Entrevista con el/la médico	
Examen clínico	
Diagnóstico	
Recomendaciones	

De manera detallada, se desarrollan a continuación cada uno de los puntos anteriores:

Acogida por el personal sanitario. La atención de los trabajadores por el personal sanitario y la escucha y toma de datos directos de la persona del trabajador sobre las circunstancias de su salud y trabajo son una fuente interesante para el resultado positivo del examen médico.

Realización de la biometría. La biometría comprende habitualmente:

- Los datos físicos relativos al peso, la talla, el perímetro torácico y abdominal.
- Los datos del análisis de orina (albúmina hematuria y glicosuria).
- Los datos sobre las pruebas sensoriales auditivas y visuales mediante la realización de una audiometría liminar tonal y de un test de evaluación de las pruebas visuales.
- Los datos de la presión arterial.

Examen por el/la médico de los antecedentes y demás datos complementarios. Es esencial el conocimiento médico de los trabajos que efectúa el trabajador en su puesto de trabajo, los riesgos a los que está expuesto y los antecedentes personales del trabajador, para su tarea profesional. Este examen inicial permitirá al médico conocer el estado del trabajador con la ayuda de los parámetros de la biometría permitiéndole centrar el examen médico en aquellos apartados relacionados con los protocolos de vigilancia de la salud a aplicar.

La historia clínica del trabajador que contiene el expediente de la vigilancia de la salud debe facilitar como datos básicos:

- La historia personal del trabajador: antecedentes familiares (por ejemplo enfermedades o alergias), accidentes de trabajo, antecedentes personales sobre enfermedades padecidas, operaciones quirúrgicas sufridas y su tratamiento. Además es necesario considerar la existencia de otros daños que pudieran tener relación el puesto de trabajo (fatiga, hipertensión, insomnio, trastornos musculo esqueléticos...). También será preciso considerar otros datos relacionados con los hábitos de vida y que pueden afectar al trabajo como es el caso del tabaquismo, el consumo de bebidas alcohólicas, nutrición, deporte...
- La historia profesional del trabajador: características de los empleos tenidos, naturaleza e intensidad de las exposiciones a agentes físicos, químicos o biológicos, así como esfuerzos físicos realizados o tipos de trabajo sedentarios.
- Las características del puesto de trabajo actual, con los riesgos y tiempos de exposición, con expresión de los puestos sometidos a riesgos especiales.

Entrevista con el/la médico. Es un trámite esencial en el reconocimiento. En esta entrevista el médico ha de tomar los datos que eventualmente facilite el trabajador y que completarán los existentes en el expediente, actualizando los correspondientes a las circunstancias sobre las tareas realizadas y puesto de trabajo. El médico ha de examinar los resultados de la biometría y los comparará en su caso con los datos de exámenes anteriores.

Examen clínico. Las modalidades en la realización del examen médico no difieren en su metodología de un examen clínico habitual, aunque en relación con determinados riesgos que dan origen a enfermedades derivadas del trabajo, y a su vez, incluidas en el cuadro reglamentario de enfermedades profesionales existen normas precisas sobre las condiciones de los reconocimientos médicos.

En caso necesario, y sobre todo, para la confirmación de patologías profesionales dudosas, el examen clínico puede complementarse con reconocimientos especializados que deben ser determinados por el médico del trabajo: estos reconocimientos, sin carácter exhaustivo, pueden ser radiografías, ecografías, análisis de sangre, de orina; consultas a especialidades de pulmón y corazón, neurología, dermatología, oftalmología, etc.; incluida la hospitalización si fuera el caso.



Diagnóstico. Al término del examen, el médico del trabajo debe pronunciarse sobre el estado de salud del trabajador y su aptitud al puesto de trabajo, en relación con el conocimiento que tiene de la tarea profesional y los riesgos existentes. La información y el resultado del examen de salud son confidenciales.

Por ello, el diagnóstico sobre el estado de salud tiene una doble vertiente en la información que afecta de modo diferente al trabajador y a la empresa:

- En relación con el trabajador: además de la explicación sobre el estado de salud, es conveniente que el médico traslade su opinión al trabajador sobre determinados aspectos complementarios que le ayuden a un mejor cuidado de su salud, no sólo en su tarea profesional, sino en su propia vida personal. Así, los consejos médicos pueden versar en el ámbito profesional, sobre los efectos de los riesgos laborales en los órganos más sensibles y las patologías más probables, o sobre la forma de protegerse; en la esfera privada, son útiles las advertencias sobre la mejora de las condiciones de vida, evitando el tabaquismo, alcoholismo, el cumplimiento de los tratamientos prescritos, la posibilidad de una ampliación de los reconocimientos por especialistas, etc. y en su caso, si el diagnóstico es de enfermedad, el médico debe sensibilizar al trabajador sobre las condiciones de su estado de salud.
- En relación con la empresa, el médico de trabajo debe mantener la confidencialidad y el secreto profesional en relación con el estado de salud del trabajador, pero debe trasladar las conclusiones que se deriven de los reconocimientos efectuados, y que han de ser en la medida de lo posible, claras y precisas.

El diagnóstico o conclusión del médico sobre la aptitud del trabajador en su trabajo puede tener varias alternativas o matices, que pueden resumirse en las siguientes variantes:

- Apto.
- Apto con objeciones o recomendaciones de carácter temporal o definitivo. Deberán de incluirse las razones médicas de las contraindicaciones.

- No apto temporal para el puesto de trabajo; en este punto deberá precisarse en la medida de lo posible el período de suspensión, y si el trabajador puede ser trasladado a un puesto compatible con su estado.
- No apto definitivo. Incapacitado de modo definitivo para su trabajo, precisando la posibilidad de readaptación profesional.

Recomendaciones. A la vista del reconocimiento médico realizado, el médico podrá incorporar al diagnóstico, además de la aptitud y resultados de las pruebas realizadas, una batería de medidas que pueden ayudar al trabajador a mantenerse en buen estado o mejorar el actual. Estas recomendaciones suelen estar basadas en hábitos de vida saludable (deporte, alcohol, tabaco...) y ejercicios concretos para mejorar el estado de salud (como manipular cargas, como sentarse en una silla ante trabajos con ordenadores...).

8.7. Los protocolos médicos de la vigilancia de la salud

El Artículo 37.3 del Reglamento de los Servicios de Prevención indica que la vigilancia de la salud estará sometida a protocolos específicos u otros medios existentes con respecto a los factores de riesgo a los que esté expuesto el trabajador.

Estos protocolos van dirigidos a las actuaciones del personal sanitario de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales (propios o ajenos) y encaminados a unas actividades homogéneas en todas las U.B.S.

El reconocimiento específico a través de un protocolo médico de vigilancia de la salud trata de sistematizar una historia clínico - laboral que incluya una anamnesis (información médica histórica de un trabajador que puede ser de importancia para determinar el estado de salud actual), una exploración y unas pruebas complementarias que permitan valorar adecuadamente el grado de exposición del trabajador a un determinado factor de riesgo y los efectos que tal exposición puedan haberle producido.

Por definición, los protocolos son genéricos, ya que están concebidos para dar respuesta a múltiples sectores de actividad, con diferentes condiciones de trabajo, y afectando a muchos trabajadores. Todo lo anterior hace que el marco general que ofrece el protocolo deba sufrir

un proceso de adaptación por parte de los profesionales sanitarios para que sea válido para un trabajador concreto en un puesto de trabajo determinado, pasando del protocolo específico con visión genérica al protocolo específico con visión individual.

El protocolo, por lo tanto, es un plan preciso y detallado de actuaciones para la vigilancia individual de la salud en relación con un factor de riesgo laboral (ruido, polvo, movimientos repetitivos...) al que están expuestos los trabajadores. Su utilización viene avalada por los artículos 10 de la Ley de prevención y 5 del Reglamento de los Servicios de Prevención, responsabilizando su elaboración y revisión a las Administraciones públicas competentes en materia sanitaria.

La aplicación de los protocolos y pruebas médicas sólo se justifica sobre la base de que la evaluación de riesgos, y los programas de control y reducción de los mismos, hagan conveniente su aplicación, puesto que permiten generar conocimiento sobre los posibles efectos en la salud que se derivan de la exposición a los riesgos y, así, poder establecer medidas preventivas que eviten su aparición o deterioro.

Cuando se conozca el agente físico, químico o biológico concreto y se haya evaluado su riesgo, corresponderá al médico del trabajo determinar la anamnesis, la exploración, el control biológico y los estudios complementarios específicos que se requieran para valorar los efectos de dichos agentes sobre la salud de los trabajadores. De existir publicado un protocolo de vigilancia de la salud, se aplicará el mismo.

En la actualidad y desde hace bastante tiempo, el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad, mantiene publicados y actualizados los siguientes protocolos médicos a aplicar en los reconocimientos médicos de vigilancia de la salud:

- Agentes anestésicos inhalatorios
- Agentes biológicos
- Agentes citostáticos
- Alveolitis alérgica extrínseca
- Amianto
- Asma laboral
- Cloruro de vinilo monómero
- Dermatitis laborales
- Manipulación manual de cargas

- Movimientos repetidos
- Neuropatías
- Óxido de etileno
- Pantallas de visualización de datos
- Plaguicidas
- Plomo
- Posturas forzadas
- Radiaciones ionizantes
- Ruido
- Silicosis y otras neumoconiosis

No todos los protocolos listados son de aplicación para el sector de la piedra natural, tan solo se han mostrado todos los que han sido publicados hasta la fecha por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Además los servicios de prevención pueden utilizarlos como base para la creación de protocolos propios de aplicación.



La periodicidad de los exámenes de salud se establecerá a partir de la indicada en el protocolo de vigilancia de la salud a aplicar en función de la evaluación de riesgos y a criterio del médico responsable de la vigilancia de la salud. Para determinar la periodicidad se tendrán en consideración:

- Las características del trabajador (edad, situación de embarazo, nivel de exposición al riesgo...).
- La aparición de signos o síntomas susceptibles de ser originados o agravados por el trabajo.
- Los resultados de la propia vigilancia de la salud.

9. LA VIGILANCIA DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES EN EL SECTOR DE LOS ÁRIDOS

En este apartado mostramos un listado de enfermedades profesionales, los riesgos laborales y pruebas médicas que deben de ser tenidas en cuenta por el personal de la U.B.S. en la vigilancia de la salud de los trabajadores para un control eficaz del estado de salud de una población concreta.

9.1. Cuadro resumen de enfermedades profesionales relacionadas con el sector

Tras un estudio exhaustivo en relación al Real Decreto 1299/2006, a continuación se muestran los posibles daños para la salud en forma de enfermedad profesional y que pudieran tener influencia sobre el trabajador en el sector de los áridos:

Agente	Enfermedad	Aparato	Código
Ruido	Hipoacusia o sordera provocada por el ruido:	Oído	2A0105, 2A0110, 2A0117, 2A0118
Vibraciones mecánicas	Enfermedades osteoarticulares o angioneuróticas	Cardiovascular y locomotor	2B0101, 2B0201, 2B0203, 2B0103
Polvo	Silicosis, talcosis, Silicocaolinosis, Caolinosis y otras silicatosis	Respiratorio	4A0101, 4A0103, 4D0101, 4D0201, 4D0301
Humos de soldadura*	Rinoconjuntivitis, urticarias, asma, alveolitis alérgica extrínseca, síndrome de difusión de la vía reactiva, Fibrosis intersticial difusa, fiebre de los metales, neumopatía intersticial difusa enfermedades causadas por los diferentes metales, cáncer...	Ojos, respiratorio, piel.	4I 0126, 4I 0226, 4I 0326, 4I 0426, 4I 0526, 4I 0626, 4I 0726, 4I 0826, 1B0103, 4 J0103, 1A0306, 6G0106, 1A0413, 6I0113, 6K0208, 1A0606, 1A0615, 1A0902, 1G0111, 1T0206, 1T0206, 1T0301

*Hay que tener en cuenta que los agentes procedentes de los humos de soldadura dependerán del tipo de soldadura que se aplique y materiales.

Para facilitar el entendimiento de los códigos de la última columna de la tabla anterior, se detalla en la tabla siguiente ordenados de mayor a menor.

Código	Actividad
2A0105	Trabajos con martillos y perforadores neumáticos en minas, túneles y galerías subterráneas.
2A0110	Trabajos de obras públicas (rutas, construcciones, etc.) efectuados con máquinas ruidosas como las bulldózer, excavadoras, palas mecánicas, etc.
2A0117	Molienda de piedras y minerales.

Código	Actividad
2A0118	Expolio y destrucción de municiones y explosivos.
2B0101	Trabajos en los que se produzcan: vibraciones transmitidas a la mano y al brazo por gran número de máquinas o por objetos mantenidos sobre una superficie vibrante (gama de frecuencia de 25 a 250 Hz), como son aquellos en los que se manejan maquinarias que transmitan vibraciones, como martillos neumáticos, punzones, taladros, taladros a percusión, perforadoras, pulidoras, esmeriles, sierras mecánicas, desbrozadoras.
2B0103	Trabajos que exponen al apoyo del talón de la mano de forma reiterativa, percutiendo sobre un plano fijo y rígido, así como los choques transmitidos a la eminencia hipotenar por una herramienta percutante.
2B0201	Trabajos en los que se produzcan: vibraciones transmitidas a la mano y al brazo por gran número de máquinas o por objetos mantenidos sobre una superficie vibrante (gama de frecuencia de 25 a 250 Hz), como son aquellos en los que se manejan maquinarias que transmitan vibraciones, como martillos neumáticos, punzones, taladros, taladros a percusión, perforadoras, pulidoras, esmeriles, sierras mecánicas, desbrozadoras.
2B0203	Trabajos que exponen al apoyo del talón de la mano de forma reiterativa, percutiendo sobre un plano fijo y rígido así como los choques transmitidos a la eminencia hipotenar por una herramienta percutante.
4A0101	Trabajos en minas, túneles, canteras, galerías, obras públicas.
4A0103	Trabajos en seco, de trituración, tamizado y manipulación de minerales o rocas.
4D0101	Extracción y tratamiento de minerales que liberen polvo de silicatos.
4D0201	Extracción y tratamiento de minerales que liberen polvo de silicatos.
4D0301	Extracción y tratamiento de minerales que liberen polvo de silicatos.
4I 0126, 4I 0226, 4I 0326, 4I 0426, 4I 0526, 4I 0626, 4I 0726, 4I 0826, 1B0103, 4 J0103, 1A0306, 6G0106, 1A0413, 6I0113, 6K0208, 1A0606, 1A0615, 1A0902, 1G0111, 1T0206, 1T0206, 1T0301	Trabajos de soldadura.

9.2. Cuadro resumen de controles y pruebas médicas relacionadas a considerar

En la tabla siguiente, a modo de resumen y de manera no exhaustiva, se recogen los controles a realizar al trabajador expuesto en función de los riesgos más representativos en el sector de los áridos.

Riesgo	Analítica	Pruebas complementarias	Otras pruebas a valorar	Exploración médica indispensable	Frec.*
Ruido.	Básica.	Audiometría.	-	Exposición a ruido.	Anual.
Vibraciones.	Básica.	-	Radiografía zona afectada.	Osteomuscular ampliada. Articular zona afectada. Vascular periférica.	Anual
Radiaciones no ionizantes.	Básica.	Control visión. Espirometría.	-	Ocular. Respiratoria. Dermatológica.	Anual
Estrés térmico.	Básica.	Espirometría. Electrocardiograma.	-	Vascular periférica. Neurológico.	Anual
Temperatura ambiente extrema.	Básica iones	Espirometría. Electrocardiograma.	Si calor: iones	Temperatura ambiente extremas.	Anual
Polvo.	Silicosis y neumo_ coniosis	Espirometría	Radiografía	Exposición a polvo.	Anual
Humos de soldadura.	Silicosis y neumo_ coniosis Asma laboral. Plomo. Amianto.	Espirometría. Control visión.	Radiografía.	Soldadores.	Anual
Otros agentes químicos.	Básica y especial cuando proceda.	Espirometría.	Radiografía.	Exposición a otros agentes químicos.	Anual

9.3. Auditoría interna en relación a la vigilancia de la salud

El Reglamento de los Servicios de Prevención define la auditoría como un instrumento de gestión que persigue reflejar la imagen fiel del sistema de prevención de riesgos laborales de la empresa, valorando su eficacia y detectando las deficiencias que puedan dar lugar a incumplimientos de la normativa vigente, para permitir la adopción de decisiones dirigidas a su perfeccionamiento y mejora.

Para el cumplimiento de lo señalado en el apartado anterior, la auditoría llevará a cabo un análisis sistemático, documentado y objetivo del sistema de prevención.

En el caso de la auditoría de la vigilancia de la salud será necesario chequear una serie de ítems que permitan detectar posibles disconformidades que deben de ser corregidas, planificando para ello las medidas necesarias destinadas a conseguir controlar las condiciones de trabajo en un estado adecuado en función de los riesgos a los cuales los trabajadores de la empresa están expuestos.

En las tabla siguiente podrá valorarse (si, no o no procede) los requerimientos legales necesarios para establecer una integración efectiva de la prevención de riesgos laborales en la empresa, así como la idoneidad y efectividad del sistema de gestión en materia de vigilancia de la salud.

Está cubierta la vigilancia de la salud de los trabajadores.	Si	No	No procede
El personal de vigilancia de la salud conoce los puestos de trabajo y sus riesgos.	Si	No	No procede
La vigilancia de la salud de los trabajadores se hace en función de los contenidos de la evaluación inicial de riesgos.	Si	No	No procede
Se han definido los reconocimientos médicos de carácter obligatorio.	Si	No	No procede
Los resultados de la vigilancia de la salud de los trabajadores tienen carácter confidencial.	Si	No	No procede
Los trabajadores conocen los resultados de su vigilancia de la salud.	Si	No	No procede
La vigilancia de la salud se prolonga incluso finalizado el contrato de trabajo en caso de que sea necesario.	Si	No	No procede
La vigilancia de la salud se realiza con la periodicidad necesaria.	Si	No	No procede
La vigilancia de la salud se lleva a cabo por personal competente.	Si	No	No procede
La vigilancia de la salud de los trabajadores considera los riesgos de seguridad de los trabajadores así como los puestos de trabajo con riesgo especial.	Si	No	No procede
La vigilancia de la salud de los trabajadores considera los riesgos higiénicos de los trabajadores (por ejemplo: exposición al ruido, polvo...).	Si	No	No procede
El personal sanitario del servicio de prevención ha estudiado las limitaciones de los trabajadores especialmente sensibles, embarazadas y menores.	Si	No	No procede
Se realizan controles médicos cada vez que se produce una nueva incorporación o un cambio de puesto de trabajo.	Si	No	No procede
Cuando se detectan daños a la salud de los trabajadores, se revisa la evaluación.	Si	No	No procede
Se atienden las peticiones de cambio de puesto de trabajo realizadas por el personal de vigilancia de la salud que tienen como fin preservar la salud del trabajador.	Si	No	No procede
La empresa dispone del resultado de la vigilancia de la salud de los trabajadores.	Si	No	No procede
El personal sanitario del servicio de prevención conoce las enfermedades y las ausencias del trabajo por motivos de salud de los trabajadores.	Si	No	No procede

10. RESPONSABILIDADES

La responsabilidad la podemos definir como la capacidad que tiene el ser humano de cumplir con sus obligaciones y de soportar las consecuencias de su incumplimiento; consecuencias o cargas derivadas de un previo incumplimiento o de una conducta (acción u omisión) anterior que haya causado lesión o daño.

En materia de prevención de riesgos laborales el marco de responsabilidades es el siguiente:

- Resolución del contrato por el trabajador.
- Responsabilidad civil.
- Responsabilidad administrativa.
- Responsabilidad penal.

Según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, el incumplimiento por los empresarios de sus obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales dará lugar a responsabilidades administrativas, así como, en su

caso, a responsabilidades penales y a las civiles por los daños y perjuicios que puedan derivarse de dicho incumplimiento.

10.1. Resolución del contrato por el trabajador

Entre el trabajador y el empresario se establece un contrato de trabajo que debe de ser cumplido por ambas partes. Dentro de ese contrato se establecen los criterios que se deben de llevar a cabo. Según el Estatuto de los Trabajadores, en materia de prevención de riesgos laborales los trabajadores tienen derecho a su integridad física y a una adecuada política de seguridad e higiene. No requiere daño para el trabajador, solo exclusivamente el incumplimiento (salvo cuando se debe a fuerza mayor).

Cuando se incumpla este criterio por parte del empresario se finalizará el contrato y el trabajador tendrá derecho a una indemnización. Esta responsabilidad puede ser compatible con la administrativa y la penal.

10.2. Responsabilidad civil

Dentro de la responsabilidad civil tenemos las siguientes responsabilidades:

- Responsabilidad civil contractual.
- Responsabilidad civil extracontractual.
- Responsabilidad civil de "ex delito".
- Responsabilidad civil subsidiaria, ajena a la penal.

Las diferentes responsabilidades civiles pueden ser asegurables con 3^{as} compañías.

10.2.1. Responsabilidad civil contractual

Según el artículo 1.101 del Código Civil, quedan sujetos a la indemnización de los daños y perjuicios causados los que en el cumplimiento de sus obligaciones incurrieren en dolo, negligencia o morosidad, y los que de cualquier modo contravinieren al tenor de aquéllas.

10.2.2. Responsabilidad civil extracontractual

Según los artículos 1902, 1903 y 1904 del código civil:

El que por acción u omisión causa daño a otro, interviniendo culpa o negligencia, está obligado a reparar el daño causado.

La misma responsabilidad tienen los dueños o directores de una empresa respecto de los perjuicios causados por sus trabajadores en el ejercicio de sus funciones.

10.2.3. Responsabilidad civil de “ex delicto”

Según los artículos 116.1 y 109.2 del código penal:

Toda persona criminalmente responsable de un delito o falta lo es también civilmente si del hecho se derivaren daños o perjuicios.

Normalmente se exigen de forma conjunta, pero el art. 109.2 del C.P., faculta al perjudicado para optar por la exigencia de responsabilidad civil ante la jurisdicción civil. La acción tiene por objeto específico la obtención de la indemnización del daño sufrido por el trabajador, sea material o moral, o si fuera posible la restitución de lo perdido o la reparación del daño.

10.2.4. Responsabilidad civil subsidiaria, ajena a la penal

Según los artículos 120.3 y 4 del código penal:

Responsabilidad del empresario, en caso de insolvencia del sujeto responsable del delito o falta cuando este es trabajador suyo.

Incluye a representantes, gestores, empleados y dependientes (en el desempeño de sus servicios).

También a directivos, administradores, dependientes o empleados que hayan cometido los ilícitos en los establecimientos con infracción de normas siempre que la misma sea esencial para la configuración del hecho punible.

10.3. Responsabilidad administrativa

Tiene naturaleza pública y forma parte del Derecho Público sancionador junto a la responsabilidad penal.

Por tanto, se rige por los principios de legalidad y tipicidad.

Es exigible a través de autoridades y cauces de naturaleza pública y mediante un procedimiento en el que el interesado comparece ante la Administración Pública.

Da lugar a la imposición de sanciones de naturaleza pública (multa, suspensión o clausura de actividades, prohibición de contratar con la Administración, según el Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social).

Según el artículo 42.3 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, las responsabilidades administrativas que se deriven del procedimiento sancionador serán compatibles con las indemnizaciones por los daños y perjuicios causados y de **recargo de prestaciones** económicas del sistema de la Seguridad Social que puedan ser fijadas por el órgano competente de conformidad con lo previsto en la normativa reguladora de dicho sistema.

Son sujetos responsables de la infracción las personas físicas o jurídicas y las comunidades de bienes que incurran en las acciones u omisiones tipificadas como infracción, en particular los siguientes:

Esta responsabilidad se adjudicará dependiendo de la infracción cometida:

- Infracción leve.
- Infracción grave.
- Infracción muy grave.

10.4. Responsabilidad penal

Es la expresión máxima de la represión, del castigo a aquellas conductas tipificadas como delitos. Constituye el mayor reproche social que puede sufrir una persona por infringir una norma.

Los bienes y derechos jurídicamente protegidos son la vida, la salud y la integridad física de los trabajadores, por el mero hecho de serlo. También el *nasciturus* en el caso de la mujer trabajadora embarazada.

Solo pueden ser penalmente responsables las personas físicas, no las jurídicas.

Las clases de delito pueden ser de resultado o de riesgo.

10.4.1. Responsabilidad penal de resultado

Para que se dé la responsabilidad penal de resultado se requieren que se haya producido un daño, una lesión, o la muerte. Se pueden dar los siguientes casos:

- Delito de **homicidio**: (Art. 138 C.P.) Forma dolosa: pena de 10 a 15 años de prisión. (Art. 142 C.P.) Por imprudencia grave: pena de 1 a 4 años de prisión y/o inhabilitación.
- Delito de **aborto y lesiones al feto**: (art. 144 y ss. C.P.) radiaciones, plomo, benceno: de 12 a 24 fines de semana por imprudencia.
- Delito de **lesiones**: (art. 152-1 C.P.) Por imprudencia grave. Clases:
 - Las que menoscaben integridad corporal, salud física o mental (necesita cura y tratamiento). Pena: arresto de 7 a 24 fines de semana.
 - Pérdida o inutilidad de un órgano principal, sentido, deformidad. Pena: 1 a 3 años de prisión.
 - Pérdida, etc., órgano no principal: 6 meses a 2 años de prisión

10.4.2. Responsabilidad penal de riesgo

Para que se dé una responsabilidad penal de riesgo se ha de suponer un peligro grave de lesión o muerte:

- Junto con la infracción de normas de prevención de riesgos laborales y estando legalmente obligados, no faciliten los medios necesarios. (Artículo 316 del Código Penal) Pena: 6 meses a 3 años de prisión y multa de 6 a 12 meses (doloso).
- Por imprudencia grave, de 3 a 6 meses de prisión o arresto de 26 a 52 fines de semana y multa de 3 a 6 meses hasta 27 millones.

Autores: empresario sin duda (arts. 3.1, 14.3 y 42.1 LPRL). Mandos intermedios: extensión de la potestad del empresario.

Otros sujetos responsables

En cuanto a delitos de riesgo, en los supuestos de empresa persona jurídica, la pena se impondrá a los administradores o encargados del servicio que hayan sido responsables y a quienes conociéndolos y

pudiendo remediarlo no hubieren adoptado medidas para ello (Artículo 318 del Código Penal).

Imputación a otros distintos del empresario (delitos de resultado):

- Porque el empresario delega poderes directivos u organizativos o estos asumen una posición material igual a la del empresario.
- Por infracción del deber de cuidado impuesto por norma o exigible a todo el que desarrolla una actividad perteneciente a su profesión.

10.5. Responsabilidades de los trabajadores

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores o de falta, en su caso, conforme a lo establecido en la correspondiente normativa sobre régimen disciplinario de los funcionarios públicos o del personal estatutario al servicio de las Administraciones públicas. Lo dispuesto en este apartado será igualmente aplicable a los socios de las cooperativas cuya actividad consista en la prestación de su trabajo, con las precisiones que se establezcan en sus Reglamentos de Régimen Interno.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.

- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

(Artículo 29 Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Estatuto de los Trabajadores, Código Civil).

11. CONCLUSIONES

A continuación se describen las diferentes conclusiones derivadas de los riesgos higiénicos en el sector de los áridos:

- En el sector de los áridos, como hemos visto, están presentes los riesgos higiénicos en más o menos medida en los diferentes puestos de trabajo, con lo cual deben de ser evaluados adecuadamente para que los trabajadores realicen sus tareas en unas condiciones, desde el punto de vista higiénico, óptimas y su salud y seguridad no se vea afectada por los mismos.
- Hay normativa específica para alguno de los riesgos higiénicos presentes en el sector, como es el caso del polvo con la ITC 2.0.02. Protección de los trabajadores contra el polvo, en relación con la silicosis, en la industria extractiva del RGNBSM.
- También podemos encontrar normativa que excluye la industria extractiva como es el 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. Aunque es de aplicación para determinadas áreas del sector (oficinas, talleres, laboratorios...).

- Como hemos visto, existe gran cantidad de enfermedades profesionales relacionadas con el sector de los áridos. Estas podrán aparecer con el paso del tiempo si no se realiza una vigilancia de la salud eficaz y un control técnico de los riesgos a los que se está expuesto.
- En cuanto a las medidas preventivas, siempre se debe de intentar actuar primero en el foco, después en el ambiente y por último en el trabajador.
- Por otro lado deben de estar formados e informados tal y como dice la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y la normativa específica de cada riesgo higiénico contemplado.
- Debido a que en muchas ocasiones no se realizan adecuadamente las evaluaciones de los riesgos higiénicos, en el lugar de trabajo son desconocidos por muchos trabajadores que están expuestos a ellos, lo que implica que no se lleven adecuadamente las medidas preventivas necesarias.

BIBLIOGRAFÍA

Manuales y Libros

-Bestratén Belloví, Manuel, et al; Evaluación de las condiciones de trabajo en pequeñas y medianas empresas; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo; 5ª edición.

-Falagán Rojo, Manuel Jesús; Higiene Industrial (Manual Práctico); Fundación Luis Fernández Velasco; 2008.

-Hita López, Francisco, et al; Protocolos de vigilancia de la salud aplicables al sector de la piedra natural en la Región de Murcia; Centro Tecnológico del Mármol, 2013.

-Menéndez Díez, Faustino, et al; Formación superior en Prevención de Riesgos Laborales; Lex Nova; mayo 2009.

-Secretaría general de Energía, Dirección General de Política Energética y Minas, Subdirección general de Minas; Jornada Técnica sobre evaluación y Control de riesgos por Polvo, Ruido y Vibraciones en la Industria Extractiva; Mayo 2007.

-Simancas Benito, Ana Isabel, et al; Campaña de control del polvo y la sílice cristalina en el sector de ladrillos y tejas de arcilla cocida; Fundación para la prevención de riesgos laborales; 2010.

Otra bibliografía

-Aitemin, Centro Tecnológico; Guía sobre el riesgo de exposición a vibraciones en la maquinaria móvil de minería; Aitemin, Centro Tecnológico; junio 2010.

-Castejón Vilella, Emilio; NTP 74: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo; 1983.

-Castejón Vilella, Emilio; NTP 7: Soldadura. Prevención de Riesgos Higiénicos; 1982.

Diego Segura, Beatriz, et al; NTP755: Radiaciones ópticas: metodología de evaluación de la exposición laboral; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo.

-Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido; 2009.

-Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores a las vibraciones; 2009.

-Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relacionados con los lugares de trabajo; 2006.

-Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, Guía Técnica para la Evaluación y Prevención de los Riesgos relacionados con los agentes químicos presentes en el lugar de trabajo; 2013.

-Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, CR-03/2006: Toma de muestras de aerosoles. Muestreadores de la fracción inhalable de materia particulada.

-Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, Límites de exposición Profesional para Agentes Químicos en España; 2014.

-Luna Mendaza, Pablo; NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo; 1993.

-Martí Veciana, Antonio; NTP 731: Evaluación de la exposición laboral a aerosoles (I): aspectos generales; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo; 2006.

-Martí Veciana, Antonio; NTP 764, 765: Evaluación de la exposición laboral a aerosoles: muestreadores personales de las fracciones del aerosol; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo; 2007.

-Monroy Martí, Eugenia; Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos; Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo; 2011.

-Martí Veciana, Antonio; NTP 814: Evaluación de la exposición laboral a aerosoles: el muestreador personal IOM para la fracción inhalable; 2008.

-Uribe Orteg, Begoña; NTP 777: Bombas de muestreo personal para agentes químicos (I): recomendaciones para su selección y uso; 2007.

Normativa de aplicación

-REAL DECRETO 863/1985, de 2 de abril, por el que se aprueba el reglamento general de normas básicas de seguridad minera.

-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. BOE nº 97 23-04-1997.

-REAL DECRETO 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. BOE nº 124 24-05-1997.

-REAL DECRETO 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. BOE nº 124 24-05-1997

-REAL DECRETO 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. BOE nº 145 17-06-2000.

-REAL DECRETO 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. BOE nº 104 01-05-200.

-REAL DECRETO 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

-REAL DECRETO 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas. BOE nº 265 05-11-2005.

-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. BOE nº 60 11-03-2006.

-REAL DECRETO 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro. BOE nº 302 19-12-2006.

-ORDEN ITC/2585/2007, de 30 de agosto, por la que se aprueba la Instrucción técnica complementaria 2.0.02 «Protección de los trabajadores contra el polvo, en relación con la silicosis, en las industrias extractivas», del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera.

-REAL DECRETO 486/2010, de 23 de abril, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a radiaciones ópticas artificiales. BOE nº 99 24-04-2010

Web consultadas

www.insht.es

www.nepsi.eu

www.ima-europe.eu

www.ins.es

www.anefa.es

www.seguridadyaridos.org

Con la financiación de la



Entidades solicitantes



Entidad ejecutante

