Dr. Michel Marín Espinosa
Dra. Pamela Schellman Jaramillo
Dr. Jaime González Oporto
Dr. José Torres Encina
Dr. Gonzalo Pavez Lagos
Dr. Carlos Toloza Salech
Dr. Paulo Pereira Barrera
Dr. Patricio Valdebenito Concha
Dra. Jessica Troncoso Asís

CONTAMINACIÓN Y SALUD

COLEGIO MÉDICO DE CHILE A.G.

COLEGIO MÉDICO Antofagasta

CONSEJO REGIONAL ANTOFAGASTA Y SU DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE ANTOFAGASTA
AGOSTO 2024.

Dr. Michel Marín Espinosa
Dra. Pamela Schellman Jaramillo
Dr. Jaime González Oporto
Dr. José Torres Encina
Dr. Gonzalo Pavez Lagos
Dr. Carlos Toloza Salech
Dr. Paulo Pereira Barrera
Dr. Patricio Valdebenito Concha
Dra. Jessica Troncoso Asís

CONTAMINACIÓN Y SALUD

COLEGIO MÉDICO DE CHILE A.G.
COLEGIO MÉDICO Antofagasta

CONSEJO REGIONAL ANTOFAGASTA Y SU DEPARTAMENTO DE MEDIO AMBIENTE
ANTOFAGASTA AGOSTO 2024.

Colegio Médico Regional Antofagasta

Dirección: Travesía del Mirador 03018, Jardines del Sur, Antofagasta.
Teléfono: 52 2 327656
Mail de contacto: reg.antofagasta@colegiomedico.cl
Página web: www.medicosantofagasta.cl

Primera edición: diciembre 2024.
Edición y coordinación: Patricio Alegre.
Producción: Palco Comunicación y Producciones.
Impresión: Andros Impresores - Santiago - Chile.

ÍNDICE

PALABRAS DE LA PRESIDENTA DEL COLEGIO MÉDICO DE CHILE
Dra. Anamaría Arriagada Urzúa.....5

PALABRAS DEL PRESIDENTE DEL DEPARTAMENTO NACIONAL DE MEDIOAMBIENTE DEL COLEGIO MÉDICO DE CHILE
Dr. Yuri Carvajal Bañados.....8

PRÓLOGO PRESIDENTE DEL CONSEJO REGIONAL ANTOFAGASTA DEL COLEGIO MÉDICO DE CHILE
Dr. Michel Marín Espinosa.....10

DETERMINANTES MEDIO AMBIENTALES DE LA SALUD EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA
Dra. Pamela Schellman Jaramillo.....13

ALTERACIÓN DEL NEURODESARROLLO Y CONTAMINACIÓN
Dr. Jaime González Oporto.....29

CONTAMINACIÓN Y ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES
Dr. José Torres Encina.....34

CÁNCER Y CONTAMINACIÓN EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA
Dr. Gonzalo Pavez Lagos.....42

CÁNCER DE PIEL
Dr. Carlos Toloza Salech.....53

CÁNCER DE PULMÓN
Dra. Paulo Pereira Barrera.....57

CÁNCER DE VEJIGA
Dr. Patricio Valdebenito Concha.....60

CUIDADOS PALIATIVOS EN ANTOFAGASTA Y CONTAMINACIÓN
Dra. Jessica Troncoso Asís.....67

REFERENCIAS.....70

PALABRAS DE LA PRESIDENTA DEL COLEGIO MÉDICO DE CHILE

Dra. Anamaría Arriagada Urzúa

Nuestro Norte Grande, se ha caracterizado por ser una zona rica en recursos naturales, renovables y no renovables, de los cuales la minería ha proporcionado recursos económicos vitales para nuestra economía. Además, es una zona turística bellísima, que el poeta Zurita ha retratado en notables poemas. Destaca su cielo límpido, desde donde veintena de observatorios, escudriñan los secretos del universo.

Sin embargo, Antofagasta como centro complejo de salud, atiende una población expuesta a altos niveles de contaminación, de distinto tipo, pero principalmente metales pesados y exposición a radiación ultravioleta. Estos factores han producido aumento en la incidencia de cánceres y enfermedades cardiovasculares, pero también problemas en el desarrollo neurocognitivo de su población infantil.

Los médicos sabemos hace mucho tiempo que nuestros esfuerzos por mejorar la salud de la población, deben ir "río arriba", y resolver los determinantes sociales. Condiciones del aire, el agua, el emplazamiento de las viviendas –entre otras- afectan el bienestar de las comunidades. Nuestra formación médica –desde sus inicios ligada a la salud pública- nos impulsa a destinar mucho estudio e investigación, para levantar datos que sustenten políticas públicas destinadas a resolver diferentes situaciones, y el

mejor ejemplo es nuestro gremio radicado en la región de Antofagasta. Hace años que han formado un departamento de Medio Ambiente, que mediante el levantamiento de datos y estudios epidemiológicos, ha promovido el cumplimiento de programas intersectoriales e interministeriales, ajustando normativas ambientales, de manera de disminuir la contaminación ambiental y la exposición de toda la población, a elementos y residuos, que limitan su derecho a gozar de una buena salud.

Esta es una publicación que aborda la normativa vigente, describiendo la situación del Norte Grande, detallando la incidencia y prevalencia de cáncer, enfermedades cardiovasculares, así como de trastornos del desarrollo de los niños. Es un esfuerzo notable y acucioso, que materializa la preocupación de los médicos y médicas de Antofagasta. Pero es también un llamado a replicar este esfuerzo en todas las regiones de nuestro país. Este país precioso, rico en recursos de todo tipo, y que por eso mismo debe conjugar el desarrollo industrial y económico, con el respeto por el medio ambiente, que finalmente es el principal sustento de nuestra existencia en este planeta. Avanzar en esta materia, mientras nos hacemos cargo de mejorar la detección del cáncer, procurando llegar en etapas tempranas; abordando la patología cardiovascular, promoviendo también una alimentación más sana e integrando la actividad física, en ciudades "a escala humana". Debemos seguir brindando atención multidisciplinaria a niñas y niños, para asegurar su desarrollo e inclusión, con la esperanza que –cuando crezcan- el agua y aire sean más limpios, la energía se renueve, y la actividad minera e industrial no contamine los territorios que ellos habiten.

Termino citando la explicación que diera el poeta Raúl Zurita, refiriéndose a la frase "ni pena ni miedo", excavada en

caracteres gigantes en el desierto de Atacama, 50 kilómetros al sur de Antofagasta. Él dice que este mensaje quiere decir que “a pesar de todo lo que nos espera --que puede ser más o menos duro, más o menos bueno, no importa- a pesar de lo amenazante del mundo en que estamos viviendo, confiamos, sin pena ni miedo”.

Dra. Anamaría Arriagada Urzúa

Presidenta Nacional del Colegio Médico de Chile

Septiembre, 2024.

PALABRAS DEL PRESIDENTE DEL DEPARTAMENTO NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE DEL COLEGIO MÉDICO DE CHILE

Dr. Yuri Carvajal Bañados

Contaminación y Salud, publicado por el Regional Antofagasta del Colegio Médico es el feliz encuentro de cuatro perspectivas:

1.- El rol profesional de los médicos, su saber técnico, su capacidad de analizar los problemas desde una perspectiva práctica y diagnóstica, afanosa de soluciones consistentes y fundadas en el saber.

2.- La capacidad de escribir y publicar que la gran mayoría de los colegas tiene y a veces ejercitan, enfatizando que el trabajo editorial es parte de nuestra profesión.

3.- El conocimiento médico es siempre situado. Todas las especialidades reconocen el saber local que transmiten sus pacientes, o una semiología de aquello que Hipócrates llamó "Aires, aguas y lugares".

4.- El persistente compromiso profesional con las cuestiones ambientales.

No es casual que estén aquí neurólogos infantiles y cardiólogos, pediatras y médicos familiares, pues los problemas ambientales son parte hoy diaria de la práctica médica.

Este pequeño libro es un gesto que revela estas verdades médicas que circulan a veces a un ritmo muy lento.

Que este libro nortino, médico y ambiental ilustre a quienes buscan saber lo que ocurre en sus lugares de trabajo y vida.

Que otros colegas y otros profesionales de la salud encuentren aquí aliciente para sentarse a poner por escrito sus saberes, experiencias, e ideas.

Dr. Yuri Carvajal Bañados

Presidente

Departamento Nacional de Medio Ambiente

Colegio Médico de Chile

PRÓLOGO

Dr. Michel Marín Espinosa
Presidente
Consejo Regional Antofagasta
Colegio Médico de Chile A.G.

En la historia de la región de Antofagasta de los últimos 70 años, existen antecedentes suficientes que demuestran que la contaminación ambiental, producto de la actividad humana e industrial, produce cambios en el medio ambiente y deterioro de la salud, generando alteraciones del desarrollo vital de las personas y gastos económicos en tratamientos complejos.

El estamento médico en múltiples ocasiones ha levantado la voz haciendo un llamado a las autoridades a controlar los altos niveles de distintos contaminantes ambientales, los que han provocado diversas afecciones a los habitantes de la región. Conocida es la relación del arsénico y las altas tasas de cáncer de vejiga y pulmón en la zona, así como los elevados niveles de contaminación por plomo que producen alteraciones neurológicas en niños y adolescentes de Antofagasta.

La literatura internacional muestra la relación entre las enfermedades y los niveles de otros elementos como el mercurio, cadmio, radón, asbesto, cromo, níquel, sílice, antimonio, molibdeno, aluminio, uranio, entre otros, por lo

que consideramos que deben tomarse los resguardos necesarios para no someter a la población a una nueva amenaza con consecuencias graves en la salud, incluso la muerte.

Vemos con extrañeza que los niveles de contaminación en la historia de Antofagasta nunca se han ajustado adecuadamente a las normas internacionales, aumentando la exposición de la población a estos contaminantes. Es necesario procurar que Antofagasta sintonice con la "**Estrategia Ciudades Verdes",** recientemente promulgada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, en línea con la relación entre salud humana, cambio climático y salud planetaria.

Evitar la contaminación ambiental y proteger el medio ambiente, debe ser hoy una exigencia para todos, donde cada persona puede ser un agente de cambio y las autoridades tienen la responsabilidad de avanzar en una gobernanza que promueva y asegure ambientes saludables y sostenibles.

Dr. Michel Marín Espinosa
Presidente
Consejo Regional Antofagasta
Colegio Médico de Chile A.G.

I.- Determinantes Medio Ambientales de la Salud en la Región de Antofagasta

DETERMINANTES MEDIO AMBIENTALES DE LA SALUD EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA

Dra. Pamela Schellman Jaramillo
Pediatra

"La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de afecciones o enfermedad" (Organización Mundial de la Salud, Conferencia Sanitaria Internacional 1946).

A lo largo del tiempo esta definición se amplía, incluyendo el bienestar espiritual dentro de la integralidad de la persona humana.

La condición de salud es trascendente, porque habilita a las personas para el desarrollo de su proyecto vital.

La asistencia en salud en su sentido integral de prevención, promoción, atención y rehabilitación se ha consolidado como un derecho humano internacionalmente reconocido.

La Declaración Universal de Derechos Humanos(1948), en su artículo 25 establece que "toda persona tiene derecho a un nivel de vida adecuado que le asegure, así como a su familia, la salud y el bienestar, y en especial la alimentación, el

vestido, la vivienda, la asistencia médica y los servicios sociales necesarios; tiene asimismo derecho a los seguros en caso de desempleo, enfermedad, invalidez, viudez, vejez y otros casos de pérdida de sus medios de subsistencia por circunstancias independientes de su voluntad".

La Comisión Interamericana de Derechos Humanos de la Organización de Estados Americanos (OEA) en 1948 aprobó la Declaración Americana de los Derechos y Deberes del Hombre (3), que en su artículo XI expresa:
"Toda persona tiene derecho a que su salud sea preservada por medidas sanitarias y sociales, relativas a la alimentación, el vestido, la vivienda y la asistencia médica, correspondientes al nivel que permitan los recursos públicos y los de la comunidad".

En el artículo 12 del Pacto Internacional de los Derechos Económicos, Sociales y Culturales (1966) (4) se consigna que:
"1. Los Estados Partes en el presente Pacto reconocen el derecho de toda persona al disfrute del más alto nivel posible de salud física y mental.

2. Entre las medidas que deberán adoptar los Estados Partes en el Pacto a fin de asegurar la plena efectividad de este derecho, figurarán las necesarias para:
a) La reducción de la mortinatalidad y de la mortalidad infantil, y el sano desarrollo de los niños;
b) El mejoramiento en todos sus aspectos de la higiene del trabajo y del medio ambiente;
c) La prevención y el tratamiento de las enfermedades epidémicas, endémicas, profesionales y de otra índole, y la lucha contra ellas;
d) La creación de condiciones que aseguren a todos asistencia médica y servicios médicos en caso de enfermedad".

En la actual Constitución Política de Chile Artículo 19 Nº 8, se establece "el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación. Es deber del Estado velar para que este derecho no sea afectado y tutelar la preservación de la naturaleza".

Más directamente en el quehacer de los profesionales de la salud, la medicina se orienta según cuatro fines principales, a saber:
1.- Prevención, promoción y conservación de la salud.
2.- Alivio del dolor y el sufrimiento.

3.- Atención y curación de los enfermos curables y cuidado de los incurables.
4.- Evitar la muerte prematura y buscar una muerte tranquila.
En este contexto, desde la perspectiva territorial (nacional y regional), resulta clave tener en consideración "la salud" como variable a considerar en todas las políticas públicas, dado que el nivel de salud de una comunidad está "*determinado"* por variables estructurales que están fuera del control individual y deben ser abordadas con una perspectiva de gobernanza institucional, reconocidas internacionalmente durante los últimos 50 años como "determinantes sociales y medioambientales de la salud".

En nuestro país las enfermedades cardiovasculares y los cánceres son las principales causas de muerte, asociadas a una gran alteración del desarrollo vital de las personas y gasto económico en tratamientos complejos.

Asimismo, la morbilidad por patología cardiovascular, respiratoria, neurológica y de salud mental, representa la principal carga de enfermedad de la población.

Estos grupos de patologías tienen relación estrecha con los determinantes medioambientales de la salud, por lo tanto

resulta urgente abordarlos, para generar un cambio significativo y disminuir la incidencia de estas patologías en forma eficiente.

Por otra parte, hay evidencia sobre factores que se asocian con la salud humana y que también inciden en la sostenibilidad de los ecosistemas y por tanto son fundamentales para la continuidad de la vida en el planeta y las posibilidades de desarrollo de las generaciones futuras.

En este sentido la Ley marco de Cambio Climático 21.455 promulgada en mayo de 2022, recoge la relación existente entre el medio ambiente y la vida humana y pretende generar medidas de adaptación y lineamientos y estrategias de acción para enlentecer la velocidad de instalación de sus efectos.

Reconociendo la interrelación entre salud humana y medio ambiente y salud planetaria, proponemos intervenir en la región de Antofagasta con urgencia en 5 puntos prioritarios:

1.- Contaminación con metales pesados asociada a la minería:

Sin perjuicio del reconocimiento de la trascendencia que el sector minero tiene para el desarrollo del país, urge la

concreción de medidas de protección para las personas que trabajan directamente en faenas mineras y para las comunidades emplazadas cerca de los yacimientos y en los trayectos de distribución del mineral vía terrestre (carreteras o ferrocarril) hacia los puertos que, para este tipo de carga, debieran estar fuera de las ciudades. Actualmente este tipo de contaminación afecta a toda la región de Antofagasta.

Lo anterior está documentado por diversos estudios, entre los que destacan el estudio realizado en el puerto de Antofagasta "Geologic and anthropogenic sources of contamination in settled dust of a historic mining port city in norther Chile: healt risk implicatios. PeerJ, 6:e4699, 1-30", efectuado por los investigadores Tapia,J., Orrego, R., Valdés, J., Tchernitchin, A., Dorador,C., Bolados, A., & Harrod, C.. A dicha publicación científica también se suma el estudio conjunto realizado por la Universidad de Heidelberg y la Universidad de Chile, que da cuenta de la presencia de metales pesados en los árboles de la región, denominado "When another one bites de dust: Enviromental impact of global copper demand on local communities in the Atacama mining hotspot as registered by tree rings", de los autores Nicolás C.Zanetta-Colombo, Tobias Scharnweber, Ducan A.

Christie, Carlos A. Manzano, Mario Blersch, Eugenia M. Gayo, Ariel A. Muñoz, Zoë L Fleming and Marcus Nüsser.

Además de acciones de remediación/mitigación implementadas por las empresas del rubro en las zonas de explotación y procesamiento de minerales, resulta necesario que se establezca una estrategia de mediano y largo plazo para evitar que este tipo de productos ingrese a las ciudades, generando contaminación durante el traslado, acopio y transferencia, en lugares con alta concentración de población que queda expuesta involuntariamente y sin ningún poder de control sobre los efectos que se puedan producir en su salud.

Asimismo la industria minera debe proteger los ecosistemas cercanos y su biodiversidad como un bien fundamental para la sostenibilidad de la vida humana presente y futura.

2.- Calidad del aire y contaminación:

a) Termoeléctricas de carbón en Tocopilla y Mejillones: dada la simultaneidad del impacto específico documentado en la salud de la población en nuestra región y la urgencia climática que afecta globalmente, una estrategia efectiva y concreta sería adelantar la reconversión de termoeléctricas a carbón a energía limpia renovable (eólica o solar). En un plazo

mediano, esto disminuiría el gasto en salud derivado de tratar personas enfermas versus disminuir la aparición de enfermedad, en un territorio con todas las condiciones para una reconversión rápida a energía renovable no convencional. Sin embargo, la urgencia de poner término a las termoeléctricas a carbón debe incluir un plan de cierre, que asegure que los territorios afectados queden limpios, sin contaminación residual y que las comunidades puedan contar con seguimiento, pesquisa precoz y tratamiento oportuno de enfermedades asociadas a la exposición crónica de contaminantes derivados de ese proceso industrial.

b) Barrio industrial La Negra: el sector ha crecido en respuesta a diferentes necesidades industriales y la polución ambiental es evidente. El último informe conocido corresponde al año 2018, denominado Monitoreo de Calidad del Aire Estación La Negra, realizado por la empresa SGS Minerals, en relación a la estación presente en dependencias de la firma Inacesa y de propiedad de esa compañía. Dicho aspecto da cuenta de la urgente necesidad de contar en ese sector con una red de estaciones de monitoreo de propiedad pública, con validez poblacional y con independencia de las firmas, para de esta manera contar con datos en línea que permitan a la comunidad y expertos conocer

transparentemente dicha información. Se debe tomar en consideración también que hoy La Negra cuenta con un campamento de familias que habitan en el lugar, lo que refleja los riesgos en salud por exposición a contaminantes, tanto de trabajadores, como de personas establecidas en dicha zona industrial. No obstante, más allá de la acción de medir, es necesario establecer una estrategia de acción, para resolver la contaminación que afecta el sector.

3.- Gestión de residuos:

El basural "La Chimba", sigue generando contaminación a pesar de haberse concretado el relleno sanitario que la ciudad requería, dado que no se ha logrado establecer una estrategia de remediación efectiva. El cierre perimetral es un primer aporte para intentar evitar las quemas ilegales que de forma sistemática se producían, generando contaminación en una zona donde la ciudad ha crecido con emplazamiento de viviendas, aumentando la densidad poblacional. Colindante al mismo sector, está proyectada la construcción de 3.000 viviendas en 2025, llegando a 8.000 en 2028. De esta manera, urge la coordinación de las diferentes instancias involucradas para dar solución definitiva a este problema, antes del aumento de población que se producirá en dicho sector.

Existe conocimiento y experiencia en Chile sobre la reconversión de basurales en áreas verdes. Los árboles son capaces de transformar la basura y de esta forma también recuperar los suelos. La transformación del basural La Chimba en un parque urbano, no sólo permitiría mitigar la contaminación que ese sector ha recibido por más de 50 años, sino también podría ser un aporte concreto dentro de la ciudad al Programa "Naturaleza para tu salud" del Ministerio de Agricultura, que pone el foco desde la ciencia en la salud mental.

Por otra parte debe generarse un sistema real y efectivo de recolección, reciclaje y reutilización de residuos domiciliarios, con campañas potentes de educación que permitan conseguir compromiso de la ciudadanía en pro del beneficio colectivo, en el manejo de este tipo de residuos, completamente insuficiente en la región.

4.- Gestión del agua:

Es imprescindible generar una política de uso de agua a nivel regional que permita asegurarla para el consumo humano y la mantención de los ecosistemas.

Una acción concreta, considerando la ley 21.075 publicada el 15/02/2018 que "Regula la recolección, reutilización y

disposición de aguas grises", sería establecer que todas las nuevas construcciones de la ciudad deban separar las instalaciones de aguas grises para avanzar en la implementación de su tratamiento y reutilización a la brevedad. Lo anterior estaría en consonancia con la Política de Ciudades Verdes, implementada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, con los objetivos de bajar la temperatura de las ciudades y contrarrestar la producción de dióxido de carbono.

Además, la implementación de huertos urbanos a mediana escala, que permita favorecer el cultivo de especies autóctonas para consumo local, ya ha sido implementado en otros lugares desérticos del mundo con buenos resultados en la producción de alimentos, con lo que se disminuyen emisiones asociadas al transporte.

La desalación de agua de mar, como nueva fuente de recurso hídrico debe priorizarse para el consumo humano. Este proceso industrial requiere reglamentación específica que no existe en nuestro país, que permita evitar daño a los ecosistemas marinos y secundariamente a las comunidades que vivan en el territorio costero.

Dentro de los principales sectores productivos, la minería utiliza grandes volúmenes de agua y es el que menos devolución realiza (20%, según Escenarios Hídricos 2030). Lo anterior debe ser revisado, para optimizar la innovación tecnológica que permita mejorar esta relación de captación/devolución de agua, ya que los ritmos de extracción actuales no parecen ser sostenibles en el tiempo, en cuanto a la disponibilidad de agua, su razonable priorización para el consumo humano y la mantención de los ecosistemas naturales.

5.- Movilidad a Energía Humana:

El sedentarismo es un factor de riesgo para las enfermedades cardiovasculares y cánceres.

La decisión individual de optar por estilos de vida saludables, puede ser estimulada por políticas públicas y territorios saludables, que favorezcan la movilidad a energía humana, priorizando espacios para peatones y ciclos, que interconecten con un fortalecido y moderno transporte colectivo.

El Colegio Médico de Chile adhirió al "Acuerdo de Movilidad a Energía Humana", junto con otras organizaciones e instituciones gubernamentales como el

Ministerio de Vivienda y Urbanismo, entendiendo que existe un doble efecto beneficioso, tanto para la salud de las personas como para el medio ambiente, en la medida que pueda disminuir la utilización de medios de transporte dependientes de combustibles fósiles.

Un aumento enérgico de ciclovías en nuestras ciudades, junto a políticas de tránsito, que permitan una coexistencia segura entre peatones, ciclos y los otros medios de transporte, sería un aporte concreto y costo/efectivo a la promoción de salud y prevención de enfermedades crónicas no transmisibles. En este sentido una coordinación intersectorial fluida, permitiría concretar "kilómetros de vida saludable" en plazos cortos, mejorando la conexión de los distintos sectores de las ciudades.

6.- Espacios públicos inclusivos y saludables:

La Organización Mundial de la Salud y la Organización Panamericana de la Salud desde hace más de dos décadas han reconocido que las ciudades pueden o no, promover la salud. En noviembre de 2023, se realizó en Chile el "VI encuentro de alcaldes y alcaldesas por Municipios Saludables de la región de las Américas".

En este aspecto, el aporte al control de enfermedades crónicas no transmisibles, la promoción en salud mental, la prevención

de consumo de drogas y la inclusión de diversidades y personas con discapacidad, a través de ciudades saludables, con áreas verdes e instalaciones deportivas de uso público, puede ser altamente incidente en el logro de una comunidad más saludable e integrada, que facilite el desarrollo de los proyectos vitales de todos sus integrantes de manera armónica y resiliente.

Lo anterior sintoniza con la "Estrategia Ciudades Verdes", recientemente promulgada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, en línea con la relación entre salud humana, cambio climático y salud planetaria.

II.- Contaminación en Población Infantojuvenil

CONTAMINACIÓN EN POBLACIÓN INFANTOJUVENIL

Diferentes instituciones nacionales como internacionales han demostrado que la contaminación por diferentes elementos en población infantil es aún más grave debido al peso corporal y la ingesta oral, determinando que los niños se encuentran más expuestos a daños provocados por la contaminación según lo señalado por la agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA 2004), (11).

Tabla 4
Concentración con un 95% de confidencialidad, consumo diario del químico e índice de peligrosidad. Valores del índice de peligrosidad ≥ 1 indican peligro relacionado a dicho contaminante, para cobre se usó nivel máximo de residuo (MRL), para los otros elementos se usó la dosis de referencia (RfD).

			Consumo diario del químico						Índice de peligrosidad			
	Concentración 95% de confidencialidad ($mg \cdot kg^{-1}$)		2 años de exposición niños ($mg \cdot kg^{-1} día^{-1}$)		Exposición crónica ($mg \cdot kg^{-1} día^{-1}$)		Dosis de referencia ($mg \cdot kg^{-1} día^{-1}$)		2 años de exposición niños ($mg \cdot kg^{-1} día^{-1}$)		Exposición crónica ($mg \cdot kg^{-1} día^{-1}$)	
	< 0.5 km	0.5-1 km	< 0.5 km	0.5-1 km	< 0.5 km	0.5-1 km			< 0.5 km	0.5-1 km	< 0.5 km	0.5-1 km
As	102	46	0.001	0.001	0.0001	0.0001	RfD	0.0003	**4.3**	**1.9**	0.5	0.2
Cu	4987	3553	0.062	0.044	0.0071	0.0051	MRL	0.01	**6.2**	**4.4**	0.7	0.5
Mn	999	656	0.012	0.008	0.0014	0.0009	RfD	0.14	0.1	0.1	0.0	0.0
Mo	53	48	0.001	0.001	0.0001	0.0001	RfD	0.005	0.1	0.1	0.0	0.0
Pb	366	395	0.005	0.005	0.0005	0.0006	RfD	-	-	-	-	-
Zn	2832	2308	0.035	0.029	0.004	0.0033	RfD	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0

ALTERACIÓN DEL NEURODESARROLLO Y CONTAMINACIÓN

Dr. Jaime González Oporto
Neurólogo Infantil

El impacto de los metales en el cerebro de un niño en su proceso de crecimiento, tanto en periodo pre y post natal, estudiados en poblaciones con cercanía tanto a minas abandonadas o en plena explotación sin control suficiente, están asociado a alteraciones del neurodesarrollo, existiendo suficiente evidencia que demuestra el impacto negativo en los test que miden el desarrollo.

El daño a nivel cerebral se puede inferir de datos aportados por estudios en animales, centrándose patológicamente en el hipocampo, específicamente a nivel sináptico, interrumpiendo la calidad de la comunicación neuronal, que en la práctica clínica se puede expresar como trastornos motores y/ o cognitivos.

A nivel prenatal, la exposición de las madres en gestación a **mercurio y arsénico** se asoció a mayor incidencia de **aborto**

espontáneo, muerte fetal, anomalías congénitas y partos dificultosos, factores que se observaron en una población en Tanzania que residía cerca de minas de oro sin regulación (12).
En Chile la asociación de mercurio de uso en pequeña minería de oro, afectó principalmente la función motora en niños (15).

En un estudio en una población Navaja en Estados Unidos de Norteamérica, se estudió población que vive cerca de minas abandonadas, se evidenció en lactantes cuyas madres estuvieron expuestas a metales, alteraciones significativas en el neurodesarrollo. Los metales asociados a estas alteraciones son **cadmio, plomo, arsénico, antimonio, cobre y molibdeno (13)**.

Las alteraciones neurológicas se pueden dividir en trastorno de la función motora tanto fina como gruesa. Las exposiciones prenatales al **plomo** se asociaron con un menor funcionamiento motor de los niños pequeños, particularmente el desarrollo de las habilidades motoras finas y el **cadmio** se asoció a trastorno motores gruesos. Las exposiciones al **arsénico, al antimonio y al molibdeno** se asociaron negativamente con diferentes aspectos del desarrollo cognitivo de los bebés (16).

En relación con el **autismo** y metales, una revisión sistemática no logra evidenciar una correlación directa en la etiología de este trastorno del neurodesarrollo y metales, se debe considerar también que no es posible un estudio metodológico adecuado y más aún ético. Pero se encontró una correlación positiva entre las concentraciones de **metales (plomo, aluminio, arsénico y cadmio)** y la **gravedad de los síntomas de autismo e inversamente proporcional con el nivel cognitivo de los niños con autismo**, sobre todo los asociados a altos niveles de **plomo, molibdeno y manganeso, en resumen, si bien no existe evidencia que los metales actúan como etiología del autismo, si actúan en la gravedad de los síntomas y en el perfil cognitivo de estos niños (17, 18).**

Por otro lado, la contaminación con alto contenido de **plomo y mercurio** están asociadas con el trastorno por **déficit de atención con hiperactividad**, sobre todo en la gravedad de sus síntomas.

En general los estudios muestran una asociación negativa entre los biomarcadores de todos los metales ambientales **(As, Cd, Hg, Mn y Pb)** estudiados y el desarrollo neurológico en niños pequeños. Los niños que viven en

ambientes contaminados relacionados con el procesamiento de metales están expuestos de manera desproporcionada a una amplia gama de sustancias neurotóxicas concurrentes. Existe fuerte evidencia de lugares altamente representativas del mundo (África, Asia y América Latina) de que las sustancias neurotóxicas estudiadas afectaron negativamente las áreas del cerebro asociadas con el lenguaje, la memoria y la función ejecutiva, así como el comportamiento psicosocial. La protección del medio ambiente y de los niños en desarrollo, de la extracción y el procesamiento de metales no regulados y altamente contaminantes están entrelazados y merecen atención urgente.

III.- Contaminación y Enfermedades Cardiovasculares

CONTAMINACIÓN Y ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES

Dr. José Torres Encina
Cardiólogo

El acopio de sustancias peligrosas en áreas urbanas, en particular los metales pesados, representan una amenaza significativa para la salud pública, con efectos particularmente severos en el sistema cardiovascular. Este informe proporciona una revisión exhaustiva de los efectos adversos de varios metales pesados, incluyendo **plomo (Pb), cadmio (Cd), arsénico (As) y mercurio (Hg),** sobre la salud cardiovascular. Basado en evidencia científica sólida, el documento detalla las fuentes de estos metales, su almacenamiento en el cuerpo humano, y los mecanismos de daño que inducen enfermedades cardiovasculares.

Los estudios revisados muestran que la exposición a metales pesados está asociada con un mayor riesgo de **hipertensión, enfermedad coronaria, aterosclerosis y accidentes cerebrovasculares.**

Los metales pesados inducen daño cardiovascular a través de varios mecanismos, incluyendo el estrés oxidativo, la

inflamación y la disfunción endotelial. Estos procesos biológicos deterioran la función de las células y tejidos del sistema cardiovascular, aumentando significativamente el riesgo de desarrollar enfermedades graves.

La evidencia científica recopilada en este informe subraya la necesidad urgente de implementar políticas públicas estrictas para controlar y reducir la emisión de metales pesados.

En base a ello no se recomienda el acopio de sustancias peligrosas y metales pesados en áreas cercanas a zonas urbanas debido a sus graves consecuencias para la salud cardiovascular.

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son la principal causa de muerte a nivel mundial, contribuyendo significativamente a la discapacidad. Se estima que cada año más de 18.6 millones de personas mueren por ECV, representando el 31% del total de muertes en el mundo (19).

Además, más de 500 millones de personas padecen alguna forma de ECV (20). El 2019, las ECV fueron responsables del 15.5% de la carga global de enfermedades (21). A pesar

de una disminución del 16% en las tasas de mortalidad por ECV entre 2005 y 2015, algunos análisis recientes indican que la tasa estandarizada por edad de ECV ha comenzado a aumentar en ciertos lugares donde anteriormente estaba disminuyendo (20).

En Chile, las enfermedades del sistema circulatorio son una de las principales causas de muerte, ocupando el primer lugar en 2018 con 28,199 defunciones, lo que representó el 26.4% del total de muertes (22). La presión arterial alta es el principal factor de riesgo de las enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, con una prevalencia del 27.6% a nivel nacional (23).

En la región de Antofagasta, las ECV representan un problema crítico de salud pública debido a los altos niveles de contaminación por metales pesados, derivados de la intensa actividad minera e industrial. La exposición a estos metales, **como plomo (Pb), cadmio (Cd), arsénico (As) y mercurio (Hg),** se ha vinculado con un incremento significativo en el riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares.

Efectos de los Metales en la Salud Cardiovascular

Plomo (Pb):

Almacenamiento Biológico: El plomo se acumula en huesos y tejidos blandos, liberándose lentamente y causando exposición crónica (24,25).

Efectos en la Salud Cardiovascular: La exposición al plomo está asociada con hipertensión, enfermedad coronaria y accidente cerebrovascular. Estudios han demostrado que incluso niveles bajos de plomo en sangre pueden aumentar significativamente el riesgo de enfermedades cardiovasculares (24,25).

Cadmio (Cd):

Almacenamiento Biológico: El cadmio se acumula en el hígado, riñones y otros órganos, con una vida media de excreción de 15 a 45 años (24,25,26).

Efectos en la Salud Cardiovascular: La exposición al cadmio se ha relacionado con un mayor riesgo de aterosclerosis, hipertensión y enfermedades coronarias. Este metal pesado puede inducir estrés oxidativo y daño endotelial, contribuyendo al desarrollode enfermedades cardiovasculares (26,27).

Arsénico (As):

Almacenamiento Biológico: El arsénico se encuentra predominantemente en agua subterránea contaminada, afectando el agua potable y los alimentos cultivados en suelos contaminados (24,28).

Efectos en la Salud Cardiovascular: La exposición crónica al arsénico está asociada con un aumento del riesgo de enfermedades arteriales periféricas, hipertensión y enfermedades coronarias. El arsénico puede causar estrés oxidativo y apoptosis celular, aumentando la cardiotoxicidad (24,28).

Mercurio (Hg):

Almacenamiento Biológico: El mercurio puede acumularse en el cerebro y los riñones (29).

Efectos en la Salud Cardiovascular: La exposición al mercurio está relacionada con hipertensión, aumento de la rigidez arterial y enfermedades coronarias. El mercurio puede causar daño oxidativo y alteraciones en la función endotelial (29).

Mecanismo de Daño

Se han descrito tres principales mecanismos de daño de los metales pesados en la salud cardiovascular:

a) Estrés Oxidativo:

Los metales pesados como el plomo, cadmio y mercurio inducen la producción de especies reactivas de oxígeno (ROS), lo que lleva a un daño oxidativo en las células y tejidos del sistema cardiovascular. Este daño puede resultar en la disfunción endotelial y la progresión de la aterosclerosis (24,26).

b) Inflamación:

La exposición a metales pesados activa las vías inflamatorias, promoviendo la inflamación crónica que contribuye al desarrollo de enfermedades cardiovasculares.El cadmio, por ejemplo, ha demostrado aumentar la permeabilidad endotelial y la apoptosis celular (26, 27).

c) Disfunción Endotelial:

La exposición a metales pesados afecta la función normal de las células endoteliales que recubren los vasos sanguíneos. La disfunción endotelial es un precursor clave de la aterosclerosis y otras enfermedades cardiovasculares. El plomo y el arsénico son conocidos por interferir con la biodisponibilidad del óxido nítrico, una molécula crucial para la salud vascular (24,27).

La acumulación de metales pesados en entornos urbanos

representa un riesgo para la salud cardiovascular de la población. La evidencia científica demuestra que la exposición continua e involuntaria a estos metales conduce a un aumento de la incidencia de hipertensión, enfermedades coronarias y accidentes cerebrovasculares. Es imperativo que se implementen políticas públicas estrictas para controlar y reducir la emisión de estos metales, así como para promover la educación y concienciación pública sobre los riesgos asociados.

En particular, no se recomienda el acopio de sustancias peligrosas y metales pesados en áreas cercanas a zonas urbanas debido al alto riesgo de exposición y sus graves consecuencias para la salud cardiovascular (24, 25, 26, 27, 28).

El acopio de sustancias peligrosas en zonas urbanas puede incidir directamente en un aumento de la patología cardiovascular en los habitantes de dicha área.

IV.-Cáncer y Contaminación

CÁNCER Y CONTAMINACIÓN EN LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA

Dr. Gonzalo Pavez Lagos
Radioterapeuta

Para el desarrollo de cáncer en los seres humanos contribuyen múltiples factores y si bien por definición es considerada una enfermedad genética en su etiopatogenia, sólo 5-8% se debe por mutaciones genéticas heredables, mientras que un 80-95% de los casos estarían relacionados a factores ambientales. En cuanto a éstos, según la OMS, el 35% de las muertes causadas por cáncer en todo el mundo se deben a factores de riesgo potencialmente modificables relacionados al estilo de vida, incluido el tabaquismo y el consumo de alcohol, infecciones, parásitos, exposición a la luz ultravioleta, mediante dispositivos que emiten radiación ultravioleta, polución ambiental, factores dietéticos, terapia de reemplazo hormonal, así como exposición a radiaciones ionizantes (Schottenfeld, 2006; Parra-Soto et al., 2021) (64, 68).

Existen distintas agencias e iniciativas internacionales y nacionales dedicadas a analizar el impacto de los distintos factores contribuyentes al desarrollo de cáncer:

-IARC: Agencia internacional de investigación en cáncer (59).

-EPA: Agencia de protección ambiental de Estados Unidos (50).

-ATSDR: Agencia estadounidense de sustancias tóxicas y registro de enfermedades (70).

-Plan Europeo de Lucha contra el Cáncer: Articulación conjunta con la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) (51, 71).

Se describen los siguientes factores ambientales, mencionados con mayor énfasis tanto por la literatura científica como por las distintas autoridades de salud internacionales:

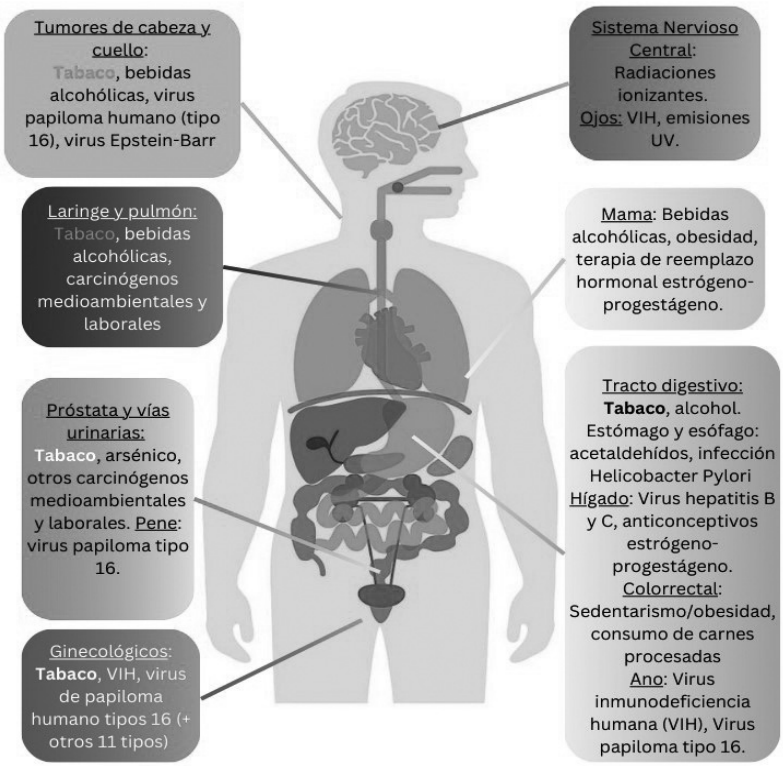


Fig.1 Síntesis de principales factores de riesgo ambientales en grupo 1 de IARC (alta asociación a cáncer). Tabla completa disponible en https://monographs.iarc.who.int/wp-content/uploads/2020/12/OrganSitePoster.PlusHandbooks.Spanish.pdf (52).

En nuestro país contamos con el Plan Nacional contra el Cáncer (Chile). Aprobado en 2018, con nueva actualización de propuestas 2022-2027 ("Ministra De Salud Encabezó Presentación De Nuevas Estrategias Del Plan Nacional De Cáncer.") DIPRECE (marzo/2024) (62). Sus objetivos actualizados contemplan disminuir la mortalidad prematura por cáncer en población general, reducir el incremento de las tasas de incidencia ajustada estimada por cáncer, aumentar la sobrevida relativa de las personas con diagnóstico de cáncer y reducir el impacto del cáncer en la calidad de vida de las personas con diagnóstico oncológico (MINSAL, Chile, 2022) (63).

El informe de los años 2009-2018 del Departamento de Epidemiología del Ministerio de Salud describe que los tumores pasaron a ser la primera causa de muerte según tasa ajustada de mortalidad, superando a las muertes por enfermedades cardiovasculares para el mismo período (Departamento de epidemiología del Ministerio de Salud de Chile, 2022) (56).

Es de destacar que Antofagasta registra las tasas de incidencia y mortalidad por cáncer más altas del país. La mortalidad por cáncer de pulmón en la región de Antofagasta es de 43 por cada 100.000 habitantes, comparada con 15 por cada 100.000

en Biobío, lo que representa casi tres veces más (Ministerio de Salud. Departamento de Epidemiología., 2024) (62). La incidencia de cáncer de pulmón es de 56.6 por cada 100.000 habitantes, frente a 7.6 por cada 100.000 en Maule, lo que equivale a un aumento de 7.4 veces. Esto nos sitúa entre las regiones con las tasas de cáncer de vías respiratorias más altas del mundo. Es importante destacar que solo el 59% de los pacientes diagnosticados ha fumado o fuma actualmente, y que la región tiene tasas de dependencia al tabaco inferiores al promedio nacional. El 86% de los pacientes atendidos por cáncer de vías respiratorias en el Centro Oncológico del Norte provienen de la comuna de Antofagasta, institución que cubre las necesidades de radioterapia de la población de cuatro regiones del país. Además, el 60% de los casos se diagnostican en etapa IV, en contraste con el 49% de los pacientes de algunas comunas de Santiago (datos de registro regional del cáncer pendientes de publicación).

En la región, se ha documentado la presencia de metales con impacto biológico significativo, como plomo, zinc y cobre (Pérez-Trujillo, 2024) (65), además de la exposición a arsénico que afectó a una parte considerable de la población entre 1948 y 1970 (Ferreccio & et al., 1998; Craig M. Steinmaus, et al., 2013) (55,57).

El impacto de la industria de la explotación del cobre es amplio, abarcando una variedad de patologías asociadas a la exposición laboral de los trabajadores del sector. Sin embargo, solo un pequeño porcentaje de estas patologías ha sido reconocido como enfermedad profesional, de acuerdo con el Protocolo de 2002 del Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores de la OIT (*Protocolo P155 - Protocolo De 2002 Relativo Al Convenio Sobre Seguridad y Salud de Los Trabajadores, 1981*) (66). Esta definición se refiere a cualquier enfermedad contraída por la exposición a factores de riesgo relacionados con la actividad laboral. Nuestro país alcanzaría una producción de cobre de 7,04 millones de toneladas al año 2030, una tasa de crecimiento promedio de 1,6%, con un peak en el año 2027 de 7.33 millones de toneladas, con 16.9 millones de toneladas métricas secas en forma de concentrado (Comisión Chilena del Cobre, 2019) (54). Recientemente se ha publicado en prensa que ATI reclamará una multa impuesta por la Superintendencia de Medioambiente, ante el Primer Tribunal Ambiental. Dicha multa tiene relación con los plazos de limpieza del centro portuario de Antofagasta, tras el manejo inadecuado del embarque y transporte de concentrado de cobre.

Dicho material contiene alrededor de 16 o más aleaciones, con concentraciones de cobre que varían entre el 24% y el 29%, mientras que el resto de los metales, como hierro, molibdeno, azufre, silicio y aluminio, están presentes en concentraciones variables (Hoja de datos de seguridad, para Compañía Minera Teck Quebrada Blanca, 2023). Además, se encuentran impurezas penalizadas en la comercialización, como arsénico, níquel, cobalto, zinc, cloro y mercurio, entre otros 17 elementos (Comisión Chilena del Cobre, 2021) (54). En las fundiciones, también se pueden encontrar dosis significativas de dióxido de azufre y sulfuro de hidrógeno.

Metal implicado	Consecuencias para la salud humana	Vía de adquisición en el cuerpo humano
Cadmio	Daño renal, óseo, hipertensión arterial, cáncer de pulmón (en potenciación con efecto de arsénico).	Alimentos contaminados.
Plomo	Alopecia, daño neurológico, déficit atencional, trastornos conductuales, trastornos del crecimiento, hipertensión arterial,	Ingestión por alimentos o agua, inhalación, transmisión vertical a través de placenta y leche materna.

	daño renal, anemia, infertilidad, cáncer gástrico.	
Mercurio	Daño neurológico, hipertensión, carcinogénesis no clasificable (metilmercurio IARC 2b posiblemente ocasiona cáncer, mercurio inorgánico no clasificable aún).	Ingestión de productos del mar (metilmercurio), transmisión vertical a través de placenta y leche materna.
Arsénico	Aumenta el riesgo de cáncer de vejiga, cáncer de pulmón, cáncer renal, cáncer de hígado.	Ingesta de agua y alimentos, tabaquismo, procesos industriales.
Níquel	Subsúlfuro de níquel, sales solubles de níquel y polvo de refinería de níquel se han catalogado como carcinógenos (IARC grupo 1A).	Ingestión, inhalación o contacto con la piel.
Cobalto	Daño visual, vómitos y náuseas, toxicidad cardíaca, daño tiroideo, asma, neumonía y fibrosis pulmonar. Aumento de riesgo de cáncer pulmonar en ratas	Ingesta de agua o alimentos, inhalación en lugares de producción minera.

	(aún no demostrado en humanos, pero con alta sospecha de impacto).	

En cuanto a los riesgos documentados del concentrado de cobre, la exposición aguda puede causar alergias y síndrome de fiebre de metales, mientras que la exposición crónica está asociada con enfermedades respiratorias crónicas, cáncer de vías respiratorias y otros cánceres relacionados con metales (Ferrer, A., 2003) (58). Aunque el concentrado de cobre no se clasifica como material directamente carcinógeno, algunos de sus compuestos sí presentan riesgos de carcinogénesis. El sílice cristalino, por ejemplo, está catalogado como carcinógeno para humanos (categoría 1 OMS/IARC) y es un factor importante en el cáncer de vías respiratorias (Rice FL, Park R, Stayner L, 2001) (67).

Entre otros metales de interés carcinógeno, la división europea de la OMS ha mostrado gran preocupación por la regulación de mercurio y plomo en suspensión, además de cadmio. Desde 2007, la preocupación incluso ha estado en su diseminación transfronteriza (World Health Organization. Regional Office for Europe, 2007) (72).

Tabla 1. Síntesis de metales pesados con mayor toxicidad para la salud humana (21).

Ante la crítica situación epidemiológica en la que se encuentra el manejo del cáncer en la región, estos datos deben ser un llamado a la acción de parte de la ciudadanía, así como también de autoridades locales y centrales. La correcta prevención del cáncer se desglosa en cuatro niveles en los que la región debe avanzar con urgencia: 1) prevención primaria: disminuir factores de riesgo prevenibles (disminuir consumo de alcohol, suspender tabaquismo, realizar actividad física, dieta saludable y autocuidado sexual) , 2) prevención secundaria: realizarse evaluaciones de pesquisa precoz de cáncer (PAP, mamografía, antígeno prostático, colonoscopía, prevención de infección por Helicobacter Pylori, vacunación contra papiloma en escolares), 3) prevención terciaria: acceder a tratamientos oportunos (optimizar manejo de listas de espera por parte de gestores en salud), 4) prevención cuaternaria: asegurar el correcto seguimiento de pacientes que ya han recibido tratamientos, con el fin de detectar precozmente posibles recaídas.

Será posible avanzar en estos ejes si las autoridades locales se encuentran empoderadas para disminuir los factores de riesgo ambientales de cáncer, fijando metas posibles de

cumplir y con compromiso ciudadano suficiente que respalde las políticas públicas que tengan que ser implementada.

CÁNCER DE PIEL

Dr. Carlos Toloza Salech
Dermatólogo

En la ciudad de Antofagasta, ubicada en el norte de Chile y conocida por su intensa actividad portuaria y minera, los carcinógenos ambientales juegan un papel significativo en la incidencia del cáncer de piel. La exposición a diversas sustancias tóxicas y contaminantes derivados de estas actividades industriales contribuye al aumento de casos de cáncer de piel en la población local.

Entre los principales carcinógenos asociados con la actividad portuaria y minera en Antofagasta se encuentran el **polvo mineral, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y los metales pesados como el arsénico y el plomo**. Estos carcinógenos afectan la salud de las personas de varias maneras, entre ellas incrementando el riesgo de desarrollar **cáncer de piel**.

El polvo mineral, que incluye partículas de **cobre, plomo, zinc y otros metales pesados**, es un subproducto común de las actividades mineras y portuarias en Antofagasta. La exposición crónica a estas partículas puede provocar irritación y contribuir al desarrollo de cáncer de piel a través de mecanismos inflamatorios y de estrés oxidativo. Además,

las actividades portuarias generan emisiones de **HAP**, que son compuestos químicos conocidos por su capacidad carcinogénica. Los **hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)** pueden depositarse en la piel y aumentar la probabilidad de generar tumores.

Otro factor relevante es la elevada radiación ultravioleta (UV) a la que están expuestos los habitantes de Antofagasta debido a su ubicación geográfica en una región de alta radiación solar. La combinación de esta exposición solar intensa con la presencia de contaminantes industriales crea un entorno particularmente nocivo para la piel. Los contaminantes pueden alterar el metabolismo de la piel y disminuir su capacidad para reparar el daño inducido por la radiación UV, exacerbando el riesgo de cáncer cutáneo.

Además, los metales pesados presentes en el polvo mineral, como el **arsénico y el plomo,** tienen propiedades carcinogénicas que afectan la salud dérmica.

El **plomo,** aunque menos directamente asociado con el cáncer de piel, puede contribuir a la toxicidad general y debilitar la resistencia de la piel a otros carcinógenos.

El **arsénico**, en particular, está asociado con un mayor riesgo de cáncer de piel, ya que puede inducir cambios en las células epiteliales y afectar la respuesta inmunitaria.

La contaminación por **arsénico** es un problema global y muchos países informan problemas de contaminación por arsénico en fuentes naturales de agua y el medio ambiente circundante. (Mohan & Pittman, 2007) (38). Sin embargo, en Antofagasta se cree que los altos niveles de arsénico se derivan además de las actividades del puerto, incluido el manejo y almacenamiento de minerales y otros materiales peligrosos. (Harper y Miranda, 1990) (39).

La presencia de **arsénico** en el medio ambiente se ha relacionado con una mayor incidencia de diversas formas de cáncer, incluido el cáncer de piel. (Bissen & Frimmel, 2003) (40). La exposición prolongada al **arsénico**, incluso en niveles relativamente bajos, puede provocar una variedad de problemas de salud, incluso otros tipos de cáncer como de pulmón, vejiga y riñón.

Para abordar este problema, es fundamental implementar estrategias integrales de prevención y control, que incluyan el monitoreo y reducción de la emisión de carcinógenos, así como la promoción de medidas de protección solar y educación para la salud pública. Además, se deben llevar a cabo estudios epidemiológicos que evalúen la relación entre la exposición a estos carcinógenos y la incidencia del cáncer de piel en la población de Antofagasta para desarrollar

políticas y prácticas más efectivas en la protección de la salud de los habitantes.

CÁNCER DE PULMÓN

Dr. Paulo Pereira Barrera
Cirujano de Tórax

Según la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC por sus siglas en inglés), desde el 2018 en Chile el cáncer de pulmón ocupó el primer lugar de mortalidad por causa neoplásica con 3.581, superando por primera vez al cáncer gástrico (3.478). Ya en 2022, estas cifras suben a 3944 y 3924, respectivamente.

Como centro de referencia de la macrozona norte, el hospital regional de Antofagasta tiene una población potencial de 1.536.476 personas según el último censo (Arica y Parinacota 243.149, Tarapacá 344.760, Antofagasta 631.875, Atacama 316.692). Si verificamos la mortalidad por causa en estas regiones, en todas las Neoplasias son la principal, excepto en la región de Atacama, en que las enfermedades del sistema circulatorio ocupan el primer lugar (seguido de cerca por las neoplasias), y en las 4 regiones la principal causa de muerte neoplásica es por tumores malignos de la tráquea, de los bronquios y del pulmón, destacando negativamente nuestra región, con una tasa de mortalidad de 30,4 por 100 mil

habitantes, muy por sobre la media nacional de 17,41, según las últimas cifras publicadas por el DEIS.

Según la etapa de presentación el cáncer de pulmón se manifiesta en un 14% en etapa I-II (cirugía curativa R0), en 16% en etapa IIIa (en algunos casos cirugía curativa R0) y en un 70% en etapa IIIb-IV, en que ya no es posible la resección quirúrgica con fines curativos, sólo paliativo. Por esta tardía pesquisa en etapas avanzadas de la enfermedad, el cáncer de pulmón de forma global presenta una sobrevida a 5 años cercana al 20%. Dentro de sus factores de riesgo encontramos principalmente al tabaquismo, que según la ENS 2016-2017, un tercio de la población se declara fumadora (33,3%), y cerca de un sexto se encuentra expuesta a humo del tabaco en domicilio a pesar de no ser fumadores (15,2%). O sea, casi la mitad de la población se encuentra expuesta al humo del tabaco, con un altísimo riesgo de poder generan un cáncer.

Del mismo modo, la IARC ha identificado una lista de agentes conocidos por causar cáncer de pulmón, como lo son el **radón, arsénico, asbesto, berilio, cadmio, cromo, níquel, sílice, uranio** entre otros, teniendo un riesgo relativo de 1.59 según cifras de Estados Unidos en aquellas personas

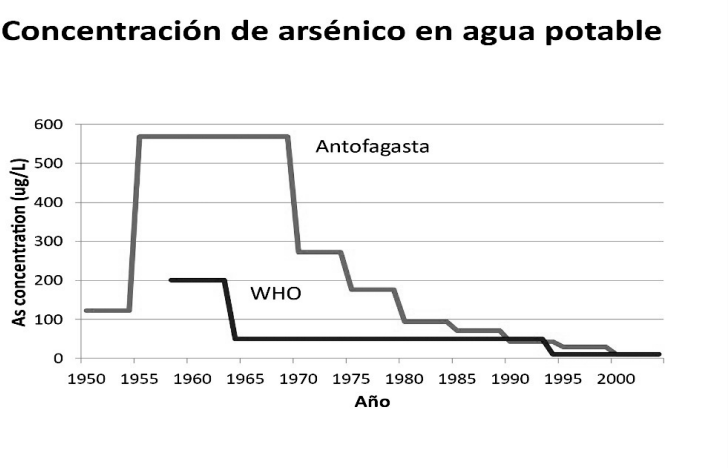
expuestas a estos elementos. (NCCN Guidelines Versión 2.2024, Lung Cáncer Screening) (41).

CÁNCER DE VEJIGA

Dr. Patricio Valdebenito
Urólogo

Antes de 1958, los niveles de arsénico en el agua potable de Antofagasta eran aproximadamente 90 microgramos/litro. Con la posterior suplementación del Rio Toconce, afluente precordillerano con altos niveles de este mineral, la concentración alcanzó los 870 microgramos/litro (42), lo que superaba aproximadamente 15 veces lo recomendado por la OMS en esos años. Dicho límite se fue ajustando en el tiempo, llegando a la actual norma internacional que lo limita a 10 microgramos/litro. Es decir, la población de las décadas del 50 al 70 estuvo expuesta a concentraciones de arsénico casi 100 veces mayores a lo recomendado actualmente.

Recién en 1971 se instaló una planta de abatimiento del agua, la que redujo de forma considerable sus niveles y en el 2003 comenzó a funcionar la planta desaladora en Antofagasta logrando reducir la concentración de arsénico a valores internacionalmente aceptados.



Al analizar los principales factores de riesgo para el Cáncer de Vejiga, no hay diferencias en el hábito tabáquico entre la población de Antofagasta y la del resto del país, pero efectivamente los habitantes de esta región estuvieron expuestos por casi 50 años a altos niveles de Arsénico en el agua potable, lo que parece ser el factor principal en la alta incidencia de Cáncer de Vejiga en la región. Otros factores son las radiaciones ionizantes y la exposición a aminas aromáticas (43).

En la literatura internacional hay múltiples trabajos de investigación que muestran la relación entre el Cáncer de Vejiga y la exposición prolongada al arsénico (en poblaciones en Taiwan y Argentina) (44, 45).

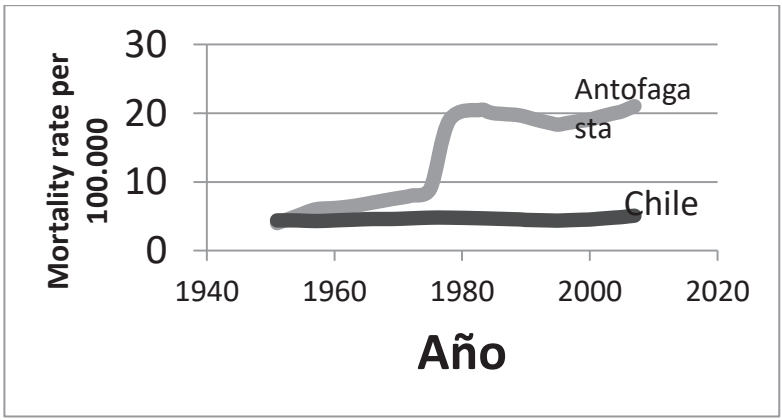
También, en distintos estudios, se ha demostrado una gran latencia entre la exposición al arsénico y la aparición del Cáncer de Vejiga.(42)

Según cifras oficiales del MINSAL en Chile en el año 2022, se registraron 1.635 casos nuevos de Cáncer de Vejiga.

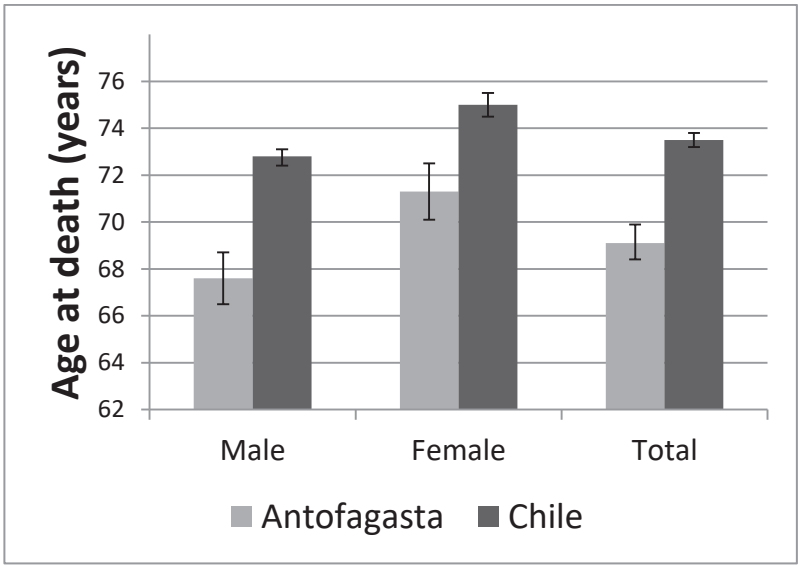
La incidencia nacional en hombres es de 7,2 x 100.000 habitantes y en mujeres es de 2,7 x 100.000 habitantes, muy por debajo de Antofagasta, región con una incidencia en hombres de 20,6 y en mujeres 8,1, es decir, tres veces mayor que en el resto del país.

Pero la importancia para nuestra región no está sólo dada por el mayor número de casos (incidencia), sino también por la agresividad con la que se presenta en comparación con la observada en el resto del país, dado que la gran mayoría de los pacientes que tratamos corresponden a casos con tumores de Etapa y Grado tumoral más avanzados (menor sobrevida especifica por cáncer), observándose un mayor riesgo de recurrencia y progresión desde enfermedad superficial a profunda.

Mortalidad ajustada por cáncer de vejiga (hombres)



Datos previos a 1970 obtenido de Marshall G et al. J Natl Cancer Inst 2007; 99: 920.



Desde el punto de vista del tratamiento actual, el Cáncer de Vejiga detectado precozmente (superficial) puede ser tratado de forma conservadora (Cirugía endoscópica, instilaciones vesicales de BCG y seguimiento con cistoscopias más citológicos urinarios), pero cuando progresa o es diagnosticada en etapa avanzada (músculo invasor) no metastásica, requiere una cirugía compleja, de alta morbilidad, realizada por un equipo de especialistas capacitados, más terapias coadyuvantes, todas de alto valor económico.

Es por esto que es de vital importancia realizar campañas para reducir el consumo de tabaco y además, promover una pesquisa dirigida a la población mayor de 50 años que vivió en la región, principalmente entre los años 1950 a 1971 y aquellos con signos de arsenicismo cutáneo, a realizarse exámenes de detección precoz como son examen de orina para detección de microhematuria y la cistoscopia cuando corresponda.

Finalmente, actualmente se están desarrollando estudios de investigación de tipo retrospectivo, con pacientes de Antofagasta, destinados a identificar las alteraciones genómicas presentes en las personas expuestas a este mineral,

con la intención de mejorar nuestro conocimiento y orientar nuestros tratamientos hacia una oncología de precisión, al identificar alteraciones moleculares específicas o mutaciones genéticas (biomarcadores) y en consecuencia ofrecer alternativas terapéuticas precisas y eficaces, mejorando sus perspectivas de vida.

V.- Cuidados Paliativos y Contaminación

CUIDADOS PALIATIVOS EN ANTOFAGASTA Y CONTAMINACIÓN

Dra. Jessica Troncoso Asís
Cuidados Paliativos

Hace más de una década que la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC, por sus siglas en inglés) clasificó a la contaminación ambiental exterior como cancerígena. La mayor parte de la evidencia epidemiológica que respalda esta clasificación proviene de estudios que muestran una asociación entre las partículas finas (PM 2,5, <2,5 μm) y el cáncer de pulmón. En esa línea de investigación, el estudio del Centro de Investigación Biomédica del University College London ha publicado en la revista Nature, sobre los peligros de la polución, y mostró que estar expuesto a **altos niveles de partículas finas puede incrementar el riesgo de desarrollar cáncer de pulmón en un periodo tan corto como tres años**.

En nuestra región el puerto de Antofagasta, administrado por el Estado de Chile, por décadas ha sido una fuente de contaminación atmosférica por metales pesados, que ha impactado en la calidad del aire, de los suelos urbanos, del ecosistema marino y la salud de personas que habitan en sus inmediaciones. Un estudio de la Universidad de Antofagasta

(47) que recoge la información publicada por el Instituto de Salud Pública, Colegio Médico de Chile y el Ministerio del Medio Ambiente, confirmó que la contaminación provenía de la actividad portuaria.

Existen además diversos focos de contaminación en la región que generan presencia altísima de metales pesados, que producen a la larga presencia de enfermedades variadas, siendo la más grave el cáncer.

Estas altas cifras de cáncer se ven agravadas por la carencia de especialistas oncológicos en la salud pública, que debe entregar el Estado, lo que genera una desigual oportunidad de detección, diagnóstico y tratamiento en etapas tempranas de esta enfermedad. Producto de esto, la región lleva el triste récord de tener las tasas más altas de muertes por cáncer en el país (30).

Pero no solamente nos preocupa el cáncer, en Nuestra Unidad de Cuidados Paliativos Universales vemos con preocupación el aumento significativo de pacientes con enfermedades pulmonares crónicas (que ascienden hasta un 7% del total de pacientes evaluados en la unidad) entre ellas; Enfermedades pulmonares intersticiales, Fibrosis Pulmonar y complicaciones de otras enfermedades respiratorias, lo que se traduce en una realidad diferente a otras regiones de Chile sin

este tipo de contaminación. Lamentablemente muchos pacientes llegan en etapas avanzadas de su enfermedad pulmonar, por lo que en varias oportunidades resulta invasivo el continuar con estudios confirmatorios (por el estado deteriorado del paciente), enfocándose principalmente en el manejo del dolor y disnea con medidas paliativas.

Por lo tanto, podemos concluir que existe un alto número de pacientes que presentan cuadros clínicos respiratorios (altamente sospechosos de fibrosis o cáncer pulmonar), en los cuales no se completa el estudio diagnóstico por proporcionalidad terapéutica. Estos datos podrían cambiar las estadísticas y estudios que se disponen en la actualidad, aumentando aún más drásticamente la cifra regional de morbimortalidad.

Hay que mencionar, que un amplio grupo de la población, no tiene antecedentes de tabaquismo crónico ni drogadicción que pudiera hacer sospechar como factor predisponente.

Finalmente, no podemos dejar de mencionar en la Región de Antofagasta, la relación con otros cánceres y la contaminación por arsénico, como lo son los cánceres uroteliales. y los cánceres hematológicos asociado a la contaminación por compuestos orgánicos volátiles (COV), lo que debería motivar mayores estudios locales (49).

REFERENCIAS

1. El poder de las ciudades: lucha contra las enfermedades no transmisibles y los traumatismos causados por el tránsito. [The power of cites:tacking noncommunicable diseses and roas traffic injuries]. Ginebra:Organización Mundial de la Salud; 2020. Licencia CC BY – NC-SA 3.0 IGO.
2. Informe IPCC 2023, 10 grandes hallazgos. Word Resources Institute.
3. OCE- Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile 2024 El informe y todos los datos están disponibles en http://oe.cd/epr-chile-2024.
4. Estrategia Nacional de Recursos Hídricos: 2012 – 2025. Ministerio de Obras Públicas.
5. El impacto climático de la basura: Análisis normativo de los residuos sólidos, la recuperación de los suelos y la minería de rellenos sanitarios. Revista de Derecho Ambiental núm 14 (2020) pág 71-95 DOI 10.5354/0719- 4633-2020.54151.
6. Reporte del Estado del Medio Ambiente 2022, SINIA, Ministerio del Medio Ambiente.

7. Alianza para la acción transformadora sobre Clima y Salud (ATACH), Organización Mundial de la Salud.
8. Salud y Contaminación por Plásticos. Organización Panamericana de la Salud.
9. Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
10. Exposición al Arsénico Ambiental en Niños de Antofagasta, II Región, Chile. Sandra Cortés A., Paulina Pino Z., Eduardo Atalah, Claudio Silva, Marcelo Jara. Escuela de Salud Pública, Facultad de Medicina, U. de Chile. Fac. de Ciencias de Salud, U. de Antofagasta.
11. US EPA (2004) Lead and compounds (inorganic) CASRN 7439-92-1.
12. Nyanza EC, Dewey D, Manyama M, Martin JW, Hatfield J, Bernier FP. Maternal exposure to arsenic and mercury and associated risk of adverse birth outcomes in small-scale gold mining communities in Northern Tanzania. Environ Int. 2020 Apr;137:105450. doi: 10.1016/j.envint.2019.105450. Epub 2020 Jan 31. PMID: 32014788.
13. Nozadi SS, Li L, Luo L, MacKenzie D, Erdei E, Du R, Roman CW, Hoover J, O'Donald E, Burnette C,

Lewis J. Prenatal Metal Exposures and Infants' Developmental Outcomes in a Navajo Population. Int J Environ Res Public Health. 2021 Dec 31;19(1):425. doi: 10.3390/ijerph19010425. PMID: 35010683; PMCID: PMC8744969.

14. Dórea JG. Neurodevelopment and exposure to neurotoxic metal(loid)s in environments polluted by mining, metal scrapping and smelters, and e-waste recycling in low and middle-income countries. Environ Res. 2021 Jun;197:111124. doi: 10.1016/j.envres.2021.111124. Epub 2021 Apr 13. PMID: 33861977.
15. Ohlander J, Huber SM, Schomaker M, Heumann C, Schierl R, Michalke B, Jenni OG, Caflisch J, Muñoz DM, von Ehrenstein OS, Radon K. Mercury and neuromotor function among children in a rural town in Chile. Int J Occup Environ Health. 2016 Jan;22(1):27-35. doi: 10.1080/10773525.2015.1125585. Epub 2016 Feb 1. PMID: 27078174; PMCID: PMC4894273.
16. Tellerías Lidya, Paris Enrique, Impacto de los tóxicos en el neurodesarrollo, Rev Chil Pediatr 2008; 79 Supl (1): 55-63.

17. Baj J, Flieger W, Flieger M, Forma A, Sitarz E, Skórzyńska-Dziduszko K, Grochowski C, Maciejewski R, Karakuła-Juchnowicz H. Autism spectrum disorder: Trace elements imbalances and the pathogenesis and severity of autistic symptoms. Neurosci Biobehav Rev. 2021 Oct;129:117-132. doi: 10.1016/j.neubiorev.2021.07.029. Epub 2021 Jul 31. PMID: 34339708.
18. Fiore M, Barone R, Copat C, Grasso A, Cristaldi A, Rizzo R, Ferrante M. Metal and essential element levels in hair and association with autism severity. J Trace Elem Med Biol. 2020 Jan;57:126409. doi: 10.1016/j.jtemb.2019.126409. Epub 2019 Sep 25. PMID: 31630927.
19. Joseph, P., Leong, D., McKee, M., Anand, S. S., Schwalm, J. D., Teo, K., et al. (2017). Reducing the Global Burden of Cardiovascular Disease, Part 1: The Epidemiology and Risk Factors. Circulation Research, 121(6), 677–694.
20. OMS. (2023). Cardiovascular diseases. Disponible en:https://www.who.int/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_1.
21. Roth, G. A., Mensah, G. A., Johnson, C. O., Addolorato, G., Ammirati, E.,Baddour, L. M., et al.

(2020). Global Burden of Cardiovascular Diseases and Risk Factors, 1990–2019: Update From the GBD 2019 Study. Journal of the American College of Cardiology, 76(25), 2982–3021.

22. Ministerio de Salud de Chile. (2018). Reporte de mortalidad 2018. Santiago, Chile.
23. Ministerio de Salud de Chile. (2018). Informe Encuesta Nacional de Salud. Riesgo Cardiovascular. Santiago, Chile.
24. Lamas, G. A., Navas-Acien, A., Mark, D. B., & Lee, K. L. (2016). Heavy metals, cardiovascular disease, and the unexpected benefits of edetate disodium chelation therapy. Journal of the American College of Cardiology, 67(20), 2411-2418.
25. Cheng, Y., Schwartz, J., Vokonas, P. S., Weiss, S. T., Aro, A., & Hu, H. (1998). Electrocardiographic conduction disturbances in association with low-level lead exposure (the normative aging study). American Journal of Cardiology, 82(5), 594-599.
26. Chung, C. J., Wu, C. D., Hwang, B. F., Wu, C. C., Huang, P. H., Ho, C. T., et al. (2020). Effects of ambient PM2.5 and particle-bound metals on the healthy residents living near an electric arc furnace: a

community-based study. Science of the Total Environment, 728, 138799.

27. Dudka, I., Kossowska, B., Senhadri, H., Latajka, R., Hajek, J., Andrzejak, R., Antonowicz-Juchniewicz, J., & Gancarz, R. (2014). Metabonomic analysis of serum of workers occupationally exposed to arsenic, cadmium and lead for biomarker research: a preliminary study. Environmental International, 68, 71- 81.
28. American Heart Association. (2023). Higher cardiovascular risk linked to toxic metals found in everyday life. Disponible en: https://www.heart.org.
29. Fernandes Azevedo, B., De Lima, N. M., & De Sousa, A. B. (2012). Toxic Effects of Mercury on the Cardiovascular and Central Nervous Systems. BioMed Research International, 2012.
30. Ministerio de Salud. Departamento de Epidemiología. Informe de Mortalidad por Cáncer en Chile, periodo 2009- 2020.
31. Datos de Dr. Santini, jefe de unidad de radioterapia Centro Oncológico del Norte (elaboración propia con tasas comparadas 2023).
32. Isabel Pizarro, et al. Bioavailability, Bioaccesibility of Heavy Metal Elements and Speciation of as in

Contaminated Areas of Chile. International Journal of Environmental Analytical Chemistry 03(01). Ene/2016.

33. Craig M. Steinmaus, et al. Drinking Water Arsenic in Northern Chile: High Cancer Risks 40 Years after Exposure Cessation. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev (2013) 22 (4): 623–630.
34. Protocolo de 2002 relativo al Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores, 1981 (https://normlex.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_INSTRUMENT_ID:312338, visitado en jul/2024).
35. Hoja de datos de seguridad. De acuerdo al Reglamento DS 57/2019. Elaboración para Compañía Minera Teck Quebrada Blanca. Mar/2023.
36. Exportación de concentrados de cobre: caracterización de condiciones comerciales. Dirección de Estudios y Políticas Pública. Comisión Chilena del Cobre. Abr/2021.
37. https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications (link a listado completo de clasificación de riesgo de carcinógenos y potenciales agentes de cáncer).

38. Mohan D. y Pittman J.C.U. (2007). Arsenic removal from water/wastewater using adsorbents – A critical review. J. Hazard.
39. Management of health risk in the arsenic production industry: modern production in Chile in the context of past experience in Britain, M Harper, G P Miranda. Ann Occup Hyg. 1990
40. Bissen, M. and Frimmel, F.H. (2003) Arsenic—A Review. Part I: Occurrence, Toxicity, Speciation, Mobility. Acta Hydrochimica et Hydrobiologica, 31, 9-18. http://dx.doi.org/10.1002/aheh.200390025.
41. **Lung Cancer Screening**. Guidelines. **NCCN Guidelines Version 2.2024**. - **Lung Cancer Screening**. Guidelines for Patients. **Lung Cancer Screening**-English **Version** 2023.
42. Fifty Years Study of lung and Bladder Cancer Mortality in Chile Related to Arsenic in Drinking Water, Marshall & Ferreccio. Revista JNCI, 2007.
43. López FJ et al (2015) Revista Chilena Urología 80:33.
44. Chen CJ, Chuang YC, Lin TM, Wu HY. Malignant neoplasms among residents of a blackfoot disease-endemic area in Taiwan: high – arsenic artesian well

water and cancers, Cancer Res, 1985, vol 45 (pg 5.895-9).

45. Hopenhayn-Rich C, Biggs ML, Smith AH. Lung and kidney cancer mortality associated with arsenic in drinking water in Cordoba, Argentina, Int J Epidemiol, 1998 vol.27 (}+pg 561-9).
46. https://www.biobiochile.cl/noticias/2015/01/23/galpon-de-acopio-de-cobre-en-antofagasta-seria-el-foco-contaminante-de-arsenico-y-plomo-en-ninos.shtml.
47. Tapia, JS., Valdés, J., Orrego, R., Tchernitchin, A., Dorador, C., Bolados, A., Harrod, C.(2018) Geologic and anthropogenic sources of contamination in settled dust of a historic mining port city in northern Chile: health risk implications. PeerJ 6:e4699; DOI 10.7717/peerj.4699URL: https://peerj.com/articles/4699/.
48. http://www.soychile.cl/Antofagasta/Sociedad/2018/04/12/527607/El-cancer-sigue-siendo-la-principal-causa-de-muerte-en-Antofagasta.aspx#comenta.
49. Informe EPU – CHILE: Exposición de Niños y Comunidades a Metales Pesados y Contaminantes del Aire en las Zonas de Sacrificio de Chile. Coalición Nacional de Comunidades por el Derecho a Vivir con un Aire Limpio. Julio 2018.

50. *Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos*. (n.d.). EPA en español | US EPA. Retrieved August 13, 2024, from https://espanol.epa.gov/.
51. *Agencia Europea de Medio Ambiente*. (n.d.). Agencia Europea de Medio Ambiente — Agencia Europea de Medio Ambiente. Retrieved August 13, 2024, from https://www.eea.europa.eu/es.
52. *Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes 1–136 – IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans*. (n.d.). IARC Monographs. Retrieved August 14, 2024, from https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/
53. Cabrera-Marutz, C.D., Velásquez-Alcalá, S., & Vrhovac-Biljesko, J.. (2014). Enfermedades profesionales en la industria del cobre: extracción, manufactura y reciclaje. *Med. segur. trab.*, *vol.60*(no.237). https://dx.doi.org/10.4321/S0465-546X2014000400010.
54. Comisión Chilena del Cobre. (2019). In *Proyección de la producción esperada de cobre en Chile 2019 - 2030*.
55. Craig M. Steinmaus, et al. (2013). Drinking Water Arsenic in Northern Chile: High Cancer Risks 40

Years after Exposure Cessation. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, *22*(4), 623–630.

56. Departamento de epidimología del Ministerio de Salud de Chile. (n.d.). In *INFORME DE VIGILANCIA DE CÁNCER ANÁLISIS DE MORTALIDAD PREMATURA Y AÑOS DE VIDA POTENCIAL PERDIDOS (AVPP) POR CÁNCER DÉCADA 2009-2018*.
57. Ferreccio, C., & et al. (1998). Lung cancer and arsenic exposure in drinking water: a case-control study in northern Chile. *Cadernos de Sàude Publica Reports in Public Health*, *14*(Sup. 3), 193-198.
58. Ferrer, A.. (n.d.). Intoxicación por metales. Anales del Sistema Sanitario de Navarra. *Anales Sis San Navarra*, *26*(Sup. 1), 141-153.
59. *IARC Publications – IARC*. (n.d.). International Agency for Research on Cancer. Retrieved August 13, 2024, from https://www.iarc.who.int/cards_page/iarc-publications/
60. Isabel Pizarro, et al. (2016). *Bioavailability, Bioaccesibility of Heavy Metal Elements and Speciation of as in Contaminated Areas of Chile* (Vol.

3(1)). International Journal of Environmental Analytical Chemistry.

61. Ministerio de Salud. Departamento de Epidemiología. (n.d.). In *Informe de Mortalidad por Cáncer en Chile, periodo 2009- 2020.*

62. Ministra de Salud encabezó presentación de nuevas estrategias del Plan Nacional de Cáncer. (2024, March 20). *DIPRECE*. https://diprece.minsal.cl/ministra-de-salud-encabezo-presentacion-de-nuevas-estrategias-del-plan-nacional-de-cancer/

63. MINSAL, Chile. (2022). In *Plan Nacional del Cáncer 2022-2027*.

64. Parra-Soto, S., & et al. (2021). Un tercio de los cánceres y las muertes asociadas se podrían prevenir si se cambiaran los estilos de vida en nuestro país. *Rev. méd. Chile*, *vol.149*(1).

65. Pérez-Trujillo, M. (2024). The impact of the mining industry, and its recent functional and spatial fragmentation, on regional labor market performance: The case of Antofagasta. *The Extractive Industries and Society*, *17*(101431).

66. *Protocolo P155 - Protocolo de 2002 relativo al Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores, 1981*. (n.d.). NORMLEX. Retrieved

August 14, 2024, from https://normlex.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_INSTRUMENT_ID:312338

67. Rice FL, Park R, Stayner L. (2001). Crystalline silica exposure and lung cancer mortality in diatomaceous earth industry workers: a quantitative risk assessment. *Occupational and Environmental Medicine*, *58*, 38-45.
68. Schottenfeld, D. (Ed.). (2006). *Cancer Epidemiology and Prevention*. Oxford University Press.
69. Torres, R. (2020). In *Exportaciones de CODELCO Los desafíos de una industria en transición*. Elaborado para la Comisión de Minería y Energía del Senado de la República. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
70. *Toxic Substances Portal | ATSDR*. (n.d.). CDC. Retrieved August 13, 2024, from https://wwwn.cdc.gov/TSP/index.aspx
71. *Un plan contra el cáncer para Europa*. (n.d.). European Commission. Retrieved August 13, 2024, from https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/promoting-our-

european-way-life/european-health-union/cancer-plan-europe_es

72. World Health Organization. Regional Office for Europe. (2007). *Health Risks of Heavy Metals from Long-range Transboundary Air Pollution*. World Health Organization Regional Office Europe.

El Colegio Médico Regional Antofagasta, al igual que el Colegio Médico de Chile, desde su creación en 1948, ha manifestado históricamente su preocupación por los fenómenos de contaminación y enfermedades presentes en la zona.

En 1968, el Dr. Antonio Rendic, médico colegiado, confirmó con análisis en Buenos Aires la presencia de arsénico en el agua potable de Antofagasta. Luego puso en antecedentes al gremio médico y la ciudadanía, sobre esta grave situación.

En 1968, el Dr. Edmundo Ziede Abud, ex presidente del Colmed Antofagasta, levantó una campaña pública y ciudadana, que obligó a las autoridades a iniciar la construcción de la primera planta abatidora de arsénico.

En 1996, el ex presidente del Colmed Antofagasta, Dr. Tomás Verdejo, puso en evidencia la contaminación por plomo en niños que vivían en los alrededores de los patios del ferrocarril, lo que obligó a las autoridades a sacar el metal pesado del centro de la ciudad hasta Portezuelo.

En 2009, el ex presidente de la entidad, Dr. Hugo Benítez, detectó mediante muestreos del Colmed, altos niveles de metales pesados en la costanera sur de Antofagasta, en la llamada Ruta del Plomo, la que fue sometida a limpieza.

En el año 2014, el ex presidente del Colmed Antofagasta, Dr. Aliro Bolados Castillo, gracias a muestreos del Colmed, verificó la contaminación polimetálica presente en los alrededores del puerto local, lo que dio paso a una campaña pública y marchas ciudadanas contra la contaminación en Antofagasta.

En 2023, la ex presidenta del Colmed Antofagasta, Dra. Pamela Schellman, llamó a las autoridades a poner fin a la contaminación en la zona tras la pandemia, a controlar la contaminación, mejorar los pasivos ambientales, eliminar las quemas del basural y avanzar hacia una región saludable.

Este 2024, el Colegio Médico Regional Antofagasta, presidido por el Dr. Michel Marín, llamó a las empresas, autoridades regionales y ciudadanía, a evitar los daños a la salud producto de la contaminación, controlar las fuentes, además de intensificar los exámenes preventivos a la población. Esto último, luego de advertir a la comunidad, con datos oficiales, la mayor mortalidad a nivel nacional por cáncer que afecta hoy a Antofagasta.

Por toda esta cronología, resulta relevante para el gremio médico, advertir sobre las graves implicancias de la contaminación en la salud.