

**De:** [Oficina de Partes](#)  
**A:** [normacov](#)  
**Cc:** [Núñez Riveros, Cristian \(Casa Matriz\)](#); [Guerrero Leiva, Fabian \(Casa Matriz\)](#)  
**Asunto:** Antecedentes a ingresar en expediente del anteproyecto de la norma primaria de calidad de COVs  
**Fecha:** viernes, 04 de septiembre de 2020 20:49:04  
**Archivos adjuntos:** [Carta 0368 ENAP antecedentes anteproyecto norma COVs.pdf](#)  
[Anexo 1 Antecedentes ENAP Norma Calidad Primaria COVs.pdf](#)  
[Anexo 2 Regulación comparada de Compuestos Orgánicos Volátiles.pdf](#)  
[Anexo 3 Informe Técnico Antecedentes para la elaboración de la norma primaria de COVs.pdf](#)

---

Estimados,

En el marco de la Res. Exe 415, que da inicio a la Elaboración del anteproyecto de norma primaria de calidad del aire para compuestos orgánicos volátiles (COVs), se adjunta información técnica para que sea considerada en el proceso.

Saludos cordiales.

Atte.-

Oficina de Partes Digital  
Empresa Nacional del Petróleo

Este mensaje es una comunicación privada. En caso de recepción accidental por terceras personas, sírvase remitir toda copia al emisor inmediatamente. La privacidad de esta comunicación goza de protección legal. En consecuencia, está prohibido leer, conservar, copiar, divulgar o transmitir todo o parte de este mensaje a personas diferentes de su destinatario legal o su emisor original. This message is a private communication. In case of accidental recipient by other than those addressed, refer all copies to sender. Sender and addresses are entitled to legal protection for the privacy of this communication. Therefore, it is strictly forbidden to read, keep, and copy, publish or transmit this message, or any portion of it, to persons different than the addressee or the initial sender.

Carta ENAP N° 0368

Santiago, 4 de septiembre de 2020

Mat.: Presenta antecedentes en el proceso de elaboración del Anteproyecto de norma primaria de calidad del aire para Compuestos Orgánicos Volátiles.

Ant.: Resolución N°415/2020 del Ministerio del Medio Ambiente que da inicio a la elaboración del Anteproyecto de Norma Primaria de Calidad del Aire para Compuestos Orgánicos Volátiles COVs

Señora Ministra

Carolina Schmidt Z.

Ministerio del Medio Ambiente

De mi consideración,

Junto con saludar y en el marco del proceso de elaboración del Anteproyecto de norma primaria de calidad del aire para Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs), iniciado mediante Resolución N°415/2020 del Ant., publicada en el Diario Oficial el 5 de junio de 2020, mediante la presente, y en representación de la Empresa Nacional del Petróleo y ENAP Refinerías S.A., remito a usted antecedentes con el objeto de contribuir en dicho proceso con miras a la elaboración de un Anteproyecto y posterior norma de calidad que establezca la concentración y periodos permisibles de COVs en el territorio nacional que resulten adecuados y suficientes.

Como empresa del Estado, consideramos que la transparencia y participación en los procesos de generación de normativa ambiental son fundamentales para una socialización temprana de su contenido, así como también para la consideración oportuna de los antecedentes técnicos y económicos que le sirven de fundamento. Para tales efectos, mediante esta vía se hace entrega de:

- Anexo 1: Antecedentes ENAP para desarrollo norma primaria de calidad del aire para Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs).

- Anexo 2: Regulación comparada de Compuestos Orgánicos Volátiles.
- Anexo 3: Informe Técnico "Antecedentes para la elaboración de la norma primaria de COVs" de CIAMA Consultores Ingeniería y Medio Ambiente.

Lo anterior permite dotar a dicha normativa de legitimidad, resguardando así su eficacia. En esta misma línea, a partir de los antecedentes que se ponen a su disposición, es posible señalar como temas relevantes los siguientes:

- Considerando que los COVs se encuentran asociados a distintas actividades económicas, tanto el almacenamiento como el uso de combustibles (como gasolina, madera, carbón o gas natural) como la producción de productos químicos, disolventes, pinturas y otros, es necesario que el inventario de emisiones que forme parte de los antecedentes para la elaboración del Anteproyecto considere todas las emisiones de COVs provenientes de las diferentes fuentes. Un inventario incompleto no será efectivo en la protección que busca, y puede generar distorsiones en el Análisis General del Impacto Económico y Social (AGIES) del Anteproyecto y afectar la proporcionalidad de las alternativas (ver Anexo 1).
- La legislación comparada que se ha revisado (ver Anexo 2) y la tendencia mundial (ver Anexo 3) dan cuenta de que no existe regulación de calidad del aire para COVs, y que para proteger la salud de la población lo que se regula es el benceno, estableciendo límites a la emisión de benceno en base anual, con normas que contemplan un cumplimiento gradual de sus objetivos.

Finalmente, es oportuno reconocer el esfuerzo ya realizado en el marco del Plan de Inversiones Ambientales de ENAP, ya que en los últimos 6 años se han ejecutado diversas iniciativas para la reducción de COVs en las principales fuentes emisoras, existiendo además proyectos en ejecución y por ejecutar, totalizando una inversión de 21,7 MUSD (ver Anexo 1).

Sin otro particular, le saludo atentamente,



Cristian Núñez R.  
Gerente de Medio Ambiente  
ENAP

Antecedentes ENAP para  
desarrollo norma primaria de  
calidad del aire para  
Compuestos Orgánicos Volátiles  
(COVs)



## Alcance

En este documento se presenta la información sobre Compuestos Orgánicos Volátiles (COVs) disponible para las operaciones de ENAP y ENAP Refinerías S.A. (en adelante "ENAP") desarrolladas en Refinería Aconcagua (Concón), Terminal Quintero (Quintero), Refinería Biobío (Hualpén), Plantas de la Dirección de Almacenamiento y Oleoductos - DAO (Maipú, San Fernando y Linares) y Complejo Cabo Negro (Punta Arenas), que corresponde a información de la empresa, así como también de otras fuentes en las zonas donde ENAP desarrolla sus actividades.

## Actividad industrial de ENAP

ENAP es un actor clave para el desarrollo energético de Chile, cumpliendo con el rol estratégico de asegurar el abastecimiento de combustibles que requiere el país. En Chile, es la única compañía que refina combustibles, elaborando el 96% de las gasolinas y el 60% del diésel que se consume. Esta función la realiza a través de sus tres Refinerías: Aconcagua, Bío Bío y San Gregorio.

Por su parte, ENAP Magallanes tiene una función estratégica para asegurar el abastecimiento de gas natural, combustibles líquidos y GLP a la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, para lo cual dispone de la infraestructura de almacenamiento, procesamiento y entrega de productos a clientes, incluida la atención de naves petroleras y gaseras en sus Plantas y Terminales de Gregorio y Cabo Negro. Adicionalmente a través de su Planta y Terminal Cabo Negro procesa Gas Licuado de Petróleo "GLP" de origen nacional y argentino, produciendo propano y butano. La producción se distribuye en el mercado nacional e internacional, asegurando así demanda de GLP de las Regiones de Magallanes y Aysén.

### 1. Proceso de Refinación:

Con el objeto de proporcionar información sobre la actividad de ENAP a lo largo del país, a continuación, se describen las principales unidades de las Refinerías Aconcagua (ERA) y Biobío (ERBB), de manera de explicar las operaciones y procesos que en general se desarrollan en ellas, sin perjuicio de las particularidades que se presenten en la práctica en cada caso. Las materias primas del proceso de refinación, así como las características de los productos, contiene Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's), por tanto el proceso de producción puede emitir estos compuestos. Al respecto, es importante señalar que cada una de las unidades que se describen funcionan a través de un sistema cerrado, por lo que las emisiones de COVs se focalizan principalmente en las etapas del proceso no cerradas como Zona de Almacenamiento o Sistema de Tratamiento de Efluentes.

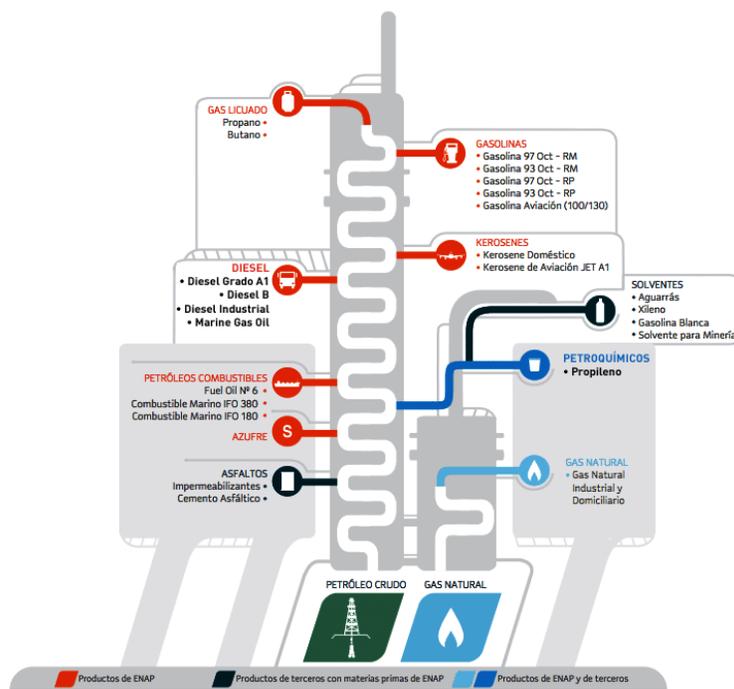


Figura 1: Diagrama de Proceso de Producción de Refinerías.

- Unidades de Almacenamiento de Materia Prima (crudo) y Productos Terminados (combustibles y solventes): El crudo que se procesa en Chile proviene en su mayoría del extranjero y en una menor parte de yacimientos chilenos. El petróleo crudo llega a Chile por buque-tanque principalmente a los terminales marítimos de ENAP en Quintero y San Vicente, desde donde se bombea a través de oleoductos a las Refinerías Aconcagua y Biobío, respectivamente. En el caso del Terminal San Vicente, este opera como una instalación de carga y descarga de crudos y productos (sin almacenamiento) y en la Refinería Biobío (aproximadamente a 8 km) se produce la refinación y almacenamiento. En el caso del Terminal Quintero y la Refinería Aconcagua (ubicados a una distancia de 25 km) hay almacenamiento de crudo y productos en ambas instalaciones. En los estanques se realizan las actividades de recepción, almacenamiento y preparación de mezclas de materia prima que posteriormente serán ocupadas como carga a las unidades de proceso, y/o a entrega de productos finales.
- Unidades de Destilación Atmosférica (Topping): El crudo entra a la refinería para comenzar el proceso de fraccionamiento primario. Este consiste en una primera separación por calentamiento de los hidrocarburos constituyentes del petróleo crudo, que luego son separados en una columna de destilación denominada Topping. Su función es la separación o fracción del crudo en productos: gases



livianos como gas licuado (LGP) y gasolina en la parte superior, seguido de la nafta (utilizada como carga en otras unidades), luego productos intermedios como kerosenos y petróleo diésel, siguiendo hacia el fondo el gas oil (alimenta a unidades como Cracking catalítico e Hidrocracking) y finalmente el crudo reducido (que alimenta a las unidades de destilación de vacío) ubicado en el fondo de la torre.

- Unidades de Destilación en Vacío: Su función es preparar una carga de alimentación adecuada para las unidades de Cracking Catalítico e Hidrocracking, mediante el fraccionamiento del crudo reducido al vacío para evitar la coquificación de estos productos. El crudo reducido proveniente de las plantas de Topping es fraccionado en gas oil y pitch en columnas de destilación de baja presión (columnas de vacío). El gas oil es enviado a procesos de transformación posteriores en las plantas de Cracking Catalítico e Hidrocracking. A su vez, el pitch se envía a las plantas de Coquización Retardada (Coker), donde es transformado en diésel, nafta, gasolina y carbón de petróleo. Una parte de la producción de pitch es convertida en combustible pesado (fuel oil) o en pitch asfáltico, que se utiliza para la preparación de asfaltos empleados en la pavimentación de caminos y carreteras.
- Reformación Catalítica: Su objetivo principal es aumentar el octanaje de la gasolina. Se alimenta de nafta (proveniente de Topping u otras unidades productoras, que es previamente hidrotratada) transformándola en gasolina de alto octanaje, además de gas licuado (LPG) y gases livianos. Los procesos que se llevan a cabo en esta planta producen hidrógeno, que es utilizado como materia prima en procesos de hidrotratamientos que se emplean para reducir el contenido de azufre en los productos.
- Unidad de Isomerización: Su objetivo principal es obtener gasolinas de mayor número de octanos mediante la transformación a iso-parafinas de n-parafinas de naftas ligeras (gasolina) procedentes del Topping e hidrotratadas previamente a entrar a la Unidad de Isomerización.
- Planta de recuperación de livianos y tratamientos: Esta unidad es la encargada de recuperar el propano y butano generados en los diferentes procesos de la refinería. Dentro de los productos obtenidos en la planta se encuentran la gasolina estabilizada de cracking, propano, butano y gas de refinería que se emplea como combustible.
- Planta de Hidrocracking (HCK): En esta planta se lleva a cabo un proceso de conversión parcial de gas oil (el que puede provenir de varias unidades) en productos más livianos gracias a la presencia de hidrógeno y un catalizador,

produciendo gases, nafta, diésel de alta calidad (muy bajo contenido de azufre), baja cantidad de kerosene y un gas oil no convertido.

- Unidad productora de Diésel (MHC): Corresponde a una planta de Hidrocracking moderado de gas oil, de la que se obtiene diésel de bajo contenido de azufre. Su operación es similar a la unidad de Hidrocracking (HCK) pero a niveles inferiores de presión y temperatura.
- Cracking Catalítico (FCC): Esta planta recibe gas oil para transformarlo en gasolina base para la preparación de gasolina de 93 octanos. También en esta planta se producen gases livianos que se usan como combustible en el proceso de refinación, gas licuado, propileno, diésel y algo de fuel oil. La planta de Cracking Catalítico tiene dos secciones: el convertidor y el fraccionador. El convertidor a su vez tiene dos recipientes: el reactor y el regenerador. Ambos equipos están interconectados y operan en conjunto.
- Coquización Retardada (Coker): El pitch procedente de las unidades de vacío es enviado a una planta de coquización retardada o Coker, donde se convierte en gases (fuel gas), nafta, diésel, gas oil y carbón de petróleo. La coquización retardada es un proceso de cracking térmico donde el calor necesario para las reacciones de coquización es proporcionado por un horno. A la salida del horno hay dos cámaras o tambores de gran tamaño y altura, donde en uno de ellos se deja reaccionar el producto para su coquización. El otro tambor está aislado del proceso para ser descargado de su carga de coque. El tambor, una vez despojado del coque, vuelve a la línea de producción mientras el otro sale al mismo proceso de descarga.
- Unidades de Hidrotratamientos o Hidrodesulfurización (HDT o HDS) de naftas y diésel: En las unidades de Hidrotratamiento (HDT) las nafta ligeras y pesadas son tratadas con hidrógeno para disminuir el contenido de azufre y nitrógeno para la alimentación a Reformación e Isomerización. De modo similar, el diésel producido en la unidad de Topping o Coker es llevado a unidades de Hidrotratamiento generando como productos nafta y diésel de bajos contenidos de azufre y nitrógeno.
- Productos terminados del proceso de refinación: los procesos antes descritos generan los siguientes productos terminados: propano, butano, gasolinas (93 y 97 octanos), kerosene (doméstico y de aviación), diésel, fuel oil, asfalto y carbón de coque.



- Plantas de tratamiento de compuestos sulfurados en aguas y gases: Para reducir la presencia de compuestos azufrados en los efluentes residuales, en el fuel gas y para recuperar el azufre y transformarlo en un producto comercial, se cuenta con las siguientes unidades:
  - Plantas de tratamiento de aguas ácidas: que tratan las aguas con alto contenido en azufre y nitrógeno generadas en los procesos de refinería. El tratamiento se realiza mediante stripping con vapor, generando unas aguas con bajo contenido en azufre y nitrógeno que se envían al sistema de tratamiento efluentes líquidos y una corriente gaseosa que va a unidades de recuperación de azufre.
  - Unidades de aminas: donde se reduce el contenido en azufre del combustible fuel gas que se genera en los procesos de refinería. El fuel gas con bajo contenido en azufre tras pasar por las unidades de aminas se ocupa como combustible en las calderas y hornos. De estas unidades de aminas se obtiene también una corriente gaseosa rica en azufre que se envía a las unidades de recuperación de azufre.
  - Unidades de recuperación de azufre: A estas unidades llegan los gases ácidos generados en las plantas de aguas ácidas y en las unidades de aminas. Una unidad recuperadora de azufre se define como aquella en la que en base a la "Reacción de Claus" permite que una mezcla de gases azufrados reaccione de manera catalítica para producir gas de azufre, el que se licúa al enfriarse.
  
- Sistema de Tratamiento de Efluentes: Corresponde a un sistema para al tratamiento de los residuos industriales líquidos del proceso. Está compuesto por separadores gravitacionales (separadores API) dedicados a remover el aceite en suspensión de los efluentes, una planta de flotación por aireación y lagunas para la decantación de los efluentes antes de su descarga.
  
- Sistemas de combustibles y energía: Para los procesos antes mencionados, es necesario aportar energía en forma de vapor. El vapor se produce en calderas generadoras de vapor a presión y en las unidades de cogeneración. La electricidad requerida para la operación de Refinería se suministra mediante la conexión eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) y/o a las cogeneradoras de Aconcagua y Biobío (ex Petropower), según corresponda. Además, existen equipos de respaldo para generar energía (generadores diésel y turbina de gas) en caso de falla en el abastecimiento desde el SEN. Las calderas y hornos pueden operar con una mezcla de gas natural y fuel gas de Refinería. Este mismo combustible se emplea en los diferentes hornos existentes en las unidades de proceso presentadas anteriormente. El fuel gas de Refinería es un combustible gaseoso que se genera



internamente en los distintos procesos que tienen lugar en las refinerías. Todo el fuel gas es colectado en una red y es utilizado por las refinerías como combustible para generar energía.

## 2. Proceso de Almacenamiento, Transporte y Logística:

Una vez generados los productos del proceso de refinación, se inicia el proceso de almacenamiento, transporte y distribución para el mercado nacional. Las plantas de la Dirección de Almacenamiento y Oleoducto (DAO) de ENAP (ubicadas en Maipú, San Fernando y Longaví (planta Linares)) cuentan con estanques para el almacenamiento de combustibles líquidos (petróleo diésel, gasolinas, kerosene doméstico y kerosene de aviación y gas licuado de petróleo (GLP); líneas de interconexión con estanques de terceros y/o con oleoductos, plantas de envasado de GLP, islas de carguíos a camiones y, en general, con todos los equipos y sistemas que permiten desarrollar en óptimas condiciones sus faenas.

- **Planta Maipú:**  
El abastecimiento de los productos de combustible a la Planta Maipú se realiza principalmente desde Refinería Aconcagua. El proceso principal de Planta Maipú corresponde a la recepción de productos derivados del petróleo vía oleoducto o por camiones. El almacenamiento de dichos productos se realiza en tanques y la entrega final a clientes mediante oleoductos o camiones.
- **Plantas San Fernando y Linares:**  
Las plantas San Fernando y Linares reciben productos derivados del petróleo (gasolinas, kerosene, diésel y gas licuado), vía poliducto o por camiones. El almacenamiento de dichos productos se realiza en estanques y el envasado en forma parcial para el propano/butano y la entrega final a clientes, vía oleoductos, cilindros o a granel.

### 3. Complejo Cabo Negro (Magallanes):

Adicionalmente, ENAP dispone de dos muelles en el Terminal Cabo Negro para atención de naves de combustibles líquidos, GLP y también el metanol que se produce en la Planta Methanex en Cabo Negro. En tanto en el Terminal Gregorio, ENAP cuenta con la infraestructura de recepción, almacenamiento, refinación, despacho vía terrestre y marítima de combustibles líquidos y petróleo crudo. Cabo Negro se ubica aproximadamente a 20 km de la ciudad de Punta Arenas, mientras que el Terminal Gregorio se ubica a 116 Km al norte de la ciudad de Punta Arenas.

## Condición del entorno: descripción general del entorno de las instalaciones

### 1. Refinería Aconcagua y Terminal Quintero

Dentro de la comuna de las operaciones de Refinería Aconcagua y el Terminal Quintero se encuentran también otras actividades industriales que emiten o tienen el potencial de emitir COVs<sup>1</sup> que en su gran mayoría corresponden a actividades asociadas a la generación de energía, refinación/fundición de cobre, terminales químicos y almacenamiento de hidrocarburos (líquidos y gaseosos). A partir de la información publicada por el Ministerio del Medio Ambiente<sup>2</sup>, se pueden señalar al menos las siguientes (ver figura 2):

- ABASTIBLE S.A. Planta de llenado de cilindros. Concón.
- COPEC. S.A. Planta de Combustibles. Concón.
- LINDE GAS CHILE S.A. Planta H&CO. Concón.
- DASA S.A. Planta de Asfalto. Concón.
- EMPRESA LIPIGAS S.A. Planta Lipigas. Concón.
- METSO MINERALS (CHILE) S.A. Centro de Distribución Concón. Concón.
- READY MIX CENTRO S.A. Planta Ready Mix Concón. Concón.
- SONACOL S.A. Oleoducto Concón – Maipú. Concón.
- TECNOELECTRICA VALPARAISO S.A. Planta Concón. Concón.
- TERMOELECTRICA COLMITO S.A. Central de Respaldo Colmito. Concón.
- AES GENER S.A. Complejo Termoeléctrico Ventana. Quintero.
- BASF CHILE S A. Planta Concón. Quintero.
- COPEC S.A. Terminal Marítimo, Planta Lubricantes. Quintero.
- CODELCO. Fundición y Refinería Ventanas. Puchuncaví.
- ENEL GENERACION CHILE S.A. Central Quintero. Quintero.

<sup>1</sup> “Huella digital de compuestos orgánicos volátiles en la zona de Quintero-Puchuncaví” Informe NILU 7/2019

<sup>2</sup> Emisiones Fuentes Puntuales 2018, <https://datosretc.mma.gob.cl/dataset/emisiones-al-aire/resource/5e13065e-af06-4a58-8944-7fe3c7740285>

- GASMAR S.A. - Planta Gasmar. Quintero.
- GNL QUINTERO S.A. Terminal Marítimo GNL. Quintero.
- CEMENTO MELON S.A. Planta Ventanas. Puchuncaví.
- OXIQUIM S.A. Terminal Marítimo Quintero. Quintero.
- SONACOL S.A. Red de ductos Quintero – Concón. Quintero.
- ESTACIONES DE SERVICIO. Concón, Quintero, Puchuncaví.

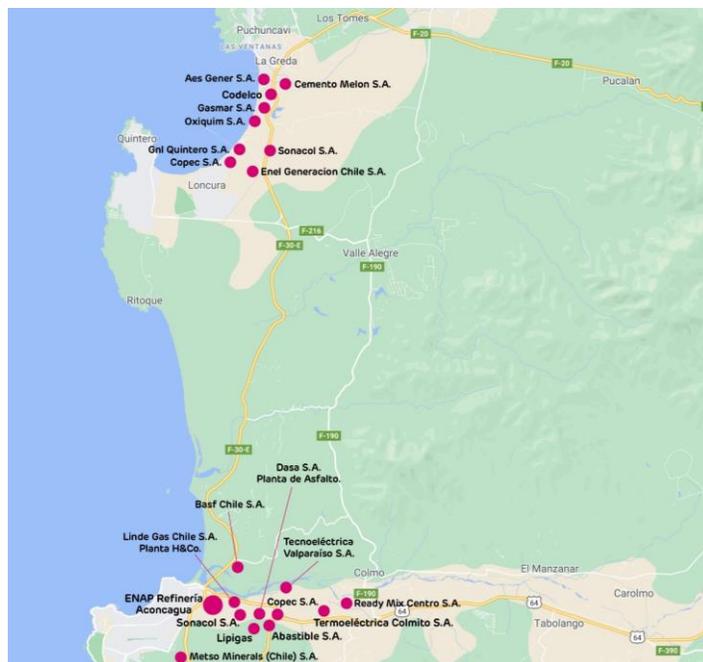


Figura 2: Otras actividades industriales que emiten o tienen el potencial de emitir COVs en el entorno de Refinería Aconcagua y Terminal Quintero

## 2. Refinería Biobío

Dentro de la comuna de las instalaciones de ERBB se encuentran también otras actividades industriales que emiten o tienen el potencial de emitir COVs, por ejemplo, plantas procesadoras de asfalto, industria productora de polipropileno, industrias de almacenamiento y envasado de LPG, otras industrias químicas, metal-mecánicas, de cemento y una acería integrada (incluye una planta de producción de coque metalúrgico). A partir de la información publicada por el Ministerio del Medio Ambiente<sup>3</sup>, se pueden señalar al menos las siguientes (ver figura 3):

<sup>3</sup> Emisiones Fuentes Puntuales 2018, <https://datosretc.mma.gob.cl/dataset/emisiones-al-aire/resource/5e13065e-af06-4a58-8944-7fe3c7740285>

- ABASTIBLE S.A. Terminal Marítimo Abastible San Vicente. Talcahuano.
- Compañía Siderúrgica Huachipato S.A. Talcahuano.
- ASFALMIX S.A. Planta Asfalmix Talcahuano. Talcahuano.
- EMPRESA LIPIGAS S.A. Lipigas Planta Lengua. Hualpén.
- GASCO GLP S.A. Planta GPD Gasco Talcahuano. Talcahuano.
- INDURA S.A. Planta Indura. Hualpén.
- OXY CHILE. Oxy Chile Talcahuano. Talcahuano.
- FOSFOQUIM S.A. Planta Talcahuano. Talcahuano.
- PETROQUIM S.A. Planta Petroquim. Hualpén.
- EKA CHILE S.A. Planta EKA Chemicals Talcahuano. Talcahuano.
- DOW QUÍMICA CHILENA S.A. Planta Talcahuano. Talcahuano.
- ESTACIONES DE SERVICIO. Hualpén, Talcahuano.

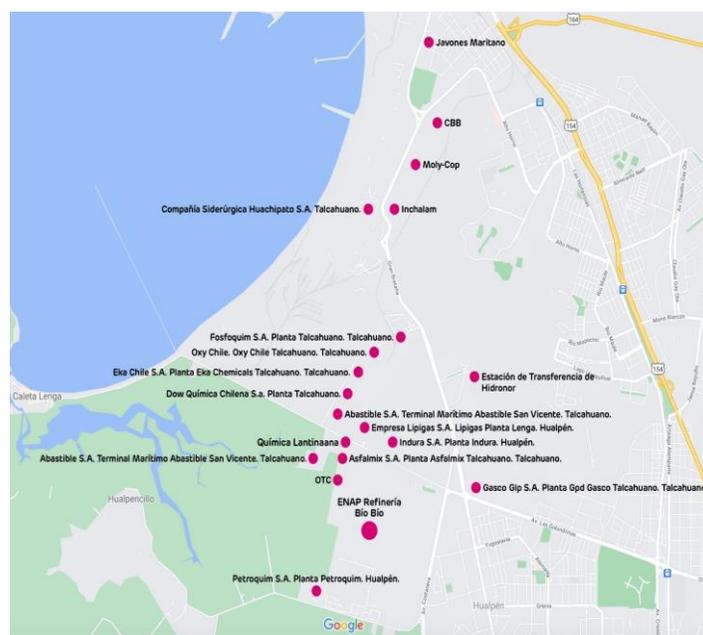


Figura 3: Otras actividades industriales que emiten o tienen el potencial de emitir COVs en el entorno de Refinería Biobío y Terminal San Vicente

### 3. Planta Maipú:

Dentro de la comuna de las instalaciones de DAO Planta Maipú se encuentran también otras actividades industriales que emiten o tienen el potencial de emitir COVs, por ejemplo, industrias de almacenamiento y envasado de LPG, industrias químicas y plantas procesadoras de alimentos. A partir de la información publicada por el

Ministerio del Medio Ambiente<sup>4</sup>, se pueden señalar al menos las siguientes (ver figura 4):

- GASCO S.A. Planta Maipú. Maipú.
- EMPRESA LIPIGAS S.A. Planta Distribuidora. Maipú.
- ABASTIBLE S.A. Gasoducto Abastible Maipú. Maipú.
- CLARIANT COLORQUÍMICA (CHILE) LTDA. Planta Maipú. Maipú.
- EDELPA S.A. Planta Maipú. Maipú.
- HB FULLER CHILE S.A. Planta Maipú. Maipú.
- PINTURAS REVOR S.A. Fábrica de pintura y Barniz. Maipú.
- NESTLÉ S.A. Fábrica Maipú.
- ALIMENTOS FRUNA LTDA. Fábrica Maipú. Maipú.
- GOODYEAR DE CHILE S.A.I.C. Goodyear Maipú. Maipú.
- CINTAC S.A.I.C. Planta Maipú. Maipú.
- ESTACIONES DE SERVICIO Maipú.

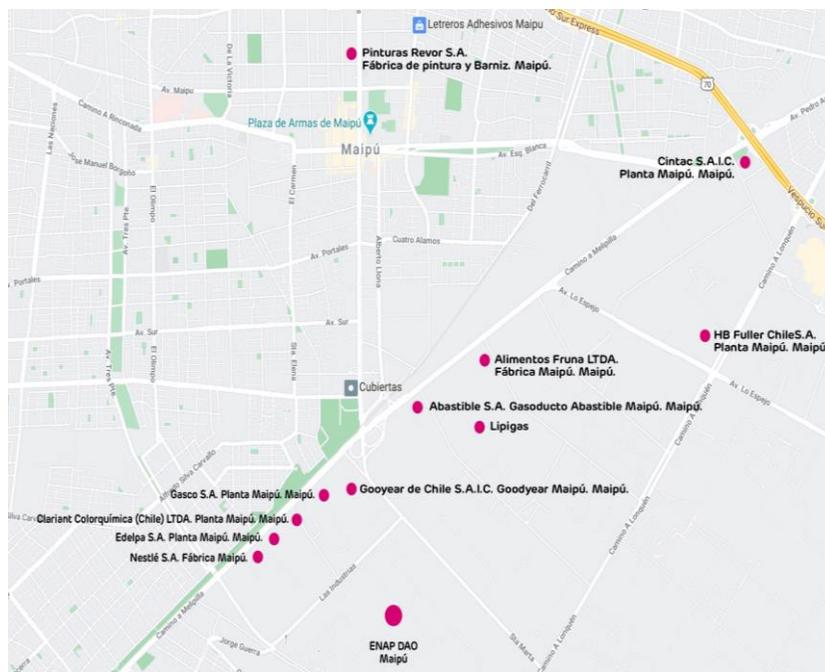


Figura 4: Otras actividades industriales que emiten o tienen el potencial de emitir COVs en el entorno de la Planta Maipú

<sup>4</sup> Emisiones Fuentes Puntuales 2018, <https://datosretc.mma.gob.cl/dataset/emisiones-al-aire/resource/5e13065e-af06-4a58-8944-7fe3c7740285>

#### 4. Plantas San Fernando y Linares

Dentro de la comuna de las instalaciones de DAO Planta San Fernando, y colindante a la planta de ENAP, se encuentran las instalaciones de COPEC, que de acuerdo a la naturaleza de sus procesos emiten COVs.

Para la planta Linares en la información disponible no se identificaron industrias cercanas potencialmente emisoras de COVs (ver figura 4).

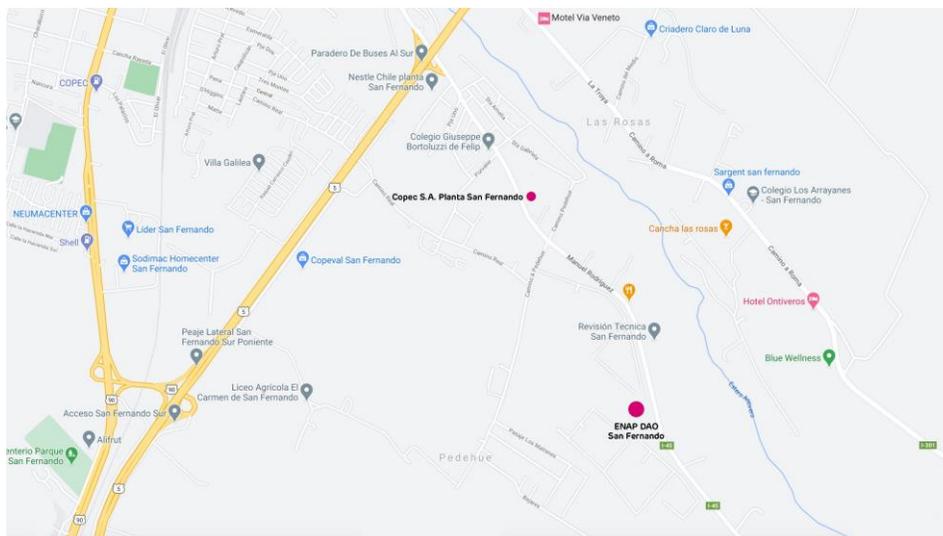


Figura 4: Otras actividades industriales que emiten o tienen el potencial de emitir COVs en el entorno de la Planta San Fernando

#### 5. Complejo Cabo Negro

A partir de la información publicada por el Ministerio de Medio Ambiente<sup>5</sup>, se puede señalar como fuente relevante de COVs en el sector de Cabo Negro a Methanex Chile SpA (Planta Methanex, Punta Arenas), y EDELMAG (Central Termoeléctrica EDELMAG, Punta Arenas).

<sup>5</sup> Emisiones Fuentes Puntuales 2018, <https://datosretc.mma.gob.cl/dataset/emisiones-al-aire/resource/5e13065e-af06-4a58-8944-7fe3c7740285>

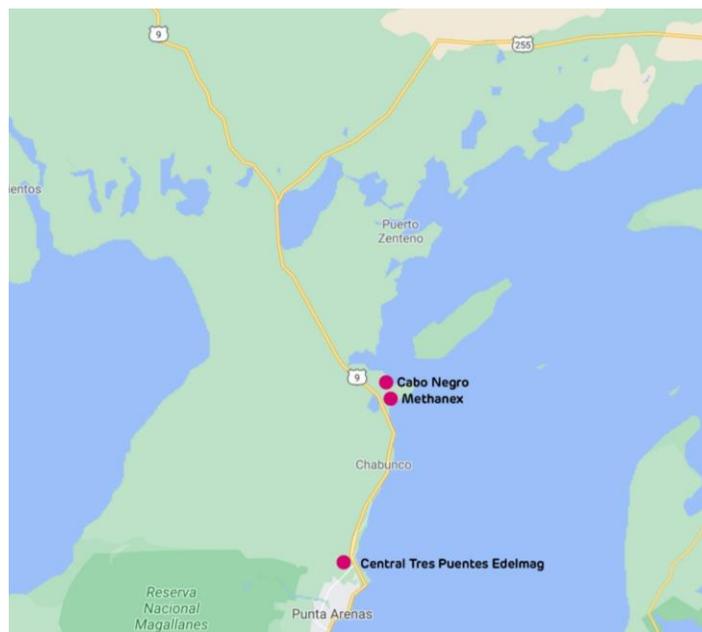


Figura 5: Otras actividades industriales que emiten o tienen el potencial de emitir COVs en el entorno de Cabo Negro

## Principales fuentes de emisión de ENAP

Las principales fuentes de emisión de COVs de las instalaciones de ENAP emplazadas en barrios o complejos industriales que se encuentran próximos a centros poblados, corresponden a los tanques de almacenamiento de hidrocarburos (materia prima y productos terminados) ubicados en Refinería Aconcagua, Terminal Quintero, Refinería Biobío, Plantas DAO (Maipú, San Fernando y Linares) y el Complejo Cabo Negro.

ENAP cuenta con un Plan de Inversiones Ambientales que contempla iniciativas por 21,7 MUSD para la reducción de COVs principalmente en las zonas de almacenamiento (instalación de sellos dobles en estanques con techo flotante y membrana interna en aquellos con techo fijo) y en los sistemas tratamiento de efluentes (cobertura). El detalle se aprecia en la siguiente tabla.



## Inversiones ambientales ejecutadas y proyectos de ENAP para reducir COVs

Inversiones Ambientales para reducir COVs				
Proyecto	Operación	Estado	Año implementación (estimado)	Monto [MUSD]
<b>Proyectos Refinería Aconcagua</b>				<b>12.500</b>
Cubiertas fijas en Sistema de Tratamiento de Efluentes (Separadores API 1 y 3, sistema de flotación por aire disuelto)	Refinería Aconcagua	Ejecutado	2018-2019	3.000
Cubiertas fijas en Sistema de Tratamiento de Efluentes (Unidad Fenoles 2) cubierta flotante (Lagunas de retención de efluentes 1 y 3)	Refinería Aconcagua	Por ejecutar	2022	2.000
Mejoras en infraestructura de Sistema de Tratamiento de Efluentes	Refinería Aconcagua	Por ejecutar	2022	2.400
Medidas de control de COVs en tanques, en cumplimiento del PPDA (instalación de sello doble o membrana interna)	Refinería Aconcagua	En ejecución	2023	3.600
Medidas de control de COVs en 6 tanques adicionales a los incluidos por el PPDA (membrana interna)	Refinería Aconcagua	Por ejecutar	2022	1.500
<b>Proyectos Terminal Quintero</b>				<b>5.000</b>
Medidas de control de COVs en tanques en cumplimiento del PPDA (instalación de sello doble o membrana interna)	Terminal Quintero	En ejecución	2023	1.800
Mejoras en Infraestructura de Cobertura del Sistema de Tratamiento de Efluentes	Terminal Quintero	Por ejecutar	2022	3.200
<b>Proyectos Planta Maipú</b>				<b>245</b>
Mejoramiento instalaciones Isla de Carga Slop en Planta Maipú	Maipú	Por ejecutar	2021	245
<b>Proyectos Refinería Biobío</b>				<b>4.036</b>
Instalación de sellos dobles en 4 tanques	Refinería Biobío	Ejecutado	2014	600
Cubierta y Sistema de Venteos Sistema de Tratamiento de Efluentes	Refinería Biobío	Ejecutado	2017	3.436



Cabe destacar que parte importante de las inversiones en Refinería Aconcagua y Terminal Quintero se han desarrollado en el marco del Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví, aprobado mediante Decreto Supremo N°105/2018 del Ministerio del Medio Ambiente. Por su parte, en Refinería Biobío se han implementado mejoras en estanques de techo flotante y en el Sistema de Tratamiento de Efluentes.

## Comentarios Finales

- La información presentada permite contribuir a la identificación de las fuentes emisoras de COVs, dentro de las instalaciones de ENAP, principalmente estanques y sistema de tratamiento de efluentes (dado que el resto de los procesos son cerrados), y a la vez constatar que existen múltiples fuentes generadoras de COVs en las zonas donde opera ENAP.
- En el marco del Plan de Inversiones Ambientales, la Empresa ha ejecutado proyectos y se encuentra desarrollando importantes iniciativas que contribuyen a la reducción de COVs a través de las mejores técnicas disponibles, como son la instalación de sellos dobles en tanques con techo flotante y membrana interna en aquellos con techo fijo.

## Regulación comparada de Compuestos Orgánicos Volátiles

- Se revisó la regulación de 5 países y la de la UE
- En general los COVs se regulan como emisión
- Se regula por contaminante: benceno (4 y UE)
- Límites van entre 2 y 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  como norma anual
- Se excluye de la revisión las normas para O<sub>3</sub> (proceso de revisión especial)

País	Contaminante	Límite	Período	Comentarios
Perú	Benceno	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anual	Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM
UE	Benceno	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anual	ANEXO XI Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008 , relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa
Nueva Zelanda	Benceno	3,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anual	<a href="https://www.mfe.govt.nz/publications/air/health-effects-co-no2-so2-ozone-benzene-and-benzoapyrene-new-zealand/6-benzene">https://www.mfe.govt.nz/publications/air/health-effects-co-no2-so2-ozone-benzene-and-benzoapyrene-new-zealand/6-benzene</a>
Japón	Benceno	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anual	<a href="https://www.env.go.jp/en/air/aq/aq.html#:~:text=Environmental%20Quality%20Standards%20for%20the%20PM&amp;text=The%20annual%20standard%20for%20PM,equal%20to%2035%CE%BCg%2Fm3.">https://www.env.go.jp/en/air/aq/aq.html#:~:text=Environmental%20Quality%20Standards%20for%20the%20PM&amp;text=The%20annual%20standard%20for%20PM,equal%20to%2035%CE%BCg%2Fm3.</a>
Colombia	Benceno	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Anual	<a href="https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_mina_mambientevdt_0610_2010.htm">https://www.icbf.gov.co/cargues/avance/docs/resolucion_mina_mambientevdt_0610_2010.htm</a>
República Dominicana	CH (no-metano)	3 horas 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	3 horas	NA-AI-001-03



**INFORME TÉCNICO**  
“ANTECEDENTES PARA LA ELABORACIÓN DE NORMA PRIMARIA DE  
CALIDAD DEL AIRE PARA COVs”

Agosto 2020

## TABLA DE CONTENIDOS

I.	RESUMEN EJECUTIVO.....	2
II.	ANTECEDENTES GENERALES.....	3
III.	Objetivos y actividades.....	6
IV.	METODOLOGÍA.....	7
V.	RESULTADOS.....	9
	I. Análisis de compuestos orgánicos volátiles (COVs) en la salud de la población, considerando niveles de referencia establecidos por organizaciones y/o países. ....	10
	Efectos de los COV sobre la salud.....	10
	Estado del arte de los efectos del BTEX/Benceno.....	11
	Normas ambientales calidad del aire, en países de referencia .....	13
	II. Análisis de las inmisiones observadas en localidades con registro de calidad del aire de COVs y su relación respecto a la salud de la población. ....	16
	III. Recomendación sobre el/los parámetros mas representativos y sobre los cuales debiesen establecerse límites de calidad del aire. ....	18
	IV. Recomendación de periodos o intervalos de evaluación para límites máximos de concentración .....	21
VI.	CONCLUSIÓN.....	22
VII.	ANEXO: Antecedentes bibliográficos: .....	23

## I. RESUMEN EJECUTIVO

El establecimiento de normas primarias de la calidad del aire permite definir situaciones de contaminación y establecer las medidas tendientes a solucionar dichos problemas, protegiendo la salud pública.

El documento expone antecedentes sobre los compuestos orgánicos volátiles en el aire, su situación en Chile y los resultados de una revisión sistemática de publicaciones científicas respecto de los efectos sobre la salud humana de la exposición a ellos. También el resultado de la revisión de documento de literatura gris que permiten ilustrar las formas que se han dado los países para regular dichos compuestos en el aire.

Entrega un resumen de las normas ambientales en distintos países con sus valores. Y un análisis de ventajas y desventajas de regular a los COVs como un "saco" de contaminantes, y concluye que el país debiera avanzar en establecer una normas BTEX, sobre la base de regular al benceno en el nivel más ampliamente utilizado por los países desarrollados, que gradualmente han alcanzado  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , promedio anual.

## II. ANTECEDENTES GENERALES

La definición de contaminación ambiental en Chile, y la de calidad del aire no es una excepción, es normativa. Esto tiene implicancia pues para poder determinar una situación de contaminación en una cuenca atmosférica dada, se debe contar en forma previa, con la definición del contaminante en una norma de calidad del aire (primaria o secundaria).

Esta definición permite operativamente, que se establezcan por parte de la autoridad ambiental las estaciones de medición del contaminante respectivas para medir las concentraciones del contaminante y poder evaluar su situación respecto del valor establecido en la norma y detonar los otros instrumentos de gestión como son los planes de prevención y/o de descontaminación.

Por este motivo, han ocurrido situaciones en las que, cumpliéndose con las normas primarias de calidad ambiental, se han producido eventos que han afectado a la población. El caso más emblemático, del último tiempo han sido los numerosos episodios de malestar y denuncia de la población en Puchuncaví/Ventanas. Esto llevó al Poder Judicial a establecer el requerimiento a la autoridad ambiental de definir una nueva regulación que diera cuenta de los contaminantes presentes en dicha cuenca<sup>1</sup>.

El Ministerio de Medio Ambiente ha dado inicio al proceso de regulación de Compuestos Orgánicos Volátiles, mediante resolución 415 del 19 de mayo de 2020. La Empresa Nacional de Petróleo (ENAP) ha solicitado la elaboración de antecedentes técnicos para aportar al proceso de regulación antes mencionado.

---

<sup>1</sup> Sentencia de la Excmo. Corte Suprema en Recurso de Protección causa Rol N° 5888- 2019 sobre la situación en la Bahía de Quintero, Ventanas y Puchuncaví

Las normas primarias de calidad de aire son instrumentos preventivos orientados a proteger la salud de la población, de aquellos efectos eventuales adversos generados por la exposición a contaminantes<sup>2</sup>.

El Ministerio de Medio Ambiente ha establecido los siguientes **contenidos relevantes para una norma primaria de calidad del aire**.

En el proceso de elaboración o revisión de las normas primarias de calidad del aire, se identifican dos tópicos relevantes. En primer lugar, se encuentran los valores de las normas primarias junto a sus criterios de excedencia, y como segundo tópico, los niveles de emergencia que resguardan a la población en caso de episodios de contaminación.

#### **i. Valores de las normas y criterios de excedencias**

Las normas primarias de calidad del aire tienen por objetivo proteger la salud de las personas, de los efectos agudos y crónicos, generados por la exposición de las personas a concentraciones de contaminantes en el aire.

Los valores de las normas primarias de calidad del aire varían en función del enfoque adoptado por cada país, con el fin de equilibrar los riesgos en la salud de las personas, la viabilidad tecnológica, los aspectos económicos y otros factores políticos y sociales de diversa índole, que a su vez dependerán, entre otras cosas, del nivel de desarrollo y la capacidad nacional en relación con la gestión de la calidad del aire.

---

<sup>2</sup> Artículo 2° Decreto Supremo N° 38 del 2013, del Ministerio del Medio Ambiente: "Reglamento para la dictación de normas de calidad ambiental y de emisión". Define por norma primaria de calidad como aquella que se establecen los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos, o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda construir un riesgo para la vida o la salud de la población,

Los criterios de excedencia se toman considerando la naturaleza variable de la contaminación atmosférica y en su mayoría, son estadígrafos que indican las veces que se permite la superación del valor de la norma.

## **ii. Niveles de emergencias**

Los niveles de emergencias tienen por objetivo proteger la salud de las personas, reduciendo la exposición de la población, en situaciones de episodios de emergencia de contaminación, los cuales se caracterizan por ser eventos en los cuales existe una alta concentración del contaminante en un corto período de tiempo.

Sin embargo, no todas las normas de calidad primaria requieren establecer niveles de emergencias, ya que depende principalmente de la evidencia toxicológica y epidemiológica de los efectos agudos sobre los grupos sensibles de la población, de las rutas y tiempo de exposición al contaminante.

Por ejemplo, la norma primaria de Plomo no requiere de niveles de emergencia ya que es un metal que se acumula en el organismo y tiene efectos a largo plazo, y para que cause efectos agudos, requiere de la participación de otra vía de exposición, como es la digestiva para alcanzar niveles de toxicidad aguda en el organismo.

### **III. Objetivos y actividades**

Este informe tiene por finalidad:

Generar antecedentes técnicos y fundamentar, una alternativa de propuestas regulatorias para la Norma Primaria de Calidad del Aire de COVs.

Los objetivos específicos son realizar:

- 1) Análisis de compuestos orgánicos volátiles (COVs) en la salud de la población, considerando niveles de referencia establecidos por organizaciones y/o países.
- 2) Análisis de las inmisiones observadas en localidades con registro de calidad del aire de COVs y su relación respecto a la salud de la población.
- 3) Recomendación sobre el/los parámetros más representativos y sobre los cuales debiesen establecerse límites de calidad del aire.
- 4) Recomendación de periodos o intervalos de evaluación para límites máximos de concentración.

## IV. METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos señalados, se llevaron a cabo revisiones sistemáticas (RS) de la literatura internacional tomando en consideración lo establecido por el protocolo PRISMA<sup>3</sup>.

Las RS sintetizan los resultados de investigaciones primarias mediante estrategias que limitan el sesgo y el error aleatorio. Estas estrategias incluyen:

- La búsqueda sistemática y exhaustiva de todos los artículos potencialmente relevantes.
- La selección, mediante criterios explícitos y reproducibles, de los artículos que serán incluidos finalmente en la revisión.
- La descripción del diseño y la ejecución de los estudios originales, la síntesis de los datos obtenidos y la interpretación de los resultados.

Con mayor detalle la metodología de la revisión sistemática contempló:

a) Planteamiento de preguntas estructuradas;

Población estudiada: población general de grandes urbes;

Intervención: normas de calidad del aire – episodios de alta contaminación por COV/ Benceno/ BTEX

Criterios de exclusión: Estudios publicados antes del año 2012.

Criterios de inclusión: artículos en humanos - artículos primarios – revisiones sistemáticas y meta análisis.

---

<sup>3</sup> [https://es.cochrane.org/sites/es.cochrane.org/files/public/uploads/PRISMA\\_Spanish.pdf](https://es.cochrane.org/sites/es.cochrane.org/files/public/uploads/PRISMA_Spanish.pdf)

- b) La búsqueda se realizó en bases de datos (Medline; PubMed, Scielo) por medio de los siguientes términos MeSH: health effects –VOC – Benzene - Btex -prediction- synergism / guidelines / new design and air pollution;
- c) Selección de artículos: la selección preliminar se realizó sobre la base de resúmenes y títulos.
- d) Extracción de datos: Se resumió la información por medio de la confección de tablas resumen de resultados con autor, lugar, diseño, evaluación de los sesgos y de la calidad de la evidencia. La calidad de la evidencia fue clasificada como alta, moderada, baja y muy baja. Se reportó separadamente el grado de recomendación (recomendación fuerte o débil).
- 3) Sobre la base de la revisión sistemática en revista científicas indexadas, se entrega información sobre efectos en la salud de COV/Benceno/BTEX; identificando efectos sistémicos de efectos cancerígenos, efectos agudos de efectos crónicos.
- 4) Sobre la base de una revisión sistemática de literatura Gris se confeccionó una tabla de comparación de las normas de la calidad del aire para COV/ Benceno/ Btex, vigentes en los países nombrados en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) como Estados de referencia. Se sistematizaron los valores de las normas y los criterios técnicos de excedencia.

## V. RESULTADOS

Los COVs (compuestos orgánicos volátiles) son una gran familia de sustancias químicas, que están definidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como compuestos orgánicos que tienen un punto de ebullición por debajo de 240-260 grados Celsius, lo que les confiere la capacidad de estar en fase acuosa/gas; bajo esta definición, numerosos compuestos orgánicos entran en esta categoría.

Los COV son liberados por la quema de combustibles, como gasolina, madera, carbón o gas natural. También son liberados por disolventes, pinturas y otros productos empleados y almacenados en la casa y el lugar de trabajo.

Los compuestos orgánicos volátiles son del tipo natural, emitidos por la vegetación principalmente (isopreno, pineno y limoneno) y artificial o sintetizados por el hombre, por ejemplo benceno, tolueno, xileno (denominados BTEX), nitrobenceno, formaldehído, y tetracloroetileno el principal disolvente usado en la industria de lavado en seco, entre varios otros.

Sus características toxicológicas son muy variadas, algunos muy tóxicos y otros que no producen efectos nocivos, en los efectos sobre la salud se profundizará más adelante.

## **I. Análisis de compuestos orgánicos volátiles (COVs) en la salud de la población, considerando niveles de referencia establecidos por organizaciones y/o países.**

### Efectos de los COV sobre la salud

Los COV son un grupo de productos químicos a base de carbono que se evaporan fácilmente a temperatura ambiente. Muchos materiales y productos domésticos comunes, como pinturas y productos de limpieza, emiten COV por lo que estos compuestos son parte importante de la contaminación intradomiciliaria.

Los COV comunes incluyen acetona, benceno, etilenglicol, formaldehído, cloruro de metileno, percloroetileno, tolueno y xileno. Los diferentes COV tienen diferentes efectos sobre la salud, y van desde los que son altamente tóxicos hasta los que no tienen ningún efecto conocido sobre la salud.

Respirar niveles bajos de COV durante largos períodos de tiempo puede aumentar el riesgo de problemas de salud de algunas personas. Varios estudios sugieren que la exposición a los COV puede empeorar los síntomas en las personas que padecen asma o son particularmente sensibles a las sustancias químicas (síndrome de hipersensibilidad a los químicos).

Como ya se planteó, los COV afectan particularmente la calidad del aire interior; las concentraciones de muchos COV son consistentemente más altas en el interior (hasta 10 veces más altas) que en el exterior.

Por lo anterior se han establecido en varios países, alentados por las guías de la OMS, normas de calidad de aire interior que regulan las concentraciones de COVs (UK, 2019).

### **Los países no tienen establecidas normas ambientales, de calidad del aire de exteriores para COV.**

#### Estado del arte de los efectos del BTEX/Benceno

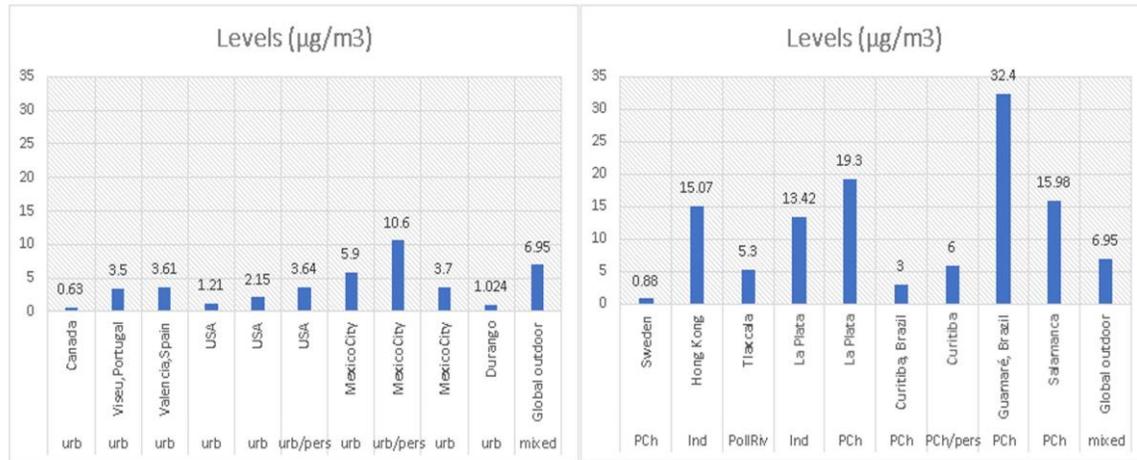
El organismo que comanda las modificaciones regulatorias en materia de Calidad del Aire es la Organización Mundial de la Salud, sin embargo, para este tipo de compuesto (BTEX) no establece rango de seguridad por su efecto cancerígenos para los seres humanos. El riesgo de este efecto está sujeto, por una parte, a un tiempo de exposición prolongado en el tiempo – 40 años aproximadamente -, y por otra, al nivel de concentración en el aire intradomiciliario<sup>4</sup>.

Por lo anterior no es posible recomendar un nivel seguro de exposición por lo que la organización preconiza establecer la menor concentración posible. Para los COVs, como ya se comentó, sugiere a los países establecer normas de calidad para aire interior por ser esa la condición de mayor exposición de la población. Esa conclusión se sustenta en estudios que indican que la población pasa sobre el 80% de su tiempo en situaciones de confinamiento en espacios cerrados. La exposición a COVs en sitios abiertos o aire comunitario es ordenes de magnitud menor que la intradomiciliaria.

---

<sup>4</sup> La media geométrica del rango de estimaciones del exceso de riesgo de por vida de leucemia, principal cáncer asociado al Benceno, en el aire con concentración de 1 µg/m<sup>3</sup> es de 6 por 10<sup>6</sup> (6 por millón de expuestos).

**Grafico 1 Niveles más altos de benceno registrados en áreas urbanas e industriales, tanto en países desarrollados como en desarrollo**



Urb-urban; pers-personal; PCh-zona petroquímica; Zona industrial industrial; Río contaminado PollRiv

Fuente : (Tomado de Montero-Montoya, 2018).

Los niveles extraordinariamente bajos se registran en las zonas urbanas de Canadá (panel izquierdo) y la Suecia industrial (panel derecho). Las áreas industriales en América Latina no son monitoreadas continuamente por la calidad del aire, solo grandes ciudades, pero la población vive en estos lugares donde la contaminación es generalmente alta.

### Normas ambientales calidad del aire, en países de referencia

La Tabla N° 1 muestra las regulaciones vigentes en países señalados en el reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la Tabla N° 2 en otros países. Se puede observar que la gran mayoría de los países de referencia, regula el benceno en rangos que van de 3 a 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y algunos de ellos, los menos, establecen regulaciones para otros compuestos orgánicos volátiles.

Los países que regulan al benceno, lo hacen en rangos de promedio anual, lo que es coherente con los efectos crónicos potenciales que producen las exposiciones bajas, pero mantenidas en el tiempo sobre la población.

Ningún país tiene una guía o norma de calidad del aire para COVs en aire exterior, si algunos dentro el marco del cumplimiento de acuerdos internacionales, especialmente la Convención Marco de Cambio Climático, y para controlar el metano está estableciendo estrategias de abatimiento de COVs. Por ejemplo, el Gobierno de Canadá se ha comprometido a emprender esfuerzos ambiciosos para combatir el cambio climático, incluidos los compromisos internacionales en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Acuerdo de París y el Acuerdo de Copenhague), y los compromisos nacionales en el Marco Pancanadiense sobre Crecimiento Limpio y Cambio Climático. Bajo estos objetivos a propuesto regulaciones para disminuir las emisiones de VOCs (2017) y de metano (2018). Corresponden a normas procedimentales y no guías o estándares de calidad del aire. Los reglamentos propuestos se dividen en cuatro categorías: (i) Requisitos de detección y reparación de fugas; (ii) Requisitos para Ciertos Componentes del Equipo; (iii) Requisitos de monitoreo de vallas; y (iv) Requisitos de información. Las regulaciones propuestas contemplan los requisitos de monitoreo que se aplican desde y después del 1 de enero de 2018, y la mayor parte de los

otros requisitos se aplican a partir del 1 de julio de 2019. Los operadores deben analizar las muestras para determinar la concentración de benceno y 1,3-butadieno, así como la concentración total de todos los VOC retenibles.

**Tabla N° 1 Guías de Calidad del Aire, Benceno, países de referencia SEIA**

<b>País</b>	<b>Unidad</b>	<b>Benceno</b>
<b>Canadá</b>	<b>µg/m3</b>	3
<b>Alemania</b>	<b>µg/m3</b>	5
<b>Países Bajos</b>	<b>µg/m3</b>	5
<b>Japón</b>	<b>mg/m3</b>	0,003(*)
<b>España</b>	<b>µg/m3</b>	5
<b>Italia</b>	<b>µg/m3</b>	5
<b>Suecia</b>	<b>µg/m3</b>	5
<b>Nueva Zelandia</b>	<b>µg/m3</b>	3,5
<b>UK</b>	<b>µg/m3</b>	5

(\*) Equivalente a 3 µg/m3

**Tabla 2 Norma de Calidad de Aire de Benceno, países y continentes**

**Table 2. Worldwide ambient air quality standards for benzene.**

Continent	Country	Limit ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Averaging interval	Standard/Definitions
Asia	India	5	Annual	Air quality standards
Asia	Iraq	3	Annual	Air quality standards
Asia	Japan	3	Annual	Air quality standards
Asia	Lebanon	5	Annual	Limit value
Asia	Russia	100 300 5	24 h 20 min Annual	Maximum Allowable Concentration GN 2.1.6.1338-03 for sanitary protection zone
Asia	South Korea	5	Annual	Air quality standard
Asia	Syria	20	Annual	Air quality standard
Asia	Vietnam	22 10	1 h Annual	National Technical Regulation on Hazardous Substances in Ambient Air (QCVN 06:2009/BTNMT)
Asia	Israel	3.9 1.3	24 h Annual	Air quality standards
Australia	New Zealand	5 (2002) 3.6 (2010)	Annual	Air quality standards
Africa	Botswana	5	Annual	Air quality standards
Africa	Morocco	10	Annual	Air quality standards
Africa	South Africa	10	Annual	Air quality standards
Europe	European Union	5	Annual	The limit value for human health protection
Europe	France	2	Annual	Long-term objective
Europe	Albania	5	8 h	Primary and secondary standards
Europe	Belarus	40 10	24 h Annual	Maximum allowable concentration
Europe	Sweden	Upper threshold: 3.5 Lower threshold: 2	Annual	Environmental quality standards
Europe	Malta	Upper threshold: 3.5 Lower threshold: 2	Annual	Ambient air quality regulations
Europe	Scotland	3.25	Annual	Objective value
Europe	Northern Ireland	3.25	Annual	Objective value
S. America	Colombia	5	Annual	Maximum allowable concentration
S. America	Peru	4	Annual	Air quality standards
N. America	Cuba	1000	20 min	Maximum allowable concentration

Fuente: Sekar A, 2019

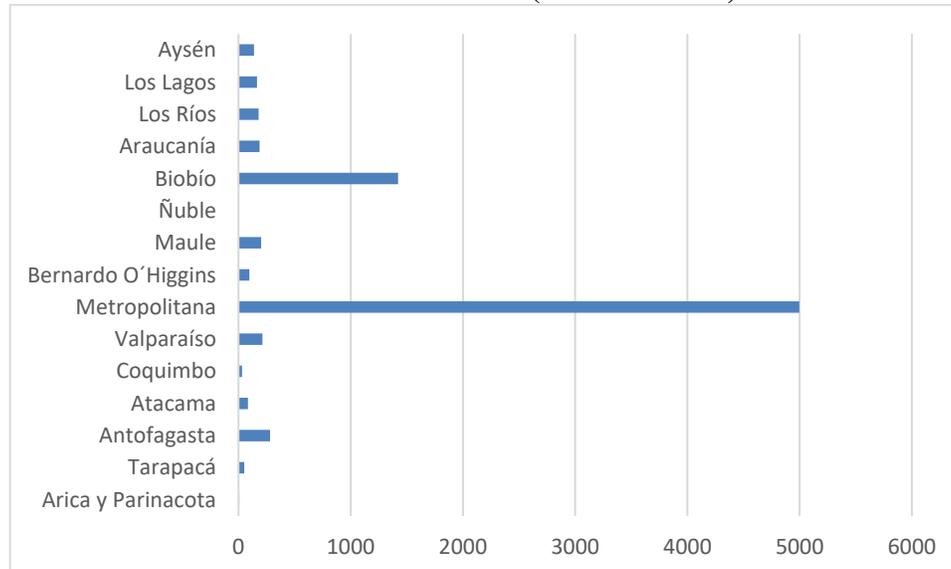
Resumiendo, los COVs producen efectos deletéreos sobre la salud poblacional, dependiendo del tipo de compuesto, su concentración y frecuencia de exposición. No se han establecidos normas o guías ambientales para COVs totales, la Organización Mundial de la Salud y varios países lo han hecho para ambiente intradomiciliario, pero siempre seleccionando compuestos específicos. Los BTEX (Benceno-Tolueno y

Xileno), tienen sus efectos tóxicos muy bien descritos y los países de la OCDE los regulan estableciendo normas para el benceno.

## II. Análisis de las inmisiones observadas en localidades con registro de calidad del aire de COVs y su relación respecto a la salud de la población.

Chile no cuenta con normativa ambiental vigente respecto de los COV, sin embargo el D.S. N° 138 del Ministerio de Salud del año 2005, establece la obligación a las fuentes puntuales de informar las emisiones de Compuestos Orgánicos Volátiles, además de otros contaminantes. Por lo que se estima que las emisiones de estos compuestos para el año 2018 fueron del orden de 8.059 toneladas.

**Grafico 1 Distribución de emisiones (toneladas/año) de VOCs 2018**



- Ñuble: no reportó emisiones

Elaboración propia a partir de RETC Chile

Se puede observar que las mayores emisiones se concentran en las Regiones Metropolitana, Biobío y Antofagasta.

En Chile, se han llevado a cabo estudios localizados para evaluar el comportamiento de los COV en relación a la generación de ozono en la Región del Libertador Bernardo O´Higgins (Toro, 2014); en Concepción y Temuco (Pozo, 2017) y en la Región Metropolitana (Pozo, 2017; Préndez 2013).

Asimismo, existen algunas publicaciones en Chile respecto del impacto en la salud laboral, en trabajadores expuestos a solvente y daño auditivo (Fuentes, 2009) y a la emisión de COVs por las células de la piel humana (Acevedo, 2017).

El Sistema Nacional de Calidad del Aire (SINCA) tiene 208 estaciones de medición de calidad del aire con representatividad poblacional, es decir que miden la inmisión de la población, a lo largo del país. Ninguna de ellas mide COVs (Tabla nº 3).

**Tabla 3 Sistema Nacional de Calidad del Aire, Chile 2020**

Regiones	Estaciones	MP10	Ozono	Dióxido de azufre	Dióxido de nitrógeno	Monóxido de carbono	MP 2,5
Región XV	1	0	0	0	0	0	0
Región I	1	0	0	0	0	0	0
Región II	31	11	2	8	5	1	0
Región III	28	3	2	3	2	2	0
Región IV	17	13	0	0	0	0	0
Región V	37	14	4	9	4	2	1
Región Metropolitana	13	11	7	7	0	7	0
Región VI	14	7	5	5	3	4	1
Región VII	8	0	0	0	0	0	0
Región VIII	35	7	3	5	3	4	2
Región IX	5	4	0	0	0	1	3
Región XIV	7	1	0	0	0	0	1
Región X	7	1	0	0	0	0	1
Región XI	3	1	0	0	0	0	0
Región XII	1	0	0	0	0	0	0
Total	208	73	23	37	17	21	9

Si bien existen mediciones en sectores localizados del país, de Hidrocarburos metánicos y no metánicos, que corresponden a COV, dichas estaciones no miden lo que la población inhala, pues no son de representatividad poblacional. Por lo que no se puede realizar, en la actualidad, un análisis de la relación de estos compuestos con la salud de la población chilena.

En otras palabras, se desconoce el nivel de exposición actual de la población a COVs en el país, y tampoco se sabe si esa exposición establece un nivel de riesgo que sea necesario controlar.

### **III. Recomendación sobre el/los parámetros mas representativos y sobre los cuales debiesen establecerse límites de calidad del aire.**

Como se planteó anteriormente, la situación de calidad del aire, en Chile, respecto de los Compuesto Orgánicos Volátiles ha sido poco evaluada y existen algunas publicaciones que describen los efectos del COVs sobre la química atmosférica (Kavouras, 1999; Rappengluck, 2000 y 2005); y en especial su relación en la generación de ozono (Préndez, 2013) y ninguna publicación sobre sus efectos en la salud de la exposición ambiental a COVs. Tampoco se tiene más información respecto del benceno.

El Ministerio de Medio Ambiente ha definido la elaboración de una norma primaria de calidad del aire para COVs, por ser considerados de "interés nacional" y sobre la base de mediciones realizadas por el Norwegian Institute for Air Research (Nilu).

Ventajas de este enfoque:

- Mantiene la gestión de la calidad del aire en aspectos conocidos en Chile, como son la generación de MP<sub>2.5</sub> y ozono, pues los COVs son precursores de ellos.
- Se puede incluir en los compromisos internacional dentro del marco de la Convención Marco de Cambio Climático, tal cual lo está haciendo Canadá.

#### Desventajas del enfoque:

- La información científica actual sobre COVs, reconoce efectos en la salud como los descritos en la resolución del MMA, pero para ambientes cerrados (domiciliarios y ocupacional) no para ambientes abiertos, por lo que las guías de calidad, y funciones dosis-respuesta conocidas están referidas a dichas condiciones específicas de exposición (niveles en ordenes de magnitud mayor).
- Al definir un "saco" de contaminantes, establece regulación para emisiones naturales que no han demostrado ningún efecto negativo sobre la salud de la población. Así por ejemplo los COVs de origen natural emitido por la vegetación (biogénicos).
- Ausencia de información científicamente válida para derivar funciones dosis respuesta, debido a la dificultad de medir el impacto de un "saco de contaminantes" y atribuirlos a efectos en la salud poblacional.
- Desprotección de la población frente a los compuestos más tóxicos, en caso de establecer límites generales para COVs, pues se deberán establecer límites "realistas" que "acepten" las emisiones de COVs biogénicas.
- No aporta a resolver percepción de ausencia de protección a la salud pública frente a contaminación atmosférica. Se plantea que "Chile

debe avanzar en la diferenciación entre cantidad de material particulado y la caracterización adecuada de su composición y, por lo tanto, en su efecto sinérgico” (UDP, 2019). Lo mismo se planteará con respecto de regular en “saco” a los contaminantes orgánicos gaseosos.

- Respecto del rol precursor de ozono de los COVs, el impacto sobre la salud de las personas de esta actividad fotoquímica ya se encuentra regulada por la norma primaria de calidad del aire para ozono. Por lo que regularlos no aumentará el beneficio en salud.

Tomando en consideración los antecedentes internacionales y el análisis de ventajas y desventajas se recomienda establecer una norma primaria de calidad del aire para benceno, como contaminante representativo de los COVs más dañinos para la salud poblacional.

#### **IV. Recomendación de periodos o intervalos de evaluación para límites máximos de concentración**

Los países que regulan benceno lo hacen estableciendo un nivel promedio anual. Esto se debe a que el efecto sobre la salud que se quiere controlar es su efecto crónico.

Para el cálculo de la media anual se debe contar con el 90 % de los valores horarios o (si no están disponibles) de los valores correspondientes a 24 horas a lo largo del año. Los requisitos para el cálculo de la media anual no incluyen las pérdidas de datos debidas a la calibración periódica o el mantenimiento normal de la instrumentación (UE, 2008).

Para el establecimiento de la regulación del benceno, la Unión Europea estableció un cronograma de gradualidad que contempló 10 años para lograr el cumplimiento del límite fijado de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Partió aceptando 100% de tolerancia, porcentaje que se fue reduciendo hasta llegar en 10 años al límite objetivo (Directiva UE/2008/50/CE).

## VI. CONCLUSIÓN

Tomando en consideración la ausencia de datos chilenos respecto de la exposición y potenciales impactos de estos compuestos en el aire, se recomienda controlarlos por vía de limitar las concentraciones de benceno (C6H6) en aire para evitar sus efectos crónicos (WHO, 2017). No es recomendable establecer límites generales para COVs, pues este enfoque tendría que incluir emisiones de COVs biogénicas, lo que generará desprotección de la población frente a los compuestos más tóxicos.

Respecto del límite a establecer, en virtud de la ausencia de datos chilenos, resulta razonable definir un límite de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , promedio anual, y establecer para evaluar su cumplimiento, al igual que en el caso del plomo (DS 136/2000) a lo menos dos años sucesivos de medición, en estaciones de medición con representatividad poblacional (EMPB).

También se recomienda que la entrada en vigor de la norma sea gradual utilizando en forma ideal los 10 años entregados a los países de la Unión Europea, y que, para la primera revisión normativa, a los 5 años de dictada la norma, sobre la base de datos nacionales respecto de la exposición y los potenciales efectos en la población, se ajuste el plazo final de entrada en vigor.

Finalmente, respecto al rol precursor del ozono y  $\text{MP}_{2,5}$  de los COVs, el impacto sobre la salud de las personas ya se encuentra regulado por la norma primaria de calidad del aire, por lo que regularlos no aumentará el beneficio en salud.



Patricia Matus Correa  
PhD Doctor en Salud Pública  
CIAMA Ltda.

## VII. ANEXO: Antecedentes bibliográficos:

Acevedo Volatile Organic Compounds Produced by Human Skin Cells *Biol Res* 40: 347-355, 2007

Aghaei M et al Association between ambient gaseous and particulate air pollutants and attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) in children; a systematic review. *Environmental Research* 173 (2019) 135–156

Araya M et al Assessment of Anthropogenic Volatile Organic Compounds in Leaves of Two Urban Tree Species in Santiago de Chile. *Frontiers in Forests and Global Change* | www.frontiersin.org 1 August 2019 | Volume 2 | Article 42

Australia, State of the Environment 2016  
<https://soe.environment.gov.au/theme/ambient-air-quality/topic/2016/volatile-organic-compounds>

Canada, 2017  
[https://www.google.com/search?q=Proposed+Regulations+Respecting+Reduction+in+the+Release+of+Volatile+Organic+Compounds+\(Petroleum+Sector\)+in+2017+Canada&rlz=1C5CHFA\\_enCL898CL898&oq=Proposed+Regulations+Respecting+Reduction+in+the+Release+of+Volatile+Organic+Compounds+\(Petroleum+Sector\)+in+2017+Canada&aqs=chrome..69i57.3554j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Proposed+Regulations+Respecting+Reduction+in+the+Release+of+Volatile+Organic+Compounds+(Petroleum+Sector)+in+2017+Canada&rlz=1C5CHFA_enCL898CL898&oq=Proposed+Regulations+Respecting+Reduction+in+the+Release+of+Volatile+Organic+Compounds+(Petroleum+Sector)+in+2017+Canada&aqs=chrome..69i57.3554j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

Fuente A, Martin D Slade, Tanisha Taylor, Thais C Morata, Robert W Keith, Judy Sparer, Peter M Rabinowitz. Peripheral and central auditory dysfunction induced by occupational exposure to organic solvents. *J Occup Environ Med.* 2009 Oct;51(10):1202-11.

doi: 10.1097/JOM.0b013e3181bae17c.

Hervé D y Schonsteiner J Informe Anual sobre Derechos Humanos en Chile, 2019. Estado de la Información sobre calidad de aire en Chile. Universidad Diego Portales.

Kavouras et al Measurement of particulate aliphatic and polynuclear aromatic hydrocarbons in Santiago de Chile: source reconciliation and evaluation of sampling artifacts. *Atmospheric Environment* 33 (1999) 4977-4986

Montero-Montoya R, et al. Volatile Organic Compounds in Air: Sources, Distribution, Exposure and Associated Illnesses in Children. *Annals of Global Health*. 2018; 84(2), pp. 225–238. DOI: <https://doi.org/10.29024/aogh.910>

Organización Meteorológica Mundial

<https://public.wmo.int/en/resources/bulletin/changing-volatile-organic-compound-emissions-urban-environments-many-paths>

Pozo et al Persistent Organic Pollutants (POPs) in the atmosphere of three Chilean cities using passive air samplers. *Science of the Total Environment* 586 (2017) 107–114

Préndez M et al Biogenic volatile organic compounds from the urban forest of the Metropolitan Region, Chile. *Environmental Pollution* 183 (2013) 143e150

Rappengluck et al The Evolution of Photochemical Smog in the Metropolitan Area of Santiago de Chile. *American Meteorological Society*, March 2000

Rappengluck et al An urban photochemistry study in Santiago de Chile  
*Atmospheric Environment* 39 (2005) 2913–2931

Richard Toro A y cols . Ozone, nitrogen oxides, and volatile organic compounds in a central zone of Chile Air Quality, *Atmosphere & Health* volume 8, pages545–557(2015)

Sekar, Varghese, Varma Analysis of benzene air quality standards, monitoring methods and concentrations in indoor and outdoor environment *Heliyon* 5 (2019) e02918

UK Indoor Air Quality Guidelines for selected VOCs

---

[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/831319/VO\\_statement\\_Final\\_12092019\\_CS\\_1.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/831319/VO_statement_Final_12092019_CS_1.pdf)

Unión Europea Air Quality Guideline Directive 2008/50/ec of the European Parliament and of the council Of 21 may 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008L0050&from=EN#d1e888-1-1>

WHO Evolution of WHO air quality guidelines: past, present and future. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe;2017

# Curriculum Vitae

## ANTECEDENTES PERSONALES

**Nombre:** Patricia Isabel Matus Correa  
**Fecha de Nacimiento:** 16/05/1960  
**Nacionalidad:** CHILE  
**Género:** Femenino

## INFORMACIÓN DE CONTACTO

**E-Mail:** pimatus@uandes.cl  
**Teléfono Laboral:**  
**Dirección para envío de correspondencia:** Dirección Particular

### Dirección Laboral

**Dirección:** Monseñor Álvaro del Portillo 12455  
**País:** CHILE  
**Región:** Región Metropolitana  
**Comuna:** LAS CONDES  
**Código Postal:**

## ANTECEDENTES ACADÉMICOS

### Títulos Profesionales

**Título:** Medico Cirujano  
**Institución:** UNIVERSIDAD DE CHILE  
**País de estudios:** CHILE  
**Año de Titulación:** 1984

### Grados Académicos

**Tipo de grado:** Doctorado/PhD  
**Programa de estudios:** Doctorado en Salud Pública  
**Institución:** UNIVERSIDAD DE CHILE  
**País de estudios:** CHILE  
**Año de obtención:** 2009

**Tipo de grado:** Magíster/Master/DEA  
**Programa de estudios:** Magíster en Salud Pública Mención Epidemiología  
**Institución:** UNIVERSIDAD DE CHILE  
**País de estudios:** CHILE  
**Año de obtención:** 1993

### Líneas de Investigación

1. Salud Ambiental



2. Cambio Climático
3. Contaminación del Aire

## **Disciplina principal de su línea de investigación**

Tecnología y Ciencias Médicas / Ciencias Salud Pública / Higiene y Salud Pública (Epidemiología, Higiene Industrial, Medicina del Trabajo, Medicina Preventiva)

## **Jerarquías Académicas**

**Jerarquía académica 2011 al presente:** Profesor  
**Institución:** UNIVERSIDAD DE LOS ANDES  
**Compromiso Contractual (horas semanales):** 33

**Jerarquía académica 2007 al 2010:** Profesor  
**Institución:** UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO  
**Compromiso Contractual (horas semanales):** 22

**Jerarquía académica 1994 al 2006:** Profesor  
**Institución:** UNIVERSIDAD DE CHILE  
**Compromiso Contractual (horas semanales):** 11

## **PRODUCCIÓN Y OTROS ANTECEDENTES**

### **Participación en Proyectos Financiados por CONICYT**

**Programa:** DIPRES  
**N° de Proyecto:** BIP 301263  
**Título:** Diagnóstico y Monitoreo Ambiental Bahía de Mejillones del Sur  
**Rol en el Proyecto:** Coinvestigador(a)  
**Año de Inicio:** 2018  
**Año de Término:** 2019

### **Participación en Proyectos Financiados por Otras Fuentes Nacionales o Internacionales**

**Título:** Inventario Nacional de Mercurio  
**Fuente de financiamiento:** Ministerio de Medio Ambiente  
**Rol en el Proyecto:** Director(a)  
**Año de Inicio:** 2017  
**Año de Término:** 2018

**Título:** “Análisis de Riesgo Ambiental en Bahía San Jorge, Antofagasta”,  
**Fuente de financiamiento:** FNDR Región Antofagasta  
**Rol en el Proyecto:** Coinvestigador(a)  
**Año de Inicio:** 2019  
**Año de Término:** 2020

**Título:** Diagnóstico y Monitoreo Ambiental de la Bahía Algodonales, Tocopilla  
**Fuente de financiamiento:** FNDR Región Antofagasta



**Rol en el Proyecto:** Coinvestigador(a)

**Año de Inicio:** 2018

**Año de Término:** 2020

## **Publicaciones en revistas**

**Autor(es):** Liu, Cong;Chen, Renjie;Sera, Francesco;Vicedo-Cabrera, Ana M;Guo, Yuming;Tong, Shilu;Coelho, Micheline S Z S;Saldiva, Paulo H N;Lavigne, Eric;Matus, Patricia;Valdes Ortega, Nicolas;Osorio Garcia, Samuel;Pascal, Mathilde;Stafoggia, Massimo;Scortichini, Matteo;Hashizume, Masahiro;Honda, Yasushi;Hurtado-Díaz, Magali;Cruz, Julio;Nunes, Baltazar;Teixeira, João P;Kim, Ho;Tobias, Aurelio;Iñiguez, Carmen;Forsberg, Bertil;Åström, Christofer;Ragetti, Martina S;Guo, Yue-Leon;Chen, Bing-Yu;Bell, Michelle L;Wright, Caradee Y;Scovronick, Noah;Garland, Rebecca M;Milojevic, Ai;Kyselý, Jan;Urban, Ale?;Orru, Hans;Indermitte, Ene;Jaakkola, Jouni J K;Ryti, Niilo R I;Katsouyanni, Klea;Analitis, Antonis;Zanobetti, Antonella;Schwartz, Joel;Chen, Jianmin;Wu, Tangchun;Cohen, Aaron;Gasparrini, Antonio;Kan, Haidong

**Título:** Ambient Particulate Air Pollution and Daily Mortality in 652 Cities.

**Revista:** The New England journal of medicine

**ISSN:** 1533-4406

**Año:** 2019

**Estado de publicación:** Publicada

**Página Inicial:** 705

**Página Final:** 715

**Indización:** PubMed

**DOI/URL:** <http://dx.doi.org/10.1056/NEJMoa1817364>

**Autor(es):** Matus P y Oyarzún M

**Autor(es) Correspondiente(s):** Matus P

**Título:** Impacto del material particulado aéreo (mp<sub>2,5</sub>) sobre las hospitalizaciones por enfermedades respiratorias en niños en santiago de chile: estudio caso-control alterno

**Revista:** Revista Chilena de Pediatría

**ISSN:**

**Año:** 2019

**Estado de publicación:** Publicada

**Página Inicial:** 166

**Página Final:** 174

**Indización:** SciELO

**DOI/URL:** <http://dx.doi.org/10.32641/rchped.v90i2.750>

**Autor(es):** Young Lee et al (13)

**Título:** Predicted temperature-increase-induced global health burden and its  $\delta^\circ$  regional variability

**Revista:** ENVIRONMENT INTERNATIONAL

**ISSN:** 0160-4120

**Año:** 2019

**Estado de publicación:** Publicada

**Página Inicial:** 1

**Página Final:** 11

**Indización:** PubMed

**DOI/URL:** <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.105027>

**Autor(es):** Amstrong B et al (8)

**Título:** The Role of Humidity in Associations of High Temperature with Mortality: A Multicountry, Multicity Study



**Revista:** ENVIRONMENTAL HEALTH PERSPECTIVES

**ISSN:** 0091-6765

**Año:** 2019

**Estado de publicación:** Publicada

**Página Inicial:** 127

**Página Final:** 136

**Indización:** PubMed

**DOI/URL:** <http://dx.doi.org/10.1289/EHP5430>

**Autor(es):** Yuming Guo , Antonio Gasparrini, Shanshan Li , Francesco Sera, Ana Maria Vicedo-Cabrera, Micheline de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho, Paulo Hilario Nascimento Saldiva, Eric Lavigne, Benjawan Tawatsupa, Kornwipa Punnasiri, Ala Overcenco, Patricia Matus Co

**Título:** Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: A multi-country time-series modelling study

**Revista:** PLOS MEDICINE

**ISSN:** 1549-1277

**Año:** 2018

**Estado de publicación:** Publicada

**Página Inicial:** 1

**Página Final:** 17

**Indización:** PubMed

**DOI/URL:** <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002629>

**Autor(es):** Ana Maria Vicedo-Cabrera et al (12)

**Título:** Temperature-related mortality impacts under and beyond Paris Agreement climate change scenarios

**Revista:** Climatic Change

**ISSN:** 0165-0009

**Año:** 2018

**Estado de publicación:** Publicada

**Página Inicial:** 391

**Página Final:** 402

**Indización:** PubMed

**DOI/URL:** <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2274-3>

**Autor(es):** Matus, Patricia

**Título:** [Air pollution: chemical composition affects the risk].

**Revista:** Revista medica de Chile

**ISSN:** 0717-6163

**Año:** 2017

**Estado de publicación:** Publicada

**Página Inicial:** 7

**Página Final:** 8

**Indización:** PubMed

**DOI/URL:** <http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872017000100001>

**Autor(es):** Jadresic, Enrique;Súarez, Claudio;Palacios, Estela;Palacios, Fernanda;Matus, Patricia

**Título:** Evaluating the efficacy of endoscopic thoracic sympathectomy for generalized social anxiety disorder with blushing complaints: a comparison with sertraline and no treatment-santiago de chile 2003-2009.

**Revista:** Innovations in clinical neuroscience



**ISSN:** 2158-8341

**Año:** 2011

**Estado de publicación:** Publicada

**Página Inicial:** 24

**Página Final:** 35

**Indización:** PubMed

**Autor(es):** Neveu, A;Matus P.

**Autor(es) Correspondiente(s):** Matus, P (reprint author), Univ Chile, Ctr Nacl Medio Ambiente, Unidad Salud & Ambiente, Santiago, Chile.

**Título:** Management of hazardous waste in a hospital

**Revista:** Revista médica de Chile

**ISSN:** 0034-9887

**Año:** 2007

**Estado de publicación:** Publicada

**Página Inicial:** 885

**Página Final:** 895

**Indización:** ISI

**Autor(es):** Cornejo, E;Medina, E;Mascaró, J;Matus, P;Muñoz, J C;Castillo, P

**Título:** [Attitudes and behaviour concerning tobacco use among physicians from Santiago].

**Revista:** Revista medica de Chile

**ISSN:** 0034-9887

**Año:** 1994

**Estado de publicación:** Publicada

**Página Inicial:** 1087

**Página Final:** 94

**Indización:** PubMed

**Autor(es):** Hernández, G;Alvarado, R;Matus, P;Pérez Cortez, C

**Título:** [Descriptive study of the physician-patient relationship].

**Revista:** Revista medica de Chile

**ISSN:** 0034-9887

**Año:** 1985

**Estado de publicación:** Publicada

**Página Inicial:** 732

**Página Final:** 7

**Indización:** PubMed