

# Tercera reunión Comité Operativo

## Anteproyecto Norma Primaria de Calidad Ambiental para Suelos

Sesión N°3, 16 de enero de 2024

División de Recursos Naturales y Biodiversidad del Ministerio del Medio Ambiente



# Objetivo de la reunión

- **OBJETIVO**

- Información sobre CO y COA
- Presentación definiciones y selección contaminantes a normar
- Discusión criterios y definición de valores de concentración



# INFORMACIÓN SOBRE CO Y COA

## CO (Of ORD N° 235046 del 14 de nov 2023)

- **Ministerio de Agricultura**
- **Ministerio de Vivienda y Urbanismo**
- Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres
- Brigada Investigadora de delitos contra la salud pública y el medio ambiente, Policía de Investigaciones (PDI)

Se solicitó modificación de la RE 0699/2023 que conforma el CO.

Se otorgará un tiempo adicional para recibir más respuestas para oficializar al COA.

## COA (Carta N°235045, 14 de nov 2023)

Asociación Distribuidores de combustibles (ADICO)	CRAS Coronel
Cámara Chilena de la Construcción	Asociación Chilena de Municipalidades (ACHM)
Generadoras de Chile	Asociación de Municipalidades de Chile (AMUCH)
ASIQUIM	Colegio de Geólogos
ENAMI	ONG FIMA
SONAMI	ONG TERRAM
Consejo Minero	Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR <sup>2</sup> )
SOFOFA	Escuela de Salud Pública, Universidad de Chile
ENAP	Unidad del Departamento de Medio Ambiente (DEMA), Pontificia Universidad Católica de Chile
CODELCO	Universidad de Concepción
Asociación de Industriales de Antofagasta, AIA	Universidad de Antofagasta
Asociación Gremial de Productores de Hidrógeno Verde y sus derivados de Magallanes	CIREN
Corporación para el Desarrollo de la Región de Atacama (CORPROA)	CITUC
ONG Fundación Taltal Sustentable	Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo
ONG Colectivo Defensa del Medio Ambiente de Atacama (CODEMAA)	Asociación de Empresas Consultoras de Ingeniería de Chile A.G
Comité Ambiental Comunal (CAC) de La Higuera.	Universidad de Magallanes
Comité Ambiental Comunal (CAC) de Til Til.	AGQ Chile S.A
Fundación Ciudadanos y Clima, comuna de Primavera	ALS Life Science Chile
ONG Suelo Sustentable	ARAO (Asociación regional de ambientalistas de O'Higgins – Rancagua)
CRAS Quintero Puchuncaví	Comité Ambiental Comunal de Cabildo

# DEFINICIONES Y SELECCIÓN CONTAMINANTES A NORMAR

1. Suelo:
  - a) (NCh 2297) capa superior de la corteza de terrestre transformada por procesos climáticos y físico/químicos y biológicos y compuesta por partículas minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivientes organizados en horizontes genéricos del suelo.
  - b) sistema trifásico, es decir una mezcla variable de sólidos (partículas minerales, material orgánico), fase líquida (generalmente agua) y fase gaseosa (generalmente aire). Se concibe el suelo con elementos abióticos, con actividad biótica (ecosistema) o no (inerte), sujeto a procesos naturales y/o antrópicos, y con o sin evidencias de procesos pedogenéticos (que lo diferencien del material parental). (Estudio Ingeniería Alemana)
2. Uso de suelo: Actividades que se realizan sobre el suelo y que determinan su forma de ocupación (propuesta antecedentes Yasna Tapia).
3. Uso residencial: uso de suelo asociado a actividades humanas relacionadas a vivienda y actividades de recreación. No se considera dentro de esta definición las áreas silvestres, tal es el caso de los parques nacionales o provinciales (propuesta antecedentes Yasna Tapia).
4. Uso industrial/comercial: uso de suelo donde se desarrollan actividades humanas que abarcan la extracción, elaboración, transformación o construcción de productos varios (propuesta antecedentes Yasna Tapia).
5. Sitio activo: suelo emplazado en un sector rural o urbano, en el cual exista una APC productiva/industrial en operación y exista también un titular definido, responsable de esta, que puede o no ser el propietario del terreno. (Estudio Ensoil, 2021, Propuesta IGA)
6. Sitio inactivo: suelo emplazado en un sector rural o urbano, en el que se haya desarrollado una APC, cuyo titular está definido, pero no esté ejecutándose en el momento (pudiendo existir otra actividad no potencialmente contaminante activa). (Estudio Ensoil, 2021, Propuesta IGA)
7. Sitio abandonado: suelo emplazado en un sector rural o urbano, en el que se haya desarrollado una APC en el pasado, de la cual no es posible distinguir o individualizar al titular que ejecutó la acción contaminante, pudiendo ser el propietario tanto un privado como el Estado. (Estudio Ensoil, 2021, Propuesta IGA)



# DEFINICIONES Y SELECCIÓN CONTAMINANTES A NORMAR

Estudio “Análisis de metodologías internacionales y determinación de contaminantes a normar en suelo”

## Relevancia Internacional

- Contaminantes normados en países evaluados
- Interés sanitario OMS
- Contaminantes relevantes EPA

## Relevancia Nacional

Normas de emisión, Normas de calidad, Norma agua potable.

Existencia de análisis laboratorio nacional

Tipo	Elemento
TPH (4)	Fracción 1 C6-C10, Fracción 2 >C10-C16, Fracción 3 >C16-C34, Fracción 4 >C34-C40
Metales (12)	Antimonio, Arsénico, Berilio, Cadmio, Cobre, Plomo, Níquel, Selenio, Zinc, Cromo, Mercurio, Talio
BTEXN (5)	Benceno, Etilbenceno, Naftaleno, Tolueno, Xilenos
Pesticidas clorados (7)	Clordano, DDT, DDE, DDD, Dieldrin, Pentaclorofenol, Endrina, Epóxido de heptacloro, Hexaclorobenceno, Lindano
Organoclorados (7)	Tetracloruro de carbono, 1,2-dicloroetano, Cloroformo, Cloruro de metileno, Tetracloroetileno, Tricloroetileno, Cloruro de vinilo
PAH (7)	Benz [a] antraceno, Benzo [a] pireno, Benzo [b] fluoranteno, Benzo [k] fluoranteno, Dibenzo [a,h] antraceno, Indeno [1,2,3-cd] pireno, Criseno
Otros (3)	Fenol, Cianuro, PCB (bifenilos policlorados)



# DEFINICIONES Y SELECCIÓN CONTAMINANTES A NORMAR

Proyecto "Consultor(a) para apoyar la elaboración de instrumentos de gestión ambiental para el componente suelo". Proyecto N°00133601: Apoyo para el desarrollo de la Estrategia de Transición Socio-ecológica Justa para Chile.

INORGÁNICOS	Se agrega	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cianuro: 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. 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.</li> <li>• Cobalto: 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 de aleaciones de cobalto. Se utiliza también en las baterías de ion litio. Este elemento se recupera desde los pasivos mineros, junto con el cobre y el zinc. La exposición a altos niveles de cobalto puede tener efectos adversos en la sangre, los pulmones y la piel.</li> <li>• Vanadio: 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.</li> </ul>
	Se elimina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Talio: 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. En diversos estudios no se han encontrado concentraciones altas de este elemento.</li> </ul>
ORGÁNICOS	Se agrega	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PAH (Antraceno): 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.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plaguicidas clorados (Metil Paration, Mirex, Heptacloro, Aldrin, Tetracloroetano, Glifosato, Nitrobenceno)</li> </ul>



# CRITERIOS Y DEFINICIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN

Criterios para definir concentraciones por uso

1. Inorgánicos:

- a) utilizar metodología de evaluación de riesgos.
- b) usar referencia internacional comparada con información de concentraciones background.

2. Orgánicos:

- a) usar valores de normativa internacional.



# CRITERIOS Y DEFINICIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN

1. Definición en base a las características toxicológicas de los contaminantes y a aspectos generales de los receptores, es decir, desde un **enfoque de riesgos**.
2. 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.
3. Para el caso se considerará la situación cancerígena y no cancerígena.
4. La definición de valores por este método indican que, por debajo de éstos, no se requieren mayores estudios, y entregan información útil para el futuro uso del suelo.
5. Son específicos para la exposición y condiciones particulares del sitio.
6. Se usan como potenciales metas para niveles objetivos de remediación.



# CRITERIOS Y DEFINICIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN

Vías de exposición para cada contaminantes inorgánico

ELEMENTO	NO CANCERIGENOS			CANCERIGENOS		
	ORAL	DÉRMICO	INHALACIÓN	ORAL	DÉRMICO	INHALACIÓN
Arsénico	X	X	X	X	X	X
Antimonio	X	X	X			
Berilio	X	X	X			X
Cadmio	X	X	X			X
Cianuro	X	X	X			
Cobalto	X	X	X			X
Cobre	X	X				
Cromo	X	X	X			X
Mercurio	X	X	X			
Niquel	X	X	X	X	X	X
Plomo				X	X	X
Selenio	X	X	X			
Vanadio	X	X				
Zinc	X	X				



# CRITERIOS Y DEFINICIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN

Los valores se estiman a través de ecuaciones asociadas a cada vía de exposición y separados en elementos cancerígenos o no cancerígenos.

ELEMENTOS NO CANCERÍGENOS			
INGESTA	$VA_{ingesta} (mg/kg) = \frac{THQ * TE * DE * PC}{FE * DE * \frac{RBA}{DRfo} * IIS * 10^{-6}}$	THQ = Cociente de riesgo objetivo (sin unidad) 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
CONTACTO DÉRMICO	$VA_{dérmico} (mg/kg) = \frac{THQ * TE * DE * PC}{FE * DE * \frac{1}{Rfdd * GIABS} * SD * FAD * ABSd * 10^{-6}}$	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
INHALACIÓN	$VA_{inhalación} (mg/kg) = \frac{THQ * TE * DE * PC}{FE * DE * ET * \frac{1}{RfC} * (\frac{1}{VFs * PEf})}$	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



# CRITERIOS Y DEFINICIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN

Los valores se estiman a través de ecuaciones asociadas a cada vía de exposición y separados en elementos cancerígenos o no cancerígenos.

ELEMENTOS CANCERÍGENOS			
INGESTA	$VA \text{ ingesta (mg/kg)} = \frac{TR * LT * TE}{CSFo * RBA * IFS * 10^{-6}}$	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
CONTACTO DÉRMICO	$VA \text{ dérmico (mg/kg)} = \frac{TR * LT * TE}{\left(\frac{CSFo}{GIABS}\right) * DFS * ABSd * 10^{-6}}$ $DFS = \frac{FEn * DE n * SDn * FADn}{PCn} + \frac{FEa * (DEa - DE n) * SDa * FADa}{PCna}$	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. VFs = Factor de volatilización = se aplica para algunos elementos SD = Área de adherencia térmica FAD = Factor de adherencia dérmica
INHALACIÓN	$VA \text{ inhalación (mg/kg)} = \frac{TR * LT * TE}{IUR * 1000 * DEa * ET * \left(\frac{1}{VFs} * \frac{1}{PEf}\right)}$	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. VFs = Factor de volatilización = se aplica para algunos elementos IUR = Unidad de inhalación riesgosa

# CRITERIOS Y DEFINICIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN

Tanto para elementos cancerígenos como no cancerígenos se utiliza la siguiente ecuación para determinar el valor de la concentración de cada uno de los elementos:

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

Finalmente, en caso de que un elemento químico cumpla ambas condiciones (cancerígeno y no cancerígeno), se obtendrán dos valores de alerta para cada elemento y se escogerá el valor más conservador.



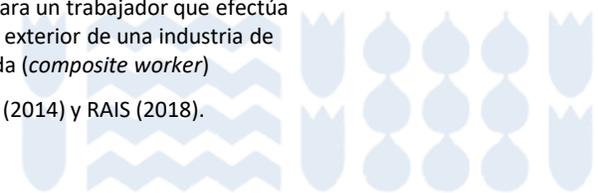
# CRITERIOS Y DEFINICIÓN DE VALORES DE CONCENTRACIÓN

## Factores de exposición

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

**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).









# PRÓXIMA REUNIÓN

Cuarta reunión del Comité Operativo en marzo, se espera:

- Continuar revisión del cuerpo del anteproyecto de Norma Primaria de Calidad Ambiental para suelos.



