

Norma Ozono (D.S. N° 112/2002) - Norma CO (D.S. N° 115/2002)

Comité Operativo

Revisión Normas de Calidad del Aire Ozono - Monóxido de Carbono

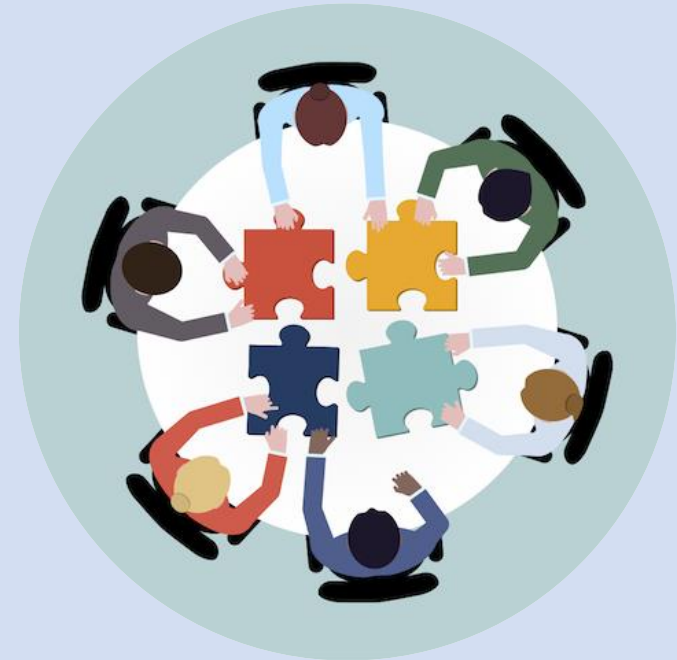
SESIÓN N°2
25 de junio, 2024



Tabla de sesión

Temario

- Presentación de Efectos en Salud (Dr. Daniel Rebolledo, CITUC)
- Propuesta de participantes del Comité Operativo Ampliado



Planificación

Reunión	Mes 2024	Objetivo
2º	Junio	-Estudio: Antecedentes Salud -Conformar COA
3º	Septiembre	-Estudio: Analisis de datos Propuestas normativas Análisis costo beneficio
4º	Noviembre	-Propuesta Anteproyecto -AGIES Institucional
5º	Diciembre	-Anteproyecto consolidado

Informe Final en agosto 2024



Normas Vigentes

Tabla N°3: Valores norma establecidos en las regulaciones de Ozono y Monóxido de Carbono.

D.S.	Compuesto	8 horas movil	1 hora
N°112/2002, MINSEGPRES	Ozono (O ₃)	120 µg/m ³	-
N°115/2002, MINSEGPRES	Monóxido de Carbono (CO)	10 mg/m ³ N	30 mg/m ³ N

Normas Internacionales – Ozono D.S.112/2002, MINSEGPRES

000062

D.S.	8 horas movil
N°112/2002, MINSEGPRES	120 µg/m ³

Tipo norma	País	Media 30min	1h	Media 1h	Media 8h	Máxima diaria media móvil 8h	
Primaria ⁽¹⁾	Chile ⁽²⁾					120	
	Alemania ⁽³⁾					120	
	España ⁽³⁾					120	
	Italia ⁽³⁾					120	
	Reino Unido ⁽³⁾					120	
	Unión Europea ⁽³⁾					120	
	OMS ⁽⁴⁾					100	
	OMS ⁽⁵⁾					60	
	Argentina				235	157	
	Canadá						122
	Colombia						100
	Estados Unidos						137
	Japón			120			
	Perú						100
	Suecia						120
Suiza		100		120			

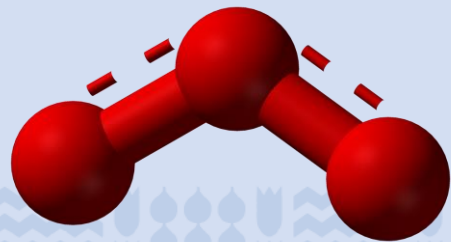
(1): Se encontró norma secundaria de ozono en Estados Unidos y Argentina equivalente a su norma primaria de ozono, y la Unión Europea

largo plazo, incluidas en la base de datos entregada en anexo digital.

ón 1 atm, temperatura 25 °C).

zo (medida diaria).

to (vinculado a la temporada alta de ozono, definida como los seis meses consecutivos
tral de O3). Por lo tanto, el nivel recomendado se aplicaría a la media de las máximas
los seis meses.

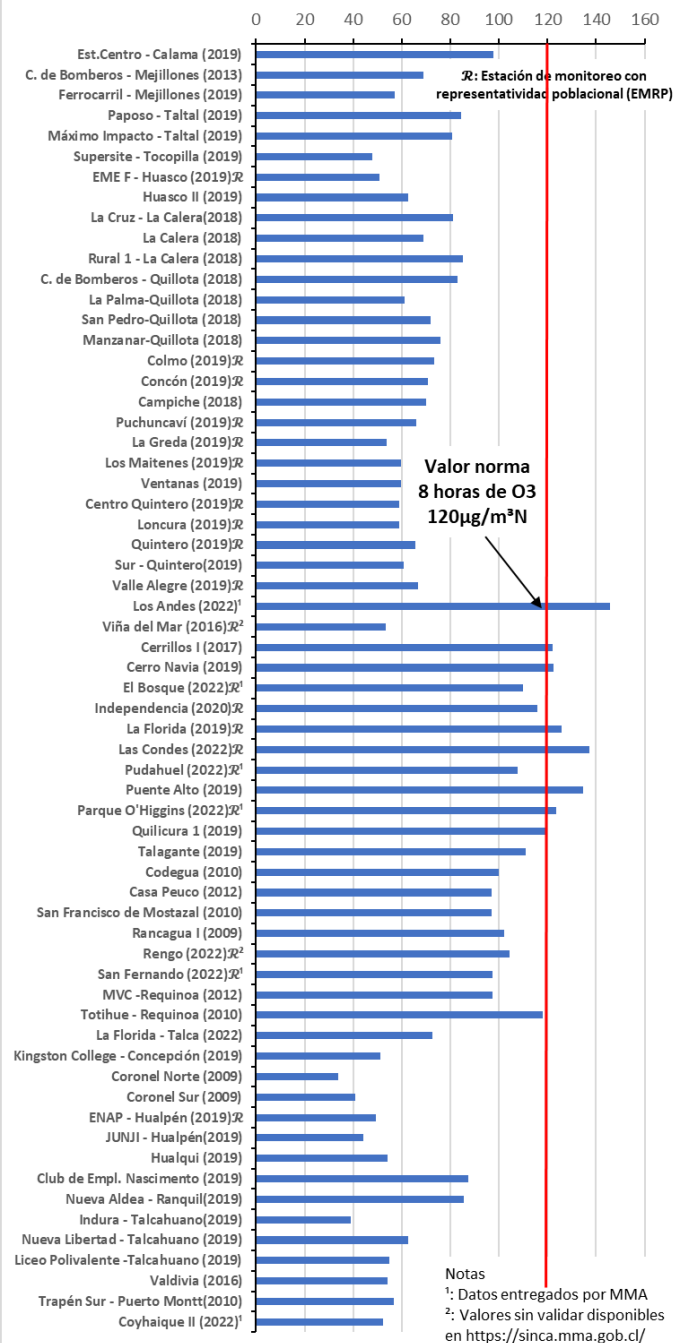


Ciclo de formación –
destrucción

Vida media: minutos a horas

Percentil 99 de concentr de 8 horas de O3

000062 vta



Evaluación de norma de 8 horas de O₃ años 2017 - 2022

Fuente: Elaboración propia MMA

Notas
 1: Datos entregados por MMA
 2: Valores sin validar disponibles en <https://sinca.mma.gob.cl/>

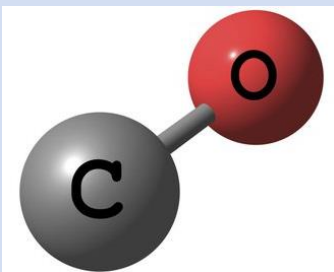
Tabla N°5: Valores normativos a nivel internacional para Monóxido de Carbono [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].

Tipo norma	País	Media 1h	Media 8h	Máxima diaria media móvil 8h	Media 24h
Primaria	Chile ⁽¹⁾	30.000		10.000	
	Alemania			10.000	
	Argentina	40.000	10.000		
	Canadá	25.200		13.400	
	Colombia	35.000		5.000	
	España			10.000	
	Estados Unidos	40.000		10.000	
	Italia			10.000	
	Japón		22.900		11.450
	OMS ⁽²⁾				4.000
	Perú	30.000		10.000	
	Reino Unido			10.000	
	Suecia			10.000	
	Suiza				8.000
Unión Europea				10.000	

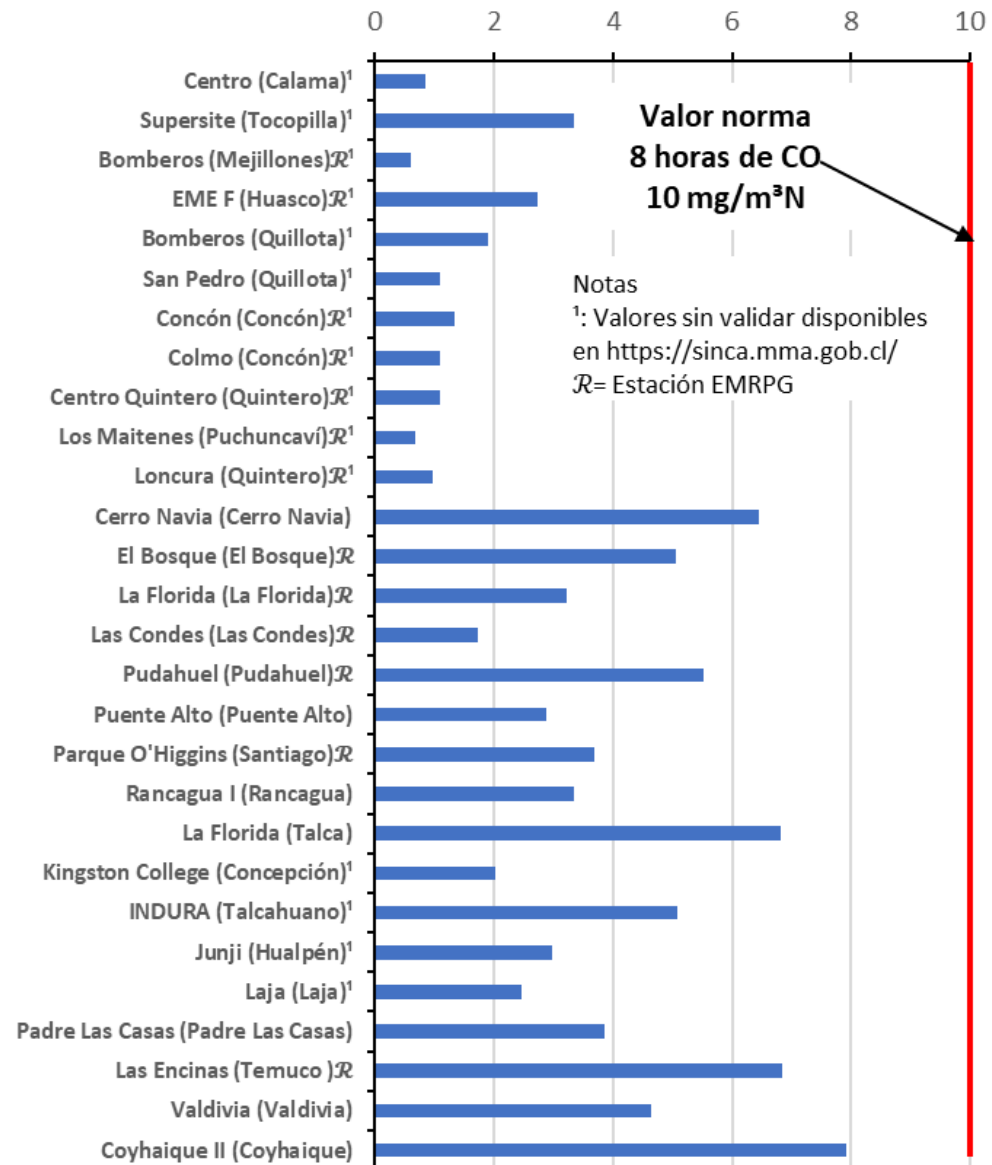
(1): En Chile se normaliza a condiciones estándar (presión 1 atm, temperatura 25 °C).

(2): Recomendación para monóxido de carbono en interiores, incluida en la base de datos entregada en anexo digital.

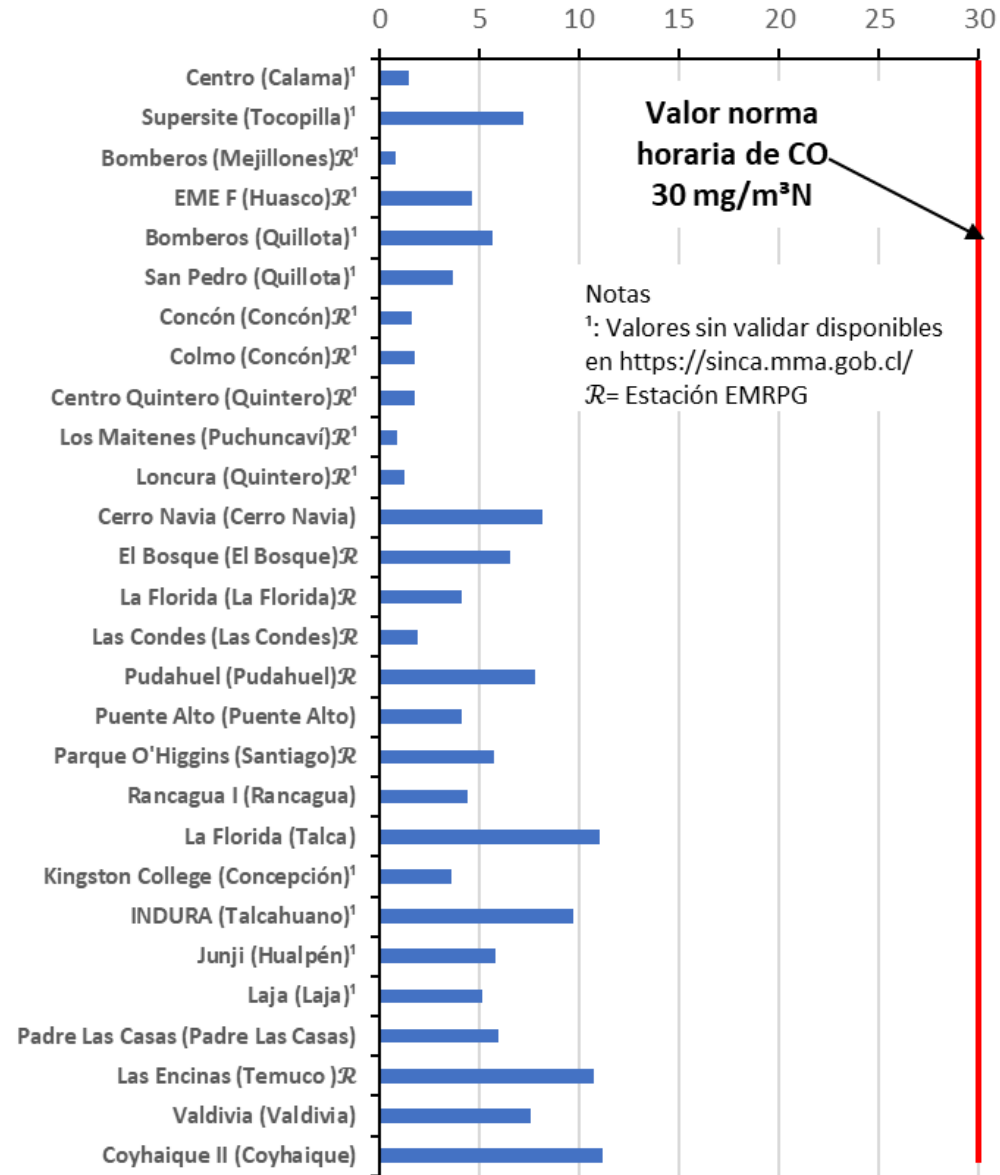
Vida media: semanas a meses



Percentil 99 de concent. de 8 horas de CO, promedio 2020-2022



Percentil 99 de concent. horarias de CO, promedio 2020-2022



Evaluación de norma
horaria de CO, años
2020-2022

Propuesta preliminar de actores a invitar conformar el COA (anterior)

000064 vta

Academia	Regulado/Consultor	Comunidad ONG
Rodrigo Seguel - CR2	SOFOFA	FIMA
Estela Blanco - U Mayor	Asociación Nacional Automotriz de Chile ANAC AG	Chile sustentable
Raul Cordero - USACH	Asociación Nacional de Importadores de Motocicletas ANIM AG	Fundación Terram
Zoe Flemming - UDD	Generadoras de Chile	Asociación de Municipalidades de Chile
Colegio Médico	Equipo consultor - DICTUC	





ANTECEDENTES PARA LA REVISIÓN DE LAS NORMAS PRIMARIAS DE CALIDAD DEL AIRE PARA SO_2 , O_3 , PB , Y CO , Y NORMA SECUNDARIA PARA SO_2

Estudio solicitado por la Subsecretaría del Medio Ambiente

Contenidos

Ozono

- Contexto
- Evidencia en salud
- Efectos agudos
- Efectos crónicos
- Riesgos a la salud (*hazard ratio y dosis-respuesta*)

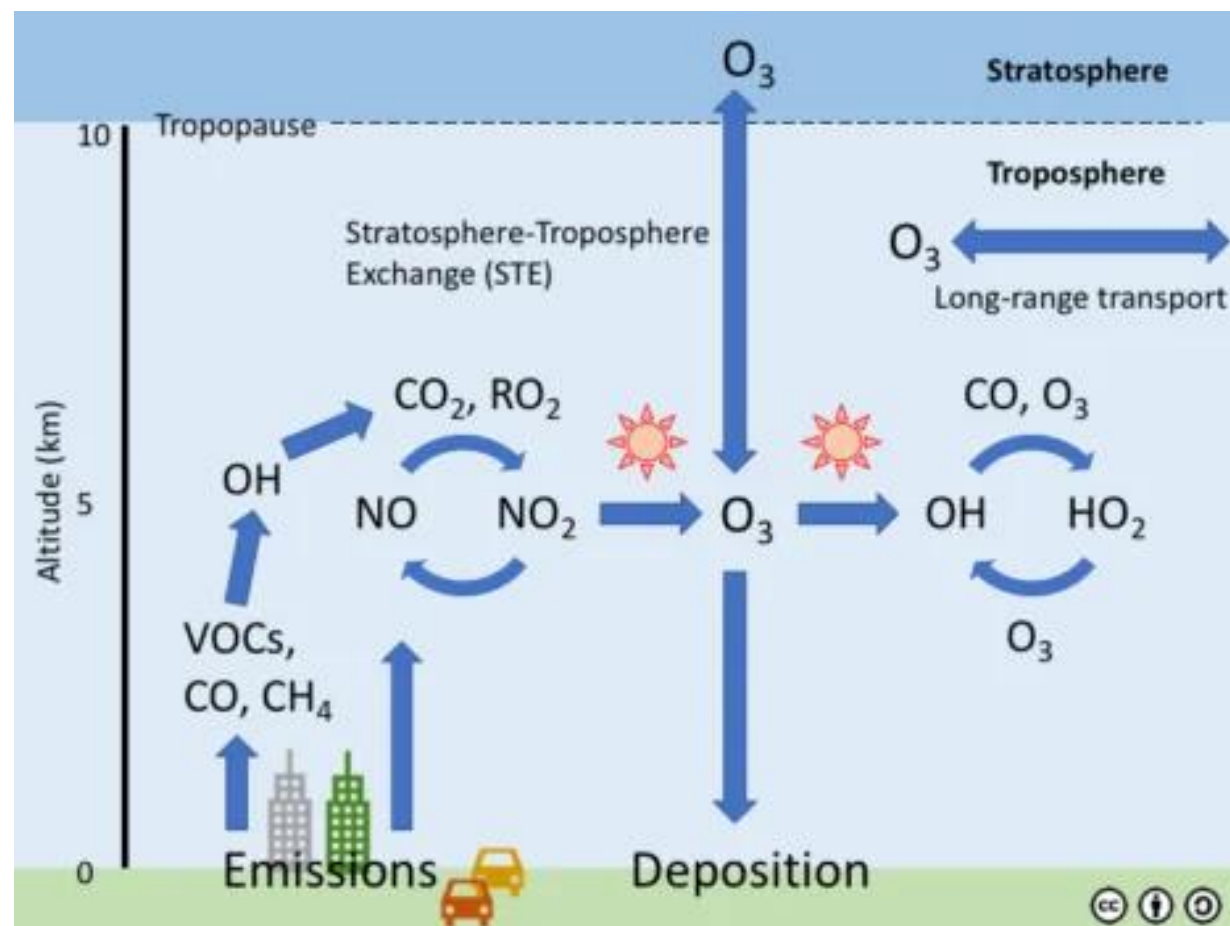
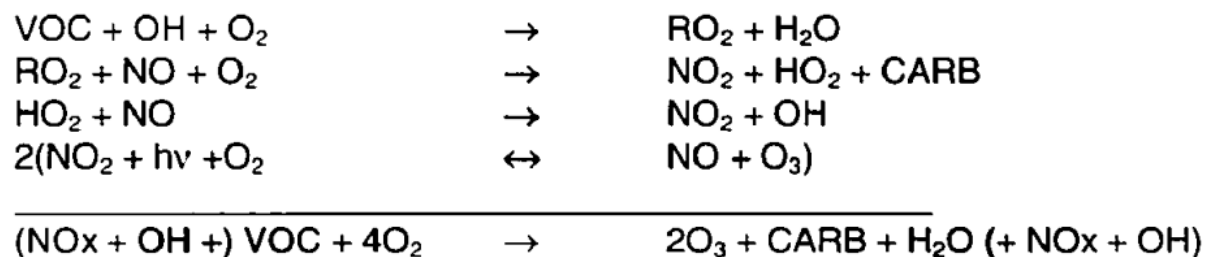
CO

- Contexto
- Evidencia en salud
- Efectos agudos
- Efectos crónicos
- Riesgos a la salud (*hazard ratio*)

Ozono

El O_3 es un gas que se forma en la tropósfera a partir de reacciones fotoquímicas complejas no lineales en presencia de luz solar involucrando principalmente contaminantes: compuestos orgánicos volátiles (COV) y óxidos de nitrógeno (NO_x).

Fotoquímica simplificada del ozono:



Evidencia de efectos en salud del ozono troposférico

- Evidencia reciente respalda los efectos previamente conocidos al sistema respiratorio.
- Se ha documentado efectos en otros sistemas como el cardiovascular, nervioso y reproductor, aunque la interpretación de la evidencia para estos efectos presenta cierta incertidumbre.
- Respecto a exposiciones agudas: evidencia en la disminución de la función pulmonar, síntomas respiratorios y aumento de la inflamación en adultos jóvenes sanos expuestos a concentraciones de ozono tan bajas como 60 a 70 ppb tras exposiciones de 6,6 horas con ejercicio casi continuo.

Ozono: Evidencia en salud

Efectos agudos

- Respiratorios: Disminución de la función pulmonar y otros síntomas respiratorios, dolor en la inspiración profunda, falta de aliento, tos, inflamación del tracto respiratorio.
- Metabólicos: Síndrome metabólico (hiperglucemia, triglicéridos elevados, bajo colesterol HDL, presión arterial alta y adiposidad central), lo cual puede predisponer a un mayor riesgo de diabetes tipo 2 y enfermedad cardiovascular.
- Cardiovascular: Existe evidencia que sugiere, pero no es suficiente para inferir una relación causal.
- Mortalidad: Probable relación causal entre la exposición a corto plazo y mortalidad por todas las causas. La asociación más fuerte ocurre en los primeros días después de la exposición (0-3 días).

Fuente: U.S. EPA. (2020b). Integrated Science Assessment for Ozone and Related Photochemical Oxidants.

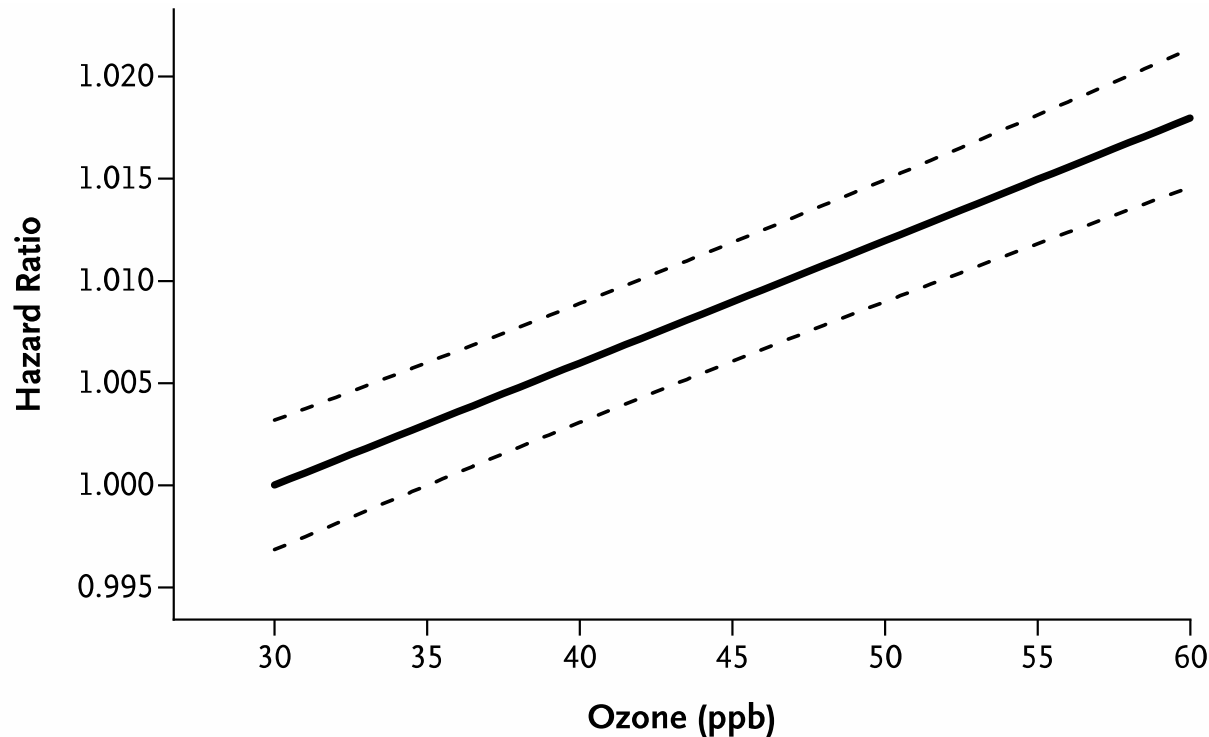
Ozono: Evidencia en salud

Efectos crónicos

- Respiratorios: Relación causal entre la exposición al O₃ y prevalencia de asma, y mortalidad prematura por causas respiratorias, en niños como en población general con enfermedades preexistentes como diabetes.
- Metabólicos: Se sugiere relación causal a la exposición prolongada. Aumento en la incidencia de diabetes, mayor riesgo de sobrepeso.

Exposición a largo plazo: mortalidad prematura no accidental en población medicare (> 65 años) 000068

- Exposición a ozono : promedio de 6 meses de la media móvil de 8 horas
- Un aumento de 10 ppb resulta en un aumento de mortalidad por todas las causas de **1.1% (IC 95%: 1.0-1.2%)** en la población adscrita a medicare
- Circunscrito a concentraciones menores que 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM2.5 y ozono menor a 50 ppb, el incremento es de **1.0% (IC 95%: 0.9-1.1)**



Modelo log-lineal conjunto para PM2.5 y O3

La curva concentración respuesta para ozono está evaluada en PM2.5=10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

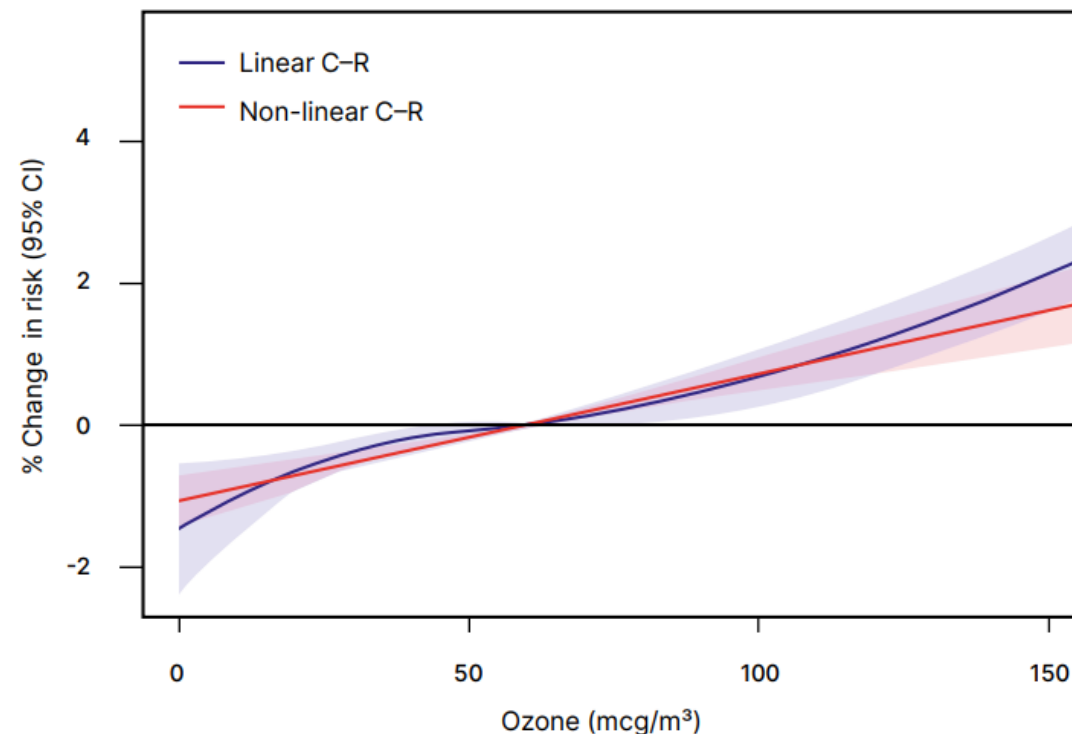
Exposición a corto plazo: mortalidad no accidental

- En cuanto a mortalidad no accidental por todas las causas, se establece una estimación del efecto meta analítico de $HR = 1,0043$ (IC 95%: 1,0034-1,0052) por incremento de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de ozono en concentraciones máximas de 8 horas, asumiendo una relación lineal.

Fuente: Orellano, P., Reynoso, J., Quaranta, N., Bardach, A., & Ciapponi, A. (2020). Short-term exposure to particulate matter (PM10 and PM2.5), nitrogen dioxide (NO2), and ozone (O3) and all-cause and cause-specific mortality: Systematic review and meta-analysis. In *Environment International* (Vol. 142). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105876>

- Vicedo-Cabrera et al. (2020): asociación persiste a niveles muy bajos de exposición.

Fuente: Vicedo-Cabrera, A. M., Sera, F., Liu, C., Armstrong, B., Milojevic, A., Guo, Y., Tong, S., Lavigne, E., Kyselý, J., Urban, A., Orru, H., Indermitte, E., Pascal, M., Huber, V., Schneider, A., Katsouyanni, K., Samoli, E., Stafoggia, M., Scortichini, M., ... Gasparrini, A. (2020). Short term association between ozone and mortality: global two stage time series study in 406 locations in 20 countries. *The BMJ*, 368. <https://doi.org/10.1136/bmj.m108>



Monóxido de carbono

- El CO es un gas inodoro e incoloro, formado principalmente a partir de la combustión incompleta de combustibles fósiles.
- La exposición al CO se puede evaluar en humanos a partir de los niveles de carboxihemoglobina (COHb), que es expresada como el porcentaje de hemoglobina total unida al CO.
- Se ha observado que bajas concentraciones de CO durante varias horas puede dar lugar a niveles de COHb equivalentes en comparación con una exposición aguda a concentraciones más elevadas.

Evidencia de efectos en salud del monóxido de carbono

- Evidencia reciente respalda los efectos previamente conocidos al sistema respiratorio y cardiovascular.
- Nuevos hallazgos que asocian también efectos al SNC y a la mortalidad. La evidencia es menos concluyente cuando se trata de los efectos a largo plazo.
- Población más susceptible: personas con enfermedades cardíacas (mayor riesgo de sufrir efectos en la salud por la carboxihemoglobina e incremento de hipoxia basal).
- Respecto a exposiciones agudas: efectos sobre la función cardíaca en pacientes con enfermedad arterial coronaria tras exposiciones de corta duración a niveles tan bajos de COHb como 2,0-2,4%.

Monóxido de carbono: Evidencia en salud

Efectos agudos

- Cardiovasculares: Probable relación causal. Asociaciones con la frecuencia de visitas a urgencias, ingresos hospitalarios por cardiopatía isquémica, insuficiencia cardíaca, entre otros, a concentraciones entre 0,5 y 9,4 ppm.
- Sistema Nervioso Central: Se sugiere relación causal. Síntomas de intoxicación, dolor de cabeza, mareos, dificultades cognitivas desorientación e incluso coma. Se identificó cambios en el comportamiento tras exposiciones que llevaron a niveles de COHb en sangre de entre 5 y 20%.
- Respiratorios: Se sugiere relación causal. Asociación entre exposiciones a corto plazo y cambios en la función pulmonar, síntomas respiratorios, visitas a urgencias y admisiones hospitalarias.
- Mortalidad: Se sugiere relación causal. Presencia de múltiples contaminantes contribuyen a fortalecer la relación causal.

Fuente: U.S. EPA. (2010). Integrated Science Assessment for Carbon Monoxide.

Monóxido de carbono: Evidencia en salud

Efectos crónicos

- Sistema Nervioso Central: Se sugiere una relación causal. A partir de estudios toxicológicos en roedores durante el periodo prenatal, se descubrieron cambios en el comportamiento, en la mielinización de las neuronas, en los niveles y la función de los neurotransmisores, como también en el sistema auditivo.
- Desarrollo de embarazo y parto: Se sugiere relación causal. Se ha detectado en el primer y segundo trimestre del embarazo, nacimientos prematuros y defectos cardiacos. Estudios en roedores aportan evidencia de efectos cardiacos, cambios en la estructura ósea, y malformaciones de extremidades dentro del útero.
- Mortalidad: Hasta la fecha del ISA 2010, se establece una asociación nula o negativa en cuanto a la relación entre la exposición a largo plazo y mortalidad.

Para enfermedades cardiovasculares, respiratorias y mortalidad la evidencia es menos consistente.

Ingresos hospitalarios y mortalidad por infarto de miocardio

- En relación con ingresos hospitalarios y mortalidad por infarto de miocardio en periodos de exposición de 24 horas, se estableció que, mediante un análisis meta analítico, el efecto estimado de HR = 1,052 (IC 95%: 1,017-1,089), por incremento de 1 mgCO/m³, asumiendo una relación lineal y obteniendo un nivel de certeza moderada.
- Por otro lado, se encontró un efecto estimado de HR = 1,019 por aumento de 1 mgCO/m³ para ingresos hospitalarios por infarto de miocardio.

Muchas gracias

000072



Ministerio del
Medio
Ambiente

Gobierno de Chile

Conformación Comité Operativo Ampliado

Revisión Norma de Calidad del Aire
Norma Ozono (D.S. N° 112/2002) - Norma CO (D.S. N° 115/2002)

Presentación Comité Operativo | SESIÓN N°2/2024
martes 25 de junio 2024

Gabriel Mendoza Miranda
División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana
Ministerio del Medio Ambiente



Una **instancia colaborativa** con el objetivo de dar a conocer los avances en la elaboración del anteproyecto; transparentar los intereses de los sectores involucrados, y recabar antecedentes técnicos, científicos, sociales y/o económicos, a ser considerados en el proceso.

FUNCIONES

Apoyar al Comité Operativo en materias específicas

Aportar antecedentes técnicos

Opinar sobre materias de la norma y su revisión, en relación al sector que se representa y su ámbito de acción

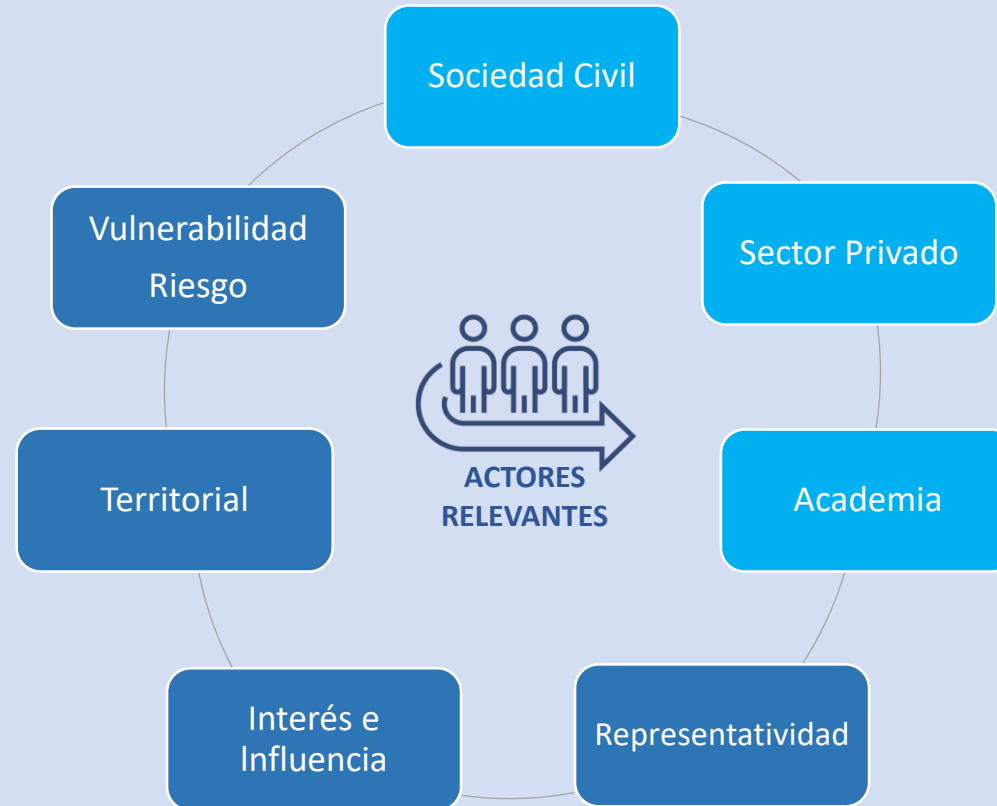
Generar recomendaciones y sugerencias a la norma

Comité Operativo Ampliado: Criterios para focalización de actores



- Valparaíso
- Región Metropolitana
- Bío Bio

RELEVANCIA



TIPOLOGÍA DE ACTORES



Criterios para focalización de actores

Criterio de interés o influencia de actores

- a) ¿Quiénes podrían verse beneficiados/as o afectados/as por el instrumento normativo?
- b) ¿Quiénes no estando directamente afectados/as, podrían tener un interés en la materia?
- c) ¿Quiénes poseen información o experiencia en torno al instrumento?
- d) ¿Quiénes se ubican en el territorio o “área de influencia directa” del instrumento normativo?
- e) ¿Quiénes impulsan el proceso de regulación ambiental o tienen participación activa en el desarrollo del mismo?
- f) ¿Quiénes han manifestado o han hecho público su interés/opinión frente al proceso de elaboración del instrumento normativo?



Academia	Regulado/Consultor	Comunidad /ONG
Rodrigo Seguel - CR2	SOFOFA	FIMA
Estela Blanco - U Mayor	Asociación Nacional Automotriz de Chile ANAC AG	Chile sustentable
Raul Cordero - USACH	Asociación Nacional de Importadores de Motocicletas ANIM AG	Fundación Terram
Zoe Flemming - UDD	Generadoras de Chile	Asociación de Municipalidades de Chile
Dpto. Salud Pública	Equipo consultor - DICTUC	ONG Defensa Ambiental (Biobío)
Colegio Médico - PUC		Colectivo Viento Sur (RM)



