



Estándares OISS
de Seguridad y Salud en el Trabajo
EOSys

Metodología para la identificación, evaluación y control de la exposición a contaminantes químicos

EOSys

09

ACTUALIZADO

12/2021

Contenido

1. Objeto
2. Alcance
3. Referencias
4. Definiciones
5. Responsabilidades
6. Desarrollo
7. Fase 1: Identificación de contaminantes químicos
8. Fase 2: Evaluación del riesgo higiénico
9. Fase 3: Control de la exposición a contaminantes químicos
10. Registros

1. Objeto

El objeto del presente *Estándar* es el establecimiento de las líneas generales que debe seguir un Experto en Higiene Industrial para la identificación de productos químicos peligrosos, su cuantificación mediante criterios objetivos y, finalmente, implementar medidas de control que eliminen sus potenciales efectos tóxicos para los trabajadores o, si ello no es técnicamente posible, reducirlos a niveles razonablemente aceptables.

2. Alcance

El presente *Estándar* tiene como ámbito de actuación a cualquier producto químico peligroso que pueda tener algún efecto, agudo o crónico, para la seguridad y salud de los trabajadores. La metodología propuesta afecta no solamente a todas las fases de ciclo productivo donde intervienen los productos químicos, sino que se extiende también al proceso de su extracción como materia prima, a su transporte y a su almacenamiento previo a su uso industrial, así como a todas las tareas auxiliares como la manutención y el aseo de instalaciones mineras o industriales.

Queda fuera del alcance del presente Estándar establecer los mecanismos necesarios para garantizar la *vigilancia de la salud de los trabajadores* potencialmente expuestos a productos químicos peligrosos.

Al tratarse de una metodología de identificación, evaluación y control del riesgo de exposición a contaminantes químicos de los trabajadores, no se ha contemplado en el presente *Estándar*, requerimientos en cuanto a la participación de los trabajadores y/o sus representantes, aun cuando es siempre imprescindible contar con la participación activa de ellos o de los Comités de Seguridad y Salud laboral en la adopción de medidas preventivas en la empresa.

No obstante, se considera un principio básico e imprescindible, la información y puesta en conocimiento de los representantes de los trabajadores de la empresa de este procedimiento de trabajo y de los procesos para su implementación, así como las actuaciones que se deriven del mismo, información a los trabajadores del nivel de riesgo, medidas de control en las instalaciones, etc.

3. Referencias

En este apartado del *Estándar* se han relacionado aquellas normas, criterios, métodos, protocolos o procedimientos técnicos que pueden ser adoptados como referencia por las personas responsables de identificar, evaluar y controlar la exposición de los trabajadores a contaminantes químicos. En el caso de que exista una referencia objetiva de carácter nacional, ésta prevalecerá sobre cualquier referencia técnica internacional.

Sobre Métodos de muestreo y análisis de contaminantes químicos:

- Métodos de la N.I.O.S.H. (*National Institute for Occupational Safety and Health*).
- Métodos O.S.H.A. (*Occupational Safety and Health Association*).
- Normas I.S.O. (*International Organization for Standardization*).
- Otros Métodos de reconocido prestigio internacional, esencialmente métodos de muestreos europeos o norteamericanos.

Sobre Criterios ambientales de tipo legal:

- Normativas nacionales sobre Límites Permisibles para contaminantes químicos en ambientes laborales.
- Normativas nacionales sobre control ambiental de polvo de sílice en actividades mineras.

Sobre Criterios biológicos de tipo legal:

- Normativas nacionales sobre límites de tolerancia biológica para determinados agentes químicos.

Sobre Criterios ambientales de tipo técnico:

- Valores Límites Ambientales (TLV) para contaminantes químicos, propuestos por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) de Estados Unidos.
- Valores Permissible Exposure Limits (PEL) para contaminantes químicos, propuestos por la Occupational Safety and Health Association (OSHA) de Estados Unidos.

Sobre Criterios biológicos de tipo técnico:

- Valores Límites Biológicos (BEI) para determinadas sustancias químicas, propuestos por la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) de Estados Unidos.

Referencias generales:

Convenio OIT n° 148 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos profesionales debidos a la *contaminación del aire*, el ruido y las vibraciones en el lugar de trabajo (1979).

Convenio OIT n° 155 sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo (1983).

Convenio OIT n° 176 sobre seguridad y salud en las minas (1998).

ISO 45001-2018 Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional en el trabajo.

4. Definiciones

Producto químico peligroso:

Se define a un producto químico peligroso como cualquier materia, en estado sólido, líquido o gaseoso, que puede representar algún tipo de riesgo para la salud y la seguridad de las personas o causar daños al medio ambiente. El riesgo que representa este tipo de productos puede originarse debido a sus propiedades físico-químicas, a su toxicidad o su peligrosidad para el medio ambiente natural. Pueden presentarse como una sola materia (*sustancia peligrosa*) o como la combinación de varias de ellas (*mezcla o preparado peligroso*).

Medición:

Técnica específica realizada para caracterizar cualitativa o cuantitativamente un determinado parámetro físico-químico en el que el valor deseado se obtiene de forma directa en el equipo de medición, bien apareciendo en la pantalla de datos, bien como registro impreso en papel o bien como dato almacenado en un dispositivo informático.

Toma de muestras:

Técnica específica realizada para caracterizar cualitativa o cuantitativamente un determinado parámetro físico-químico en el que el valor deseado se obtiene a través del análisis de una muestra captada bien con filtros de retención mecánica (materia particulada, fibras, humos y aerosoles líquidos) o bien con tubos de absorción química (gases y vapores).

Muestreo ambiental:

Proceso de toma de muestras realizada en una instalación, un área de trabajo o en un punto concreto de un equipo de trabajo con el fin de obtener un valor de su concentración ambiental.

Muestreo personal:

Proceso de toma de muestras realizada directamente sobre un trabajador, normalmente a la altura de sus fosas nasales, con el fin de obtener un valor que nos facilite un dato representativo de su concentración individual.

Ficha de datos de seguridad:

Es un documento técnico, facilitado por el fabricante, importador o suministrador de un producto químico peligroso, que aporta información detallada sobre diversos aspectos de interés desde el punto de vista de la prevención de riesgos laborales como, por ejemplo, sus propiedades físicas y químicas, información toxicológica, reactividad, primeros auxilios, medidas de lucha contra incendios, o condiciones de almacenamiento y transporte.

Límites Permisibles Ponderados para contaminantes químicos:

Se denomina Límite Permissible Ponderado para un determinado contaminante químico como el valor máximo ponderado para una jornada de trabajo estándar que no debe ser superado si nuestro objetivo es proteger la salud de los trabajadores. En el caso de no disponer de legislación nacional específica en el que se establezca un Límite Permissible Ponderado, se recurrirá a valores técnicos de referencia de organismos o instituciones internacionales de reconocido prestigio en materia de salud ocupacional.

Medidas de control de tipo técnico:

Conjunto de actuaciones para el control de los niveles ambientales de contaminantes químicos que actúan directamente sobre el proceso de trabajo, las instalaciones o los equipos de trabajo, modificando alguno de sus parámetros técnicos de operación (disposición geométrica, incorporación de colectores de captación de polvo, uso del poder de sedimentación del agua pulverizada, aumento de los caudales de ventilación en galerías, etc.).

Medidas de control de tipo organizativo:

Conjunto de actuaciones para el control de los niveles ambientales de contaminantes químicos que se basan en reducir objetivamente el tiempo efectivo de exposición de los trabajadores, bien mediante la rotación de puestos entre diferentes áreas de trabajo o bien reduciendo la presencia de trabajadores en los puntos críticos a lo estrictamente necesario desde el punto de vista operativo.

Medidas de control de tipo personal:

Conjunto de actuaciones para el control de los niveles ambientales de contaminantes químicos que se aplican exclusivamente sobre los trabajadores y que le protegen de forma individual del riesgo por exposición a contaminantes químicos.

Equipo de protección individual:

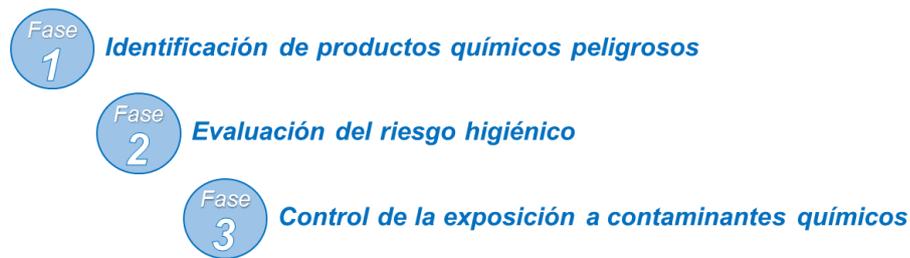
Cualquier equipo destinado a ser portado o sujetado por un trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquiera de sus complementos o accesorios homologados destinados a tal fin.

5. Responsabilidades

La responsabilidad de realizar la identificación, evaluación y control de la exposición a contaminantes químicos recae en el empleador, debiendo establecer, por sus propios medios o mediante contratación con una consultoría de prevención especializada, una metodología sistemática y objetiva que le permita garantizar en todo momento la seguridad y salud de los trabajadores a su cargo.

6. Desarrollo

El presente *Estándar* pretende establecer una metodología objetiva para la identificación, evaluación y de control de contaminantes químicos en los ambientes laborales. Consta de las 3 fases siguientes:



7. Fase 1: Identificación de contaminantes químicos

La *Fase 1* tiene como objetivo identificar y cuantificar de forma objetiva la presencia de aquellos productos químicos que puedan ser peligrosos para la salud de los trabajadores. Se trata de un proceso complejo que se estructura en las siguientes etapas fundamentales:

- **Encuesta higiénica:** el primer paso se centrará en la recopilación de información relevante que permita disponer de suficientes datos sobre la actividad desarrollada por la empresa, los equipos de trabajo manejados, los focos que generan contaminantes químicos o las medidas preventivas que se han establecido para minimizar los riesgos higiénicos. Dos son las principales fuentes donde puede acudir un experto para obtener esta información:

1. Estudio diagnóstico de puestos de trabajo: consiste en la recopilación exhaustiva de datos que nos permitan realizar una primera estimación de cuál puede ser la potencial exposición de los trabajadores a contaminantes químicos. Debemos recabar información sobre:

- Características básicas de los procesos.
- Tareas y actividades fundamentales desarrolladas por los trabajadores.
- Tipología de las instalaciones, maquinaria, equipos de trabajo y vehículos.
- Información de materias primas o productos químicos utilizados, extraída de las correspondientes fichas de datos de seguridad.
- Focos críticos de generación de los contaminantes químicos.
- Distribución de los trabajadores por áreas, puestos, turnos o tipo de tareas realizadas.
- Medidas de control implantadas en la empresa.

- Equipos de protección personal usados por los trabajadores.

2. Fichas de seguridad de los productos químicos: se trata de un documento técnico básico suministrado por el fabricante, suministrador o importador, donde se reflejan todas las características fundamentales de los productos químicos peligrosos, estructurados en 16 puntos.

1. Identificación de la sustancia y del responsable de la comercialización del producto.
2. Composición e información sobre los componentes.
3. Identificación de los peligros.
4. Primeros auxilios.
5. Medidas de lucha contra incendios.
6. Medidas en caso de vertido accidental.
7. Manipulación y almacenamiento.
8. Controles de exposición y protección individual recomendada.
9. Propiedades físico químicas.
10. Estabilidad y reactividad.
11. Información toxicológica.
12. Información ecológica.
13. Consideraciones relativas a su eliminación.
14. Informaciones relativas al transporte.
15. Informaciones reglamentarias.
16. 16.- Otras informaciones de interés.

- **Estrategia de muestreo**: los productos químicos potencialmente peligrosos detectados en la etapa anterior deben ser cuantificados mediante mediciones o tomas de muestras obtenidas en los puestos de trabajo. Los aspectos fundamentales a tener en cuenta al planificar la fase de mediciones o tomas de datos son:

1. Clasificación general de los equipos de muestreo o medición: para poder conocer la concentración de un contaminante en el entorno de un trabajador es necesario recurrir a determinados equipos específicos que nos permitan obtener con fiabilidad la cantidad de sustancia que hay en el ambiente. Estos equipos se denominan *equipos de muestreo o medición* y la Higiene Industrial los clasifica en:

- **Equipos de lectura directa *indicativos*.** Se trata de dispositivos usados específicamente para contaminantes químicos que pueden alertarnos sobre su presencia, o darnos un valor aproximado de la cantidad que existe en una zona de trabajo. Su ventaja es que son equipos baratos y muy sencillos de manejar; los más conocidos son los tubos colorimétricos (ver Fig. 1) o los papeles tratados que cambian de color en presencia de un contaminante.



Fig. 1: Tubos colorimétricos indicativos para agentes químicos

- **Equipos de lectura directa de *precisión*.** Suelen ser dispositivos electrónicos muy sensibles y precisos provistos de sondas que captan y analizan determinados contaminantes facilitando en tiempo real el tipo y cantidad exacta de contaminante que necesitamos cuantificar. Dependiendo de la sonda disponible se pueden medir niveles de monóxido o dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno o azufre, oxígeno, etc. (ver Fig. 2)



Fig. 2: Equipos de lectura directa de agentes químicos

- **Equipos de tomas de muestras, para posterior análisis.** Se trata de la combinación de una bomba que aspira una cantidad constante de aire (ver Fig. 4) y un dispositivo filtrante que retiene bien mecánica o químicamente el contaminante que se quiere analizar. En el caso de contaminantes químicos el elemento filtrante puede ser mecánico (*filtros de celulosa, PVC, teflón, fibra de vidrio, etc.* ver Fig. 5) o tubos de adsorción química (*carbón activo, gel de sílice, resinas orgánicas, etc.*) que una vez muestreado en el puesto de trabajo se envía posteriormente al laboratorio para determinar cualitativa y cuantitativamente su contenido.



Fig. 4: Bomba de muestreo

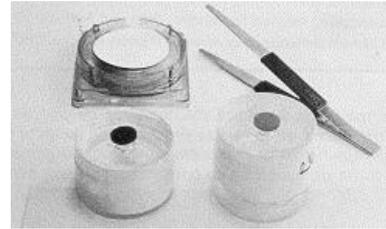
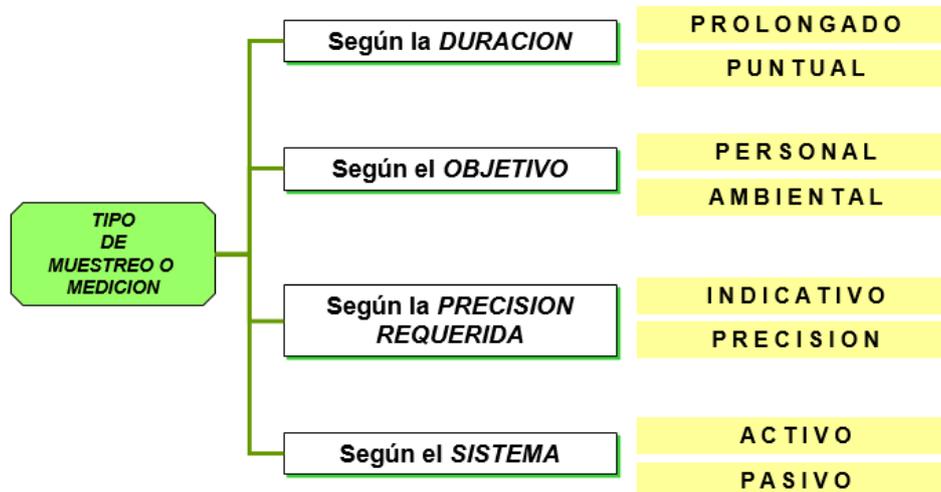


Fig. 5: Filtros de retención mecánicos de celulosa

- **Equipos de muestreo pasivos.** Algunos contaminantes químicos pueden muestrearse por procesos de difusión en un medio de retención adecuado sin necesidad de forzar el paso de aire provocado por una bomba de aspiración (por eso se denominan *sistemas pasivos de muestreo*). El dispositivo pasivo, una vez muestreado, debe ser también analizado por un laboratorio para obtener la cantidad de contaminante presente.
2. Métodos de muestreo de referencia: se trata de procedimientos normalizados que permiten al experto seguir un patrón para realizar los muestreos o las mediciones y que, entre otros datos interesantes, le indican el tipo de equipo que debe utilizar, el filtro de retención más indicado para cada contaminante, el volumen de aire a muestrear o el sistema que debe usar para analizar las muestras obtenidas. En el apartado **3.- Referencias** puede encontrar información los métodos de muestreos más habituales en Higiene Industrial.
3. Tipo de muestreo: dependiendo del objetivo final, los muestreos o mediciones pueden ser:
- **De larga duración**, normalmente coincidiendo con la jornada laboral estándar y que suele extenderse durante 8 horas diarias y entre 40 – 48 horas semanales.
 - **De corta duración**, para periodos intensos de exposición, pudiendo ser instantáneas o en tiempos estándar de 15 minutos continuos dentro de la jornada laboral.
 - **Personales**, donde el equipo lo soporta en todo momento el trabajador.
 - **Ambientales**, donde el equipo se sitúa fijo en una determinada zona o área concreta de trabajo.

Dependiendo de la precisión que necesitemos, los muestreos o mediciones pueden ser:

- **Indicativos**, para facilitar a los expertos una aproximación al nivel de riesgo previsible.
- **Precisión**, en estudios que requieran datos exactos y concretos.



Dependiendo del tipo de equipo utilizado, los muestreos o mediciones pueden realizarse:

- *Con sistemas activos*, combinando bombas de muestreo y elemento asociado de captación del contaminante.
- *Con sistemas pasivos*, donde no es necesario el uso de bombas de captación.

4. Personas objeto de las mediciones o muestreos: para realizar una estrategia coherente se debe intentar muestrear o medir preferentemente aquellos puestos que:

- Estén más próximos al foco donde se genera el contaminante químico.
- Se sitúen en las trayectorias de las corrientes de aire.
- Tengan un contaminante más peligroso.
- Supongan un mayor tiempo real de exposición para el trabajador.

- **Preparación de equipos de medición o muestreo**: un aspecto muy importante dentro de la metodología propuesta para la cuantificación de contaminantes químicos lo constituye la parte dedicada a la logística, preparación, calibrado y puesta a punto de bombas de aspiración, equipos de medición y filtros de retención utilizados. De su perfecto estado de funcionamiento dependerá, en gran medida, la fiabilidad, representatividad y objetividad de los datos que se obtengan.

1. Logística general de equipos: antes de adquirir equipos de muestreo o medición es importante verificar que sus especificaciones técnicas y condiciones de uso se adaptan a nuestras necesidades en cuanto a:

- Ambiente habitual en que se van a usar (interior o exterior, rango de temperaturas extremas de uso, atmósferas explosivas, funcionamiento en situaciones de suciedad o polvo extremo, influencia de la altitud en los resultados, etc.).

- Características físicas del equipo (tamaño, peso, facilidad de funcionamiento, disponibilidad de software de tratamiento de datos, etc.).
 - Normas legales o técnicas que es necesario que cumplan.
 - Métodos de calibración y/o verificación que van a requerir.
 - Tipo de mantenimiento necesario y disponibilidad de recambios y piezas de repuesto.
2. Preparación previa de equipos y medios de retención: esta labor desarrollada en el laboratorio de higiene debe incluir:
- La puesta a punto general de equipos, materiales y accesorios.
 - La comprobación de los niveles de carga de las baterías de los equipos.
 - La preparación de los medios de retención para las muestras:
 - *Filtros mecánicos (PVC, celulosa, teflón, fibra de vidrio, etc.)*
 - *Tubos absorbentes (carbón activo, gel de sílice, resinas orgánicas, etc.)*
 - *Muestreadores pasivos.*
 - *Tubos colorimétricos.*
3. Calibración de los equipos de muestreo o medición: la mayoría de los equipos de lectura directa y las bombas de aspiración suelen estar sometidas a estrictos controles de calibración exigidos por la normativa con el fin de garantizar la fiabilidad de las mediciones realizadas (ver Fig. 8). Estos controles deben quedar guardados en los correspondientes archivos del laboratorio, en documentos físicos o en soportes digitales.



Fig. 8: Calibrador estándar para bombas de muestreo para agentes químicos

Hay que tener en cuenta, además, que la mayoría de los fabricantes de equipos de medición o muestreo exigen también estrictos controles periódicos de calidad en sus instalaciones para garantizar la fiabilidad y representatividad de los datos que registran sus equipos, facilitando los correspondientes certificados de calibración acreditados.

- **Trabajo en terreno:** otro aspecto importante de la metodología lo constituye el trabajo de campo. Cuando el experto higienista se encuentra ya sobre el terreno para analizar los puestos o las áreas de trabajo objeto de las mediciones o la toma de muestras, es conveniente que tenga en cuenta los siguientes aspectos básicos:

a) Fichas de registro de datos de campo.

Los datos relevantes del trabajo en terreno deben ser recopilados y registrados en fichas que permitan su posterior consulta. Es importante recoger, entre otros, la ubicación exacta del puesto, el número de registro del equipo, los tiempos de exposición, el número y tipo de filtros utilizados, el valor exacto del parámetro medido o la relación de tareas realizadas por el trabajador durante la medición o toma de muestras.

b) Montaje / desmontaje de los equipos de muestreo o medición.

En el caso de mediciones o tomas de muestras **personales**, los equipos se sitúan en un punto fijo lo más próximo posible a las vías respiratorias del trabajador.

Si se trata de un estudio **ambiental** de un área o un equipo de trabajo concreto, es conveniente situar el sensor del equipo próximo al foco de generación del contaminante o en la posición donde se prevea mayor presencia de trabajadores en condiciones normales de operación.

c) Control del muestreo o la medición.

Es necesario controlar todo el proceso de medición o toma de muestras para comprobar que se realiza de acuerdo con el procedimiento que marca la normativa en higiene industrial. Se debe verificar que las baterías funcionan correctamente, los filtros se encuentran en su posición original, los sensores no se encuentran obstruidos, las tareas que realizan los trabajadores son las previstas, el proceso de trabajo no sufre alteraciones o paradas imprevistas, etc.

d) Identificación y preparación de las muestras.

En el caso de que se necesario recoger muestras para su posterior análisis, existen protocolos específicos para la identificación, preparación y transporte que se encuentran fijados en los métodos de muestreo normalizados. Es preciso, por tanto, conocer y seguir escrupulosamente estos protocolos para no deteriorar las muestras antes de su llegada al laboratorio de análisis.

- **Análisis de las muestras:** aquellos contaminantes químicos que por sus características hayan necesitado para su cuantificación la realización de una toma de muestras deben enviarse a laboratorios de análisis acreditados para su valoración cualitativa y cuantitativa. Cada contaminante, en función de su naturaleza, dispone de un método de análisis propio que permitirá determinar el valor exacto en el que está presente en un determinado puesto o área de trabajo.

Los métodos analíticos para contaminantes químicos más importantes son

- Cromatografía de gases o líquida (*vapores orgánicos*).
- Espectrofotometría: absorción atómica (*metales*), infrarrojo (*nieblas de aceite mineral*), visible, ultravioleta, Rayos X (*sílice*), fluorometría, etc.
- Gravimetría (materia particulada, *ver Fig. 9*).
- Microscopía óptica de contraste de fase (fibras naturales y artificiales).

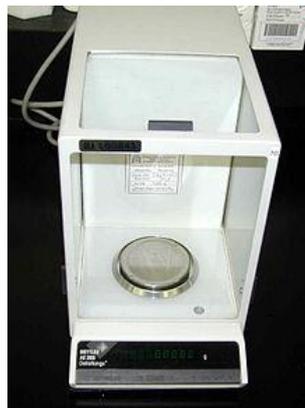


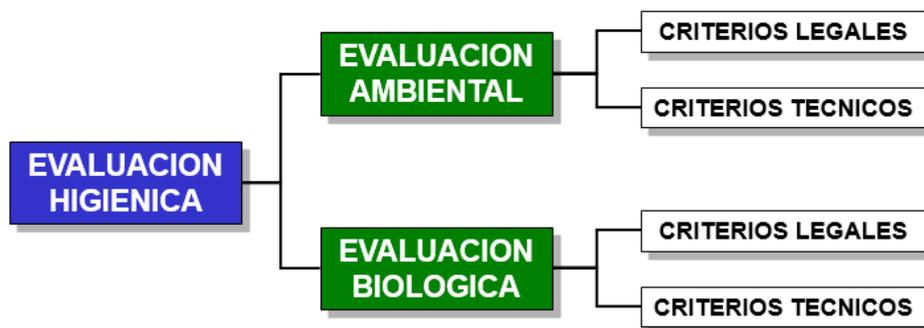
Fig. 9: Balanza de precisión para determinaciones gravimétricas

8. Fase 2: Evaluación del riesgo higiénico

La Fase 2 del Estándar pretende valorar objetivamente si el valor cuantitativo obtenido en la Fase anterior representa un riesgo potencial para la salud de los trabajadores. El proceso de evaluación higiénica consiste, esencialmente, en comparar los valores obtenidos con unos niveles de referencia objetivos que indicarán si nos encontramos en una situación aceptable, si los valores se sitúan por debajo de ese nivel de referencia o, si, por el contrario, podemos estar en riesgo higiénico potencial por exponernos a valores superiores a los admitidos:

Los niveles de referencia se clasifican en dos grandes grupos:

- Dependiendo de su origen:
 - Criterios legales: están fijados cada país en textos normativos y, por tanto, son de obligado cumplimiento para todas las empresas de un determinado Estado.
 - Criterios técnicos: los proponen entidades de reconocido prestigio nacional o internacional y suponen una interesante referencia científica en caso de ausencia de criterio legal.
- Dependiendo de su naturaleza:
 - Criterios ambientales: basados en parámetros físico-químicos característicos de los lugares de trabajo, en nuestro caso los valores de contaminación en el aire.
 - Criterios biológicos: toman como referencia determinados parámetros biológicos presentes en los fluidos corporales de los trabajadores (sangre u orina) o en el aire exhalado, y que son usados posteriormente como referencia para diseñar los programas de vigilancia de la salud en las empresas.



En el apartado **3.- Referencias** del Estándar pueden consultarse los criterios más utilizados en la Higiene Industrial respecto de los contaminantes químicos.

Es importante destacar que el **concepto global** de evaluación higiénica es el resultado conjunto de los resultados obtenidos de la valoración ambiental realizada por el experto higienista y del diagnóstico del estado biológico del trabajador realizado por los médicos de salud ocupacional. Cada uno de estos análisis realizados por separado son incompletos ya que pueden ocurrir las siguientes situaciones cruzadas que es necesario interpretar:

- Evaluación ambiental **sin** riesgo, evaluación biológica **sin** riesgo: es una situación coherente ya que la ausencia de contaminantes químicos por encima de los límites permisibles tienen que traer como consecuencia lógica la salud de los trabajadores.
- Evaluación ambiental **con** riesgo, evaluación biológica **con** riesgo: también es razonable pensar que ambientes de trabajo con riesgo traigan como consecuencia su repercusión negativa sobre la salud de los trabajadores.

- *Evaluación ambiental **sin** riesgo, evaluación biológica **con** riesgo*: puede indicar a los servicios médicos que un contaminante químico puede estar ingresando en el organismo por una vía de entrada diferente a la inhalatoria (por ejemplo por vía cutánea o por vía digestiva) y también, aunque suele ser poco habitual, la patología puede ser consecuencia de una exposición post-laboral del trabajador.
- *Evaluación ambiental **con** riesgo, evaluación biológica **sin** riesgo*: puede indicarnos un uso intensivo de equipos de protección personal que están sirviendo de barrera para el ingreso de los contaminantes en el organismo como, por ejemplo, el uso de mascarillas de protección respiratoria o guantes de protección química.

9. Fase 3: Control de la exposición a contaminantes químicos

La Fase 3 del Estándar tiene como objetivo analizar e implantar medidas de control que intenten conseguir la eliminación completa de los riesgos higiénicos provocados por los contaminantes químicos o, si ello no fuera posible técnicamente, reducirlos a niveles aceptables.

La prioridad en la adopción de estas medidas seguirá la filosofía de cualquier política de prevención de riesgos laborales, es decir, primero se implementarán las actuaciones de carácter técnico sobre instalaciones, procesos o equipos de trabajo, posteriormente las de tipo organizativo tendentes a reducir los tiempos reales de exposición y, por último, las que se centren en directamente sobre el trabajador de forma individualizada.

a) **Medidas de control de tipo técnico:**

También denominado *control de ingeniería*, actúan directamente sobre las instalaciones, los procesos de trabajo, los equipos o las herramientas utilizadas. Son las más efectivas desde el punto de vista preventivo. Algunas de estas medidas son:

- Sustitución / modificación del proceso de trabajo:
 - *Pulverización de agua en puntos críticos de generación de polvo.*
 - *Automatización de los procesos de alimentación de materias primas en forma de polvo.*
 - *Trabajar en procesos fríos o a temperatura ambiente para evitar evaporaciones.*
 - *Sustituir pintura mediante pistolas de aire comprimido por pintura por inmersión.*
 - *Etc.*
- Sustitución de materias primas o productos químicos peligrosos por otros menos nocivos.
 - *Cambiar pinturas apolares con disolventes orgánicos por pinturas al agua.*
 - *Elegir productos químicos con altos límites permisibles de exposición y baja toxicidad.*
 - *Sustituir pinturas que contengan plomo como pigmento por pinturas con pigmentos orgánicos menos tóxicos.*

- *Etc.*
- Elección adecuada de vehículos y equipos de trabajo.
 - *Elegir vehículos operativos en minería interior dotados de cabina hermética y filtración de la entrada de aire exterior.*
 - *Sustitución de carretillas elevadoras con motor térmico por carretillas eléctricas para trabajos en instalaciones cerradas.*
 - *Etc.*
- Separación, aislamiento y encerramiento de focos críticos de contaminación.
 - *Cerramiento de chancadores, harneros y correas transportadoras de mineral.*
 - *Cabinas específicas para pulverización de pintura, soldadura o chorreado de piezas.*
 - *Etc.*
- Extracción localizada de contaminantes.
 - *Captación de polvo mediante colectores en traspasos y chutes de transferencia.*
 - *Instalación de extractores de aire contaminado en procesos de soldadura.*
 - *Etc.*
- Ventilación general de instalaciones y galerías.
- Sistemas de acondicionamiento de aire.
- Programas de mantenimiento periódico.
 - *Sustitución periódica de filtros de los sistemas de extracción.*
 - *Verificación de pérdida de carga en colectores y ventiladores.*
 - *Etc.*
- Programas de aseo de instalaciones y equipos de trabajo.
 - *Aspiración de materia particulada del suelo*
 - *Métodos húmedos de aseo.*
 - *Etc.*

b) Medidas de control de tipo organizativo:

Se basan en reducir el tiempo efectivo de presencia de los trabajadores en ambientes contaminados al estrictamente necesario para realizar su labor, evitando sobreexposiciones innecesarias. Existen dos tipos de medidas organizativas básicas:

- Disminución del tiempo real de exposición al mínimo imprescindible.
- Rotación programada de puestos de trabajo.

c) Medidas de control de tipo personal:

Una vez agotadas las posibilidades que nos ofrecen las medidas de tipo técnico y organizativo, sólo nos resta actuar directamente sobre el trabajador para reducir su exposición al máximo posible. Las medidas personales más destacables son:

- Aislamiento del operario del entorno.
 - *Cabinas herméticas y dotadas de filtración de la entrada de aire en equipos de picado en minería interior.*
 - *Instalación de cabinas para los operarios de control visual de procesos.*
 - *Etc.*
- Formación e información sobre riesgos.
- Establecimiento de procedimientos adecuados de trabajo.
- Medidas higiénico-sanitarias básicas.
 - *Prohibición de comer, beber o fumar en los puestos de trabajo.*
- Uso de equipos de protección personal (*ver Fig. 10*).
 - *Pantallas o gafas anti salpicaduras de productos químicos.*
 - *Mascarillas de protección respiratoria.*

Dependiendo del estado físico en el que se encuentre el contaminante químico, estos equipos de protección se clasifican en:

- Mascarillas con filtros de retención mecánica específicos para agentes químicos en forma sólida (polvo, fibras naturales y artificiales, humos de combustión y humos metálicos) o en forma de aerosol líquido (nieblas).
- Mascarillas con filtros de absorción química, específicos para agentes químicos en forma gaseosa (gases y vapores).
- Mascarillas mixtas, combinación de filtros de retención mecánica y de absorción química.

- *Guantes de protección frente a agentes químicos.*

Dependiendo de la naturaleza del producto químico con el que pueda entrar en contacto el trabajador, el material del guante puede ser látex, nitrilo, vinilo, neopreno o una mezcla proporcionada de todos ellos.



Fig. 10: Gafas anti-proyecciones

Mascarilla respiratoria

Guantes de protección

- Programas periódicos de vigilancia de la salud.
 - *Espirometrías.*
 - *Análisis de indicadores biológicos para exposición a agentes químicos.*
 - *Radiografías de tórax para exposición a sílice.*
 - *Etc.*

10. Registros

Con el fin de recopilar los datos obtenidos en las diferentes Fases del presente Estándar y asegurar la trazabilidad de todo el proceso de identificación, evaluación y control de contaminantes químicos, deberán crearse registros objetivos que permitan recoger, al menos, la información relevante sobre los siguientes puntos:

- *Relación de instalaciones, maquinaria, equipos de trabajo o vehículos que pueden generar potencial exposición a contaminantes químicos.*
- *Listado de distribución de trabajadores potencialmente expuestos, con indicación del área, puesto o tarea que realiza.*
- *Relación de fichas de seguridad química de todos los productos químicos utilizados.*
- *Listado de equipos de muestreo y medición implicados (indicativos, de lectura directa, bombas de muestreo, muestreadores pasivos, etc.).*
- *Registro de calibración de los equipos de muestreo y medición.*
- *Fichas de registro de los datos de campo.*
- *Registro de identificación y envío de muestras a los laboratorios de análisis.*
- *Relación de medidas de control técnico implementadas por instalación, maquinaria, equipo de trabajo o vehículo que pueden generar potencial exposición a contaminantes químicos.*
- *Relación de medidas de control organizativas en ejecución.*
- *Relación de equipos de protección individual facilitada a los trabajadores.*
- *Recursos técnicos, humanos y económicos necesarios.*
- *Programa de seguimiento y control interno o externo realizado.*

Con el fin de cumplir con la obligación empresarial de consultar e informar a los representantes de los trabajadores del Programa de actuación sobre la exposición de los trabajadores a contaminantes químico, es recomendable crear un **registro** donde se refleje documentalmente la forma de comunicación a dichos representantes de los aspectos básicos del presente Estándar.