

Estado medio-ambiental de Santiago



El aire

Consecuencias sobre la salud del smog

- Inflama las vías respiratorias
- Disminuye la capacidad respiratoria.
- Irritación mucosas.

Interfiere con la habilidad del cuerpo para oponerse a la infección

Ciudadanos con condiciones cardíacas y respiratorias vinculadas con enfisemas, bronquitis y asma.

**MINISTERIO DE SALUD
ESTABLECE INDICE DE CALIDAD DEL AIRE PARA
DETERMINAR EL NIVEL DE CONTAMINACION
ATMOSFERICA**

El Índice de Calidad de Aire (ICA), se ha definido para describir la condición de peligrosidad de los contaminantes en relación con la exposición de las personas clasificándolo de acuerdo a la Resolución 369 del Ministerio de Salud, Subsecretaría de Salud de 1988.

Basándose en el índice desarrollado por la EPA (agencia de protección del ambiente) (IQA), el MS estableció el ICA local

Bueno	Escala de AQI de 0 a 50. Se considera la calidad del aire satisfactorio y la contaminación del aire es poca.
Moderado	Escala de AQI de 51 a 100. Se considera la calidad del aire es aceptable. Algunos individuos podrían ser afectados y deben considerar los efectos a la salud de acuerdo al contaminante.
Insalubre a grupos sensitivos	Escala de AQI de 101 a 150. Ciertos grupos son sensitivos y los efectos de la contaminación pueden ser dañinos a la salud. Algunos individuos pueden ser más sensitivos a algunos contaminantes. El público en general no necesariamente puede ser afectado.
Insalubre	Escala de AQI de 151 a 200. Toda la población puede presentar efectos a la salud. Los grupos sensitivos podrían tener efectos más serios a la salud.
Bien Insalubre	Escala de AQI de 201 a 300. Significa un alerta a la comunidad. El público en general puede experimentar efectos a la salud.
Peligroso	Valores de AQI sobre 301. Valores en esta escala activa condiciones de emergencia. La población en general puede experimentar efectos serios a la salud.

El índice de Calidad de Aire se estima por separado para los principales Gases presentes. A la fecha se han establecido valores de cálculo para ICAG para los siguientes gases contaminantes, O₃, SO₂, NO₂, y CO.

ICA	CO [ng/m ³ N] Promedio 8 [hr]	SO ₂ [µg/m ³ N] Promedio 24 [hr]	NO ₂ [µg/m ³ N] Promedio 1 [hr]	O ₃ [µg/m ³ N] Promedio 1 [hr]
0	0	0	0	0
100	10	250	470	120
500	40	3924	3000	1000

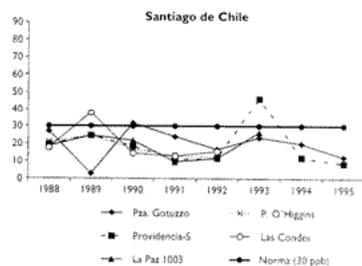


FIGURA 3. EVOLUCIÓN DEL PROMEDIO ARITMETICO ANUAL DE BIXIDO DE AZUFRE EN PPB EN LAS ZONAS METROPO-



FIGURA 5. EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE VECES DE EXCEDENCIA DE LA NORMA HORARIA DE OZONO (11 PPB) EN

Se establece como índice de **Calidad del Aire referido a Partículas (ICAP)** a la concentración de Material Particulado de Tamaño Menor 10um (MP 10) (ahora MP 2,5) determinada por la Red de Monitoreo Automática.

ICAP	PM10 ug/m3 (24 horas)
0	0
100	150
500	330

INDICE	CALIFICACION
0-100	Bueno
101-200	Regular
201-300	Malo
301-400	Crítico
401-500	Peligroso

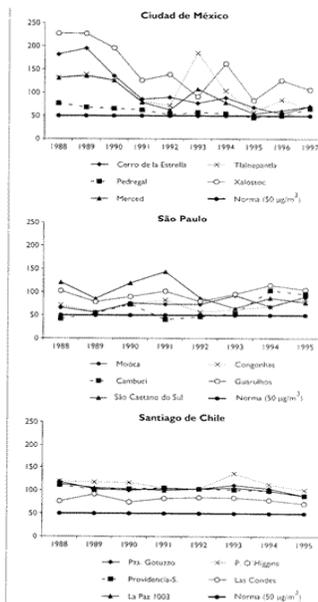
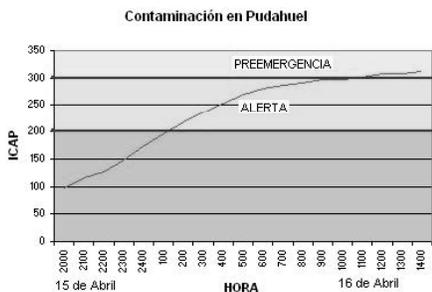


FIGURA 2. EVOLUCIÓN DEL PROMEDIO ARITHMETICO ANUAL DE PM₁₀ EN UG/M³ EN LAS ZONAS METROPOLITANAS DE LA CIUDAD DE MEXICO, SÃO PAULO Y SANTIAGO DE CHILE, 1988-1997

A partir de los valores de los índices se establecen las medidas para enfrentar la contaminación ambiental (**Alerta, Preemergencia y Emergencia Ambiental, o plan de contingencia ambiental**).



El Modelo Cassmassi



Índice ICAP	Categoría	Episodio
0 - 100	Bueno	Bueno
101 - 200	Regular	Regular
201 - 300	Malo	Alerta
301 - 400	Crítico	Preemergencia
401 - 500	Peligroso	Preemergencia

•A partir de los registros presentes (24 hrs), el modelo pronostica el valor máximo de concentración promedio de material particulado respirable (MP10), para el período de 00 a 24 horas del día siguiente en cada una de las estaciones de la red MACAM-2

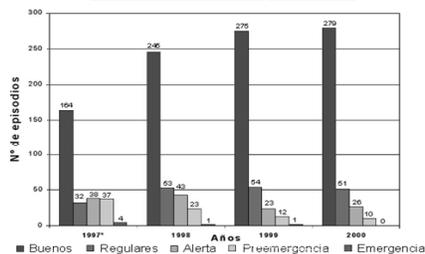
•Según el pronóstico se estima las medidas ambientales a tomar

El uso de un modelo de pronóstico implica:



Que la declaración de un episodio por parte de la autoridad no significa que el aire haya empeorado, sino que podría llegar a empeorar.
Es decir, los episodios se decretan en forma **preventiva** para evitar alcanzar los índices pronosticados, y así proteger la salud de la población.

N de eventos registrados



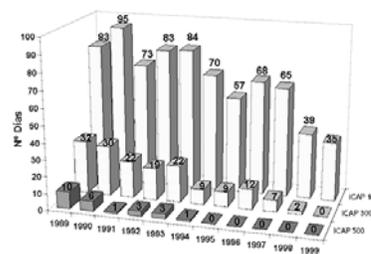
% eficiencia predicción

NIVEL	CASSMASSI	MNEURONAL
Bueno a Regular	80%	96%
Alerta	30%	52%
PreEmergencia	25%	50%
GLOBAL	71%	88%

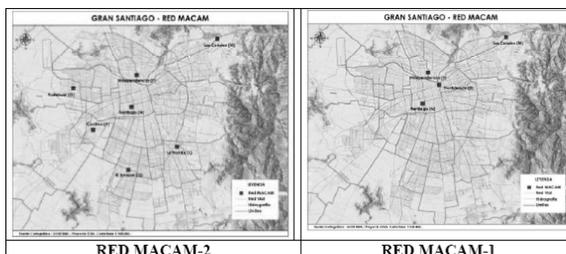
El problema ocurre cuando el modelo no es capaz de advertir un evento

REDES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE

El establecimiento de los niveles de contaminación se obtienen a partir de la Red de Monitoreo Automática de Contaminantes Atmosféricos (**MACAM-2**), compuesta inicialmente por ocho estaciones, todas ellas con monitores continuos de material particulado MP10 y monitores de gases. La estación Providencia dejó de operar el año 2003.



Evolución de la cantidad de días sobre 100, 300 y 500 ICAP, en las estaciones históricas de la red MACAM-2 entre 1989 y 1999



Fuente: SEREMI de Salud RM- CONAMA Metropolitana

Medición de la calidad del aire

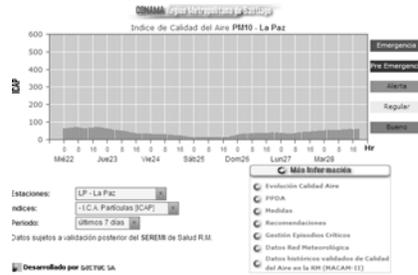
Tabla 4: Red actual de monitoreo (MACAM2)

CODIGO ESTACION	F	L	M	N	O	P	Q
Nombre	La Paz	La Florida	Las Condes	P. O'Higgins	Pudahuel	Cerrillos	El Bosque
Año Puesta en Marcha	1988	1997	1988	1988	1997	1997	1997
Contaminantes Medidos Actualmente	CO, SO ₂ , O ₃ , MP10	CO, SO ₂ , O ₃ , MP10, MP2,5	CO, SO ₂ , NOx/NO ₂ , O ₃ , MP10, MP2,5, α, β	CO, SO ₂ , O ₃ , MP10, MP2,5, α, β, Nitrato, Sulfato	CO, SO ₂ , NOx/NO ₂ , O ₃ , MP10, MP2,5, α, β	CO, SO ₂ , NOx/NO ₂ , O ₃ , MP10, α	CO, SO ₂ , O ₃ , MP10

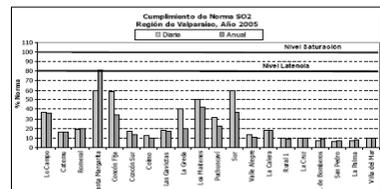
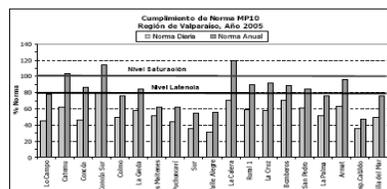
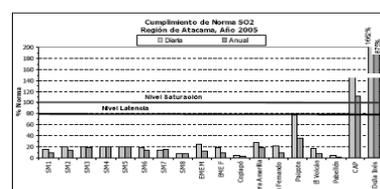
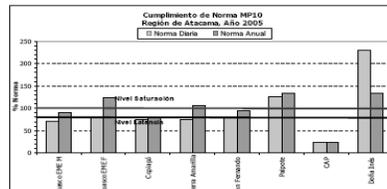
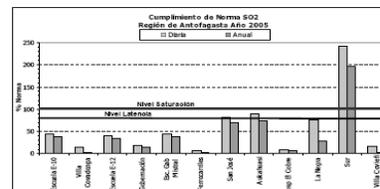
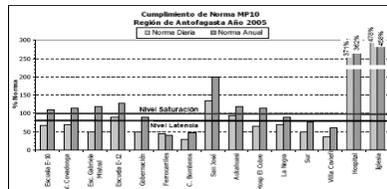
Fuente: SEREMI de Salud RM- CONAMA Metropolitana
 α: CH₄ (metano) y NMH (hidrocarburos no metánicos)
 β: carbono orgánico y total del material particulado MP2,5



Todas las estaciones de la red MACAM-2 son operadas por la SEREMI de Salud de la Región Metropolitana (ex SESMA), y están conectadas en forma remota con esta institución y con CONAMA Metropolitana.



Medición de la calidad del aire, algunos registros fuera de Santiago



Planes de Contingencia ambiental

- No existen criterios únicos a nivel internacional para definir las situaciones de contingencia ambiental.
- Cada país determina sus estándares considerando
 - situación ambiental específica del país
 - factores particulares



Historia de las medidas de Contingencias ambientales en Chile

En 1986 se tomó la primera medida para restringir las emisiones de contaminantes a la atmósfera con el establecimiento de la restricción vehicular en el Santiago por parte del Ministerio de Transportes.



El segundo paso llegó en mayo de 1990 con la restricción al funcionamiento de las fuentes contaminantes de las industrias por parte del Ministerio de Salud.



Actualmente, existe un **sistema de medidas integradas y definidas** para enfrentar los períodos en que la cuenca de Santiago presenta escasa ventilación (otoño-invierno) (inversión térmica) y por lo tanto elevados índices de contaminación.

Contingencias ambientales

Las medidas son establecidas en base a criterios acorde al nivel de contaminación.



Las medidas se agrupan en 3 planes de contingencia ambiental, cada uno con grados crecientes de restricción: Alerta, preemergencia y emergencia.



En este sistema interactúan y se coordinan distintas entidades públicas y académicas encabezadas por la Intendencia Metropolitana (Gobierno Regional dependiente del Ministerio del Interior) con el objetivo de tomar las medidas que la ley establece para estos casos

Medidas del plan de contingencia ambiental

Alerta Ambiental

- Restricción Vehicular. Vehículos convencionales (no catalíticos): cuatro dígitos.
- Se prohíbe el funcionamiento de todo tipo de chimeneas que utilicen combustibles sólidos (leña, carbón, aserrín, etc.), destinadas a la calefacción de viviendas y establecimientos públicos y privados, estén o no provistas de doble cámara de combustión en toda la Región Metropolitana.
- Los directores de establecimientos educacionales están facultados para suspender las actividades de Educación Física en prebásica y primer subciclo básico (1° y 2° básico), según lo dispuesto por la Secretaría Regional Ministerial de Educación de la Región Metropolitana.

Preemergencia

- Se aplica las restricciones de un estado de alerta ambiental (Restricción Vehicular y se prohíbe el funcionamiento de todo tipo de chimeneas que utilicen combustibles sólidos).
- A partir de las 23 horas del día que se decreta la preemergencia y por 24 horas que pueden ser renovables, deben:
 - Paralizar las fuentes fijas y estacionarias emisoras de contaminantes atmosféricos que figuran en el listado establecido para tal efecto, excluyéndose aquellas que acrediten mediante mediciones isocinéticas anuales, que sus concentraciones de material particulado son inferiores a $32 \text{ mg/m}^3\text{N}$.

Emergencia

- Se aplica las restricciones de un estado de alerta ambiental (Restricción Vehicular y se prohíbe el funcionamiento de todo tipo de chimeneas que utilicen combustibles sólidos).
 - Se incluye en la restricción Vehicular, vehículos convencionales (no catalíticos): ocho dígitos. Vehículos catalíticos: cuatro dígitos.
- A partir de las 23 horas del día que se decreta la emergencia y por 24 horas que pueden ser renovables, deben:
 - Paralizar las fuentes fijas y estacionarias emisoras de contaminantes atmosféricos que figuran en el listado establecido para tal efecto, excluyéndose aquellas que acrediten mediante mediciones isocinéticas anuales, que sus concentraciones de material particulado son inferiores a $28 \text{ mg/m}^3\text{N}$.

En general, todos estos gases forman parte natural de la atmósfera y participan en la mantención de la temperatura de la tierra

Efecto invernadero

Fenómeno por el cual determinados gases, que son componentes de la atmósfera, retienen parte de la energía que el suelo emite luego en forma de calor luego de haber sido calentado por la radiación solar

Es el mecanismo que permite mantener el balance radiativo de la tierra en una temperatura promedio constante de 13 grados aprox.



Mecanismo

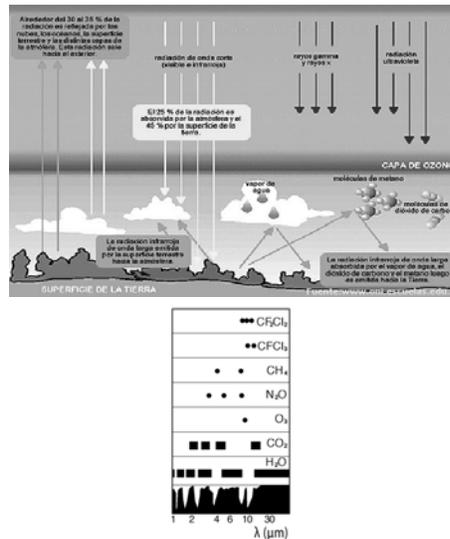
La atmósfera es casi transparente a la radiación de onda corta, pero **absorbe la mayor parte de la radiación de onda larga emitida por la superficie terrestre.**



GASES INVERNADEROS



Estos gases de invernadero absorben y reemiten la radiación de onda larga, devolviéndola a la superficie terrestre, causando el aumento de temperatura, fenómeno denominado **Efecto Invernadero.**



Los denominados gases de efecto invernadero o gases invernadero, responsables del efecto descrito, son:

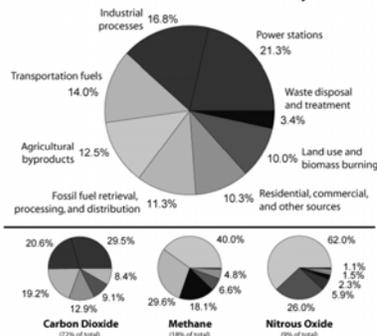
- a. Vapor de agua (H₂O).
- b. Dióxido de carbono (CO₂).
- c. Metano (CH₄).
- d. Óxidos de nitrógeno (NO_x).
- e. Ozono (O₃).
- f. Clorofluorocarburos (*artificiales*).

**Estratosférico
Troposférico**

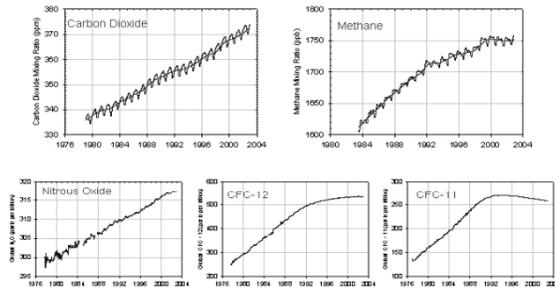
Como hemos visto los gases invernadero pueden ser alterados por la acción humana.

Para conocer la importancia del impacto humano debemos conocer la variación natural de los elementos involucrados

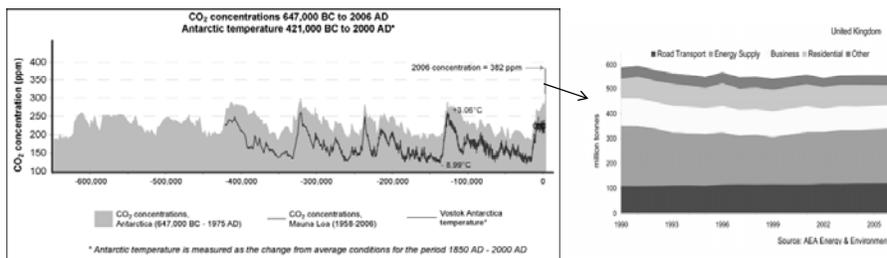
Annual Greenhouse Gas Emissions by Sector



Global Trends in Major Greenhouse Gases to 1/2003

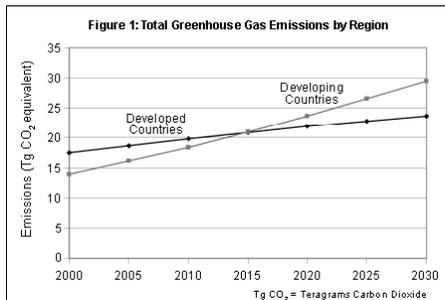
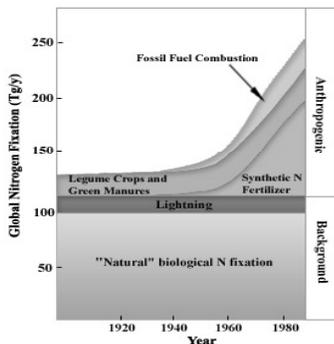
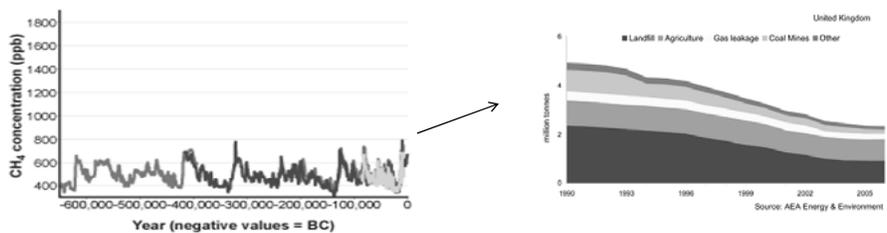


Global trends in major long-lived greenhouse gases through the year 2002. These five gases account for about 97% of the direct climate forcing by long-lived greenhouse gas increases since 1750. The remaining 3% is contributed by an assortment of 10 minor halogen gases, mainly HCFC-22, CFC-113 and CO_2 .



* Antarctic temperature is measured as the change from average conditions for the period 1850 AD - 2000 AD

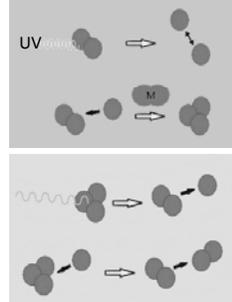
CH₄ concentrations 648,679 BC to 346 BC



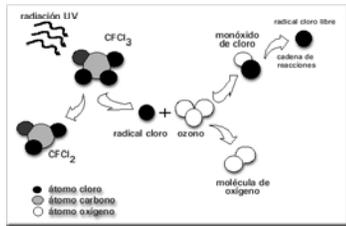
Debido a que contribuye a la mantención de la Temperatura del planeta, al OZONO se le considera gas invernadero.



La luz ultravioleta participa en la formación y destrucción del ozono, de este modo el ozono consume la radiación UV (< 290 nm) que ingresa a la tierra (FILTRO UV)



Un equilibrio dinámico



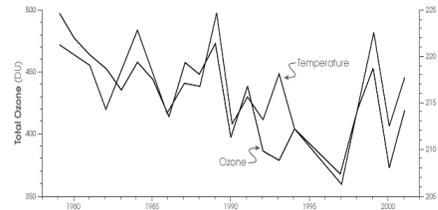
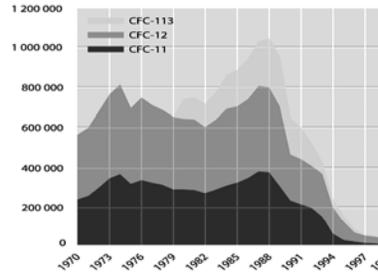
El ozono se descompone a través de la acción de los llamados clorofluorocarbonos o CFC, el equilibrio se destruye

La producción mundial de los tres CFC principales alcanzó su punto máximo alrededor de 1988 y desde entonces ha descendido hasta niveles muy bajos



Depresión de la capa de ozono

Entre sus consecuencias se asocia un **enfriamiento** de la estratósfera en concomitancia con el aumento de la temperatura en la tropósfera por acción del efecto invernadero

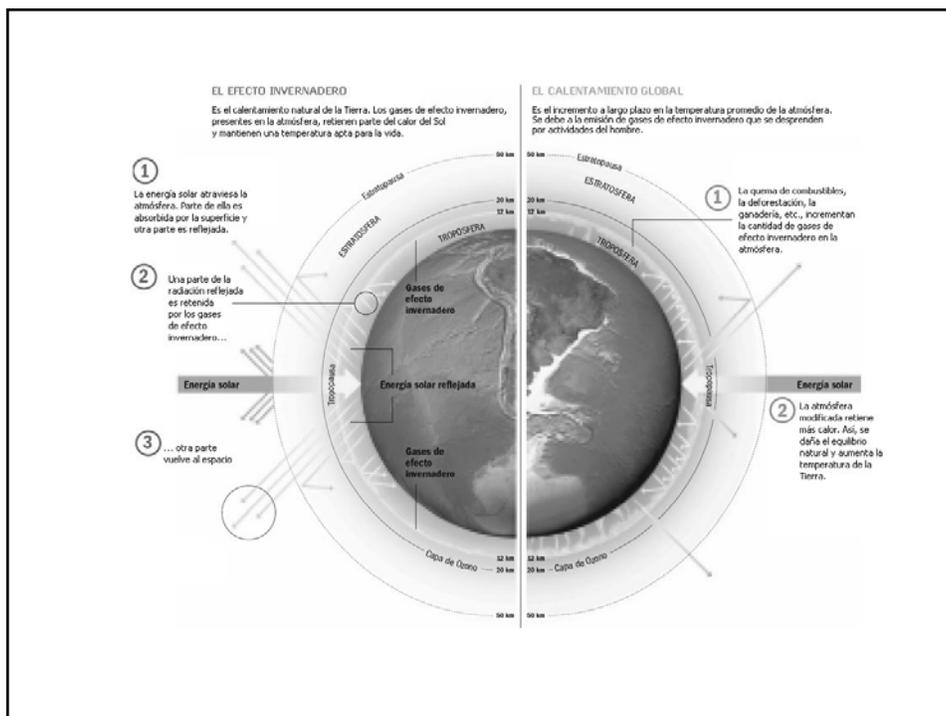
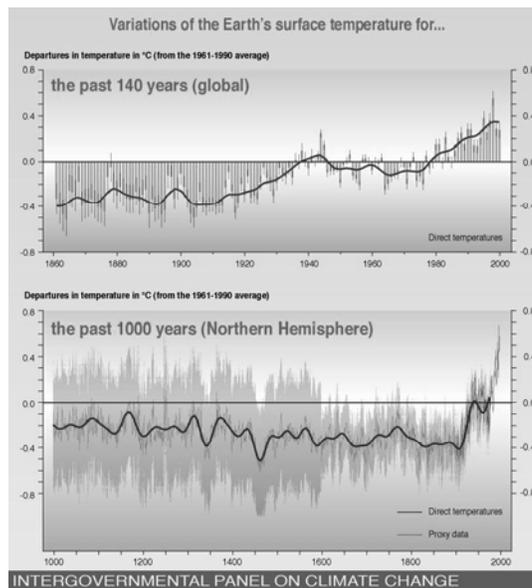


EL EFECTO INVERNADERO TIENE UN EFECTO COMPLEJO SOBRE EL PLANETA

La consecuencia inevitable del aumento en la concentración de gases invernaderos corresponde al **incremento en la temperatura media global**



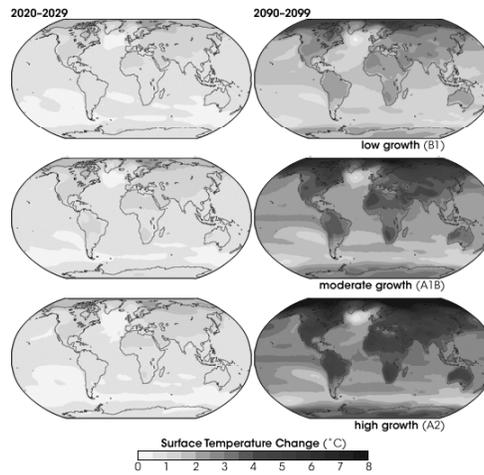
Calentamiento Global



En términos regionales este es el panorama hacia el 2100

La distribución irregular de temperaturas a causa del efecto invernadero traería consigo una alteración del movimiento de las masas de aire del planeta, actualmente más o menos regular, produciendo cambios globales del clima.

La traducción de estos cambios serían climas más húmedos cerca del Ecuador, y más secos cuanto más al Norte del planeta



CAMBIO CLIMATICO GLOBAL

Variación global del clima de la Tierra. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo, y ocurren sobre todos los parámetros climáticos: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etcétera

