
Preguntas de la clase 5:

Componentes

AFECTAN EL AMBIENTE

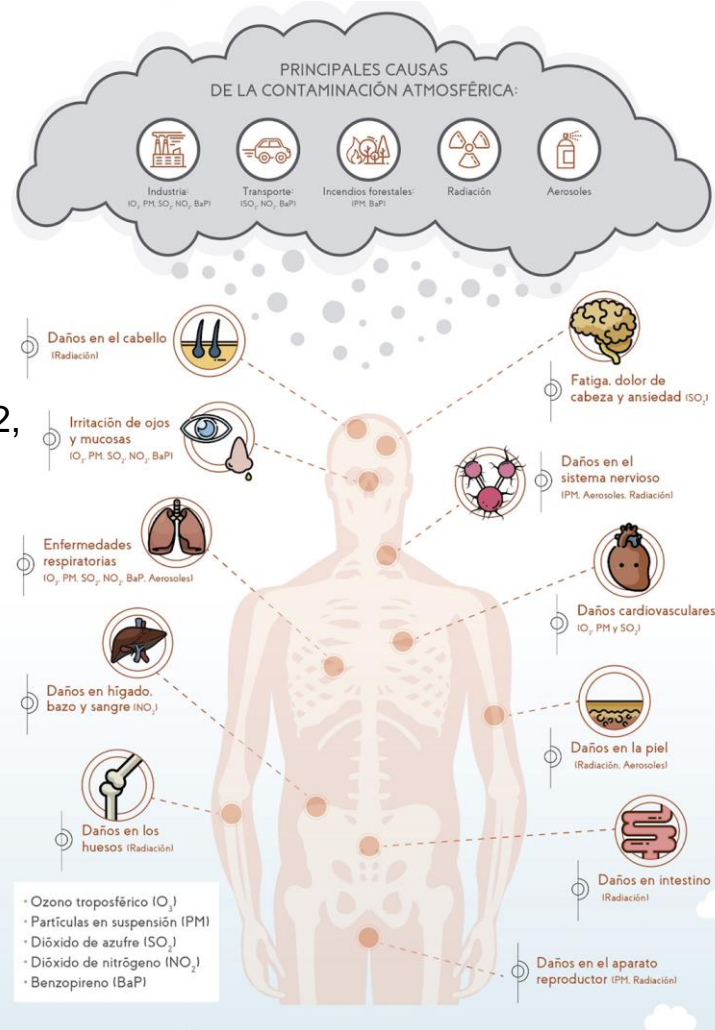
→ Gases de Efecto Invernadero (GEI)

GEI	Índice de Poder de Calentamiento Global
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	(296) 310
CCl ₂ F ₂ (CFC-12))	6200-7100
CHClF ₂ (HCFC-22)	1300-1400
CF ₄	6500
SF ₆	22000-23900

AFECTAN LA SALUD HUMANA

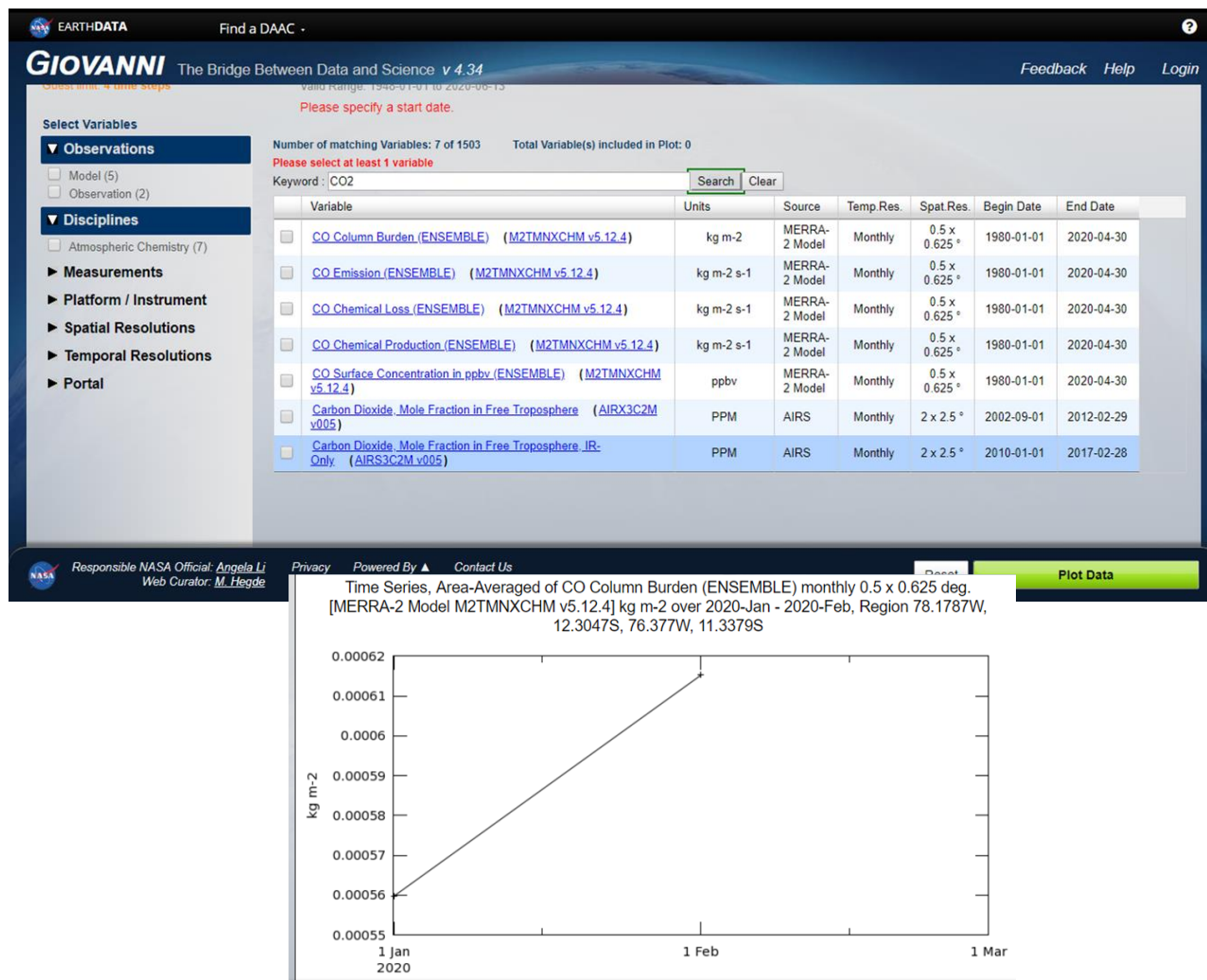
- Óxidos de Nitrógeno (NO₂, NO)
- Amoniaco (NH₄)
- Ozono (O₃)
- Dióxido de Azufre (SO₂)
- Monóxido de Carbono
- Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC)

→ Regulados por la OMS



Información de CO2

<https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/#service=TmAvMp&starttime=2015-01-01T00:00:00Z&endtime=2020-02-29T23:59:59Z&bbox=-78.1787,-12.3047,-76.377,-11.3379&dataKey=co2>





Platzi **LIVE**

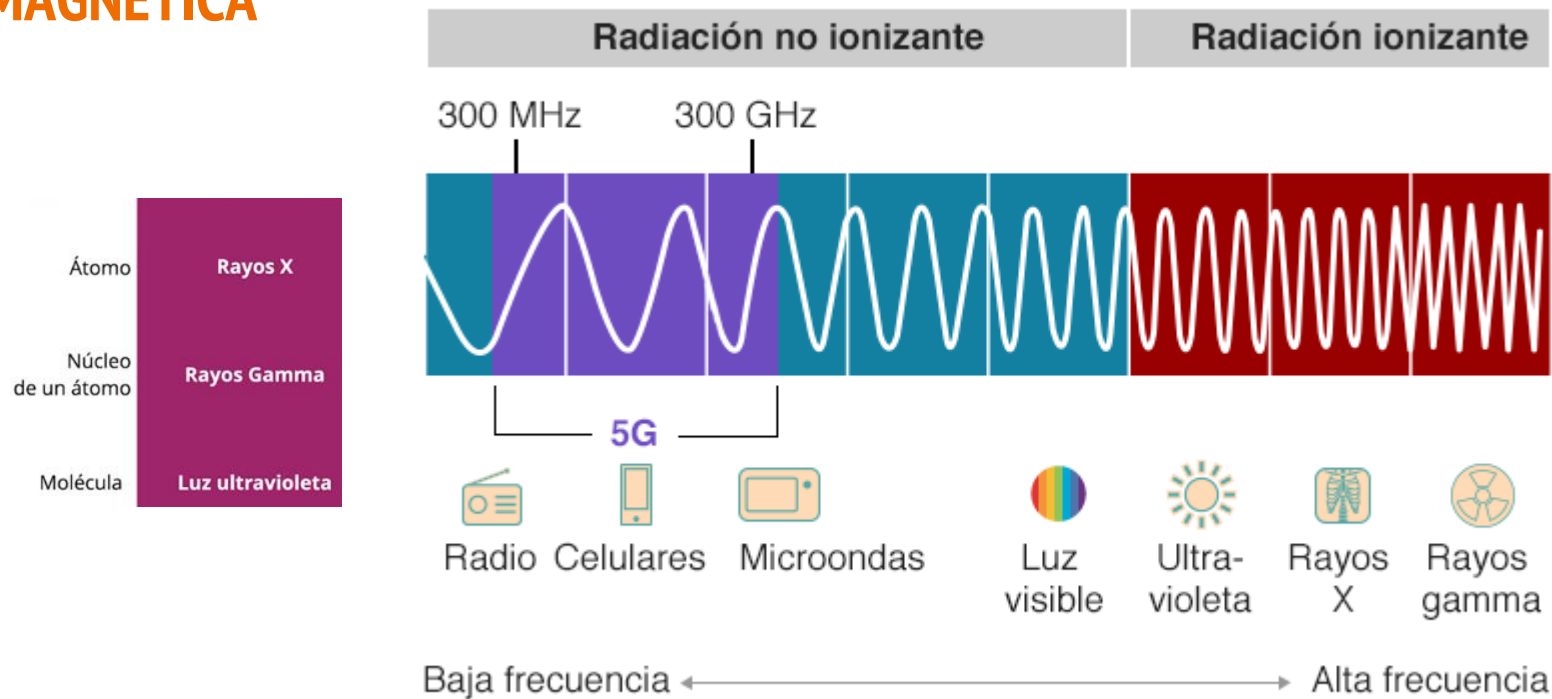
QUÉ ES 5G Y CÓMO AFECTA LA SALUD



CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA



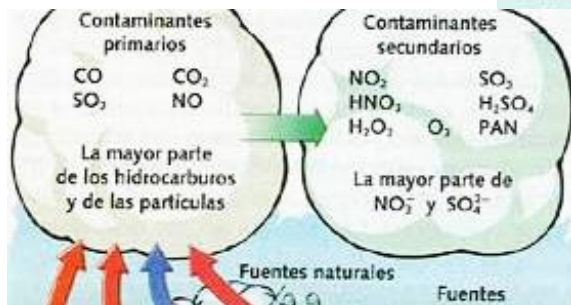
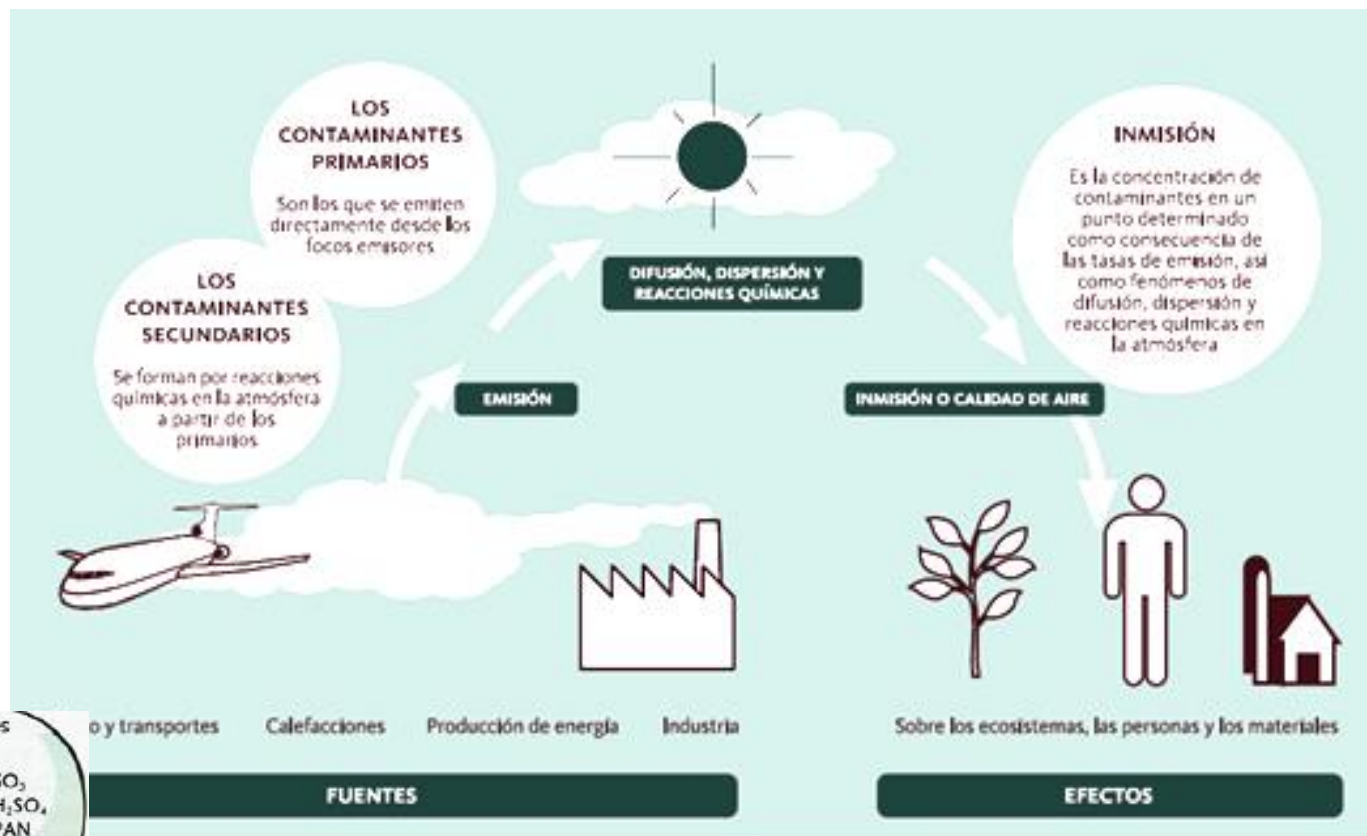
Dónde se ubica el 5G en el espectro electromagnético



Fuente: SCAMP/Imperial College London/EBU



Repaso



Síndrome del edificio enfermo

<https://www.salud.mapfre.es/cuerpo-y-mente/habitos-saludables/el-sindrome-del-edificio-enfermo/>

Características y Efectos de los contaminantes del aire

+

Monitoreo de la calidad del aire

Gases

Parte 2

Gabriel Sicha y Peggi Carhuallanqui

E) Métodos de Monitoreo de la Calidad del Aire: Por su grado de Exactitud



Método de Referencia

Fluorescencia Ultravioleta → Automático

Se irradia con luz UV a la muestra de aire que ingresa conteniendo SO₂, el cual absorbe la radiación para luego descargar energía fluorescente; esta es detectada por un tubo que produce un voltaje proporcional a la intensidad de dicha energía, y que es convertida a [SO₂].

Métodos Equivalentes

Pararrosanilina → Manual Activo

Absorción de SO₂ en solución Tetracloromercurato de potasio y forma el monoclorsulfonatomercuroso que es analizado en laboratorio.

Difusión Pasiva → Manual Pasivo

Basado en el principio de difusión molecular. Medio absorbente: Carbonato de potasio y de glicerina. Se lleva a laboratorio y se determina por cromatografía iónica.

CO

Método de Referencia

Infrarrojo no dispersivo



Automático

Incorpora un filtro de correlación de gas: elemento rotatorio filtrante de gas que se divide en dos: uno que contiene CO y otro, con N₂. Se incide con radiación infrarroja sobre este, que al pasar por el CO contenido, es absorbido parcialmente, y la radiación que no es absorbida conforma un “haz de referencia”. Luego, radiación infrarroja incide sobre N₂, la cual no absorbe longitudes de onda específicas para CO, y este conforma un “haz de medición” que interactúa con el CO de la muestra.

Métodos Equivalentes

Tren de muestreo



Manual Activo

Absorción de CO en Ácido sulfoaminobenzoico. Se analiza por turbidimetría.

Difusión Pasiva



Manual Pasivo

Basado en el principio de difusión molecular.

NO₂

Método de Referencia

Quimioluminiscencia

Automático

- 1° Hacer reaccionar el NO con el O₃ generado por el equipo, así se forman moléculas de NO₂ inestables que buscan volver a su estado NO. → [NO]
- 2° [NO] + [NO₂] → pasan por convertidor de molibdeno que transforma el [NO₂] a [NO]
- 3° [NO] inicial + [NO] = [NO_x]
- 4° [NO₂] = [NO_x] - [NO] inicial

Métodos Equivalentes

Cavidad por Atenuación de Desplazamiento de Fase

Automático

La muestra de aire con NO₂ entra a la cámara de análisis en cuyo interior hay una cavidad resonante óptica donde incide la luz de banda ancha, lo que ocasiona el desplazamiento de las longitudes de onda. La [NO₂] es proporcional a dicho desplazamiento.

Arsenito de sodio

Manual Activo

Absorción de NO₂ en solución de hidróxido y arsenito de sodio.

Difusión Pasiva

Manual Pasivo

Basado en el principio de difusión molecular.
Medio absorbente: Trietanolamina



Método de Referencia

Fotometría de absorción UV → Automático

La muestra de aire es sometida a radiación UV. El nivel de absorción UV por parte de la muestra es proporcional a la [O₃].
Hay dos líneas de flujo: En la primera, se separa el ozono de la muestra y se irradia (la muestra sin O₃) con rayos UV. En la segunda, se irradia la muestra que contiene O₃, con rayos UV, y se calcula la radiación absorbida por el O₃.

Métodos Equivalentes

Quimioluminiscencia → Automática

Se hace reaccionar O₃ de la muestra con el etileno generado por el equipo. Esta reacción genera reacción quimioluminiscente. [O₃] es proporcional a la quimioluminiscencia generada.

Difusión Pasiva → Manual Pasivo

Medio absorbente: 1,2 di-(4-piridil)-etileno (DPE). El ozónido formado se divide y produce un aldehído, que luego es determinado por espectrofotometría.

C₆H₆

Método de Referencia

Cromatografía de gases

Automático

Colección de muestras de benceno en una o más trampas adsorbentes: Tenax, Carbotrap (carbón activado).
Se colecta por 15 a 60 minutos.
Luego es sometido a desorción térmica y transferido mediante un gas inerte a un cromatógrafo de gases interno, donde se analiza.

Métodos Equivalentes

Cromatografía de gases

Manual Activo

Colección durante 24 horas en un medio adsorbente: carbón activado. Luego, en un laboratorio, la muestra es desorbida térmica o químicamente (con sulfuro de carbono), sigue el mismo mecanismo hasta el cromatógrafo de gases.

Difusión Pasiva

Manual Pasivo

Tubos pasivos de carbón activado. Luego, se procede con la desorción por sulfuro de carbono y se determina BTX por cromatografía de gases.

F) Criterios para la selección de métodos de medición

En primer lugar, para la selección de los métodos de medición, se debe identificar la variabilidad de las concentraciones de los parámetros a medir en la zona de estudio. Por ejemplo, para el caso de zonas de estudio con una influencia predominante de emisiones vehiculares, las concentraciones de material particulado podrían tener una alta variabilidad en aquellas horas en las que se presenta un mayor tráfico vehicular. Por lo que, en este caso, se deberá usar métodos automáticos, puesto que solo así se podrá determinar la evolución horaria de las concentraciones.

Al respecto, cabe señalar que la variabilidad de las concentraciones de los parámetros depende de las características que presenten las fuentes vinculadas al área de una red o estación de monitoreo (por ejemplo: emisiones vehiculares, procesos industriales continuos o discontinuos, entre otros).

Además de la referida variabilidad, se debe tomar en consideración el tipo de información que se pretende obtener, en función de los siguientes casos:

- Que se requiera analizar cambios en la calidad del aire a nivel horario y de manera continua, indistintamente de si se busca o no reportar la información en tiempo real.
- Que se requiera analizar las concentraciones con base en un promedio integrado del día, fracción del día (hora u 8 horas) o periodos más extensos (mensual o anual), siempre que no se busque reportar la información en tiempo real.

En caso los resultados se vayan a comparar con su correspondiente valor ECA, se debe verificar que los límites de detección y cuantificación del método a seleccionar sean iguales o menores al 20% del valor ECA. Este aspecto es fundamental para evaluar el cumplimiento del ECA, así como la evolución de las concentraciones de los distintos parámetros.

Tabla 7. Criterios para la selección de métodos de medición

Requerimiento temporal de la información	Enfoque del monitoreo	Consideraciones generales	Método a seleccionar	Aspectos a considerar
Continuo, a nivel horario y en tiempo real	<ul style="list-style-type: none"> Monitoreo vinculado a planes de acción para la mejora de la calidad del aire. 	Presupuesto suficiente/ disponibilidad de energía eléctrica, seguridad y accesibilidad.	Método de referencia o equivalente automático	Los resultados obtenidos podrán ser comparados con los resultados de otras redes (con métodos de referencia o equivalentes), así como con los ECA correspondientes.
	<ul style="list-style-type: none"> Monitoreo orientado al análisis de efectos en salud ambiental. 	Presupuesto limitado/ dificultades respecto de la disponibilidad de energía eléctrica, seguridad y accesibilidad.	Procedimiento alternativo automático	Salvo se cumpla lo indicado en el capítulo G del presente protocolo, los resultados obtenidos no se podrán comparar con los resultados de otras redes (con métodos de referencia o equivalentes), así como con los ECA correspondientes.

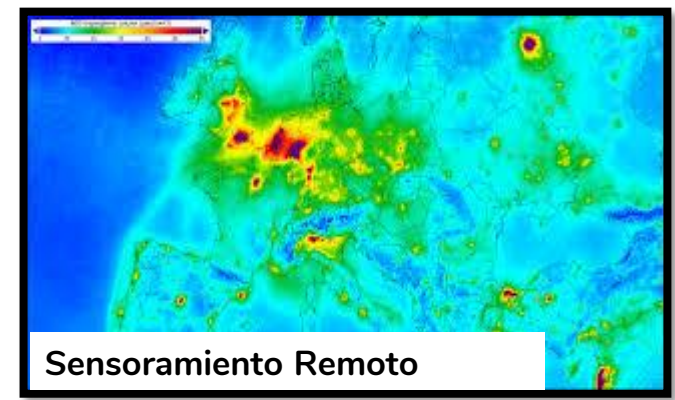
<p>Referida al día, fracción de día o periodos más extensos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo vinculado a planes de acción para la mejora de la calidad del aire. 	<p>Presupuesto suficiente/ disponibilidad de energía eléctrica, seguridad y accesibilidad.</p>	<p>Método de referencia o equivalente manual (activo o Pasivo)</p>	<p>Los resultados obtenidos podrán ser comparados con los resultados de otras redes (con métodos de referencia o equivalentes), así como con los ECA correspondientes.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo orientado al análisis de efectos en salud ambiental. 	<p>Presupuesto limitado/ dificultades respecto a la disponibilidad de energía eléctrica, seguridad y accesibilidad.</p>	<p>Método alternativo manual (activo o pasivo)</p>	<p>Salvo se cumpla lo indicado en el capítulo G del presente protocolo, los resultados obtenidos no se podrán comparar con los resultados de otras redes (con métodos de referencia o equivalentes), así como con los ECA correspondientes.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo en áreas asociadas a actividades 	<p>La información generada será utilizada para los reportes de monitoreo vinculado a instrumentos de gestión ambiental.</p>	<p>Método de referencia o equivalente manual (activo o Pasivo)</p>	<p>Los resultados obtenidos podrán ser comparados con los resultados de otras redes (con métodos de referencia o equivalentes), así como con los ECA correspondientes (siempre que el periodo de toma de muestra sea el mismo que el establecido para el ECA vigente).</p>

G) Análisis para la aplicación de procedimientos de Medición Alternativos

Consideraciones

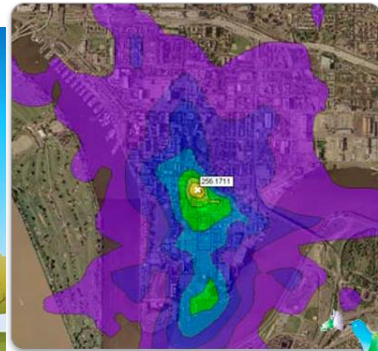
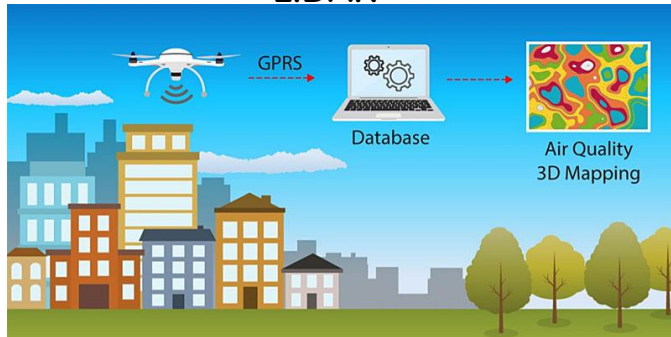
- Procedimientos de medición alternativos, es posible en los tres enfoques.
- No es posible el uso de procedimientos alternativos para reportes de monitoreo ambiental vinculado a Instrumentos de Gestión Ambiental (EIA, PAMA, DIA, entre otros). Solo utilizar para estos casos, los métodos referenciales y equivalentes.
- Los resultados obtenidos por métodos alternativos solo serán comparables con el ECA si cumplen:
 - Pruebas de intercomparación con resultados satisfactorios.
 - Pruebas de intercomparación deben basarse en el documento técnico EPA (2011): “Reference and equivalent method applications. Guidelines for applicants”. Y el documento técnico: “40 CFR Part 53 - Ambient Air Monitoring Reference and Equivalent Methods”.
 - Criterios de aseguramiento y control establecidos en este protocolo.

- Medición con sensores de bajo costo.
- La aplicación de técnicas de sensoramiento remoto.
- La aplicación de modelos de dispersión atmosférico.
- Procedimientos de medición que no se adecue al **método de referencia o equivalente**.
- Métodos validados **con o sin referencia de normas internacionales**.
- Otros que **no cuenten con normas técnicas nacionales o internacionales**.



DRONES

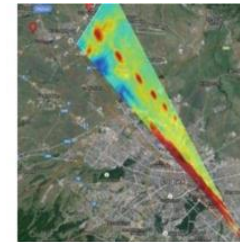
LIDAR



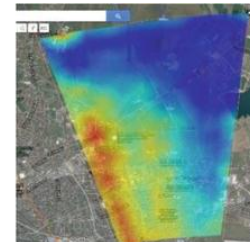
MODELACIÓN



a)



b)



c)

Low Cost



Variación temporal

Estación de calidad de aire

Estación de Puente Piedra



Evolución horaria de NO₂ en los días de la semana - zona sur y centro

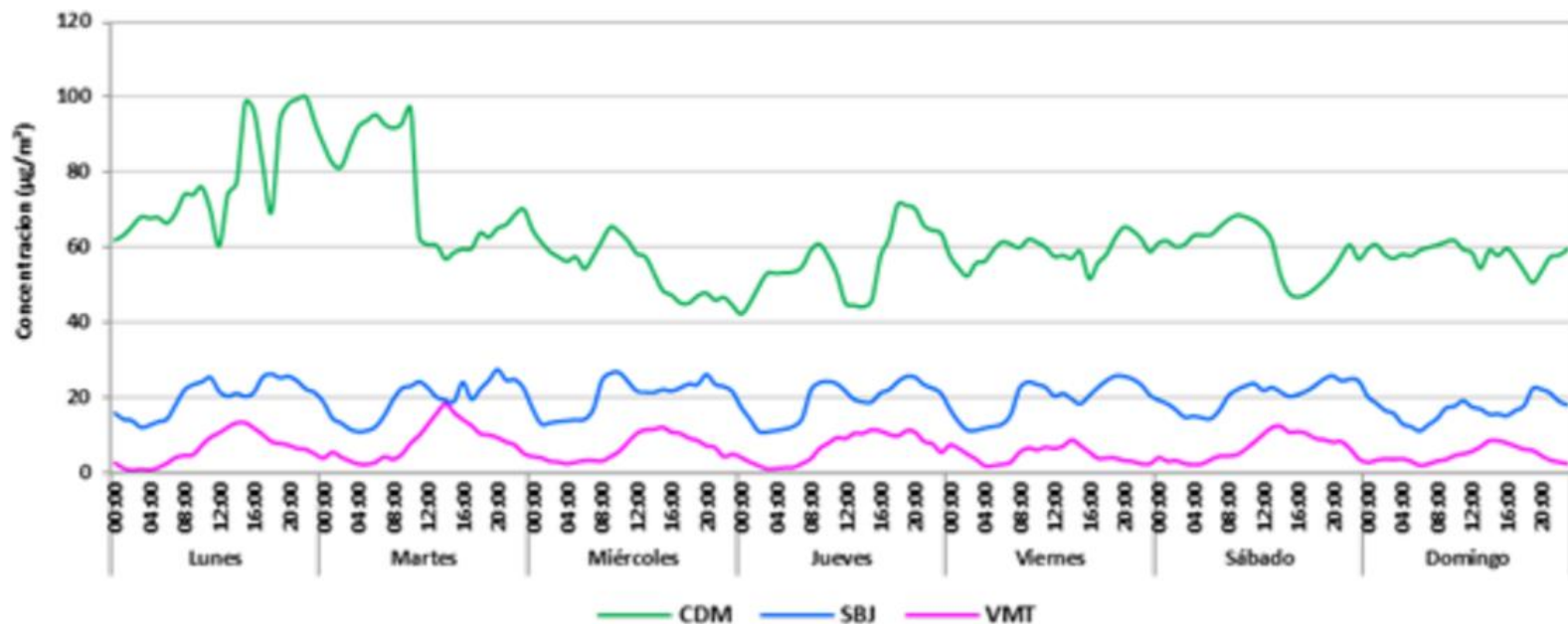


Figura 78. Evolución horaria del NO₂ en los días de la semana - zona sur y centro

Evolución diaria del NO₂ en los días de la semana

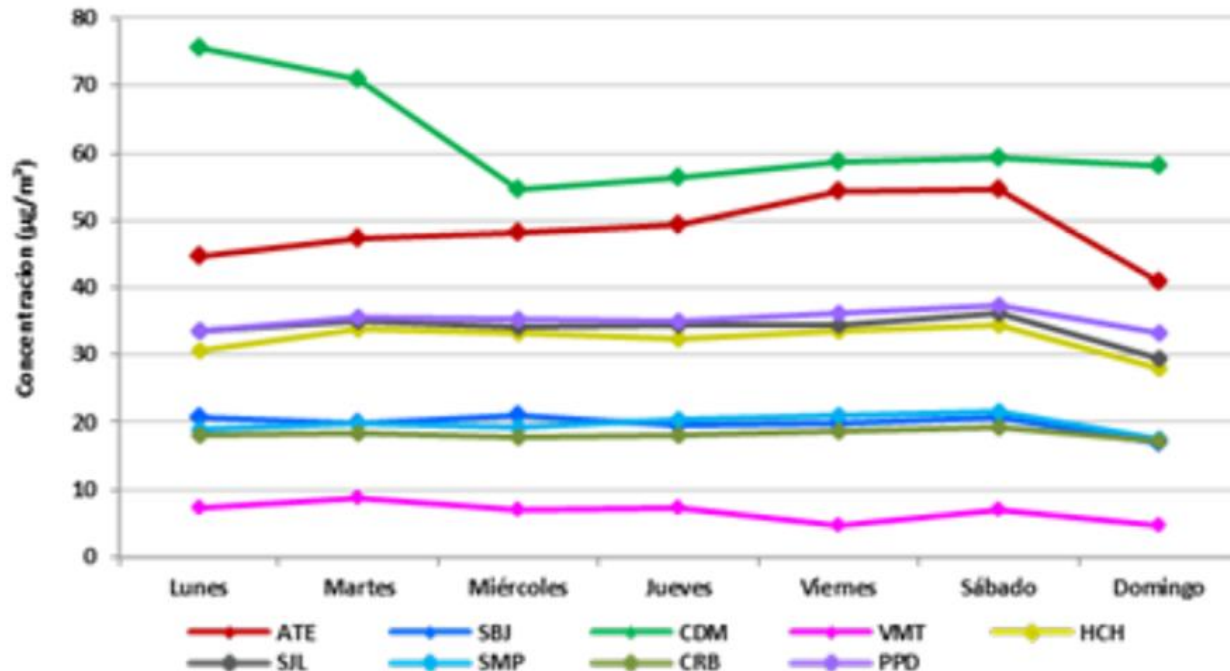


Figura 80. Evolución diaria del NO₂ en los días de la semana

Evolución horaria del NO₂ en la estación de Huachipa

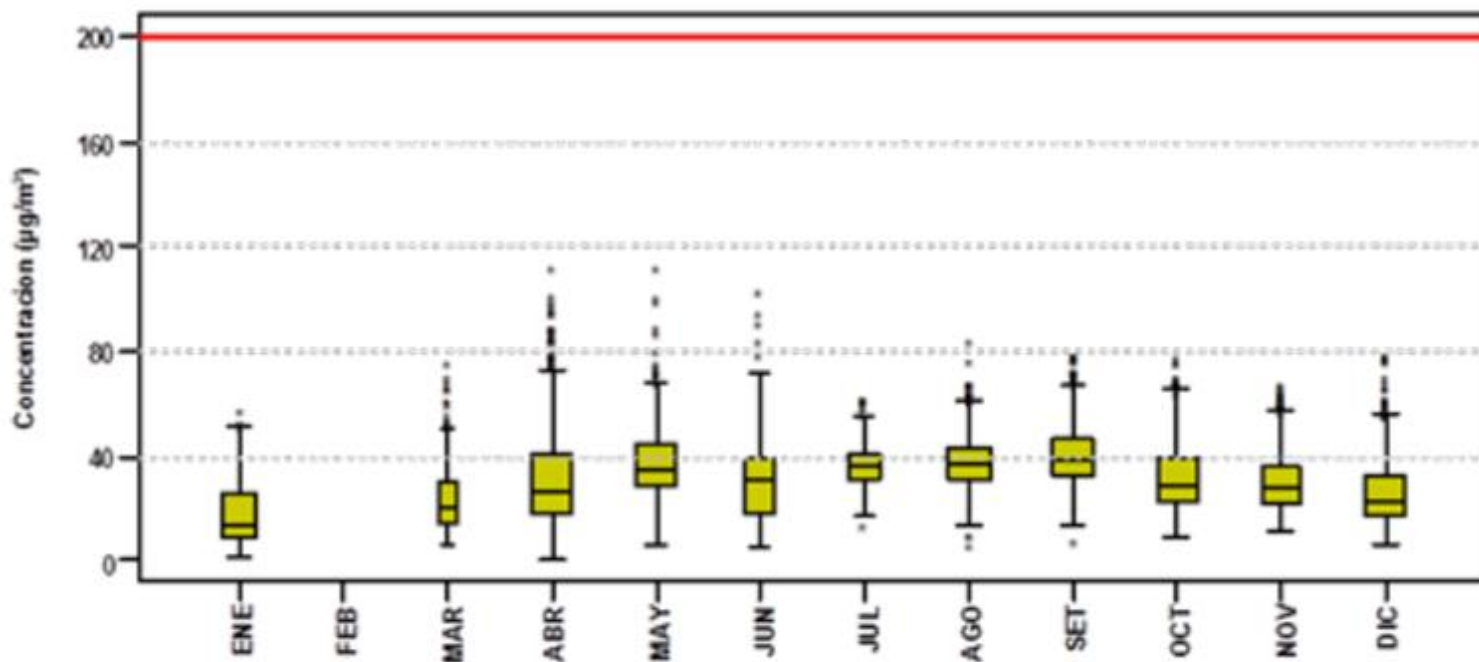


Figura 88. Evolución horaria del NO₂ en la estación de Huachipa

. Evolución mensual del NO₂ por estaciones

<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01403SENA-7.pdf>

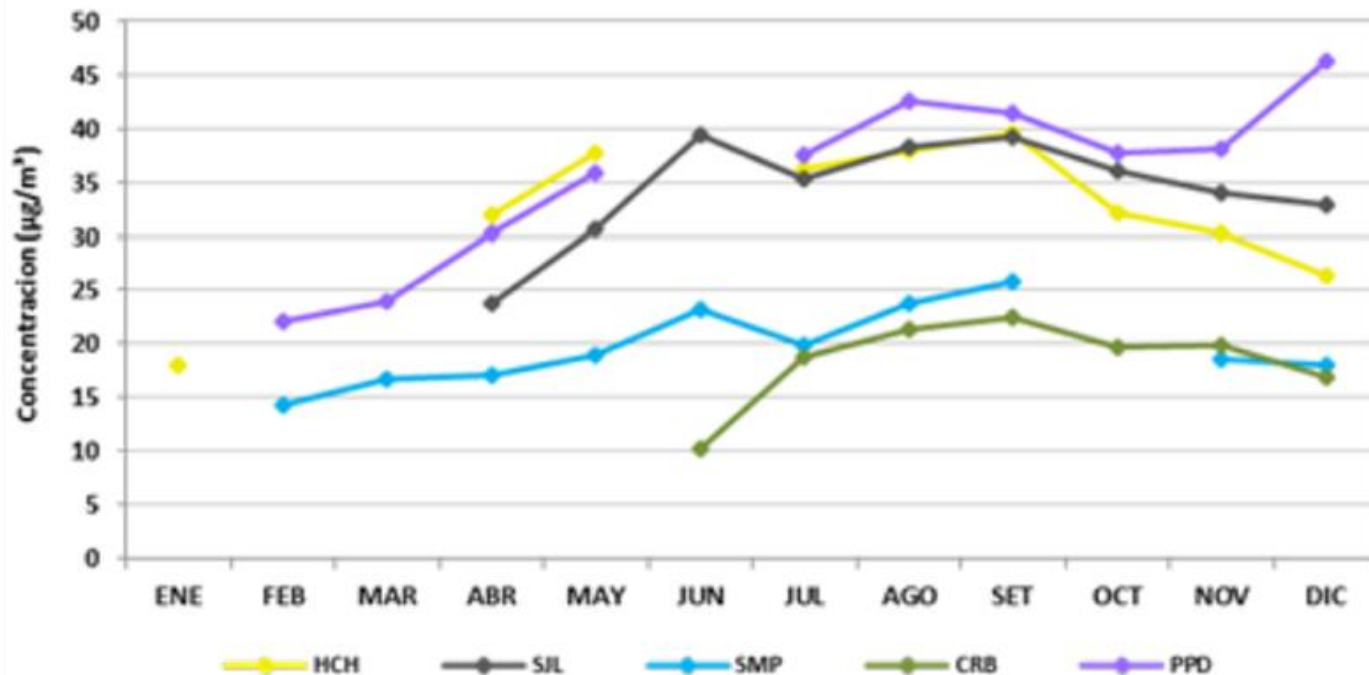
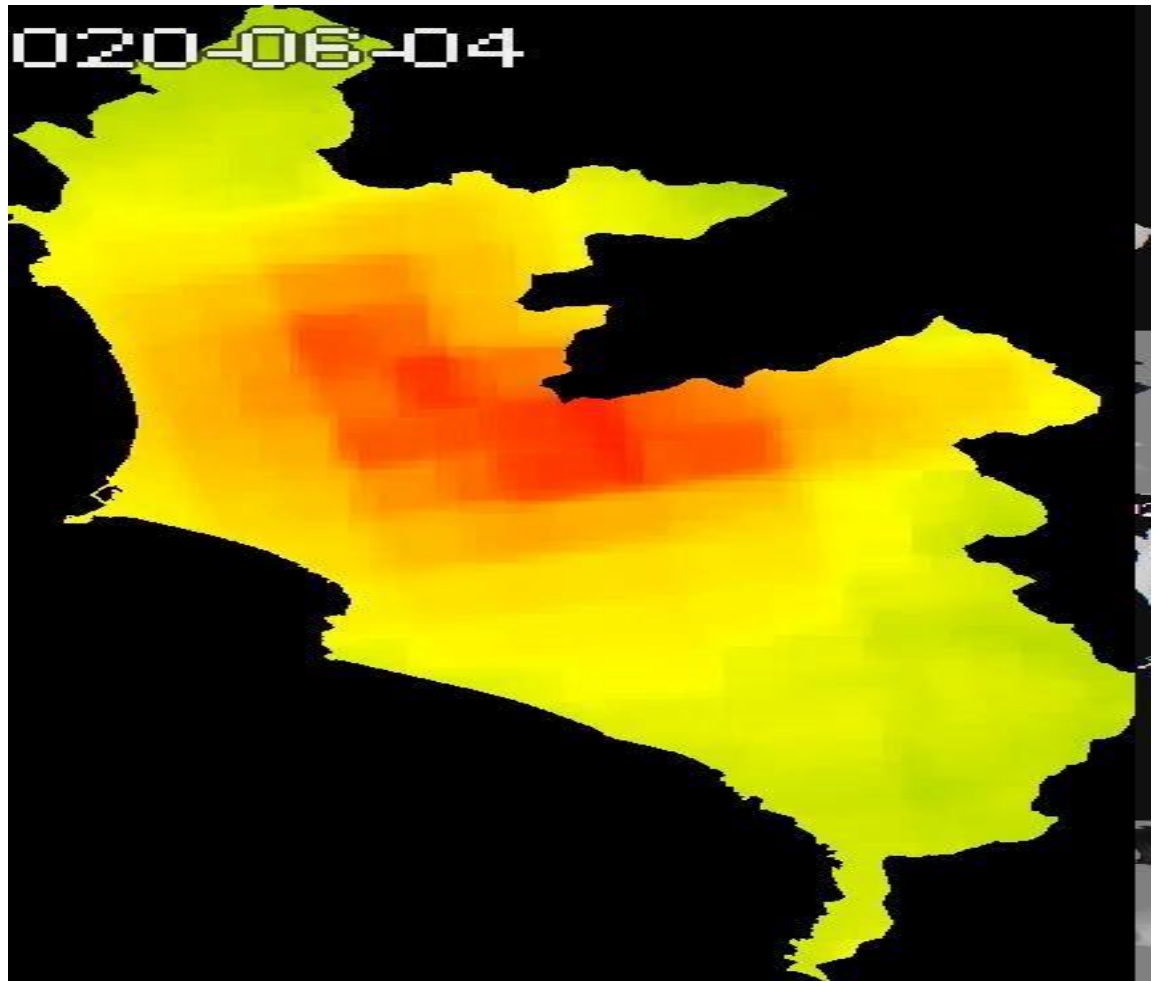


Figura 89. Evolución mensual del NO₂ por estaciones

Comportamiento espacial



Guía de Calidad del Aire de la OMS

**Guías de calidad
del aire de la OMS
relativas al material particulado,
el ozono, el dióxido de nitrógeno
y el dióxido de azufre**

Actualización mundial 2005

**Resumen de evaluación
de los riesgos**

Guía

O_3 : 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media de ocho horas

Guías

NO_2 : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media anual
200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media de una hora

Guías

SO_2 : 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media de 24 horas
500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, media de 10 minutos

OMS (2005)

Estándares de Calidad Ambiental para Aire - ECA Aire (2017)

2017

AMBIENTE

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones Complementarias

DECRETO SUPREMO
N° 003-2017-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante

Parámetros	Período	Valor [µg/m³]	Criterios de evaluación	Método de análisis ⁽¹⁾
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) ⁽²⁾	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O ₃)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

Índice de Calidad del Aire - INCA



Resolución Ministerial

N° 181 -2016-MINAM

Lima, 14 JUL. 2016

Visto, el Memorando N° 291-2016-MINAM/VMGA del Viceministerio de Gestión Ambiental; el Informe Técnico N° 0032-2016-MINAM/VMGA/DGCA/AIRE de la Dirección General de Calidad Ambiental; el Memorando N° 416-2016-MINAM/OAJ de la Oficina de Asesoría Jurídica; y demás antecedentes; y,

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, según el artículo I del Título Preliminar de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como a sus componentes asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo



CALIFICACIÓN	VALORES DEL INCA	COLORES
Buena	0-50	Verde
Moderada	51-100	Amarillo
Malas	101-VUEC*	Anaranjado
VUEC*	>VUEC*	Rojo

*VUEC: Valor umbral del estado de cuidado

CALIFICACIÓN	CUIDADOS	RECOMENDACIONES
Buena	La calidad del aire es satisfactoria y no representa un riesgo para la salud.	La calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA de Aire. Puede realizar actividades al aire libre.
Moderada	La población sensible (niños, tercera edad, madres gestantes, personas con enfermedades respiratorias crónicas y cardiovasculares) podrían experimentar algunos problemas de salud.	La calidad del aire es aceptable y cumple con el ECA de Aire. Puede realizar actividades al aire libre con ciertas restricciones para la población sensible.
Malas	La población sensible podría experimentar problemas de salud. La población en general podría sentirse afectada.	Mantenerse atento a los informes de calidad del aire. Evitar realizar ejercicio y actividades al aire libre.

Dióxido de azufre (SO ₂) promedio 24 horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones (µg/m ³)	Ecuación
0 – 50	0-10	$I (SO_2) = [SO_2] * 100/20$
51 – 100	11-20	
101 – 625	21-500	
>625	>500	

Monóxido de carbono (CO) promedio 8 horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones (µg/m ³)	Ecuación
0 – 50	0-5049	$I (CO) = [CO] * 100/10000$
51 – 100	5050-10049	
101 – 150	10050-15049	
>150	>15050	

Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S) promedio 24 horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones (µg/m ³)	Ecuación
0 – 50	0-75	$I (H_2S) = [H_2S] * 100/150$
51 – 100	76-150	
101 – 1000	151-1500	
>1000	>1500	

Ozono (O ₃) promedio 8 horas		
Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones (µg/m ³)	Ecuación
0 – 50	0-60	$I (O_3) = C[O_3] * 100/120$
51 – 100	61-120	
101 – 175	121-210	
>175	>210	

Dióxido de nitrógeno (NO ₂) promedio 1 hora		
Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones (µg/m ³)	Ecuación
0 – 50	0-100	$I (NO_2) = [NO_2] * 100/200$
51 – 100	101-200	
101 – 150	201-300	
>150	>300	

GRACIAS :3