



## ACTA 2 SESIÓN DE COMITÉ OPERATIVO AMPLIADO Norma Primaria de Calidad del Aire para Arsénico

<b>Fecha</b>	: 23/11/2022
<b>Lugar</b>	: Video conferencia vía Microsoft Teams
<b>Hora</b>	: 11:00- 13:00 horas
<b>Objetivo</b>	: Presentación sobre la caracterización de efectos adversos en salud asociados a la exposición de arsénico en el aire, estudio de alternativas y resultados preliminares de Costos y Beneficios de escenarios regulatorios propuestos.
<b>Asistentes</b>	: Ver anexo I (listado de asistentes)

### I. Tabla de la reunión

**Primera presentación:** Presentación sobre la caracterización de efectos adversos en salud asociados a la exposición de arsénico en el aire.

Expositor: Daniel Rebolledo - Centro de Información Toxicológica de la Universidad Católica (CITUC).

**Segunda presentación:** Estudio de Alternativas (revisión de Normativa internacional y escenarios regulatorios propuestos), y resultados preliminares de Costos y Beneficios de escenarios regulatorios propuestos.

Expositor: Luis Cifuentes - Greenlab-DICTUC

### II. Desarrollo de la reunión

El coordinador de la norma, Sr. Mesías, realiza una breve presentación de la tabla de contenidos de la sesión, señalando que las presentaciones se enmarcan en los resultados del “Estudio de antecedentes para la elaboración de una norma primaria de calidad del aire para arsénico y la revisión de la norma de emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico”, elaborado por DICTUC, y tiene por objetivo dar cumplimiento al artículo 24, del D.S. N°38, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprueba Reglamento para la dictación de Normas de Calidad y de Emisión.

Posteriormente, se da a conocer las fechas de las siguientes reuniones y los temas a tratar en cada una de ellas, para luego dar paso a la presentación de Daniel Rebolledo.

Comienza la presentación del integrante del equipo consultor del estudio, con una identificación y caracterización del arsénico cuya presencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población, luego presenta la recopilación de información disponible acerca de los efectos adversos producidos por la exposición de arsénico en la población, tanto desde el punto de vista epidemiológico como toxicológico. Posteriormente, identifica las vías, fuentes, rutas y medios de exposición del arsénico, para finalmente describir los efectos independientes, aditivos, acumulativos, sinérgicos o inhibidores.

En la sección de preguntas de la primera presentación, el Sr. Nielz Cortés, tiene interés en saber cuánto es el tiempo de exposición a las concentraciones presentadas para desarrollar cáncer, y si se tiene pensado



algún valor para situaciones de emergencia. Además, le gustaría saber si se tiene estimado cuanto de las concentraciones medidas en las estaciones de monitoreo corresponde a niveles basales de las zonas (Background) y cuanto es antropogénico. Finalmente, consulta cómo se reduce el arsénico.

Al respecto, el Sr. Rebolledo señala que, el desarrollo de cáncer es un efecto multifactorial, por lo que es difícil establecer un tiempo exacto, sin embargo, hay que tener claro que para el arsénico debe existir una exposición a largo plazo. Por otro lado, en relación a los valores de emergencia, para que existan efectos agudos, debe haber dosis particularmente altas, las cuales no se observan en ambientes comunitarios. De acuerdo con la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR), el nivel de exposición que produce efectos agudos no se conoce con certeza, pero probablemente es más de 100 microgramos de arsénico por metro cúbico de aire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) durante una exposición breve<sup>1</sup>.

Respecto de los niveles basales y antropogénico, el Sr. Mesías, señala que Luis Cifuentes dará mayores detalles de esto en su presentación, pero en definitiva estos fueron calculados estadísticamente a través de los datos de las estaciones de monitoreo de calidad del aire, en los días en que las fundiciones no estuvieron funcionando.

Respondiendo la última pregunta del Sr. Cortés, Daniel Rebolledo señala que el arsénico total absorbido, es reducido en el cuerpo humano a través de procesos de oxidación, causando los efectos adversos señalados en la presentación.

El Sr. Alex Galleguillos realiza las siguientes preguntas: ¿cómo se determinan las concentraciones que van a estar permitidas?, ¿cómo se va a trabajar para disminuir las emisiones de las principales fuentes de emisión de arsénico y cómo van a ser medidas? Y si dentro del AGIES se va a considerar la multidimensionalidad con los diferentes medios contaminados (suelo, alimentos, etc).

Al respecto, la Sra. Ivonne Moreno, aclara que en este proceso se está elaborando la Norma Primaria de Calidad del Aire para Arsénico, la cual establece el límite de concentración presente en la atmósfera de este contaminante. Agrega además que, actualmente se está revisando la Norma de Emisión para fundiciones de cobre y fuentes emisoras de arsénico, proceso que regula a los otros contaminantes que emiten estas fuentes.

El Sr. Mesías señala que, para responder mejor la pregunta de Alex, se realice primero la presentación de Luis Cifuentes. Por lo que, se tomará la última consulta por parte de Patricia Matus y se iniciará la siguiente exposición.

La Dra. Patricia Matus señala que la presentación realizada está muy completa, ya que contienen muchos antecedentes internacionales, sin embargo, no hay que dejar de lado la mirada nacional, especialmente en los riesgos, por ejemplo, los pueblos originarios del norte han mostrado resistencia al arsénico. Agrega además que, la inhalación de arsénico por aire no causa efectos agudos.

Al respecto, la Sra. Ivonne Moreno, le pregunta a Patricia si de los datos válidos de salud que menciona a nivel nacional, se puede separar el impacto en las personas generado por la emisión del aire y por ingesta.

La Dra. Matus responde que se puede realizar, pero no en un solo estudio, sin embargo, a lo que ella se refiere es que la principal fuente de arsénico en Chile es el hidroarsenicismo, la cual es mucho más potente que las emisiones de las fundiciones. Las curvas de los lugares donde se daba el hidroarsenicismo ha ido

---

<sup>1</sup> [https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es\\_phs2.html](https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs2.html)

disminuyendo desde los años 70s (producto de disminuir los niveles de arsénico en el agua potable), sin embargo, esta curva no llega a los niveles habituales, lo que indica que el agua no es el único problema de casos por arsénico, pero no se tiene claro si es el aire o el suelo el siguiente problema.

Se da inicio a la segunda presentación. El expositor Sr. Luis Cifuentes, señala que lo primero que se considera para elaborar una norma primaria de calidad del aire es el impacto del agente de riesgo en la salud, porque es lo que finalmente determina el nivel de la norma. En este contexto, su presentación abarcó los siguientes puntos:

- Regulación: ¿Actividad, emisión, transporte, exposición o riesgo?
- La exposición y el riesgo se producen a través de múltiples rutas
- Concentración As (medido en MP10) en 2020 [ng/m<sup>3</sup>N]
- Efectos sobre la salud
- Arsénico Inorgánico, Clasificación y Riesgo Unitario  
Escenario regulatorio internacional: Coeficientes de Riesgo Unitario por Inhalación (IUR) para arsénico en el aire
- Definición de Escenarios de NPCA: Antecedentes respecto a riesgo cancerígeno aceptado en Chile
- Escenarios normativos propuestos. Respecto a este punto se proponen 3 escenarios normativos:
  - Escenario 2 en 10k:** Escenario con un riesgo equivalente al riesgo aceptado en la norma de arsénico en el agua potable (2 en 10.000), lo que equivale a una concentración media anual de 46,6 ng/m<sup>3</sup>N, considerando IUR más conservador (US-EPA). Con los niveles proyectados al 2035, incumplirían este límite la Fundación Hernan Videla Lira y Ventanas.
  - Escenario 1 en 10k:** Escenario que considera como riesgo aceptable 1 en 10.000 (1e-4), lo que equivale a 23,3 ng/m<sup>3</sup>N, considerando IUR más conservador (US-EPA). Con los niveles proyectados al 2035, incumplirían este límite la Fundación Hernan Videla Lira, Ventanas, Chuquicamata y Altonorte.
  - Escenario contribución limitada:** El de mayor ambición, donde la contribución de las fundiciones a la concentración ambiental es limitada. Equivale a 15 ng/m<sup>3</sup>N, riesgo incremental aceptable equivalente a 6,7 en 100.000, es decir 0,67 casos en 10k durante toda la vida. Con los niveles proyectados al 2035, incumplirían este límite la Fundación Hernan Videla Lira, Ventanas, Chuquicamata y Altonorte.
- Estimación del aporte basal – Cadenas markovianas ocultas
- Concentración As (medido en MP10) en 2020 y proyección 2035
- Evaluación de costos y beneficios

En la sección de preguntas, el Sr. Richard Toro, señala que existe una gran variabilidad en las normas de arsénico a nivel mundial, lo que demuestra que no existe un consenso respecto a los riesgos por inhalación de este contaminante. Agrega que, existen normas objetivo de escala horaria, lo que indica que si hay efectos agudos. Y con respecto a los niveles basales, solicita a Luis Cifuentes si puede aclarar cómo se estimaron los valores presentados.

El sr. Cifuentes señala que efectivamente no existe consenso y que el tema pasa más por cuanto está dispuesto a aceptar de riesgo el país para el establecimiento de los límites normativos. Respecto de los efectos agudos, indica que el contenido de arsénico en el material particulado es más o menos constante,



Si bien, es posible que niveles anormalmente altos puedan tener consecuencias agudas, estos debieran ser controlados por los episodios críticos de  $MP_{10}$  y/o  $MP_{2,5}$ , de los cuales el arsénico forma parte. Cabe destacar que alcanzar niveles de arsénico tan altos, requeriría no sólo de condiciones meteorológicas particularmente adversas, sino que también de alguna falla o una eventualidad puntual en las fuentes emisoras que resultará en una emisión anormal, lo cual por su naturaleza no es posible de pronosticar con la exactitud requerida para prever situaciones de emergencia ambiental. Respecto de los niveles basales, señala que estos fueron calculados estadísticamente a través de los datos de las estaciones de monitoreo de calidad del aire, en los días en que las fundiciones no estuvieron funcionando.

La Sra. Ivonne Moreno, comenta que toda la información de cómo fueron calculados los niveles basales, está en el estudio, disponible en el expediente electrónico de la norma<sup>2</sup>. Además, le solicita al Sr. Toro si es posible que pueda compartir toda la información científica de los efectos en salud en el corto plazo, para ser analizados en conjunto con el comité.

El Sr. Alex Galleguillos, pregunta cómo fueron obtenidos los datos para modelación, pues para el caso de Fundición Chagres muchos datos están cuestionados hasta por Contraloría General de la República.

El Sr. Cifuentes le responde que los datos de las emisiones son utilizados en la modelación, para poder estimar la relación beneficio-costos. Por otro lado, la concentración ambiental es medida en estaciones de monitoreo que tienen un muy bajo nivel de error.

El Sr. Nielz Cortés comenta que en la zona de Concón-Quintero-Puchuncaví, se iniciará un estudio toxicológico sobre el efecto del arsénico en las personas, para tener presente sus resultados en la discusión de esta normativa. Por otro lado, considerando que Fundición Ventadas dejará de funcionar, se debe considerar esto en el AGIES.

El Sr. Cifuentes, le comenta que cuando finalizó el estudio todavía no estaba el anuncio del cierre de la fundición, sin embargo, esta todo cuantificado por lo que es fácil poder considerar este efecto.

### **III. Acuerdos y compromisos**

1. Se enviará la presentación de esta sesión y el acta para su revisión. Donde tendrán 3 días hábiles para el envío de observaciones.
2. Se citará a tercera sesión de comité Operativo, según calendario presentado.

---

<sup>2</sup> <https://planesynormas.mma.gob.cl/archivos/2022/proyectos/220617-NORMAAS-InformeFinal-NC.pdf>

### Anexo I: Lista de Asistentes

Nº	Nombre	Institución
1	Alex Galleguillos	Agrupación Catemu en Movimiento
2	Julio Castro Molinare	Asociación empresas consultoras (AIC)
3	DANIEL EDUARDO REBOLLEDO FUENTES	CITUC
4	Jorge Caceres Ormeno	CODELCO
5	Vicente Alejandro Guzman Bernal	CODELCO
6	Paula Andrea Medina Fuentes	CODELCO
7	Cristián Cortés Egaña	CODELCO
8	Damian Oyarzun Valenzuela	CODELCO
9	Patricia Matus Correa	Colegio Médico de Chile
10	Mauricio Ilabaca Marileo	Colegio Médico de Chile
11	Cristobal Ramirez	Complejo Metalúrgico Altonorte
12	Nielz Cortés Torrejón	CRAS de Quintero-Puchuncaví
13	Sofia Raquel Valenzuela Zuccar	FIMA
14	Kattherine Ferrada F	Fundición Chagres de Anglo American
15	Shirley Alfaro Munoz	Fundición Chagres de Anglo American
16	Stephanie Wilhelm N.	Fundición de Empresa Nacional de Minería
17	Viviana Riveros P.	Fundición de Empresa Nacional de Minería
18	Luis Cifuentes Lira	Greenlab-Dictuc
19	Rodrigo Román Berguecio	Ministerio de Minería
20	Horacio Douglas Madrid	Ministerio de Minería
21	Gabriela Encina Vera	Ministerio de Minería
22	Ivonne Moreno Araneda	Ministerio del Medio Ambiente
23	Emmanuel Mesias Rojas	Ministerio del Medio Ambiente
24	Jonás Matías Muñoz Cordero	Ministerio del Medio Ambiente
25	Cristian Ignacio Tolvett Caro	Ministerio del Medio Ambiente
26	Maureen Kattia Amin Donoso	Ministerio del Medio Ambiente
27	Nicolas Trivelli Sporke	Ministerio del Medio Ambiente
28	Rocio Toro Rodriguez	Ministerio del Medio Ambiente
29	Jorge Cáceres	SOFOFA
30	Martín Benavides Leiva	SONAMI
31	Isabel Leiva	Superintendencia del Medio Ambiente
32	Richard Toro A. (UChile)	Universidad de Chile
33	Maria Teresa Solis	Universidad de O'Higgins