



CONTAMINACIÓN DEL AIRE

Esta actividad docente contribuye al Objetivo 13 de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de la ONU.



FIUBA -- 97-04
Ing. Mónica Bianucci



- Atmòsfera- composició-característiques-
- Capas de la atmòsfera
- Concepto de Contaminació
- Principales contaminantes-efectos
- Fases de la contaminación
- Variables meteorològiques que afectan-dispersió
- Fenòmenos globales, regionales, locales

UBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-20-2021

ATMÓSFERA

ENVOLTURA GASEOSA QUE RODEA A LA TIERRA

Composition normal en volumen: Nitrogeno (78,09 %); Oxígeno (20,94 %); Argon (0,9 %)

CO₂ y gases raros

- **TROPÓSFERA:** (se acumula el 90% de la masa de gases; intercambio de calor entre la atm. y la sup. de la tierra y el mar)
 - Desde la superficie de la tierra hasta los 11 kms.
- **ESTRATÓSFERA:**
 - Desde los 11 km hasta los 50 kms.
- **MESOSFERA:**
 - Desde los 50 hasta los 85 kms.
- **TERMÓSFERA:**
 - Hasta los 300 kms

El espesor de estas diferentes capas varía con la latitud.

CARACTERÍSTICAS DE ACUERDO A ALTITUD Tabla extraída de Apunte

Contaminación del Aire –FIUBA-Autor: Ing. Juan Manuel Sanchez

h (Km)	H ₂ % v	He % v	A % v	O ₂ %v	N ₂ %v	P mm de Hg	T °C
0	0,01		0,93	20,94	78,09	760	14
5	0,01		0,94	20,94	77,89	405	
10	0,01		0,94	20,99	78,02	168	-56
20	0,04		0,59	18,1	81,24	40,99	-56
32							-45
40	0,67	0,01	0,22	12,61	86,43	0,403	
47							-3,5
52,5							-3,5
60	10,69	0,1	0,03	7,7	81,33	0,0935	-18
62							-20
80	65,11	0,47		1,86	32,39	0,0123	-93
90							-93
100	96,31	0,56		0,11	2,97	0,0067	-64,8
105							-37
120	99,35	0,46			0,19	0,0052	
140	99,63	0,36			0,01	0,004	

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Ley 20284 República Argentina

“Es la presencia en el AIRE de cualquier AGENTE:

- **FÍSICO** (ruido, radiaciones ionizantes y no ionizantes)
- **QUÍMICO** (gases, vapores, partículas)
- **BIOLÓGICO** (bacterias, virus)
- O combinaciones de los mismos, en lugares, formas o concentraciones tales que sean o puedan ser:
- NOCIVOS PARA LA SALUD, SEGURIDAD O BIENESTAR DE LA POBLACIÓN
- PERJUDICIALES PARA LA VIDA ANIMAL Y VEGETAL
- IMPIDAN EL USO O GOCE DE LAS PROPIEDADES DE RECREACIÓN”.

CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

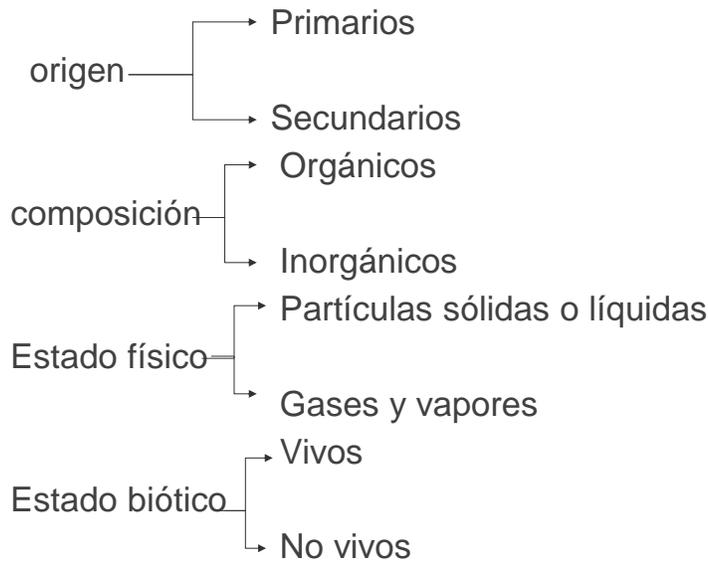


FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021



CLASIFICACIÓN DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE

Según su:

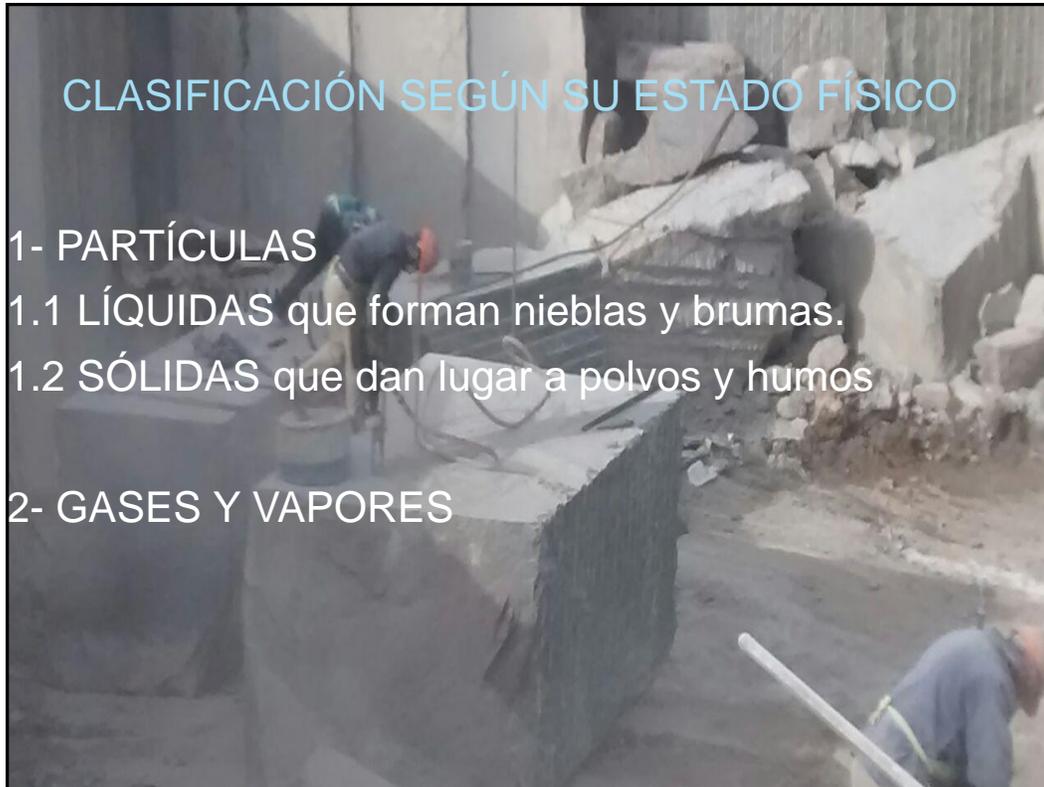


FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

CLASIFICACION DE LOS CONTAMINANTES DEL AIRE

SEGÚN SU ORIGEN:

- **PRIMARIOS:** se originan directamente en la fuente. Ejercen su acción tal y como sale de la fuente. Ej. SO_2
- **SECUNDARIO:** un contaminante primario reacciona en la atmósfera para dar una cont. secundario. SO_3 ;
- **Contaminante criterio:** Contaminantes que constituyen los principales parámetros de la calidad del aire. En el ámbito internacional se reconocen seis contaminantes criterio: ozono, monóxido de carbono, material particulado en suspensión, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y plomo.
- **Contaminantes fotoquímicos:** Contaminantes que se producen por la reacción de dos o más compuestos en presencia de la luz solar.



GASES Y VAPORES

- **GASES:** son aquellos que se encuentran como tales en las condiciones habituales de presión y temperatura y cuyo comportamiento se puede describir mediante las ecuaciones de los gases perfectos.
- **VAPORES:** Son sustancias gaseosas que están en equilibrio con la fase líquida o sólida en las condiciones habituales de presión y temperatura.

CLASIFICACIÓN SEGÚN SU COMPOSICIÓN QUÍMICA

- **SUSTANCIAS ORGÁNICAS** (Ej. Solventes Organicos, hidrocarburos, fibras de algodón)

- **SUSTANCIAS INORGÁNICOS** (Ej. oxidos de nitrógeno, partículas minerales)

Contaminantes gaseosos

Contaminantes gaseosos:

Tipo	Contaminante
Compuestos de azufre	SO ₂ ; H ₂ S
Compuestos con nitrógeno	Nox ;NH ₃
Compuestos orgánicos	Cetonas; aldehídos
Oxidos de carbono	CO;CO ₂
Halógenos	HCl; HF
Ozono (cont, en baja atmosfera)	O ₃

FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

Partículas

Importancia del diámetro:

- ▶ Partículas de diámetro mayor a 20 μm se eliminan del aire por gravedad
- ▶ PM10: PARTÍCULAS DE DIÁMETRO < A 10 μm
- ▶ PM2,5
- ▶ Procesos en los que se emiten partículas: centrales térmicas, fundiciones, cementeras y fabricas de cal: extracción y procesamiento, industria de la cerámica, fabricas de vidrio.

FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

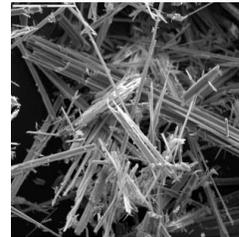
CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ESTADO FÍSICO

Partículas

Nanopartículas

Nanomateriales

- ▶ son materiales que contienen partículas con una o varias dimensiones externas entre 1 y 100 nanómetros (nm).
- ▶ 1 nanómetro = 0,000000001 metro



FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

EFFECTOS DE LOS CONTAMINANTES

Dependen de:

- Toxicidad del contaminante
- Concentration del contaminante en el aire
- Individuo
- Tiempo de exposición

Efecto puede ser:

- agudo
- crónico

EFFECTOS DE LOS CONTAMINANTES

- EFECTOS en el hombre.
- ADITIVOS
- INDEPENDIENTES
- SINÉRGICOS
- ANTAGÒNICOS

VIAS DE INGRESO:

- RESPIRATORIA
- DÉRMICA
- TRANSPLACENTARIA
- DIGESTIVA



EFFECTOS SOBRE OBJETOS

SO₂ y sulfatos atacan los materiales de construcción
El carbonato de calcio (mármoles) y
piedra caliza se transforman en sulfato
de calcio que es arrastrado por la
lluvia.



Fases de la contaminación del aire

Contaminantes **Medio: Transporte, transformación, dispersión y remoción**



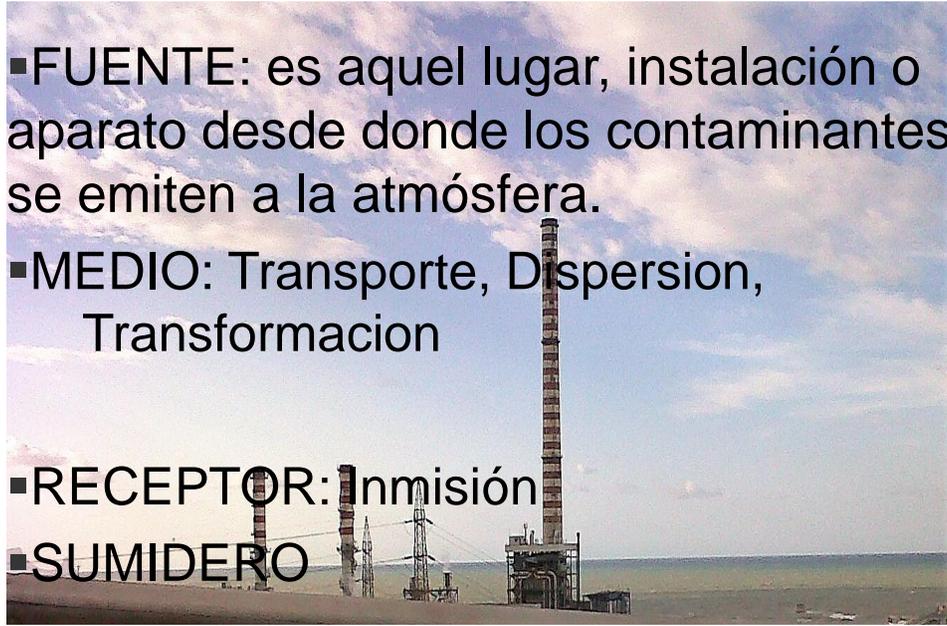
Fuente
(emisión)

Receptores
(inmisión, efectos)

Sumideros
(retención)

FASES DE LA CONTAMINACIÓN

- **FUENTE:** es aquel lugar, instalación o aparato desde donde los contaminantes se emiten a la atmósfera.
- **MEDIO:** Transporte, Dispersion, Transformacion
- **RECEPTOR:** Inmisión
- **SUMIDERO**



CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES Y EMISIONES

Fuentes SEGÚN SU UBICACIÓN EN EL ESPACIO

- **FIJAS**

Puntuales



Lineales



Area



CLASIFICACIÓN DE LAS FUENTES Y EMISIONES

Fuentes SEGÚN SU UBICACIÓN EN EL ESPACIO - _

FIJAS

MÓVILES

Fuentes

- ▶ SEGÚN SISTEMA DE CAPTACIÓN (Puntuales de Proceso,
- ▶ Fugitivas de Proceso o de Área: Fuentes esquivas o de difícil identificación que liberan cantidades indefinidas de sustancias gaseosas, por ejemplo: fugas de válvulas y juntas, aperturas de ventilación pasiva, etc.

FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

CLASIFICACIÓN DE LAS EMISIONES

Emisiones

- ▶ SEGÚN SU PREDECIBILIDAD (predecibles e impredecibles)
- ▶ SEGÚN SU CONTINUIDAD EN EL TIEMPO (continuos, intermitentes, periódicas, no periódicas)
- ▶ SEGÚN SISTEMA DE CAPTACIÓN:
 - Puntuales de proceso
 - Fugitivas de Proceso

FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

CLASIFICACIÓN DE LAS EMISIONES

SEGÚN SU CONTINUIDAD EN EL TIEMPO

- **Continuas:** cuando los contaminantes salen de la fuente en forma mas o menos continua, aunque pueda haber grandes variaciones temporales, tanto en calidad como en cantidad de sustancia emitida.
- **Intermitentes:** puede haber tiempos mas o menos largos durante los cuales no sale contaminante y otros durante los que si salen. Las intermitentes se dividen a su vez en periódicas y no periódicas.

FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

MEDIO

El medio es la atmósfera y en ella los contaminantes emitidos en las fuente sufren transporte, dispersión transformación.

CAPA LÍMITE O DE MEZCLA: puede alcanzar los 2000 metros (Pasquill y Smith)

- **TRANSPORTE:** la acción del movimiento del aire (viento medio) y desplaza al contaminante alejándolo de la fuente.
- **DISPERSIÓN:** es la mezcla del contaminante con los gases de la atmósfera a medida que se aleja de la fuente.
- **TRANSFORMACIÓN:** Cambio químico o físico que sufren las sustancias.

CAPA LÍMITE O DE MEZCLA

Si bien la atmósfera tiene varios centenares de kilómetros de altura, se puede suponer que los gases emitidos cerca del suelo, por ejemplo de una chimenea o del escape de un automotor, se dispersan dentro de la llamada capa límite.

Aprox. 500 – 2000 metros

FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

CAPA LÍMITE O DE MEZCLA

Es la capa mas baja de la atmósfera en la cual las propiedades del flujo de aire están determinadas por:

- La fricción aerodinámica contra el suelo.
- Por la estratificación por densidad (que es función de la temperatura y varía a los largo del día).
- Por el flujo de aire desde zonas calientes o frias.

FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

VIDA MEDIA DEL CONTAMINANTE EN LA ATMÓSFERA

Es el tiempo necesario para que la cantidad de contaminante existente en un momento dado se reduzca a la mitad.

- metano: de 7 a 10 años
- dióxido de azufre: 5 días
- metano: 0,4 años

FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

RECEPTOR

Todo ente que recibe un contaminante emitido a la atmósfera

- hombre
- animales
- plantas
- objetos



Unidades

► Gases y vapores:

Volumen/volumen ppm : partes por millón

Masa de contaminante/ volumen de aire=
microgramo / metro cúbico $\mu\text{g} / \text{m}^3$

► Partículas:

Masa de contaminante/ volumen de aire=
microgramo / metro cúbico $\mu\text{g} / \text{m}^3$

FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

Concepto de inmisión

Inmisión significa aspirar (atraer aire a los pulmones).

Los contaminantes se emiten desde las fuentes, en ellas medimos las **EMISIONES**.

Actúan sobre los receptores.

A las inmisiones las medimos donde estos se ubica. (**CALIDAD DE AIRE**).

FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

VARIABLES CLIMATOLÓGICAS

- VIENTOS → Transporte y dispersión
- LLUVIAS → Lavado
- INSOLACIÓN → Reacciones fotoquímicas
- TEMPERATURAS (Perfil vertical) → dispersión

PERFIL TÉRMICO DE LA ATMÓSFERA

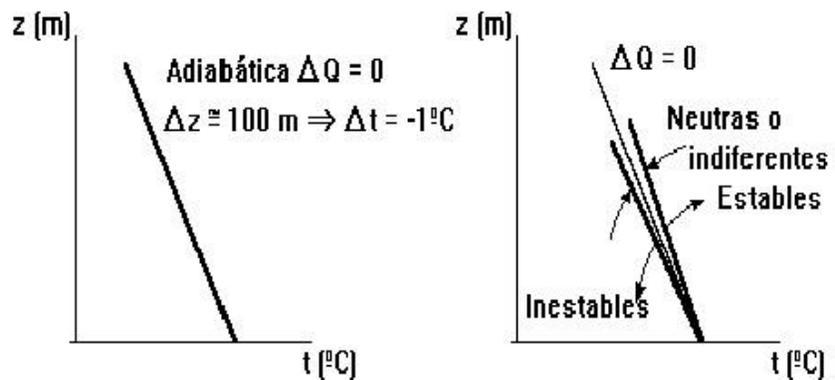
Si una masa gaseosa se eleva adiabáticamente en la atmósfera desde la superficie terrestre sufre un enfriamiento de 1°C cada 100 metros de elevación

PERFIL TÉRMICO DE LA ATMÓSFERA

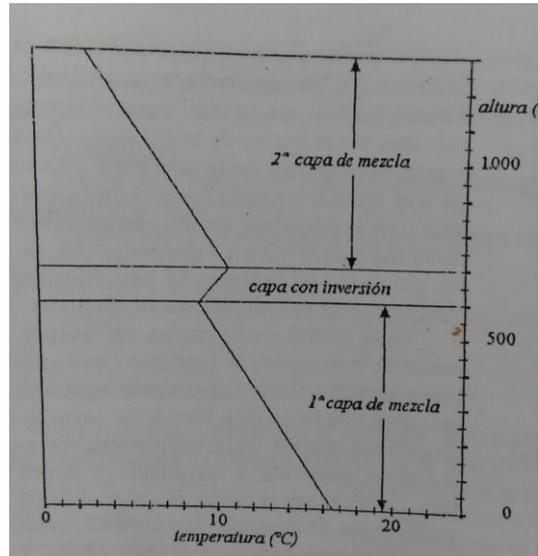
En función del perfil vertical de temperaturas de las capas de la atmósfera y teniendo en cuenta el comportamiento de una porción de aire, se clasifican las atmósferas en

- NEUTRAS
- ESTABLES
- INESTABLES

Perfiles Térmicos de la atmósfera



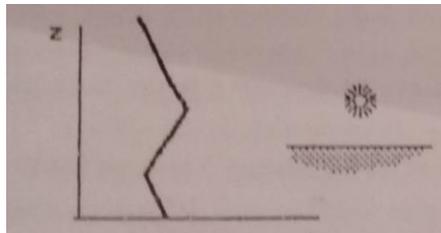
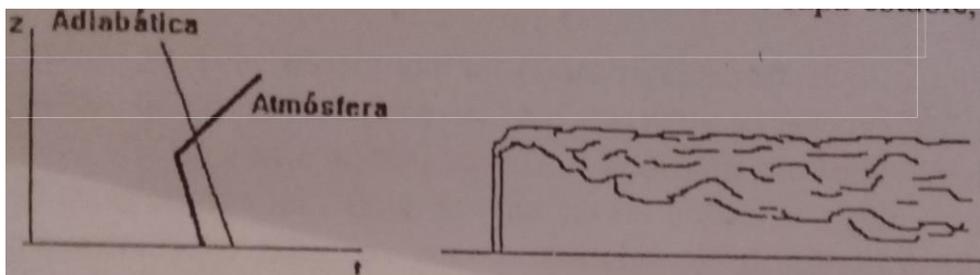
Inversión térmica por hundimiento



FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

Fumigación

- Una capa ESTABLE, Se encuentra por encima de otra neutra o inestable



FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

FACTORES QUE DETERMINAN LA CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTE EN UN PUNTO

- FUENTE. Cantidad y calidad de las emisiones
- Reacciones químicas y fotoquímicas
- VARIABLES CLIMÁTICAS
- TOPOGRAFÍA

MODELOS DE DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA

Es un modelo que trata de predecir cómo se dispersan los contaminantes en la atmósfera. Representa los fenómenos de transporte y dispersión que suceden en ella.

Fenómenos de contaminación

- Calentamiento Global: relacionado con los gases de efecto invernadero. Escala Global
- Acidificación o lluvia ácida: relacionada con emisiones de SO_2/NO_x _Escala Regional
- Smog fotoquímico: relacionada con emisiones de hidrocarburos, NO_2 . E. local.
- Disminución de ozono estratosférico

FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

Disminución de ozono estratosférico

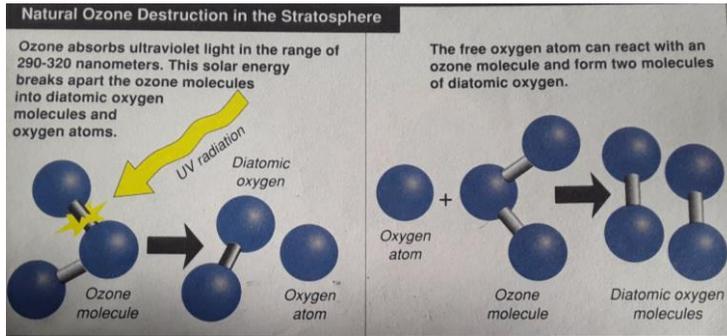
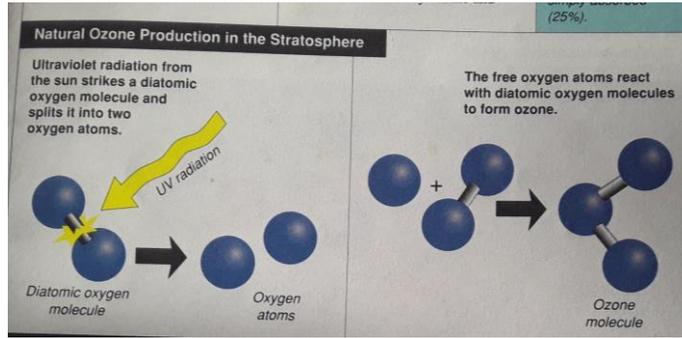
El ozono forma una capa en la estratosfera que es más delgada a la altura de los trópicos y aumenta en densidad hacia los polos.

El ozono se crea cuando la radiación ultravioleta (luz solar) llega a la estratosfera, disociando (o "separando") moléculas de oxígeno (O_2) para formar oxígeno atómico (O). El oxígeno atómico se combina inmediatamente con las moléculas de oxígeno para formar el ozono (O_3).

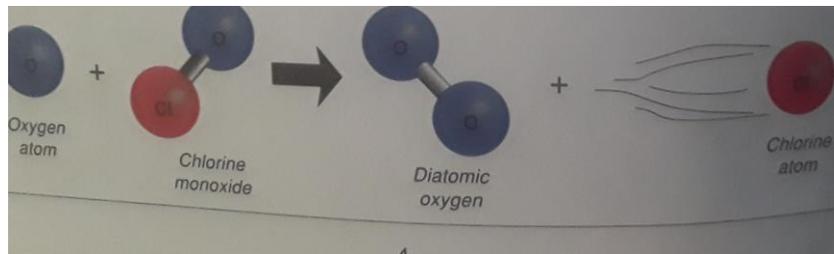
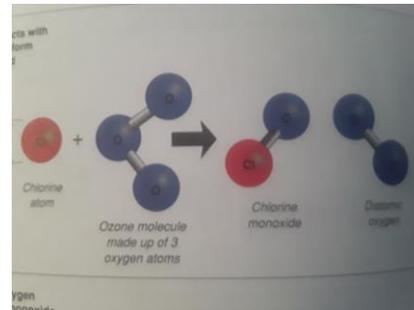
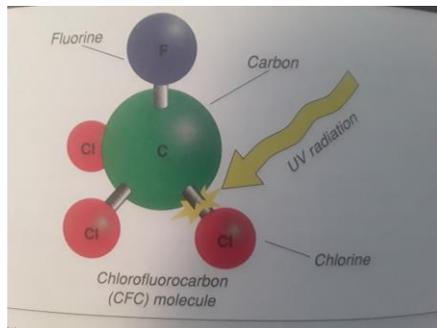
El ozono existente en un punto determinado sobre la superficie terrestre se mide en unidades Dobson (DU) – y se encuentra en general en 260 DU cerca de los trópicos y en mayor cantidad en el resto del mundo, aunque se dan grandes fluctuaciones estacionales. El agujero de ozono se define como la superficie de la Tierra cubierta por el área en la cual la concentración de ozono es inferior a 220 DU.

FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

Formación y destrucción natural de ozono estratosférico-Fuente:EPA-Environmental Protection Agency-US



Efecto del os CFCs-clorofluorocarbonos-Fuente:EPA-Environmental Protection Agency-US



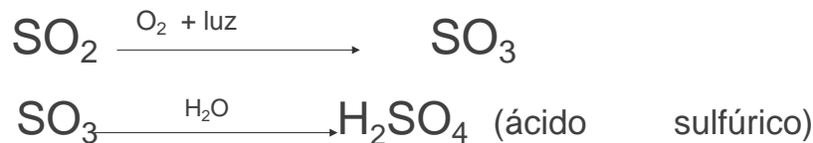
Disminución de ozono estratosférico

- El 16 de septiembre de 1987 se firmó el tratado conocido como el Protocolo de Montreal sobre las Sustancias que agotan la Capa de Ozono firmado por un grupo de países preocupados que se sintieron urgidos de ponerse a trabajar para resolver una crisis ambiental alarmante a nivel mundial: el agotamiento de la capa protectora de ozono que cubre la Tierra

FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

Lluvia ácida (a distancia de la fuentes)

- Cont. emitido por la fuente: SO_2/NO_x
- Reacción fotoquímica en la atmósfera:

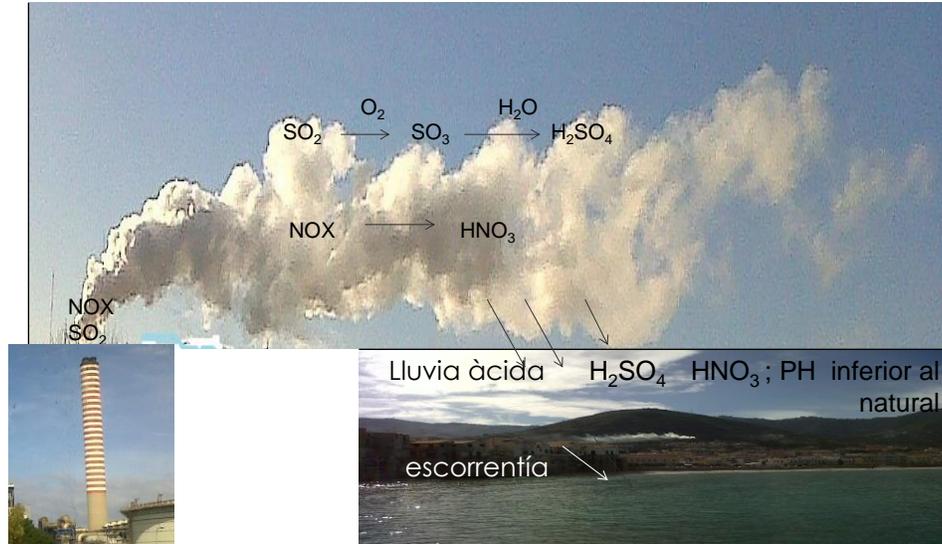


Los óxidos de nitrógeno son también generadores de lluvia ácida.



FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

Acidificación-Lluvia ácida



FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

Areas Urbanas y Suburbanas Smog

Smog tipo Los Angeles



O_3 + Hidrocarburos \longrightarrow Acetaldehídos + formaldehídos + acroleínas

Smog tipo Londres:

SO_2 + hollin + niebla



FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021



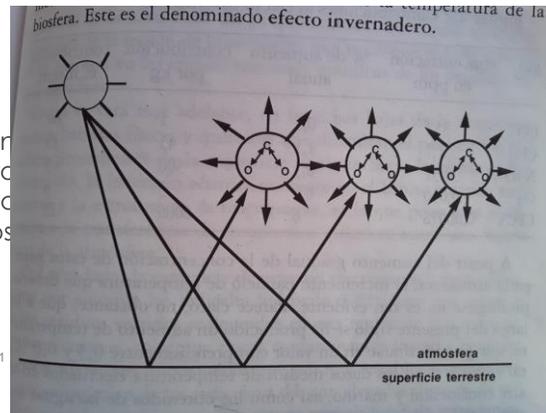
Efecto global **Calentamiento global**

- Los gases de efecto invernadero forman un “escudo” que atrapa localmente parte de la energía irradiada.
- Debido a ello las capas más bajas de la atmósfera se calientan, propiciando el calentamiento de la superficie del planeta. Las consecuencias, previstas por los expertos en climatología, son que se elevará de 1,4° C a 5,8°
- Gases de efecto invernadero:
 - CO₂-CH₄ (metano)-Oxido Nitroso (N₂O); Gases fluorados
- Acuerdos internacionales:

Protocolo de Kyoto (2005)

Acuerdo de París:

tiene como **objetivo** evitar que el incremento de la temperatura media global del planeta supere los 2°C respecto a los niveles preindustriales y además, promover esfuerzos adicionales para que el calentamiento global no supere los



FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

Tratados internacionales sobre cambio climático

:

Protocolo de Kyoto (2005):

Acuerdo de París (2015)

tiene como **objetivo** evitar que el incremento de la temperatura media global del planeta supere los 2°C respecto a los niveles preindustriales y busca, además, promover esfuerzos adicionales que hagan posible que el calentamiento global no supere los 1,5°C

FIUBA- 97-04- Ing. Mónica Bianucci-2C-2021

Ciclo biogeoquímico del carbono

