Plan para las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví

El Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví (D.S. N°105/2018 del MMA

Junio 2020

Importancia del PPDA para efectos en Salud. Qué podemos esperar en el futuro.

Dra Laura Borgel Aguilera

Medico Cirujano especialista en Toxicologia clínica, forense, analítica y evaluación de riesgo

Profesor departamento Medicina legal U de Chile y

Diplomada de ergonomía y prevención de riesgo, Toxicologia y manejo de accidentes por sustancias químicas

U. Federico Santa Maria

Sociedades Científicas:

Directorio Alatox (1998 actual)

Directorio de IUTOX 2010 a 2013

Comité ejecutivo Geología Medica

Directorio Corporacion RITACHILE (2000 actual)

Red de facilitadores de GIZ Alemania (1999 actual)

Antecedentes (OMS)

- La contaminación del aire representa un importante riesgo medioambiental para la salud a resolver a nivel mundial.
- La disminución de los niveles de contaminación del aire PERMITE a los países REDUCIR la carga de morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías crónicas y agudas, entre ellas el asma.
- Cuanto más bajos sean los niveles de contaminación del aire mejor será la salud cardiovascular y respiratoria de la población, tanto a largo como a corto plazo
- Para el 2016, el 91% de la población habitaba en zonas donde no se seguían las Directrices de la OMS sobre la calidad del aire. La contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 4,2 millones de defunciones prematuras asociado a disminución de las expectativas de vida y afecta a países con ingresos bajos (91%) en regiones de Asia Sudoriental y el Pacífico Occidental.
- Además a la contaminación del aire exterior, se suma el humo en interiores un grave riesgo sanitario, 3000 millones de personas, que utilizan como fuente energía (cocinar y calefaccionar) combustibles de biomasa y carbón. Sumado al cigarrillo
- La OMS, 2016, establece que de las muertes prematuras, asociadas a contaminación atmosférica, el 58% corresponden a cardiopatías isquémicas y accidentes cerebrovasculares, 18% a enfermedad pulmonar obstructiva crónica e infecciones respiratorias agudas, y el 6% de las muertes se debieron al cáncer de pulmón.

POR QUE SE REQUIERE UN PLAN DE DESCONTAMINACION

- El aire es prácticamente la única ruta ambiental de exposición humana A CONTAMINATES QUE INGRESAN POR VIA AEREA
- La ventilación pulmonar es una función vital para el ser humano y los mamíferos (nadie puede vivir sin respirar)
- Los subproductos de degradación y transformación ambiental de distintos contaminante tanto naturales como antrópicos pueden afectar a los humanos en la función respiratoria (asma, crisis obstructivas), cardiovascular (infartos cardiacos e hipertensión arterial)

Calidad de aire

Los efectos podrán ser multifactoriales

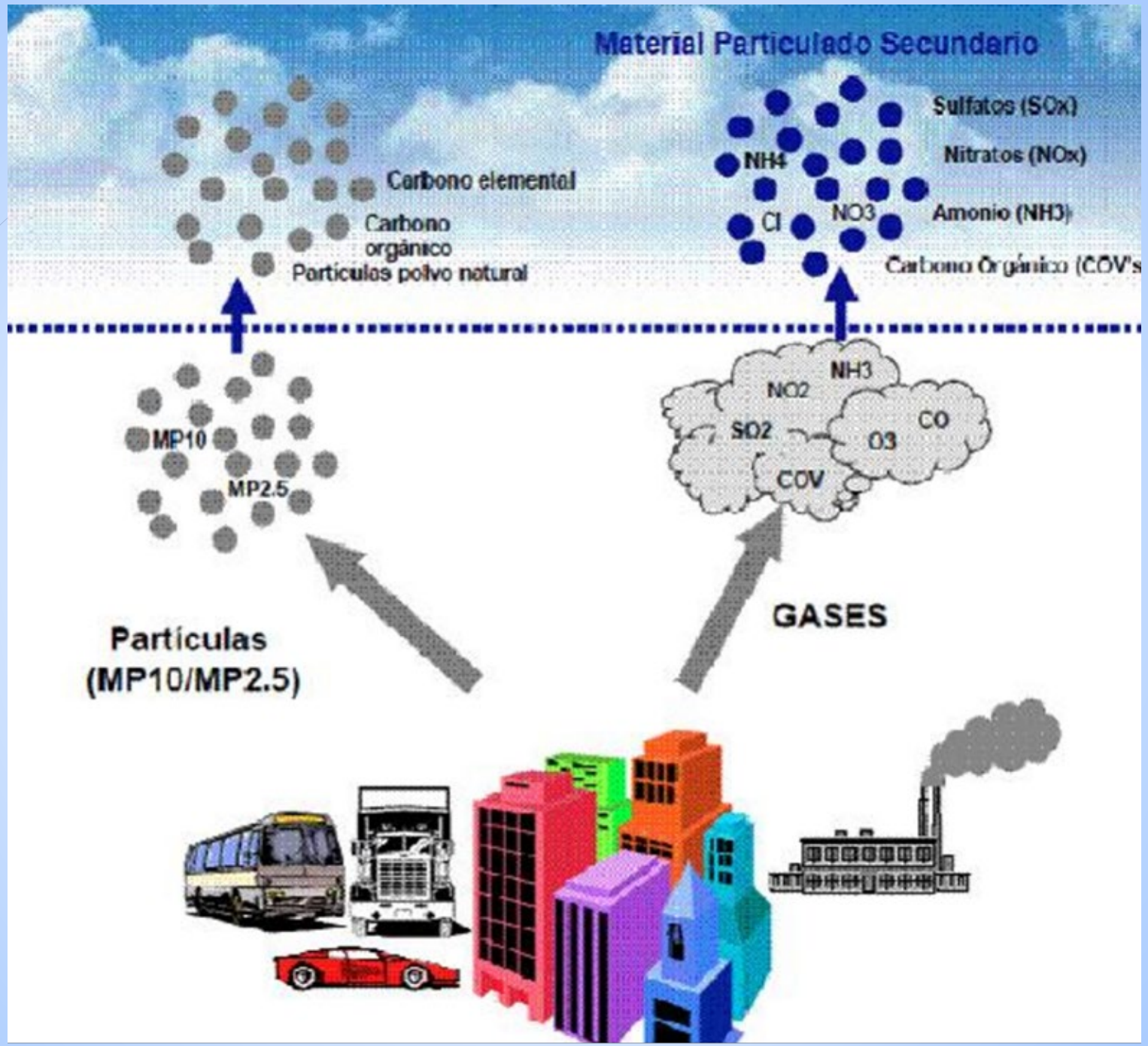
- Agudos y se confunden con los periodos de invierno por aumentar además los factores virales
- Para efectos agudos los contaminantes de mayor asociación son SO2, NO2, PM 2,5 y NOx
- Crónicos que se expresan a muchos años de exposición reiterada y determinan daños en la estructura del pulmón y asociación con enfermedades cardiovasculares asociados a daño endotelial vascular por formación de radicales libres
- Para efectos crónicos los contaminantes de mayor asociación son SO2, NO2, PM 2,5 , NOx y la formación de Radicales Libres asociados principalmente a NOx y PM 2,5

Calidad de aire

- Al ser el aire la única ruta ambiental de exposición humana se requiere una correcta, oportuna y representativa medición y monitoreo de los niveles de concentración de los gases en el aire de comunidades expuestas
- Este monitoreo permite establecer la calidad de aire y se requiere de un sistema de monitoreo altamente confiable en sus resultados para poder inferir el riesgo poblacional.
- OMS establece que los efectos adversos correctamente diagnosticados en la comunidad SE PUEDEN atribuirse con un ALTO GRADO DE CONFIABILIDAD A LOS NIVELES INFORMADOS POR LA RED LOCAL DE MONITOREO, que registra las emisiones y dispersión de distintas fuentes fijas industriales, domésticas y móviles.

OMS

- Los **valores guía** que recomendó la OMS **NO PUEDEN PROTEGER PLENAMENTE LA SALUD HUMANA**, porque en los estudios hasta ahora no han identificado los umbrales por debajo de los cuales no se producen efectos adversos. **Es decir, no se han establecido niveles umbrales de NO EFECTO.**
- Por otro lado, se ha asociado a la contaminación del aire una gama creciente de efectos adversos para salud, muchos de ellos a nivel molecular, bioquímico. Esto es válido en particular para el **material particulado** en el aire. Por lo mismo los nuevos estudios utilizan métodos más refinados e indicadores más sutiles y sensibles de los efectos.
- **LAS PRUEBAS EPIDEMIOLÓGICAS MÁS RECIENTES INDICAN QUE LA POSIBILIDAD DE EFECTOS ADVERSOS EN LA SALUD PERSISTE AÚN CUANDO LA EXPOSICIÓN OCURRA A NIVEL DEL VALOR GUÍA RECOMENDADO POR LA OMS O INCLUSO POR BAJO EL MISMO.**
- Las características de la **exposición a contaminantes por ruta aérea** pueden presentar **múltiples modalidades atendiendo a la influencia de factores ambientales tales como la topoclimatología local.**


Material Particulado Secundario
Carbono elemental
Carbono orgánico
Partículas polvo natural
Sulfatos (SOx)
Nitratos (NOx)
Amonio (NH3)
Carbono Orgánico (COV's
NH4
Cl
NO3
MP10
MP2.5
NH3
NO2
SO2
CO
O3
COV
Partículas (MP10/MP2.5)
GASES

PPDA ??

- Como OMS lo señala el **umbral de contaminantes** de aire NO ESTA establecido para efectos en SALUD
- Existen **recomendaciones de contaminantes que se monitorean** pero estos se relacionan con valores **para efectos agudos** y no crónicos
- Estos valores **no garantizan un margen de seguridad** para efectos crónicos de contaminantes en aire
- Por lo que **SIN EL PLAN DE DESCONTAMINACIÓN** no es posible garantizar un margen de seguridad futuro y por tanto no se pueden **establecer medidas de mitigación conducentes al riesgo aceptable.**
- **Por lo que para garantizar la inocuidad sobre las poblaciones se requiere de un plan de descontaminación asociado a la medición de los efectos en salud y actualización del inventario de fuentes fijas y móviles**

Características contaminantes de aire

- Gases irritantes
- Gases asfixiantes
- Contaminantes neurotóxicos
- Cancerígenos

- Explosivas
- Inflamables
- comburentes
- Corrosivas

Propiedad fisco quimicas

- AGUDA ORAL , INHALATORIA, DERMAL
- Muy toxica, toxica , irritante
- Sensibilidad

Toxicidad aguda

- Efectos sobre especies no mamíferos: aves, peces , algas
- Sobre otros organimos beneficos

Ecotoxicologicas

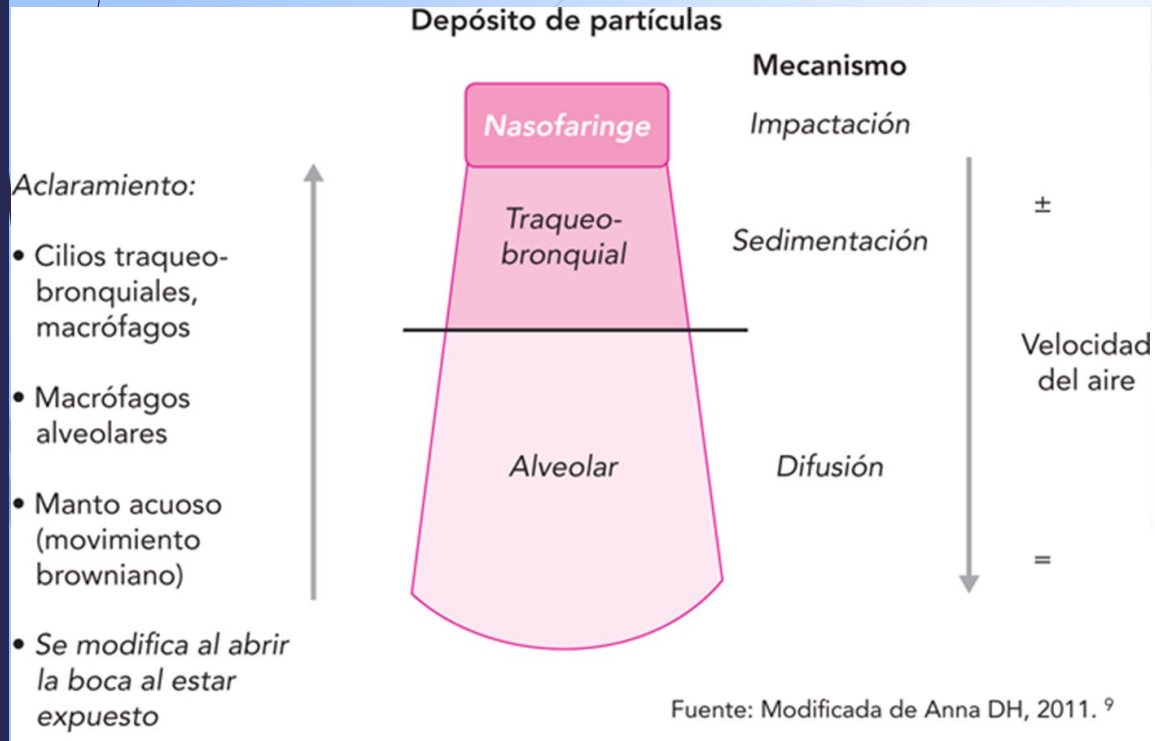
- Carcinogenicidad
- Disruptores endocrino
- Mutagénica, toxicidad reproductiva
- Neurotoxicidad
- Hepatotoxicidad…

Toxicidad crónica

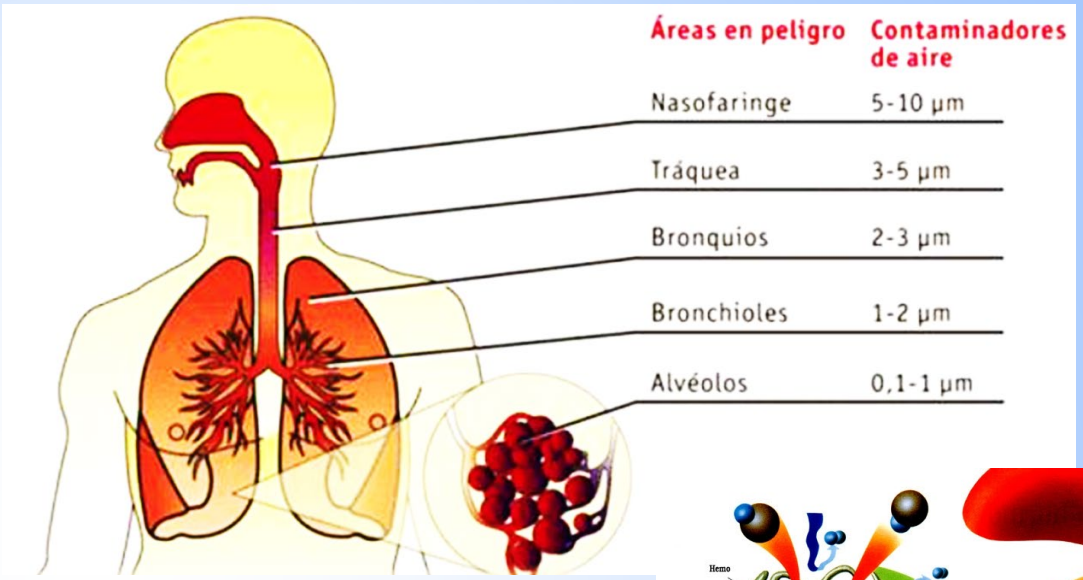
- Persistencia
- Comportamiento agua, suelo y aire bajo condiciones de ph, fotolisis, temperatura, microbiológica, hidrolisis, pirolisis

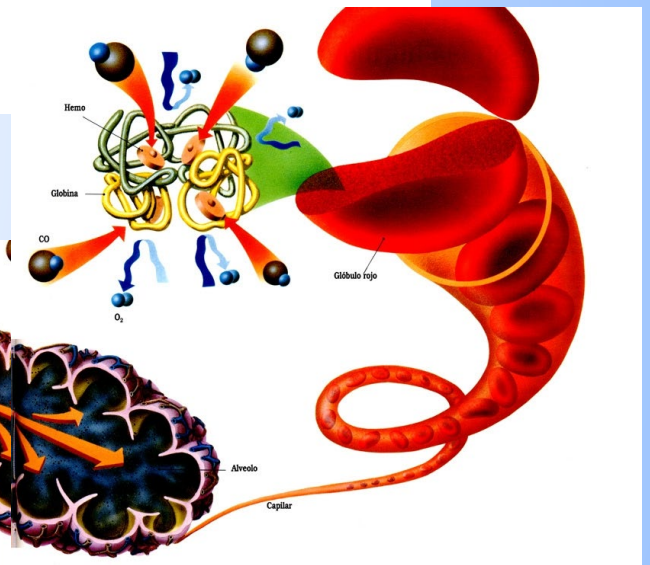
Comporta miento ambiental

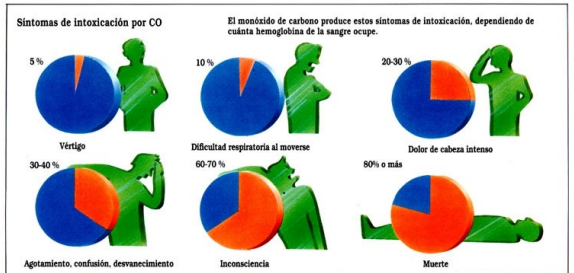
Absorción y vías de ingreso de contaminantes de aire



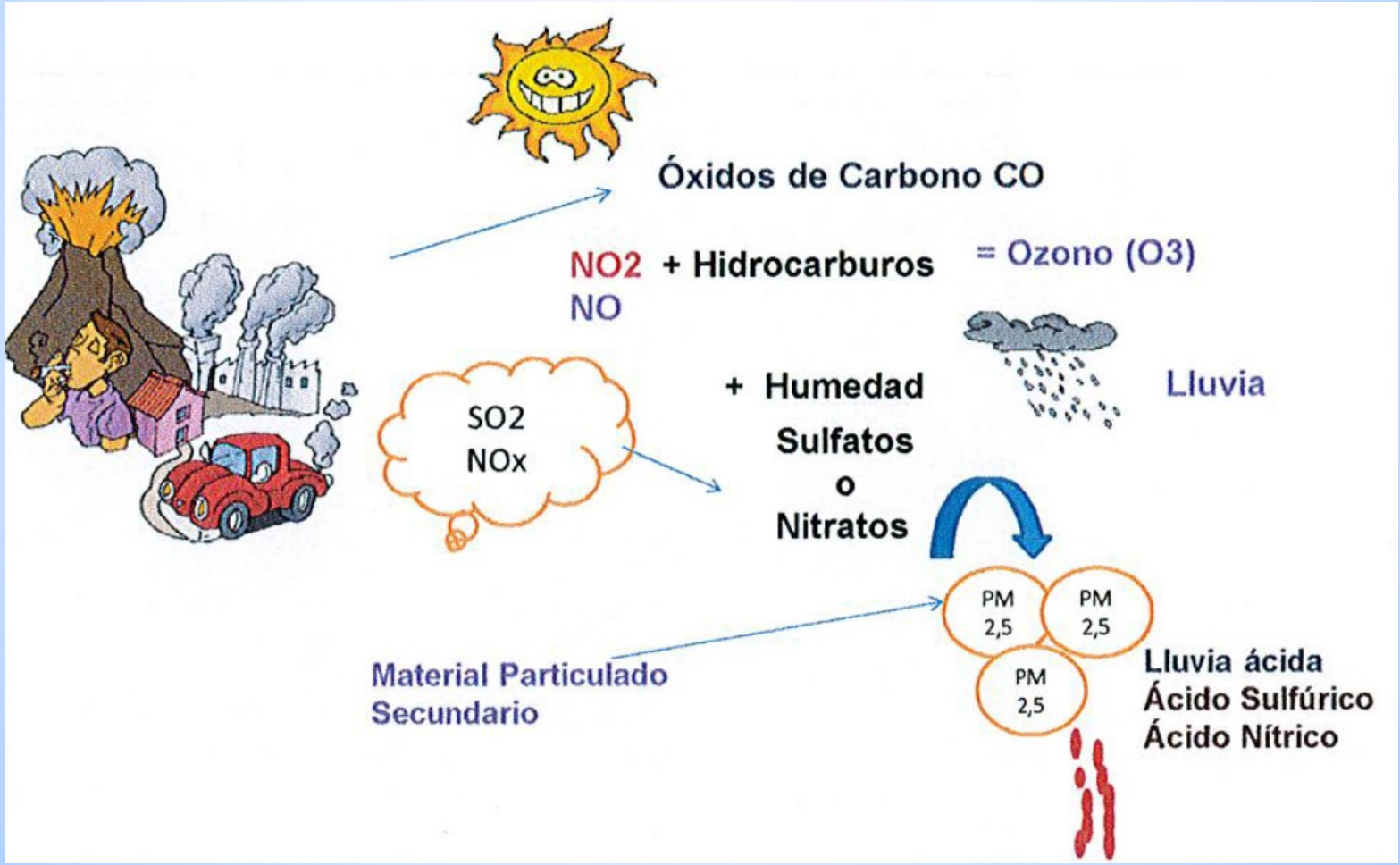
Fuente: Juan Manuel Esteban Castro Albarrán, Martha Edilia Palacios Nava, María del Pilar Paz Román, Guadalupe Silvia García de la Torre, Laura Moreno Altamirano: *Salud, ambiente y trabajo*, www.accessmedicina.com
Derechos © McGraw-Hill Education. Derechos Reservados.

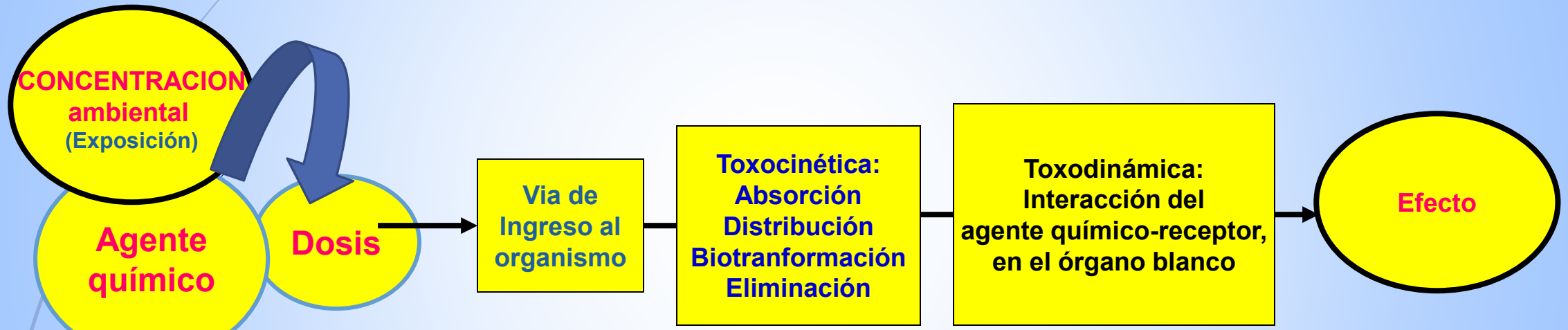


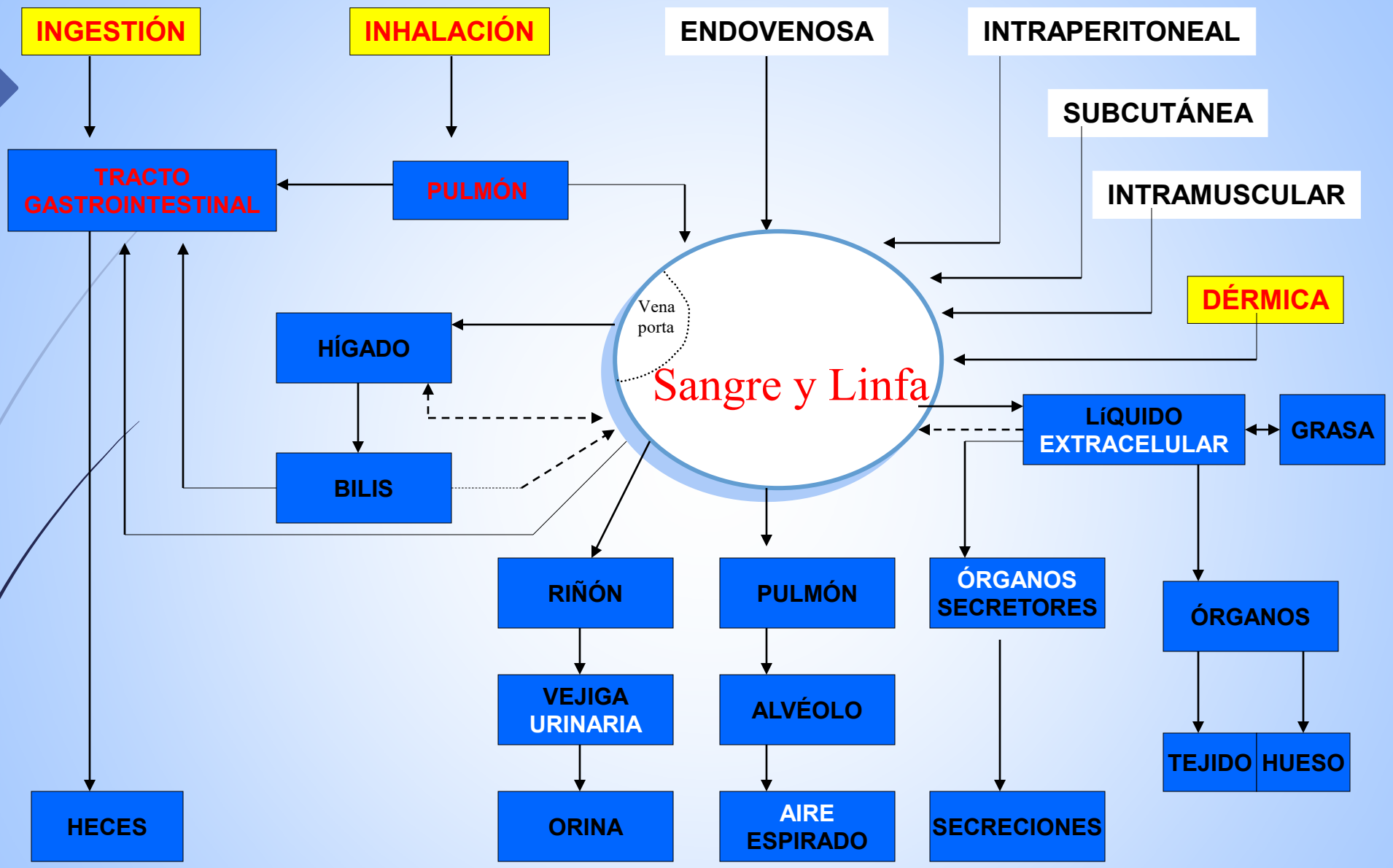




ORIGEN DEL MP2.5 Y JUSTIFICACIÓN DE REGULAR PRECURSORES DE MP2.5

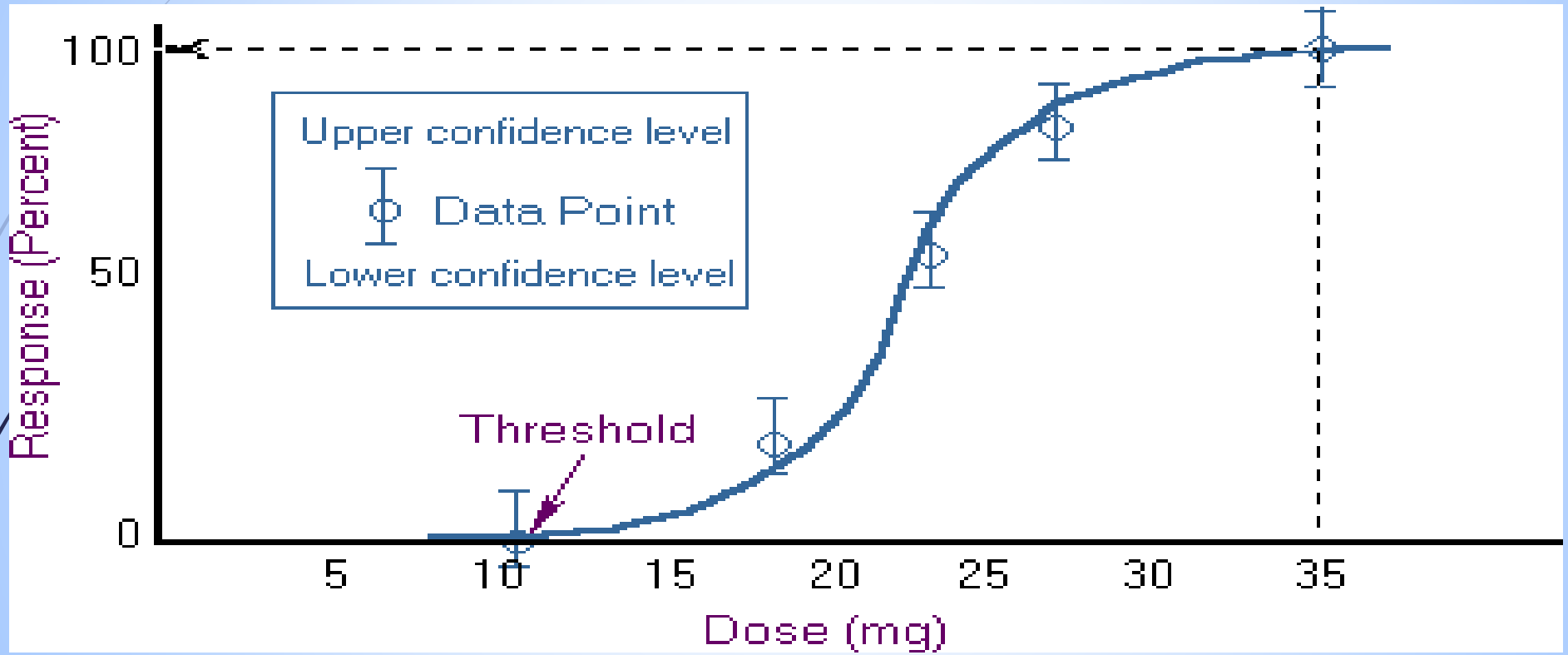



CONCENTRACION ambiental
(Exposición)
Agente químico
Dosis
Via de Ingreso al organismo
Toxocinética:
Absorción
Distribución
Biotranformación
Eliminación
Toxodinámica:
Interacción del agente químico-receptor, en el órgano blanco
Efecto



Vías de absorción, distribución y eliminación de agentes tóxicos en el organismo humano (ROZMAN y KLAASSEN, 1996)

DOSIS/RESPUESTA



NOAEL * LOAEL

Pirámide Epidemiológica por los Efectos del PM

Fuente: California Air Resource Board

PPDA: **comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví**

- El Plan de Prevención y Descontaminación Atmosférica para las comunas de Concón, Quintero y Puchuncaví (D.S. N°105/2018 del Ministerio de Medio Ambiente), y establece una serie de medidas para las principales fuentes de emisión identificadas (ENAP, AESGENER, CODELCO, ARIDOS, CALDERAS).
- La zona geográfica a la que aplica el Plan, comprende las comunas de Puchuncaví, Quintero y Concón, ubicadas en la región de Valparaíso. La población total, proyectada al año 2013, es de 89.912 habitantes para estas tres comunas.
- Según el informe de "Actualización Población 2002-2012 y Proyección 2013-2020", del Instituto Nacional de Estadísticas, la comuna de Puchuncaví con superficie de 300 Km^2 y una población de 17.046 habitantes. Quintero con superficie de 148 km^2 y una población de 26.742 habitantes y Concón con una superficie de 76 km^2 y una población de 46.124 habitantes.
- De tal modo, Concón posee la mayor densidad poblacional, con 607 habitantes/km', mientras que Puchuncaví, posee la menor densidad poblacional con 57 habitantes/ km^2

Fuente: MMA, 2020

Diagnostico y control de fuentes

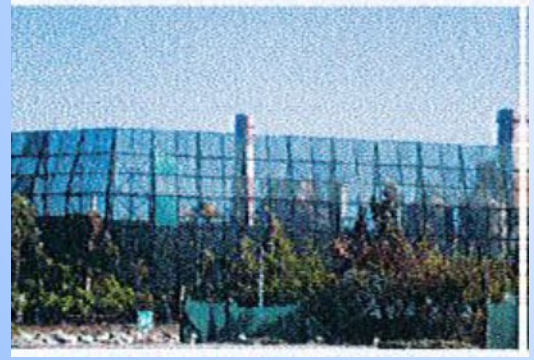
- Control de emisiones Calderas industriales (MP, SO_2 y NO_X)
- Control de emisiones Codelco División Ventanas (MP y SO_2)
- Control de emisiones Complejo Termoeléctrico Ventanas de AES Gener S.A (MP, SO_2 y NO_X)
- Control de emisiones a ENAP Refinerías Aconcagua (MP, SO_2 y NO_X)
- Control de emisiones de MP en Fuentes Areales (Áridos y gráneles sólidos)
- Control de emisiones de COVs (procesamiento y almacenamiento de Hidrocarburos)
- Control de emisiones en quemas agrícolas , forestales y calefacción domiciliaria
- Compensación de emisiones
- Gestión de episodios críticos
- Seguimiento y vigilancia de la calidad del aire
- Difusión y educación ambiental

Objetivos

- Regular SO2 y PM
- Control sobre PM implica disminuir exposición de otros como metales y otras partículas que viajan en esta fracción
- Para reducir PM, debe disminuirse las emisiones de otros contaminantes como NO2, quemas (CO, SO2) y control de áridos
- Fuentes asociadas a pm 2,5: centrales termoeléctricas, acopios de carbón natural y petcoque, fundiciones, explotación de áridos y calderas

INVENTARIO DE EMISIONES MP2,5 Y PRECURSORES

RESUMEN DE FUENTES PUNTUALES



De las emisiones de **MP2,5, ENAP aporta con el 56%** del total de las emisiones.

La **Fundición Ventanas** es la responsable del **53%** de las emisiones de **SO2, seguida por AES GENER con un 40%.**

Respecto a las emisiones de **NOx, AES GENER y ENAP representan un 82%** de la emisión total.

Las **emisiones Areales** consideradas en este estudio emiten un total de **110,5 ton/año de MP 2,5, 9,5 ton/año de SO2, y 1153,9 ton/año de NOx**

Es importante mencionar que el análisis de las emisiones a nivel comunal es solo por la localización de las empresas y/o industrias. Sin embargo, el impacto de dichas emisiones es en todo el territorio.

Fuente: MMA, 2018

FUENTES Y EMISIONES DE ENAP (1)

1. **SO2: Las principales fuentes de emisión de S02 son el Cracking catalítico y el Sistema Recuperación de Azufre, Bajas eficiencias URa, falta una cuarta unidad Ura . Oportunidad de Reducción : Pendiente implementación RCA 4 º URA y límites de emisión Sistema URA según RCA.**
2. **MP: La principal fuente de emisión de MP es el Cracking Catalítico. Sin equipo de Control de emisiones MP ni gases. Implementación Equipo de Control**
3. **NOx: Las principales fuentes provienen de los procesos de combustión sin quemadores Low-NOx. Implementación de Low NOx**

Fuente: MMA, 2018

POR QUÉ UN PLAN DE DESCONTAMINACIÓN EN EL TERRITORIO DE CONCÓN, QUINTERO Y PUCHUNCAVÍ?

Condición de saturación por MP2,5 anual, donde existe evidencia desde año 2002.

Condición de latencia para MP10 y M P2,5 ambos como concentración anual. Estación de La Greda mantiene desde 2002 condición de latencia para MP10.

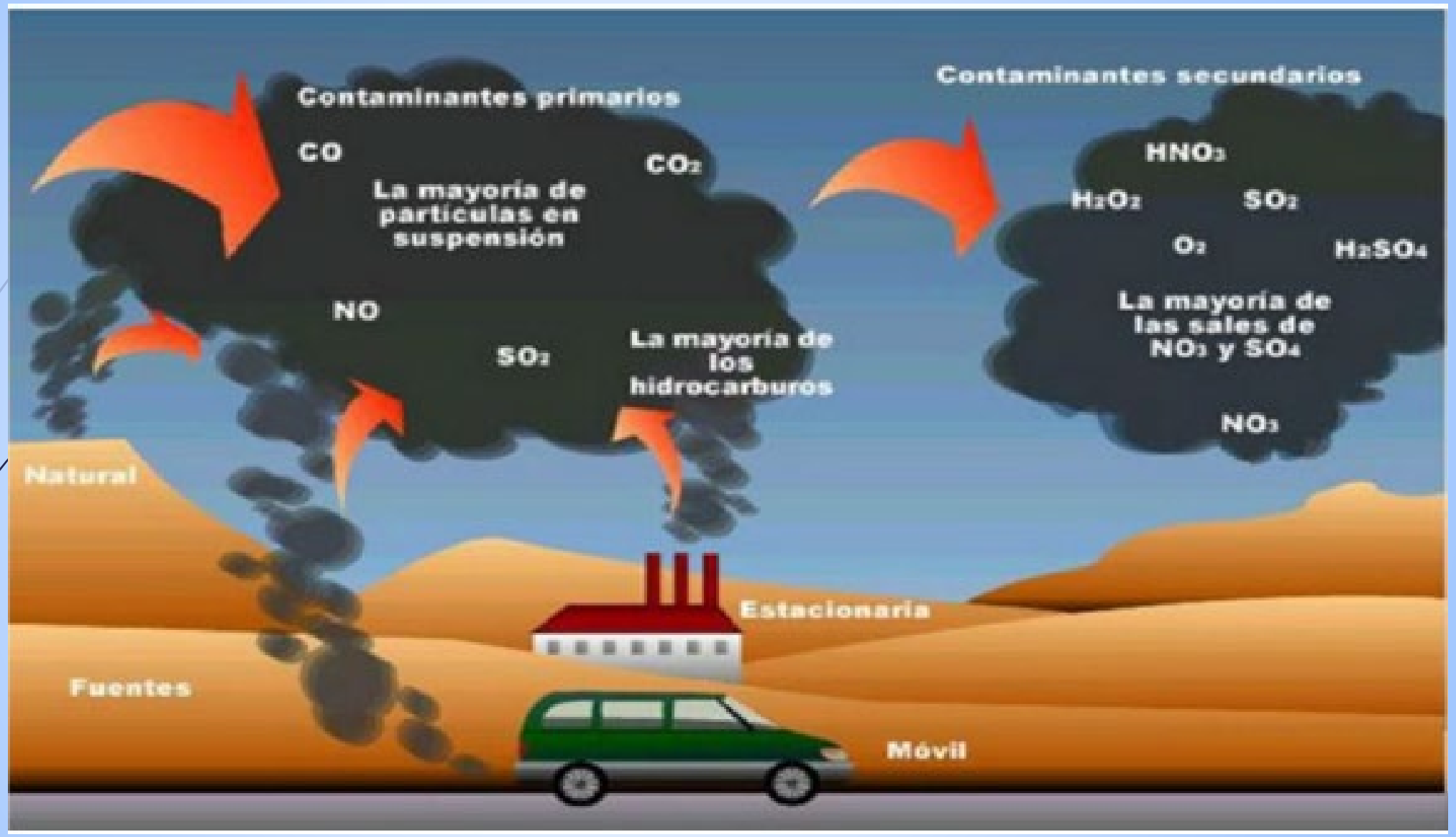
El MP 10 de la zona se asocia a otras sustancias tóxicas como Pb y As. El As, supera la norma de referencia U.E de 6 ng/m3 como promedio anual.

Estudios demuestran además que el (MPS) presente en la zona, contiene Cd, As, Pb, Cu, V, Mo.

Estudios realizados en 2011 ISP-PUC demuestran diferencias significativas de concentración de plomo en sangre en la población muestreada de la Greda v/s población control (referencias en Anexo).

Los resultados del Dpto. Salud Pública P.U.C señala que los niños de La Greda tienen exposición ambienta l con efectos biológicos detectables en la función respiratoria.

Reportes meteorológicos diarios dan cuenta que las condiciones favorables para la dispersión del Dióxido de Azufre, son predominantemente más bajas. MALA VENTILACION


Contaminantes primarios
CO
CO_2
La mayoría de partículas en suspensión
NO
SO_2
La mayoría de los hidrocarburos
Contaminantes secundarios
HNO_3
H_2O_2
SO_2
O_3
H_2SO_4
La mayoría de las sales de NO_3 y SO_4
NO_3
Natural
Estacionaria
Fuentes
Móvil

Como se generan las normas de calidad

- normas definen la cantidad máxima de la sustancia que se permite en un lapso determinado en una matriz ambiental (aire, agua, suelo).
- Su cumplimiento, por lo tanto, se verifica en la matriz ambiental de que se trate y no en el punto de descarga de la fuente emisora, como es el caso de las normas de emisión.
- Recomendaciones internacionales
- Avances ciencia
- Estudios epidemiológicos
- Estudios toxicológicos
- Capacidades tecnológicas

Análisis de efectos y relación con la norma

PM

- Las altas concentraciones de material particulado respirable MP 10 y fino respirable MP2,5 tienen efectos en la salud de las personas aumentando los ingresos hospitalarios,
- Con síntomas respiratorios, la decadencia en la función pulmonar, la exacerbación de enfermedades respiratorias y cardiovasculares crónicas y la mortalidad prematura.
- La evidencia sobre estos efectos observados por la exposición al material particulado respirable, se recoge en estudios recientes y compilados en el documento "Revisión de evidencia de aspectos de salud de la contaminación atmosférica del año 2013" (WHO, 2013).
- Sin embargo, el riesgo a la salud por exposición a material particulado respirable MP2,5 y MP10, no sólo depende del material inhalado sino además, de la composición de dicho material (Adamson et al., 1999, 2000; Dye et al., 2001; Ghio y Delfín, 2001; Moreno et al., 2004). Efecto cocktail

Factores que interfieren

- El emplazamiento y distribución de las fuentes emisoras, las características meteorológicas, la naturaleza y tipo de contaminantes atmosféricos, las concentraciones del material particulado MP2,S y MP10, los mecanismos de transporte atmosférico y las rutas de exposición, asociados a una vía de ingreso al organismo, permiten concluir que la población está expuesta a los riesgos de la contaminación.
- Para establecer el riesgo en salud se requiere que las concentraciones ambientales se traduzcan en una dosis interna de efecto, asociado a una vía de ingreso al organismo.
- En el caso de las tres comunas de la zona saturada (Cancón, Quintero y Puchuncaví), de acuerdo a la estructura etaria según el Informe: "Actualización Población 2002-2012 y proyección 2013-2020" del INE, el 30% de la población son menores de 4 años o mayores de 65 años, que es la población más sensible desde el punto de vista de afecciones respiratorias.

OMS 2005

- *Las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire* publicadas en 2005 ofrecen orientación general relativa a umbrales y límites para contaminantes atmosféricos clave que entrañan riesgos sanitarios.
- Las Directrices señalan que mediante la reducción de la contaminación con partículas (PM_{10}) de 70 a 20 microgramos por metro cúbico (µg/m) es posible reducir en un 15% el número de defunciones relacionadas con la contaminación del aire.

Por qué PM es un indicador representativo común de la contaminación del aire?

- Afectan a más personas que cualquier otro contaminante.
- Los principales componentes de las PM son los sulfatos, los nitratos, el amoníaco, el cloruro de sodio, el hollín, los polvos minerales y el agua.
- Consisten en una compleja mezcla de partículas sólidas y líquidas de sustancias orgánicas e inorgánicas suspendidas en el aire. Si bien las partículas con un diámetro de 10 micrones o menos (≤ PM_{10}) pueden penetrar y alojarse profundamente dentro de los pulmones, existen otras partículas aún más dañinas para la salud, que son aquellas con un diámetro de 2,5 micrones o menos (≤ $PM_{2.5}$). Incluyen al cigarrillo
- Las $PM_{2.5}$ pueden atravesar la barrera pulmonar y entrar en el sistema sanguíneo
- La exposición crónica a partículas contribuye al riesgo de desarrollar enfermedades cardiovasculares y respiratorias, así como cáncer de pulmón.

OMS PM **Valores fijados en las Directrices**

- **Partículas finas ($PM_{2.5}$)**
- 10 µg/m^3 de media anual
  25 µg/m^3 de media en 24h

- **Partículas gruesas (PM_{10})**
- 20 µg/m^3 de media anual
  50 µg/m^3 de media en 24h

- Además de los valores, las Directrices sobre la Calidad del Aire establecen metas intermedias para concentraciones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ destinadas a promover una reducción gradual, de concentraciones altas a otras más baja

PM 2,5

El MP2,5 se produce por emisiones directas de los procesos de combustión de **combustibles fósiles, a partir de la condensación de gases, de reacciones químicas en la atmósfera a partir de gases precursores como el dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, compuestos orgánicos volátiles, amoníaco, y otros compuestos**; y a través de procesos de nucleación y coagulación de partículas ultrafinas.

- Las partículas que se forman en la atmósfera constituyen lo que se conoce como aerosol secundario, o partículas secundarias. En ese contexto, las principales fuentes del **MP2,5 son los automóviles, buses y camiones, tanto a diesel como a gasolina, plantas termoeléctricas, calderas, procesos industriales, hornos, fundiciones, proceso metalúrgicos**, la **combustión de biomasa,** como la calefacción residencial a leña, las quemas agrícolas e incendios forestales, y emisiones de amonio de las operaciones agrícolas.
- **Efectos:** los impactos y riesgos en la salud, se han identificado los siguientes efectos del MP2,5: mortalidad y admisiones hospitalarias en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica y con enfermedad cardiovascular, exacerbación de los síntomas e incremento del asma, aumento de riesgo de infartos al miocardio, inflamación pulmonar, inflamación sistémica, disfunciones endoteliales y vasculares, desarrollo de ateroesclerosis, incremento en la incidencia de infecciones y cáncer respiratorio.

Directrices para el 2032	10 µg/m3 como concentración anual y 25 µg/m3 como concentración diaria.

CARACTERÍSTICA DE LOS CONTAMINANTES

- **1. El MP2.5 primario se emite directamente a la atmósfera desde las fuentes emisora**s, principalmente de las emisiones de combustión de combustibles fósiles, procesos industriales y biomasa.
- **2. El MP2.5 secundario** se forma a través de reacciones químicas en la atmósfera a partir de **gases precursores** como el **dióxido de azufre (SO2), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COVs).**
- **La OMS basa sus valores guías de MP2,5, en estudios epidemiológicos de cohorte de Estados Unidos que dan como resultado aumentos de riesgo de mortalidad de 6% por cada 10 µg/m3(microgramo por metro cúbico) de MP2,5 para concentraciones anuales y de 1% de aumento de riesgo de muerte por cada 10 µg/m3 para concentraciones diarias.**
- **Además de los efectos en salud, el material particulado fino puede presentar efectos adicionales tales como efectos a la visibilidad, debido a sus propiedades de absorción y refracción de luz, efectos sobre la vegetación y sobre los materiales**

.

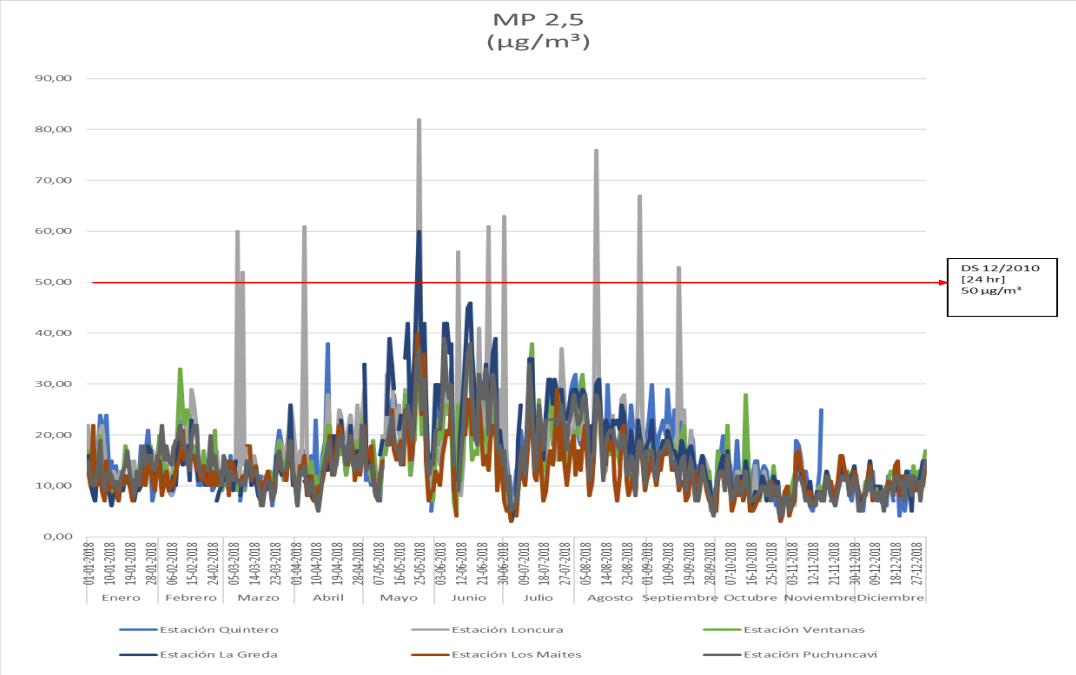
- La norma contenida en el presente decreto (PPDA)ha tomado en cuenta el estado de avance de los estudios científicos en cuanto a los efectos del **MP2,5** en la salud de las personas, y se hace cargo de éstos, y aborda aspectos que son considerados importantes por la autoridad reguladora y fiscalizadora, con el fin de facilitar la gestión y aplicación de la norma.
- Que, los valores de norma que se establecen consideran además, la información de calidad del aire disponible en nuestro país y la factibilidad técnica de reducir las emisiones directas de material particulado fino y de sus precursores, pudiendo ser revisados cada **cinco años** de forma tal de ajustarlos si los antecedentes disponibles así lo justifican.
- Que, los límites que determinan las situaciones de emergencia ambiental consideran un aumento relativo de la mortalidad diaria respecto del valor de la norma de un 3% para situaciones de alerta, de un 6% para situaciones de preemergencia y de un 12% para emergencia.
- Que, el anteproyecto de la norma que fuera sometido a consulta pública contemplaba la implementación de límites de concentración escalonados y descendentes en el tiempo: **desde el año 2012, con 25 µg/m3** como concentración anual y 63 µg/m3 como concentración diaria; **desde el año 2022 con 20 µg/m3** como concentración anual y 50 µg/m3 como concentración diaria, y **desde el año 2032 con 10 µg/m3** como concentración anual y 25 µg/m3 como concentración diaria.
- Sin embargo, se han analizado nuevamente tales límites de concentración, estimándose pertinente **adelantar al año 2012 la entrada en vigencia del escenario planteado a partir del año 2022 y dejar para una posterior revisión de la norma la evaluación de reducir los límites de concentración al último tramo establecido en dicho anteproyecto.**
- MP 2,5 es un contaminante principalmente de origen urbano.

Contaminante	Norma	Valor
PM 2,5	DTO 12/2010	X 24h: 50 µg/m^3 X 1 año: 20 µg/m^3 Alerta: 80 – 109 µg/m^3 Preemergencia: 110 – 169 µg/m^3 Emergencia: 170 o más µg/m^3
PM 10	DTO 59/1998	X 24h: 150 µg/m^3 Nivel 1: 195 – 239 µg/m^{3}N Nivel 2: 240 – 329 µg/m^{3}N Nivel 3: 330 o más µg/m^{3}N

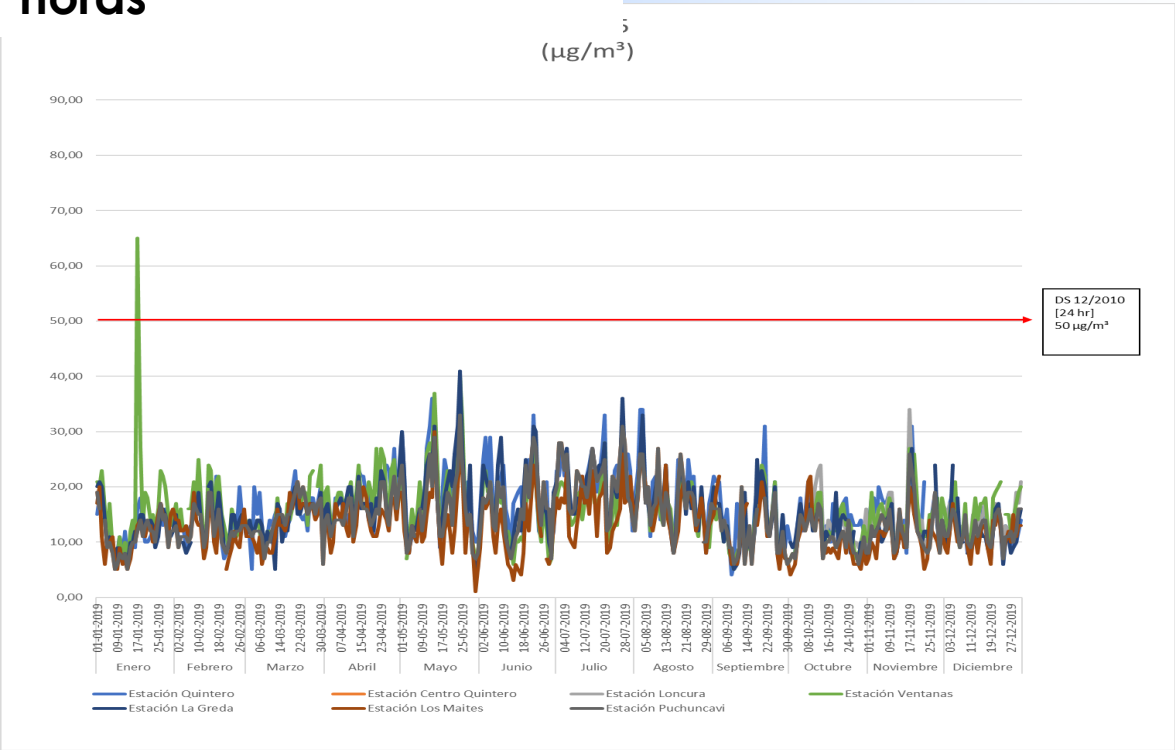
PM 2,5

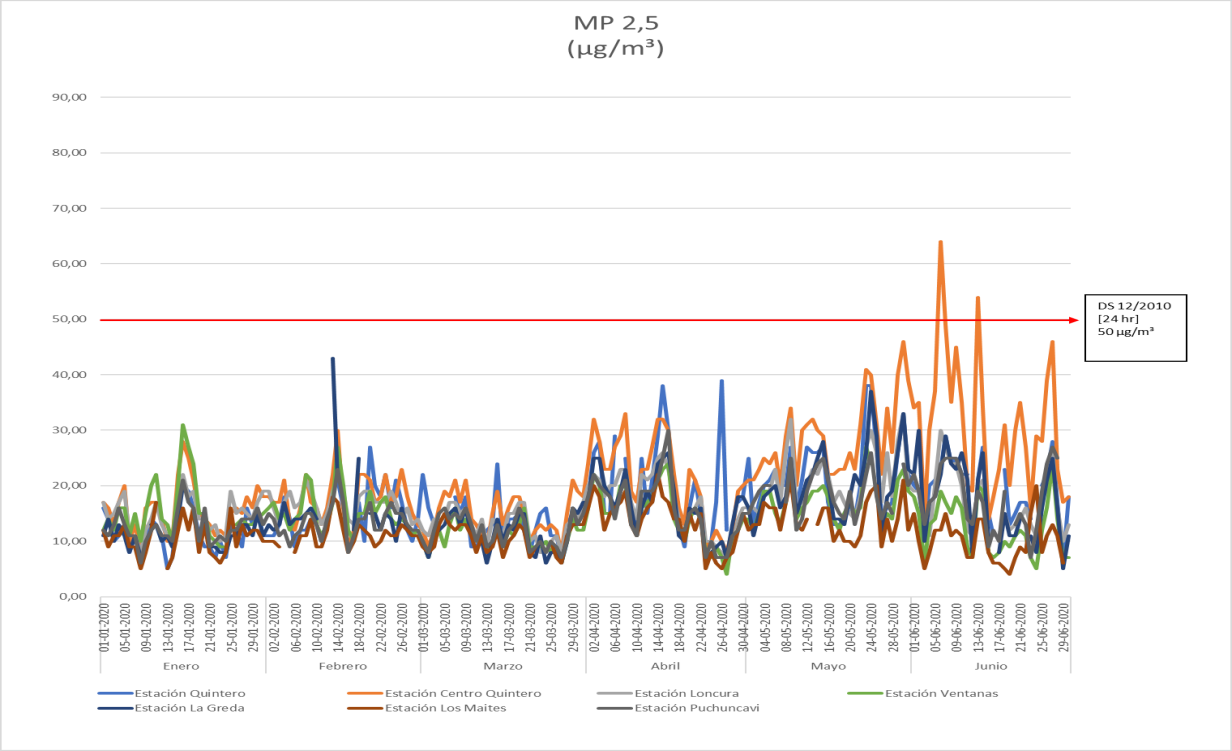
- Los días 07 y 09-03-18 (60 µg/m³ y 52 µg/m³), 05-04-18 (61 µg/m³), 25-05-18 (82 µg/m³), 11 y 24-06-18 (56 µg/m³ y 61 µg/m³), 01-07-18 (63 µg/m³), 10 y 29-08-18 (76 µg/m³y 67 µg/m³) y 15-09-18 (53 µg/m³), en en la Estación Loncura se presentan peak de MP 2,5 fuera de los niveles establecidos por la norma.
- Los días 24 y 25-05-18 (52 µg/m³ y 60 µg/m³), en la Estación La Greda se presentan peak de MP 2,5 fuera de los niveles establecidos por la norma.
- El día 17-01-19 (65 µg/m³), en la Estación Ventanas se presentan peak de MP 2,5 fuera de los niveles establecidos por la norma
- Los días 06 y13-06-20 (64 µg/m³ y 54 µg/m³), en la Estación Centro Quintero se presentan peak de MP 2,5 fuera de los niveles establecidos por la norma

QUINTERO- PUCHUNCAVI 2018, 2019 y 2020 PM 2,5 promedio 24 horas



MP 2,5 (D.S. N° 12/2010) Concentración a 24 horas: 50 µg/m³

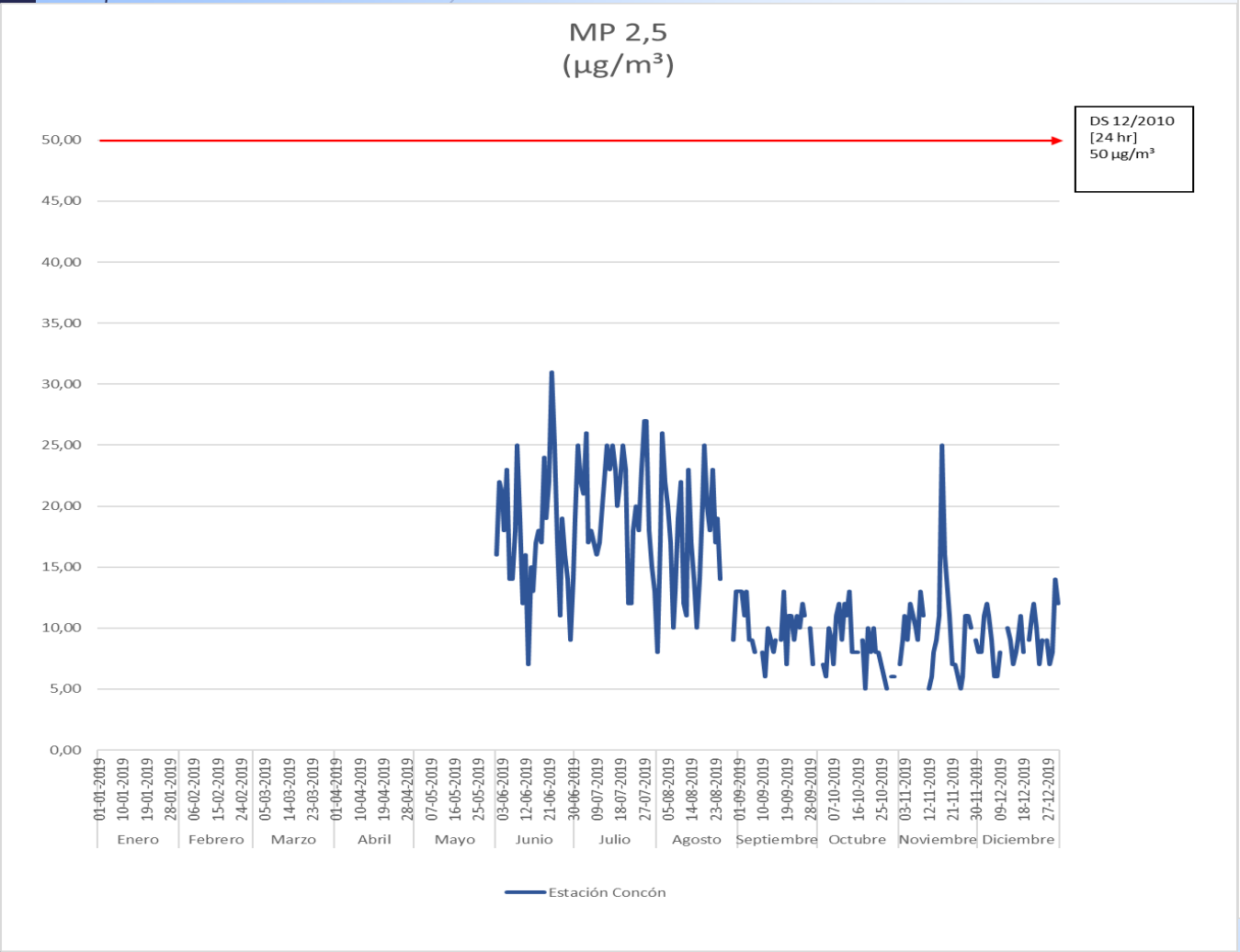


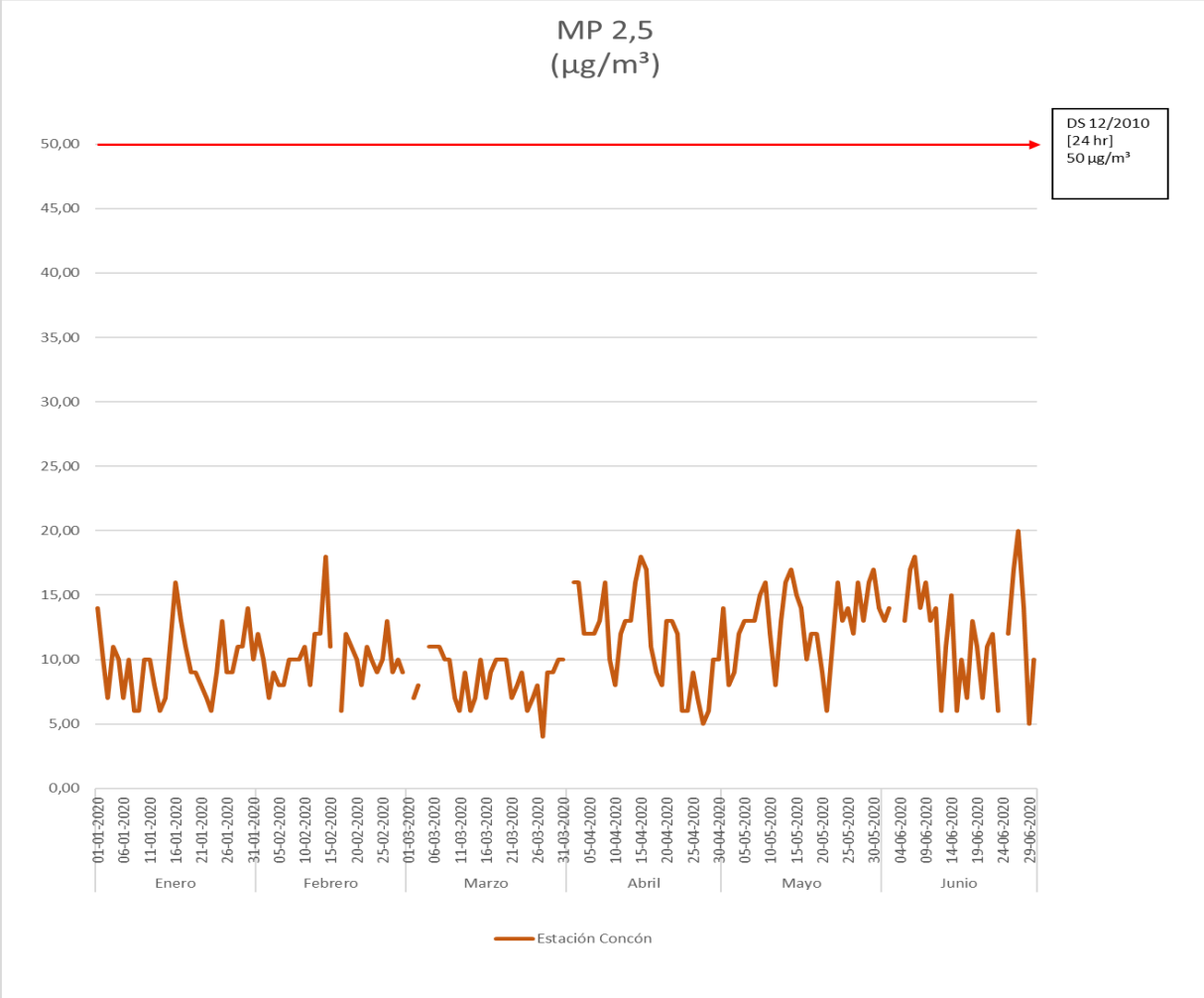


Concón 2019 y 2020

PM 2,5 promedio 24 horas

MP 2,5 (D.S. N° 12/2010)
Concentración a 24 horas:
50 µg/m³





SO_2 (dióxido de azufre): (OMS, 2000; ATSDR, 1998; Stewart, 2017; Long, 2017; Hurst, 2017; Foxall, 2010)

- El **dióxido de azufre** es un gas incoloro de **olor pungente**, no tienen olor nauseabundo ni a huevo podrido. El $S0_2$ puede estar en estado líquido sólo bajo presión. Este gas no es inflamable cuando está solo. Se disuelve rápidamente en agua, y es uno de los principales agentes químicos asociados a los fenómenos de **lluvia ácida y aerosoles ácidos**.
- Es un contaminante de aire común, presentándose tanto de origen natural (**volcanismo e incendios forestales**) como antropogénico, asociado al uso de **combustibles fósiles y fundición de cobre, principalmente y quema de leña a nivel doméstico**. Usos: el SO_2 se utiliza como compuesto químico intermediario en la producción de ácido sulfúrico, en la purificación del petróleo, fumigante, preservante de alimentos y agente blanqueador.
- Exposición principalmente por **vía respiratoria**, en **área ocupacional** , **poblaciones cercanas a procesos industriales que emitan este gas**. Las concentraciones de SO_2 en ambiente se relacionan con la tasa de emisión, con las características de la fuente (altura de emisión, temperatura y tasa de emisión), meteorología local (vientos, estabilidad atmosférica, humedad y cobertura de nubes/niebla), y la composición química de la pluma.

Norma Chilena actual PPCA	OMS
Promedio 1h: 350 µg/m^{3}N (134 ppbv) **Promedio 24h: 150 µg/m^{3}N (57 ppbv)** **Promedio 1 año: 60 µg/m^{3}N (23 ppbv)** Alerta: 500 – 649 µg/m^{3}N (191 – 247 ppbv) Preemergencia: 650 – 949 µg/m^{3}N (248 – 362 ppbv) Emergencia: 950 o más µg/m^{3}N (363 o más ppbv)	• **20 µg/m^3 media en 24h** **500 µg/m^3 de media en 10 min** • **La concentración de SO_2 en períodos promedio de 10 minutos no debería superar los 500 µg/m^3.** • **Las guías de la OMS de calidad del aire para Europa recomiendan no superar concentraciones medias diarias de 125mg/m3 de SO2y valores medios anuales de 50 mg/m3**

Efectos S02

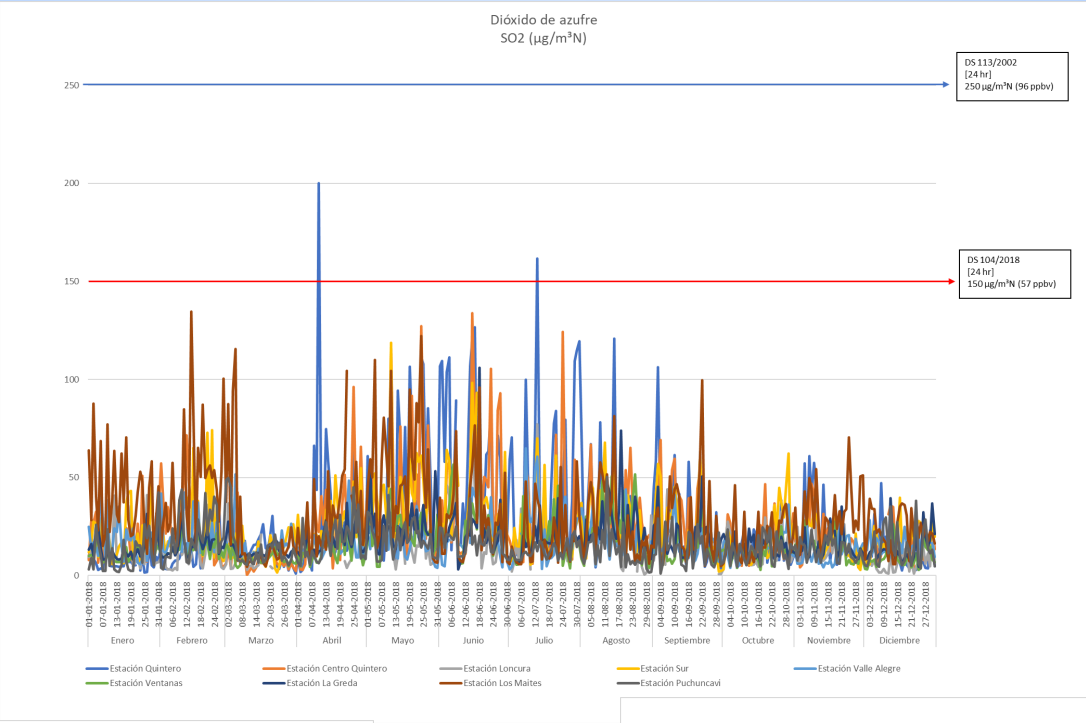
- Los efectos de **exposición aguda a SO2** se manifiestan rápidamente, en menos de 2 minutos, principalmente como un fenómeno **broncoespástico** más que por una respuesta inflamatoria, que presenta **sibilancias, molestia de pecho, tos, estornudos, descarga nasal , irritación ocular y disnea.**
- Estos efectos se ven exacerbados en caso **de ejercicio**, y se mitigan con la respiración por nariz, dado que se produce una redirección de la absorción por la mucosa nasal.
- La exposición aguda a SO2 se manifiesta como **irritación de nariz y garganta, náuseas, vómito, dolor de estómago por acción irritante local gastrointestinal y efecto irritante en las vías aéreas y pulmones, con ausencia de cefalea y signos neurológicos**
- Niveles de exposición de 100.000 ppb (262.000 $\mu g/m^3$), se consideran inmediatamente **peligrosos para la vida y la salud**. (mas de 700 veces)
- Se recomienda no superar de **500 $\mu g/m^3$** en 1 hora por corresponder al umbral de efecto para asmáticos

Efectos S02

- La inhalación de SO_2 produce broncoconstricción, e incrementa la sensibilización alérgica en individuos **no alérgicos**, exacerbando los cuadros de asma. A niveles de **0,8 hasta 8 µg/m³ (3,05 ppb) de SO_2, se describen efectos leves, transitorios, reversibles y olor molesto.**
- La población más sensible son los **asmáticos**. En el caso de la **población asmática**, se ha establecido que a niveles **de 600 ppb (1.572 µg/m³)** con ejercicio pesado o de **500 ppb** (1.310 µg/m³) con ejercicio moderado o severo, se observan cambios en los parámetros de función pulmonar. Además, se describe que a niveles de **200 ppb (524 µg/m³), para población asmática, los cambios en la función**
- En concentraciones **menores a 1.000 ppb (2.620 µg/m³)**, no se observan cambios significativos en la función pulmonar para la **población general, no asmáticos, incluso en caso de ejercicio.** Se ha descrito que, en exposiciones de **10 minutos, a concentraciones de SO2 de 4.000 ppb (10.480 µg/m³)** o más, se produce **reducción en la media de los parámetros de función pulmonar en no asmáticos**

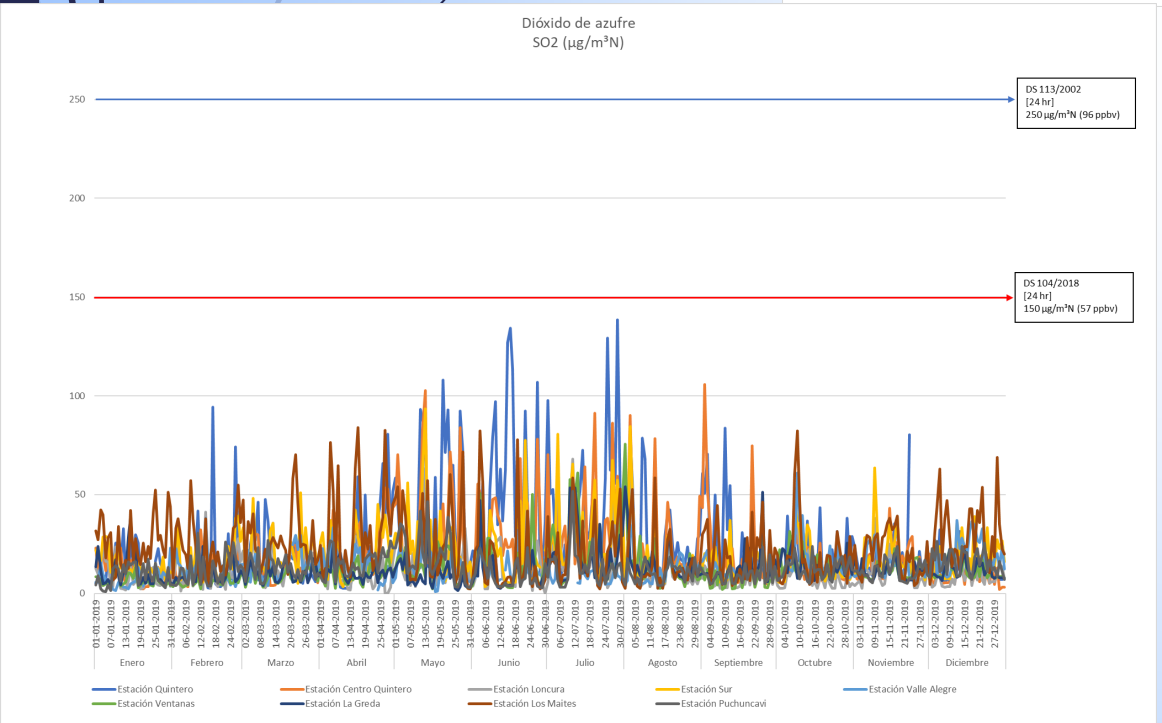
Contaminante	Norma antigua	Valor	Norma nueva	Valor
SO2	DTO 113/2002	X 24 hrs: 250 µg/m^{3}N X 1 año: 80 µg/m^{3}N Alerta: 1.962 – 2.615 µg/m^{3}N Preemergencia: 2.616 – 3.923 µg/m^{3}N Emergencia: 3.924 o más µg/m^{3}N	DTO 104/2018	X 1h: 350 µg/m^{3}N (134 ppbv) X 24h: 150 µg/m^{3}N (57 ppbv) X 1 año: 60 µg/m^{3}N (23 ppbv) Alerta: 500 – 649 µg/m^{3}N (191 – 247 ppbv) Preemergencia: 650 – 949 µg/m^{3}N (248 – 362 ppbv) Emergencia: 950 o más µg/m^{3}N (363 o más ppbv)

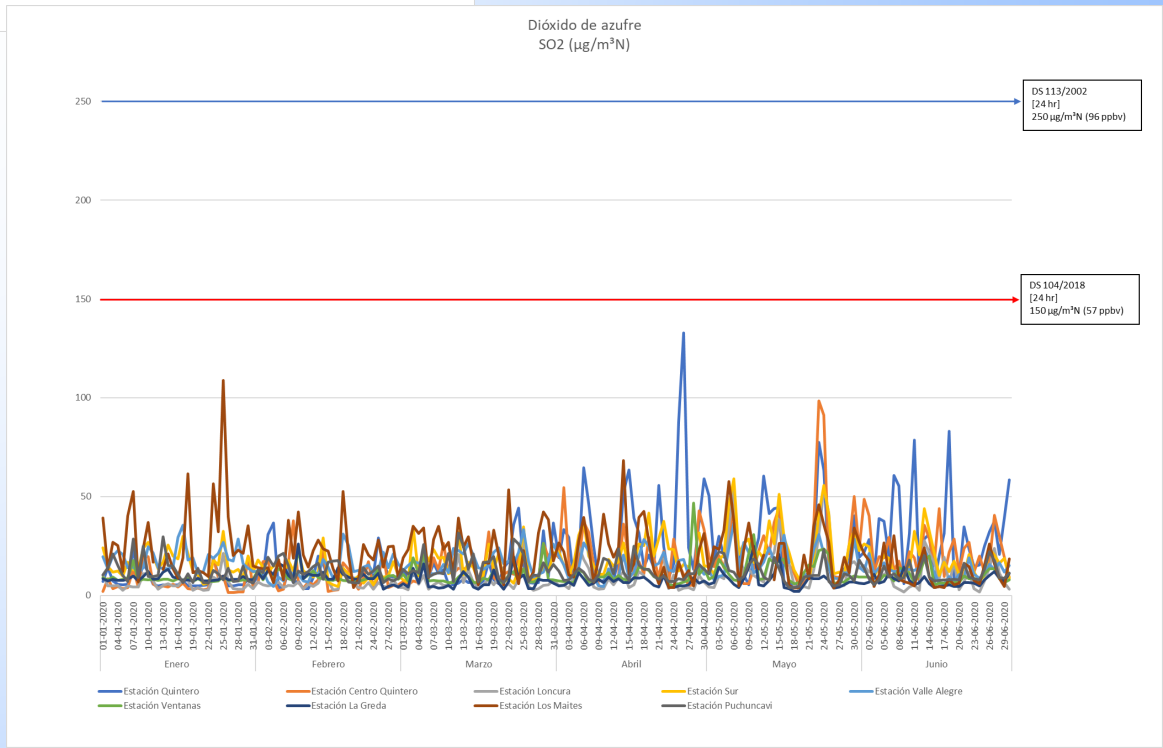
SO2 Quinteros Puchuncavi
2018
2019
2020 Primer Semestre
Promedio 24 horas



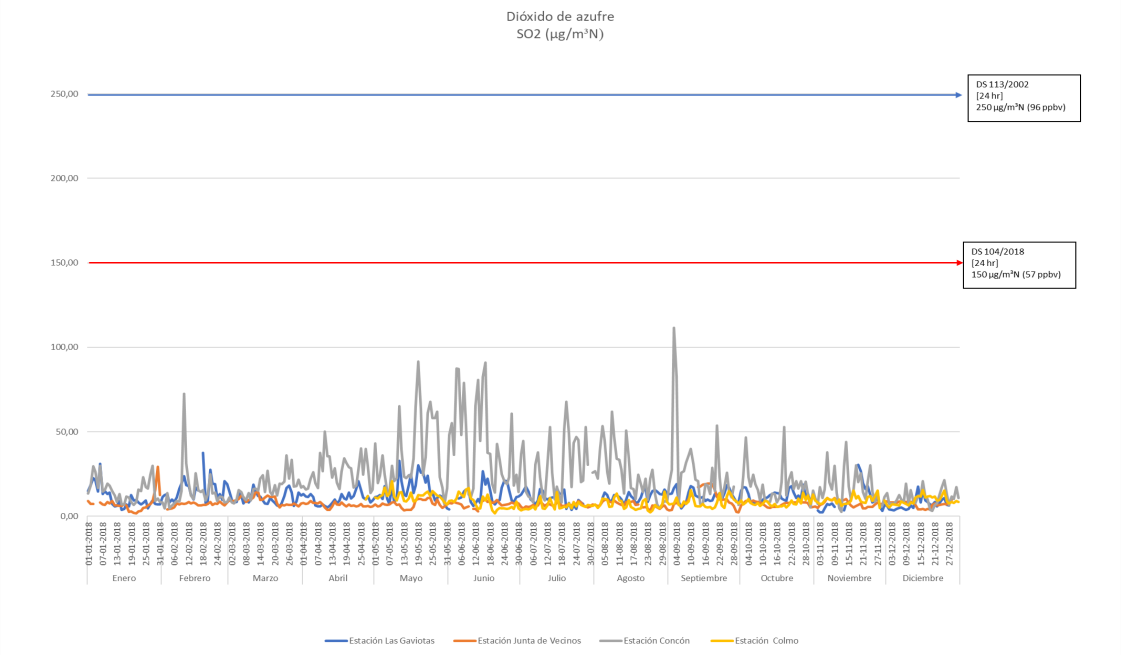
SO2(DS 113/2002)
Concentración a 24 horas:
250 µg/m³N (96 ppbv)

SO2 (D.S. N° 104/2018)
Concentración a 24 horas:
150 µg/m³N (57 ppbv)



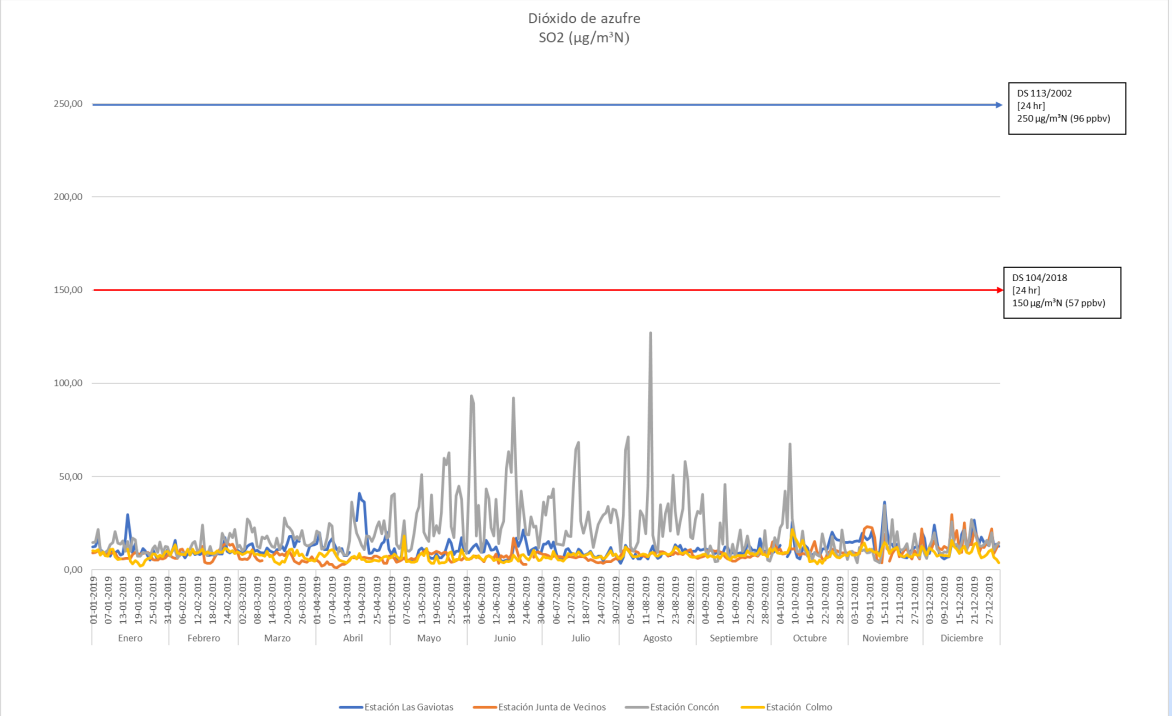


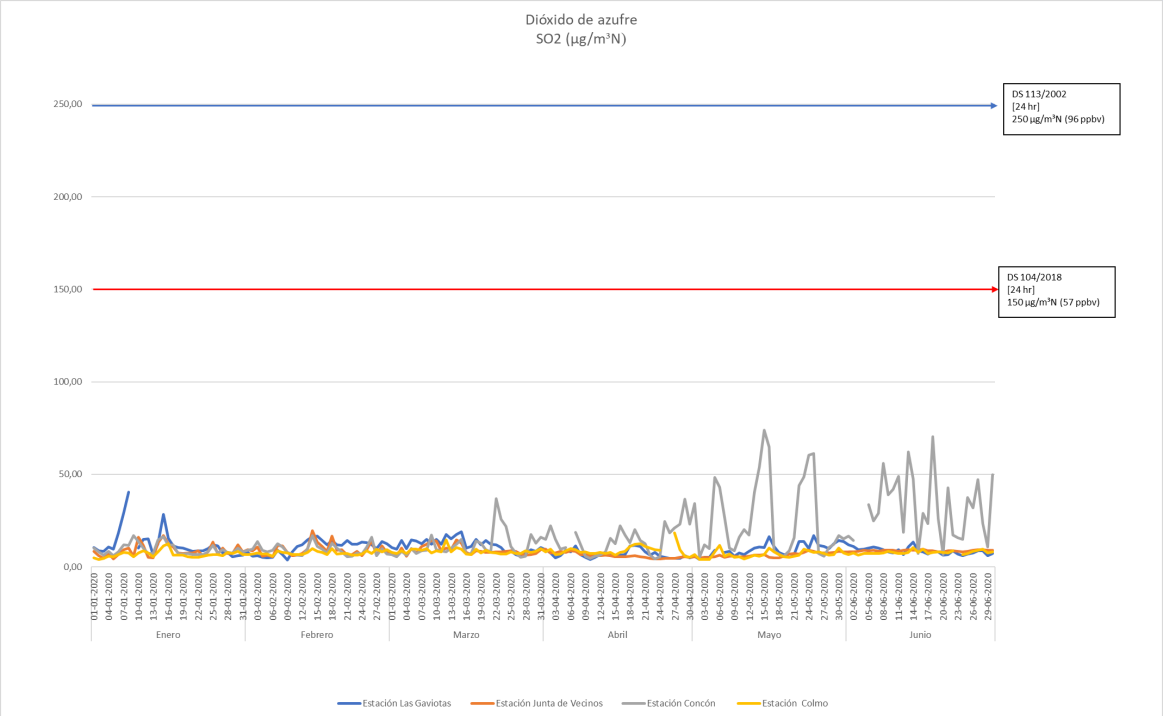
SO2 Concón
2018
2019
2020 Primer Semestre



SO2(DS 113/2002)
Concentración a 24 horas:
250 µg/m³N (96 ppbv)

SO2 (D.S. N° 104/2018)
Concentración a 24 horas:
150 µg/m³N (57 ppbv)





SO2 líneas futuras

- **Efectos:** dióxido de azufre es un importante broncoconstrictor, desde los primeros minutos de exposición y su efecto aumenta con la actividad física, con la hiperventilación, al respirar aire frío y seco y en personas con hiperreactividad bronquial.
- Efectos agudos y crónicos y además a los de salud presenta efectos sobre la vegetación, ecosistemas y materiales expuestos a este contaminante. Precursor de aerosoles secundarios.
- **Se deben estudiar los efectos que se producen en la salud de las personas, por lo que se requiere recopilar información sobre la incidencia y prevalencia de asmáticos y los niveles de concentración de calidad de aire para dióxido de azufre en periodos cortos de exposición.**
- **Considerar según corresponda y la situación especial en la cual va a ser aplicada, entre otras, las siguientes variables:**

  - **Emisiones de SO2**
  - **Condiciones meteorológicas**
  - **Condiciones topográficas,**
  - **Procesos de acumulación y remoción de contaminantes**

NO2 Definición y fuentes principales

- Dióxido de nitrógeno (NO2) es producido **directa e indirectamente por la quema de combustibles a altas temperatura**s.
- En el proceso de combustión, el nitrógeno se oxida para formar principalmente monóxido de nitrógeno (NO) y en menor proporción dióxido de nitrógeno. El NO se transforma en NO2 mediante reacciones fotoquímicas.
- El dióxido de nitrógeno puede combinarse con compuestos orgánicos volátiles en presencia de luz solar para formar ozono, así como con agua para **formar ácido nítrico y nitratos. Esto contribuye a la producción de lluvia ácida y al aumento de los niveles de MP10 y MP2,5.**

NO2 Definición y fuentes principales

- Para el caso de los niveles que definen situaciones de emergencia ambiental y por estar éstos vinculados desde el punto de vista conceptual a efectos agudos, **no se establecen niveles de emergencia ambiental como concentración anual.**
- En concentraciones de **corta duración superiores a 200 mg/m^3, (2000 µg/m^{3}N)** es un gas tóxico que causa una importante inflamación de las vías respiratorias
- Es la fuente principal de los aerosoles de nitrato, que constituyen una parte importante de las **$PM_{2.5}$ y, en presencia de luz ultravioleta, del ozono.**
- Las principales fuentes de emisiones antropogénicas de NO_2 son los procesos de combustión (calefacción, generación de electricidad y motores de vehículos y barcos).

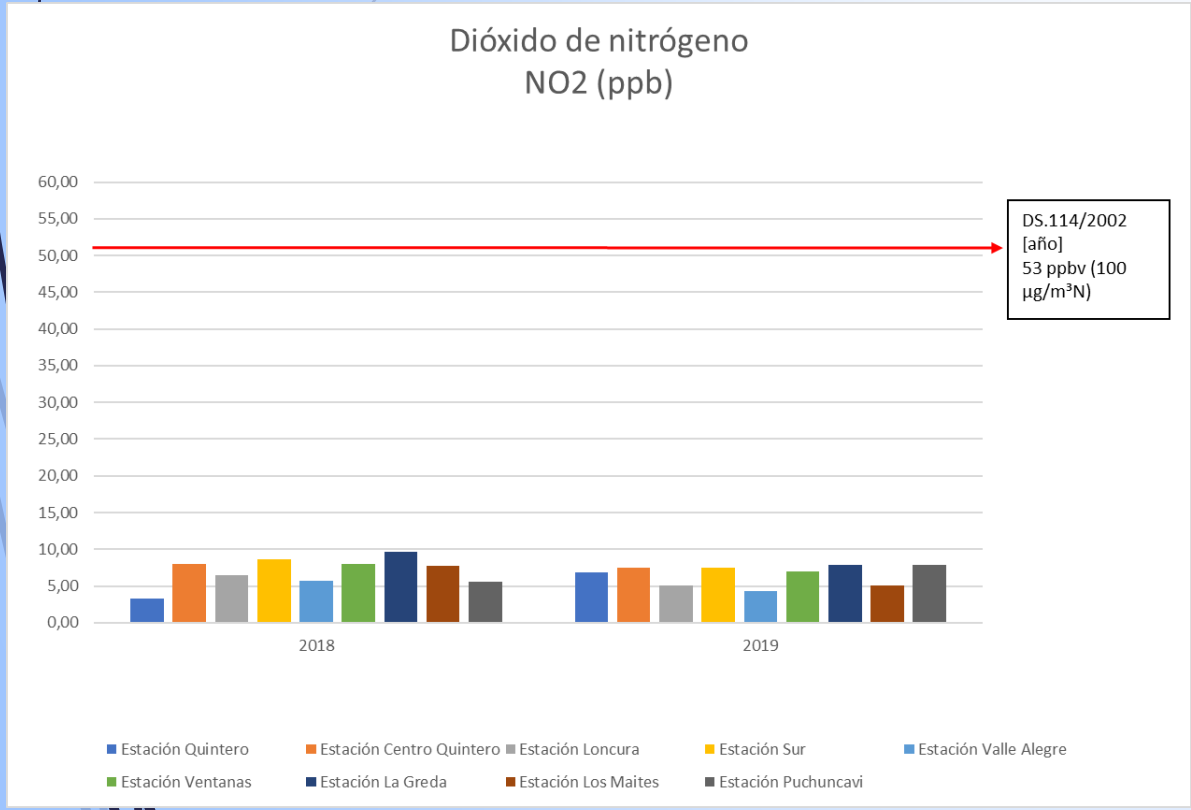
Efectos sobre la salud NO2

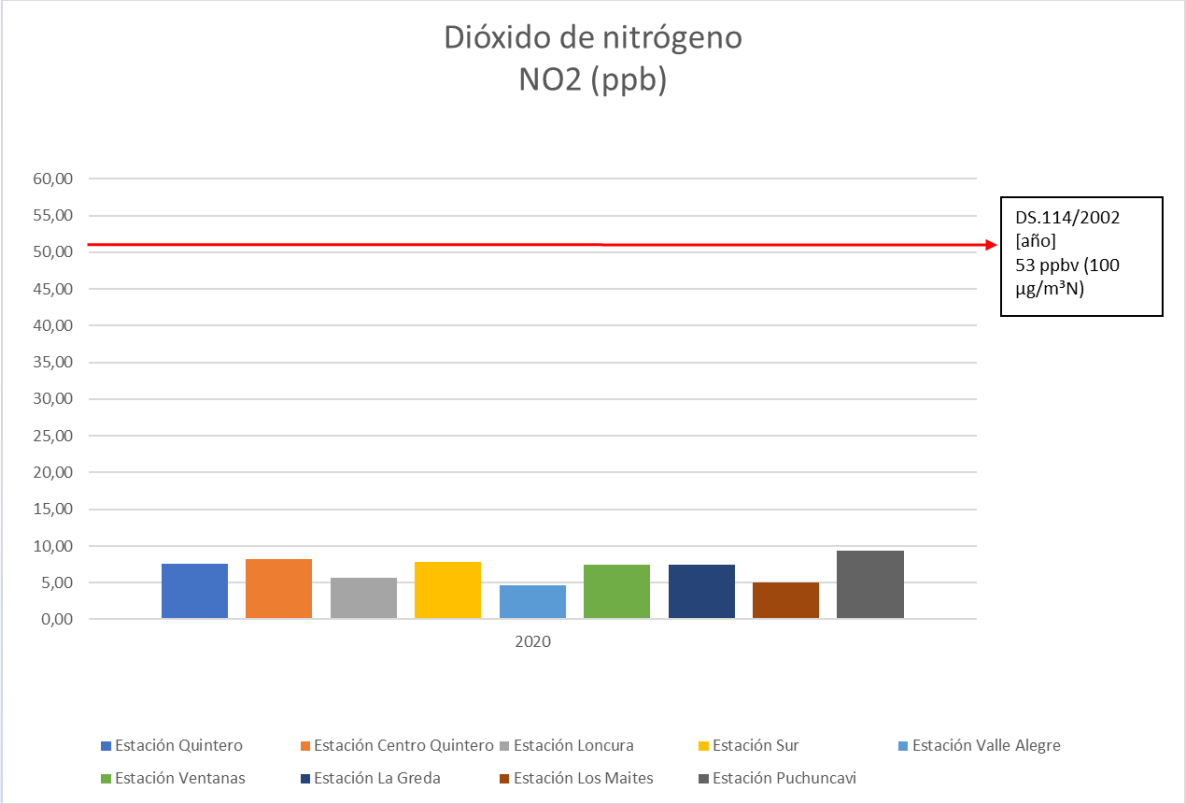
- Gas **irritante de ojos y vías respiratorias**.
- Estudios epidemiológicos han revelado que los síntomas de **bronquitis en niños asmáticos aumentan en relación con la exposición prolongada al NO_2**. Los más susceptibles al NO2 son los **asmáticos** por tanto la exposición crónica al NO2 genera **enfisema pulmonar.**
- **Aumenta marcadamente el espasmo bronquial inducido por el ejercicio en asmáticos.**
- La **exposición repetida al NO_2 en los niños aumenta la frecuencia de enfermedades respiratorias agudas**
- La disminución del desarrollo de la función pulmonar también se asocia con las concentraciones de NO_2 registradas (u observadas) actualmente en ciudades europeas y norteamericanas.
- EPA reporta que la exposición a dióxido de nitrógeno puede irritar la vía respiratoria y disminuir la resistencia ante infecciones respiratorias, particularmente en individuos con enfermedades respiratorias pre-existentes, tales como asma.

Contaminante	Norma	Valor
NO2	DTO 114/2002	X hora: 400 µg/m^{3}N X 1 año: 100 µg/m^{3}N Nivel 1: 1.130 – 2.259 µg/m^{3}N (601 – 1.201 ppbv) Nivel 2: 2.260 – 2.999 µg/m^{3}N (1.202 – 1.595 ppbv) Nivel 3: 3.000 o más µg/m^{3}N (1.596 o más ppbv)

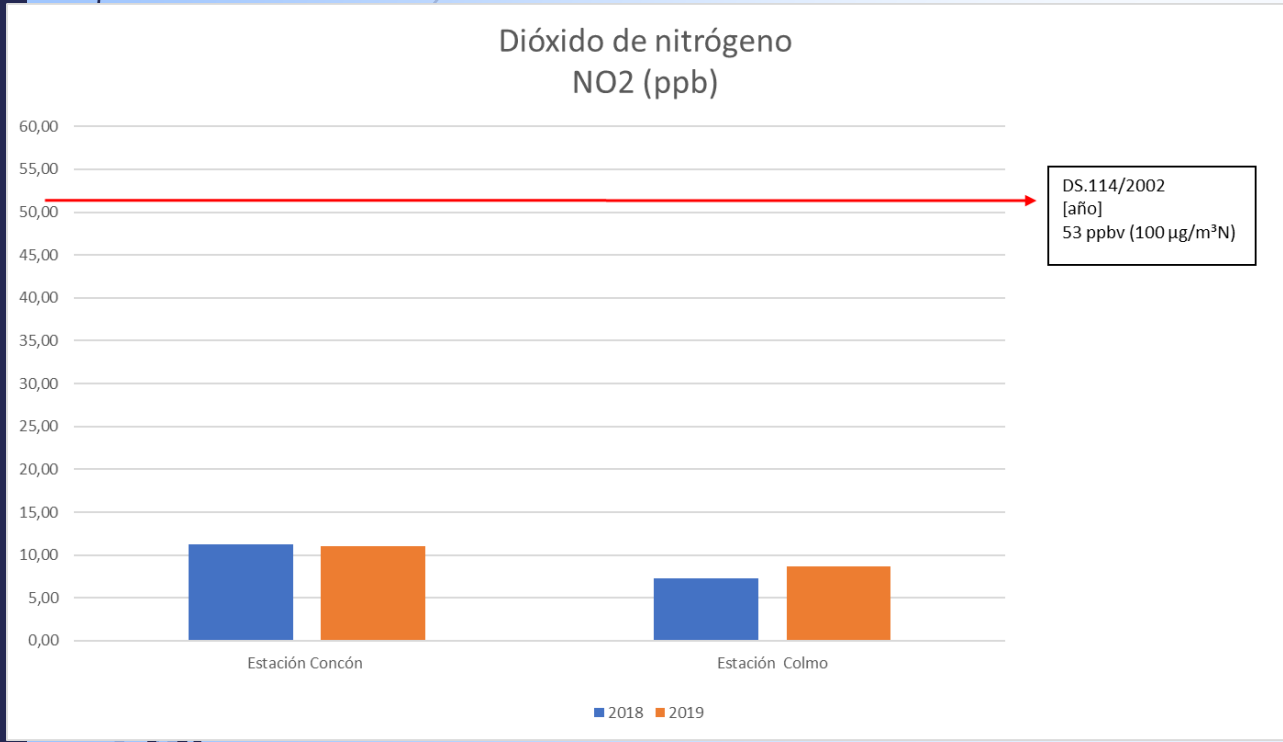
NO2 Quintero- Puchuncavi 2018, 2019 y primer semestre 2020 promedio anual

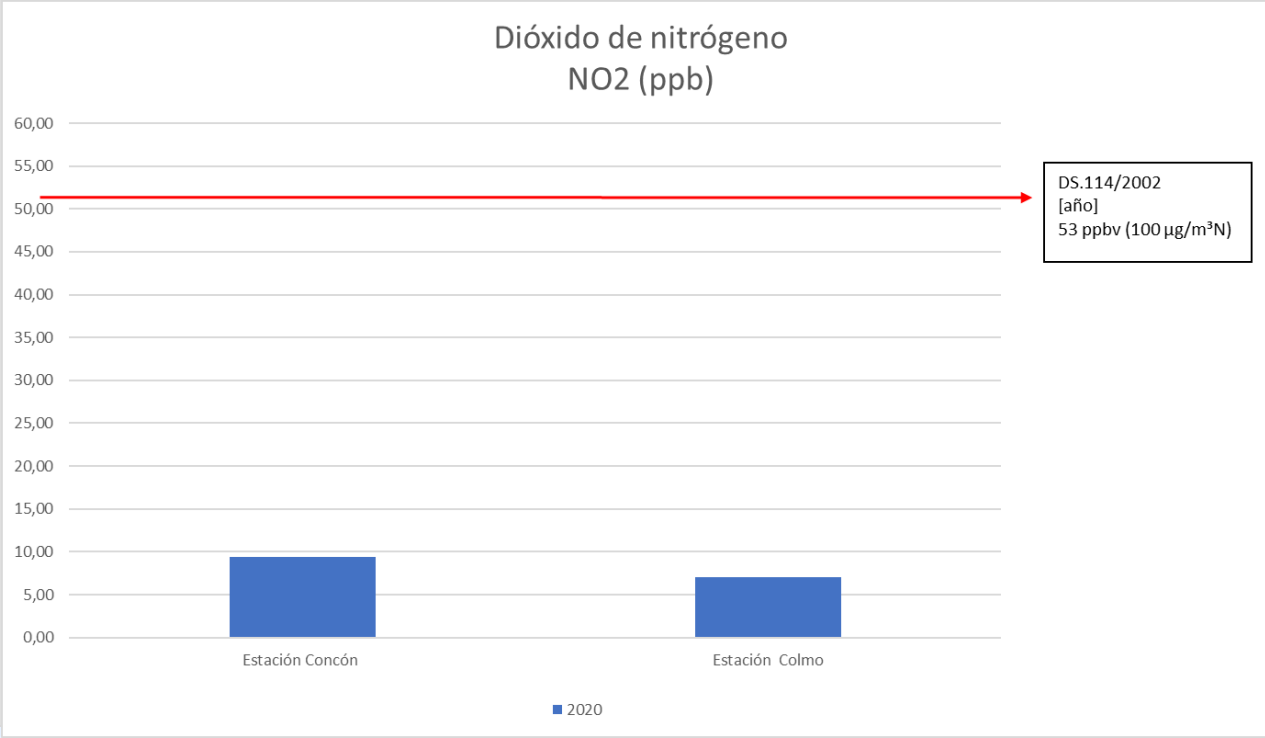
NO2 (D.S. N° 114/2002)
Concentración anual:
53 ppbv (100 µg/m³N)





NO2 Concón 2018, 2019 y primer semestre 2020 promedio anual





NO2 Futuro

- **La presente norma de calidad ambiental tiene por objetivo proteger la salud de la población de aquellos efectos agudos y crónicos generados por la exposición a niveles de concentración de dióxido de nitrógeno en el aire**
- Los Servicios de Salud respectivos deberán dentro del plazo de dos años, contados desde que se disponga del diagnóstico, elaborar e implementar un programa priorizado de monitoreo para el seguimiento de la norma primaria de calidad de aire para dióxido de nitrógeno.
- Dicho programa deberá ser revisado periódicamente en función de los nuevos antecedentes de calidad de aire de que se disponga, los cuales deberán incorporar la información tanto pública como privada.
- Los Servicios de Salud respectivos deberán tener a disposición de la ciudadanía, los datos de los niveles de concentración de calidad de aire para dióxido de nitrógeno correspondientes a la presente norma, los que serán públicos.

CO

- Las guías de la OMS de calidad de aire para Europa recomendaban **no superar valores horarios de 400 mg/m3 y medias diarias de 150 mg/m3,** si bien estos valores van a ser **rebajados a 200 mg/m3 y entre 40 y 50 mg/m3 respectivamente**, criterios recogidos en la propuesta de la nueva Directiva de la Unión Europea
- Para el monóxido de carbono, **los valores máximos recomendados 5,9 son concentraciones medias en 8 horas de 10 mg/m3 y valores máximos horarios de 30 mg/m3.**
- La exposición al CO se puede evaluar a través de los niveles de **carboxihemoglobina (COHb**) que se expresa como porcentaje de la hemoglobina (Hb) total que está unida al CO.
- Según la OMS (1999), no debiera ser excedido el nivel de **2.5% de COHb** en la sangre de las personas expuestas a CO. Con lo anterior, **se protege a la población no fumadora, de mediana y mayor edad con enfermedad de la arteria coronaria latente o reportada, de ataques de isquemia miocárdica aguda, y al feto en madres no fumadoras, de efectos hipóxicos adversos.**
- **El pulmón es la principal ruta de excreción y absorción de CO y que los resultados de diversos estudios recientes han mostrado que el CO aparece asociado a efectos respiratorios y efectos cardiovasculares entre otros.**
- Para fijar los niveles que definen situaciones de emergencia ambiental, se tuvo en consideración la normativa de otros países, por lo cual se definen niveles de concentración para un período de exposición de ocho horas y no para exposiciones menores

Efectos CO

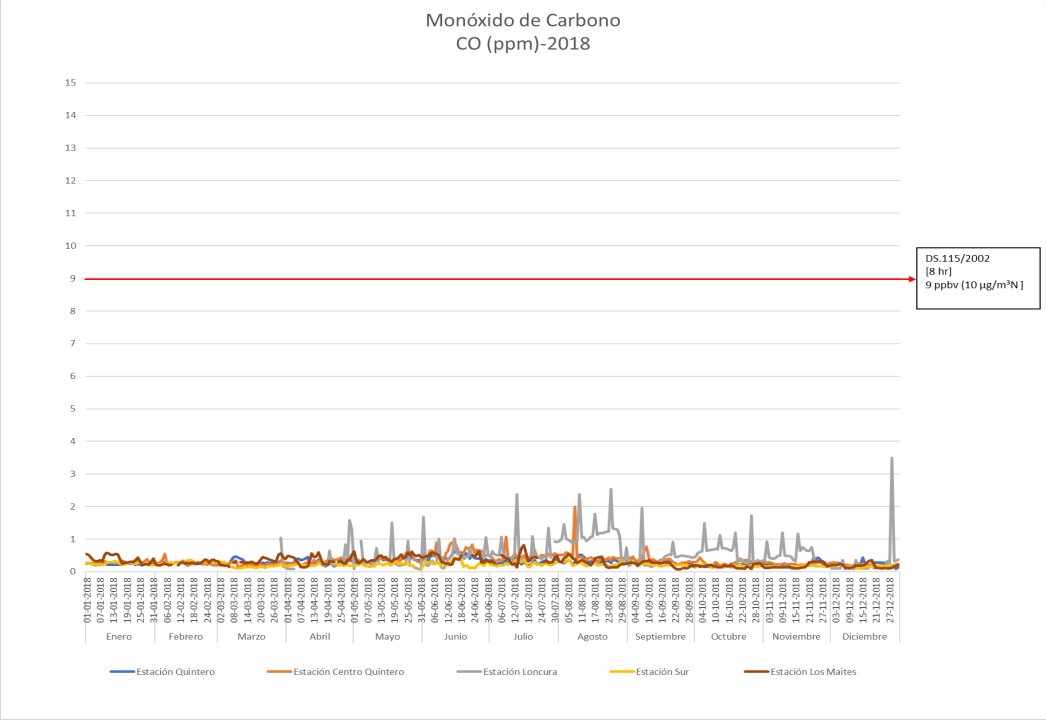
- El monóxido de carbono es un gas asfixiante e interfiere en la oxigenación de los tejidos principalmente del sistema nervioso central y cardiovascular
- Determina nauseas, vómitos y cefalea a partir de niveles de carboxihemoglobina sobre 5 a 6 % y con síntomas severos de compromiso de conciencia a partir de 10 a 20 %
- Sobre 35 % de carboxihemoglobina taquipnea, taquicardia, fiebre, vómito, confusión o desorientación, arritmias, coma, convulsiones, y falla respiratoria con edema pulmonar

Contaminante	Norma	Valor
CO	DTO 115/2002	X 1h: 30 mg/m3n (26 ppmv) Concentration de 8 horas : 10 mg/m^3N (9 ppmv) Nivel 1: 17 – 33 mg/m^3N (15 – 29 ppmv) Nivel 2: 34 – 39 mg/m^3N (30 – 34 ppmv) Nivel 3: 40 o más mg/m^3N (35 o más ppmv)

CO QUINTERO-PUCHUNCAVI

2018, 2019 y 2020

Objeto gráfico promedio 24 horas

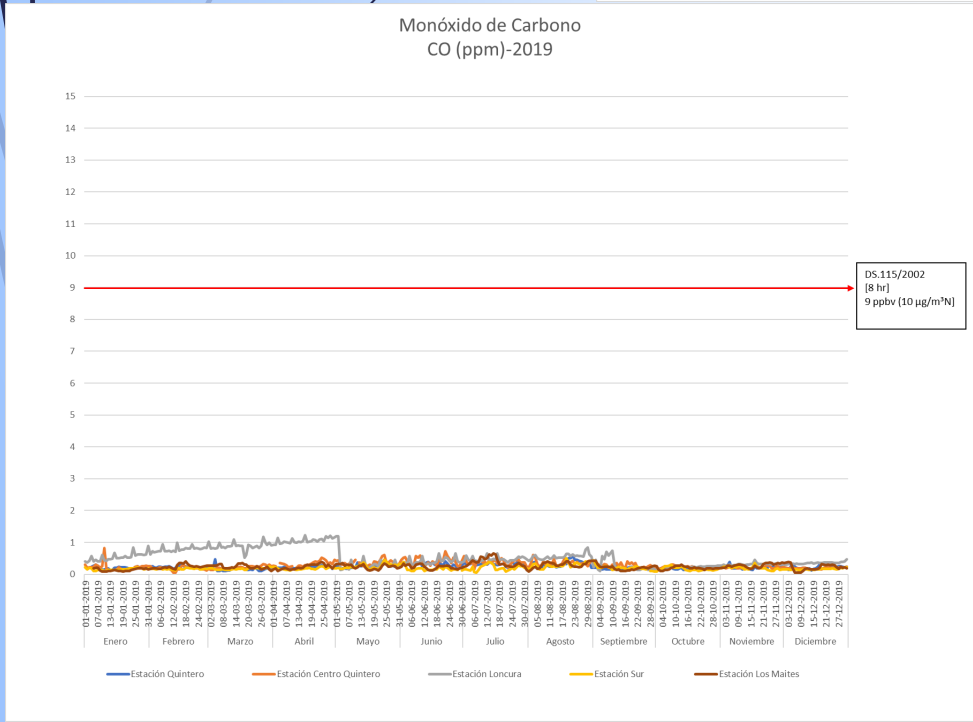


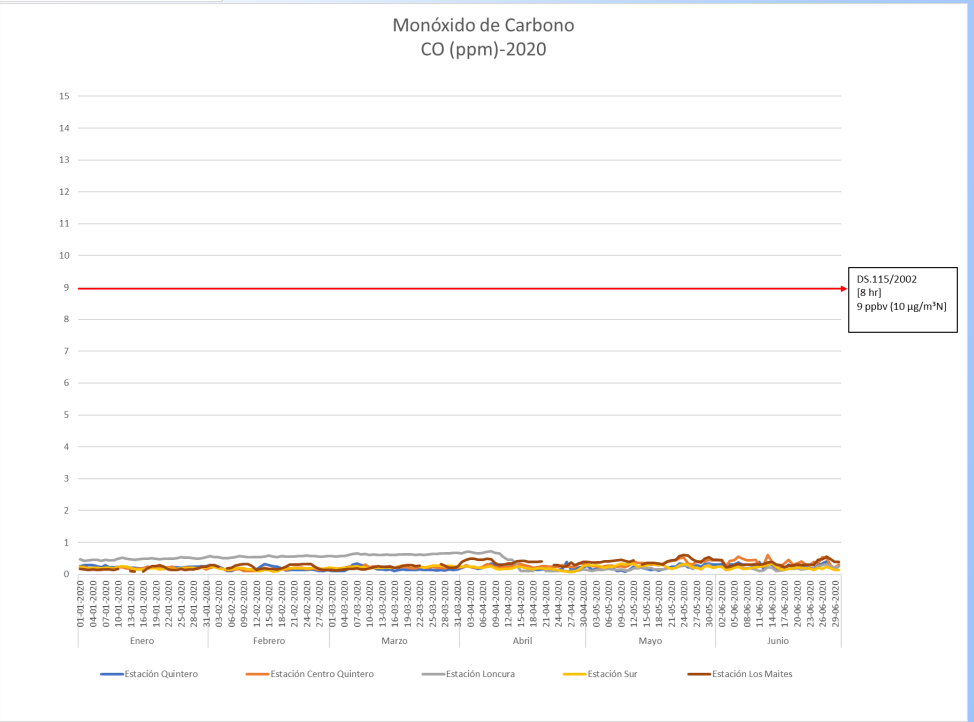
CO (D.S. N° 115/2002)

Concentración a 1 hora: 26 ppmv (30 mg/m³N)

Concentración promedio 8 horas

9 ppmv (10 mg/m3N)

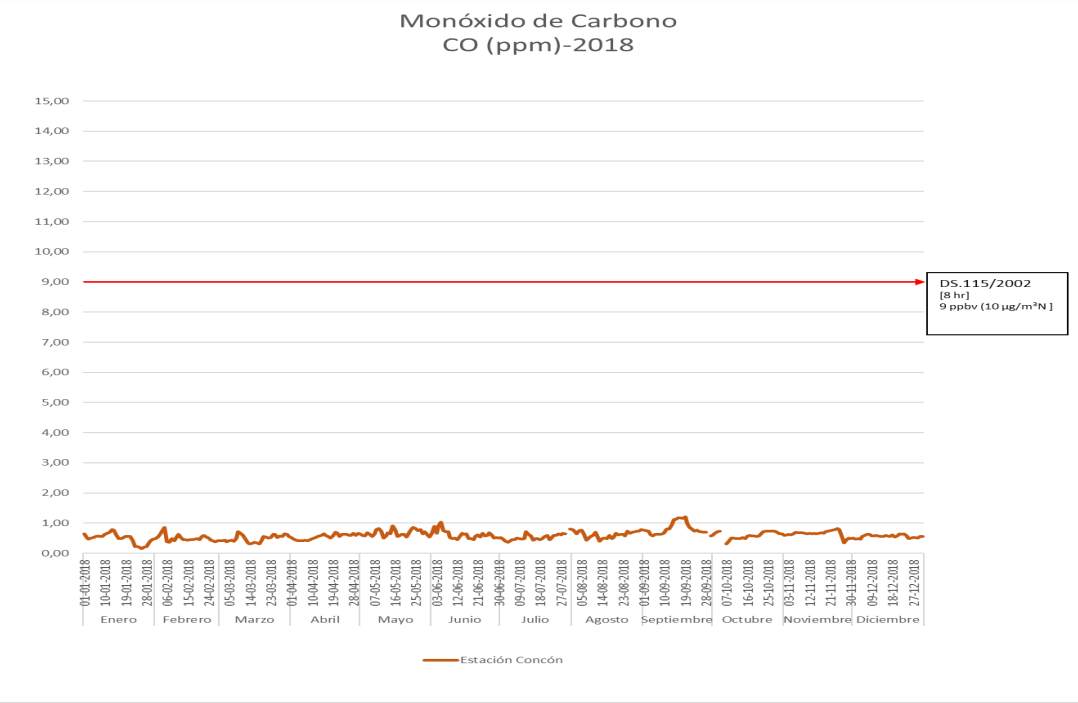




CO CONCÓN

2018, 2019 y 2020

Objeto gráfico promedio 24 horas

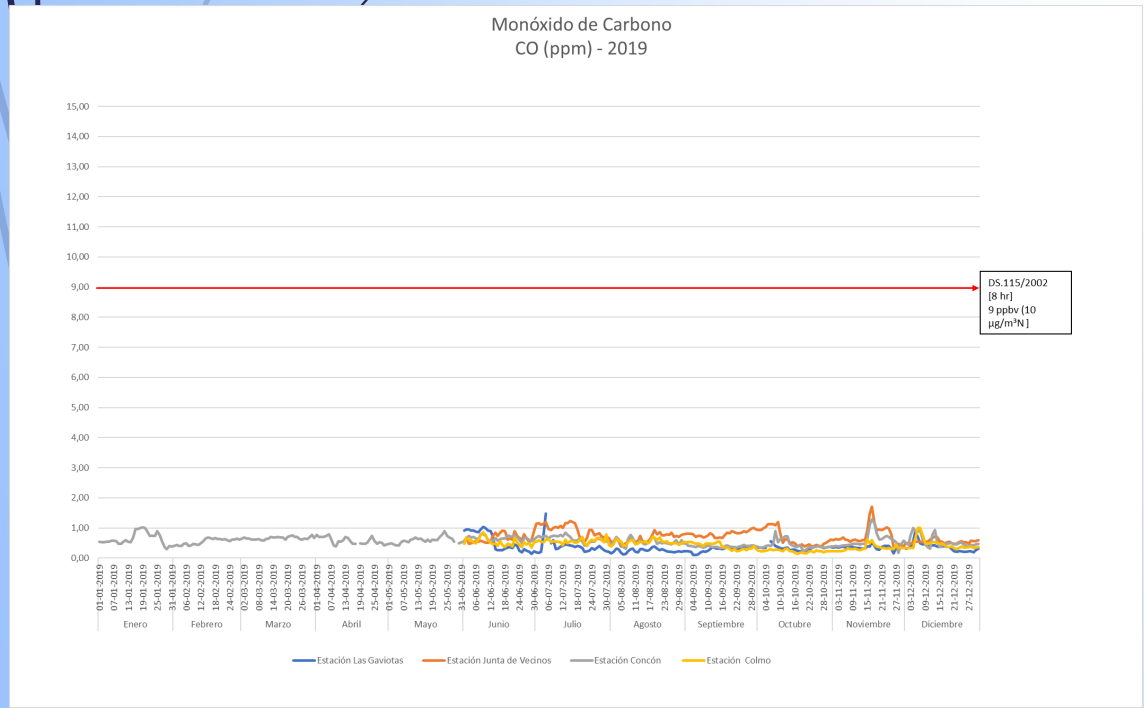


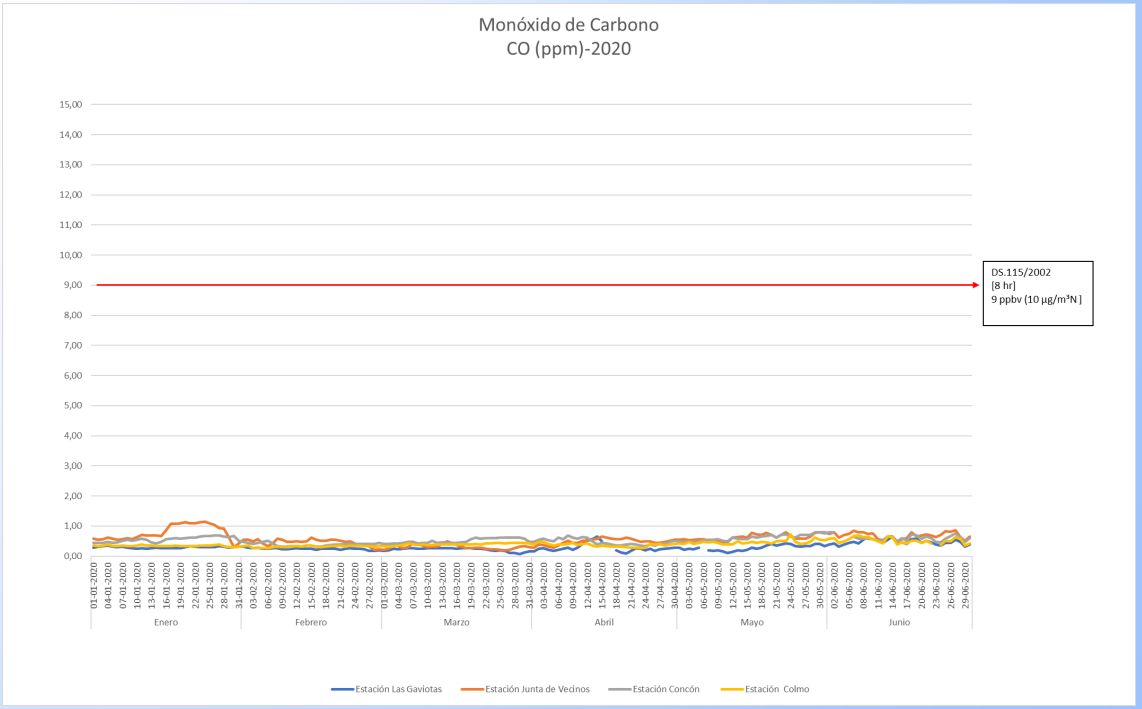
CO (D.S. N° 115/2002)

Concentración a 1 hora: 26 ppmv (30 mg/m³N)

Concentracion promedio 8 horas

9 ppmv (10 mg/m3N)





CO Futuro

- Los Servicios de Salud respectivos deberán dentro del plazo de tres años, contados desde la publicación del presente decreto en el Diario Oficial, realizar un diagnóstico de la calidad de aire para monóxido de carbono según sus competencias territoriales
- Dicho diagnóstico deberá considerar la información de calidad de aire disponible así como la que se genere a partir de organismos públicos y privados.
- Los Servicios de Salud respectivos deberán dentro del plazo de dos años, contados desde que se disponga del diagnóstico, elaborar e implementar un programa priorizado de monitoreo para el seguimiento de la norma primaria de calidad de aire para monóxido de carbono.
- Dicho programa deberá ser revisado periódicamente en función de los nuevos antecedentes de calidad de aire de que se disponga, los cuales deberán incorporar la información tanto pública como privada.
- El manual de aplicación técnico de la norma deberá ser elaborado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

O3

- El O3 es un contaminante secundario formado en la atmósfera a través de una compleja serie de reacciones químicas de los contaminantes primarios o precursores (óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles -COV-, fundamentalmente hidrocarburos no metánicos) en presencia de oxígeno atmosférico y luz solar.
- Sin embargo, estos elementos por sí solos no son suficientes para producir niveles elevados de ozono, los cuales aparecen generalmente cuando las condiciones metereológicas son adecuadas (temperaturas que exceden los 27-321 C, mucha luz y ausencia de viento).
- En la troposfera no contaminada, los COV de origen natural interaccionan con óxidos de nitrógeno (NOX) y O2 para formar O3, aunque a bajos niveles, aún cuando las condiciones ambientales no son favorables (bajas temperaturas, poca luz solar y mucho viento), como ocurre típicamente en invierno.
- En los meses de verano, cuando las condiciones de formación de O3 son favorables, sus niveles aumentan en áreas rurales aisladas. Las reacciones químicas

Ozono efectos

- Es uno de los principales componentes de la niebla tóxica formada por la reacción con la luz solar (fotoquímica) de contaminantes como los óxidos de nitrógeno (NOx) procedentes de las emisiones de vehículos o la industria y los compuestos orgánicos volátiles (COV) emitidos por los vehículos, los disolventes y la industria.
- Es uno de los más potentes oxidantes y generador de radicales libres
- Aumenta las crisis obstructivas en asmáticos
- Principales síntomas son cefalea, irritación ocular y lagrimeo, irritación nasal y faríngea, sequedad de garganta, tos, dificultad para la respiración profunda, dolor torácico retroesternal, opresión del pecho, incremento de mucosidades y aparición de estertores bronquiales, falta de fuerzas y cansancio, náuseas, descenso del pulso y de la presión arterial, congestión pulmonar, edema pulmonar y hemorragia pulmonar
- La exposición prolongada puede producir enfermedad pulmonar crónica

Ozono

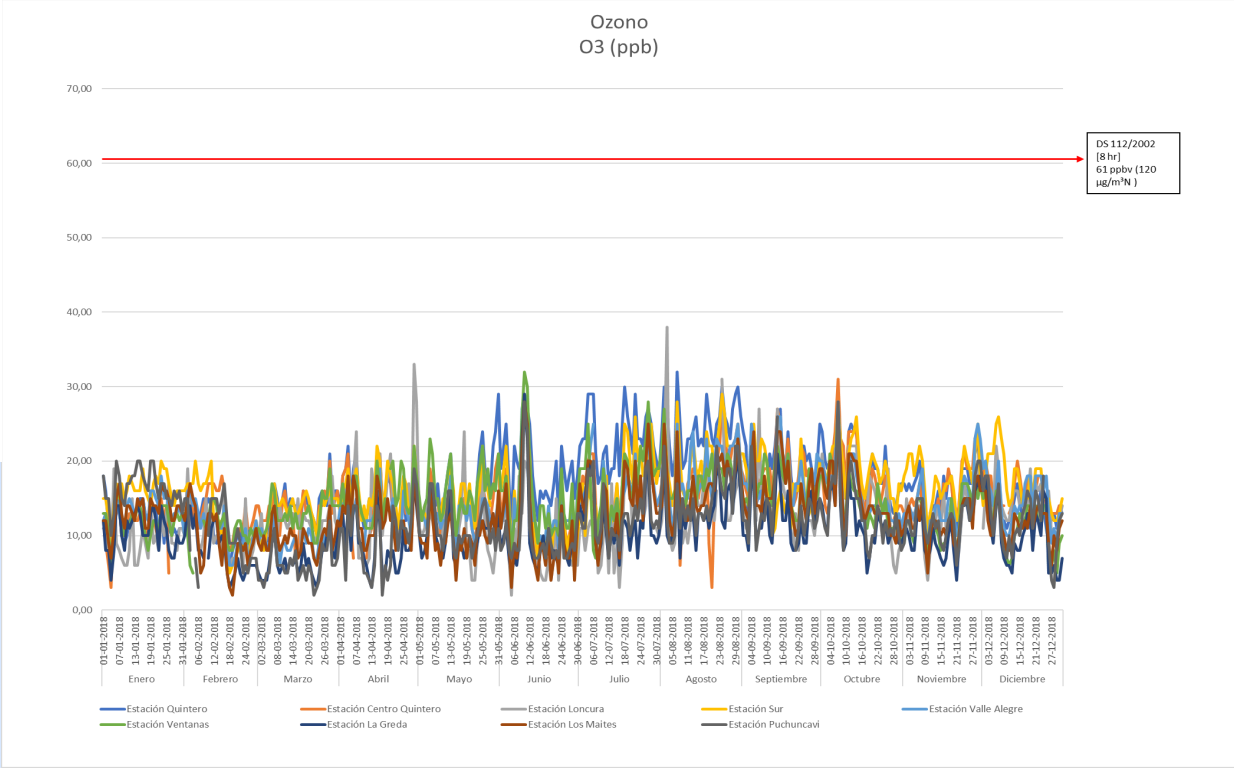
- Ozono (O_3)
- Valores fijados en las Directrices
- O_3
  100 µg/m^3 de media en 8h
- 80 µg/m^3 hora Ontario
- El límite recomendado en las *Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire*, de 2005, se redujo del nivel de 120 µg/m^3 establecido en ediciones precedentes de esas Directrices[1 y 2], a raíz de pruebas concluyentes sobre la relación entre la mortalidad diaria y concentraciones de ozono inferiores.

Contaminante	Norma	Valor
O3	DTO 112/2002	X 8 hrs: 120 µg/m^{3}N Nivel 1: 400 – 799 µg/m^{3}N (204 – 407 ppbv) Nivel 2: 800 – 999 µg/m^{3}N (408 – 509 ppbv) Nivel 3: 1.000 o más µg/m^{3}N (510 o más ppbv)

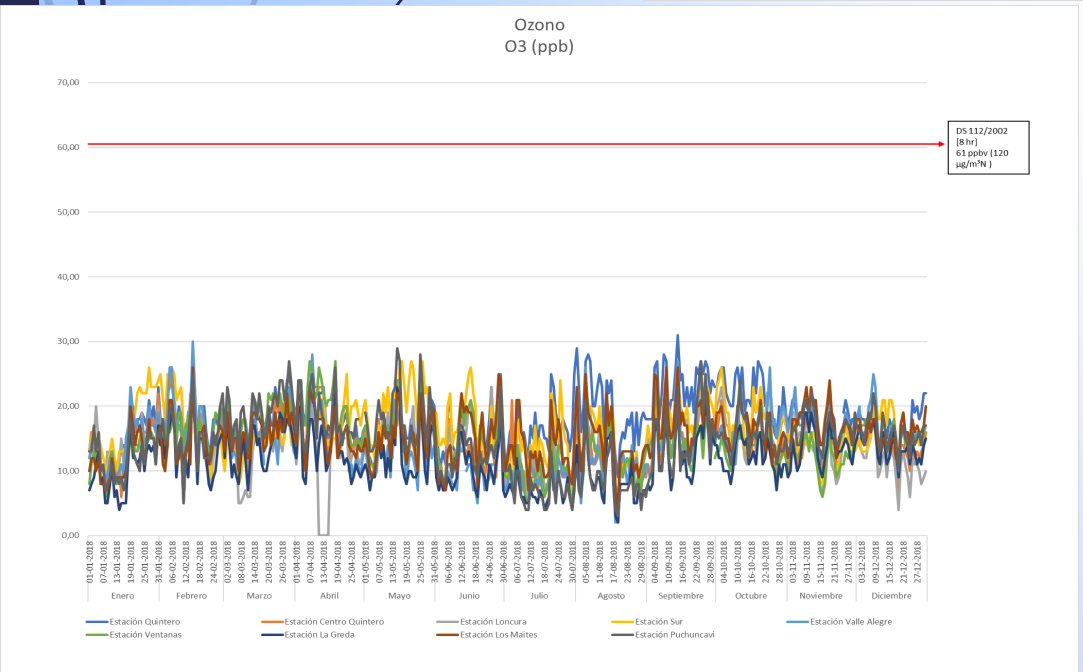
O3 QUINTERO-PUCHUNCAVI

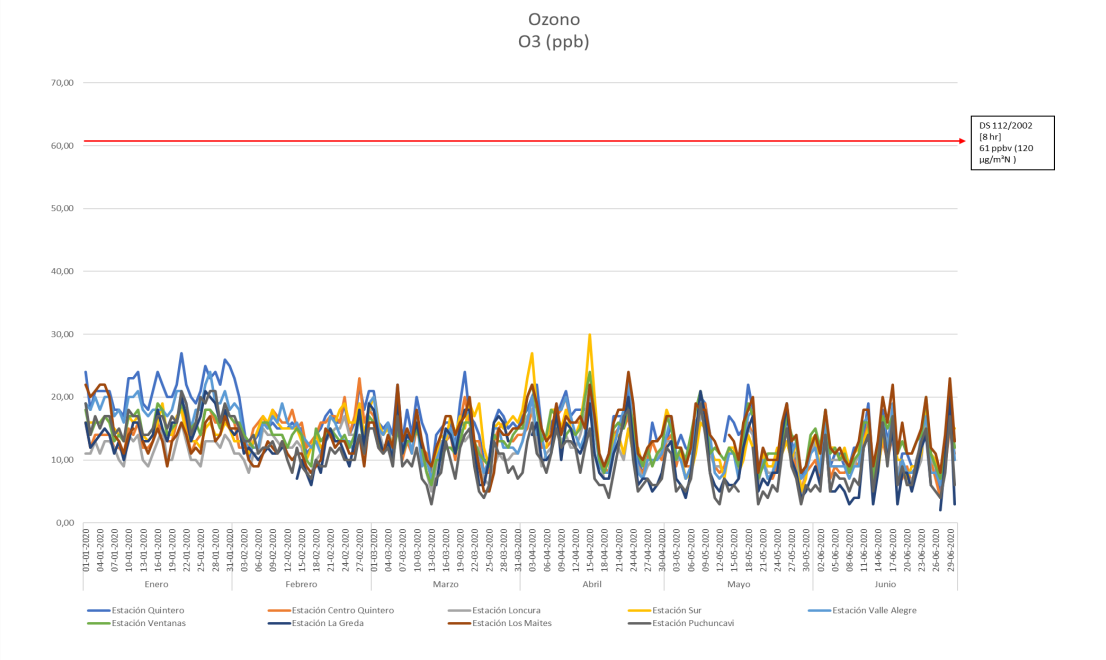
2018, 2019 y 2020

Objeto gráfico promedio 24 horas



O3 (D.S. N° 112/2002)
Concentración a 8 horas:
61 ppbv
(120 µg/m³N)
QUINTERO - PUCHUNCAVI

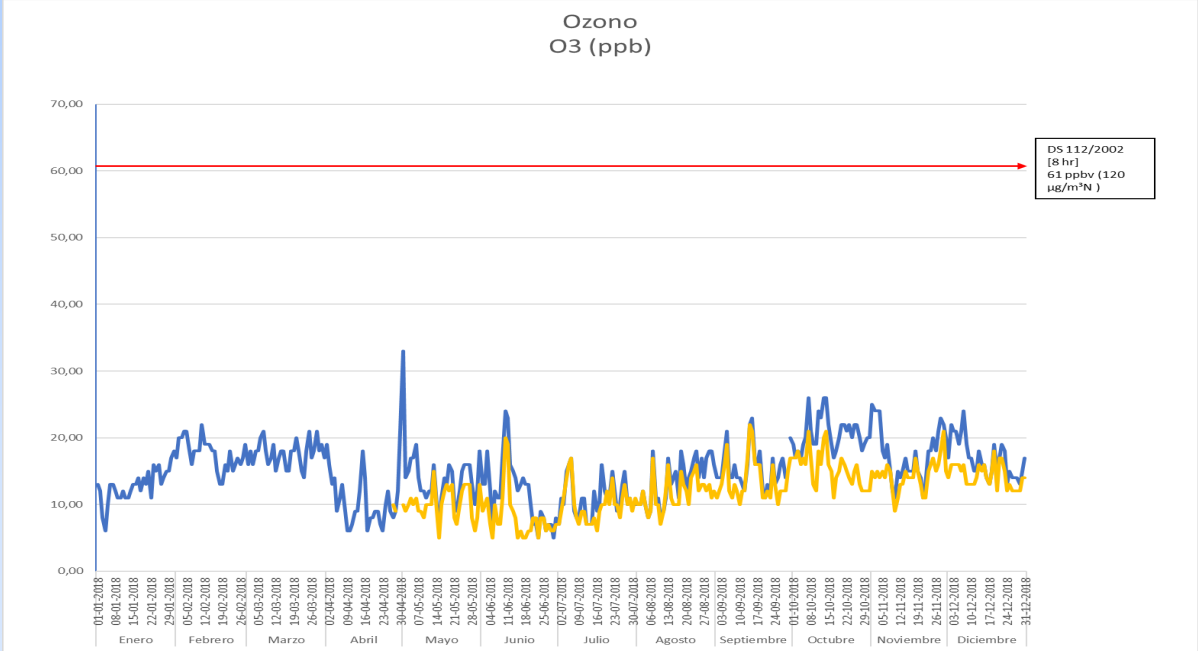




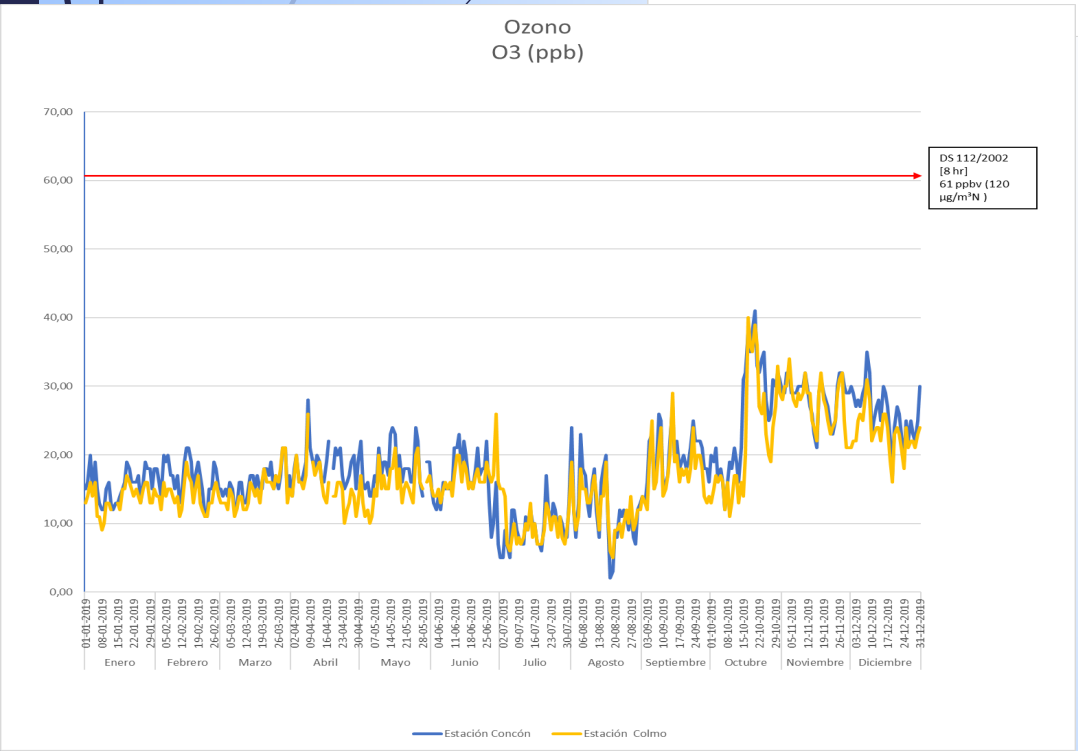
O3 CONCÓN

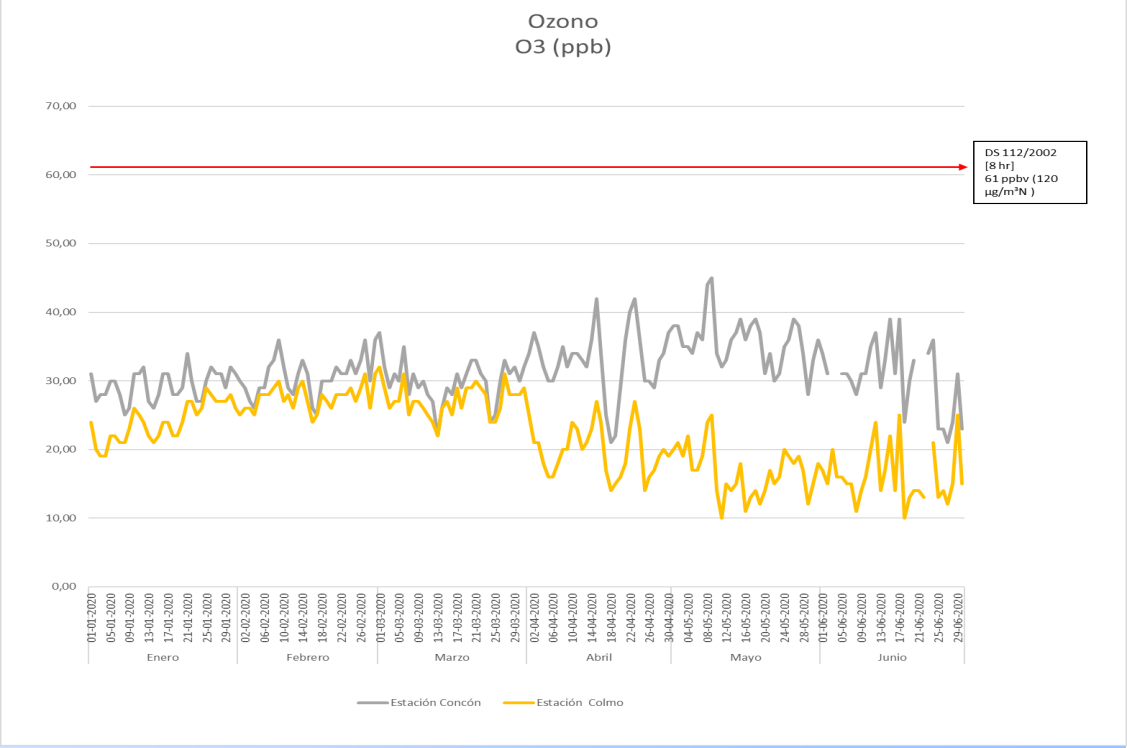
2018, 2019 y 2020

Objeto gráfico promedio 24 horas



O3 (D.S. N° 112/2002)
Concentración a 8 horas: 61 ppbv
(120 µg/m³N)





Contaminante	Norma	Valor
Plomo	DTO 136/2000	0,5 µg/m^{3}N

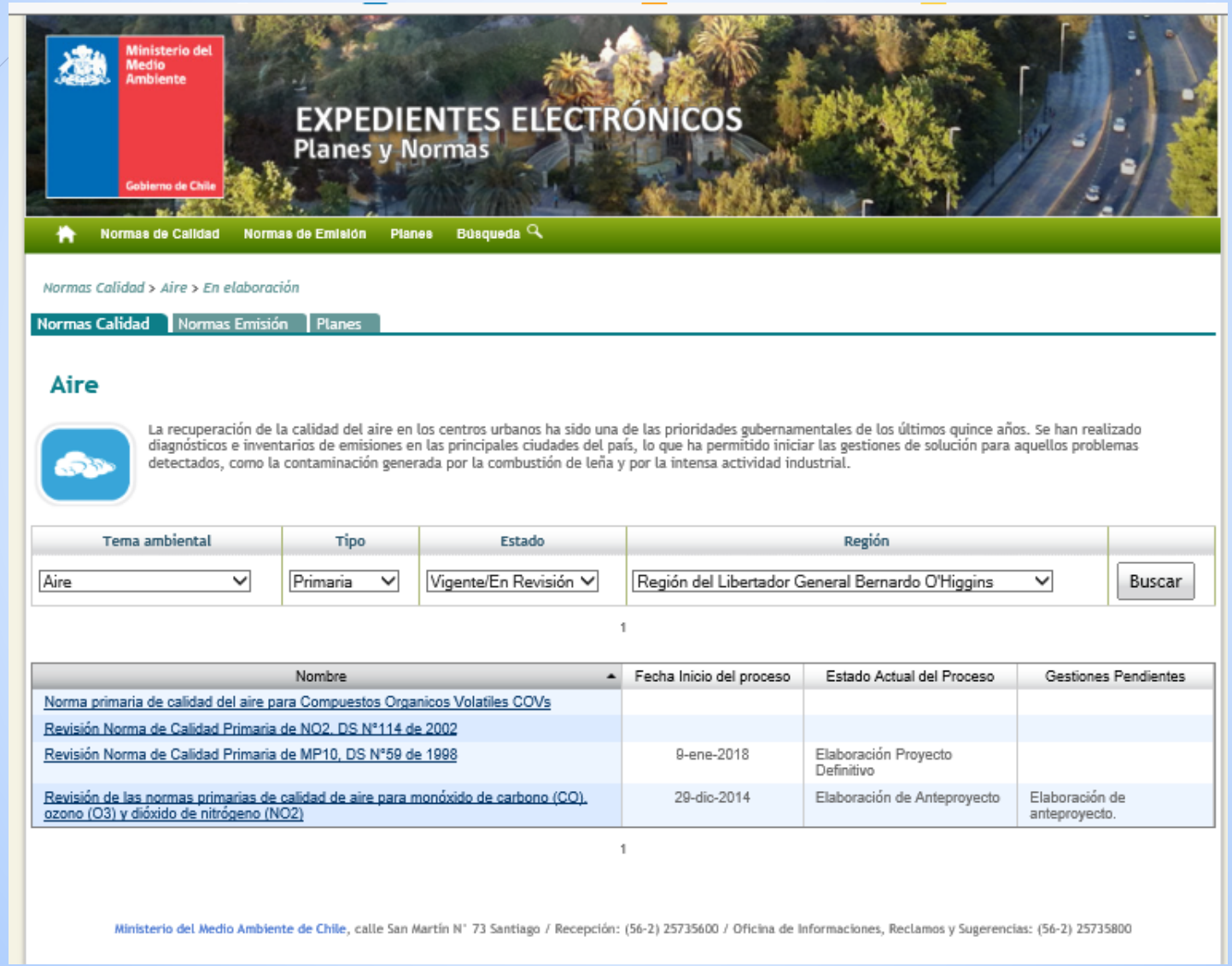
Plomo sin registro en línea 2018, 2019 y 2020, pero corresponde a análisis de filtros

Estos datos están disponibles para ser solicitados por Ley de transparencia

Aspectos que considera el PPDA

Ministerio del Medio Ambiente

http://Planesynormas.mma.gob.cl



Ministerio del Medio Ambiente
Gobierno de Chile

EXPEDIENTES ELECTRÓNICOS
Planes y Normas

Normas de Calidad | Normas de Emisión | Planes | Búsqueda

Normas Calidad > Aire > En elaboración

Normas Calidad | Normas Emisión | Planes

Aire

La recuperación de la calidad del aire en los centros urbanos ha sido una de las prioridades gubernamentales de los últimos quince años. Se han realizado diagnósticos e inventarios de emisiones en las principales ciudades del país, lo que ha permitido iniciar las gestiones de solución para aquellos problemas detectados, como la contaminación generada por la combustión de leña y por la intensa actividad industrial.

Tema ambiental	Tipo	Estado	Región	
Aire	Primaria	Vigente/En Revisión	Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	Buscar

1

Nombre	Fecha Inicio del proceso	Estado Actual del Proceso	Gestiones Pendientes
Norma primaria de calidad del aire para Compuestos Organicos Volatiles COVs			
Revisión Norma de Calidad Primaria de NO2, DS N°114 de 2002			
Revisión Norma de Calidad Primaria de MP10, DS N°59 de 1998	9-ene-2018	Elaboración Proyecto Definitivo	
Revisión de las normas primarias de calidad de aire para monóxido de carbono (CO), ozono (O3) y dióxido de nitrógeno (NO2)	29-dic-2014	Elaboración de Anteproyecto	Elaboración de anteproyecto.

1

Ministerio del Medio Ambiente de Chile, calle San Martín N° 73 Santiago / Recepción: (56-2) 25735600 / Oficina de Informaciones, Reclamos y Sugerencias: (56-2) 25735800

Normas de Calidad | Normas de Emisión | Planes | Búsqueda

Normas de Calidad > Revisión Norma de Calidad Primaria para SO2 > Ficha

En la presente ficha informativa encontrará información referente a cada norma en forma sistematizada y resaltando lo principal.

Ficha | Expediente

Etapas del Proceso	
Ficha de la Norma	
Ficha	Revisión Norma de Calidad Primaria para SO2
Tema Ambiental	Aire
Tipo	Calidad
Rol de Expediente y ubicación	Nor 01/2010
Estado	
Estado	Vigente
Decreto Supremo	DS N° aï¿½o
Fecha de Publicaciï¿½n en el diario oficial	
Entrada en Vigencia	
Contenido Ficha	
Objetivo	Proteger la salud de las personas de los efectos agudos y crónicos generados por la exposición a dióxido de azufre (SO2) en el aire.
Tipos de contaminantes regulados	Gases
Contaminantes Regulados	Dióxido de Azufre
Ámbito Territorial	Nacional
Fiscalizador	Superintendencia del Medio Ambiente
Texto de de la norma vigente	Ver
Documentos Asociados	Guías de Calidad del Aire, OMS, 2005
Límites geográficos	Aplica a nivel nacional

Ministerio del Medio Ambiente de Chile, calle San Martín N° 73 Santiago / Recepción: (56-2) 25735600 / Oficina de Informaciones, Reclamos y Sugerencias: (56-2) 25735800

	ANTES con plan Antiguo	FUTURO con la implementación del nuevo Plan
NÚMERO DE FUENTES REGULADAS	2 ENAMI Y CHILGENER	ENAP CODELCO AES GENER FUENTES AREALES CALDERAS QUEMAS FUENTES NUEVAS
CONTAMINANTES REGULADOS	SO_2 MP	MP $MP_{2,5}$ y MP_{10} NO_x SO_2
CANTIDAD DE CONTAMINANTES A COMPENSAR	100%	120%
ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE	SATURADO POR MP2,5 Y LATENTE POR MP10	BAJO CONDICIÓN DE LA LATENCIA. SE RECUPERA LA CALIDAD DEL AIRE LUEGO DE IMPLEMENTADA LAS MEDIDAS.

Evaluación de PPDA

- Cabe mencionar que las características de la exposición a contaminantes por ruta aérea pueden presentar múltiples modalidades atendiendo a la influencia de factores ambientales tales como la topoclimatología local.
- Adicionalmente, cabe señalar que las líneas de transmisión eléctrica de alta tensión producen contaminantes químicos en el aire.
- El efecto corona que rodea a las líneas de transmisión produce emisiones de energía acústica, electromagnética del tipo de radiofrecuencias y ozono, y en menor medida óxidos de nitrógeno. Sin embargo, las cantidades producidas de O_3 y NO_x, no son significativas e implican un muy bajo riesgo para la salud, no obstante, podrían estar haciendo su contribución al fenómeno de las mezclas.

Otros futuros

- Las mezclas pueden incrementar aún más su peligrosidad cuando las condiciones ambientales relacionadas con temperatura, presión barométrica, humedad y sistema de vientos confluyen adversamente para crear una inversión térmica y un techo que impide la ventilación de los contaminantes.
- Se crea una situación de altas concentraciones de todas las sustancias presentes en un momento asociado a los periodos de calma que se asocian a baja dispersión de los contaminantes

Fomentar el desarrollo de Química sustentable

- Existen modelos internacionales de pp en sectores de transporte, planificación urbana, generación de electricidad e industria, que permiten reducir la contaminación del aire:
- **industria:** utilización de tecnologías limpias para obtención de energía que es compartida con las zonas locales como es el caso de ….. Alemania donde se provee de gas a la fundición de cobre de Urubis y para calefacción de población local además se obtiene energía eléctrica de paneles solares para otras áreas de la población a fin de disminuir las emisiones globales de una zona
- **Gestión de desechos urbanos y agrícolas, incluida la recuperación del gas metano de los vertederos** como una alternativa o la incineración controlada para obtención de energía (Inglaterra, Berlin) (para utilizarlo como biogás);
- **energía: Multiusuaria** limpia para uso domestico, alumbrardo publico e industria

Quimica sustentable

- **transporte: fomento del uso de sistemas alternativos como electromovilidad y uso e la bicicleta asociado a un transporte publico eficiente. Uso de ferrocarril para t**ransporte interurbano de cargas y pasajeros; utilización de vehículos pesados de motor diésel con combustibles de bajas emisiones, con bajo contenido de azufre.
- **planificación urbana: ordenamiento territorial asociado a una regionalización sustentable y uso de teletrabajo lo que implica mayor eficiencia;**
- **generación de electricidad:** aumento del uso de combustibles de bajas emisiones y fuentes de energía renovable SOLAS o asociadas entre si (solar, eólica o hidroeléctrica); generación conjunta de calor y electricidad; y generación distribuida de energía.
- **gestión de desechos municipales y agrícolas:** estrategias de reducción, separación, reciclado y reutilización o reelaboración de desechos, así como nuevas tecnologías para manejo de desechos tales como la digestión anaeróbica para producir biogás, mediante métodos viables y alternativas económicas. En casos en que la incineración sea inevitable, será crucial la utilización de tecnologías de combustión con rigurosos controles de emisión.

Gracias

¿Preguntas?