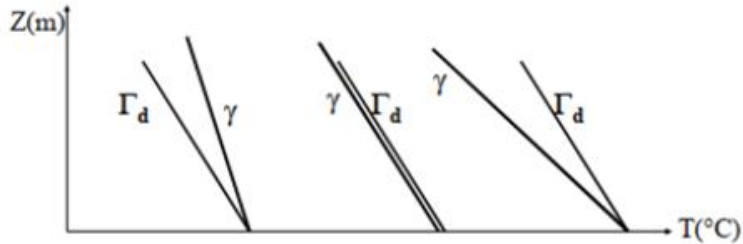


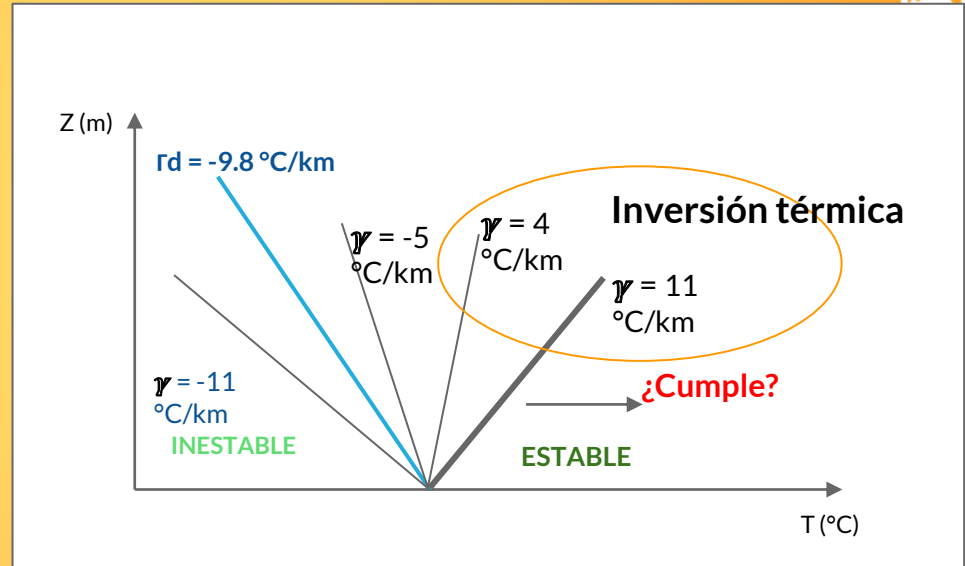
REPASANDO

Estabilidad atmosférica

- Si $\gamma < \Gamma_d \Rightarrow a > 0$, Condición **Estable**
- Si $\gamma = \Gamma_d \Rightarrow a = 0$, Condición **Neutra**
- Si $\gamma > \Gamma_d \Rightarrow a < 0$, Condición **Inestable**



$$a = \Gamma_d - \gamma$$



γ Siempre se compara con este
 Γ_d

No
cambia

Sí
cambia $\rightarrow \gamma$: Gradiente vertical de
temperatura, gradiente vertical
del medio o ambiente.

Γ_d : Gradiente adiabático seco

Z (m)

$\Gamma_d = -9.8\text{ }^{\circ}\text{C/km}$

ESTABLE

$\gamma = -4\text{ }^{\circ}\text{C/km}$

$\gamma = -11\text{ }^{\circ}\text{C/km}$ (aire
circundante o
ambiente)

INESTABLE

Masa o
parcela
de aire

$\gamma = 5\text{ }^{\circ}\text{C/km}$

MUY
ESTABLE
=
Inversión
térmica

$\gamma = +11\text{ }^{\circ}\text{C/km}$

A una misma
altura, la masa de
aire está a menos
temperatura que
el aire
circundante; está
más frío, por ende,
vuelve a bajar
(escasa o nula
dispersión).

A una misma altura, la masa de aire
está a más temperatura que el aire
circundante, por tanto la masa de
aire sigue subiendo (mejor
dispersión).

T ($^{\circ}\text{C}$)

CONTROL DE EMISIONES

Parte I



Proyecto Amauta 20-I
Peggi Carhuallanqui
Rudy Sicha Huaman

RECORDAR



Fuente: MINAM 2019

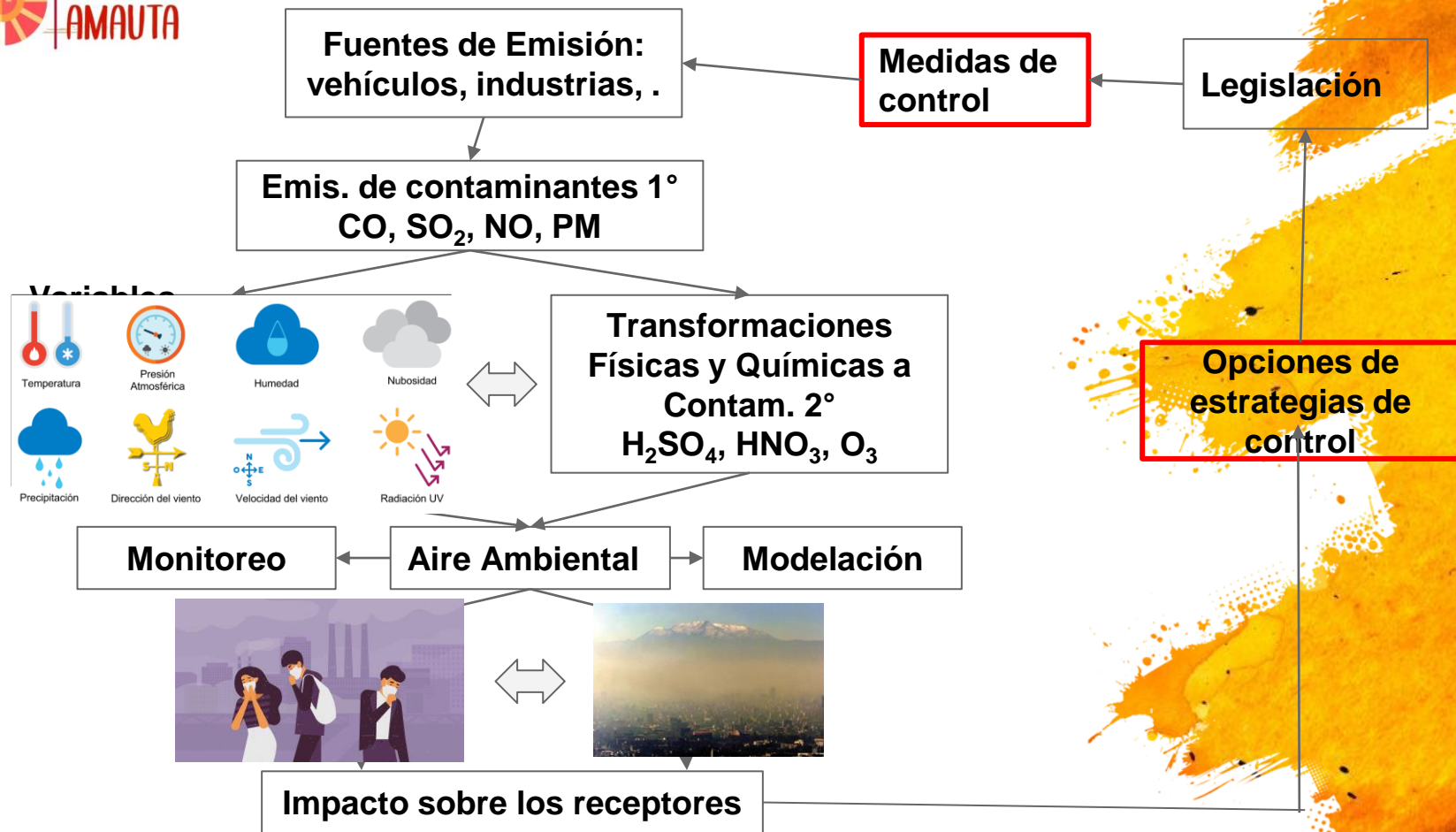
<http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Proyecto-de-DS-ECA-AIRE.pdf>

<https://sinia.minam.gob.pe/normas/limites-maximos-permisibles>

A person is holding a lit sparkler, with bright sparks emanating from the tip. The person's face is partially visible in the background, and they are wearing a dark, textured garment. The entire scene is framed by a circular, splattered black border. The word "COMENCEMOS" is overlaid in large, white, sans-serif capital letters across the center of the image.

COMENCEMOS

e



1. MEJORAR LA DISPERSIÓN

CHIMENEA ALTAS
ESQUEMAS DE CONTROL
INTERMITENTE
REUBICACIÓN DE LA PLANTA



MEDIDAS DE CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

2. REDUCIR LAS EMISIONES POR EL CAMBIO DE PROCESO
MODIFICACIÓN DE SUS PROCESOS PRODUCTIVOS
CAMBIO Y REDUCCIÓN DE USO COMBUSTIBLES

3. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DE CALIDAD DE AIRE

4. DISPOSITIVOS DE CONTROL EN LA CHIMENEA
CONTROL DE PARTÍCULAS
TRATAMIENTOS DE GASES Y VAPORES

1. MEJORAR LA DISPERSIÓN

- CONDUCTO VERTICAL A TRAVÉS DEL CUAL LOS GASES Y PARTÍCULAS RESIDUALES DE LA COMBUSTIÓN SON DESCARGADOS A LA ATMOSFÉRICAS

EJM

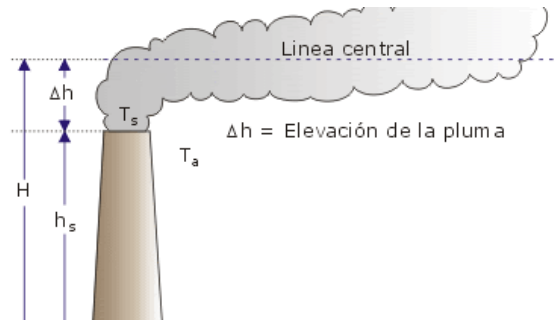
ALTAS (HORNOS Y CALDERAS GRANDES)

- BAJAS (INDUSTRIAS)

FACTORES:

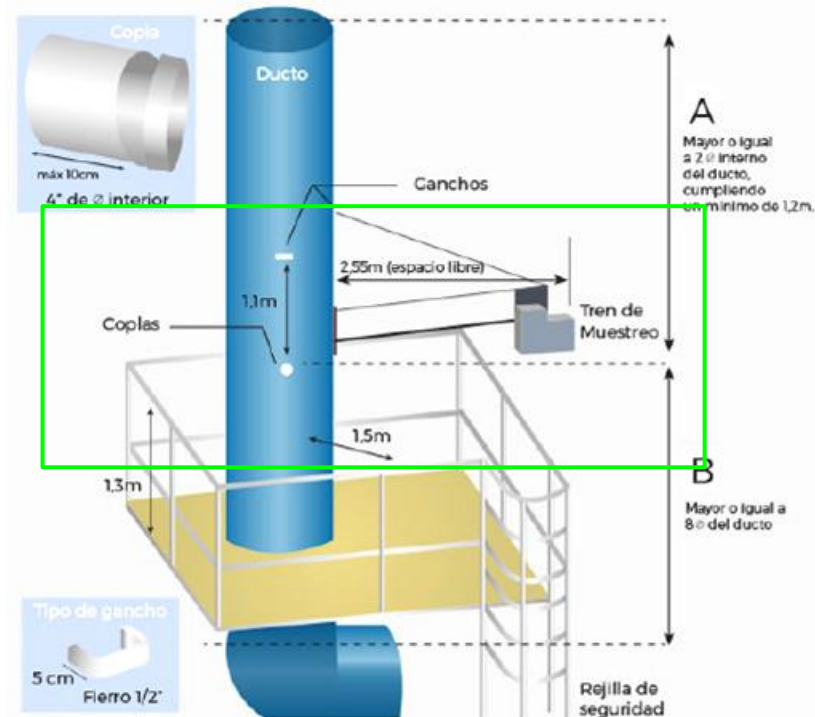
- ALTURA, DIÁMETROS, CAUDAL, T_s , V_s , Q , METEOROLOGÍA, TOPOGRAFÍA,...

V_s : VELOCIDAD A LA SALIDA DE LA CHIMENEA





ESQUEMA DE PLATAFORMA Y PUERTOS DE MUESTREO PARA DUCTOS MENORES A 3M DE RADIO INTERIOR



EQUIPOS DE
MONITOREO DE
EMISIONES

SONDA ISOCINÉTICA



Fuente:
electropower

MEJORAR LA DIPSPERSIÓN

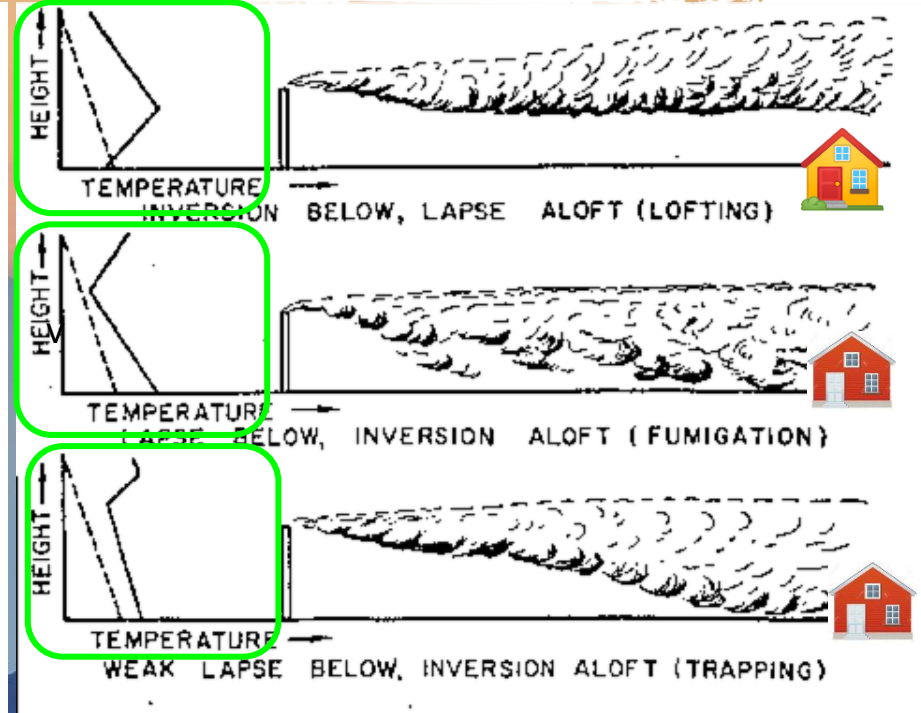
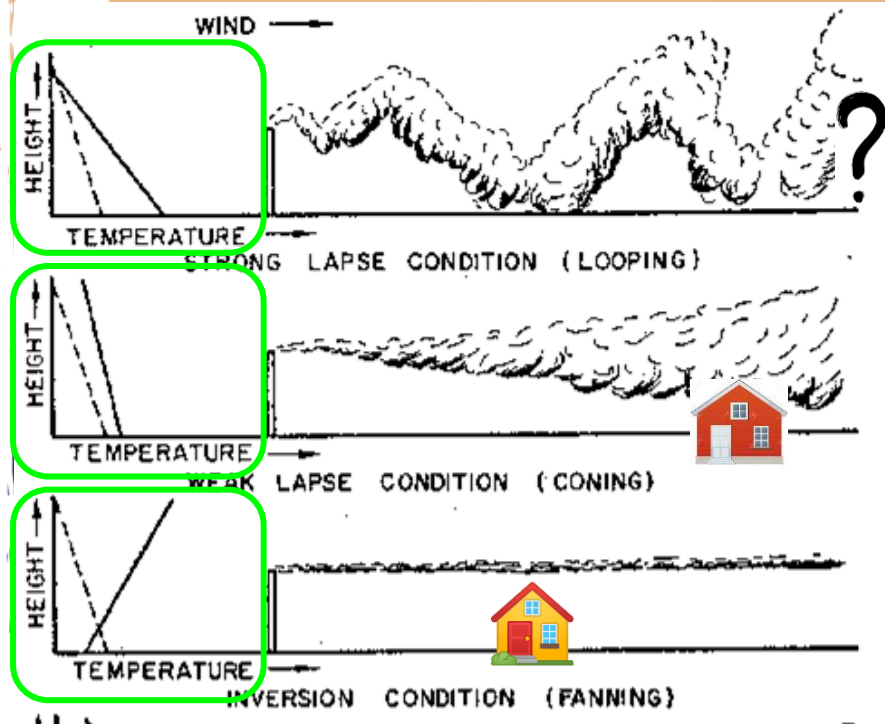


Caso: En ciertos momentos del año es más probable que las emisiones lleguen al suelo en concentraciones elevadas y en zonas pobladas, que en otros momentos

Entonces la reducción de emisiones

- Paralización de los procesos
- Cambios de combustibles
- Reducción de la producción durante el periodo de control





Influencia que Tienen las Condiciones Meteorológicas y los Parámetros de Diseño de Chimeneas en la Dispersión de Contaminantes en el Aire

Vera Figueroa, Juan; Patiño Aroca, Mario; Barriga Rivera, Alfredo

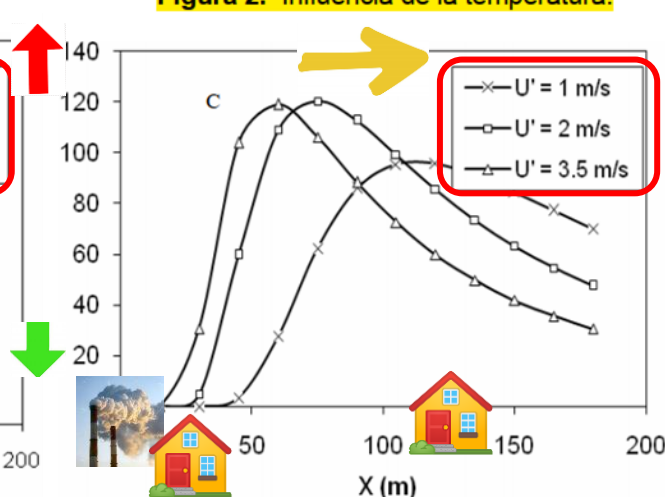
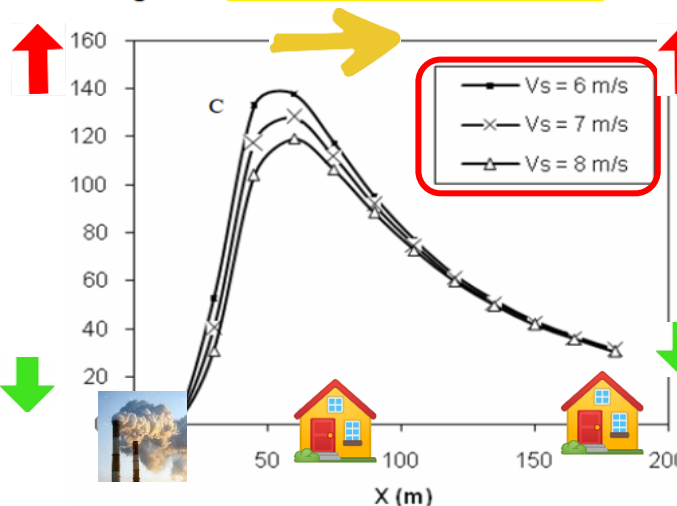
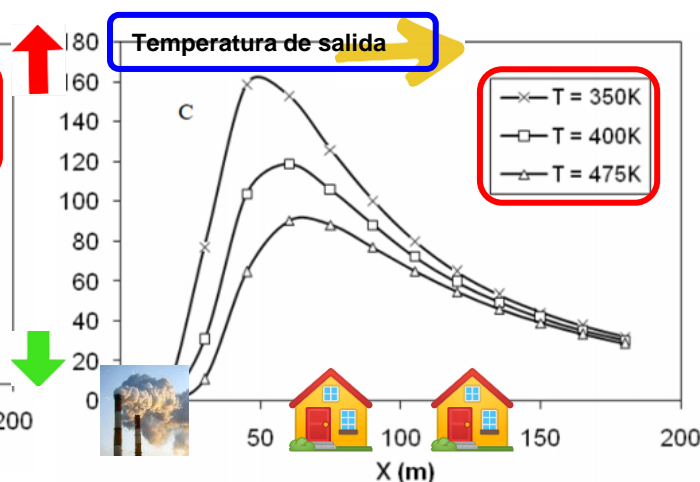
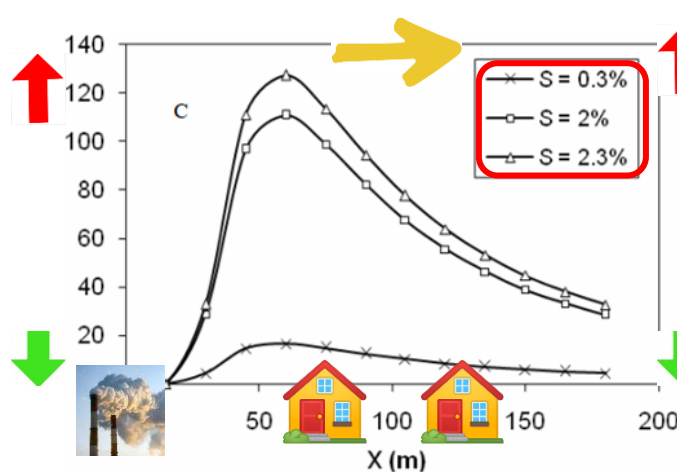
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 Vía Perimetral, Casilla 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador.

Email: jpverafigueroa@yahoo.com, mpatino@espol.edu.ec, abarriga@espol.edu.ec

<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/4763/1/7344.pdf>



EJE Y: CONCENTRACIÓN
EJE X: DISTANCIA



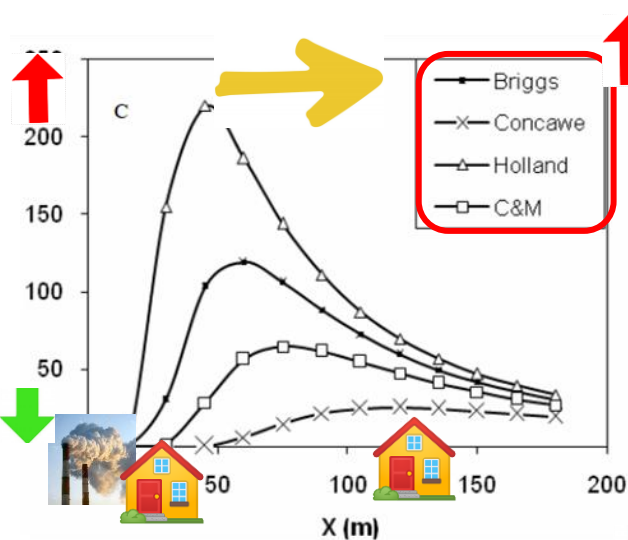


Figura 7. Influencia de las ecuaciones utilizadas

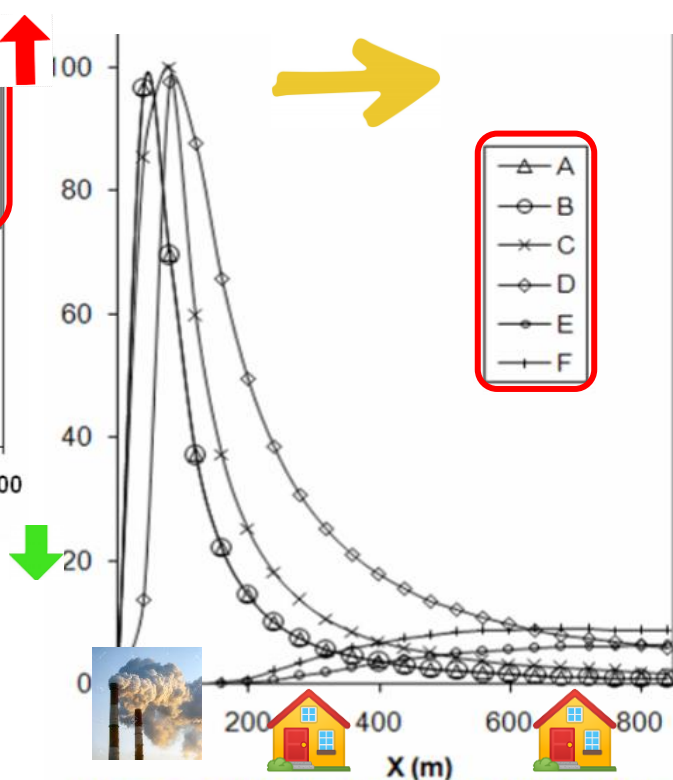


Figura 6. Influencia de la estabilidad atmosférica A (muy inestable) hasta la F (estable).

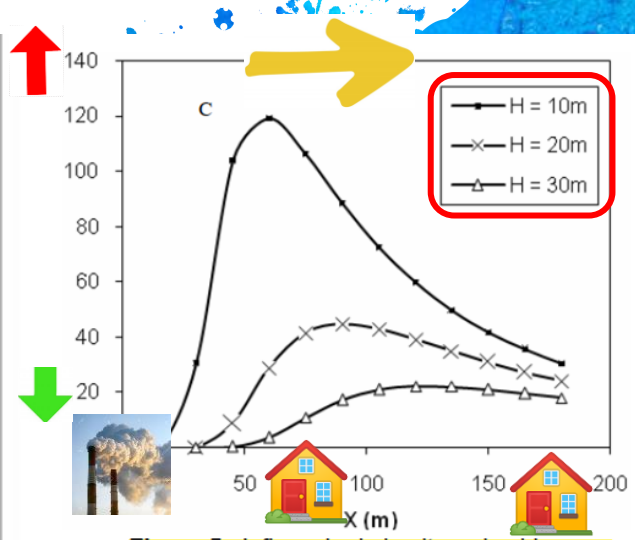
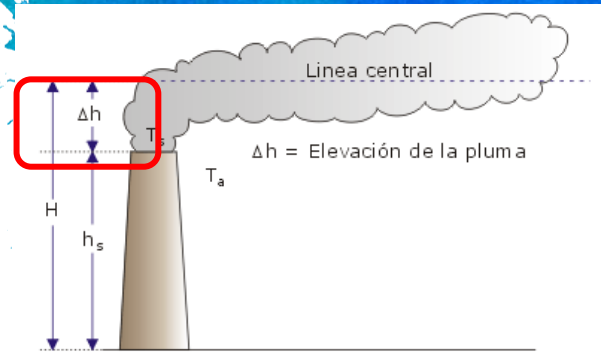


Figura 5. Influencia de la altura de chimenea



EJE Y: CONCENTRACIÓN
EJE X: DISTANCIA



2. REDUCIR

Producción más

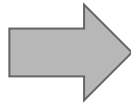
- Estrategia aplicada a servicios.

Para:

- In
- pr
- M
- ne
- Re
- po



PRÁCTICAS DE PML



Cambio de tecnología

Modificación del equipo

Modificación del producto

Recuperación / reutilización in situ

Sustitución de materias de primas

Utilización eficiente de la energía

Mejor control del proceso

Buen mantenimiento del local





3. INSTRUMENTOS DE GESTIÓN DE CALIDAD DEL AIRE

a) Comando y control

b) Administrativos

- Licencias Ambientales
- Usar los RRNN previstos en la legislación

c) Económicos

- Las fuerzas del mercado propician el cumplimiento de las metas ambientales

d) Planes de Acción para mejorar la calidad del aire

e) Educación, investigación, asistencia técnica y la información ambiental

a) Instrumentos de Comando y control (Regulación directa)

INSTRUMENTOS DE REGULACIÓN DIRECTA	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Estándares de Calidad Ambiental	Establece la concentración máxima de un contaminante en el aire.	Permite evaluar la efectividad de la regulación.	Requiere conocer los efectos del contaminante. Ineficiente para promover la regulación de emisiones de parte de fuentes específicas.
Estándares de Desempeño y/o Normas de Emisión	Fija, por fuente, la cantidad o concentración máxima aceptable de un contaminante a emitir.	Permite flexibilidad para elegir tecnología de control.	Altos costos de fiscalización.
Estándares de Diseño Tecnológico	Especifica tecnologías a utilizar por sectores productivos o procesos.	Máxima seguridad respecto a resultados.	No permite flexibilidad para elegir la tecnología de control. Altos costos de fiscalización

b) Instrumentos Administrativos

ADMINISTRATIVO	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Permisos y licencias	Entrega de autorización para operar	Requiere que se cumplan con los estándares antes de permitir la operación de la planta. Facilita la sanción por incumplimiento. Permite al gobierno retirarlas en caso de necesidad.	Requiere altos costos de fiscalización.
Control del uso de espacio	Regula la localización de fuentes	Impide la localización de procesos contaminantes en lugares inadecuados.	Vulnerable a presiones políticas, económicas y locales.

c) Instrumentos Económicos

RETRIBUCIÓN ECONÓMICA	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Impuesto a las emisiones	Cobro por cantidad y calidad de un contaminante emitido.	Genera ingresos al estado. Incentiva a reducir sus emisiones.	Altamente complejo de aplicar. Altos costos de fiscalización.
Impuesto a los usuarios	Cobro por utilizar un proceso contaminante.	Genera ingresos al estado.	Complejo de aplicar.
Impuesto a productos e insumos	Impuesto al precio de productos o insumos que generan contaminación.	Genera ingresos al estado Promueve el uso de productos limpios.	Requiere sustitutos cercanos para dichos productos e insumos.

d) Planes de Acción para mejorar la calidad del aire

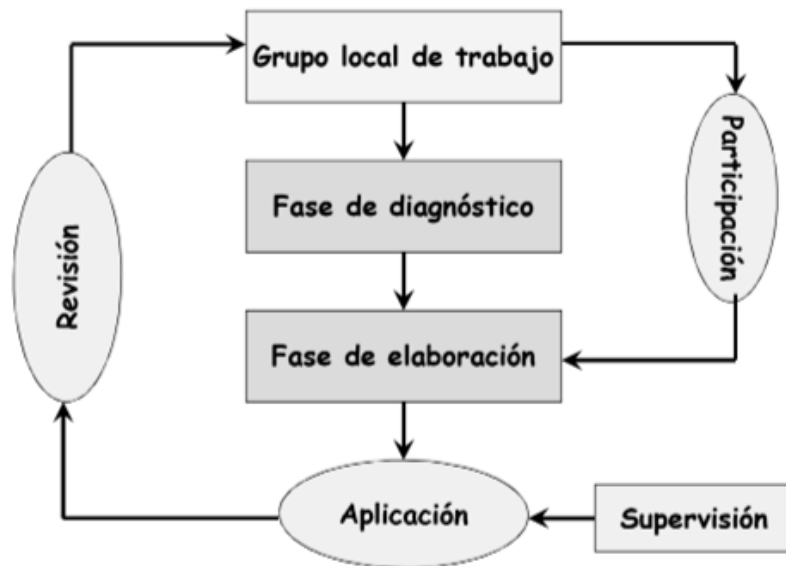
Objetivo:

Formular la estrategia, políticas y medidas que permitirán alcanzar y/o no sobrepasar los Estándares de Calidad Ambiental para Aire Nacionales en un plazo determinado.

Elementos:

- Información general
- Identificación del problema
- Objetivos y metas
- Programa de vigilancia
- Medidas para mejorar la calidad del aire
- Medidas durante estados de alerta
- Calendario, financiamiento, roles y responsabilidades

Proceso de elaboración de un Plan



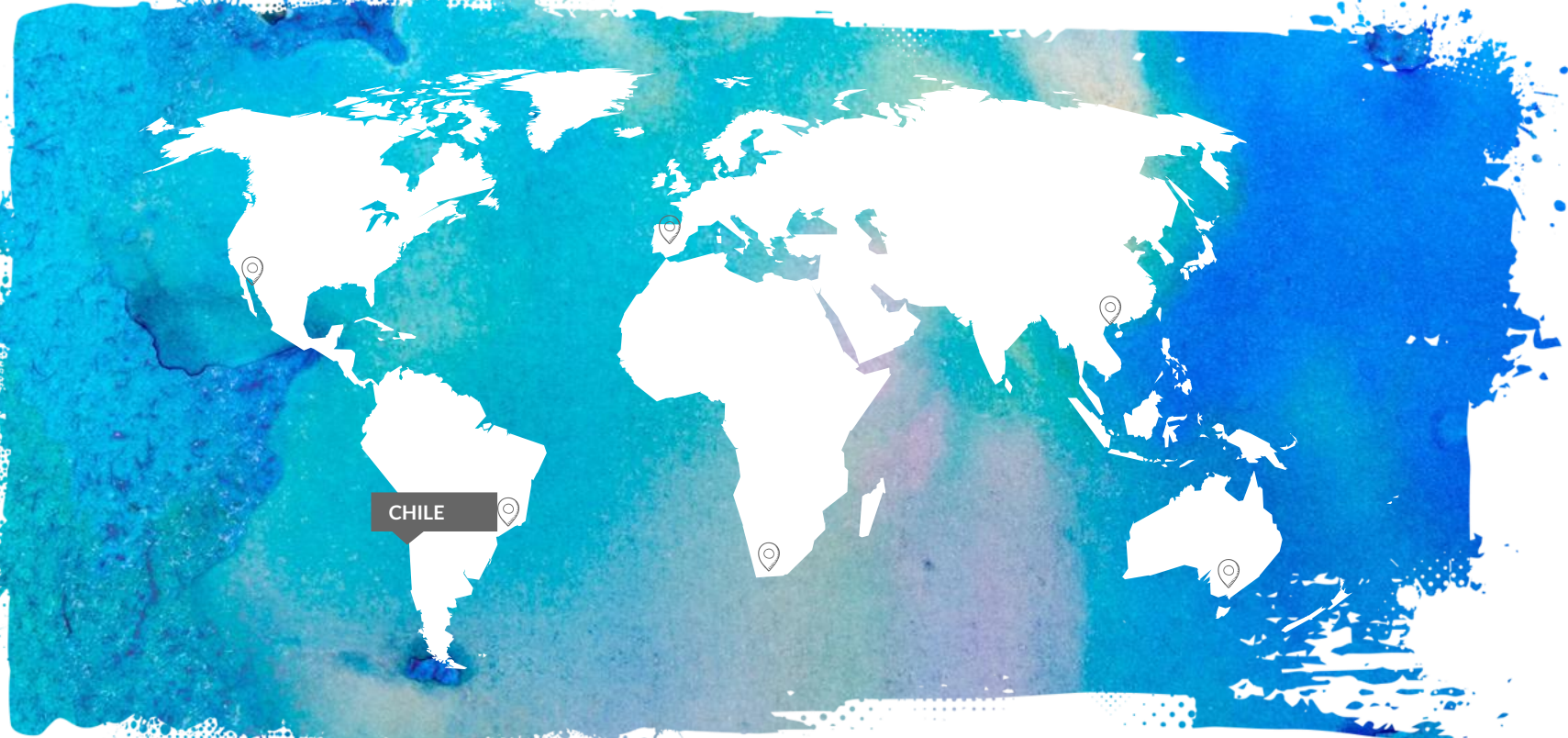
EXPERIENCIAS INTERNACIONALES PLANES DE ACCIÓN

ZONA METROPOLITANA DE
SANTIAGO DE CHILE



EJEMPLO DE CHILE

Maps



<https://www.windy.com/es/-PM2-5-pm2p5?cams,pm2p5,2020062607,3.426,-45.000,3,i:pressure>

El relieve de la Región Metropolitana

Esta región consta de tres zonas de relieve distintivas: Cordillera de los Andes, Cordillera de la Costa y Depresión Intermedia.

Esta última está enmarcada por las dos cordilleras, dando origen a lo que se conoce como Cuenca de Santiago, que se extiende desde el cordón de Chacabuco, por el norte, hasta la angostura de Paine, por el sur.

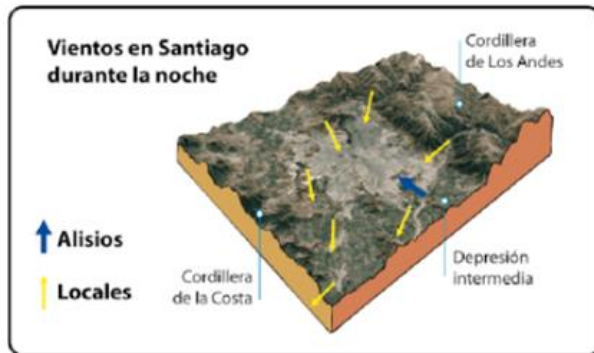
Fuente: web
VIÑA DEL MAR
Icarito



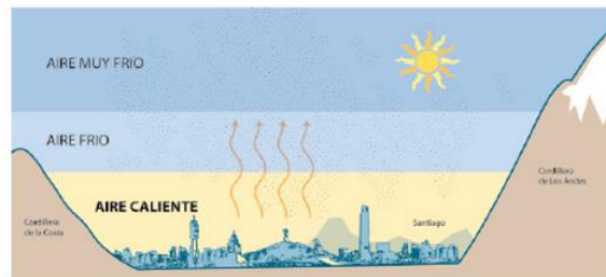
Vientos en Santiago durante el día



Vientos en Santiago durante la noche



Situación Normal



Inversión Térmica

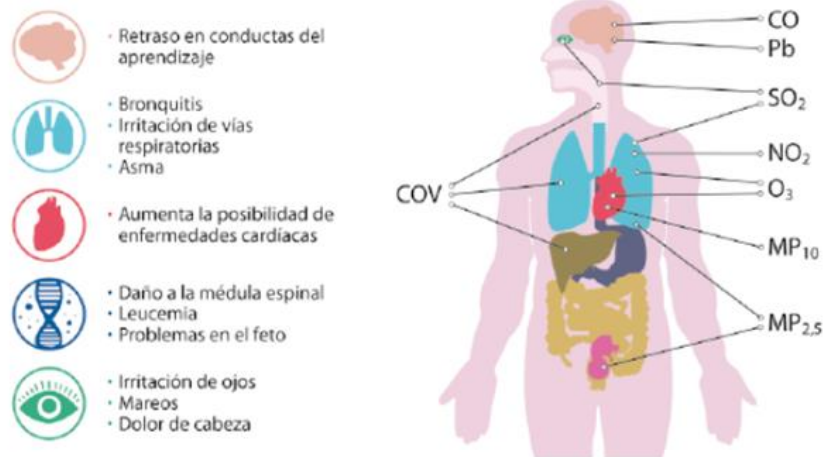


Tabla 3 Principales Contaminantes generados por distintas fuentes de actividad

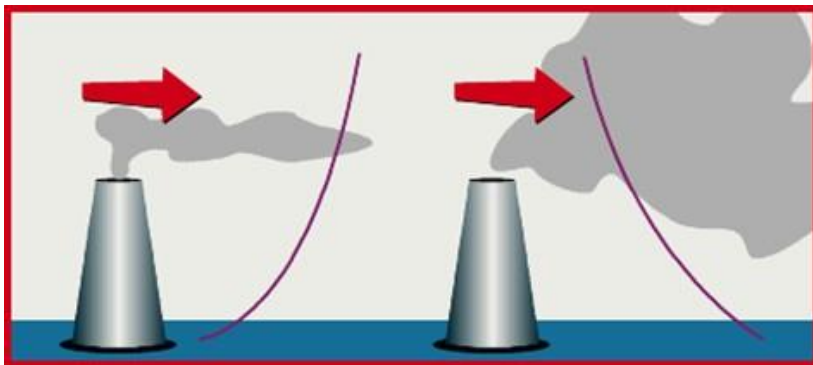
Fuentes de Actividad	Contaminantes						
	Material Particulado	Monóxido de Carbono	Óxidos de Nitrógeno	Óxidos de Azufre	Compuestos Orgánicos Volátiles	Plomo	Ozono Troposférico
Centrales térmicas	✓	✓	✓	✓	✓		
Tráfico	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Calefacción doméstica a leña	✓	✓	✓	✓	✓		
Refinado de petróleo			✓	✓	✓		
Minería	✓					✓	
Manufacturas metálicas	✓					✓	
Incineración de residuos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Agricultura	✓						

Basado en Kiely, Gerard (1999): "Ingeniería Ambiental. Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión"

Figura 3 Efectos en la salud según contaminantes atmosféricos

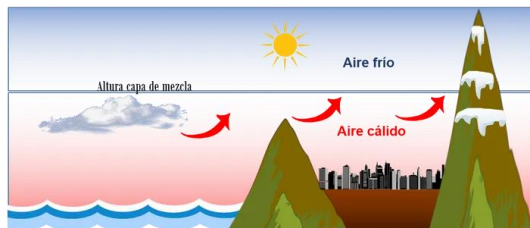


Fuente: Guía Pedagógica. Descontaminemos el Aire de Nuestra Ciudad.

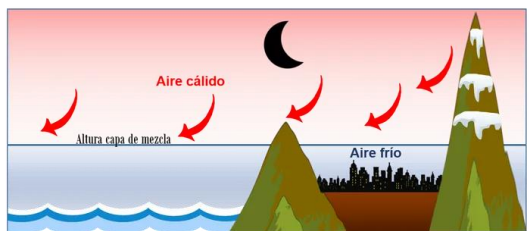


Fuente: René D

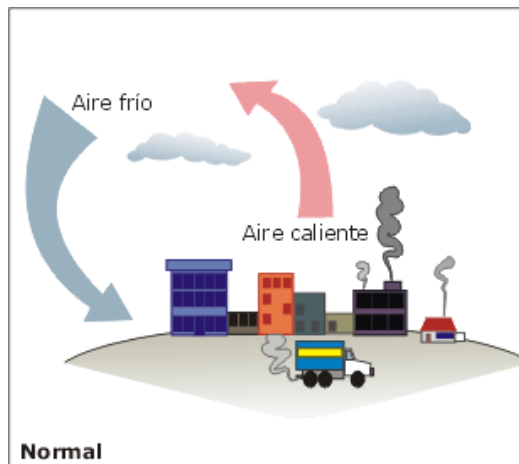
**CONDICIÓN
NORMAL**
Aire cálido y
húmedo asciende



**CONDICIÓN DE
EPISODIO**
Aire cálido y seco
desciende

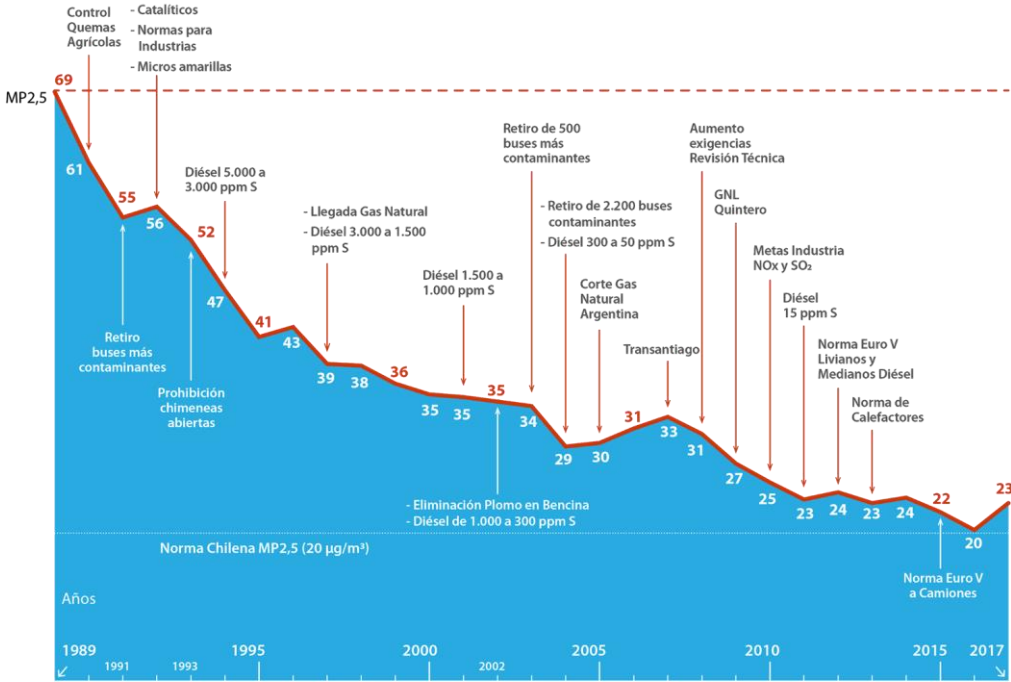


Meteochile Blog



PROMEDIOS ANUALES
DEL MATERIAL PARTICULADO FRACCIÓN FINA MP2,5

Evolución del Material Particulado Respirable
Fracción Fina MP2,5 Red MACAM (1989-2017)



Fuente: División de Calidad del Aire, Ministerio del Medio Ambiente

Patrones de producción y
consumo

	10 AÑOS ATRAS	AHORA
Buses	14.000 buses 15 años promedio	7.500 buses 5 años promedio
Diesel	5000 ppm azufre	200 ppm azufre
Gasolinas	Todas con plomo	Todas sin plomo
Vehículos particulares	100% convencionales	25% convencionales 75% catalíticos
Industria	Leña, carbón y petróleos pesados	Gas Natural y Diesel ciudad (300 ppm)
Generación Eléctrica	Carbón	Gas Natural

GRACIAS

