

# Informe de Calidad del Agua de el Valle de San Luis

---

# Uranio

**PREPARADO POR: NICHOLAS STOLL  
NAOMI PERLMAN  
LUIS LOPEZ  
KATHERINE A. JAMES**

La investigación reportada en esta publicación fue apoyada por el Instituto Nacional de Ciencias de Salud Ambiental de los Institutos Nacionales de Salud (NIH) bajo el Award Number R01ES032612. El contenido es responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente representa las opiniones oficiales de el NIH.

# CONTENIDOS

02.

¿Qué es el uranio?

03.

Mapa de concentración

04.

Modelado temporal

05.

Estimaciones de distribución

06.

Exposiciones y efectos en la salud

07.

Intervenciones

08.

Fuentes de información

# ¿QUÉ ES URANIO?



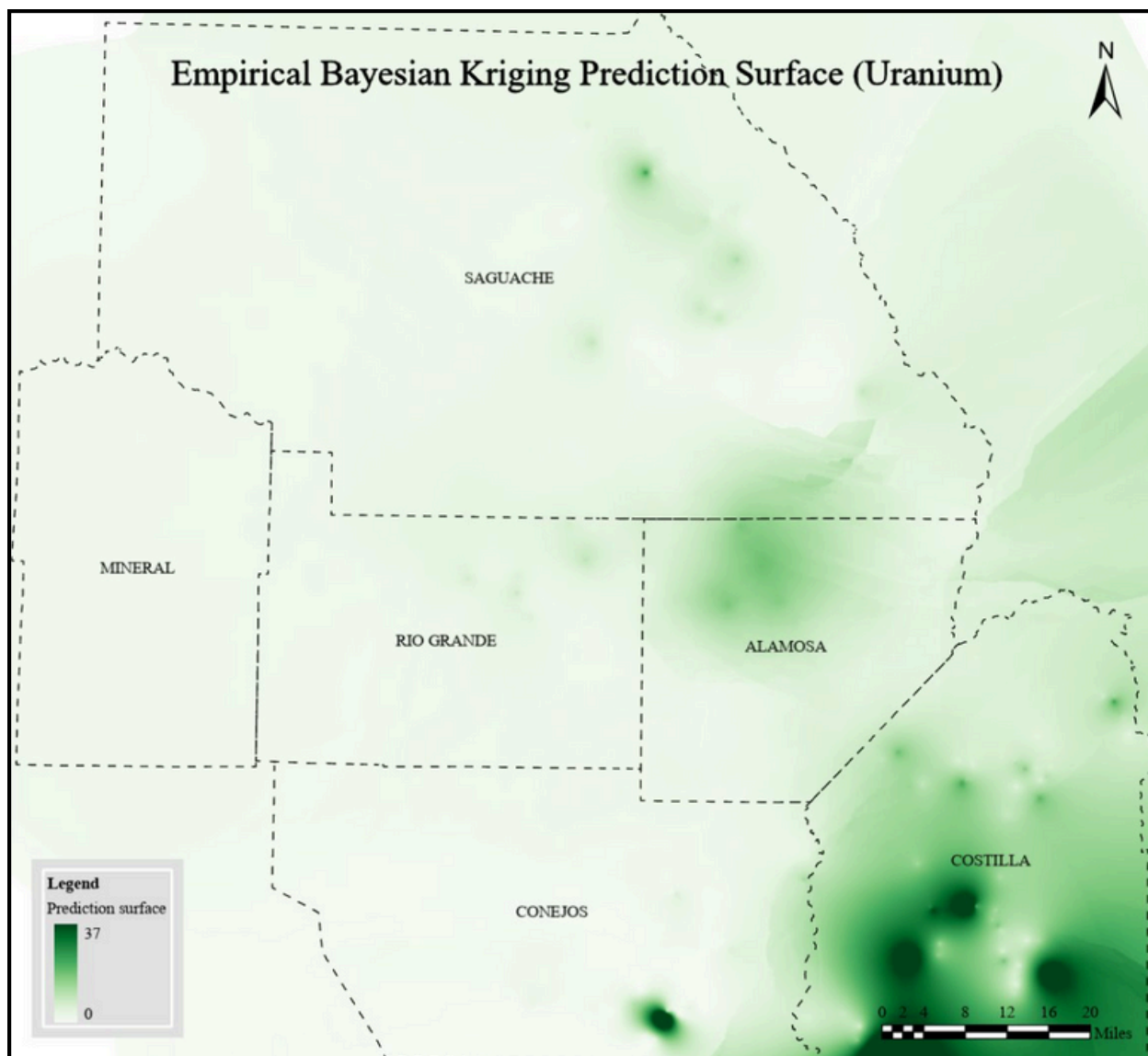
El uranio es un metal pesado radioactivo que ocurre naturalmente y es uno de los elementos más comunes encontrados en la corteza terrestre (más común que el oro), con grandes cantidades presentes en casi todo el suelo, las rocas y el agua. Este metal es de color blanco-plateado, maleable y muy denso. El uranio es casi imposible de detectar a simple vista y se necesita análisis de laboratorio para identificar uranio en alimentos, el agua o el aire.

Hay tres isótopos principales de uranio: U-238, U-235 y U-234. De estos isótopos, el U-238 constituye más del 99% del uranio natural y es mucho menos radioactivo que los otros isótopos. El U-234 compone menos del 1% del uranio natural y es la fuente de casi la mitad de toda la radioactividad del uranio. Aunque el U-235 puede ocurrir de manera natural (ocurre menos que el U-234), principalmente proviene de actividades humanas. Este es el isótopo que se usa en reactores nucleares y armas nucleares.

La presencia de uranio en el Valle de San Luis (SLV) probablemente se debe a la formación geológica de la región a lo largo de la divisoria continental y la actividad volcánica histórica. Sin embargo, las actividades humanas también pueden liberar uranio en el medio ambiente. La minería puede exponer los depósitos de uranio a los elementos, permitiendo que se infiltre en los recursos hídricos o sea desplazado por el viento.

La amenaza del uranio para la salud humana es el doble, ya que tiene implicaciones tanto por toxicidad biológica como por radiación. La población en general es más probable que esté expuesta a cantidades traza de uranio a través de los alimentos y el agua potable. Las personas que viven cerca de sitios de minería de uranio, instalaciones que generan energía nuclear o instalaciones que desarrollan o prueban armas nucleares pueden tener una mayor exposición.

Aunque la población general de los Estados Unidos puede experimentar una exposición mínima o nula a través del agua potable, la Fase I de nuestro muestreo comunitario de pozos de agua subterránea de propiedad privada sugiere que algunas partes del Valle de San Luis (SLV) pueden tener niveles elevados de uranio en el agua potable. De las muestras que recolectamos, el 97.7% contenía un nivel medible de uranio. Las regulaciones gubernamentales actuales solo regulan el agua potable pública y municipal (30 µg/L). No existen programas establecidos para abordar la contaminación del agua potable en pozos privados. Aproximadamente el 2% de las muestras contenían uranio por encima del umbral de 30 µg/L y solo el 11.2% de las muestras superaban los 5 µg/L.



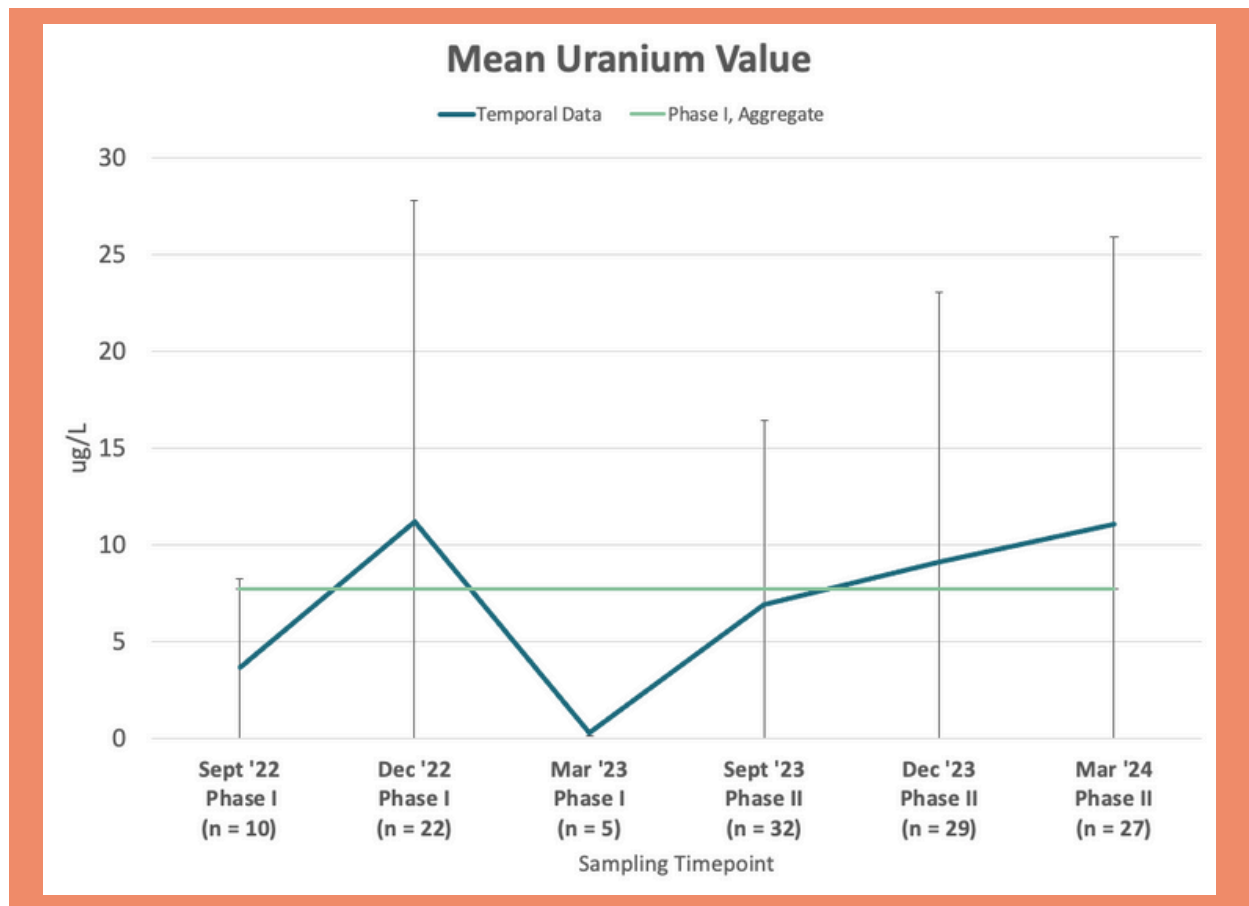
Preparado por Guiye Li y el Dr. Geofeng Cao del Departamento de Geografía de la Universidad de Colorado, Boulder.



## MAPA DE CONCENTRACIÓN

Usando los datos recolectados en la Fase I del estudio, hemos creado un mapa para mostrar la distribución de las concentraciones de uranio en todo el Valle de San Luis. Las concentraciones de uranio probablemente están influenciadas por la profundidad del pozo, el suelo/minerales circundantes y otros factores geológicos complejos.

Este mapa fue creado utilizando métodos de Kriging Bayesiano Empírico (EBK). EBK es una técnica de modelado que utiliza datos previamente recolectados para predecir un rango de valores en ubicaciones sin sitios de muestreo. Esto nos permite estimar las concentraciones de metales con mayor precisión, teniendo en cuenta un nivel de incertidumbre.



## MODELADO TEMPORAL

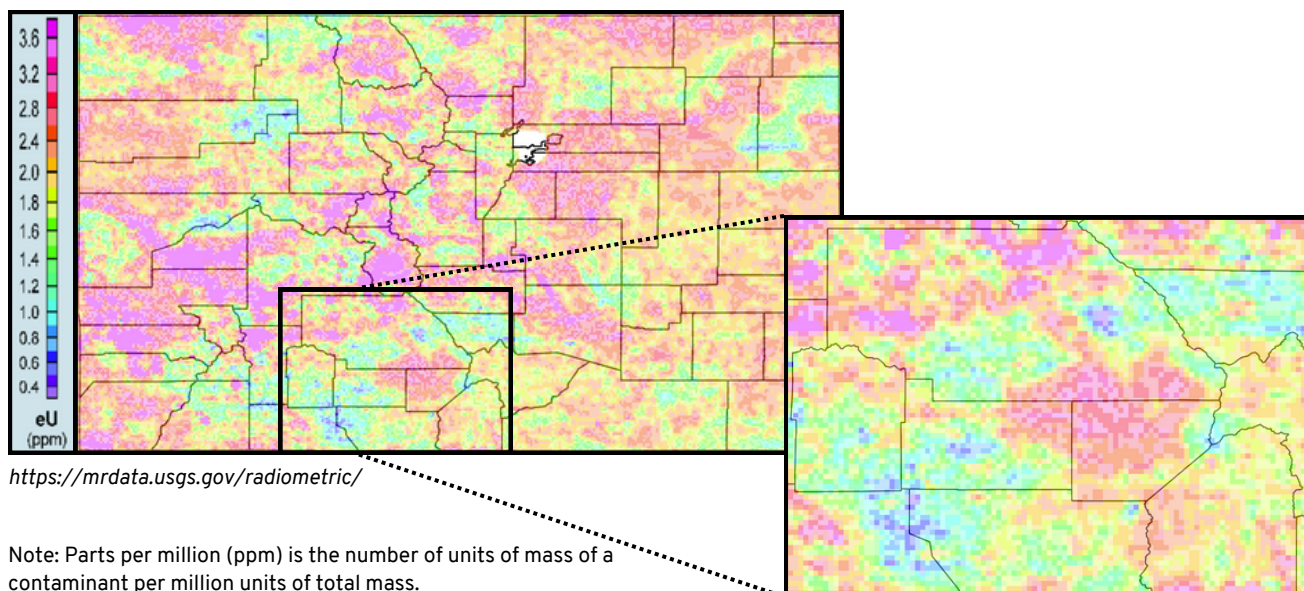
Como parte de nuestro proyecto actual, estamos investigando cómo varían los niveles de diferentes metales en las aguas subterráneas a lo largo de la región del Valle de San Luis y con el tiempo. Al analizar muestras de la comunidad e información de los permisos de pozos mantenidos públicamente por la División de Recursos Hídricos, nuestros socios de la Universidad Estatal de Colorado y la Universidad de Stanford han ayudado a crear modelos espaciales y temporales.

En el gráfico anterior, hemos mostrado resultados preliminares sobre la fluctuación del uranio con el tiempo. Estos resultados se basan en los aproximadamente 45 miembros de la comunidad que participan en el muestreo repetido de la Fase II. Los puntos temporales de la Fase I se crearon utilizando muestras de la Fase I de los participantes de la Fase II.

La línea de referencia verde indica el nivel promedio de uranio para todos los participantes de la Fase II durante el período de la Fase I.

Tenga en cuenta que estos resultados son limitados en su generalización debido a la distribución desigual de las muestras de la Fase I en estos puntos temporales aproximados y pueden no representar con precisión cómo cambia la calidad del agua con el tiempo. Es probable que nuestra comprensión de esta relación cambie a medida que recopilemos más datos.

En la siguiente página, incluimos un modelo espacial de la presencia de uranio en las aguas subterráneas a lo largo del Valle de San Luis



## ESTIMACIONES SOBRE LA DISTRIBUCIÓN

El Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) desempeña un papel activo en la supervisión y gestión de los recursos naturales. Ha facilitado múltiples evaluaciones sobre los contaminantes de los recursos de agua subterránea y la composición del suelo en los Estados Unidos. El mapa anterior utiliza información recopilada por el USGS entre 1999 y 2005 para estimar la distribución terrestre del uranio mediante estudios de rayos gamma. Según el USGS, “los estudios aéreos de rayos gamma miden el flujo de rayos gamma producido por la desintegración radiactiva del Uranio-238, que ocurre naturalmente en los primeros centímetros de roca o suelo. Si el sistema de rayos gamma está debidamente calibrado, los datos pueden expresarse en términos de la concentración estimada de Uranio-238. Esta imagen ternaria en color compuesta fue generada por el software comercial Geosoft Oasis Montaj para mapear la composición del Uranio-238.”

En este momento, nuestro equipo considera que este modelo es el mejor recurso disponible para comparar los resultados de nuestro estudio actual sobre la calidad del agua subterránea.

Si bien este modelo se centró en la composición del suelo y la roca en lugar de las aguas subterráneas, se sabe que estos medios también influyen en gran medida en la presencia de uranio en las aguas subterráneas. Sin embargo, también nos gustaría señalar la limitada generalización del modelo al entorno local. Es difícil que estudios de esta magnitud y escala generen modelos con alta especificidad para el contexto local. Además, existen anomalías magnéticas notables dentro del Valle de San Luis que podrían estar influyendo en los datos recopilados por los dispositivos radiométricos aéreos.

Las secciones siguientes de este informe cubrirán información sobre los efectos en la salud y posibles intervenciones.



# EXPOSICIONES Y EFECTOS EN LA SALUD

Dentro del contexto de las comunidades del Valle de San Luis y la salud ambiental, la ingestión es el principal modo de exposición al uranio. La exposición por inhalación es una preocupación en ciertas ocupaciones, pero no en el entorno comunitario típico. En cualquier circunstancia en la que su nivel de exposición sea preocupante, recomendamos consultar con su proveedor de atención primaria.

Los efectos toxicológicos del uranio en la salud dependen en gran medida del compuesto específico de uranio al que una persona esté expuesta. El uranio por sí solo no es muy soluble y es más difícil de absorber por el cuerpo. Los compuestos de uranio compuestos por elementos más solubles son más propensos a ser absorbidos. Los toxicólogos estiman que nuestro cuerpo absorbe el siguiente porcentaje del uranio total experimentado según el modo de exposición.

**0.1-6% Ingestión**  
**0.76-5% Inhalación**

Una vez absorbido, el uranio tiende a almacenarse en los huesos, el hígado y los riñones. Se estima que el sesenta y seis por ciento del uranio absorbido se encuentra en los huesos.

Debido a la distribución del uranio absorbido, los datos y la investigación existentes citan efectos toxicológicos en la salud relacionados con daños renales y pulmonares (debido a la toxicidad biológica). Desafortunadamente, no hay suficiente investigación para determinar una relación dosis-efecto para esta exposición.



<https://mytapscore.com/blogs/tips-for-taps/uranium-contamination-drinking-water>

Las investigaciones en ensayos con animales han encontrado alguna evidencia de cambios neuroconductuales a largo plazo, disminución de la fertilidad e irritación de la piel, pero aún no hay suficiente evidencia para generalizar estos efectos a los humanos.

Debido a los aspectos radiactivos del uranio, la localización del elemento en los huesos, el hígado y los riñones humanos puede contribuir al desarrollo de cáncer. El uranio no está directamente vinculado al cáncer de pulmón. Sin embargo, el elemento sufre una descomposición radiactiva lenta para convertirse en radio. Luego, el radio se descompone en radón, que ha estado asociado con el cáncer de pulmón. El tiempo que tarda el radio en descomponerse depende de su forma isotópica específica.

# INTERVENCIONES

Identificar un riesgo para la salud es el primer paso para promover la salud pública. Si estás expuesto al uranio y deseas tomar precauciones, ¿cuál es el siguiente paso?

## EXPOSICIONES ACUMULATIVAS

Entender de dónde proviene tu exposición es importante. Mientras que este informe describe los efectos en la salud del uranio, el impacto acumulativo de las exposiciones ambientales es un factor más influyente en la salud. Esto es cierto tanto para las exposiciones a la radiación como para las exposiciones tóxicas. Reducir tu exposición acumulativa, o tu exposición total, es beneficioso para la salud en general.

Dado que sabemos que la principal vía de exposición al uranio en el entorno comunitario es la ingestión, podemos identificar fácilmente acciones específicas para reducir el consumo a través de los alimentos y el agua.

## EXPOSICIONES Y INTERVENCIONES

Los cultivos de raíz como las papas, los chirivías, los tanapes y los batatas contribuyen a las mayores cantidades de uranio en nuestra dieta. Dado que el elemento es relativamente insoluble, lavar a fondo estos productos debería ayudar a eliminar el uranio del suelo cercano. La cantidad de uranio en estos alimentos está directamente asociada con el suelo en el que se cultivan. Considera desechar la parte exterior de los cultivos de raíz cultivados en suelos con contaminación por uranio conocida.

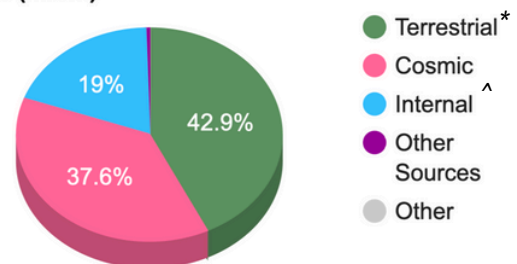
De manera similar, la cantidad de uranio contenida en el agua potable está directamente asociada con su entorno de origen. Los pozos de aguas subterráneas que se encuentran cerca de depósitos de uranio probablemente medirán niveles más altos. El uranio se puede eliminar del agua potable con varios tipos de filtros. Los filtros de ósmosis inversa se utilizan comúnmente y pueden eliminar entre el 95 y el 98 % del uranio del agua potable.

## RADIACIÓN

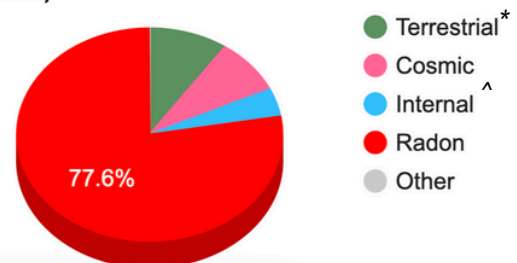
Estamos expuestos a la radiación en nuestra vida cotidiana, ya que proviene de muchas fuentes. La radiación de fondo (radiación de la corteza terrestre y rayos cósmicos que impactan átomos en la atmósfera) no se considera excepcionalmente dañina para la persona promedio debido a su bajo rango de dosis. La radiación del radón y la radiación médica son contribuyentes mucho mayores a la dosis anual promedio de radiación de una persona.

A continuación se presentan las estimaciones de exposición a la radiación para el Valle de San Luis calculadas utilizando la calculadora de radiación de la EPA (estimaciones calculadas para no fumadores sin exposiciones recientes a la radiación médica).

**Your Estimated Total Yearly Dose without Radon - 210 (mrem)**



**Your Estimated Total Yearly Dose with Radon - 939 (mrem)**



<https://www.epa.gov/radiation/calculate-your-radiation-dose>

\*De la corteza terrestre

^De los alimentos y el agua



# FUENTES DE INFORMACIÓN

## ¿De dónde obtuvimos esta información?

Los resultados y el modelado en este informe se crearon utilizando los datos recopilados de este proyecto de investigación. Preguntas específicas sobre estos datos pueden dirigirse a la Dra. James (Kathy.James@cuanschutz.edu).

La información sobre los efectos del uranio en la salud humana, la presencia de uranio en las aguas subterráneas y las estrategias de intervención para mitigar la exposición al uranio se recopilaron de las siguientes fuentes. Por favor, tenga en cuenta que la información presentada fue adaptada a los factores contextuales del Valle de San Luis. Este informe no es un resumen exhaustivo de la investigación sobre la exposición al uranio.

