

[https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs150.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs150.html)

El uranio (U) es un elemento radioactivo que ocurre naturalmente. El uranio natural es una mezcla de tres isótopos:  $^{234}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  y  $^{238}\text{U}$ . El isótopo más común es  $^{238}\text{U}$ ; constituye cerca del 99% del uranio natural en masa. Los tres isótopos tienen el mismo comportamiento químico, pero tienen diferentes propiedades radioactivas.

Las semi-vidas de los isótopos de uranio son muy largas. El isótopo con menor radioactividad es  $^{238}\text{U}$  con una vida-media de 4.5 mil millones de años.

El uranio enriquecido es otra mezcla de isótopos que tiene más  $^{235}\text{U}$  y, sobre todo, más  $^{235}\text{U}$  que el uranio natural. El uranio enriquecido es más radioactivo que el uranio natural. El uranio empobrecido es una mezcla de los mismos tres isótopos de uranio excepto que tiene muy poco  $^{234}\text{U}$  y  $^{235}\text{U}$ . Es menos radioactivo que el uranio natural.

¿Cómo se usa el uranio?

El uranio es casi tan duro como el acero y mucho más denso que el plomo. El uranio natural se usa para fabricar uranio enriquecido; el producto residual es uranio empobrecido. El uranio enriquecido se usa para fabricar combustible para plantas de energía nuclear.

El uranio empobrecido se usa como contrapeso en rotores de helicópteros y en partes de aviones, como escudo protector contra radiación ionizante, como componente de municiones para que éstas penetren más fácilmente los vehículos blindados y como blindaje en vehículos militares.

¿Dónde se encuentra el uranio?

El uranio puede ser liberado al ambiente por la erosión causada por el viento y el agua y por erupciones volcánicas. Las industrias de minería, molienda y procesamiento de uranio también pueden liberar esta sustancia al ambiente. Las industrias de uranio inactivas pueden continuar liberando uranio al ambiente.

Posibles Fuentes

- El aire. En el aire, el uranio existe en forma de polvo. Partículas muy pequeñas de uranio en el aire pueden caer sobre el agua, las plantas y el suelo. La lluvia aumenta la cantidad de uranio que se deposita en el suelo.
- El agua: Se puede encontrar uranio en el agua potable. Niveles más altos tienden a ocurrir en pozos excavados en formaciones rocosas ricas en uranio. El uranio en aguas de superficie puede ser transportado largas distancias. Cierta cantidad de uranio en el agua se adsorberá al sedimento y a otras partículas en el agua.
- El suelo: El uranio ocurre en forma natural en casi todas las rocas y suelos. El uranio que se deposita sobre la tierra puede mezclarse con el suelo, puede pasar a aguas de superficie o puede adsorberse a la raíz de plantas.
- Los alimentos: La ingesta diaria se ha estimado entre 0.9 y 1.5 microgramos de uranio al día ( $\mu\text{g}/\text{día}$ ). El uranio puede adherirse a la raíz de plantas. Patatas, rábanos u otras verduras que no se laven son la fuente principal de uranio en la dieta.

¿Cómo puede ocurrir la exposición al uranio?

Principales fuentes de exposición. Para la mayoría de la gente, las principales fuentes de exposición son los alimentos y el agua potable. Las raíces de las hortalizas tales como patatas, chirivías, nabos y camotes proveen la mayor cantidad en la dieta.

Las concentraciones en estos alimentos están directamente relacionadas con las concentraciones de uranio en el suelo donde crecieron estas hortalizas.

Otras fuentes de exposición al uranio.

Las personas que trabajan con materiales y productos que contienen uranio pueden estar expuestas en el trabajo. Esto incluye a trabajadores en minas, molinos o que procesan o producen productos de uranio. Las personas que trabajan con abonos de fosfato también pueden estar expuestas a niveles de uranio más altos. La gente que vive cerca de minas de uranio o de plantas que procesan o manufacturan productos de uranio puede estar expuesta a niveles más altos de uranio que la población general. La gente que vive cerca de áreas donde se usan armas con proyectiles de uranio empobrecido también puede estar expuesta.

Fuentes de exposición secundarias

En la mayor parte de los Estados Unidos, los niveles de uranio que se encuentran en el agua potable son bajos. Niveles más altos se pueden encontrar en áreas en las que el suelo y las rocas tienen niveles naturales de uranio más altos.

El uranio en sitios de desechos peligrosos.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los EE.UU. identifica los sitios de desechos peligrosos más serios en la nación. La EPA luego coloca estos sitios en la Lista de Prioridades Nacionales (NPL) y los designa para limpieza por parte del gobierno federal. La EPA ha encontrado uranio en por lo menos 67 de los 1,699 sitios actualmente en la NPL o que formaron parte de la NPL en el pasado.

El número total de sitios de la NPL en los que se ha buscado esta sustancia no se conoce. Sin embargo, existe la posibilidad de que a medida que se evalúen más sitios, el número de sitios en los que se encuentre uranio puede aumentar. Esta información es importante; estos sitios pueden constituir fuentes de exposición, y la exposición al uranio puede perjudicarlo.

Por qué la liberación de uranio puede ser peligrosa.

Cuando una sustancia contaminante se libera desde un área extensa, por ejemplo desde una planta industrial o desde un recipiente como un barril o una botella, la sustancia entra al ambiente. Sin embargo, esta liberación no siempre conduce a exposición. Usted puede exponerse a una sustancia solamente cuando entra en contacto con ésta. Ese contacto—y por lo tanto esa exposición—puede ocurrir cuando usted inhala, ingiere o bebe la sustancia, o cuando ésta toca su piel. Sin embargo, como el uranio es radioactivo, usted también puede exponerse a su radiación si está cerca de esta sustancia.

Aun cuando se exponga al uranio, puede que no sufra daño. Esto dependerá de factores tales como la dosis (la cantidad), la duración (por cuánto tiempo) y la manera como entró en contacto con esta sustancia. La posibilidad de sufrir daño depende también de si usted ha estado expuesto a otras sustancias químicas o materiales radioactivos, su edad, sexo, dieta, características personales, estilo de vida y estado de salud.

## ¿Cómo el uranio puede afectar su salud?

Esta sección describe como el uranio entra a su cuerpo y los efectos sobre la salud que se han descrito en estudios de seres humanos y de animales.

- El aire. Cerca del 0.76–5% del uranio que usted inhala pasará a la sangre a través de las vías respiratorias (nariz, boca, garganta, pulmones). Algunos compuestos de uranio son removidos lentamente de los pulmones.
- Los alimentos y el agua. Cerca del 0.1–6% del uranio que usted ingiere pasará a la sangre a través del tubo digestivo (boca, estómago, intestinos). Los compuestos de uranio que se disuelven en agua pasan a la sangre más fácilmente que los compuestos de uranio poco solubles en agua.
- Contacto con la piel. Una cantidad muy pequeña de uranio puede ser absorbida a través de la piel. Los compuestos de uranio solubles en agua se absorben más fácilmente.

## ¿Cómo el uranio abandona el cuerpo?

La mayor parte del uranio que se ingiere e inhala no se absorbe en el cuerpo y es eliminado en las heces. El uranio que se absorbe abandona el cuerpo en la orina. Parte del uranio que se inhala puede permanecer en los pulmones durante largo tiempo.

El uranio que se absorbe se deposita en el cuerpo. Los niveles más altos se encuentran en los huesos, el hígado y los riñones. El 66% del uranio en el cuerpo se encuentra en los huesos. Puede permanecer en los huesos largo tiempo: la semi-vida biológica del uranio en los huesos es de 70–200 días (este es el tiempo que tarda la mitad del uranio en abandonar los huesos). La mayor parte del uranio que no está en los huesos abandona el cuerpo en 1–2 semanas.

## Introducción a los efectos del uranio sobre la salud.

El uranio natural y enriquecido tienen los mismos efectos químicos en el cuerpo. Los efectos sobre la salud del uranio natural y uranio empobrecido se deben a los efectos químicos de estas sustancias y no a la radiación.

Principales efectos sobre la salud. El uranio afecta principalmente a los riñones. En seres humanos y animales que inhalaban o ingerían compuestos de uranio se observó daño de los riñones. Sin embargo, en soldados que han tenido durante años fragmentos de uranio metálico en el cuerpo no se ha observado daño del riñón en forma consistente. La ingestión de compuestos de uranio solubles en agua causará efectos en el riñón en dosis más bajas que la exposición a compuestos de uranio insolubles.

Los trabajadores que inhalaban hexafluoruro de uranio sufrieron irritación respiratoria y acumulación de líquido en los pulmones. Sin embargo, estos efectos fueron atribuidos a irritación causada por el ácido hexafluorídrico y no por el uranio. La inhalación de compuestos de uranio insoluble también puede producir daño de las vías respiratorias.

## Otros efectos del uranio sobre la salud

Aparte de daño de los riñones, ningún otro efecto se ha observado en forma consistente en seres humanos que inhalaban o ingerían compuestos de uranio, o en soldados con fragmentos de uranio metálico en el cuerpo. La exposición oral prolongada de ratas al uranio ha producido alteraciones del comportamiento y de los niveles de ciertas sustancias químicas en el cerebro.

El uranio disminuyó la fertilidad en algunos estudios en ratas y ratones; sin embargo, esto no se observó en otros estudios.

La aplicación de compuestos solubles de uranio sobre la piel de animales produjo irritación y leve daño de la piel.

#### Uranio y cáncer

Ni el Programa de Toxicología Nacional (NTP), la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) o la EPA han clasificado al uranio natural o empobrecido en cuanto a cáncer.

#### Los niños y el uranio

Esta sección discute los posibles efectos de la exposición al uranio en seres humanos desde la concepción hasta los 18 años de edad, y la forma como usted puede protegerse contra tales efectos.

#### Efectos de exposición en niños en general

No hay datos que describan los efectos de la exposición al uranio en niños o animales jóvenes. Aunque se cree que los niños probablemente sufrirían los mismos efectos que los adultos, no se sabe si los niños son más susceptibles a los efectos del uranio que los adultos.

#### ¿Qué se sabe de los defectos de nacimiento?

No se sabe si el uranio puede causar daño al feto. No se ha identificado ningún estudio científicamente sólido que demuestre que han ocurrido defectos de nacimiento debido a exposición al uranio.

En algunos estudios en animales, la exposición a niveles altos de uranio durante la preñez, niveles que fueron tóxicos para las madres, ha producido muertes prematuras y defectos de nacimiento en las crías. Sin embargo, no está claro si esto sucedería en la ausencia de efectos sobre la madre. Hay estudios que no han observado defectos de nacimiento.

En algunos estudios, la exposición de ratas durante la preñez alteró los resultados de algunas pruebas de la función cerebral de las crías. En estudios similares se observaron alteraciones en los ovarios de crías hembras. En un estudio se observó que la administración de cantidades altas de uranio a ratas recién nacidas alteró la formación de los dientes.

#### Pruebas médicas para determinar exposición al uranio

El uranio natural se encuentra en la dieta normal, de manera que siempre habrá cierta cantidad de uranio en su cuerpo. Si además usted está expuesto a uranio empobrecido, la cantidad total de uranio en su cuerpo aumentará. Esta sección identifica pruebas médicas que pueden determinar si hay uranio en su cuerpo, y recomienda medidas de seguridad contra sustancias tóxicas.

Se puede medir la concentración de uranio en la sangre, la orina, el cabello y los tejidos del cuerpo. Normalmente, la prueba de orina es el método preferido para evaluar exposición al uranio. También se puede medir la cantidad de radiación emitida por el uranio en su cuerpo. La mayoría de las pruebas son para uranio total; sin embargo, hay pruebas costosas disponibles para estimar la cantidad de uranio natural y la de uranio empobrecido.

La mayor parte del uranio abandona el cuerpo en unos días. Niveles altos de uranio en la orina pueden indicar que usted ha estado expuesto a cantidades altas de uranio una o dos semanas atrás.

## Reglamentación.

Los reglamentos y las recomendaciones sobre exposición al uranio pueden ser expresados como niveles que “no deben excederse”, en otras palabras, niveles de la sustancia tóxica en el aire, el agua, el suelo o los alimentos que no sobrepasen niveles críticos que se basan generalmente en niveles que afectan a los animales. Estos niveles luego se ajustan para la protección de seres humanos. En algunas ocasiones, estos niveles que “no deben excederse” difieren entre organizaciones federales. Diferentes organizaciones usan diferentes duraciones de exposición (una jornada de 8 horas diarias o de 24 horas diarias), diferentes estudios en animales, o enfatizan algunos factores sobre otros dependiendo de la misión de la organización. Las recomendaciones y reglamentos también son actualizados periódicamente a medida que se dispone de información adicional.

La EPA, Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA), la Comisión de Regulación Nuclear (USNRC) y la Administración de Alimentos y Drogas (FDA) son algunas agencias federales que han adoptado reglas para sustancias tóxicas.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) ha establecido un nivel de contaminación máximo de 0.03 mg U/L.

La Administración de Salud y Seguridad Ocupacional (OSHA) ha establecido un límite legal de 0.05 mg U/m<sup>3</sup> para uranio soluble y de 0.25 mg U/m<sup>3</sup> para uranio insoluble promediados sobre una jornada de 8 horas al día.

El Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional (NIOSH) recomienda un límite de exposición de 0.05 mg U/m<sup>3</sup> para uranio soluble y de 0.2 mg U/m<sup>3</sup> para uranio insoluble promediados sobre una jornada de 10 horas al día. Además recomienda que la exposición a uranio soluble no sobrepase 0.6 mg U/m<sup>3</sup> por más de 15 minutos.

La Comisión de Regulación Nuclear (NRC) ha establecido concentraciones límites de 0.0005, 0.0003 y 0.00002  $\mu\text{Ci U/m}^3$ , promediadas sobre una jornada anual de 2000 horas para trabajadores expuestos a una forma de uranio que se excreta a velocidad rápida, mediana, y lenta, respectivamente.