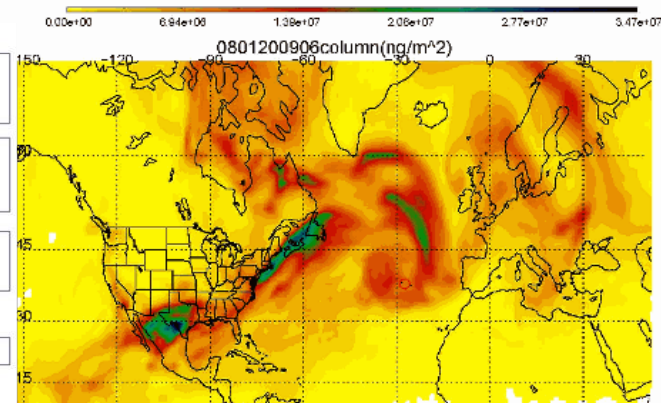


CONTAMINANTES CRITERIO	CO NO ₂ Pb	O ₃ PST	SO ₂ PM ₁₀	PM _{2.5}
TÓXICOS DEL AIRE	Tolueno, benceno xilenos, metanol, amoníaco, cloro, plomo, cromo, cadmio, etc.			
GASES DE EFECTO INVERNADERO QUE PROVOCAN EL CALENTAMIENTO GLOBAL Y EL CAMBIO CLIMÁTICO	CO ₂ HFCs	CH ₄ etc.	SF ₆	N ₂ O
SUSTANCIAS QUE AGOTAN LA CAPA DE OZONO ESTRATOSFÉRICO	CFCs	PFCs	HCFCs	...



A watercolor illustration of the Earth, showing continents in green and oceans in blue. A faint grid of latitude and longitude lines is visible over the globe. The painting has a soft, textured appearance with some grey and white washes around the edges.

MODELACIÓN DE LA DISPERSIÓN DE LOS CONTAMINANTES ATMOSFÉRICOS

*7ma clase Proyecto Amauta 20-1
Peggi Carhuallanqui
Gabo Sicha*



Qué es Modelación

Crear una representación de algo real.

Crear un objeto que resalte ciertos aspectos de algo real.


Entonces, un modelo es una representación parcial o simplificada de de la realidad que recoge aspectos de relevancia para quien lo crea.

Los modelos de dispersión de calidad del aire son herramientas físico-matemáticas que permiten interpretar, predecir y simular las condiciones reales de transporte y dispersión de los contaminantes empleando las condiciones meteorológicas y las propias de las fuentes de emisión.

ESTOS MODELOS REQUIEREN INFORMACIÓN BÁSICA:

1. Ubicación geográfica de las fuentes
2. La concentración de los contaminantes emitidos
3. Estimaciones de dispersión
4. Condiciones meteorológicas

FACTORES COMO:

- 
1. Temperatura
 2. Turbulencia atmosférica
 3. La velocidad del viento
 4. Presión atmosférica
 5. Estabilidad
 6. Topografía



Meteorología

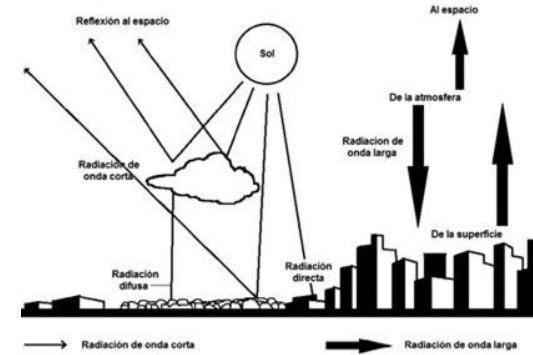
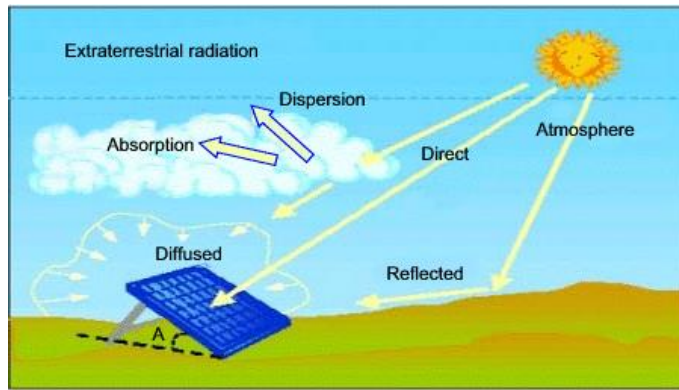
Es la rama de la física que aborda y estudia fenómenos que ocurren en la atmósfera:

- Movimientos de la atmósfera
- Interacción de la atmósfera con los flujos de energía radiativa
- Procesos termodinámicos para la formación de nubes y precipitación
- Intercambio de energía de la atmósfera con la superficie
- Reacciones químicas en la atmósfera
- Fenómenos eléctricos y ópticos



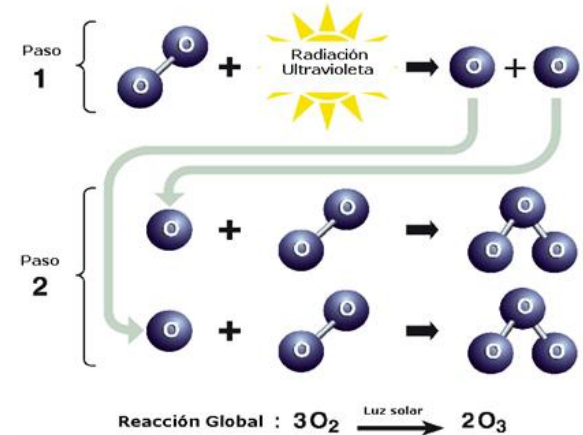
INFLUENCIA DE LAS VARIABLES METEOROLÓGICAS EN LOS CONTAMINANTES

RADIACIÓN SOLAR



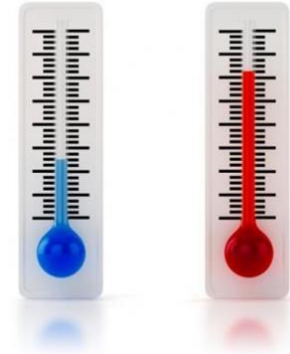
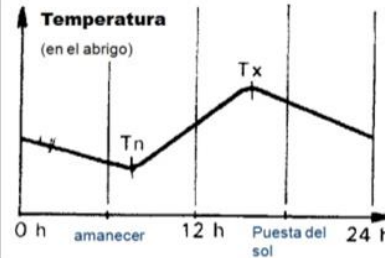
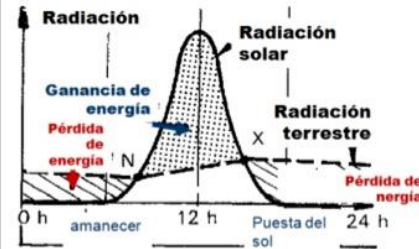
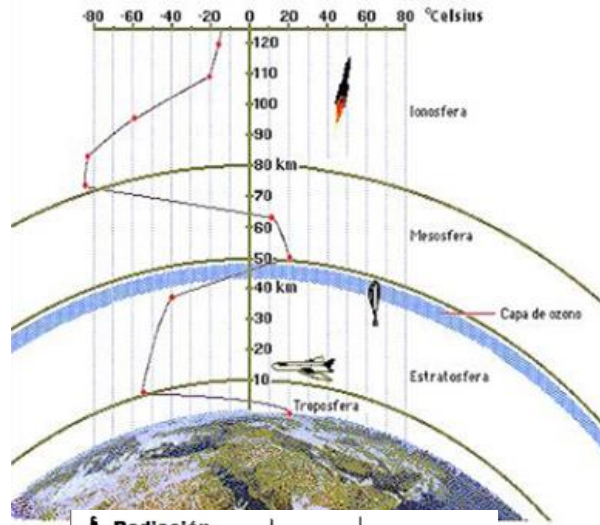
- Es la fuente principal de energía del sistema tierra – océano – atmósfera (99%)
- La radiación solar viaja en forma de ondas electromagnéticas y a la velocidad de la luz.
- Se compone de radiación ultravioleta (9%), visible (45%) e infrarrojo (46 %)
- Constante solar (S) = $1,94 \text{ cal/cm}^2 \cdot \text{min}$
= 1394 W/m^2

Producción de ozono estratosférico





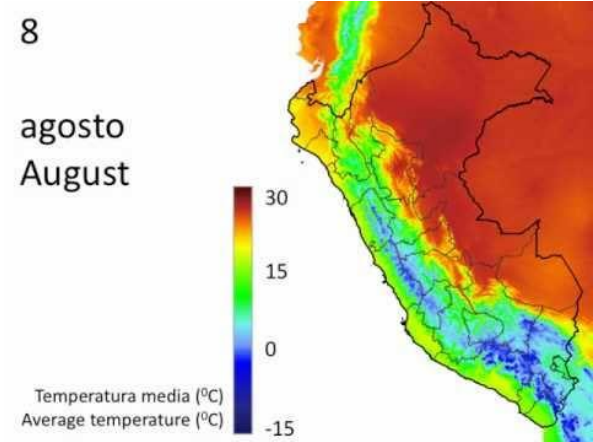
TEMPERATURA



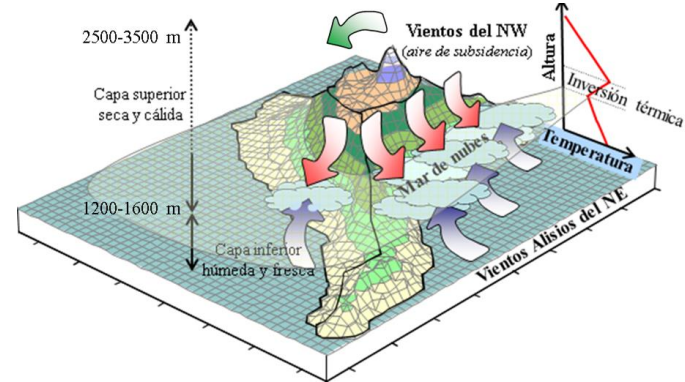
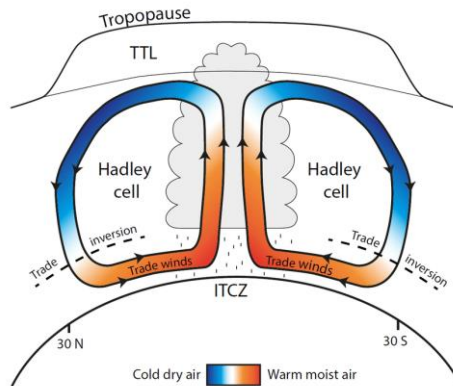
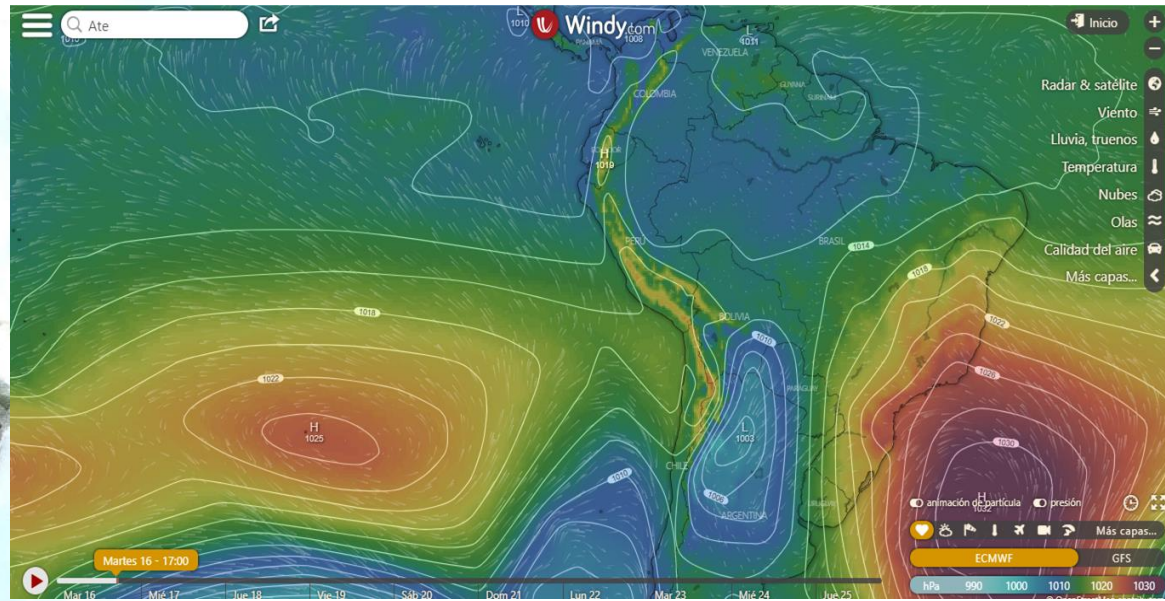
COMPRESIÓN
EXPANSIÓN

8

agosto
August



PRESIÓN ATMOSFÉRICA



VIENTO

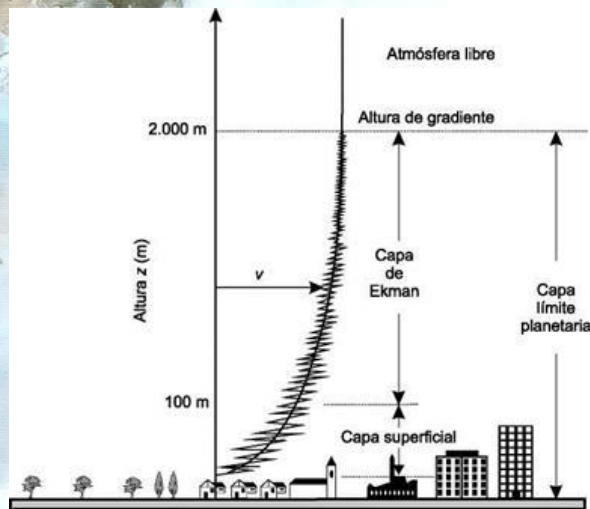
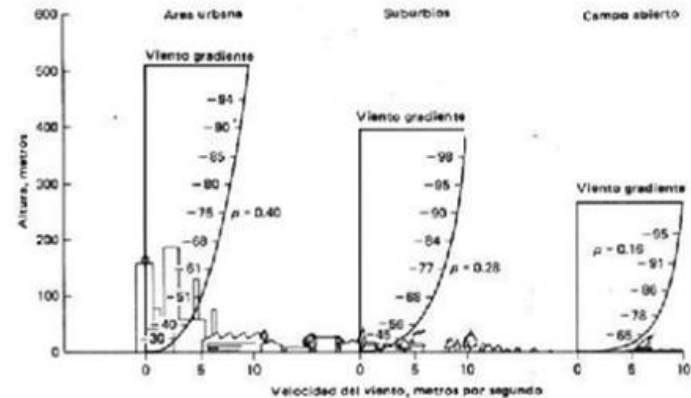
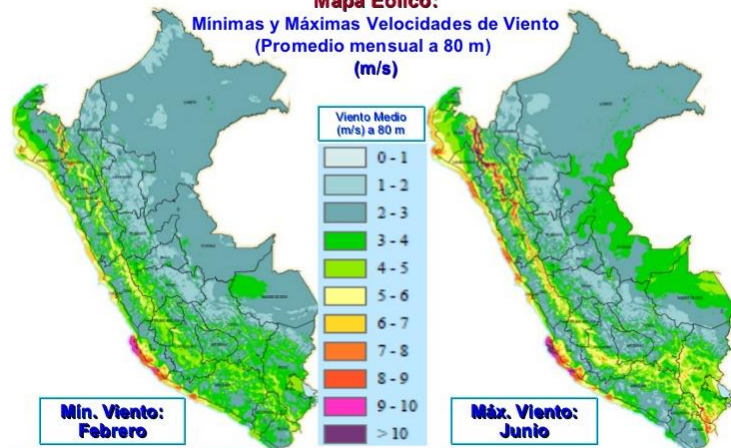


Figura 7.18. Capa límite atmosférica.

Mapa Eólico: Mínimas y Máximas Velocidades de Viento (Promedio mensual a 80 m) (m/s)



HUMEDAD RELATIVA

Tabla 2. Análisis de correlación de Spearman (r) y valor p entre las concentraciones de $PM_{2.5}$ y la temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar

Variable Meteorológica	r	Valor p
Temperatura	-0.401	0.001
Humedad Relativa	0.474	0.000
Velocidad del Viento	-0.573	0.000
Radiación Solar	-0.339	0.004

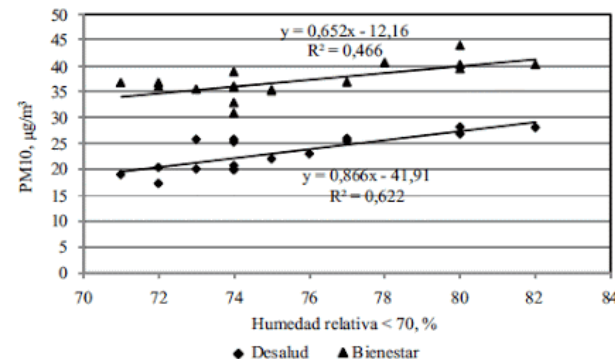


Figura 4. Correlación entre las concentraciones de PM_{10} y la humedad relativa mayor del 70%.

**AUMENTO $T \rightarrow$ DISMINUYE $HR \rightarrow$
AUMENTA LA CONTAMINACIÓN ?**

**VERANO -- > MENOR CONTAMINACIÓN ?
INVIERNO \rightarrow MAYOR CONTAMINACIÓN ?**

**MÉTODO DE DISPERSIÓN (PM)
presenta un factor de corrección *****

Tabla 3. Coeficientes de correlación mensual.
Table 3. Monthly correlation coefficients.

Variable	Estación Reforma				Estación Giraldas			
	SO_2	NO_2	H_2S	PM_{10}	SO_2	NO_2	H_2S	PM_{10}
t	-0.463**	-0.512**	-0.803**	0.04	-0.11	-0.597**	-0.33	-0.12
T	0.12	0.544**	-0.08	0.390*	-0.04	0.566**	-0.17	0.772**
HR	0.01	-0.473**	0.38	-0.689**	-0.08	-0.455*	0.05	-0.626**
RS	0.11	0.373*	-0.07	0.570**	-0.08	0.624**	-0.28	0.511**
P	-0.05	-0.344*	0.25	-0.25	-0.12	-0.401*	0.21	-0.32
VVe	0.03	0.398*	0.17	0.429*	0.24	0.18	0.29	0.3
DVe	-0.05	-0.08	-0.19	-0.549**	0.1	0	-0.03	-0.06
VVv	-0.04	0.06	0.01	0.593**	0.21	0.36	0.02	0.16
DWv	-0.29	-0.21	-0.505**	-0.434*	0.01	-0.03	0.08	-0.01
L	0.07	-0.891**	-0.65	-0.11	0.01	-0.77		-0.770**

> J Environ Sci (China). 2012;24(4):665-74. doi: 10.1016/s1001-0742(11)60807-3.

Influence of Different Weather Events on Concentrations of Particulate Matter With Different Sizes in Lanzhou, China

Xinyuan Feng ¹, Shigong Wang

Affiliations + expand

PMID: 22894101 DOI: 10.1016/s1001-0742(11)60807-3

Abstract

The formation and development of weather events has a great impact on the diffusion, accumulation and transport of air pollutants, and causes great changes in the particulate pollution level. It is very important to study their influence on particulate pollution. Lanzhou is one of the most particulate-polluted cities in China and even in the world. Particulate matter (PM) including TSP, PM > 10, PM_{2.5}-10, PM_{2.5} and PM_{1.0} concentrations were simultaneously measured during 2005-2007 in Lanzhou to evaluate the influence of three kinds of weather events--dust, precipitation and cold front--on the concentrations of PM with different sizes and detect the temporal evolution. The main results are as



PRECIPITACIÓN

Se cree que la precipitación lava o barre con la contaminación del aire.

Si bien este efecto es muy difundido, solo aplica para algunos contaminantes: Ozono, PM₁₀ (fija las partículas al suelo).

Entonces:

Si hay contaminación por SO₂ puede generarse lluvia ácida.

De acuerdo a una evaluación hecha en la Ciudad de México (así como en China), por las autoridades, se observó que:

La precipitación no remueve el PM_{2.5}

Solo un porcentaje mínimo de PM_{2.5} (1-2%) es removido

Muchas veces con la precipitación hay viento, lo que transporta a los contaminantes, más no los desaparece.



Situación normal

Este diagrama ilustra la situación normal de la atmósfera. Se muestra un perfil vertical de la atmósfera con tres capas horizontales de diferentes colores: azul claro en la base, verde en el medio y azul oscuro en la parte superior. Las etiquetas indican: 'Aire muy frío' en la capa superior, 'Aire frío' en la capa intermedia y 'Aire caliente' en la capa inferior. En la base, se representa un terreno con una ciudad y una línea de costa. Seis flechas rojas ascendentes indican la convección natural del aire caliente hacia arriba.


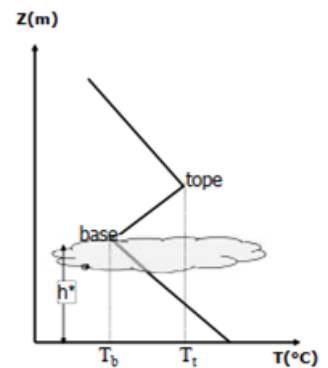
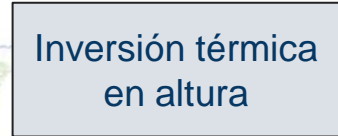
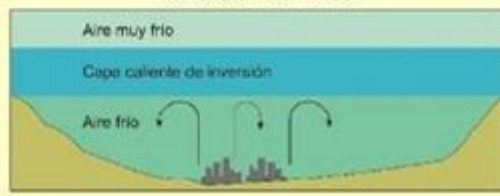


Diagrama de inversión térmica. Muestra una sección transversal de la atmósfera y la superficie terrestre. La superficie es irregular, con una zona urbana (representada por edificios) en un valle. Se indican tres niveles de temperatura: 'Aire muy frío' en la parte superior, 'Capa caliente de inversión' en el medio, y 'Aire frío' cerca de la superficie. Flechas curvas indican que el aire frío cerca de la superficie se eleva hacia la capa de inversión.

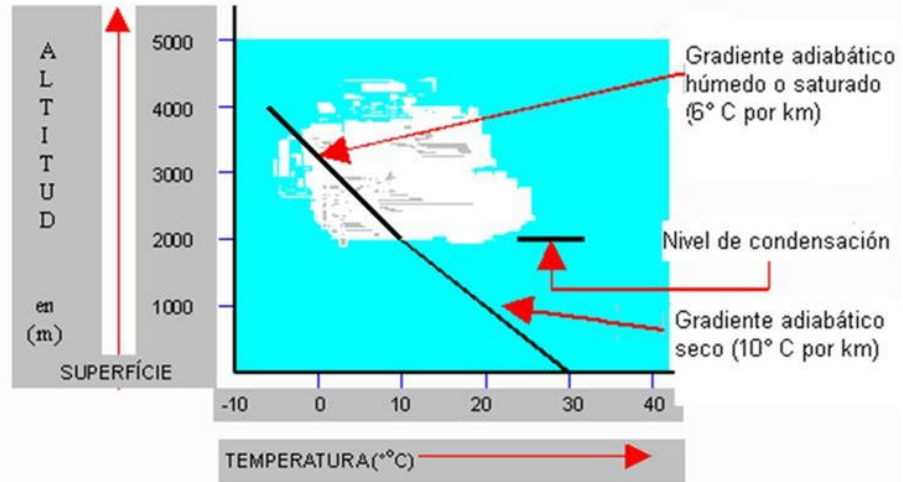


¿Qué es el Gradiente adiabático seco?

Variación de temperatura de una parcela o masas de aire en movimiento vertical. Sometidas a un proceso adiabáticos: No intercambia calor, traspasando sus fronteras.

Es decir, no intercambia energía en forma de calor con el medio. Su cambio de temperatura interna (de la parcela de aire) variará por su cambio de presión.

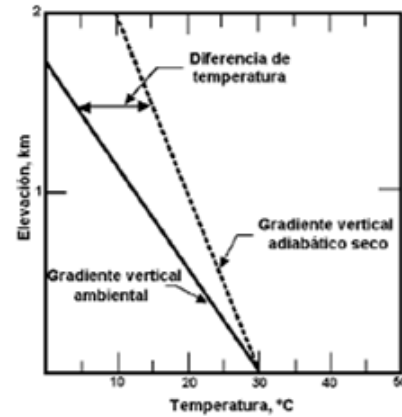
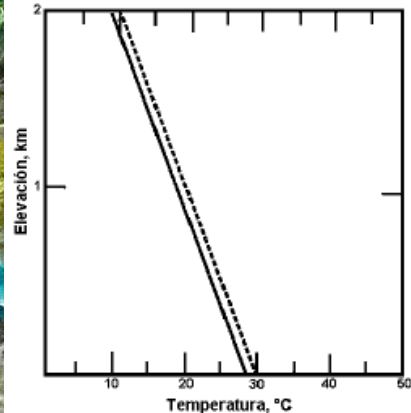
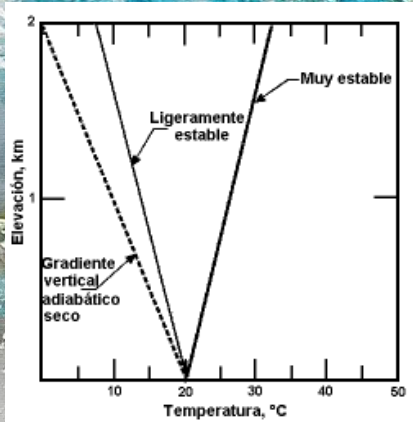
(Γ_d)



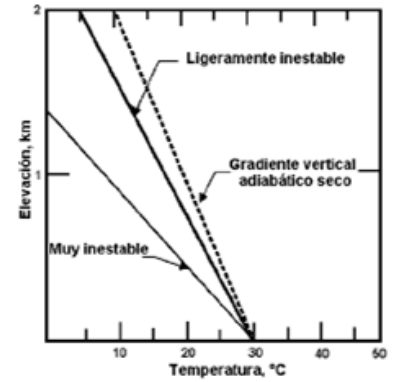
Estabilidad Atmosférica

ESTABLES

NEUTRALES

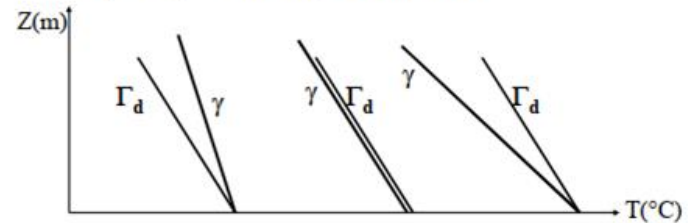


INESTABLES

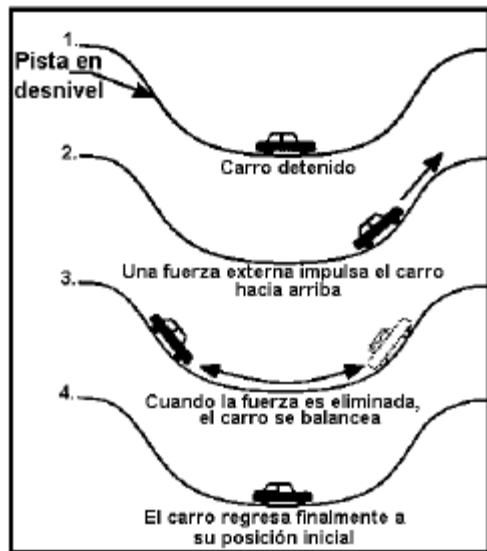


Estabilidad atmosférica

- 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**



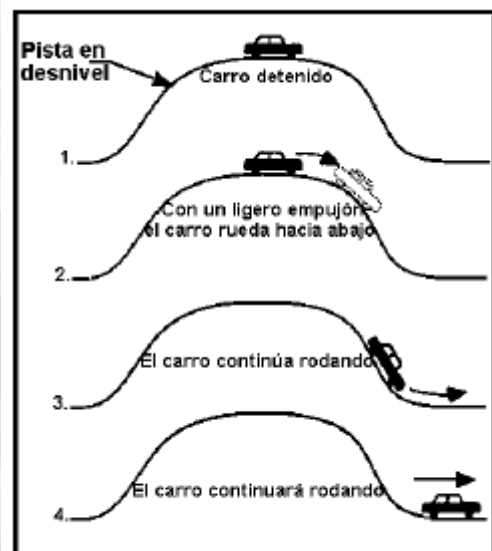
$$a = \Gamma_d - \gamma$$



(a) Condiciones estables

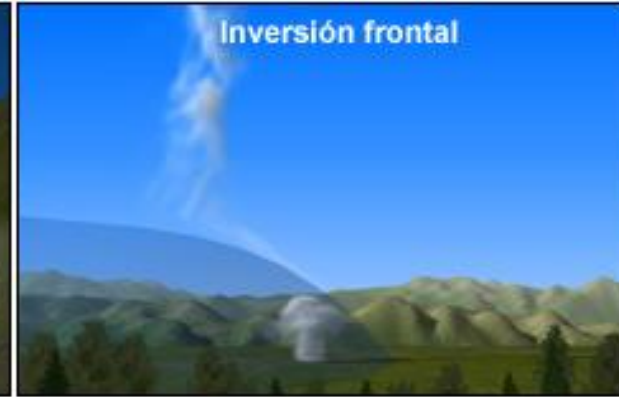
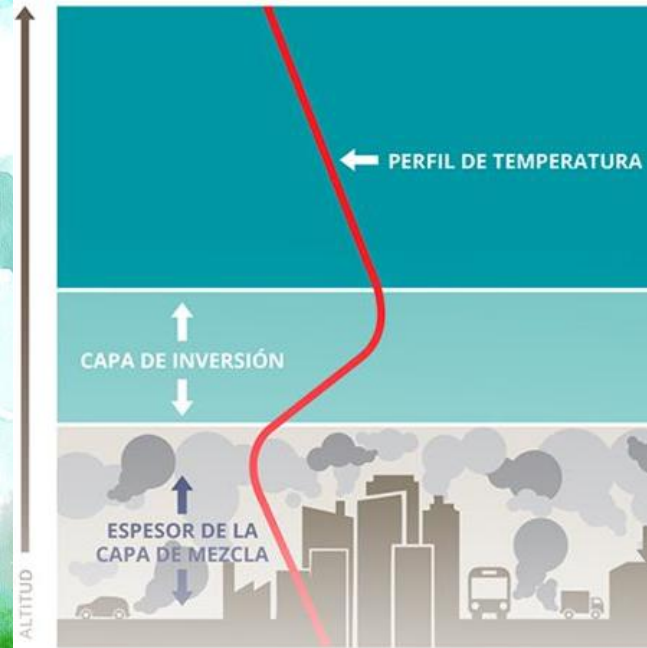


(b) Condiciones neutrales



(c) Condiciones inestables

TIPOS DE INVERSIÓN TÉRMICA



EXISTEN MÁS VARIABLES METEOROLÓGICAS QUE SE PUEDEN ANALIZAR

Variable ?

Se debe hacer al menos una selección

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Divergencia | <input type="checkbox"/> Fracción de nubosidad |
| <input type="checkbox"/> Geopotencial | <input type="checkbox"/> Relación de mezcla de masa de ozono |
| <input type="checkbox"/> Potencial vorticidad | <input type="checkbox"/> Humedad relativa |
| <input type="checkbox"/> Contenido específico de agua helada en la nube | <input type="checkbox"/> Contenido específico de agua líquida en la nube |
| <input type="checkbox"/> Humedad específica | <input type="checkbox"/> Contenido específico de agua de lluvia |
| <input type="checkbox"/> Contenido específico de agua de nieve | <input type="checkbox"/> Temperatura |
| <input type="checkbox"/> Componente en U del viento | <input type="checkbox"/> Componente V del viento |
| <input type="checkbox"/> Velocidad vertical | <input type="checkbox"/> Vorticidad (relativa) |

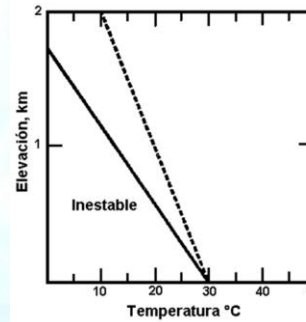
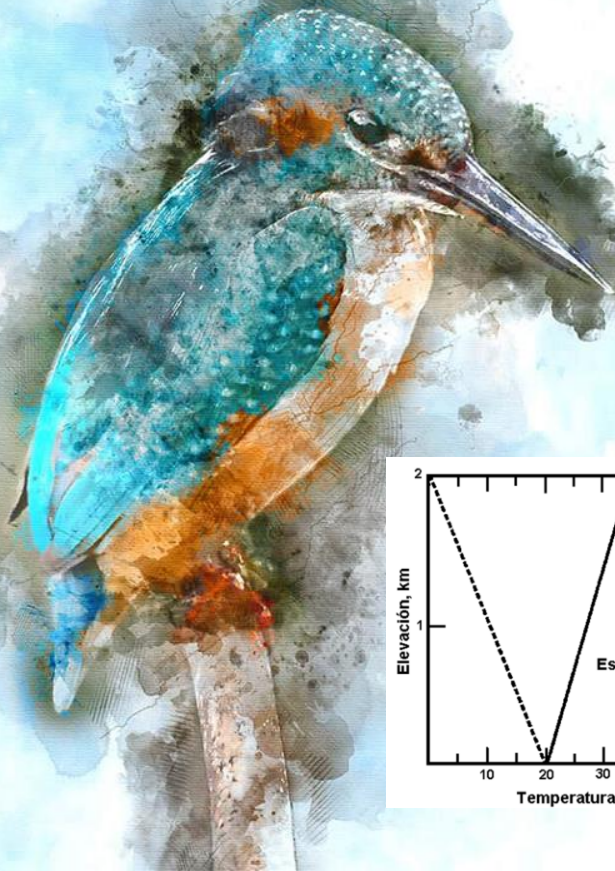
Seleccionar todo

Nivel de presión

Se debe hacer al menos una selección

- | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 hPa | <input type="checkbox"/> 2 hPa | <input type="checkbox"/> 3 hPa | <input type="checkbox"/> 5 hPa |
| <input type="checkbox"/> 7 hPa | <input type="checkbox"/> 10 hPa | <input type="checkbox"/> 20 hPa | <input type="checkbox"/> 30 hPa |
| <input type="checkbox"/> 50 hPa | <input type="checkbox"/> 70 hPa | <input type="checkbox"/> 100 hPa | <input type="checkbox"/> 125 hPa |
| <input type="checkbox"/> 150 hPa | <input type="checkbox"/> 175 hPa | <input type="checkbox"/> 200 hPa | <input type="checkbox"/> 225 hPa |
| <input type="checkbox"/> 250 hPa | <input type="checkbox"/> 300 hPa | <input type="checkbox"/> 350 hPa | <input type="checkbox"/> 400 hPa |
| <input type="checkbox"/> 450 hPa | <input type="checkbox"/> 500 hPa | <input type="checkbox"/> 550 hPa | <input type="checkbox"/> 600 hPa |
| <input type="checkbox"/> 650 hPa | <input type="checkbox"/> 700 hPa | <input type="checkbox"/> 750 hPa | <input type="checkbox"/> 775 hPa |
| <input type="checkbox"/> 800 hPa | <input type="checkbox"/> 825 hPa | <input type="checkbox"/> 850 hPa | <input type="checkbox"/> 875 hPa |
| <input type="checkbox"/> 900 hPa | <input type="checkbox"/> 925 hPa | <input type="checkbox"/> 950 hPa | <input type="checkbox"/> 975 hPa |
| <input type="checkbox"/> 1000 hPa | | | |

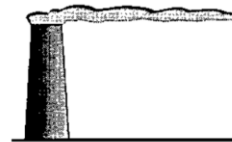
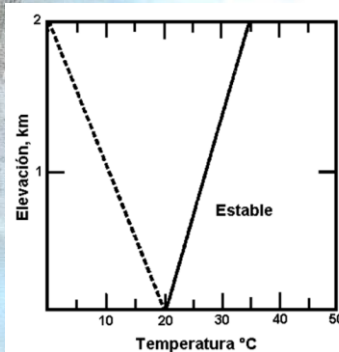
DISPERSIÓN DE LOS CONTAMINANTES



pluma espiral

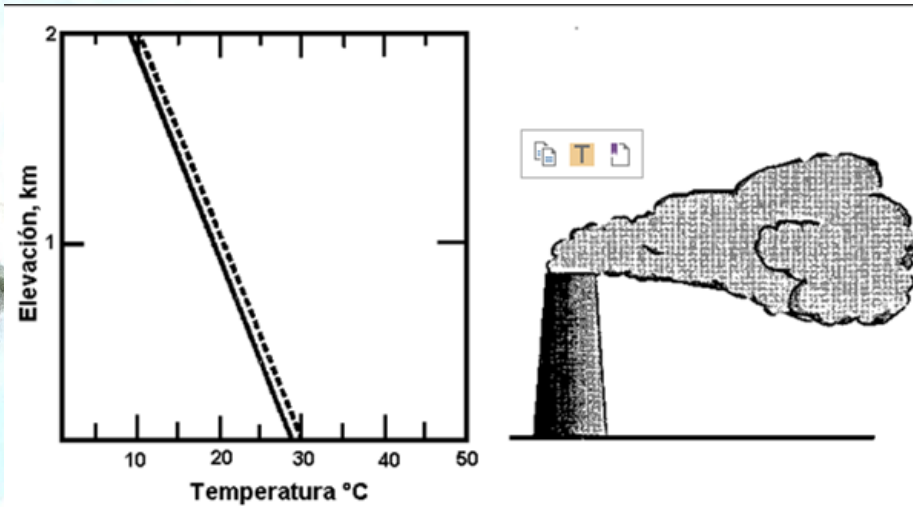
se produce en **condiciones muy inestables** debido a la turbulencia causada por el acelerado giro del aire.

pluma abanico



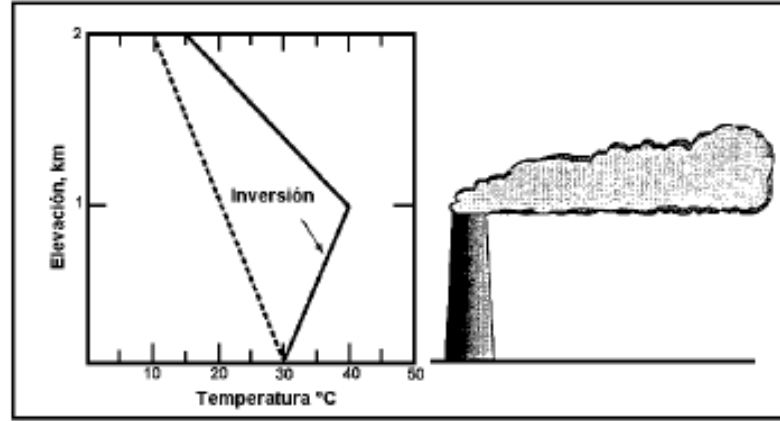
se produce en **condiciones estables**. El gradiente de inversión **inhibe el movimiento vertical sin impedir el horizontal** y la pluma se puede extender por varios kilómetros a sotavento de la fuente. Las plumas de abanico ocurren con frecuencia en las primeras horas de la mañana durante una inversión por radiación.

pluma de cono



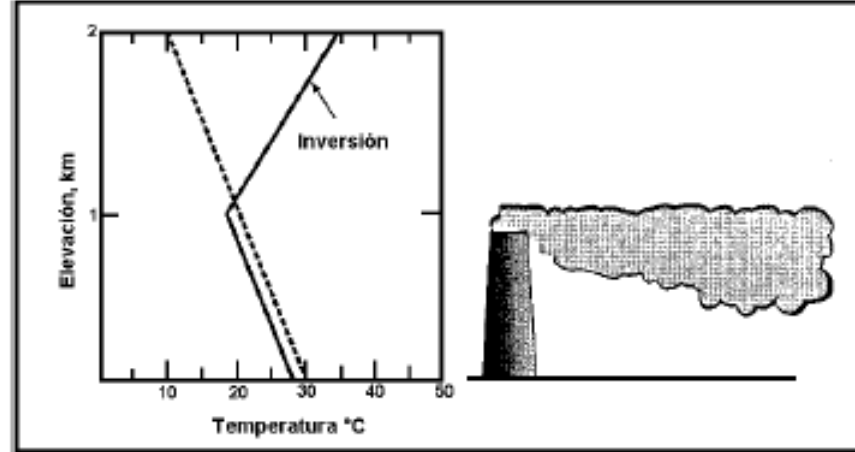
es característica de las **condiciones neutrales o ligeramente estables**. Este tipo de plumas tiene mayor probabilidad de producirse en días nublados o soleados, entre la interrupción de una **inversión por radiación** y el desarrollo de condiciones diurnas inestables.

pluma de flotación



Cuando las condiciones son **inestables sobre una inversión**, la descarga de una pluma sobre esta da lugar a una dispersión efectiva sin concentraciones notorias en el nivel del suelo alrededor de la fuente.

pluma de fumigación



Si la pluma se libera justo **debajo de una capa de inversión**, es probable que se desarrolle una grave situación de contaminación del aire. Las concentraciones de contaminantes en el nivel del suelo pueden ser muy altas cuando esta se produce. Se puede prevenir si las chimeneas son suficientemente altas.



GRACIAS