





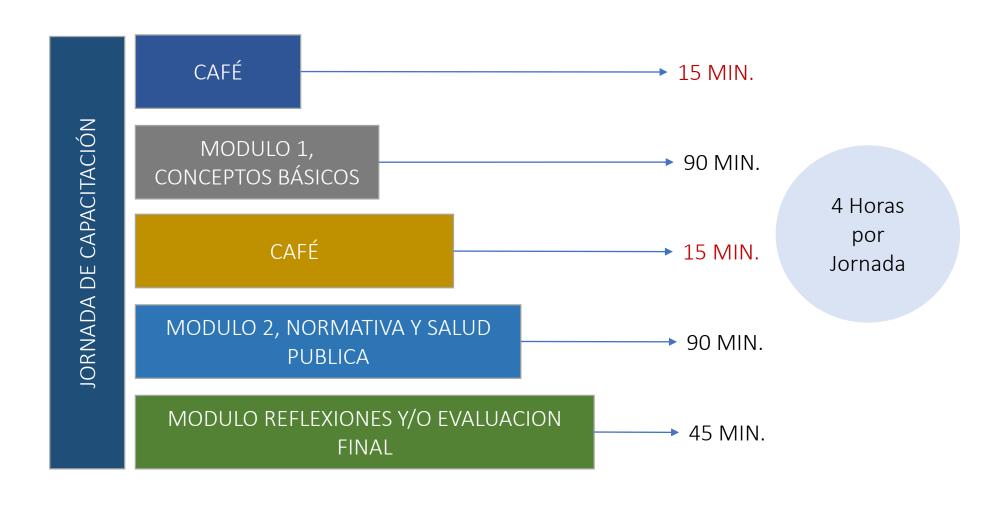




CALIDAD DE AIRE

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL PARA LA COMUNIDAD DE HUASCO

DESARROLLO DE LAS JORNADAS



CONTENIDOS

JORNADA 1

- Conceptos básicos sobre calidad de aire.
- Normativa en calidad de aire.
- Impactos en de la contaminación atmosférica en la salud

JORNADA 2

- •Emisiones atmosféricas en Huasco
- •Obtención de información de calidad de aire
- •Meteorología y calidad de aire

BLOQUE AIRE

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL FRANCISCO J. RUBILAR ROCHA JORNADA 1

MÓDULO 1

Aire y conceptos
básicos de calidad
de aire

- 1. Composición del aire
- 2. Reacciones fisicoquímicas en la atmósfera
- 3. Fuentes de generación de oxígeno
- 4. Fuentes de generación de nitrógeno
- 5. Fuentes de generación de CO₂ y otros gases







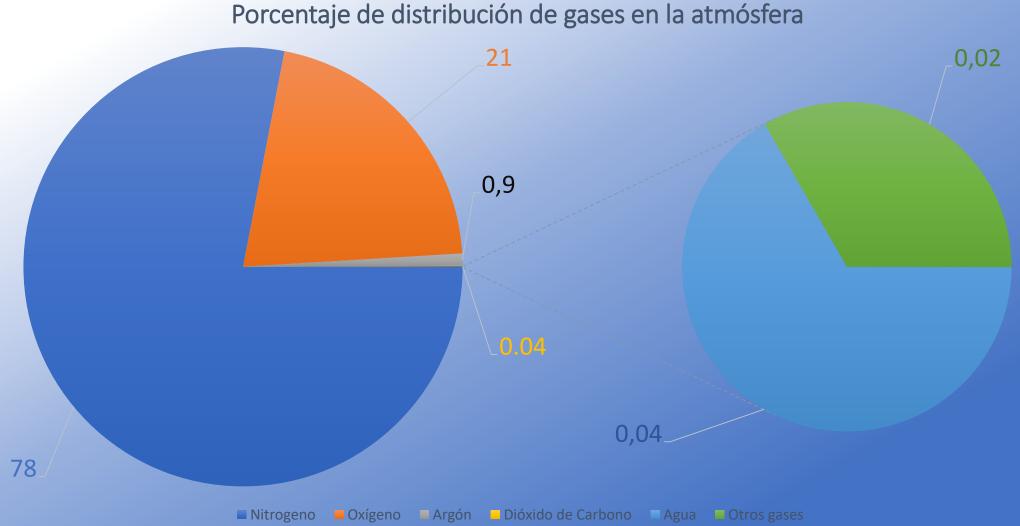




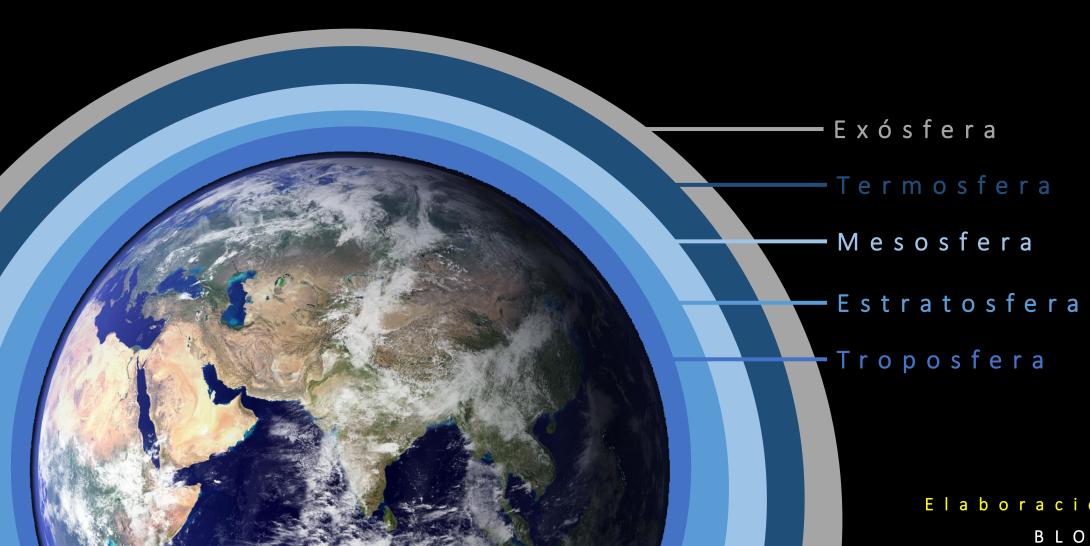
1. Composición del aire



1. Composición del aire



1. Composición del aire



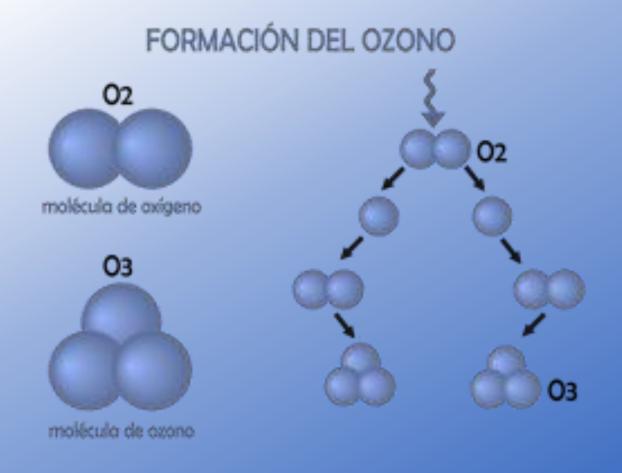
Elaboración propia B L O Q U E A I R E

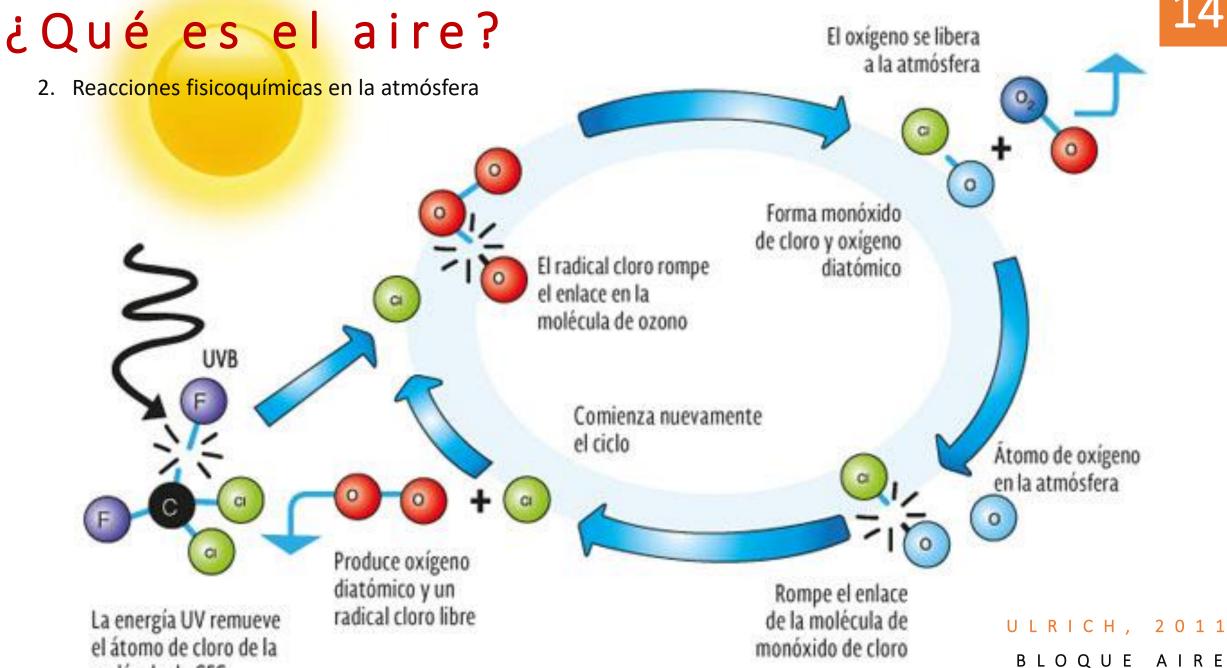


2. Reacciones fisicoquímicas en la atmósfera

FOTÓLISIS

2. Reacciones fisicoquímicas en la atmósfera





molécula de CFC







4. Fuentes de generación de nitrógeno



5. Fuentes de generación de CO₂ y otros gases

5. Fuentes de generación de CO₂ y otros gases



Conceptos básicos (y avanzados) sobre calidad de aire

- 1. Unidades de concentración y definiciones básicas
- 2. Normas de calidad de aire OMS
- 3. Norma primaria de calidad de aire
- 4. Norma secundaria de calidad de aire
- 5. Instrumentos de gestión ambiental atmosférica: Plan de Prevención Ambiental.

1. Unidades de concentración

ACTIVIDAD PRÁCTICA:

MASA EN MI METRO CÚBICO [normal]

- DIMENSIONES FÍSICAS
- DEMOSTRACIÓN FÍSICA 1 M³
- DEMOSTRACIÓN FÍSICA MASA
- GRADOS DE MAGNITUD MICROGRAMOS

1. Unidades de concentración y definiciones básicas

	Gases			Material Particulado		
	Intervalo Tiempo	Unidad	N° mínimo Mediciones	Intervalo Tiempo	Unidad	N° mínimo Mediciones
Promedio horario	5	minutos	12	15	minutos	4
Promedio diario	24	horas	18	24	horas	18
Promedio mensual	30	días	30	30	días	30
Promedio anual	12	meses	12	12	meses	12

Elaboración propia

1. Unidades de concentración y definiciones básicas

ZONA CONCENTRACIÓN SOBREPASA NORMA PRIMARIA O SATURADA SECUNDARIA

ZONA CONCENTRACIÓN ENTRE 80% Y 100% DEL LÍMITE DE LA LATENTE NORMA PRIMARIA O SECUNDARIA

Elaboración propia

2. Normas de calidad de aire OMS

CONTAMINANTE	OMS DIARIA	UNIDAD	OMS ANUAL	UNIDAD
PM2.5	25	ug/m³ (24h)	10	ug/m³
PM10	50	ug/m³ (24h)	20	ug/m³
O3	100	ug/m³ (8h)		
NO2	200	ug/m³ (1h)	40	ug/m³
SO2	20	ug/m³ (24h)		
SO2	500	ug/m³ (10min)		
СО	0	ug/m³		
СО	0	ug/m³		
Pb	0	ug/m³		

3. Norma primaria de calidad de aire

Norma Primaria de Calidad Ambiental: aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, ruidos o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la vida o la salud de la población.

3. Norma primaria de calidad de aire, concentraciones máximas permisibles.

CONTAMINANTE	CHILE DIARIA	UNIDAD	CHILE ANUAL	UNIDAD
PM2.5	50	ug/m3 (24h)	20	ug/m3
PM10	150	ug/m3 (24h)	50	ug/m3
O3	120	ug/m3 (8h)		
NO2	400	ug/m3 (1h)	100	ug/m3
SO2	150	ug/m3 (24h)	60	ug/m3
SO2	350	ug/m3 (1h)		
СО	10	mg/m3 (8h)		
СО	30	mg/m3 (1h)		
Pb			0.5	ug/m3

Elaboración propia

3. Norma primaria de calidad de aire, condiciones de superación de la norma.

CONTAMINANTE	PERCENTIL	PROMEDIO	MÁXIMOS DIARIOS	CONCENTRACIÓN	UNIDAD	INTERVALO EVALUACIÓN
PM2.5	98			50	ug/m3	anual
PM2.5		anual		20	ug/m3	tri-anual
PM10	98			150	ug/m3	anual
PM10				150	ug/m3	> 7 días
PM10		anual		50	ug/m3	tri-anual
O3	99		8 h	120	ug/m3	anual
O3		anual sin max		120	ug/m3	tri-anual
NO2	99		1 h	400	ug/m3	tri-anual
NO2		anual sin max		400	ug/m3	tri-anual
SO2		anual		60	ug/m3	tri-anual
SO2		anual		120	ug/m3	anual
SO2	99	anual		150	ug/m3	tri-anual
SO2	99	anual		300	ug/m3	anual
SO2	98.5	anual		350	ug/m3	tri-anual
SO2	98.5	anual		700	ug/m3	anual
СО	99	anual	8h	10	mg/m3	tri-anual
СО		anual sin max	8h	10	mg/m3	tri-anual
СО	99		1h	10	mg/m3	tri-anual
СО		anual sin max	1h	10	mg/m3	tri-anual
Pb		anual		0.5	ug/m3	bi-anual

3. Norma primaria de calidad de aire, Huasco, Zona Latente por MP10.

ZONA LATENTE CONCENTRACIÓN ENTRE 80% Y 100% DEL LÍMITE DE LA NORMA PRIMARIA O SECUNDARIA

Elaboración propia

Límite anual MP10 \rightarrow 50 ug/m³, 80% \rightarrow 40 ug/m³

	Concentración promedio de tres años consecutivos MP10 (μg/m³N)					N)		
Estación	2006- 2008	2007- 2009	2008- 2010	2009- 2011	2010- 2012	2011- 2013	2012- 2014	2013- 2015
EME M	43	45	45	43	43	43	42	40
EME F	42	45	46	44	43	45	45	43

Resumen para declaración Zona Latente por MP10 en la ciudad de Huasco, MMA 2017

3. Norma primaria de calidad de aire, concentraciones y niveles de emergencia.

CONTAMINANTE	NIVEL	CONCENTRACIÓN DIARIA	UNIDAD
PM2.5	Alerta	80-109	ug/m3
PM2.5	Preemergencia	109-169	ug/m3
PM2.5	Emergencia	170 - superior	ug/m3
PM10	Alerta	195-239	ug/m3
PM10	Preemergencia	240-329	ug/m3
PM10	Emergencia	330 - superior	ug/m3
O3	Alerta	400-799	ug/m3
O3	Preemergencia	800-999	ug/m3
O3	Emergencia	1000 - superior	ug/m3
NO2	Alerta	1130-2259	ug/m3
NO2	Preemergencia	2260-2999	ug/m3
NO2	Emergencia	3000 - superior	ug/m3
SO2	Alerta	500-649	ug/m3
SO2	Preemergencia	650-949	ug/m3
SO2	Emergencia	950 - superior	ug/m3
CO	Alerta	17-33	mg/m3
CO	Preemergencia	34-39	mg/m3
СО	Emergencia	40 - superior	mg/m3

4. Norma secundaria de calidad de aire

Norma Secundaria de Calidad Ambiental: aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza.

MMA, 2017

4. Norma secundaria de calidad de aire

Contaminante	CHILE NORTE	UNIDAD	CHILE SUR	UNIDAD
SO2	80	ug/m3 (anual)	60	ug/m3 (anual)
SO2	365	ug/m3 (24h)	260	ug/m3 (24h)
SO2	1000	ug/m3 (1h)	700	ug/m3 (1h)
		Río Huasco		
CONTAMINANTE	MENSUAL	UNIDAD	ANUAL	UNIDAD
MPS	150	mg/m2*d	100	mg/m2*d
Fe	60	mg/m2*d	30	mg/m2*d

Elaboración propia

4. Norma de emisión para centrales termoeléctricas.

Norma emisión fuentes existentes (ug/m3)					
Combustible	MP	SO2	NO2		
Sólido	50	400	500		
Líquido	30	30	200		
Gas	n.a.	n.a.	50		
Norma emisión fuentes nuevas (ug/m3)					
Combustible	MP	SO2	NO2		
Sólido	30	200	200		
Líquido	30	10	120		
Gas	n.a.	n.a.	50		
Mercurio (Hg) fuentes nuevas o existentes (ug/m3)					
PET COKE		0.1			
PET COKE 0.1					

Elaboración propia

5. Instrumentos de gestión ambiental atmosférica, Plan de Prevención de Contaminación Atmosférica en Huasco.

Tiene como objetivo reducir las concentraciones del MP10 como concentración anual para evitar alcanzar la condición de saturación por dicho contaminante en la localidad de Huasco y su zona circundante, en un plazo de implementación de 10 años.

5. Instrumentos de gestión ambiental atmosférica, Plan de Prevención de Contaminación Atmosférica en Huasco.

Actividad	Emisiones base t/a	Aporte al total de las emisiones de MP %
Planta de pellets de CAP Minería	576	89%
Central termoeléctrica Guacolda de AES Gener	71(1)	11%
Total	647	100%

Emisiones sin combustión. MMA 2017

Actividad	Emisiones Base t/a	Aporte al total de las emisiones de MP %
Planta de pellets de CAP Minería	1.441(1)	61%
Central termoeléctrica Guacolda de AES Gener	921(2)	39%
Total	2.362	100%

Emisiones con combustión, MMA 2017

5. Instrumentos de gestión ambiental atmosférica, Plan de Prevención de Contaminación Atmosférica en Huasco.

	Sin Combustión		Con Combustión	
Actividad	Reducción de emisiones t/a	% de reducción con respecto a la emisión base	Reducción de emisiones t/a	% de reducción con respecto a la emisión base
Planta de pellets de CAP Minería	303	53	1.100	76
Central termoeléctrica Guacolda de AES Gener	25	35	191	21
Total	333	51(1)	1.291	55 (2)

Metas reducción de emisiones, MMA 2017

5. Instrumentos de gestión ambiental atmosférica, Plan de Prevención de Contaminación Atmosférica en Huasco.

Plazo para el	Límites máximos de emisión de MP para cada establecimiento		
cumplimiento	Planta de pellets de CAP Minería	Central termoeléctrica Guacolda de AES Gener	
Desde el primer año calendario siguiente a la entrada en vigencia del presente plan	Emisión máxima anual de 900 t/a	Emisión máxima anual de	
Desde el cuarto año calendario siguiente a la entrada en vigencia del presente plan	Emisión máxima anual de 341 t/a	730 t/a ⁽¹⁾	

Límites máximos de emisiones, MMA 2017

5. Instrumentos de gestión ambiental atmosférica, Plan de Prevención de Contaminación Atmosférica en Huasco.

- PAVIMENTACIÓN A 36 MESES
- ASEGURACIÓN DE CALIDAD EN ZONAS DE CARGA Y TRANSPORTE
- MANTENCIÓN DE VAGONES FERROVIARIOS
- SISTEMA AUTOMÁTICO DE HIDROLAVADO
- CERRADO SUPERIOR DE VAGONES
- MANTENCIÓN DE PAVIMENTO INTERIOR INDUSTRIA
- REDUCCIÓN DE UN 90% DE EMISIONES EN CORREAS DE TRANSPORTE DE MATERIALES
- SE PROHIBEN QUEMAS DE CUALQUIER TIPO EN LA VÍA PÚBLICA O RECINTOS PRIVADOS URBANOS

Medidas generales de control, MMA 2017

5. Instrumentos de gestión ambiental atmosférica

ACTIVIDAD PRÁCTICA: ANÁLISIS DE CASO PDA

- DIVISIÓN EN 5 EQUIPOS
- LECTURA DE CASO
- DETERMINAR ZONA LATENTE
- DETERMINAR ZONA SATURADA
- DETERMINAR SI APLICA PDA

JORNADA 1 MÓDULO 2 Conceptos básicos de meteorología de contaminación atmosférica

- 1. Velocidad y dirección del viento
- 2. Humedad atmosférica
- 3. Presión atmosférica (temperatura)

1. Velocidad y dirección del viento.

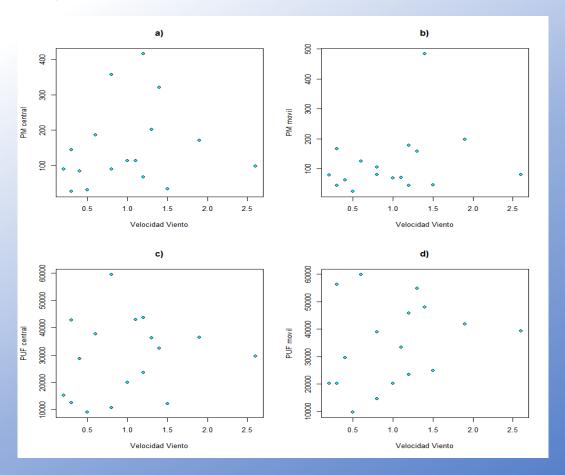


Gráfico de dispersión mediciones versus velocidad de viento: (a) PM 2.5 central; (b) PM 2.5 móvil; (c) PUF central; (d) PUF móvil.

2. Humedad relativa.

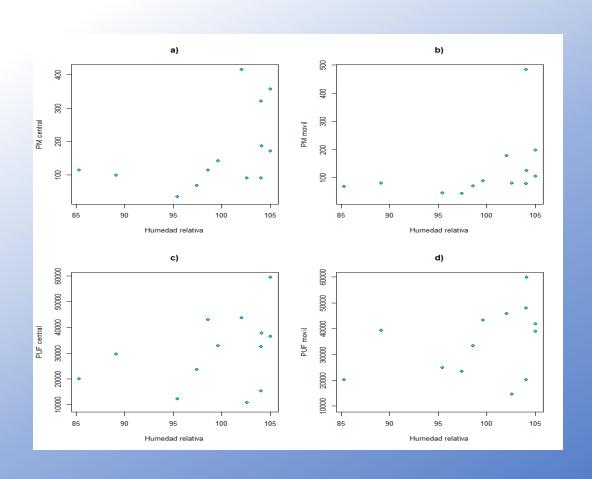
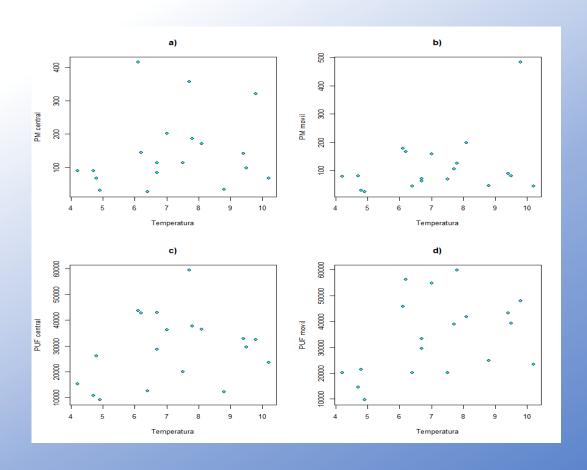


Gráfico de dispersión mediciones versus humedad relativa: (a) PM 2.5 central; (b) PM 2.5 móvil; (c) PUF central; (d) PUF móvil.

3. Temperatura



```
Gráfico de dispersión
mediciones versus
temperatura: (a) PM2.5
central; (b) PM2.5
móvil; (c) PUF central;
(d) PUF móvil.
```

- 1. Contaminantes atmosféricos
- 2. Fuentes móviles de contaminación y gases derivados
- 3. Fuentes fijas de contaminación y gases derivados
- 4. Material Particulado

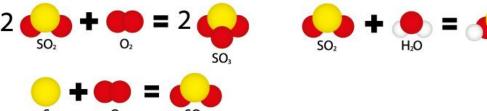
1. Contaminantes atmosféricos

Ver video

Ver fotografías

SO₂
Ver diagrama









3. Fuentes fijas de contaminación y gases derivados, Vanadio

Existe evidencia que el polvo de vanadio, usualmente pentóxido de vanadio (V2O5), es un severo irritante de las membranas mucosas de los ojos, nariz, garganta y aparato respiratorio. Además, el vanadio es un irritante primario de la piel. Cuando el pentóxido de vanadio se mezcla con agua, forma una solución ácida que la la es que causa irritación ojos piel. de

3. Fuentes fijas de contaminación y gases derivados, Níquel

Se ha detectado un compuesto cancerígeno denominado carbonilo de níquel o definido como Ni(CO₄). Éste afecta a los trabajadores involucrados en el proceso de producción de níquel de alta pureza, quienes tienen riesgo de desarrollar cáncer al pulmón y a los senos paranasales (zona interior de la nariz).

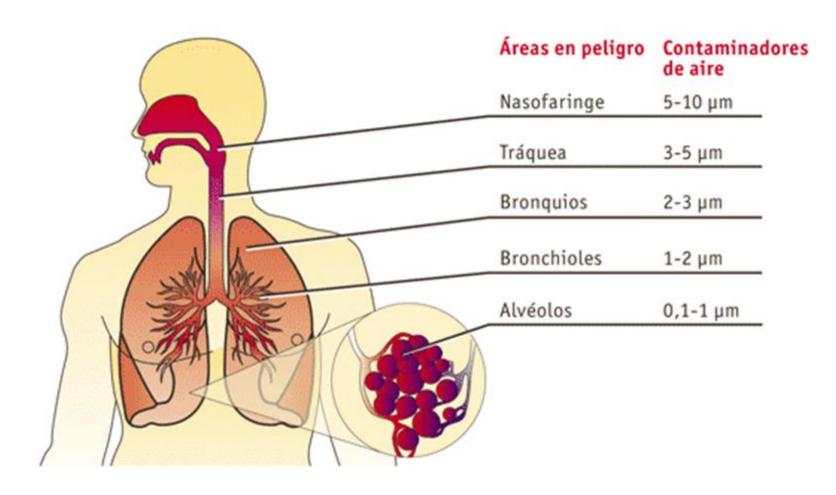
4. Material Particulado



4. Material Particulado



4. Material Particulado



ACTIVIDAD PRÁCTICA: MEDICIÓN MATERIAL PARTICULADO

- SELECCIÓN DE 3 VOLUNTARIOS
- MEDICIÓN DE MP EN 3 CASOS DE COMBUSTIÓN

JORNADA 2

MÓDULO 3

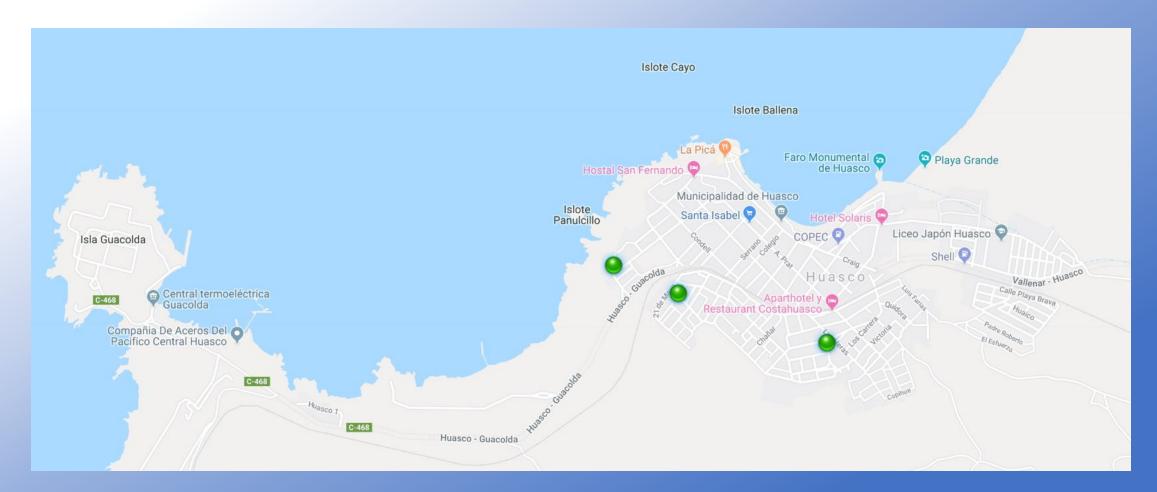
Emisiones atmosféricas en

Huasco y obtención de

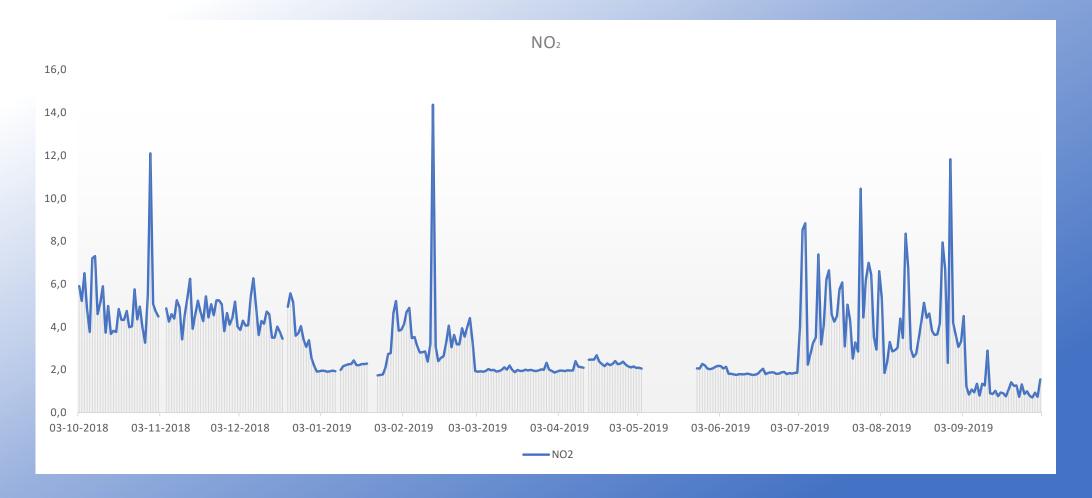
información de calidad de aire

- 1. Niveles de emisiones de gases en Huasco
- 2. Niveles de emisiones de MP en Huasco

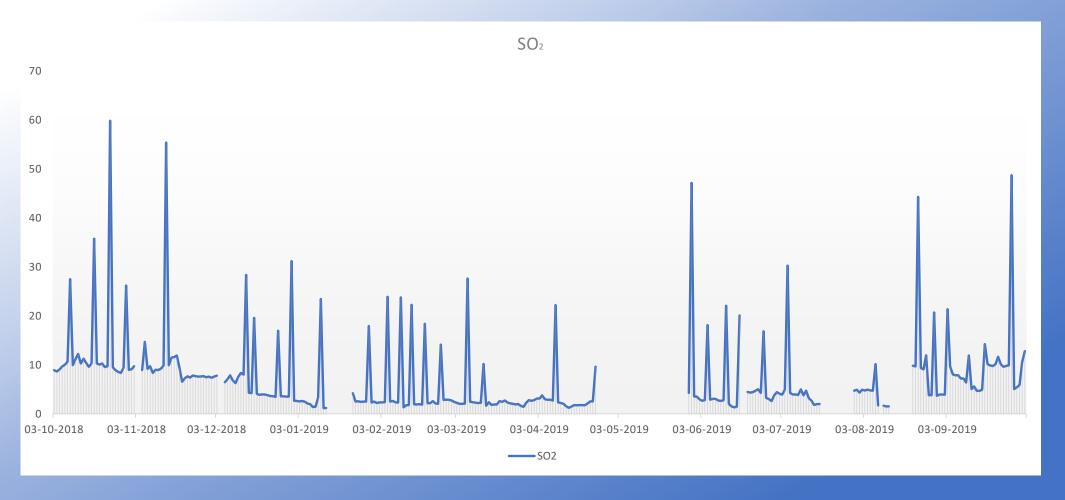
1. Niveles de emisiones atmosféricas en Huasco, estaciones de monitoreo en línea al SINCA a fecha 07-10-2019.



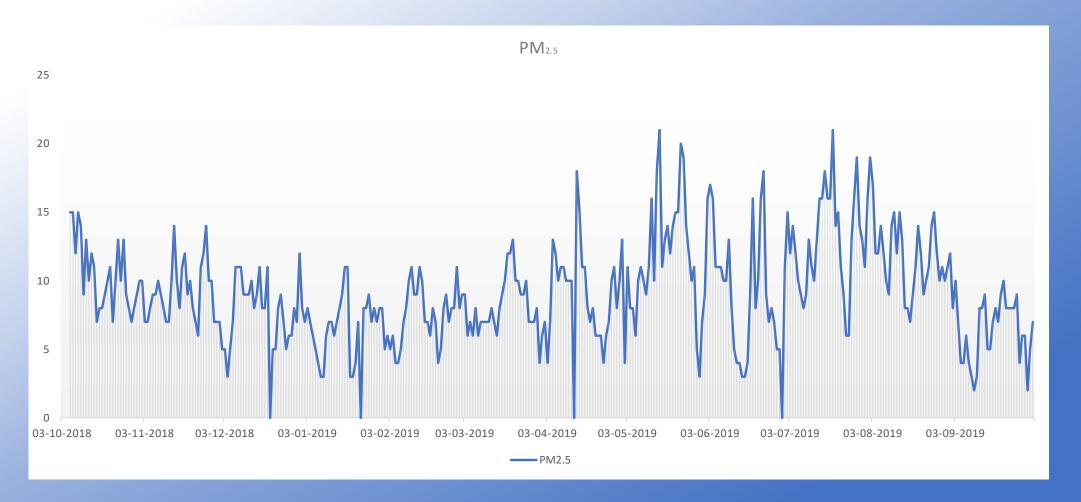
1. Niveles de emisiones de gases en Huasco, concentraciones de NO₂ último año.



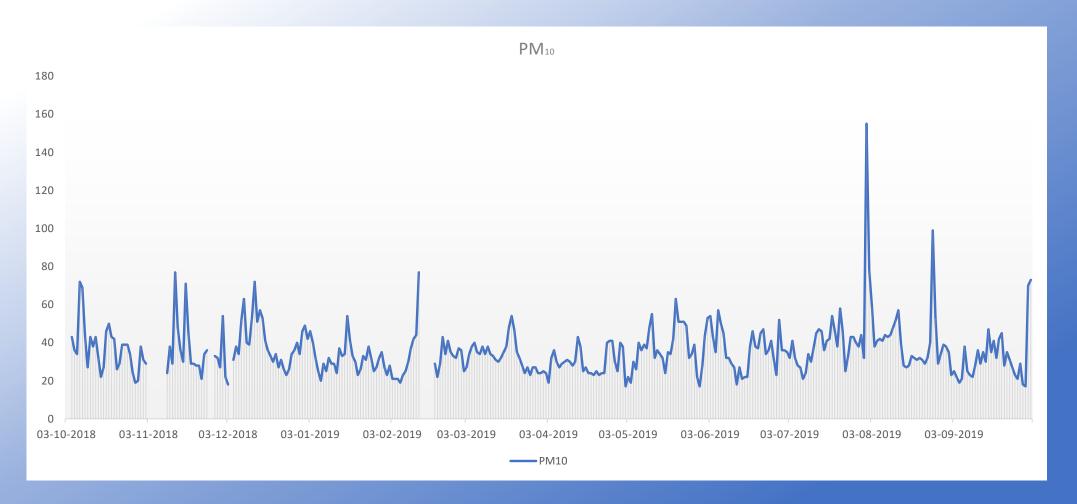
1. Niveles de emisiones de gases en Huasco, concentraciones de SO₂ último año.



2. Niveles de emisiones de MP en Huasco, concentraciones de MP_{2.5} último año.



2. Niveles de emisiones de MP en Huasco, concentraciones de MP_{10} último año.



ACTIVIDAD PRÁCTICA: ANÁLISIS EMISIONES FUENTES PUNTUALES

- DIVISIÓN EN 5 EQUIPOS
- LECTURA DE DECLARACIONES RETC, INDUSTRIAS HUASCO
- IDENTIFICACIÓN DE EMISIONES
- CATEGORIZACIÓN DE EMISIONES POR RUBRO.
- DISCUSIÓN.

¿De dónde obtengo información sobre calidad de aire?

- 1. SINCA
- 2. RETC
- 3. Monitoreo móvil

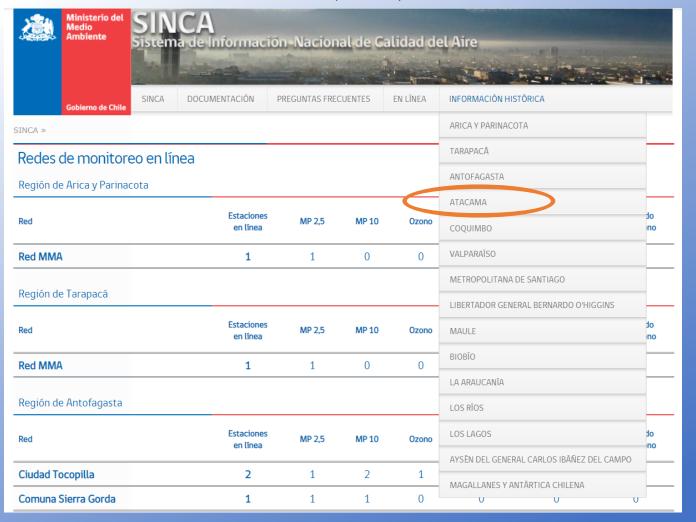
1. Sistema de Información Nacional de Calidad de Aire (SINCA)

SINCA.MMA.GOB.CL

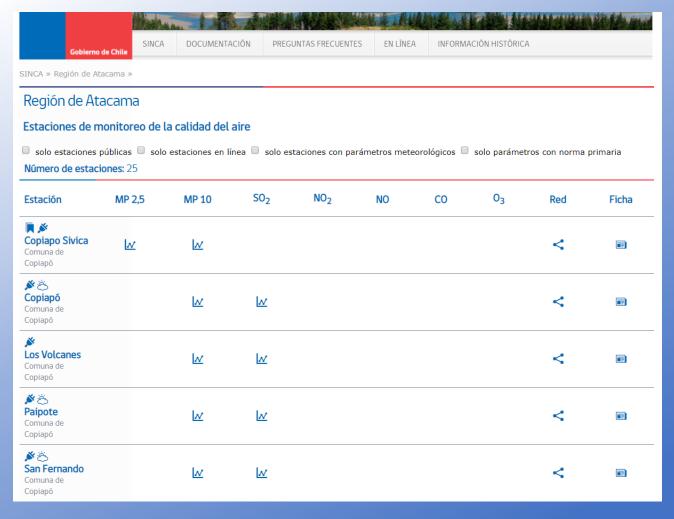
1. Sistema de Información Nacional de Calidad de Aire (SINCA)



1. Sistema de Información Nacional de Calidad de Aire (SINCA)

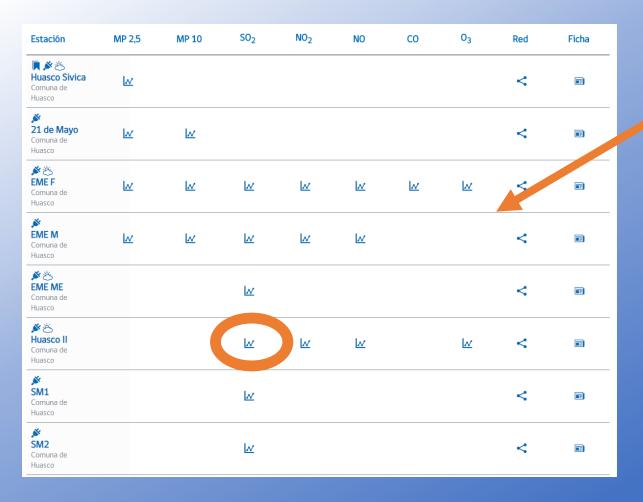


1. Sistema de Información Nacional de Calidad de Aire (SINCA)





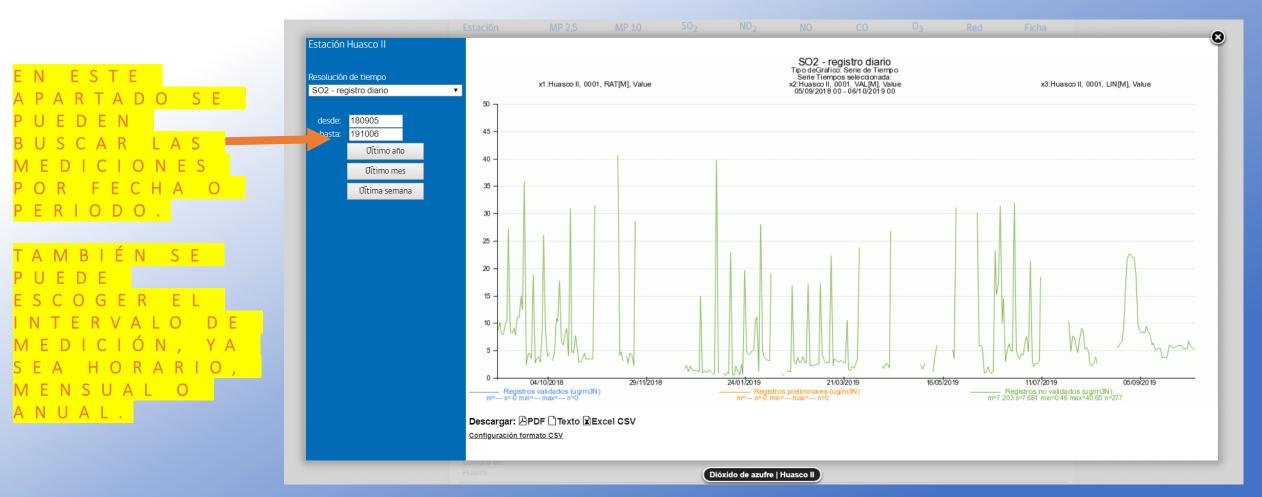
1. Sistema de Información Nacional de Calidad de Aire (SINCA)



HAY EN TOTAL,

13
ESTACIONES
DE MONITOREO
DE CALIDAD
DE AIRE, 2
ESTATALES, 11
PRIVADAS

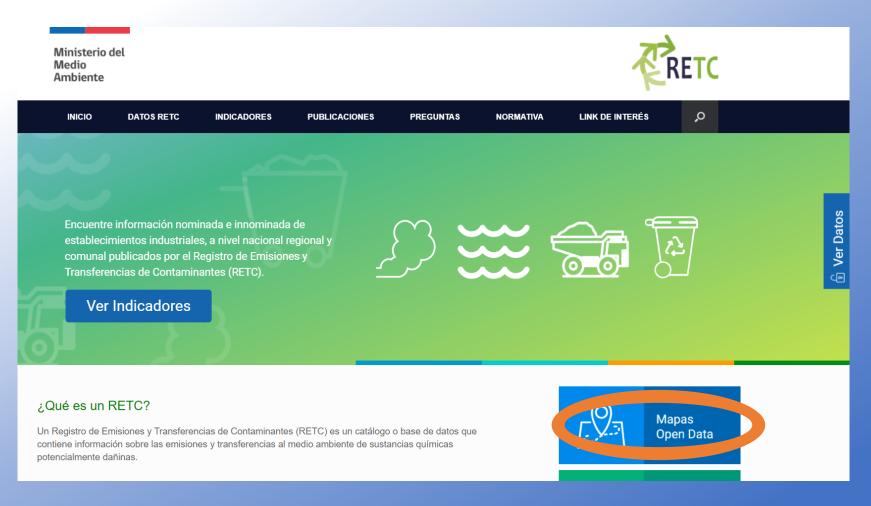
1. Sistema de Información Nacional de Calidad de Aire (SINCA)



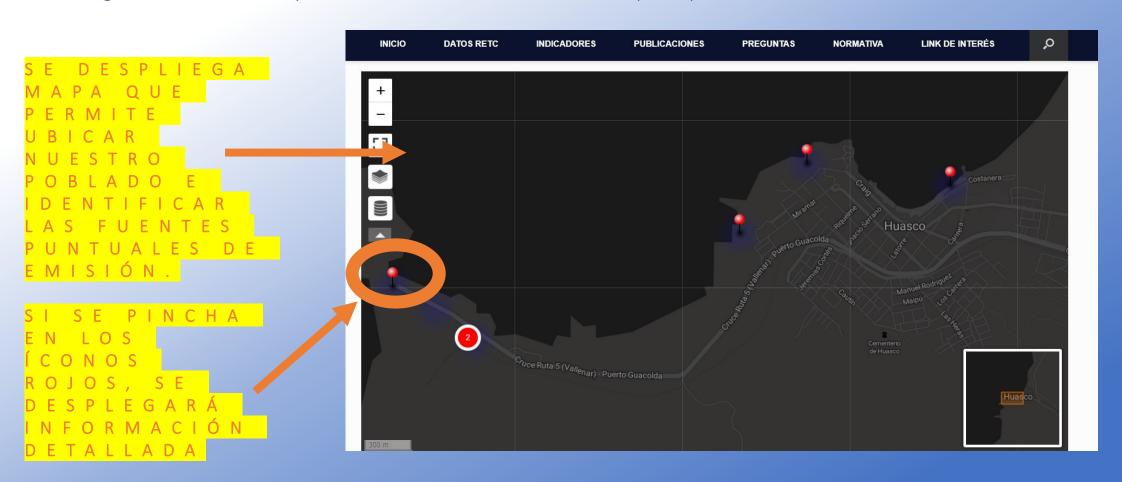
2. Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)

RETC.CL

2. Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)

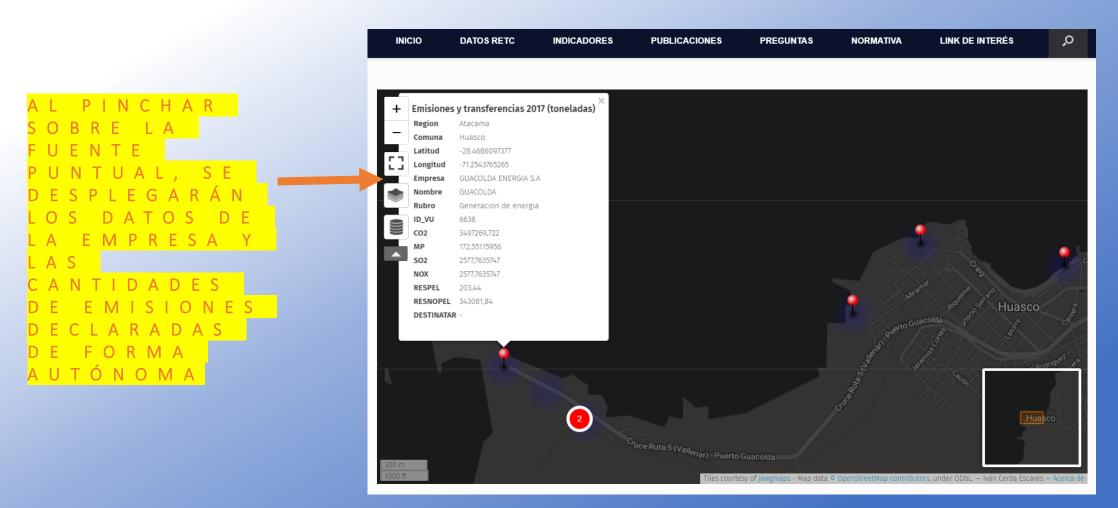


2. Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)



Elaboración propia

2. Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)



Elaboración propia

Interpretación y tratamiento básico de datos de calidad de aire

Interpretación y tratamiento básico de datos de calidad de aire

ACTIVIDAD PRÁCTICA: MEDICIÓN MÓVIL DE MATERIAL PARTICULADO

- DEMOSTRACIÓN DE DESCARGA DE DATOS DE MONITOR MÓVIL
- OBTENCIÓN DE PROMEDIO DIARIO, MENSUAL Y ANUAL.
- FORMACIÓN DE 5 EQUIPOS
- ENTREGA DE HOJA DE DATOS
- DETERMINACIÓN DE NIVELES DE CONTAMINACIÓN, ZONA SATURADA, ZONA LATENTE Y TIPOS DE ALERTA.
- INTERPRETACIÓN METEOROLOGÍA
- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

- 1. Efectos de la contaminación atmosférica a nivel respiratorio.
- 2. Efectos de la contaminación atmosférica a nivel cardiaco.
- 3. Efectos de la contaminación atmosférica a nivel cerebral.
- 4. Cifras mundiales, sudamericanas y nacionales de salud pública y contaminación atmosférica.

1. Efectos de la contaminación atmosférica a nivel respiratorio.

Las consecuencias de la exposición a la contaminación atmosférica durante la vida temprana incluyen disfunciones pulmonares, aumento en la incidencia de enfermedades respiratorias y aumenta dramáticamente la probabilidad de una muerte prematura. La evidencia muestra que estos daños continúan durante la vida adulta de estas personas, lo que incrementa la preocupación mundial acerca de la exposición a la contaminación del aire en este periodo de vida.

Los análisis más recientes en 4 mega ciudades de Latino América, entre ellas, Santiago de Chile, muestran una influencia significativa en la mortalidad infantil en donde la acción conjunta del PM_{10} y el O_3 muestra un aumento del riesgo de mortalidad hasta en un 0.47% (0.09-0.85) para el grupo etario entre los 1 y 5 años y para niños entre 1 y 14 años, un aumento del riesgo de mortalidad de hasta un 1.38% (0.91-1.85).

Gouveia et al., 2018

1. Efectos de la contaminación atmosférica a nivel respiratorio.

Es conocido que la contaminación del aire es perjudicial para los pulmones y las vías respiratorias, y que además también puede dañar la mayoría de los otros sistemas de órganos del cuerpo. Se estima que alrededor de 500.000 muertes por cáncer de pulmón y 1,6 millones de muertes por EPOC se pueden atribuir a la contaminación del aire

El desarrollo pulmonar en la infancia tiende a bloquearse con la exposición a contaminantes del aire, lo que genera un pobre desarrollo de los pulmones en los niños con la consecuencia del deterioro pulmonar en su etapa adulta.

Foro Internacional de Sociedades Respiratorias., 2018

2. Efectos de la contaminación atmosférica a nivel cardiaco.

También se puede dar cuenta de un 19% de todas las muertes cardiovasculares y del 21% de todas las muertes por accidente cerebrovascular (ACV) son atribuibles a la exposición continua a la contaminación del aire.

Foro Internacional de Sociedades Respiratorias., 2018

3. Efectos de la contaminación atmosférica a nivel cerebral y cognitivo.

La contaminación del aire se asocia con una reducción de la función cognitiva y un mayor riesgo de demencia. Las partículas de materia en aire con un diámetro aerodinámico < 2.5 µm se asocian con el retraso del desarrollo psicomotor y la disminución de la inteligencia de los infantes.

Foro Internacional de Sociedades Respiratorias., 2018

3. Efectos de la contaminación atmosférica a nivel cerebral y cognitivo.

Exposure to ambient air pollution and the incidence of dementia: A population-based cohort study

Estudio realizado en la provincia de Ontario, Canadá, cuyos niveles de contaminación de aire se encuentran entre los más bajos del mundo. La población del estudio comprendió a todos los habitantes de origen canadiense de la provincia, que en abril del 2001 tenían entre 55 y 85 años de edad, y estaban libres de demencia diagnosticada por un médico (alrededor de 2.1 millones de personas). El seguimiento de esta población se extendió hasta el año 2013, dando uso a las bases de datos administrativas de salud de los habitantes seleccionados.

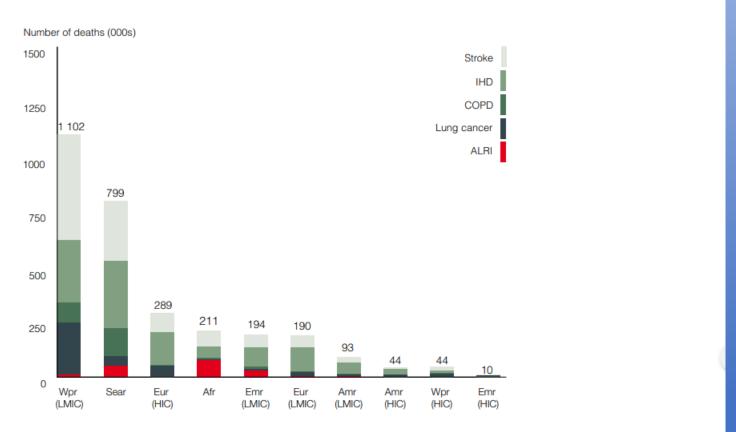
Chenetal., 2017

3. Efectos de la contaminación atmosférica a nivel cerebral y cognitivo.

Exposure to ambient air pollution and the incidence of dementia: A population-based cohort study

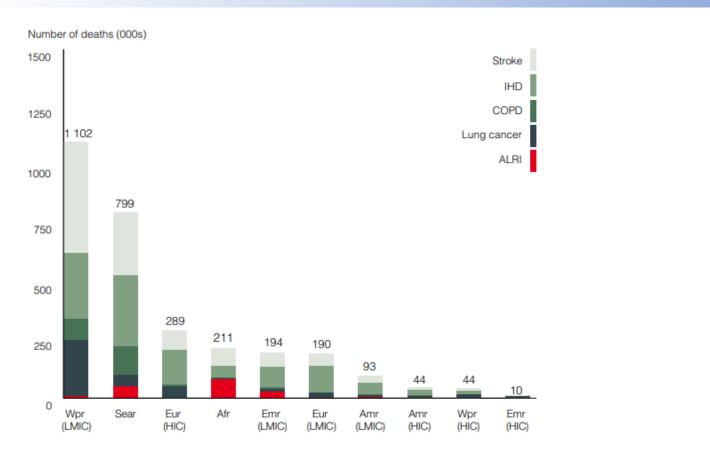
De los resultados se identificaron 257.816 nuevos casos de demencia entre los años 2001 y 2013. Se encontró una asociación positiva entre la exposición a PM2.5 y la incidencia de demencia. Del mismo modo, la exposición a NO2 se asoció con una mayor incidencia de demencia. Con respecto al ozono, no se encontraron asociaciones robustas. Dichas estimaciones se traducen en que el 6.1% de los casos de demencia, o sea, 15.813 personas, son atribuibles a la exposición a PM2.5 y NO2. Lo interesante de este estudio, es que, a partir de toda la cohorte estudiada, se indica que la exposición a la contaminación atmosférica, incluso a niveles relativamente bajos, se asocia con una mayor incidencia de demencia en la población.

4. Cifras mundiales sobre salud pública y contaminación atmosférica.



AAP: ambient air pollution; Afr: Africa; Amr: Americas; Emr: Eastern Mediterranean; Eur: Europe; Sear: South-East Asia; Wpr: Western Pacific; LMIC: Low- and middle-income countries; HIC: High-income countries

4. Cifras mundiales sobre salud pública y contaminación atmosférica.



AAP: ambient air pollution; Afr: Africa; Amr: Americas; Emr: Eastern Mediterranean; Eur: Europe; Sear: South-East Asia;

Wpr: Western Pacific; LMIC: Low- and middle-income countries; HIC: High-income countries

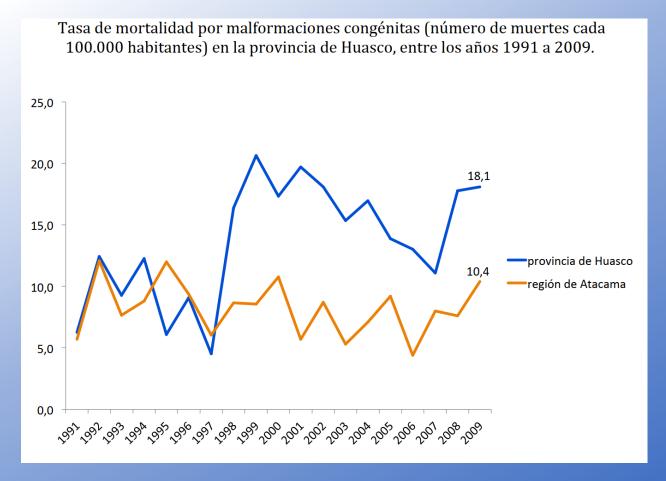


4. Cifras mundiales sobre salud pública y contaminación atmosférica.



C H I L E : 1 1 . 0 0 0 M U E R T E S A L A Ñ O

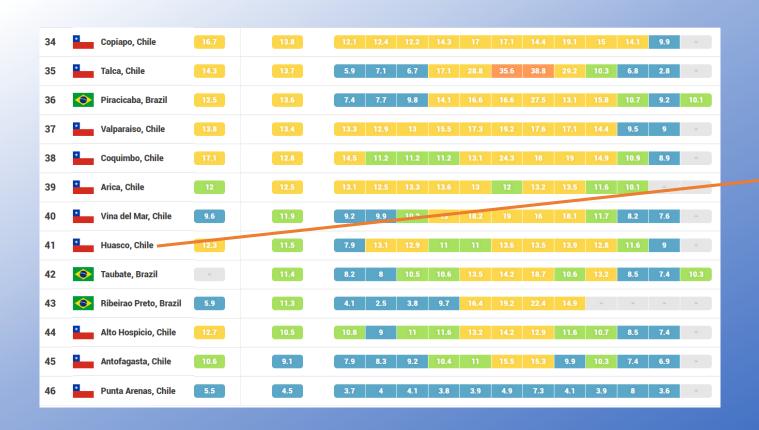
4. Cifras en Huasco sobre salud pública y contaminación atmosférica.



4. Ranking contaminación atmosférica, nivel Sudamericano



4. Ranking contaminación atmosférica, nivel Sudamericano, Huasco.

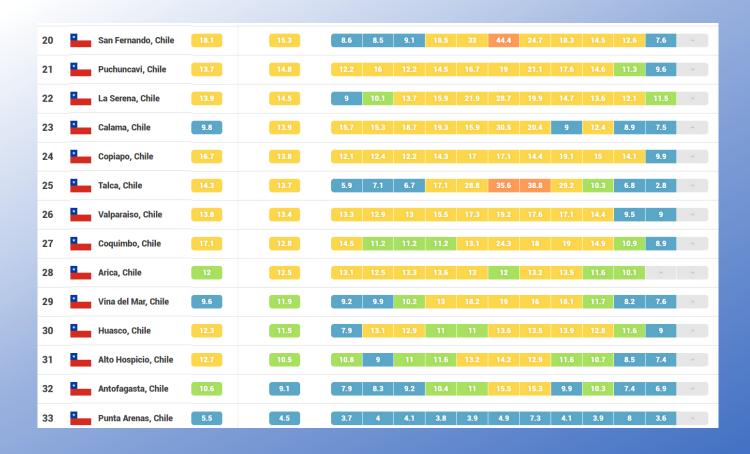


HUASCO, POSICIÓN 41

4. Ranking contaminación atmosférica, nivel Nacional.



4. Ranking contaminación atmosférica, nivel Nacional, Huasco.



ACTIVIDAD PRÁCTICA: LECTURA DE HECHOS CIENTÍFICOS

- DIVISIÓN EN 5 EQUIPOS
- LECTURA DE PUBLICACIÓN
- BREVE EXPOSICIÓN DE OPINIONES Y REFLEXIONES

BLOQUE AIRE

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL FRANCISCO J. RUBILAR ROCHA