

DOCUMENTO TÉCNICO TERCERA REUNIÓN COMITÉ OPERATIVO NORMA PRIMARIA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA SUELOS.

16-01-2024

El presente documento presenta información técnica a considerar sobre el método de cálculo para la determinación de valores de concentración para contaminantes a normar en el marco del proceso de elaboración del anteproyecto de la Norma Primaria de Calidad Ambiental para suelos de Chile. Se compone principalmente de las ecuaciones usadas para determinar valores de alerta por tipo de contaminante y vía de exposición y su integración para determinar un valor único. Además, presenta los factores de exposición a usar en el cálculo para distintos escenarios, siendo el interés de la norma el escenario residencial e industrial. Además, presenta información sobre la propuesta de selección de contaminantes a normar.

1. MÉTODO DE CÁLCULO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN PARA CONTAMINANTES A NORMAR

La definición de valores de alerta se realiza en base a las características toxicológicas de los contaminantes y a aspectos generales de los receptores, es decir, desde un enfoque de riesgos. La metodología descrita en la Regional Screening Levels US EPA, se basa en supuestos sobre las vías de exposición, estimaciones sobre el riesgo y datos de la toxicidad, para cada elemento o compuesto químico. Cada elemento puede estar clasificado, de acuerdo a su toxicidad, en tres tipos: cancerígenos, no cancerígenos y mutagénicos. Para el caso de este análisis, se considerará la situación cancerígena y no cancerígena. Las ecuaciones han sido desarrolladas por separado para cada uno de estos tipos de elementos.

Una vez que se tengan en cuenta los antecedentes toxicológicos y epidemiológicos, de cada elemento y sus receptores, se determina el VA genérico asociado a cada vía de exposición. Para el cálculo de las ecuaciones se establecen distintos escenarios de exposición, en relación al tiempo efectivo de exposición. Toda la información se encuentra detallada en <http://www.epa.gov/risk/regional-screening-table>.

1.1 DEFINICIÓN

- Concentraciones basadas en estimación de riesgo, que buscan proteger la salud humana.
- Indican que, por debajo de estos valores, no se requieren mayores estudios, y que entregan información útil para el futuro uso del suelo.
- Específicos para la exposición y condiciones específicas del sitio.
- Potenciales metas para niveles objetivos de remediación.

1.2 METODOLOGÍA PARA DETERMINAR EL VA¹

A continuación, se presentan las ecuaciones para calcular los VA para suelos residenciales.

1.2.1 ELEMENTOS NO CANCERÍGENOS

A.1 Ingesta

$$VA \text{ ingesta (mg/kg)} = \frac{THQ * TE * DE * PC}{FE * DE * \frac{RBA}{DRfo} * IIS * 10^{-6}}$$

Donde:

THQ = Cociente de riesgo objetivo (sin unidad)

¹ Propuesta de la metodología propuesta en la Regional Screening Levels US EPA, que se basa en supuestos sobre las vías de exposición, estimaciones sobre el riesgo y datos de la toxicidad, para cada elemento o compuesto químico.

PC = Peso corporal (Kg)
 TE = Tiempo promedio de exposición (año)
 DRfo = Dosis de referencia oral (mg/kd-d) = depende del químico
 FE = Frecuencia de exposición (día/año)
 DE = Duración de exposición (año)
 IIS = Tasa de ingestión diaria (mg/d)
 RBA = Biodisponibilidad relativa = depende del químico

A.2 Contacto dérmico

$$VA \text{ dérmico (mg/kg)} = \frac{THQ * TE * DE * PC}{FE * DE * \frac{1}{RfDd * GIABS} * SD * FAD * ABSd * 10^{-6}}$$

THQ = Cociente de riesgo objetivo (sin unidad)
 PC = Peso corporal (Kg)
 TE = Tiempo promedio (año)
 DRfd = Dosis de referencia oral (mg/kd-d) = depende del químico
 FE = Frecuencia de exposición (día/año)
 DE = Duración de exposición (año)
 GIABS = Absorción gastrointestinal=depende de cada químico
 SD = Área de adherencia térmica
 FAD = Factor de adherencia dérmica
 ABSd = Absorción dermal = depende de cada químico

A.3 Inhalación

$$VA \text{ inhalación (mg/kg)} = \frac{THQ * TE * DE * PC}{FE * DE * ET * \frac{1}{RfC} * (\frac{1}{VFs} * \frac{1}{PEf})}$$

THQ = Cociente de riesgo objetivo (sin unidad)
 PC = Peso corporal (Kg)
 TE = Tiempo promedio (año)
 ET = Tiempo efectivo como fracción de 1 día
 RfC = Concentración de referencia por inhalación
 FE = Frecuencia de exposición (día/año)
 DE = Duración de exposición (año)
 PEf = Factor de emisión de material particulado = varía dependiendo del tipo de suelo.
 VFs = Factor de volatilización = se aplica para algunos elementos
 El VA total sería:

$$VA \text{ total (mg/kg)} = \frac{1}{\frac{1}{VA \text{ ingesta}} + \frac{1}{VA \text{ dérmico}} * \frac{1}{VA \text{ inhalación}}}$$

1.2.2 ELEMENTOS CANCERÍGENOS

A.1 Ingesta

$$VA \text{ ingesta (mg/kg)} = \frac{TR * LT * TE}{CSFo * RBA * IFS * 10^{-6}}$$

Donde:

TR=riesgo cancerígeno

LT= periodo vital

CSFo = Factor de pendiente cancerígeno = depende de cada químico

TE = Tiempo promedio (año)

RBA = Biodisponibilidad relativa = depende del químico

IFc = Factor de ajuste por edad

A.2 Contacto dérmico

$$VA \text{ dérmico (mg/kg)} = \frac{TR * LT * TE}{\left(\frac{CSFo}{GIABS}\right) * DFS * ABSd * 10^{-6}}$$

Para calcular el DFS, se utiliza la siguiente fórmula:

$$DFS = \frac{FEn * DE_n * SD_n * FAD_n}{PC_n} + \frac{FEa * (DEa - DE_n) * SDa * FADa}{PCna}$$

TR= Nivel de riesgo cancerígeno aceptable

LT =Tiempo de vida

CSFo = Factor de pendiente cancerígeno = depende de cada químico

TE = Tiempo promedio (año)

RBA = Biodisponibilidad relativa = depende del químico

IFc = Factor de ajuste por edad

GIABS = Absorción gastrointestinal = depende de cada químico

ABSd = Absorción dermal = depende de cada químico

FE = Frecuencia de exposición (día/año))

DE = Duración de exposición (año)

PEf = Factor de emisión de material particulado = varía dependiendo del tipo de suelo.

VF_s = Factor de volatilización = se aplica para algunos elementos

SD = Área de adherencia térmica

FAD = Factor de adherencia dérmica

A.3 Inhalación

$$VA \text{ inhalación (mg/kg)} = \frac{TR * LT * TE}{IUR * 1000 * DEa * ET * \left(\frac{1}{VF_s} * \frac{1}{PEf}\right)}$$

THQ = Cociente de riesgo objetivo (sin unidad)

PC = Peso corporal (Kg)

TE = Tiempo promedio (año)

RfC = Concentración de referencia por inhalación

FE = Frecuencia de exposición (día/año))

DE = Duración de exposición (año)

PEf = Factor de emisión de material particulado = varía dependiendo del tipo de suelo.

VF_s = Factor de volatilización = se aplica para algunos elementos

IUR = Unidad de inhalación riesgosa

El VA total sería:

$$VA \text{ total (mg/kg)} = \frac{1}{\frac{1}{VA \text{ ingesta}} + \frac{1}{VA \text{ dérmico}} + \frac{1}{VA \text{ inhalación}}}$$

Para el cálculo de los valores de alerta, se puede usar la herramienta "RAIS Risk Exposure Models for Chemicals"², que tiene incorporadas las ecuaciones antes descritas. Se adjuntan.

Algunos de los valores que deben ser ingresados en los algoritmos que permiten el cálculo de las dosis/concentración de exposición son dependientes de las sustancias que se evalúan, debido a que éstas tienen características propias que inciden en su absorción.

A continuación, se presentan los Factores de Exposición necesarios de considerar.

2 FACTORES DE EXPOSICIÓN FEH Y LOS FACTORES TEMPORALES TFDE

Los Factores Temporales (TFDE) se refieren al tiempo durante el cual la sustancia está en contacto con el límite exterior del organismo, como la duración, frecuencia y largo del contacto. Para sustancias que ingresan al organismo por la vía respiratoria y dérmica, se supone que la penetración (exposición) es inmediata, por lo tanto, el tiempo de contacto es igual a la duración de la exposición. Típicamente la exposición se expresa en horas/día. El valor numérico de los factores de exposición FEH y los factores temporales TFDE dependen de circunstancias que ocurren durante la exposición. En la Tabla siguiente, se presentan los valores que se emplean para estimar valores de alerta.

Parámetro	Escenario agrícola	Escenario Industrial	Escenario residencial	Unidad
Frecuencia de Exposición (FE)	350	250	350	días/año
Duración Exposición (DE) – adulto	20	25	20	Años
Duración Exposición (DE) – niño	6	-	6	Años
Tiempo de exposición (TE)	24	8	24	hr/día
Tasa de ingesta de suelo (IIS) – adulto	100	100	100	mg/día
Tasa de ingesta de suelo (IIS) – niño	200	-	200	mg/día
Área de dermis expuesta (SD) - adulto	6.032	3.527	6.032	cm ² dermis/evento
Área de dermis expuesta (SD) - niño	2.373	-	2.373	cm ² dermis/evento
Factor de adherencia dérmica (FAD) - Adulto	0,07	0,12	0,07	mg/cm ² dermis
Factor de adherencia dérmica (FAD) - niño	0,2	-	0,2	mg/cm ² dermis
Factor de emisión de particulado (PEF)	1,36 * 10 ⁹	1,36 * 10 ⁹	1,36 * 10 ⁹	m ³ /Kg
Peso corporal (PC) - adulto	80	80	80	Kg
Peso corporal (PC) - niño	15	-	15	Kg
Periodo vital (LT)	70	70	70	años
Cociente de Riesgo Objetivo (TQH)	1	1	1	-
Nivel de riesgo cancerígeno aceptable (TR)	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	10 ⁻⁶	-

Nota: para el escenario industrial se han considerado factores de exposición para un trabajador que efectúa trabajos al interior y exterior de una industria de forma combinada (*composite worker*). Fuente: US EPA. (2014) y RAIS (2018).³

² https://rais.ornl.gov/tools/rais_chemical_prg_guide.html

³ US EPA (2014). Disponible en: https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-11/documents/oswer_directive_9200.1-120_exposurefactors_corrected2.pdf

RAIS (2018). Disponible en: https://rais.ornl.gov/tools/rais_chemical_risk_guide.html

2. SELECCIÓN DE CONTAMINANTES A NORMAR (PROPUESTA)

2.1. INORGÁNICOS

ELEMENTO	ORIGEN	TOXICIDAD (2)	SITUACIÓN EN CHILE-EFECTOS SALUD	MÉTODO USADO EN CHILE	PROPUESTA
Ag	La plata es un elemento básico, pero también se obtiene principalmente como un subproducto de la minería del Pb y Zn, y en segundo lugar de la minería del cobre y oro.		<p>En el año 2022, la producción fue de 1.160 TM. Las principales regiones que lo producen, en forma decreciente son: Antofagasta, O Higgins, Atacama, Coquimbo, Región Metropolitana, Valparaíso y Aysén.</p> <p>Desde el punto de vista toxicológico, el nitrato de plata puede generar algunos efectos en salud. No tiene efectos cancerígenos. (fuente: https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs146.pdf).</p> <p>La US EPA lo incluye en la lista de contaminantes prioritarios y de los 13 más tóxicos.</p>		No incluir
As	El arsénico se utiliza industrialmente como agente de aleación, así como para el procesamiento de vidrio, pigmentos, textiles, papel, adhesivos metálicos, protectores de la madera y municiones. El arsénico se emplea también, en los procesos de curtido de pieles y, en grado más limitado, en la fabricación de plaguicidas, aditivos para piensos y productos	1	<p>EL As es a un elemento natural, pero es muy tóxico en forma inorgánica. Su exposición prolongada puede causar cáncer, y su exposición aguda se asocia a enfermedades cardiovasculares y diabetes y en primera infancia se relaciona con efectos en el desarrollo cognitivo y aumento en mortalidad en jóvenes adultos (fuente: www.who.int).</p> <p>La US EPA lo incluye en la lista de contaminantes prioritarios y de los 13 más tóxicos.</p>	SM-3114B; EPA 7062	Incluir

	<p>farmacéuticos. También se genera en la explotación y beneficio de los recursos minerales. Las mayores concentraciones aparecen en sulfuros (pirita, calcopirita, galena y marcasita), donde el As se encuentra sustituyendo al azufre en la estructura.</p>				
Ba	<p>Se usa en los barros (lodos) de perforación de pozos y en la industria petrolera. Se utiliza en la producción de agua oxigenada, en la fabricación de pigmentos blancos y, como carga mineral, en pinturas y en la industria del caucho. Se usa también en la industria del vidrio y como recubrimiento en las salas de rayos X. También como imprimante para papel fotográfico. También se encuentra en vertederos o rellenos sanitarios de residuos peligrosos</p>		<p>Pequeñas cantidades de Bario soluble en agua puede causar en las personas dificultad al respirar, incremento de la presión sanguínea, arritmia, dolor de estómago, debilidad en los músculos, cambios en los reflejos nerviosos, inflamación del cerebro y el hígado. Daño en los riñones y el corazón. No se ha demostrado que el Bario cause cáncer en los humanos. No hay prueba de que el Bario pueda causar infertilidad o defectos de nacimiento. es un elemento que puede viajar grandes distancias y es persistente. En los suelos se encuentra en bajas proporciones (fuente: www.tenntech.es)</p>		No incluir
Be	<p>El berilio es un metal liviano que se encuentra de manera natural en las rocas, el carbón, la tierra y el polvo volcánico. Se usa en las industrias electrónica, aeroespacial y de defensa.</p>	1	<p>El berilio no se degrada en el medioambiente. Es más probable que se encuentre en el sedimento (capas de tierra) en cuerpos de agua que en el agua. El berilio que está en el aire cae al suelo o lo transporta la lluvia. El berilio puede contaminar aguas subterráneas.</p>	EPA 6020A; SM-3120B, EPA 6010D	Incluir

	También se usa en aplicaciones de energía y en los campos de medicina y odontología.		La US EPA lo incluye en la lista de contaminantes prioritarios y de los 13 más tóxicos.		
B	El boro puede ser liberado al aire, suelo o agua desde proceso como: plantas que manufacturan vidrio, plantas de energía que queman carbón, fundiciones de cobre, uso de plaguicidas y abonos agrícolas		La exposición breve a cantidades altas de boro (cerca de 30 g de ácido bórico) puede afectar el estómago, los intestinos, el hígado, los riñones y el cerebro, y eventualmente puede causar la muerte. Los estudios en perros, ratas y ratones indican que los órganos reproductivos de los machos, especialmente los testículos, son afectados por la ingestión breve o prolongada de cantidades altas de boro. No se ha observado evidencia de cáncer. Se elimina por la orina.		No incluir
Cd	Metal que se encuentra en la corteza terrestre, asociado con minerales de cinc, plomo y cobre. Se extrae como producto secundario durante la producción de otros metales tales como el cinc, plomo o cobre. El cadmio también se recupera de baterías usadas. El cadmio es liberado al suelo, al agua y al aire durante la extracción y refinación de metales no ferrosos, la manufactura y aplicación de abonos de fosfato, la combustión de combustibles fósiles, y la disposición e incineración de basura. El cadmio puede acumularse en	1	El cadmio y sus compuestos pueden movilizarse a través del suelo, pero su movilidad depende de varios factores tales como el pH y la cantidad de materia orgánica, los que varían según el ambiente local. Generalmente, el cadmio se adhiere fuertemente a la materia orgánica en la cual permanece inmóvil en el suelo y puede ser incorporado por plantas, entrando así a la cadena alimentaria. La mayor parte del cadmio que entra al cuerpo va a los riñones y al hígado y puede permanecer allí durante años. Una pequeña cantidad de cadmio que entra al cuerpo es eliminada lentamente en la orina y las heces. El cuerpo puede transformar a la mayor parte del cadmio a una forma que no es perjudicial, sin embargo, demasiado cadmio puede sobrecargar la capacidad del hígado y los riñones para transformar el cadmio a la forma menos dañina. Es carcinogénico en seres humanos.	SM-3111B; SM-3120B, EPA 6010D	Incluir

	organismos acuáticos y en cosechas agrícolas. También proviene del reciclaje de baterías ácido-plomo y pilas, residuos electrónicos		La US EPA lo incluye en la lista de contaminantes prioritarios y de los 13 más tóxicos.		
CN	El cianuro usualmente se encuentra asociado con otras sustancias como parte de un compuesto. Algunos ejemplos de compuestos de cianuro son el cianuro de hidrógeno, el cianuro de sodio y el cianuro de potasio. El cianuro y el cianuro de hidrógeno se usan en la industria de la galvanoplastia, metalurgia, producción de compuestos orgánicos, revelado fotográfico, manufactura de plásticos, fumigación de barcos y algunos procesos de minería del oro.		Los compuestos de cianuro se mueven con bastante facilidad en el suelo. En el suelo, algunos compuestos de cianuro pueden formar cianuro de hidrógeno que luego se evapora mientras que otros compuestos de cianuro se transforman a otras formas químicas por la acción de microorganismos en el suelo. En concentraciones altas, el cianuro es tóxico a estos microorganismos por lo que el cianuro permanece sin ser cambiado a otras formas y atraviesa el suelo llegando así hasta el agua subterránea. La exposición a niveles altos de cianuro daña el cerebro y el corazón y puede producir coma y la muerte. La exposición a niveles más bajos puede provocar dificultad para respirar, dolor de pecho, vómitos, alteraciones en la sangre, dolor de cabeza y dilatación de la glándula tiroides. No existe información que indique que el cianuro causa cáncer en animales o seres humanos.	EPA 9014	Incluir
Co	Los compuestos de cobalto se usan para colorear vidrio, cerámica, pinturas y cosméticos. El cobalto también se usa como secador para el esmalte de porcelana y pinturas. El cobalto se libera al medioambiente desde fuentes naturales, durante la quema de carbón o petróleo, y a través de la producción y el uso		La exposición a altos niveles de cobalto puede tener efectos adversos en la sangre, los pulmones y la piel. También se han observado efectos en el hígado de animales expuestos a altos niveles de cobalto. No se considera un elemento cancerígeno.		Incluir

	<p>de aleaciones de cobalto. Se utiliza también en las baterías de ion litio.</p> <p>Este elemento se recupera desde los pasivos mineros, junto con el cobre y el zinc.</p>				
Cu	<p>El cobre (Cu) es un elemento y un metal. Se encuentra en las rocas, la tierra, el agua y el aire.</p>		<p>Chile es uno de los mayores productores de Cobre. Las principales regiones que lo producen, en forma decreciente son: Antofagasta, Tarapacá, Atacama, O'Higgins, Coquimbo, Región Metropolitana, Valparaíso, Arica y Parinacota y Aysén.</p> <p>Ingerir una gran cantidad de cobre, generalmente en el agua potable, puede causar vómitos, náuseas, dolor abdominal o diarrea. Ingerir cantidades de cobre mayores de las recomendadas todos los días con el paso del tiempo, como en el agua o en los suplementos de cobre, puede causar una enfermedad grave, como daño en los riñones o el hígado. En el año 2022, la producción fue de 5.328 MM TM</p> <p>Inhalar polvos, aerosoles o cristales de cobre puede irritar la nariz y la garganta, y causar mareos y dolores de cabeza. Las personas que han ingerido estas sustancias se han enfermado gravemente o han muerto.</p> <p>La US EPA lo incluye en la lista de contaminantes prioritarios y de los 13 más tóxicos.</p>	EPA 6020A; SM-3120B; SM-3111B; EPA 6010D	Incluir

Cr	El cromo metálico, que es la forma de cromo (0), se usa en la fabricación de acero. El cromo (VI) y el cromo (III) se usan en cromado, colorantes y pigmentos, curtido de cuero y preservación de madera. También provienen del proceso de galvanoplastia.	1	<p>La exposición al cromo ocurre al ingerir alimentos o agua contaminados o al respirar aire contaminado en el trabajo. Niveles altos de cromo (VI) pueden dañar la nariz y producir cáncer. Ingerir niveles altos de cromo (VI) puede producir anemia o dañar el estómago o los intestinos. El cromo (III) es un elemento nutritivo esencial. El cromo se ha encontrado en por lo menos 1,127 de los 1,669 sitios de la Lista de Prioridades Nacionales identificados por la Agencia de Protección Ambiental (EPA). La EPA han determinado que los compuestos de cromo (VI) son carcinogénicos en seres humanos.</p> <p>La US EPA lo incluye en la lista de contaminantes prioritarios y de los 13 más tóxicos.</p>	SM-3111B; SM-3120B, EPA 6010D	Incluir
Fe	Casi todo el mineral de hierro (98 %) se convierte en arrabio para la fabricación de acero, que luego se utiliza en la construcción, el transporte, la infraestructura energética y los electrodomésticos.		Chile produce mineral de hierro. En el año 2022, la producción fue de 10,95 MM TM. Las principales regiones que lo producen, en forma decreciente son: Atacama y Coquimbo		Sirve de indicador
Mn	El manganeso es un elemento traza y la ingestión de cantidades pequeñas en los alimentos o el agua es necesaria para mantener buena salud. El 95% del manganeso que se produce se utiliza en siderurgia, especialmente en la manufactura del acero, y también en la producción de aluminio y		Chile produjo mineral de manganeso hasta el año 2013, desde la región de Coquimbo. Exposición a niveles excesivos puede ocurrir al respirar aire contaminado, especialmente donde se usa en manufactura y al ingerir agua y alimentos. En niveles altos puede dañar el cerebro.		No incluir

	magnesio. También proviene del reciclaje de baterías ácido-plomo y pilas, residuos electrónicos				
Mo	<p>El molibdeno es un metal que se encuentra naturalmente en algunos minerales. Con frecuencia se encuentra en el medioambiente en forma de trióxido de molibdeno o de sales de molibdeno, como molibdato de sodio o molibdato de amonio.</p> <p>El molibdeno se usa en la producción de hierro fundido y de acero inoxidable. El molibdeno también se usa en la producción de biocombustibles, paneles solares, catalizadores, lubricantes y pigmentos.</p>		<p>Chile produce mineral de molibdeno. En el año 2022, la producción fue de 45.627 TM. Las principales regiones que lo producen, en forma decreciente son: Antofagasta, Coquimbo, Tarapacá, O'Higgins, Atacama, Región Metropolitana, y Valparaíso.</p> <p>Los estudios en animales de laboratorio que respiraban trióxido de molibdeno encontraron daños en la cavidad nasal (en el interior de la nariz). Se han encontrado daños en los riñones y en el hígado, y efectos en el aparato reproductor y en el desarrollo (disminución del crecimiento) en animales que comen y tragan dosis de molibdeno más altas de lo normal. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer considera que el trióxido de molibdeno es posiblemente carcinogénico (causa cáncer) para los seres humanos.</p>		No incluir

Hg	<p>Es un elemento de origen natural. Se usa principalmente en la fabricación de electrónicos, la iluminación fluorescente y la producción de soda (sosa) cáustica con cloro. Otros usos históricos del mercurio (baterías, termómetros y otros dispositivos científicos y médicos, interruptores electrónicos y aplicaciones de iluminación, pinturas y pigmentos, fungicidas y pesticidas) se han eliminado o reducido significativamente. En la minería del oro se usó para amalgamar el mineral. Aun se usa en la pequeña minería.</p>	3	<p>Se puede encontrar en el aire, el agua o la tierra. También se puede encontrar en el medioambiente debido a emisiones industriales al aire y el agua. El mercurio no se degrada en el medioambiente. En el aire, el mercurio puede alejarse bastante de donde se liberó. Pocas veces aparece como un líquido plateado en el medioambiente. El mercurio que se encuentra en el agua puede evaporarse al aire. En la tierra, se puede adherir (pegar) a esta y a los sedimentos (depósitos de tierra en el fondo de los cuerpos de agua). Un tipo de compuesto de mercurio orgánico llamado metilmercurio puede acumularse en las plantas y los peces. Todas las formas del mercurio pueden afectar el sistema nervioso y los riñones. La EPA ha determinado que el cloruro de mercurio (sal de mercurio inorgánico) y el metilmercurio (compuesto de mercurio orgánico) son posibles carcinógenos (que causan cáncer) en los seres humanos. La EPA no clasificó el potencial del mercurio elemental de causar cáncer en los seres humanos. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que los compuestos de níquel y los metales de níquel son carcinogénicos en los seres humanos, según la evidencia de estudios en humanos y animales.</p> <p>La US EPA lo incluye en la lista de contaminantes prioritarios y de los 13 más tóxicos.</p>	SM-3112B; SM-3114C; EPA 74718	Incluir
----	---	---	---	-------------------------------	---------

Ni	El níquel es un elemento y un metal que se encuentra de forma natural. Proviene de la incineración de basura, la quema de carbón y la quema de petróleo. También proviene del reciclaje de baterías ácido-plomo y pilas, residuos electrónicos	2B	<p>El níquel se adhiere fuertemente al suelo. Ciertas plantas pueden absorber el níquel de la tierra a través de sus raíces y acumularlo.</p> <p>No se prevé que el níquel se acumule en grandes cantidades en los peces u otros organismos que se encuentran en el agua. El efecto más común en la salud es una reacción alérgica en forma de sarpullido con picazón (dermatitis de contacto). Esto puede suceder cuando su piel entra en contacto directo con el níquel o cuando este entra en contacto con otra parte del cuerpo que no esté expuesta directamente. La exposición a altas cantidades de níquel en su trabajo puede causar problemas respiratorios, incluido el asma si es alérgico. Beber agua que contiene altas cantidades de níquel puede causar náuseas, diarrea, vómitos o calambres, y podría afectar negativamente los riñones y el hígado.</p> <p>La US EPA lo incluye en la lista de contaminantes prioritarios y de los 13 más tóxicos.</p>	EPA 6020A; SM-3120B; SM-3111B; EPA 6010D	Incluir
----	--	----	--	--	---------

Pb	<p>El plomo es un metal que se encuentra en forma natural. Se puede encontrar en el aire, el agua y la tierra. El plomo se puede combinar con otras sustancias químicas para crear distintos compuestos.</p> <p>Se usa en la fabricación de pilas, municiones y productos de metal (soldaduras y tuberías). También proviene del reciclaje de baterías ácido-plomo y pilas, residuos electrónicos</p>	2B	<p>Chile produce mineral de plomo, en el año 2022, la producción fue de 500 TM. La región donde se produce es Aysén.</p> <p>Los efectos del plomo son los mismos, sea que entre al cuerpo a través de la inhalación o de la ingestión. El plomo puede afectar casi todos los órganos y sistemas del cuerpo. El sistema nervioso es el más afectado por la intoxicación por plomo en los niños y los adultos. La exposición a largo plazo puede resultar en una disminución de la capacidad de aprendizaje, memoria y atención, y debilidad en los dedos de las manos, las muñecas o los tobillos. La exposición al plomo puede causar anemia (bajo nivel de hierro en la sangre) y daños a los riñones. También puede causar aumento de la presión arterial, especialmente en personas de mediana edad y mayores. La exposición a niveles altos de plomo puede provocar graves daños en el cerebro y los riñones, y puede causar la muerte. En las mujeres embarazadas, la exposición a niveles altos de plomo puede causar un aborto espontáneo. En los hombres, puede provocar daños a los órganos reproductores. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que el plomo inorgánico es probablemente carcinogénico en los seres humanos y que no hay suficiente información para determinar si los compuestos orgánicos de plomo causan cáncer en los seres humanos.</p> <p>La US EPA lo incluye en la lista de contaminantes prioritarios y de los 13 más tóxicos.</p>	SM-3111B; SM-3120B; SM-3111B; EPA 6010D	Incluir
----	---	----	---	---	---------

Sb	<p>El antimonio es un metal blanco plateado que se encuentra en la corteza terrestre. En el medioambiente, el antimonio se encuentra combinado con otras sustancias formando compuestos de antimonio que se pueden encontrar en minerales (rocas que contienen minerales y que se encuentran en la naturaleza). El antimonio puede existir en dos “estados” químicos llamados trivalente o pentavalente.</p> <p>Los minerales de antimonio se extraen y luego se mezclan con otros metales para formar aleaciones de antimonio, que se usan en baterías de almacenamiento, de plomo; soldadura; chapas y tubería metálicas; cojinetes; piezas de fundición y peltre. El óxido de antimonio es un compuesto que se añade a los textiles y a los plásticos para evitar que se enciendan. También se usa en pinturas, cerámicas y fuegos artificiales, y como esmalte para plásticos, metales y vidrio.</p>		<p>La mayor parte de los datos disponibles sobre los efectos en la salud se refieren a los compuestos de antimonio trivalente, que parecen ser más dañinos que los compuestos de antimonio pentavalente. Los estudios en trabajadores, que generalmente están expuestos a niveles más altos de antimonio, muestran que la respiración de polvo de antimonio puede causar problemas en el corazón y en los pulmones, dolor de estómago, diarrea, vómitos y úlceras estomacales. La ingestión de dosis grandes de antimonio puede causar vómitos en las personas.</p> <p>Los estudios en animales de laboratorio que respiran niveles altos de antimonio han informado daños en los pulmones y en el corazón. Se han encontrado daños en el hígado, reducciones en los niveles de azúcar en la sangre y efectos en el desarrollo (disminución del crecimiento) en animales que tragaron antimonio. El antimonio también puede irritar la piel y los ojos. La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer ha determinado que el trióxido de antimonio es posiblemente carcinogénico en los seres humanos, y el trisulfuro de antimonio no es clasificable.</p> <p>La US EPA lo incluye en la lista de contaminantes prioritarios y de los 13 más tóxicos.</p>	EPA 6020A; SM-3120B; EPA 6010D	Incluir
----	--	--	---	--------------------------------	---------

	<p>El antimonio se encuentra combinado con otras sustancias formando compuestos de antimonio que se pueden encontrar en minerales (rocas que contienen minerales y que se encuentran en la naturaleza). El antimonio puede existir en dos “estados” químicos llamados trivalente o pentavalente.</p> <p>Los minerales de antimonio se extraen y luego se mezclan con otros metales para formar aleaciones de antimonio, que se usan en baterías de almacenamiento, de plomo; soldadura; chapas y tubería metálicas; cojinetes; piezas de fundición y peltre. El óxido de antimonio es un compuesto que se añade a los textiles y a los plásticos para evitar que se enciendan. También se usa en pinturas, cerámicas y fuegos artificiales, y como esmalte para plásticos, metales y vidrio.</p> <p>Se pueden encontrar niveles más altos de antimonio cerca de sitios de desechos o de industrias que lo</p>		<p>Los estudios en trabajadores, que generalmente están expuestos a niveles más altos de antimonio, muestran que la respiración de polvo de antimonio puede causar problemas en el corazón y en los pulmones, dolor de estómago, diarrea, vómitos y úlceras estomacales. La ingestión de dosis grandes de antimonio puede causar vómitos en las personas.</p>		<p>Incluir</p>
--	---	--	---	--	----------------

	<p>procesan o liberan, como fundiciones, plantas a carbón e incineradores de basura.</p> <p>En la actualidad, la SMA exige que los relaves muestren ese parámetro en los pozos de monitoreo de aguas subterráneas.</p>				
Sn	<p>El estaño es un elemento natural. El estaño puede combinarse con otras sustancias químicas para formar compuestos. Las combinaciones con sustancias como el cloro, azufre u oxígeno se llaman compuestos inorgánicos de estaño (por ejemplo, cloruro de estaño, sulfuro de estaño y óxido de estaño). Estos se usan en pasta dental, perfumes, jabones, aditivos para alimentos y colorantes. El estaño también puede combinarse con carbono para formar compuestos orgánicos de estaño (por ejemplo, dibutilestaño, tributilestaño y trifenilestaño). Estos compuestos se usan para fabricar plásticos, envases para alimentos, cañerías plásticas, plaguicidas, pinturas y</p>		<p>El estaño metálico no es muy tóxico debido a que es pobremente absorbido en el tracto gastrointestinal. Los estudios de seres humanos y animales han demostrado que la ingestión de grandes cantidades de compuestos inorgánicos de estaño puede producir dolores de estómago, anemia, y alteraciones del hígado y los riñones.</p> <p>Respirar o tragar ciertos compuestos orgánicos de estaño (por ejemplo, trimetilestaño y trietilestaño) puede interferir con el funcionamiento del sistema nervioso y el cerebro. En casos graves, puede causar la muerte. Otros compuestos orgánicos de estaño (por ejemplo, dibutilestaño y tributilestaño) afectan el sistema inmunitario en animales, pero esto no se ha evaluado en seres humanos. Algunos estudios en animales también han demostrado que estos compuestos afectan la reproducción. Esto tampoco se ha evaluado en seres humanos.</p> <p>El contacto de la piel o los ojos con compuestos inorgánicos u orgánicos de estaño puede producir irritación de la piel y los ojos.</p>		No incluir

	<p>sustancias para repeler animales.</p> <p>El estaño metálico y los compuestos inorgánicos y orgánicos de estaño se encuentran en el aire, el agua y el suelo cerca de lugares donde ocurren naturalmente en las rocas, donde se minan o donde se manufacturan o usan.</p>				
Se	<p>El selenio es un elemento mineral natural, ampliamente distribuido en la naturaleza en la mayoría de las rocas y suelos. La mayor parte del selenio que se procesa es usado en la industria electrónica, pero también es usado como suplemento nutritivo; en la industria del vidrio; como componente de pigmentos en plásticos, pinturas, esmaltes, tinturas y caucho; en la preparación de medicamentos; como aditivo nutricional en alimentos para aves de corral y el ganado; en formulaciones de pesticidas; en la producción de caucho; como ingrediente en champús contra la caspa; y como componente de fungicidas. El</p>	3	<p>El polvo de selenio puede entrar al aire al quemar carbón y petróleo. Este polvo de selenio se depositará eventualmente sobre la tierra y el agua. También entra al agua desde las rocas y el suelo, y desde desperdicios agrícolas e industriales. Algunos compuestos de selenio se disolverán en el agua y algunos se depositarán en el fondo en forma de partículas.</p> <p>Las formas de selenio insolubles permanecerán en el suelo, pero las formas solubles son muy móviles y pueden entrar al agua superficial desde el suelo. El selenio puede acumularse en la cadena alimentaria.</p> <p>La exposición breve a altas concentraciones de selenio puede producir náusea, vómitos y diarrea. La exposición crónica a altas concentraciones de compuestos de selenio puede producir una enfermedad llamada selenosis. Los signos y síntomas principales de la selenosis son pérdida del cabello, uñas quebradizas y anormalidades neurológicas (por ejemplo, adormecimiento y otras sensaciones extrañas en las extremidades). La EPA ha determinado que una forma específica de selenio, el sulfuro de selenio, es probablemente</p>	SM-3114B; SM-3120B; SM-3111B; EPA 1311; EPA 7742; EPA 6020B	Incluir

	selenio radiactivo es usado en medicina de diagnóstico.		<p>carcinogénica en seres humanos. El sulfuro de selenio no está presente en alimentos y es una forma química muy diferente de los compuestos orgánicos e inorgánicos de selenio que se encuentran en los alimentos y en el ambiente.</p> <p>La US EPA lo incluye en la lista de contaminantes prioritarios y de los 13 más tóxicos.</p>		
Tl	<p>El talio se encuentra en muy pequeñas cantidades en la corteza terrestre. Se produce como producto secundario en la fundición de otros metales y al quemar carbón.</p> <p>El talio se usa principalmente en la fabricación de artículos electrónicos, interruptores y terminales, principalmente para la industria de semiconductores. También se usa, aunque en forma limitada, en la fabricación de vidrios especiales y en ciertos procedimientos médicos.</p>		<p>Permanece por largo tiempo sin degradarse en el aire, el agua o el suelo. Es absorbido por plantas y entra a la cadena alimentaria.</p> <p>Se acumula en peces y mariscos.</p> <p>La exposición a altos niveles de talio puede producir efectos perjudiciales para la salud. En un estudio de trabajadores expuestos durante varios años a través de inhalación en el trabajo se observaron efectos sobre el sistema nervioso como adormecimiento de los dedos de las manos y los pies.</p> <p>Los estudios de gente que ingirió grandes cantidades de talio durante un período breve han descrito vómitos, diarrea, caída temporal del cabello y efectos en el sistema nervioso, los pulmones, el corazón, el hígado y los riñones. El talio también ha causado la muerte. Los efectos de ingerir bajos niveles de talio por largo tiempo no se conocen. No hay estudios disponibles en seres humanos o en animales acerca de los efectos carcinogénicos de respirar, ingerir o tocar talio.</p> <p>La US EPA lo incluye en la lista de contaminantes prioritarios y de los 13 más tóxicos.</p>	EPA 6020A; SM-3111B	No incluir

V	<p>El vanadio es un compuesto que ocurre en la naturaleza. El vanadio se usa en la producción de resortes y herramientas de acero de alta velocidad resistentes a la corrosión. El pentóxido de vanadio se usa en cerámicas, como catalizador, y en la producción de imanes superconductores. El sulfato de vanadio y el metavanadato de sodio se han usado como suplementos dietéticos.</p>	2B	<p>La exposición a niveles altos de vanadio en el aire puede dañar los pulmones. Personas que han ingerido vanadio han sufrido diarrea leve y calambres estomacales. En animales que ingirieron vanadio se han descrito un sinnúmero de efectos tales como disminución del número de glóbulos rojos, aumento de la presión sanguínea y leves efectos neurológicos. Las cantidades de vanadio que en los animales en estos estudios que produjeron estos efectos son mucho más altas que las que puedan ocurrir en el ambiente.</p> <p>La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha clasificado al pentóxido de vanadio como posiblemente carcinogénico en seres humanos basado en evidencia de cáncer del pulmón en ratones expuestos al vanadio.</p>		Incluir
Zn	<p>El cinc es un elemento natural. Proviene de la minería, producción de acero, combustión de petróleo e incineración de basura. Los compuestos de cinc son ampliamente usados en la industria para fabricar pinturas, caucho, tinturas, preservativos para maderas y ungüentos.</p>		<p>Chile produce mineral de plomo, en el año 2022, la producción fue de 241.000 TM. Las principales regiones que lo producen, en forma decreciente son: Aysén y Región Metropolitana.</p> <p>La ingestión de grandes cantidades aun brevemente puede causar calambres estomacales, náusea y vómitos. Si se ingieren grandes cantidades durante un período más prolongado pueden ocurrir anemia y disminución de los niveles del tipo de colesterol que es beneficioso. No sabemos si los niveles altos de cinc afectan la reproducción en seres humanos. La administración de grandes cantidades de cinc a ratas las hizo estériles. El Departamento de Salud y Servicios Humanos (DHHS) y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) no han clasificado al cinc en cuanto a carcinogenicidad. Basado en información</p>	EPA 6020A; SM-3120B; SM-3111B; EPA 6010D	Incluir

			<p>incompleta de estudios en seres humanos y en animales, la EPA ha determinado que el cinc no es clasificable en cuanto a carcinogenicidad en seres humanos.</p> <p>La US EPA lo incluye en la lista de contaminantes prioritarios y de los 13 más tóxicos.</p>		
--	--	--	--	--	--

NOTAS:

1) Los elementos de color verde son los propuestos por EnSoil. Los criterios utilizados para su selección fueron los siguientes: 1) si están identificados dentro de los “contaminantes prioritarios” indicados por la USEPA (Priority Pollutant List); 2) Si están en algún convenio internacional (Convenio de Basilea) y; 3) si cuentan con valores referenciales en normas chilenas para otras matrices.

2) Clasificación estándar de la IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer)

Group 1 Carcinogenic to humans

Group 2A Probably carcinogenic to humans

Group 2B Possibly carcinogenic to humans

Group 3 Not classifiable as to its carcinogenicity to humans

3) SE PROPONEN 14 METALES INORGÁNICOS: As, Be, Cd, CN, Co, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, V y Zinc

2.2. ORGÁNICOS

GRUPO	ELEMENTO	TOXICIDAD	ANTECEDENTES	MÉTODO DE LABORATORIO-ALS	PROPUESTA
TPH	TPH		1) Mezcla de sustancias químicas derivadas originalmente del petróleo crudo. Es útil como un indicador general de contaminación, pero dice poco acerca de los compuestos constituyentes y por tanto sobre su toxicidad.	EPA 8015D SCL - ACR -TPH'S F1 (C6-C10) (SU,LO,SED,RISES,RP) Método Canadá 2001	Incluir
	Fracción 1 C6-C10	1	2) Baja solubilidad, pero poseen capacidad de degradación biológica.	SCL - ACR -TPH'S F2(C10-C16)- F3(C16-C34) (SU,LO,SED,RISES,RP) Método Canadá 2001	Incluir
	Fracción 2 >C10-C16		3) Algunos de los compuestos de los TPH pueden afectar al sistema nervioso, pulmones, hígado y riñones.	SCL - ACR -TPH'S F2(C10-C16)- F3(C16-C34) (SU,LO,SED,RISES,RP) Método Canadá 2000	Incluir
	Fracción 3 >C16-C34		4) Se pueden encontrar en talleres de Reparación y mantenimiento ferroviario, aéreo, transporte carretero, almacenamiento de combustibles en diferentes actividades industriales	SCL - ACR -TPH'S F2(C10-C16)- F3(C16-C34) (SU,LO,SED,RISES,RP) Método Canadá 2001	Incluir
	Fracción 4 >C34-C40		5) Ciertas fracciones de los TPH flotarán en el agua y formarán una capa superficial. Otras fracciones de los TPH se depositarán en los sedimentos del fondo.	SCL - ACR -TPH'S F4G-SG (SU,LO,SED,RISES,RP) Método Canadá 2001	Incluir
BTEXN	Benceno	1	1) Corresponden a COVs de derivados del petróleo, como la gasolina	SCL - ACR - COV's (SU,RISES,RP,RS,CO,SED) Matrices Solidas EPA 8260B COV's	Incluir
	Etilbenceno	2B	2) Afectan el sistema nervioso central.	SCL - ACR - COV's (SU,RISES,RP,RS,CO,SED) Matrices Solidas EPA 8260B	Incluir
	Naftaleno	2B	3) Importantes en la contaminación de suelos y aguas subterráneas. 4) Benceno tiene el potencial tóxico más alto, seguido por los Xilenos y Toluenos. 5) Se pueden encontrar en la producción de Coque de Carbón (Coquificación)	SCL - ACR - PAH's, (LO,SED,RISES,RP,RS) US EPA 8270D, 3510C, 3570	Incluir

	Tolueno	3	6) Compuestos semi-volátiles, al ser derramados en el suelo, se concentran en la fase gaseosa, enriqueciendo el aire del suelo de la zona no saturada.	SCL - ACR - COV's (SU,RISES,RP,RS,CO,SED) Matrices Solidas EPA 8260B	Incluir
	Xilenos	3	7) Presentan una elevada movilidad en suelos y aguas contaminadas.	SCL - ACR - COV's (SU,RISES,RP,RS,CO,SED) Matrices Solidas EPA 8260B	Incluir
Plaguicidas clorados	Clordano	2B	1) Una vez introducido en el medio ambiente, el DDT se difunde por el suelo, el agua y el aire y procesos de biodegradación forman DDE y DDD.	SCL - ACR - POC's (LO,SED,RISES,RP,RS) EPA 8081B, 3510C	Incluir
	DDT, DDE, DDD	2A	2) DDT y sus metabolitos son esencialmente inmóviles en el suelo absorbiéndose fuertemente a la superficie.	SCL - ACR - POC's (LO,SED,RISES,RP,RS) EPA 8081B, 3510C	Incluir
	Dieldrin	2A	3) Por su muy baja solubilidad y sus metabolitos se asocian a las partículas en el agua y se deposita en sedimentos.	SCL - ACR - POC's (LO,SED,RISES,RP,RS) EPA 8081B, 3510C	Incluir
	Pentaclorofenol	1	4) Se encuentran en terrenos agrícolas, industria forestal y papeleras	SCL - ACR - Compuestos Fenólicos GC (LO,SED,RISES,RP,RS) US EPA SW846	Incluir
	Endrina	3	5) Otros pesticidas de relevancia son el metilparation y el nitrobenzeno, el primero está prohibido desde el año 1998 e igual se usa, el metabolito que se encuentra en el cuerpo y que está asociado es el p-nitrofenol. Sus principales efectos son una alta prevalencia de deterioro cognitivo en trabajadores agrícolas con más de 15 años de exposición a plaguicidas, pero el daño no se limita a los trabajadores agrícolas. Lo más preocupante es que también se realizó una muestra de gente que vive en pueblos cercanos, donde se evidenció que existe una alta prevalencia de deterioro cognitivo.	SCL - ACR - POC's (LO,SED,RISES,RP,RS) EPA 8081B, 3510C	Incluir
	Epóxido de heptacloro			SCL - ACR - POC's (LO,SED,RISES,RP,RS) EPA 8081B, 3510C	Incluir
	Hexaclorobenceno	2B			No existe técnica de laboratorio actualmente

	Lindano	1		SCL - ACR - POC's (LO,SED,RISES,RP,RS) EPA 8081B, 3510C	Incluir
Organoclorados	Tetracloruro de carbono	2B	1) Procesos industriales donde se utilicen solventes (ej. plantas químicas, refinerías) y otros usos comerciales (ej. lavanderías, talleres mecánicos)	SCL - ACR - COV's (SU,RISES,RP,RS,CO,SED) Matrices Solidas EPA 8260B	Incluir
	1,2-dicloroetano	2B		SCL - ACR - COV's (SU,RISES,RP,RS,CO,SED) Matrices Solidas EPA 8260B	Incluir
	Cloroformo	2B		SCL - ACR - COV's (SU,RISES,RP,RS,CO,SED) Matrices Solidas EPA 8260B	Incluir
	Cloruro de metileno	2A		SCL - ACR - COV's (SU,RISES,RP,RS,CO,SED) Matrices Solidas EPA 8260B	Incluir
	Tetracloroetileno	2A		SCL - ACR - COV's (SU,RISES,RP,RS,CO,SED) Matrices Solidas EPA 8260B	Incluir
	Tricloroetileno	1		SCL - ACR - COV's (SU,RISES,RP,RS,CO,SED) Matrices Solidas EPA 8260B	Incluir
	Cloruro de vinilo	1		SCL - ACR - COV's (SU,RISES,RP,RS,CO,SED) Matrices Solidas EPA 8260B	Incluir
	PCB	1		SCL - ACR - COV's (SU,RISES,RP,RS,CO,SED) Matrices Solidas EPA 8260B	Incluir

PAH	Benzo [a] antraceno	2B	1) Potencial tóxico variable, benzo(a)pireno uno de los con mayor toxicidad.	SCL - ACR - PAH's, (LO,SED,RISES,RP,RS) US EPA 8270D, 3510C, 3570	Incluir
	Benzo [a] pireno	1	2) En el suelo, los PAH de gran tamaño se encuentran ligados a las partículas del suelo y de aire intersticial. Los PAH son persistentes y, en condiciones aeróbicas, se descomponen naturalmente en pequeñas proporciones.	SCL - ACR - PAH's, (LO,SED,RISES,RP,RS) US EPA 8270D, 3510C, 3570	Incluir
	Benzo [b] fluoranteno	2B	3) Se forman durante la combustión incompleta del carbón, petróleo y gasolina, basuras y otras sustancias orgánicas como tabaco y carne preparada en la parrilla.	SCL - ACR - PAH's, (LO,SED,RISES,RP,RS) US EPA 8270D, 3510C, 3570	Incluir
	Benzo [k] fluoranteno	2B	Asimismo, se asocian a fundiciones, producción de asfalto, elaboración de carbón coque, refinería de aluminio, producción de acero.	SCL - ACR - PAH's, (LO,SED,RISES,RP,RS) US EPA 8270D, 3510C, 3570	Incluir
	Dibenzo [a,h] antraceno	2A	4) Son persistentes (COPs) y sólo se descomponen naturalmente en pequeñas proporciones.	SCL - ACR - PAH's, (LO,SED,RISES,RP,RS) US EPA 8270D, 3510C, 3570	Incluir
	Indeno [1,2,3-cd] pireno	2B	5) Presentan particular interés debido a sus características cancerígenas y/o mutagénicas	SCL - ACR - PAH's, (LO,SED,RISES,RP,RS) US EPA 8270D, 3510C, 3570	Incluir
	Criseno	2B	6) En el suelo, es probable que los PAHs se adhieran firmemente a partículas; ciertos PAHs se movilizan a través del suelo y contaminan el agua subterránea.	SCL - ACR - PAH's, (LO,SED,RISES,RP,RS) US EPA 8270D, 3510C, 3570	Incluir
Otros	Fenol	3	1) El fenol es tanto una sustancia natural como manufacturada. 2) Se utiliza para fabricar plásticos, en la industria del petróleo, manufactura de nylon, resinas de epóxido y policarbonatos, herbicidas, preservantes para madera, fluidos hidráulicos y otros. También como desinfectante en productos de limpieza domésticos y en productos de consumo como enjuague dental, lociones antisépticas y	SCL - SMA - Compuestos Fenólicos GC (SU) US EPA SW846	Incluir

			<p>pastillas para la garganta.</p> <p>3) Otras fuentes de emisión de fenol pueden ser a través del tubo de escape de automóviles, humo de cigarrillos y combustión de madera.</p> <p>4) Se asocia a la degradación del benceno y descargas industriales</p>		
PAH	Antraceno	2B	<p>Es un diluyente que se usa para conservar maderas y fabricación de colorantes y pigmentos.</p> <p>En investigaciones realizadas en la región de Coquimbo y Maule, se encontraron con concentraciones de este plaguicidas en trabajadores y niños. Fuente: https://www.elmostrador.cl/destacado/2019/01/17/la-muerte-silenciosa-uso-en-chile-de-plaguicidas-prohibidos-en-el-mundo-causa-dano-cognitivo-en-menores/</p> <p>En estudio de EnSoil, este parámetro en un principio se priorizó utilizando el argumento de que se encontraba en 5 normativas internacionales (Brasil, Canadá, España, País Vasco y USA) , sin embargo se sacó de la lista final porque para los PAH se consideraron solo las sustancias con clasificación por la IARC: 1, 2A y 2B. En el informe estaba clasificada erróneamente en categoría 3, sin embargo, su clasificación es 2B, por lo tanto debiera incorporarse.</p>	SCL - ACR - PAH's, (LO,SED,RISES,RP,RS) US EPA 8270D, 3510C, 3570	Incluir
Plaguicidas clorados	Metil Paration	3	<p>En investigaciones realizadas en la región de Coquimbo y Maule, se encontraron con concentraciones de este plaguicida en trabajadores y niños. Fuente: https://www.elmostrador.cl/destacado/2019/01/17/la-muerte-silenciosa-uso-en-chile-de-plaguicidas-prohibidos-en-el-mundo-causa-dano-cognitivo-en-menores/</p>		Incluir

	Mirex	2B	<p>En investigaciones publicadas el año 1986, se identifica este plaguicida como peligroso, y se presentan resultados en trabajadores con presencia de este elemento. Fuente: http://www.creces.cl/Contenido?art=278</p> <p>En estudio de EnSoil, este parámetro se encuentra en 2 normativas internacionales (Australia y USA)</p>	SCL - ACR - POC's (LO,SED,RISES,RP,RS) EPA 8081B, 3510C	Incluir
	Heptacloro	2B	<p>En investigaciones publicadas el año 1986, se identifica este plaguicida como peligroso, y se presentan resultados en trabajadores con presencia de este elemento. Fuente: http://www.creces.cl/Contenido?art=279</p> <p>En estudio de EnSoil, este parámetro se encuentra en 3 normativas internacionales (Australia, Países Bajos y USA)</p>	SCL - ACR - POC's (LO,SED,RISES,RP,RS) EPA 8081B, 3510C	Incluir
	Aldrin		<p>En investigaciones publicadas el año 1986, se identifica este plaguicida como peligroso, y se presentan resultados en trabajadores con presencia de este elemento. Fuente: http://www.creces.cl/Contenido?art=281</p> <p>Este parámetro, en el estudio de EnSoil estaba como propuesto para ser incorporado, ya que estaba normado en 7 países (España, USA, País Vasco, Alemania, Brasil, Países Bajos e Italia), sin embargo, se eliminó sin mayor argumento.</p>	SCL - ACR - POC's (LO,SED,RISES,RP,RS) EPA 8081B, 3510C	Incluir
	Tetracloroetano	2B	<p>En investigaciones realizadas en la región de Coquimbo y Maule, se encontraron con concentraciones de este plaguicida en trabajadores y niños. Fuente: https://www.elmostrador.cl/destacado/2019/01/17/la-muerte-silenciosa-uso-en-chile-de-plaguicidas-prohibidos-en-el-mundo-cause-dano-cognitivo-en-menores/</p>	SCL - ACR - COV's (SU,RISES,RP,RS,CO,SED) Matrices Solidas EPA 8260B	Incluir

	Glifosato	2A	<p>1) Es el herbicida más usado mundialmente (se usa en Chile), interfiere en la síntesis de aminoácidos aromáticos esenciales, eliminando las plantas sensibles.</p> <p>2) Su uso aumentó al introducirse cultivos genéticamente modificados tolerantes al herbicida, y al usarse como desecante de cultivos anuales.</p> <p>3) Es clasificado como probable cancerígeno, ha generado efectos adversos en la salud humana y ha ejercido presión de selección generando plantas resistentes al herbicida. 4) Las formulaciones comerciales contienen moléculas como polioxietilaminas y metales pesados.</p> <p>Fuente: https://www.toxicologia.org.ar/wp-content/uploads/2016/11/IARC-GLIFOSATO-Marcos-Juarez.pdf</p>	SCL - ACR - Compuestos Orgánicos Semivolátiles (SU,LO,SED,RISES,RP) EPA 8270D, 3510C	Incluir
	Nitrobenceno	2B	<p>En investigaciones realizadas en la región de Coquimbo y Maule, se encontraron con concentraciones de este plaguicida en trabajadores y niños. Fuente: https://www.elmostrador.cl/destacado/2019/01/17/la-muerte-silenciosa-uso-en-chile-de-plaguicidas-prohibidos-en-el-mundo-cause-dano-cognitivo-en-menores/</p>	SCL - ACR - Compuestos Orgánicos Semivolátiles (SU,LO,SED,RISES,RP) EPA 8270D, 3510C	Incluir
Organoclorados	Bromuro de Metilo	3	<p>Es un fumigante usado desde el año 1940 en el control de un alto espectro de plagas, incluyendo hongos, bacterias, virus del suelo, insectos, ácaros, roedores y malezas o semillas de malas hierbas, en varios sistemas agrícolas (cultivos de tomates y frutillas). está incorporado en el Protocolo de Montreal.</p> <p>El bromuro de metilo tiene impactos en la salud humana, la evidencia actual aún no es contundente, pero existen estudios que vinculan al Bromuro de Metilo con un mayor riesgo de desarrollar cáncer de próstata. Si esta sustancia se inhala por un período breve de tiempo, puede producir cefalea, mareo, vértigo, náusea, vómito, debilidad, entre otros efectos. La</p>	Lo podrían habilitar	Incluir

		<p>mayoría de estos efectos generalmente pueden desaparecer después de varias semanas, pero algunos efectos pueden permanecer. La inhalación aguda de altas concentraciones, puede ocasionar taquicardia. En un estudio desarrollado el año 2021, se encontró evidencia de los efectos en la salud de las personas por este contaminante. Fuente: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911120301291#bib0420</p>	
--	--	---	--

NOTAS:

1) Los elementos en celeste son propuestos, ya que estudios nacionales han señalado presencia de estos elementos en niños y trabajadores. Los elementos en verde son propuestos por EnSoil.

2) Clasificación estándar de la IARC (Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer)

Group 1 Carcinogenic to humans

Group 2A Probably carcinogenic to humans

Group 2B Possibly carcinogenic to humans

Group 3 Not classifiable as to its carcinogenicity to humans