

EVALUACIÓN DEL IMPACTO EN LA SALUD DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO

HEALTH IMPACT ASSESSMENT OF SOIL POLLUTION

Koldo Cambra Contín *

Técnico de Evaluación de Riesgos Ambientales. Dirección de Salud Pública.
Departamento de Sanidad. Gobierno Vasco

RESUMEN

El suelo integra y refleja todas las actividades que han tenido lugar en el curso de su existencia, entre ellas las actividades industriales contaminantes y el vertido de residuos. A su vez, puede ser el origen de la contaminación del aire (por volatilización o suspensión de partículas), del agua subterránea y superficial (por lixiviación y arrastre), y de los vegetales que se cultiven en el lugar (por absorción radicular o foliar). La probabilidad y la magnitud de la exposición de las poblaciones humanas a los contaminantes del suelo dependen de la accesibilidad y del uso del mismo, y pueden variar drásticamente en las remodelaciones urbanísticas.

En los años 90 se generalizó el uso de la evaluación de riesgos tanto para valorar zonas contaminadas como para fijar límites máximos admisibles de contaminantes en suelo.

PALABRAS CLAVE: Contaminación del suelo, evaluación de riesgos, límites admisibles, contaminantes

INTRODUCCIÓN

En la década de los años noventa aumentó el interés sobre los riesgos para la salud derivados de la contaminación del suelo. El suelo integra y refleja todas las actividades que han tenido lugar en el curso de su existencia, entre ellas las actividades industriales contaminantes y el vertido de residuos.

La probabilidad y la magnitud de la exposición de las poblaciones humanas a los contaminantes del suelo dependen de la accesibilidad y del uso del mismo, y pueden variar drásticamente en las remodelaciones urbanísticas en las que se prevé dedicar antiguos vertederos y solares industriales a suelo residencial.

El suelo puede ser el origen de la contaminación del aire (por volatilización o suspensión de partículas), del agua subterránea y superficial (por lixiviación y arrastre), y de los vegetales que se cultiven en el lugar (por absorción radicular o foliar). Como consecuencia, la exposición

SUMMARY

The soil reflects every activity taking place on it, such as polluting industrial activities and waste disposal. Contaminated soils also may be the source of pollution of air (volatilization and suspension of particles), of surface and groundwater (leaching and running-off), and of vegetables grown there (root and leaf absorption). The likelihood and extent of human exposure to soil contaminants depends on its accessibility to populations and, consequently, it can be altered dramatically when land use is changed at urban renewals.

During the 90s health risk assessment was broadly used to evaluate the risk of contaminated soils and to set up maximum acceptable levels of pollutants in soil.

KEY WORDS: Soil pollution, risk assessment, standards, pollutants.

de las personas a los contaminantes del suelo puede darse por vía digestiva, inhalatoria y, en los casos en que exista un contacto con la tierra, por vía dérmica. La ingestión de polvo y tierra ha sido considerada una ruta importante de exposición a los contaminantes del suelo, especialmente para los niños de corta edad.

La manera de abordar el estudio del riesgo derivado de la contaminación del suelo se ha basado en la metodología conocida como evaluación de riesgos.

EVALUACIÓN DE RIESGO

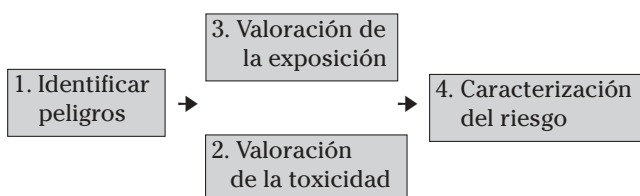
La *Evaluación de Riesgos Ambientales* (ERA) es una metodología, consolidada en la década de los 90, que de manera sistemática valora y compara el riesgo que representan los problemas ambientales. Junto con la consideración de costes y factibilidad técnica, puede ser utilizada para establecer prioridades en la Gestión Ambiental.

Correspondencia: Koldo Cambra Contín. Dirección de Salud Pública. C/ Donostia, 1. 01010. Vitoria Gasteiz. Tel.: 945 01 92 75. Fax: 945 01 01 02. Correo electrónico: kcambra-san@ej-gv.es

En cierta medida presenta similitudes con la estrategia seguida en Epidemiología para determinar la fracción atribuible (la proporción de enfermedad atribuible a la exposición pasada a un factor de riesgo) y la proporción evitable (proporción de enfermedad que se evitaría si se redujera la exposición). Se ha considerado que la ERA es una interfaz entre la Epidemiología y las políticas ambientales, entre científicos y gestores. Representa una medida del riesgo cuando no puede medirse en las poblaciones, porque es bajo, la población pequeña, la exposición no ha ocurrido todavía o no ha pasado el tiempo de latencia.

La ERA consiste en 4 elementos (figura 1): Identificación del peligro, Valoración de la exposición (estimación de la cantidad de contaminante que alcanza a las personas expuestas), Valoración de la dosis-respuesta (probabilidad de aparición de un efecto según la intensidad de exposición) y Caracterización del riesgo (combinación de las dos anteriores para calcular el riesgo estimado).

Figura 1. Esquema general de un análisis de riesgos



Identificación de peligros

La fase de identificación de peligros es fundamental, pues de sus resultados depende toda la evaluación. En esta fase se debe identificar: 1) los contaminantes o factores de riesgo ambiental, 2) su comportamiento y destino en el medio, 3) los usos del terreno y su accesibilidad, 4) los grupos de población potencialmente expuesta, 5) las rutas de exposición implicadas.

Una vez realizado esto se necesita calcular o medir las concentraciones ambientales del contaminante en los puntos de contacto con las poblaciones humanas.

Valoración de la toxicidad

Se acepta que, para *efectos distintos al cáncer*, existen mecanismos protectores que deben sobrepasarse antes de que un efecto se manifieste. Las dosis de referencia, como las Ingestas Diarias Tolerables (IDT) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) o las Dosis de Referencia (RfD) de la Agencia Ambiental de EEUU (USEPA), representan la exposición para la cual es de esperar que no se presenten, incluso para poblaciones sensibles, efectos nocivos.

En el caso de *sustancias cancerígenas* se considera que no existe un umbral o nivel sin efecto y que toda dosis de exposición conlleva una probabilidad de desarrollo de cáncer. Su evaluación es doble: por una parte, estas sustancias son clasificadas por la USEPA y la IARC en grupos según el grado de evidencia científica de su carcinogenicidad; y, por otra, se calcula un factor de pendiente,

que define cuantitativamente la relación entre la dosis y la respuesta. Se acepta que, para niveles de exposición bajos, como son los ambientales, la curva dosis-respuesta es lineal.

Valoración de la exposición

La exposición ha sido definida como el contacto de un organismo con un agente físico o químico. Su valoración consiste en determinar la magnitud, la frecuencia, la duración y las rutas de exposición implicadas. La magnitud de la exposición se determina, en el caso de las sustancias químicas, midiendo o estimando la cantidad de contaminante disponible en la barrera de intercambio del organismo (pulmones, tracto digestivo, piel), durante un periodo determinado.

Para cada ruta de exposición identificada en la fase 1 debe calcularse la exposición para el grupo de población previsiblemente más expuesto

La fórmula genérica para el cálculo es la siguiente:

$$IDE = C \cdot \frac{TC \cdot FE \cdot DE}{PC} \cdot \frac{1}{TM}$$

donde:

IDE = Exposición expresada en mg compuesto/(kg peso corporal-día).

C = Concentración de exposición para el medio de contacto considerado.

TC = Tasa de contacto (p.e. mg suelo/día, m3 aire inhalados/día, mg adheridos a la piel, etc.)

FE = Frecuencia de exposición.

DE = Duración de la exposición.

PC = Peso corporal, correspondiente al peso corporal medio durante el período de exposición.

TM = Período en el que se promedia la exposición.

Los tres términos de que consta la ecuación corresponden a variables relacionadas respectivamente con la contaminación (*C*), con la intensidad de la exposición (*TC*, *FE*, *DE*, *PC*) y con el tiempo de exposición al que se refiere la evaluación. La tasa de exposición depende del uso que se haga del suelo.

Caracterización del riesgo

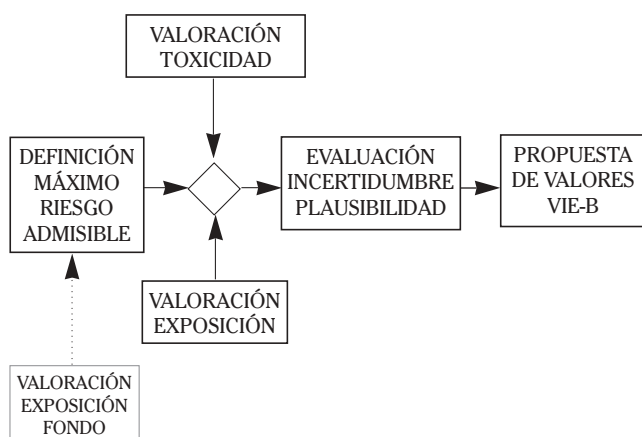
Es el resultado de combinar los datos de exposición con la información de toxicidad.

En el caso del cáncer la caracterización del riesgo se hace mediante un cálculo de probabilidad. El riesgo se estima como el incremento de la probabilidad individual de desarrollar cáncer en un periodo de vida, como resultado de la exposición a uno o varios contaminantes. Se asume que el tramo de la curva de relación dosis-respuesta sea lineal a las concentraciones de contaminante que se encuentran normalmente en el medio ambiente.

Cuando los efectos son distintos al cáncer no se usa una aproximación probabilística. La valoración se realiza dividiendo la exposición durante un periodo, con las dosis de referencia. Este cociente es conocido con el nombre de cociente de peligro (CP). El uso de este cociente se basa en asumir que hay un nivel de exposición (RfD) por debajo del cual es improbable que se presenten efectos adversos incluso en grupos sensibles. Los CP por debajo de 1 se consideran aceptables.

CALCULO DE CONCENTRACIONES MÁXIMAS DE CONTAMINANTES EN SUELO EN LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DEL PAIS VASCO (CAPV)

La metodología general aplicada en la derivación de los valores máximos admisibles en suelo recibió el nombre del Modelo LUR. Se corresponde con la metodología general del análisis de riesgos para la salud humana, si bien el proceso discurre en sentido inverso. Así, a partir de la definición del riesgo máximo admisible, que considera entre otros aspectos la exposición de fondo de la población, y de la combinación de la información relativa a la valoración de la toxicidad del compuesto y la exposición del receptor al mismo para un escenario dado, se derivan las correspondientes concentraciones en suelo. En la figura siguiente se presenta un esquema del proceso



La determinación del riesgo admisible se realiza de manera distinta para el cáncer y para los efectos distintos al cáncer. En el caso de los compuestos con efectos distintos al cáncer se debe determinar qué parte de la TDI es aceptable recibir desde el suelo, de manera que las poblaciones tengan un margen de seguridad para exposiciones de otro origen. En la aproximación seguida en la CAPV estas fracciones oscilaron entre el 5 y el 50% de la TDI. En el caso de las sustancias cancerígenas se esta-

bleció el riesgo máximo admisible para cada uso del suelo y sustancia en 10^{-5} , es decir un caso adicional de cáncer por 100 000 expuestos. Este es el riesgo que acepta la OMS para la derivación de sus guías de calidad del agua potable.

Estos valores han sido calculados para un conjunto de sustancias inorgánicas y orgánicas, consideradas como contaminantes relevantes y habituales en los emplazamientos contaminados de la CAPV. Para cada una de estas sustancias se han establecido valores para cinco escenarios de uso diferentes: área de juego infantil, residencial con huerta, residencial, parque y comercial / industrial. En su derivación se tiene en cuenta las condiciones generales del medio físico (climatología, edafología), uso del suelo y patrones de actividad de la población de la CAPV y, siempre que ha sido posible, se han empleado datos y modelos adaptados a la realidad local.

El carácter conservador de los valores está igualmente relacionado con su definición y función en el proceso de caracterización de los emplazamientos potencialmente contaminados. Estos valores representan niveles de contaminante en el suelo que no suponen un riesgo inaceptable para la población humana expuesta para el escenario de uso considerado, y su función es la de permitir discriminar aquellos emplazamientos que no suponen un riesgo de aquellos que sí pudieran representarlo. Constituyen el principal instrumento para la evaluación de la contaminación en la fase exploratoria de la investigación de un emplazamiento potencialmente contaminado. Se trata de una evaluación de carácter genérico y por ello, estos valores reciben la denominación de Valores Indicativos de Evaluación, VIE-B.

Cuando estos niveles son superados el protocolo de investigación obliga a proseguir con la fase de investigación detallada, uno de cuyos objetivos es el análisis específico de los riesgos en dicho emplazamiento a partir de la caracterización en detalle de la contaminación en relación con los receptores identificados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Martínez T, Cambra K, Cuetos Y, Urzelai A. Valores máximos admisibles en suelo (VIE-B) para la protección de la salud. En: Calidad del Suelo. Valores Indicativos de Evaluación. Bilbao: Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente del Gobierno Vasco- IHOBE, SA; 1998.
2. USEPA Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS) Part A. Dispon. en <http://www.epa.gov/oerr-page/superfund/programs/risk/ragsa/index.htm>