

TEMA 3

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS. LÍMITES DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL PARA AGENTES QUÍMICOS EN ESPAÑA. VALORES LÍMITE AMBIENTALES (VLA). DIRECTRICES PARA LA EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN POR INHALACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS. VALORACIÓN POR COMPARACIÓN CON EL VLA DE EXPOSICIÓN DIARIA VLA-ED. VALORACIÓN POR COMPARACIÓN CON EL VLA DE EXPOSICIONES DE CORTA DURACIÓN (VLA-EC). MEDICIONES PERIÓDICAS DE CONTROL. VALORES LÍMITE BIOLÓGICOS (VLB). CONTROL BIOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Real Decreto 374/2001, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, el empresario deberá determinar si existen agentes químicos peligrosos en el lugar de trabajo y, si así fuera, evaluar los riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores y las trabajadoras, originados por dichos agentes. La evaluación de los riesgos derivados de la exposición por inhalación a un agente químico peligrosos deberá incluir la medición de las concentraciones del agente en el aire y su posterior comparación con los valores límite. Como valores límite deberán considerarse:

- los del anexo I del citado real decreto
- los de una normativa específica aplicable, si la hubiese
- los publicados por el INSST en el documento "Límites de exposición profesional para Agentes Químicos en España".

Además del Real Decreto 374/2001, que en su anexo I contiene el valor límite ambiental establecido para el plomo, existen más valores límite ambientales vinculantes como los establecidos en el anexo III del Real Decreto 665/1997 y el valor límite establecido para el amianto en el Real Decreto 396/2006.

La exposición ocasionada por la presencia de agentes químicos en el medio ambiente laboral se expresa cuantitativamente mediante el valor de las concentraciones de dichas sustancias en el aire durante el tiempo de exposición. La medición de la exposición conlleva, por tanto, la determinación de las concentraciones ambientales de los compuestos que la originan en la zona de respiración de la población trabajadora.

El cálculo de las concentraciones de los contaminantes en el aire sería de poca utilidad si no hubiese unos valores con los que compararlos y poder así determinar si hay una situación de riesgo o no. Estos valores son los criterios de valoración.

1. CRITERIOS DE VALORACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS

Se entiende por "criterio de valoración" la definición de una situación, o el valor de una magnitud con la que comparar la realidad para evaluar, de forma objetiva, el riesgo debido, por ejemplo, a la exposición a un agente químico.

En el caso de los agentes químicos, se utilizan como criterios de valoración los límites de exposición profesional para agentes químicos.

2. LÍMITES DE EXPOSICIÓN PROFESIONAL PARA AGENTES QUÍMICOS EN ESPAÑA

Las disposiciones relativas a la evaluación de riesgos de la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, y del Real Decreto 39/1997, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, implican la utilización de valores límite de exposición para poder valorar el riesgo por exposición a agentes químicos, cuando esta se determine de forma cuantitativa, es decir, por medio de la medición de la concentración del agente químico en cuestión en el aire del puesto de trabajo.

El Real Decreto 374/2001, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo remite a los valores límite de exposición profesional, publicados por el INSST en el documento de "Límites de Exposición Profesional para agentes químicos en España" y revisados de forma periódica, como valores de referencia para la evaluación y control de los riesgos originados por la exposición de los trabajadores y las trabajadoras a agentes químicos.

Los Límites de Exposición Profesional son valores de referencia para la evaluación y control de los riesgos inherentes a la exposición, principalmente por inhalación, a los agentes químicos presentes en los puestos de trabajo y, por lo tanto, para proteger la salud del personal.

Los Límites de Exposición Profesional se establecen para su aplicación en la práctica de la Higiene Industrial y no para otras aplicaciones. Así, por ejemplo, no deben utilizarse para la evaluación de la contaminación medioambiental de una población, de la contaminación del agua o los alimentos, para la estimación de los índices relativos de toxicidad de los agentes químicos o como prueba del origen, laboral o no, de una enfermedad o estado físico existente.

Hay dos tipos de límites de exposición profesional para agentes químicos:

- Valores límite ambientales (VLA)
- Valores límite biológicos (VLB)

3. VALORES LÍMITE AMBIENTALES (VLA)

Son valores de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en el aire, y representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores y las trabajadoras pueden estar expuestos/as día tras día, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.

Se habla de la mayoría y no de la totalidad, ya que, debido a las diferencias de respuesta existentes entre los individuos, basadas tanto en factores genéticos como en hábitos de vida, un pequeño porcentaje de trabajadores y trabajadoras podría experimentar molestias a concentraciones inferiores a los VLA, e incluso resultar afectados más seriamente, bien sea por agravamiento de una condición previa o bien desarrollando una patología de origen laboral.

Las diferencias de respuesta interindividuales pueden estar causadas por:

- susceptibilidad individual, debida a la edad o a factores genéticos, como raza, sexo;
- condiciones previas de exposición;
- hábitos personales, como consumo de alcohol, drogas, tabaco o medicación;
- hipersusceptibilidad, debida a sensibilización al agente químico con motivo de exposiciones anteriores.

Los VLA se establecen teniendo en cuenta la información disponible, procedente de la analogía fisicoquímica de los agentes químicos, de estudios in vitro, de los estudios de experimentación animal y de exposición controlada con voluntarios, de los estudios epidemiológicos y de la experiencia industrial.

Los VLA sirven exclusivamente para la evaluación y el control de los riesgos por inhalación de los agentes químicos. Cuando uno de estos agentes se puede absorber por vía cutánea, sea por la manipulación directa (sólido, líquido) del mismo, sea a través del contacto de los gases, vapores y nieblas con las partes desprotegidas de la piel y cuya aportación puede resultar significativa al contenido corporal total del trabajador, la medición de la concentración ambiental puede no ser suficiente para cuantificar la exposición global, por lo que resulta particularmente importante la utilización del control biológico. En este caso, los agentes aparecen señalados en las tablas de documento de Límites de Exposición Profesional para Agentes Químicos con la notación "vía dérmica". Esta llamada advierte, por una parte, de que la medición de la concentración ambiental puede no ser suficiente para cuantificar la exposición global y, por otra, de la necesidad de adoptar medidas para prevenir la absorción dérmica.

Hay algunos agentes químicos para los cuales la absorción por vía dérmica, tanto en estado líquido como en fase de vapor, puede ser muy elevada, pudiendo ser esta vía de entrada de igual o mayor importancia incluso que la vía inhalatoria (por ejemplo: los plaguicidas organofosforados). En estas circunstancias, la utilización del control biológico es imprescindible para poder cuantificar la cantidad global absorbida de contaminante.

En el caso de los agentes cancerígenos o mutágenos, los conocimientos científicos actuales no permiten identificar niveles de exposición por debajo de los cuales no exista riesgo de que los agentes mutágenos y la mayoría de los cancerígenos produzcan sus efectos característicos sobre la salud. Existe una relación exposición- probabilidad del efecto que permite deducir que, cuanto más baja sea la exposición a estos agentes, menor será el riesgo.

Tipos de Valores Límite Ambientales

Existen dos tipos de valores límite ambientales:

- *Valor Límite Ambiental-Exposición Diaria (VLA-ED)*

Es el valor de referencia para la Exposición Diaria (ED).

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

Hay que considerar el conjunto de las distintas exposiciones del trabajador a lo largo de la jornada real de trabajo, cada una con su correspondiente duración, como equivalente a una única exposición uniforme de ocho horas.

La exposición diaria se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$ED = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i \cdot t_i)}{8}$$

Donde: c_i es la concentración i -ésima

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

Los VLA-ED representan condiciones a las cuales se cree, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores y las trabajadoras pueden estar expuestos/as 8 horas diarias y 40 horas semanales durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.

- *Valor Límite Ambiental-Exposición de Corta Duración (VLA-EC)*

Es el valor de referencia para la Exposición de Corta Duración (EC).

La **exposición de corta duración** es la concentración media del agente químico en la zona de respiración del trabajador, medida o calculada para cualquier período de 15 minutos a lo largo de la jornada laboral.

Lo habitual es determinar las EC de interés, es decir, las del período o períodos de máxima exposición, tomando muestras de 15 minutos de duración en cada uno de ellos. De esta forma, las concentraciones muestrales obtenidas coincidirán con las EC buscadas. Si el método de medición, por ejemplo, lectura directa, proporciona varias concentraciones dentro de cada período de 15 minutos, la EC se calculará:

$$EC = \frac{\sum_{i=1}^n (c_i \cdot t_i)}{15}$$

Donde: c_i es la concentración i -ésima dentro de cada período de 15 minutos

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

El VLA-EC no debe ser superado por ninguna EC a lo largo de la jornada laboral.

Es decir, la exposición de larga duración (exposición diaria), ED, se compara con el valor límite ambiental de exposición diaria, VLA-ED y la exposición de corta duración, EC, se compara con el valor límite ambiental de exposición de corta duración, VLA-EC. La duración de la jornada laboral puede ser cualquiera, pero la comparación con el VLA-EC se hace calculando la concentración del contaminante en períodos de 15 minutos.

Para aquellos agentes químicos que tienen efectos agudos reconocidos pero cuyos principales efectos tóxicos son de naturaleza crónica, el VLA-EC constituye un complemento del VLA-ED y, por tanto, la exposición a estos agentes habrá de valorarse en relación con ambos límites. Las exposiciones por encima del VLA-ED hasta el VLA-EC deben ser de 15 minutos como máximo, no deben ocurrir más de cuatro veces en una jornada de trabajo de 8 horas y con un intervalo mínimo de una hora entre exposiciones sucesivas en este rango.

A los agentes químicos de efectos principalmente agudos como, por ejemplo, los gases irritantes, sólo se les asigna para su valoración un VLA-EC.

Hay muchas sustancias con VLA-ED que no tienen un VLA-EC. Sin embargo, ya que las concentraciones reales de los agentes químicos en el ambiente del lugar de trabajo pueden fluctuar de manera considerable a lo largo de la jornada, se deben controlar las exposiciones de corta duración por encima del VLA-ED, incluso cuando el VLA-ED de 8 horas esté dentro de los límites recomendados. La limitación en las exposiciones a concentraciones elevadas de corta duración tiene por objeto evitar que se produzcan posibles efectos adversos para la salud. Es prudente limitar dichas exposiciones dado que los efectos adversos, aunque no se hayan documentado todavía, pueden producirse en algún múltiplo del VLA-ED. Por lo tanto, para las sustancias que tienen VLA-ED, pero no un VLA-EC, se aplican **los límites de desviación**.

En esos casos se deberá cumplir que las exposiciones de corta duración puedan ser superiores a 3 veces el valor VLA-ED durante 15 minutos como máximo en no más de 4 ocasiones en una jornada de trabajo de 8 horas y con un intervalo mínimo de una hora entre dos exposiciones pico sucesivas. En ningún caso debe superarse 5 veces el valor del VLA-ED. Además, el VLA-ED de 8 horas no debe excederse durante la jornada de trabajo.

Los VLA se establecen para agentes químicos específicos y no para sus mezclas. Sin embargo, cuando están presentes en el ambiente varios agentes que ejercen la misma acción sobre los mismos órganos o sistemas, es su efecto combinado el que requiere una consideración preferente. Dicho efecto combinado debe ser considerado como aditivo, salvo que se disponga de información que indique que los efectos son sinérgicos o son independientes y se calculará con la siguiente fórmula:

$$\sum_{i=1}^n \frac{E_i}{VLA_i}$$

Donde E_i representa las exposiciones a los distintos agentes presentes y VLA_i , los valores límite respectivos.

4. DIRECTRICES PARA LA EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN POR INHALACIÓN DE AGENTES QUÍMICOS.

Con objeto de saber si el ambiente laboral supone un riesgo para la población trabajadora, es importante conocer no solamente cuales son los agentes químicos presentes, sino también en que concentración se encuentran. Para ello, en muchos casos es necesario realizar una serie de toma de muestras y análisis con una estrategia de muestreo definida, de forma que se pueda obtener una estimación válida y representativa de la exposición real. Posteriormente se evalúa el riesgo por comparación de los resultados obtenidos con unos valores límites de seguridad establecidos.

En algunos casos, la realización de mediciones para evaluar la exposición puede no ser necesaria, tal y como indica el Real Decreto 374/2001 en su artículo 3.5. Por ejemplo, en aquellos en los que es muy evidente que las concentraciones son muy elevadas y, por lo tanto, la exposición diaria va a ser superior al valor límite, en cuyo caso se deberían tomar las medidas correctoras oportunas sin necesidad de medir y una vez implantadas las medidas correctoras, realizar la evaluación.

También, existen herramientas cualitativas o semicuantitativas que sirven de ayuda en el proceso de realización de las evaluaciones de riesgos por exposición a agentes químicos peligrosos.

Estas metodologías no son una alternativa a la evaluación cuantitativa, sino que se utilizan de forma complementaria al proceso de evaluación. Se pueden utilizar en la fase de estimación inicial, para establecer un primer diagnóstico. Son herramientas muy útiles para aquellas situaciones en las que las sustancias químicas no tengan un valor límite, no exista un procedimiento de medida o para situaciones en las que se utilicen una gran cantidad de sustancias químicas y exista una necesidad de priorizar o jerarquizar acciones.

Tal como establece el artículo 3.5 del Real Decreto 374/2001, la evaluación de la exposición por inhalación debe hacerse, con carácter general, por medición de las concentraciones ambientales de dichos agentes químicos. Ello implica un proceso de cierta complejidad técnica que incluye:

- La estrategia de muestreo.
- La toma de muestras.
- El análisis químico de las muestras.
- El tratamiento de los datos y comparación con los criterios de valoración.
- Las conclusiones sobre el riesgo por exposición al agente químico.

La estrategia de muestreo tiene como objetivo asegurar la representatividad de las mediciones al menor coste posible y conseguir que los resultados obtenidos el día o días en que se realizaron las mediciones sean extrapolables a otros días. Para ello se deberá determinar: el número de muestras necesarias, la duración del muestreo, el número de trabajadores a muestrear, etc.

Una vez se defina la estrategia de muestreo se deberá determinar cómo se hace la toma de muestras, es decir, qué equipos se van a utilizar, y cómo se va a analizar posteriormente. En todo caso se utilizarán métodos validados que proporcionen resultados con el grado de fiabilidad requerido.

Para la evaluación de la exposición laboral a agentes químicos, es de referencia la norma UNE-EN 689:2019+AC:2019 "Exposición en el lugar de trabajo. Medición de la exposición por inhalación de agentes químicos. Estrategia para verificar la conformidad con los valores límite de exposición profesional". No es de obligado cumplimiento, pero constituye una herramienta útil. La estrategia descrita en esta norma proporciona un procedimiento para resolver el problema de la variabilidad de los resultados de las ED y utilizar un número relativamente pequeño de mediciones para demostrar, con un alto nivel de confianza, que es improbable que los trabajadores estén expuestos a concentraciones que superen el correspondiente VLA-ED.

Las etapas principales son:

- Caracterización básica
- Medición de la exposición
- Valoración de la exposición por comparación con el VLA
- Reevaluación periódica

La **caracterización básica** es la fase que va a ayudar a decidir si las mediciones son necesarias o no. Para ello el técnico responsable deberá identificar los agentes químicos presentes en el lugar de trabajo y recopilar toda la información relevante sobre su peligrosidad, cantidad utilizada, forma de utilización, etc. Recogerá también información sobre los procesos y procedimientos de trabajo con el fin de estimar la exposición: tareas, tipo de proceso, duración de la exposición, fuentes de emisión, etc. Para hacer una estimación fiable de la exposición se puede utilizar mediciones anteriores en ese lugar de trabajo incluyendo los obtenidos a través de métodos de

lectura directa, mediciones en instalaciones o en procesos de trabajo similares, modelos de estimación de la exposición, etc.

De los resultados de la caracterización básica se pueden dar tres posibles escenarios:

- La exposición es mayor que el VLA (no conformidad): el técnico elaborará un informe recomendando un programa de medidas de control e informará a los responsables de la situación. Cuando estén implantadas las medidas se realizará una nueva caracterización básica.
- La exposición está muy por debajo del VLA (conformidad): El técnico debe decidir si las mediciones son necesarias o no. Si decide que las mediciones no son relevantes deberá elaborar un informe justificando su decisión. Si por el contrario decide realizar mediciones, propondrá un procedimiento para su ejecución.
- La información disponible sobre la exposición es insuficiente para decidir sobre la conformidad de la exposición con el VLA. En este caso el técnico debe realizar un plan de muestreo y llevar a cabo mediciones para comparar con los VLA.

La vía de entrada de los agentes químicos al organismo más frecuente es la vía inhalatoria y por lo tanto la determinación de la concentración ambiental del agente es el parámetro más significativo para evaluar los riesgos por exposición a agentes químicos.

La **medición de la exposición** es un proceso que conlleva varias etapas, cuyo objetivo es obtener mediciones que sean fiables y representativas de la exposición del trabajador para su comparación con el VLA, teniendo en cuenta las posibles variaciones de la exposición a lo largo del tiempo. Las principales etapas de esta fase son:

- Constitución de los grupos de exposición similar (GES). Hay que estudiar la posibilidad de agrupar a la población trabajadora que tiene las mismas condiciones de exposición en grupos. Esto permite realizar las mediciones de la exposición a un pequeño número de trabajadores o trabajadoras del GES, aplicando el resultado a todos los integrantes del mismo.
- Procedimiento de medida. Los procedimientos de medida deben cumplir con la norma UNE EN 482. Se deben utilizar, cuando sea posible, equipos de muestreo personal.
- Realización de las mediciones de exposición
- Validación de los resultados y GES.

5. VALORACIÓN POR COMPARACIÓN CON EL VLA DE EXPOSICIÓN DIARIA VLA-ED.

En el caso de la medición de la exposición para comparar con un VLA-ED, la duración del muestreo debe ser lo más próxima al periodo de referencia (8 horas) ya que es necesario determinar la exposición promedio para ese periodo. En caso contrario, el técnico debe valorar que no se producen cambios significativos durante el periodo no muestreado. Se pueden dar tres situaciones:

- Si el técnico considera que los factores de la exposición permanecen constantes durante la jornada laboral, la duración del muestreo puede ser menor que el periodo de referencia, pero nunca inferior a 2 horas.

- Si los factores de exposición no son constantes, la duración del muestreo debe ser superior a dos horas y tan próxima como sea posible a la duración de la jornada.
- Si la duración de la exposición es inferior a 2 horas, la duración del muestreo debe cubrir todo el periodo de exposición.

Las mediciones deben realizarse en suficientes días y durante varias operaciones específicas.

El procedimiento de medición para comparar con el VLA-ED consta de dos etapas:

- **Test preliminar:** Requiere entre 3 y 5 mediciones de la exposición de los/las trabajadores/as. Pueden darse las siguientes situaciones:
 - a) **Conformidad:** Cuando todos los resultados de la exposición están por debajo de:
 - 0,1 VLA para 3 mediciones de la exposición, o
 - 0,15 VLA para 4 mediciones de la exposición, o
 - 0,2 VLA para 5 mediciones de la exposición
 - b) **No conformidad:** Si uno de los resultados es mayor que el VLA.
 - c) Si todos los resultados están por debajo del VLA y un resultado por encima del 0,1 VLA (para 3 mediciones) o 0,15 (para 4 mediciones) o 0,2 (para 5 mediciones) no es posible tomar una decisión sobre la conformidad (no decisión). En estos casos, se deben realizar más mediciones, requiriéndose al menos un total de 6, para poder aplicar el test estadístico.
- **Test estadístico:** En los casos en los que la prueba preliminar no es concluyente, la verificación de la conformidad de la exposición con los VLA requiere aplicar una prueba estadística que permita determinar, con un nivel de confianza del 70%, si menos del 5% de las exposiciones exceden el VLA.

6. VALORACIÓN POR COMPARACIÓN CON EL VLA DE EXPOSICIONES DE CORTA DURACIÓN (VLA-EC)

La evaluación del riesgo por inhalación por comparación con el VLA-EC requiere obtener el valor de la concentración ponderada durante el periodo de 15 minutos de exposición más elevada. En esta situación, independientemente de la duración de la tarea, el tiempo de muestreo será de 15 minutos.

La estrategia de muestreo será distinta si se conocen los momentos en que la exposición es mayor, o no.

- Si se conocen los momentos en que la exposición es mayor, hay que muestrearlos para obtener el valor de la exposición de corta duración (EC).
- Si no se conocen, habrá que recurrir a un muestreo aleatorio. Se selecciona un número de periodos que permitan obtener una estimación de la EC y de la probabilidad de que los periodos muestreados incluyan aquel en que la exposición es mayor.

Cuando sea posible se muestreará el total de periodos en los que presumiblemente se dan las condiciones más desfavorables, si no, se muestrean aleatoriamente algunos de ellos.

Como la seguridad de que se ha muestreado el periodo de 15 minutos de mayor exposición no es total, se puede recurrir a la estadística y estimar la probabilidad de que se supere el valor de VLA-EC en alguno de los periodos no muestreados.

Se parte de la suposición de que los valores de concentración ambiental se comportan de acuerdo con una distribución logarítmico-normal, es decir que los logaritmos de esos valores se ajustan a una distribución normal. Si se dispone de algunos valores de concentración promedio ponderada durante un periodo de 15 minutos (EC), se puede predecir la probabilidad de que un periodo no muestreado supere el valor VLA-EC y también la probabilidad global de que eso suceda en la totalidad de periodos de 15 minutos que no han sido muestreados.

En el caso de mediciones de corta duración no se puede utilizar la prueba preliminar.

7. MEDICIONES PERIÓDICAS

Tal y como viene establecido en el artículo 6 del Reglamento de los servicios de prevención, la evaluación inicial deberá revisarse cuando así lo establezca una disposición específica. Y en todo caso, se deberá revisar la evaluación correspondiente a aquellos puestos de trabajo afectados cuando se hayan detectado daños a la salud de los trabajadores o se haya apreciado a través de los controles periódicos, incluidos los relativos a la vigilancia de la salud, que las actividades de prevención pueden ser inadecuadas o insuficientes.

La evaluación de la exposición debe ser revisada de forma periódica para valorar si las condiciones evaluadas y la conclusión de conformidad con el VLA se mantienen. En general, se recomienda una periodicidad anual.

Cuando para la revisión de la evaluación se considere necesario hacer mediciones, la norma UNE- EN- 689 propone dos métodos para calcular la periodicidad de las mismas. La frecuencia de las mediciones dependerá de los resultados obtenidos en la evaluación de la exposición y será tanto mayor cuanto más próxima esté al VLA.

Las mediciones periódicas se utilizan para determinar si las condiciones de exposición han cambiado desde que se realizaron las mediciones de comparación con los valores límite, o bien para comprobar si las medidas de control continúan siendo eficaces.

El principal interés de las mediciones periódicas está en objetivos a largo plazo, tales como la comprobación de que las medidas de control permanecen siendo eficaces. La información obtenida probablemente indicará las tendencias o los cambios de la exposición permitiendo que puedan tomarse medidas antes de que ocurran exposiciones excesivas.

Como el seguimiento periódico se diseña para proporcionar un tipo de información algo diferente del obtenido durante la evaluación de la exposición laboral, se entiende que las estrategias de muestreo utilizadas pueden no ser las mismas.

8. VALORES LÍMITE BIOLÓGICOS (VLB)

Son los valores de referencia para los Indicadores Biológicos asociados a la exposición global a los agentes químicos. Los VLB son aplicables para exposiciones profesionales de ocho horas diarias durante cinco días a la semana. La extensión de los VLB a períodos distintos al de referencia debe hacerse considerando los datos toxicocinéticos y toxicodinámicos del agente en particular.

El **Indicador Biológico** es un parámetro apropiado en un medio biológico (aire exhalado, sangre u orina) del trabajador o trabajadora, que se mide en un momento determinado y que está asociado directa o indirectamente con la exposición global a un agente químico.

En general, los VLB representan los niveles más probables de los Indicadores Biológicos en trabajadores o trabajadoras sanos/as sometidos a una exposición global a agentes químicos, equivalente, en términos de dosis absorbida, a una exposición exclusivamente por inhalación del orden del VLA-ED. La excepción a esta regla la constituyen algunos agentes para los que los VLA asignados protegen contra efectos no sistémicos. En estos casos, los VLB pueden representar dosis absorbidas superiores a las que se derivarían de una exposición por inhalación al VLA.

Las bases científicas para establecer los VLB pueden derivarse de dos tipos de estudios: a) los que relacionan la intensidad de la exposición con el nivel de un parámetro biológico (indicadores biológicos de dosis) y b) los que relacionan el nivel de un parámetro biológico con efectos sobre la salud (indicadores biológicos de efecto).

Los VLB® no están concebidos para usarse como medida de los efectos adversos ni para el diagnóstico de las enfermedades profesionales.

Cuando en un/a trabajador/a, la medida de un determinado indicador biológico supere el VLB correspondiente, no debe deducirse, sin mayor análisis, que esté sometido a una exposición excesiva, ya que las diferencias individuales, biológicas o de conducta, tanto fuera como dentro del ámbito laboral, constituyen fuentes de inconsistencia entre los resultados del control ambiental y los del control biológico.

De todos modos, incluso en el caso de una superación de carácter puntual, debe ponerse en marcha una investigación con el objetivo de encontrar una explicación plausible para esa circunstancia y actuar en consecuencia o, en su defecto, descartar la existencia de factores causales vinculados al desempeño del puesto de trabajo. Entretanto se alcanza una conclusión al respecto y, sin perjuicio de lo que establezcan disposiciones específicas, se deberían adoptar medidas para reducir la exposición del personal trabajador afectado.

Al margen de esta consideración individual de los resultados, el agrupamiento de los datos correspondientes a los trabajadores y las trabajadoras de un grupo homogéneo con respecto a la exposición permitirá obtener información sobre el grado de eficacia de las medidas de protección y prevención adoptadas.

9. CONTROL BIOLÓGICO

El control biológico es una valoración de la exposición global, es decir, por todas las vías de entrada, a la sustancia química presente en el puesto de trabajo, a través de medidas apropiadas del indicador o indicadores en los especímenes biológicos tomados al trabajador/a a un tiempo determinado. Los VLB (valores límite biológicos) sirven como valor de referencia.

El momento en el que se realiza la toma de muestra (momento de muestreo) es crítico y debe respetarse ya que se establece de acuerdo con las diferencias entre la velocidad de absorción y de eliminación de los compuestos químicos o de sus metabolitos, o de acuerdo con la persistencia de los cambios bioquímicos inducidos. El tiempo que permanece un tóxico en el organismo se estima a partir de su vida media biológica, que es el tiempo necesario para reducir a la mitad la cantidad de tóxico en el organismo. Dependiendo de la rapidez con la que se elimine del organismo el momento de muestreo será uno u otro.

El control biológico debe considerarse complementario del control ambiental y, por tanto, debe llevarse a cabo cuando ofrezca ventajas sobre el uso independiente de este último. No debe confundirse con la vigilancia de la salud. El control biológico tiene como objetivo determinar la dosis interna de una sustancia química en el organismo, mientras que la vigilancia de la salud tiene como objetivo proteger la salud y prevenir las enfermedades profesionales relacionadas. En algunos casos, cuando el IB es de efecto, el control biológico puede ser una prueba útil para la vigilancia de la salud.

El control biológico puede usarse para completar la valoración ambiental, para comprobar la eficacia de los equipos de protección individual o para detectar una posible absorción dérmica y/o gastrointestinal.

Cuando la aportación por la vía dérmica puede resultar significativa para el contenido corporal total, es aconsejable la utilización del control biológico para poder cuantificar la cantidad global absorbida de contaminante.

El control biológico puede confirmar los resultados del control ambiental, pero cuando haya una discrepancia entre ambos debe revisarse cuidadosamente la situación global de la exposición y buscar una explicación.