

VULNERABILIDAD DE ACUÍFEROS

EL DETERIORO DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE EN EL SIGLO XXI

2005

Mario Valencia Cuesta
Hidrogeólogo
AGUAS SUBTERRÁNEAS LTDA.
aguassubterraneas@gmail.com
www.aguassub.com



EL DETERIORO DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE EN EL SIGLO XXI

CONTENIDO

1. **Deterioro Ambiental del Siglo XX al XXI**
 - 1.1. El Agua Subterránea en La Sabana de Bogotá
 - 1.2. Otros Escenarios Ambientales:
 - 1.2.1. La Ciudad de Bogotá
 - 1.2.2. El Río Bogotá
2. **Otros Elementos del Deterioro Ambiental**
 - 2.1. Deterioro del Aire
 - 2.2. Contaminación del Agua
3. **El Cambio Climático y sus Consecuencias Ambientales**
 - 3.1. Salinización de Acuíferos
 - 3.2. Secamiento y Contaminación de Páramos
 - 3.3. Otros Efectos Ambientales
4. **Conclusiones**
5. **Las Alternativas**

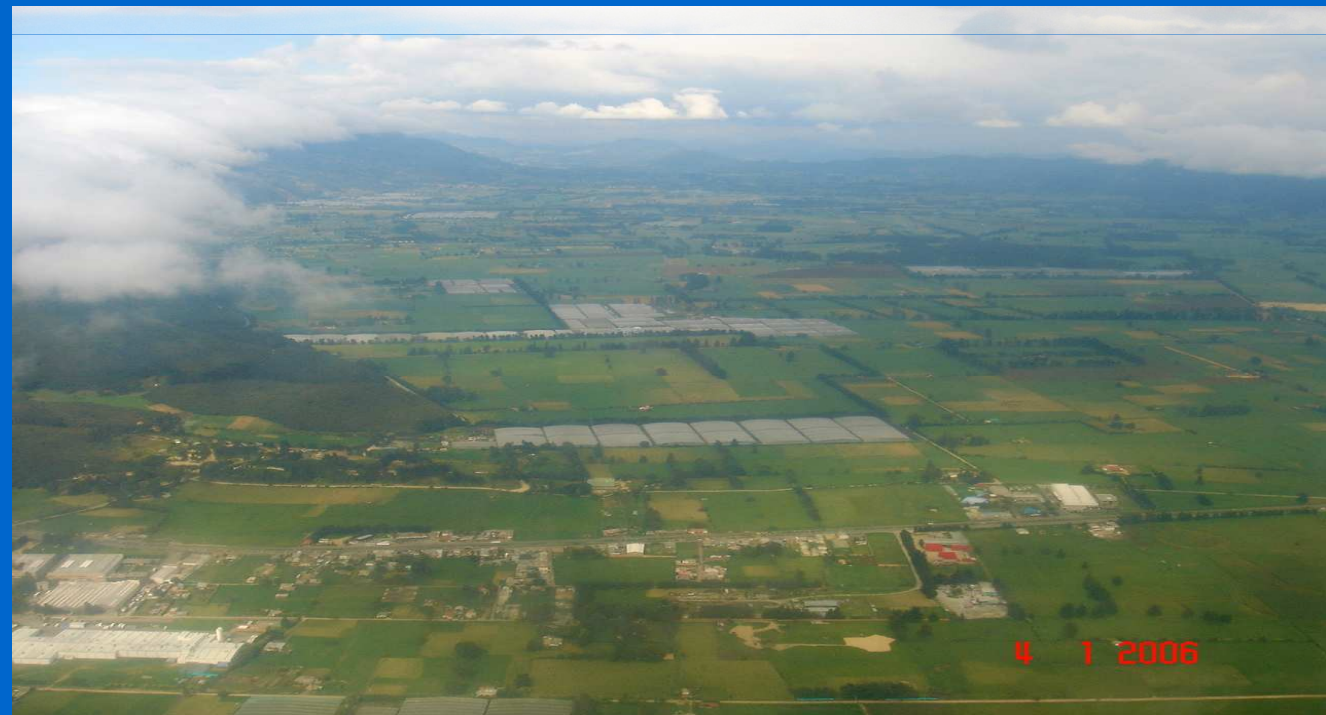
Mario Valencia Cuesta
Aguas Subterráneas Ltda.



EL DETERIORO DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE

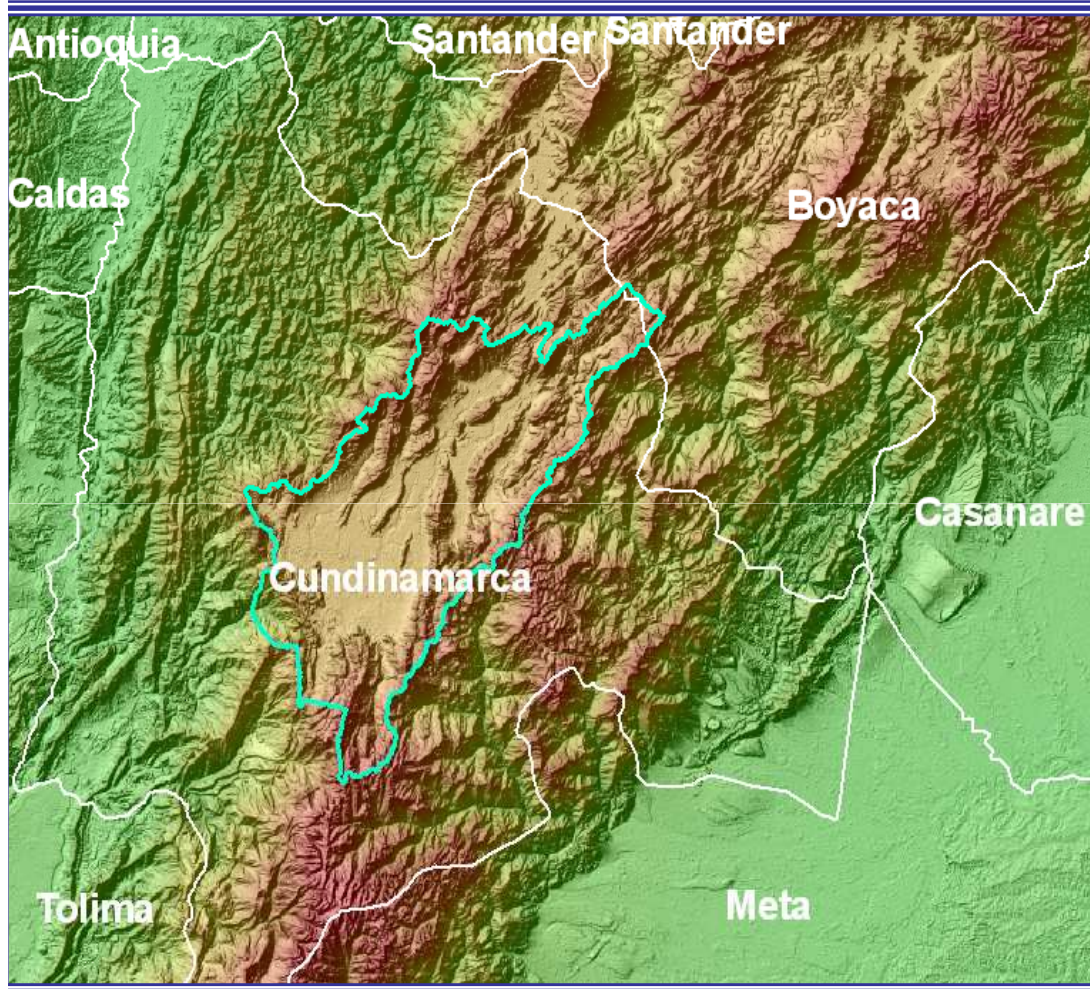
1.0. Deterioro Ambiental del Siglo XX al XXI

1.1. El Agua Subterránea en La Sabana de Bogotá



AGUA Y MEDIO AMBIENTE EN EL SIGLO XXI

La Sabana de Bogotá



Sistema Acuífero de la Sabana de Bogotá:
Formaciones Sabana y Subachoque del Neógeno Cuaternario, la Formación Cacho del Paleógeno y el Grupo Guadalupe del Cretácico.

La Sabana de Bogota en Cifras Generales:

-**Extensión** aproximada de 90 x 40 kilómetros = 3.600 km²

-**Población** = 10 millones de personas = (el 25% de la población de Colombia)

Riqueza = Genera el 26% del PIB nacional.

- **Aguas Subterráneas:**

- Pozos Profundos = 7.000

-Caudales = Entre 0,5 y > 50 LPS

-- **Cifras de Consumo Aproximadas =**

= **7.000** pozos X (3 lps x 3,6

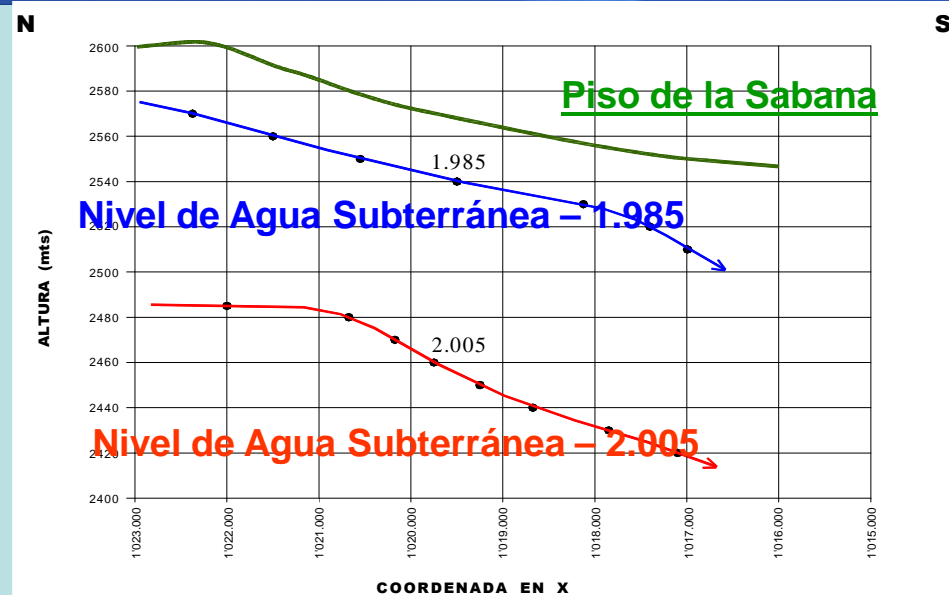
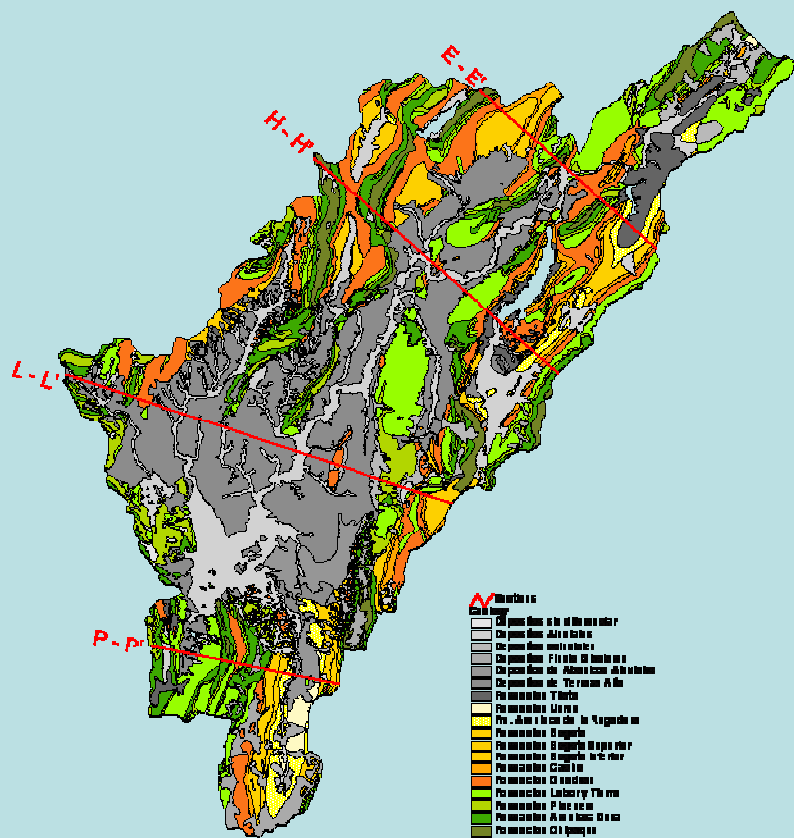
m³/1lps) x 12 horas/día x 250 días

Calculado = 226 MM m³ vs.

Estimado = 150 MM m³.

VARIACION DE NIVELES POTENCIOMETRICOS EN 20 AÑOS (1.985 - 2.005)

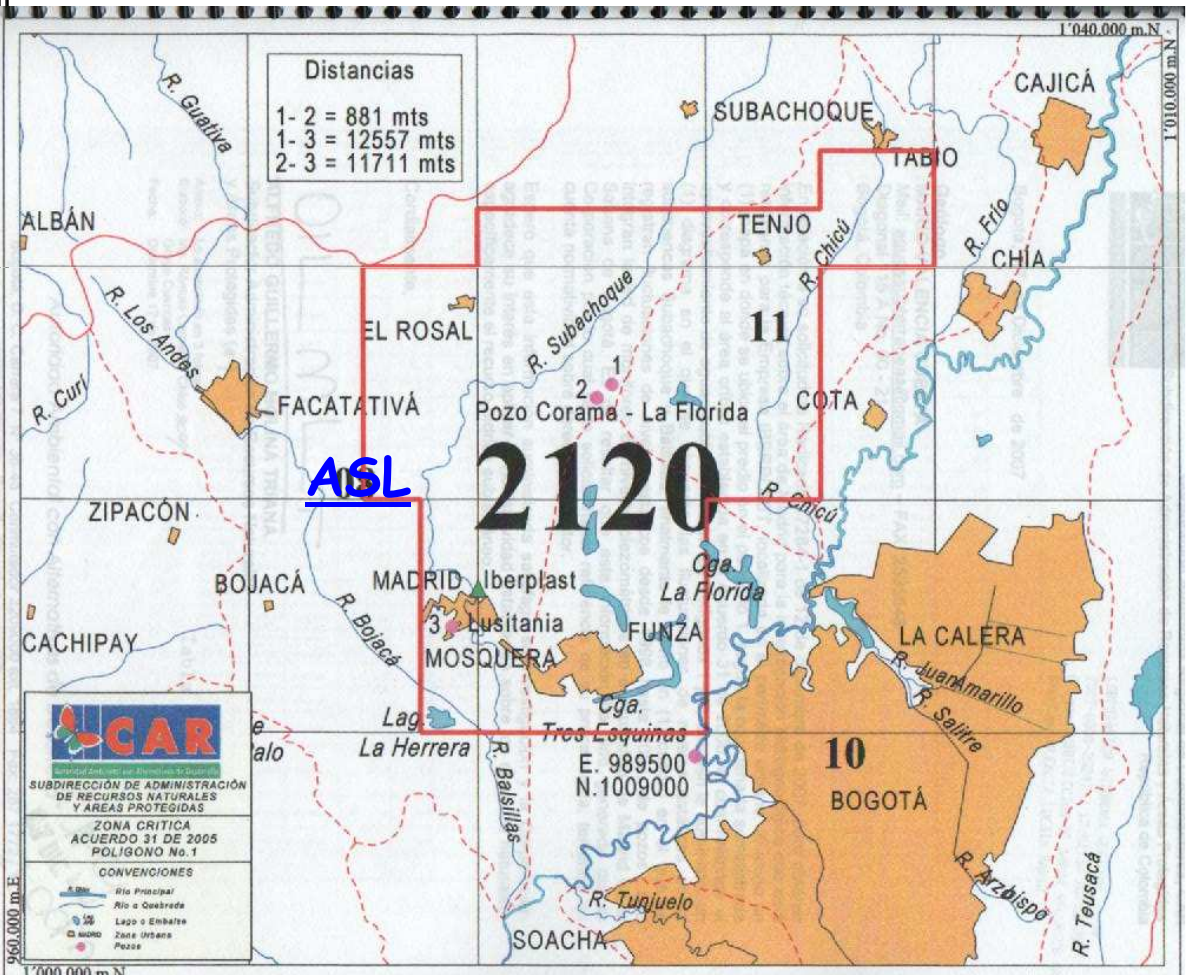
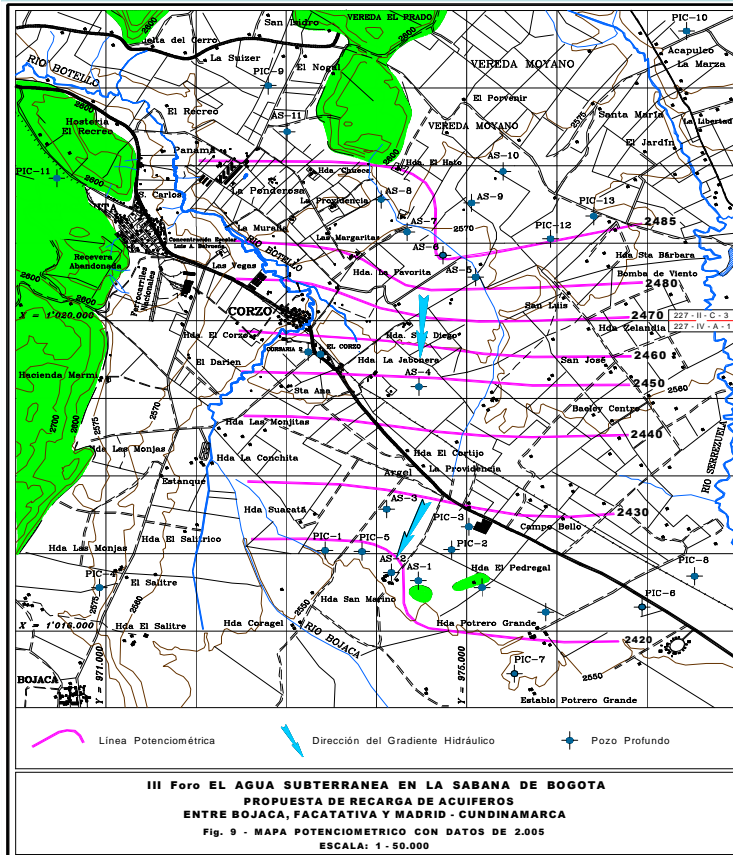
Extremo Occidental de la Sabana de Bogotá, Area de Madrid (El Corzo)



AGUA Y MEDIO AMBIENTE EN EL SIGLO XXI

El Decaimiento de las Aguas Subterráneas en la Sabana de Bogotá

Conclusiones de la CAR (ZONA CRÍTICA)



Conclusiones de AGUAS SUBTERRÁNEAS LTDA.

Se agudiza el Descenso del Agua Subterránea en el siglo XXI

EL NUEVO ESCENARIO AMBIENTAL DE LA SABANA DE BOGOTÁ

Las Huellas del Deterioro del Paisaje Tradicional de la Sabana de Bogotá



QUEMAS



HELADAS

Otros Elementos Nuevos en el Paisaje Sabanero



Urbanización



Industrialización

Consecuencias:
Disminución de las Reservas de Agua Superficiales y Subterráneas, y Contaminación Química del Agua



EL DETERIORO DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE

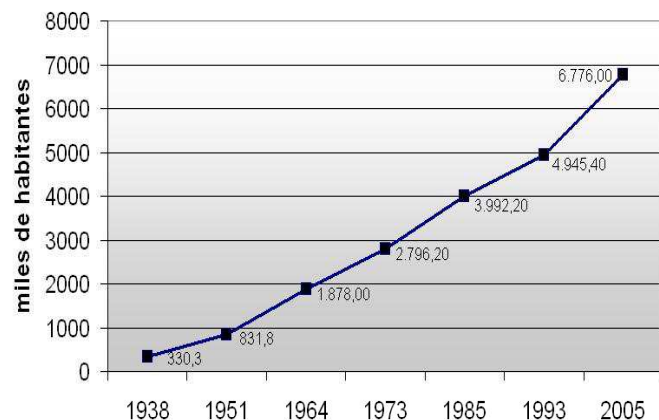
1.0. Deterioro Ambiental del Siglo XX al XXI

1. 2. Otro Escenario Ambiental: La Ciudad de Bogotá



Crecimiento y Contaminación

Población de Bogotá



CENSOS DE POBLACION EN COLOMBIA

Año	No. de Habitantes	Año	No. de Habitantes
1905 (a)	4.143.632	1951	11.548.172
1912	5.072.604	1964	17.484.508
1918	5.855.077	1973 (c)	22.915.229
1928 (b)	7.851.000	1985	29.265.499
1938	8.701.816	1993	33.109.840

AÑO	Nº AUTOMOVILES	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL	INDICE
1912	103		100
1918	150	7.6	145.6
1923	360	28.0	349.5
1926	892	49.3	866.0
1927	1100	23.6	1068.0
1940	4899	26.4	4756.3
1941	7764	58.4	7535.0
1950	11884	5.9	11.537.9

**“Toda
Actividad
Humana
Genera
Residuos e
Impactos
Ambientales”**

Fuente: Zambrano.

DETERIORO DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE EN EL SIGLO XXI

TRANSFORMACION DE BOGOTÁ



BOGOTA- 1900: Aire Diáfano



BOGOTA – 1.950: Modernismo



- SIGLO XXI:
- 2.008: Polución,
Ruido

BOGOTA – 2.008





Contaminación del Agua Superficial y Subterránea

Estudios de impactos en salud

Procedencia del Agua: El río Bogotá

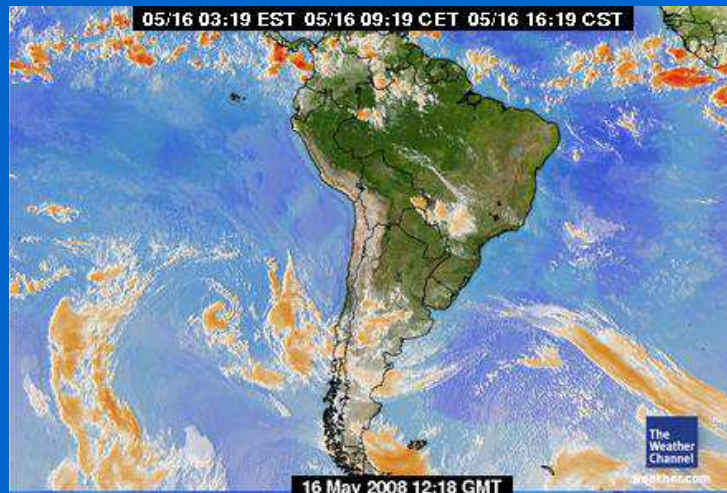
- 1995. Bosa: organoclorados en hortalizas.
- 1995. Análisis de agua de riego: Metales pesados (plomo y mercurio), organoclorados ((BHC, lindano) y organofosforados (etil y metil parathión y parathión).
- 2000. Estudio de 57 parcelas de Bosa.
 - En el agua de riego:
 - ✓ Niveles de **romo** superiores a los valores permisibles.
 - ✓ Trazas de **arsénico, mercurio, plomo, organoclorados, carbamatos y organo fosforados.**
 - En hortalizas:
 - ✓ En todas las muestras analizadas: **Arsénico, plomo, cadmio y mercurio.**
 - ✓ Restos de **organoclorados en cultivos** de brócolis, acelgas y rábanos.
 - En suelos:
 - ✓ 60 % de las muestras: **organoclorados y romo** en niveles máximos.

EL DETERIORO DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE EN EL SIGLO XXI

2.0. Otros Elementos del Deterioro Ambiental

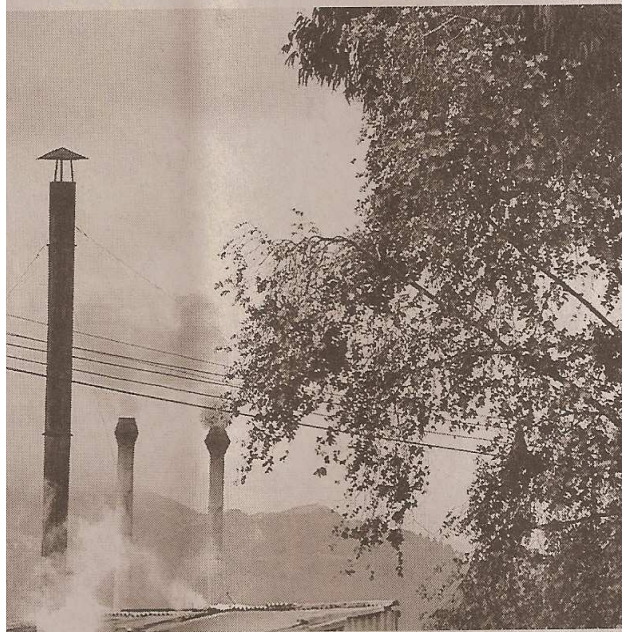
2.1. La Contaminación del Aire

2.2. Sus Efectos en el Agua



EL DETERIORO DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE EN EL SIGLO XXI

2.1. EL AIRE, LA FUENTE DE LA VIDA



Archivo / EL TIEMPO

de carbón se identifican fácilmente por sus chimeneas con humo negro.

Fuentes de material particulado o PM10 (hollín)

Tipo de fuente	PM10 (Toneladas día)
Industrias	13
Buses y busetas	3
Camiones	2
Motos	1
Vehículos particulares	0,15
Taxis	0,3

Fuente: Centro Investigaciones Ingeniería Ambiental U. Andes

71

microgramos por metro cúbico es la concentración de material particulado que tuvo en promedio la ciudad en el 2007. La Organización Mundial de Salud tiene como límite, 50.

Beijing, sede de los juegos Olímpicos 2008

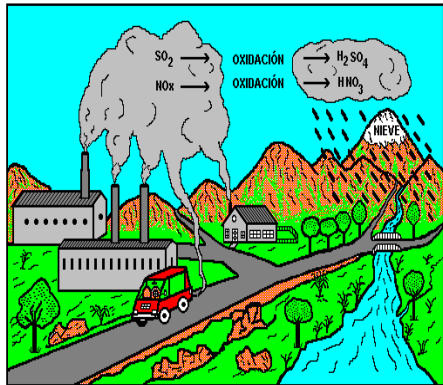


NECESIDADES VITALES:

- AGUA = 3 días
- Y
- AIRE = 3 minutos

AGUA Y MEDIO AMBIENTE EN EL SIGLO XXI

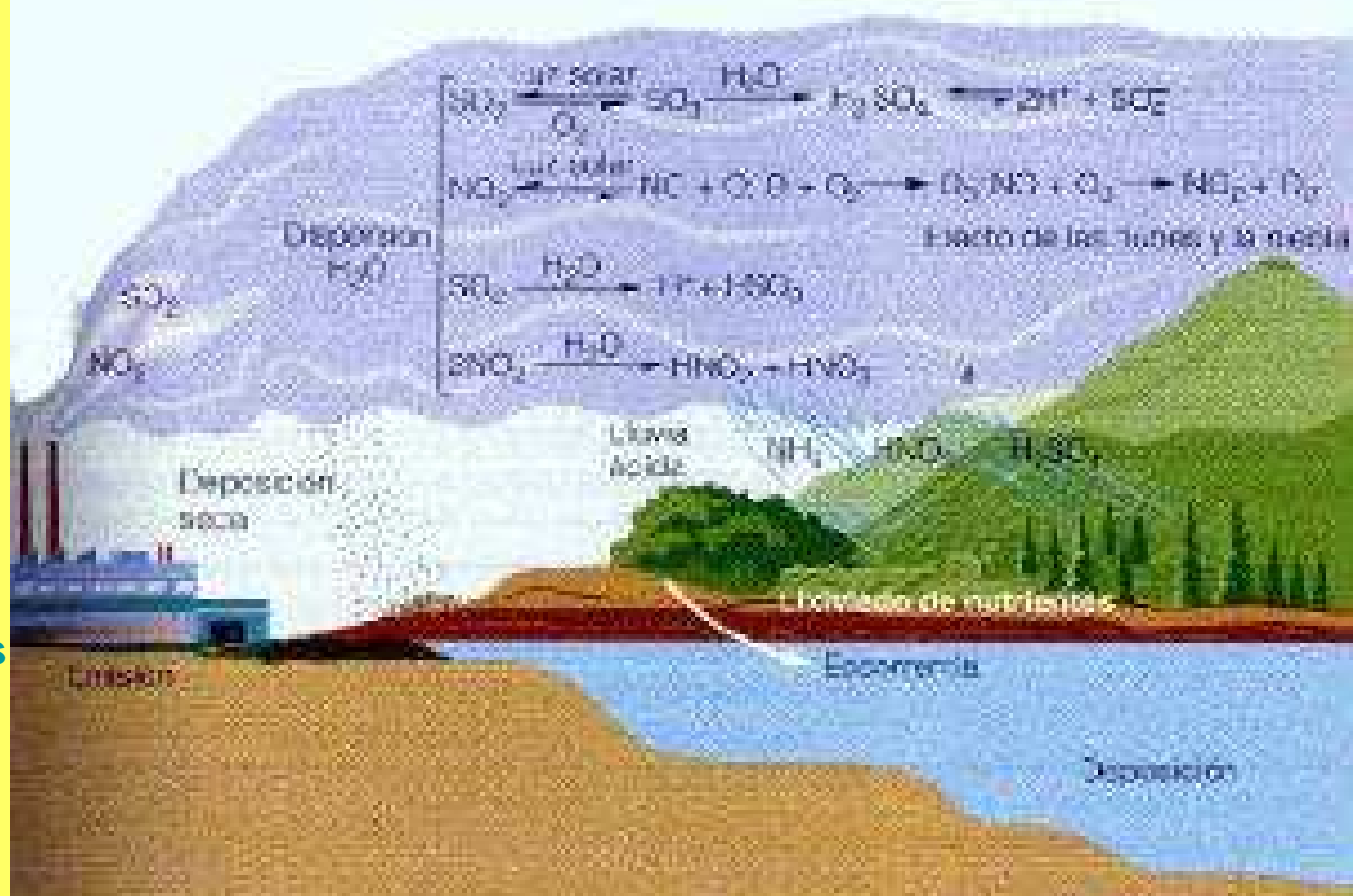
LA LLUVIA ÁCIDA Y SUS EFECTOS CONTAMINANTES



La lluvia ácida se produce cuando las gotas de agua que forman las nubes, reciben humo y gases tóxicos contaminantes del aire de las zonas fabriles o estaciones energéticas, gases de vehículos, especialmente.

Se forman ácidos que se precipitan a tierra y producen daños en plantas y cultivos, empobrecen el suelo, contaminan el agua, atacan las hojas de los árboles, corroen edificios.

TRANSFORMACIONES QUÍMICAS



LA LLUVIA ÁCIDA EN LA RED HÍDRICA DE LA SABANA DE BOGOTÁ



Los Vientos en Bogotá, llevan las nubes cargadas de hollín, hacia el oeste y sur oeste

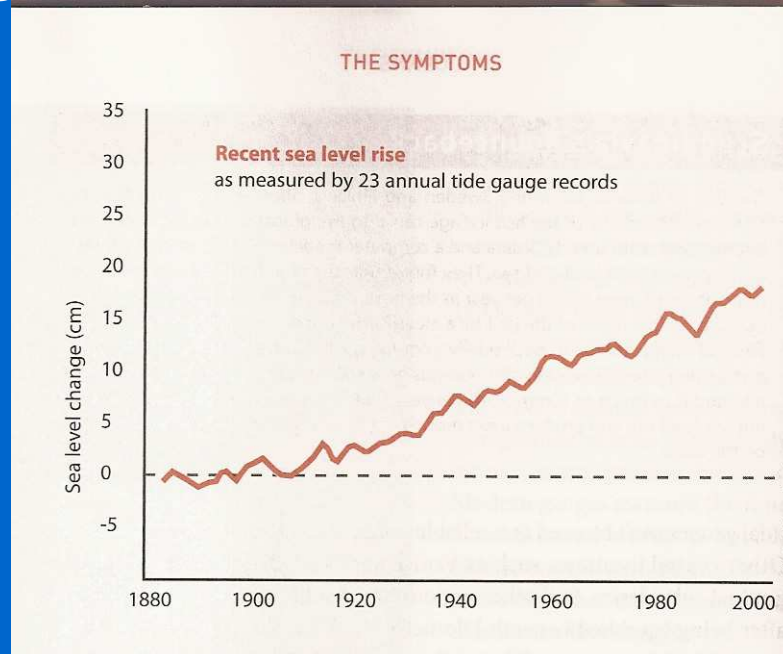
Efectos en el medio ambiente	Valores del PH	Ejemplos
Ácido	pH = 0	Ácido de baterías
	pH = 1	Ácido sulfúrico
	pH = 2	Jugo de limón, vinagre
	pH = 3	Jugo de naranja, bebida gaseosa
Mueren todos los peces (4.2)	pH = 4	Lluvia ácida (4.2-4.4) Lago ácido (4.5)
Mueren los huevos de rana, renacuajos, cangrejos de río y efímeras (5.5)	pH = 5	Bananas (5.0-5.3) Lluvia limpia (5.6)
Neutro	pH = 6	Lago saludable (6.5) Leche (6.5-6.8)
	pH = 7	Agua pura
Básico	pH = 8	Agua de mar, huevos
	pH = 9	Bicarbonato de soda
	pH = 10	Leche de magnesio
	pH = 11	Amoníaco
	pH = 12	Agua jabonosa
	pH = 13	Blanqueador
	pH = 14	Limpiador líquido para desagües

EL DETERIORO DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE EN EL SIGLO XXI



3. 0. El Cambio Climático y sus Consecuencias Ambientales

CONTAMINACIÓN No. 1: SALINIZACIÓN DE LOS ACUÍFEROS COSTEROS DE AGUA DULCE



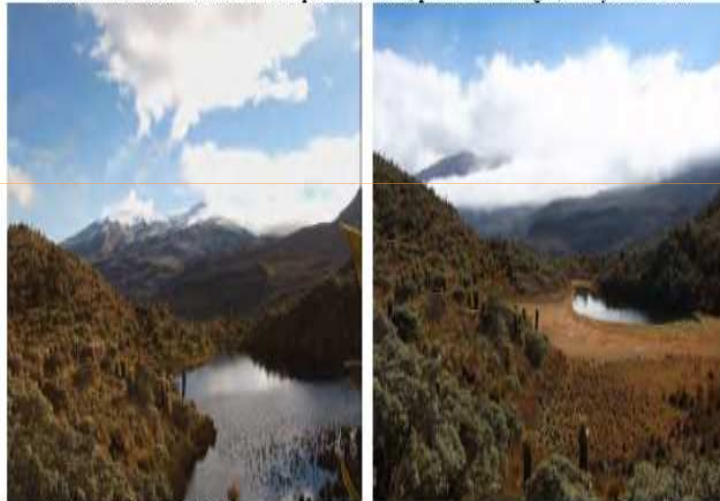
DETERIORO DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE EN EL SIGLO XXI

PROBLEMA No. 2. SURAMERICA SE DERRITE

Glaciares y Páramos se agotan: Se Extinguen las Fuentes de Agua de los reservorios Superficiales y Subterráneos

Figure 5. High altitude water body in the Los Nevados Natural Park, Andean central mountain range, Colombia.

Photo on the left was taken in September 2005; photo on the right, two years later.

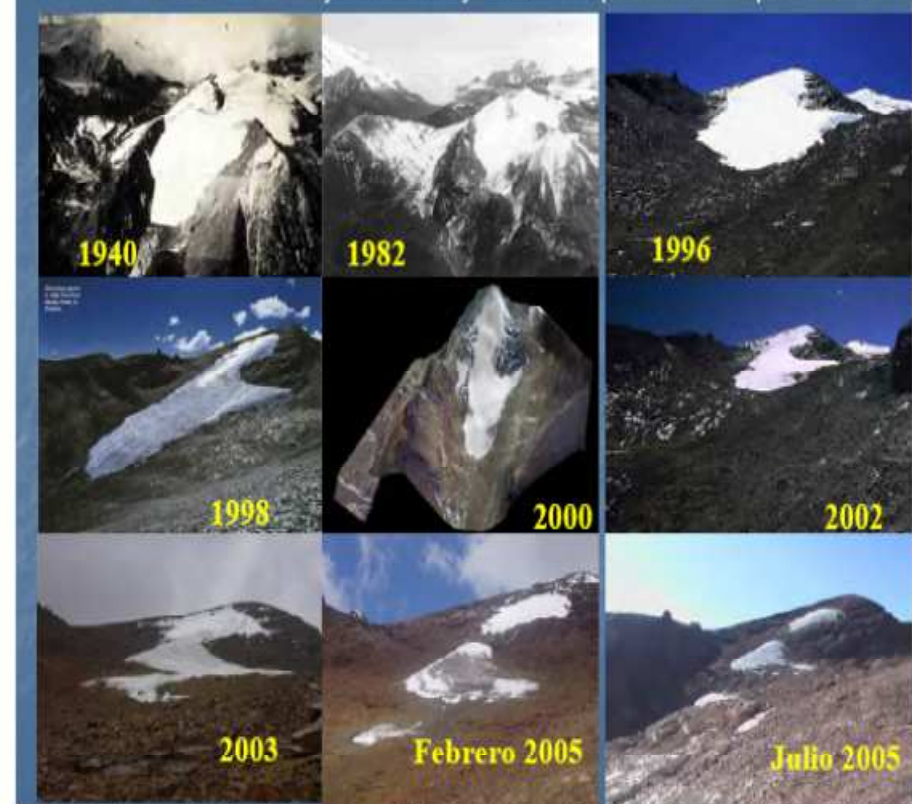


Source: Ruiz et al. 2007.

SE PRESENTAN CAMBIOS EN EL USO DE LA TIERRA: Y LAS ZONAS DE RECARGA SE CONTAMINAN CON PESTICIDAS AGRÍCOLAS

Figure 3. Evolution of the Chacaltaya Glacier in Bolivia

The fate of the Chacaltaya Glacier may be common place in the Tropical Andes



Source: Photographs by B. Francou and E. Ramirez and archive photographs

- Se llama **Cambio Climático** a la modificación del **clima** con respecto al historial climático, a una escala global o regional.
- La **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático** usa el término ***cambio climático*** sólo para referirse al cambio por **causas humanas**.
- **El Cambio Climático actual** es un fenómeno atmosférico causado por la concentración de **gases efecto invernadero** en la atmósfera.

Los gases efecto invernadero son:

- - Dióxido de carbono, Metano, óxido nitroso, HCFCs, perfluorocarbonos, hexafluoruro de azufre.

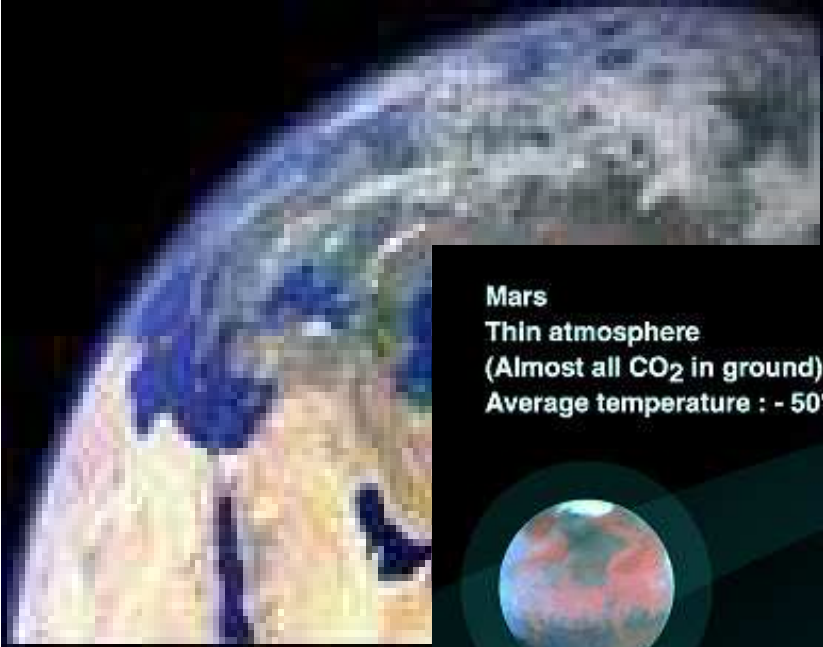
- - En volumen los más contaminantes son el dióxido de carbono
- __ y el metano.

- - Estos gases los producen:
- 1. Los Automotores,
- 2. La Generación de Energía por Termoeléctricas,
- 3. Los Aires Acondicionados y Sistemas Refrigerantes,
- 4. Los Procesos Industriales y Agro-industriales.



- - NOTA: No olvidar que...
- El gas de invernadero tradicional en la atmósfera terrestre, es EL AGUA (en estado de vapor).





ATMÓSFERA DEL PLANETA TIERRA $T = 15^{\circ}C$

Planets and atmospheres

Mars
Thin atmosphere
(Almost all CO₂ in ground)
Average temperature : - 50°C



Earth
0,03% of CO₂ in the atmosphere
Average temperature : + 15°C



Venus
Thick atmosphere
containing 96% of CO₂
Average temperature : + 420°C



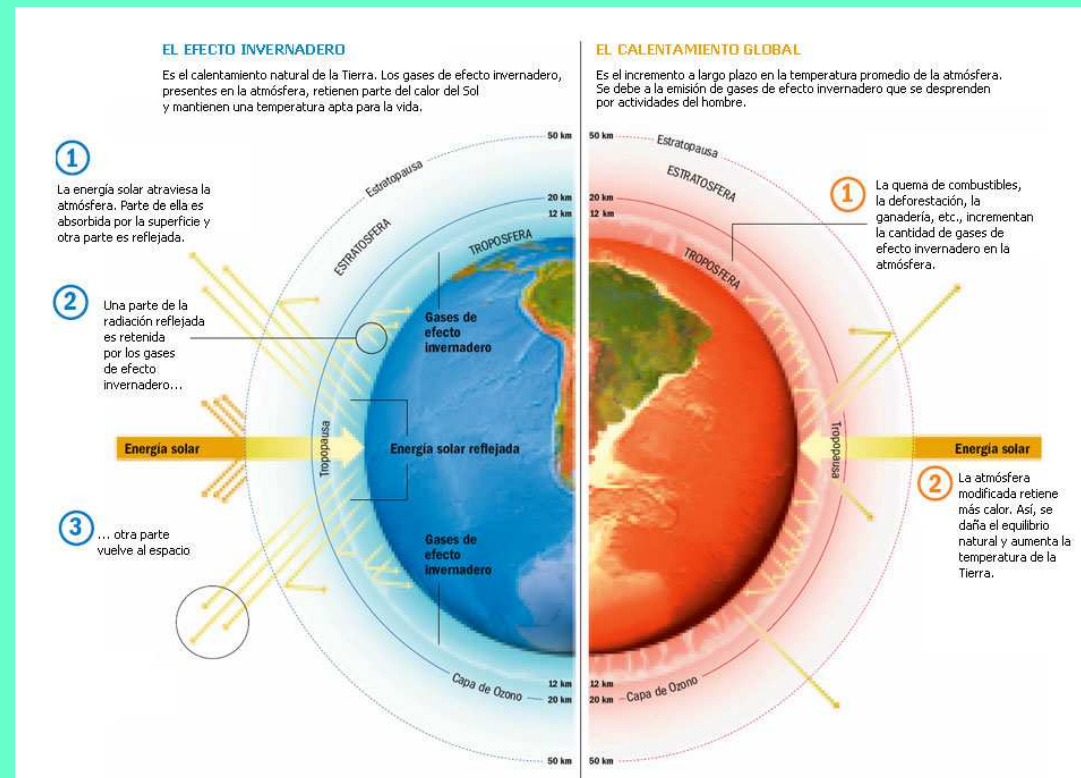
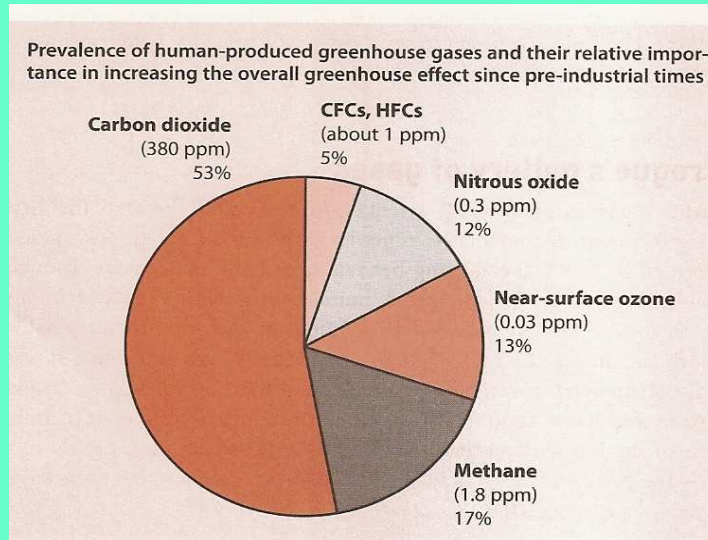
EL PLANETA AZUL

EL DETERIORO DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE EN EL SIGLO XXI



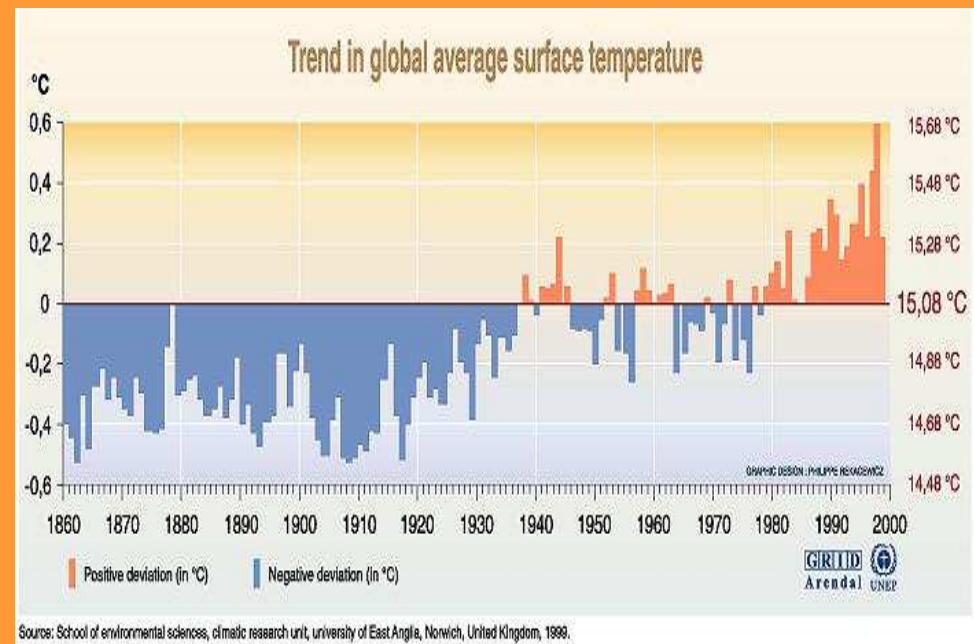
Fuente: UNEP -GRID-Arendal.

Concentración de los Gases Efecto Invernadero



LA ATMÓSFERA Y SUS COMPONENTES

EL RESULTADO DE LA ACUMULACIÓN DE LOS GASES EFECTO INVERNADERO

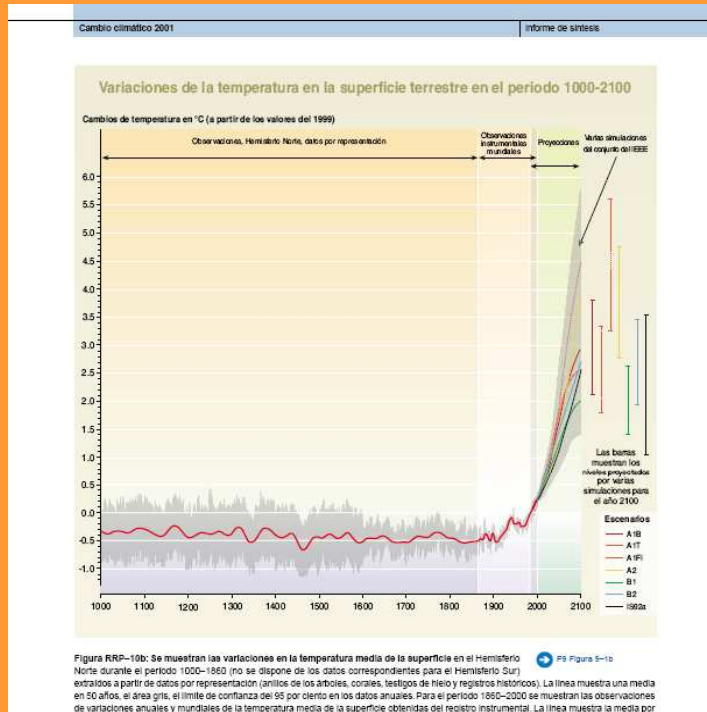


DETERIORO DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE EN EL SIGLO XXI

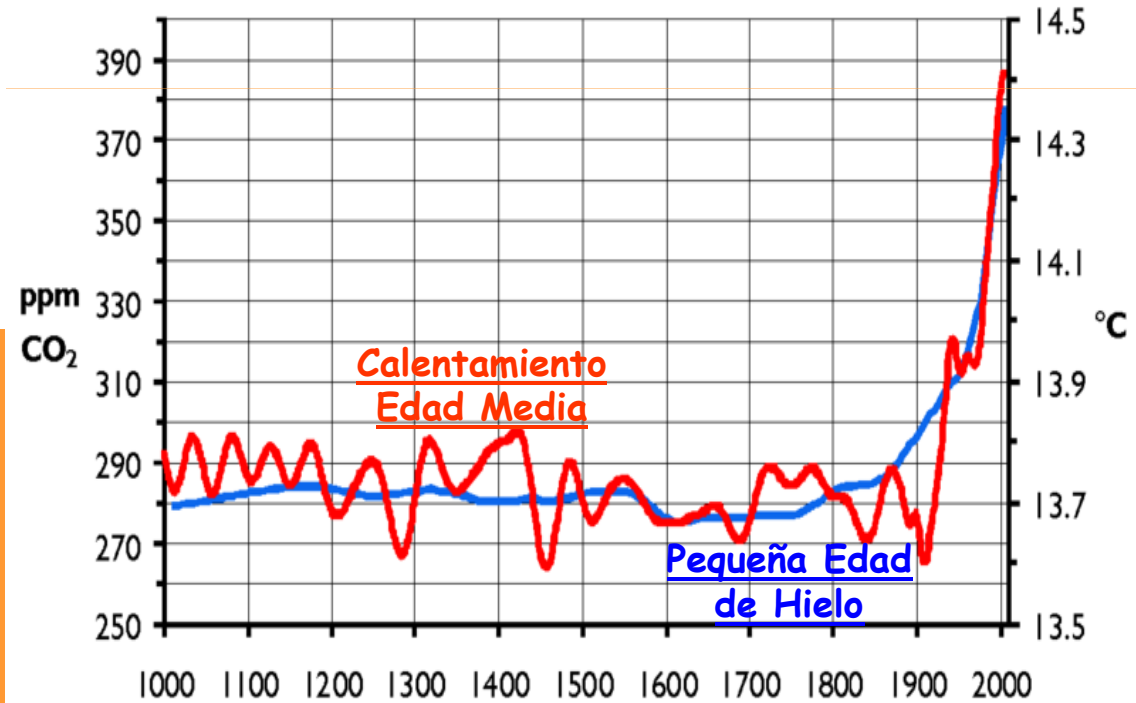


LAS CONSECUENCIAS DEL EFECTO INVERNADERO

EL GRAFICO DEL PALO DE HOCKEY



Concentración de dióxido de carbono en la atmósfera terrestre (azul), y la temperatura media global (rojo), en los últimos 1.000 años.



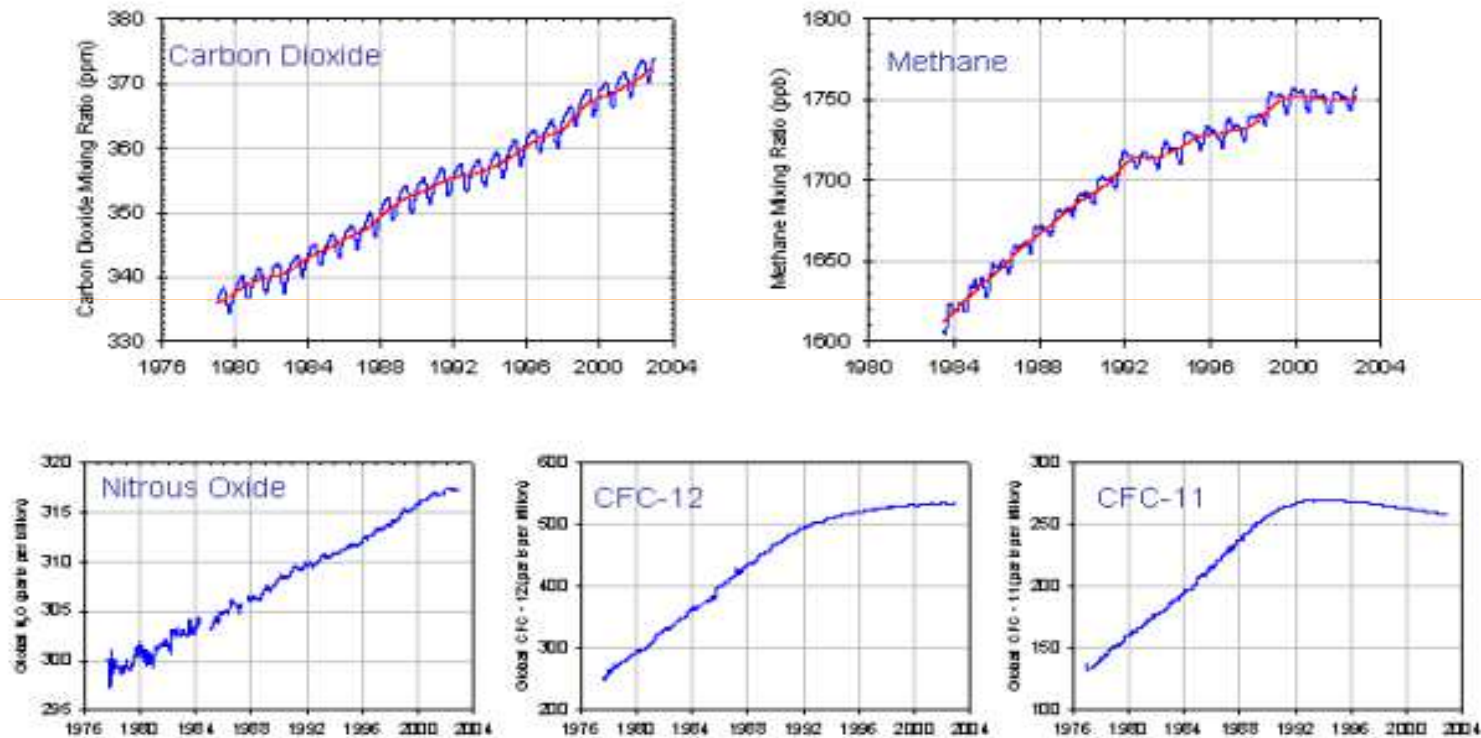
ACUMULACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO

Gases de Vida larga

y

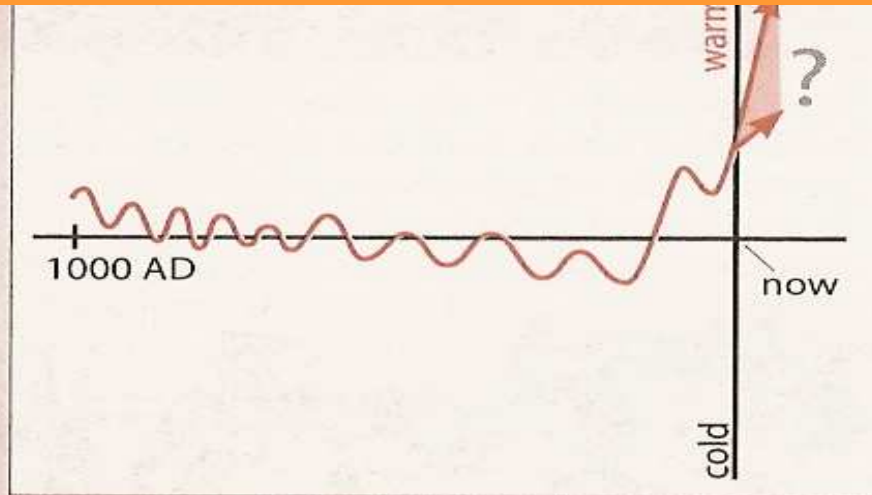
Gases de Vida Corta

Global Trends in Major Greenhouse Gases to 1/2003

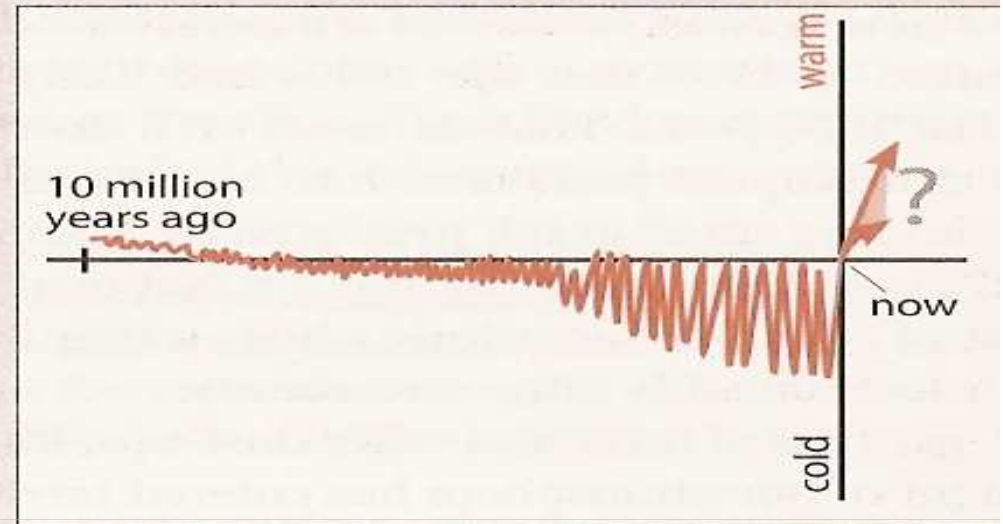


Global trends in major long-lived greenhouse gases through the year 2002. These five gases account for about 97% of the direct climate forcing by long-lived greenhouse gas increases since 1750. The remaining 3% is contributed by an assortment of 10 minor halogen gases, mainly HCFC-22, CFC-113 and CCl_4 .

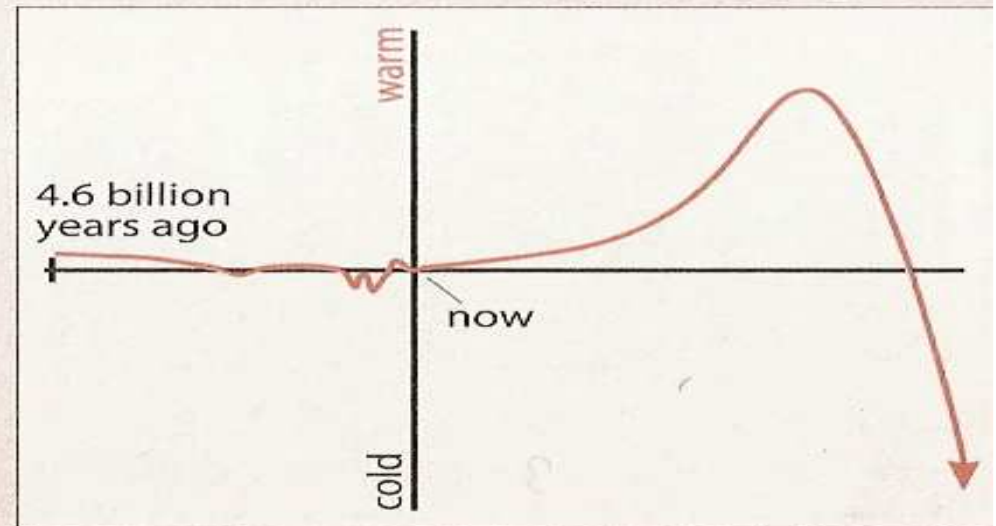
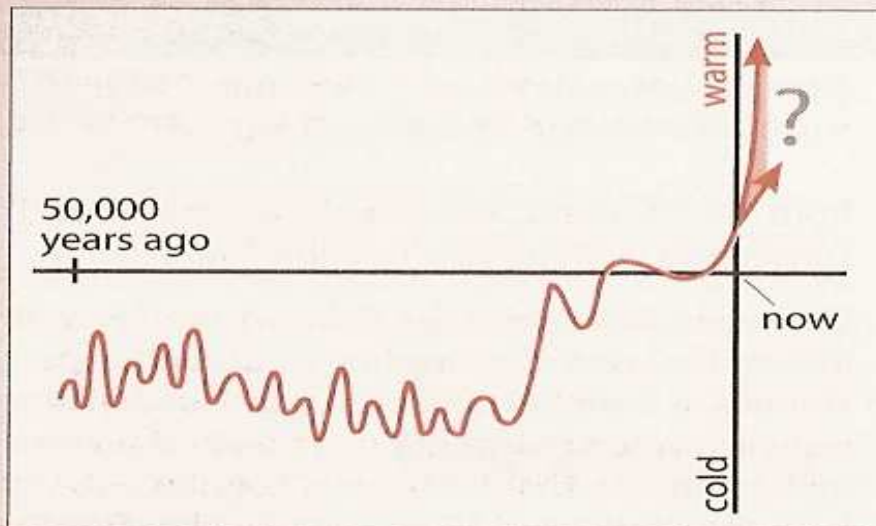
HISTORIA DE LA TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE TERRESTRE



...antial if greenhouse emissions continue to
...he delayed response of ice sheets and deep
...major sea-level rise over several centuries.



...nely slow cooling trend, although there's no
...at might last.



VISIÓN DEL PRESENTE Y EL FUTURO

CASO COLOMBIA

3. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL AGUA Y EL AMBIENTE

1. ASCENSO DEL NIVEL DEL MAR,
2. SALINIZACION DE ACUIFEROS COSTEROS, y
DESPLAZAMIENTO DE POBLACIONES COSTERAS,
3. Agotamiento de Páramos, y
Siembras con Plaguicidas
4. VARIACIONES DEL CLIMA REGIONAL Y LOCAL,
5. AUMENTO DE DENGUE Y MALARIA,
6. DESERTIFICACION EN VARIAS REGIONES
7. EXTINCION DE ESPECIES,

DETERIORO A NIVEL GLOBAL



Climate change could kill more than a third of the world's plant and animal species by 2050. The golden toad was an early casualty. See p.139.

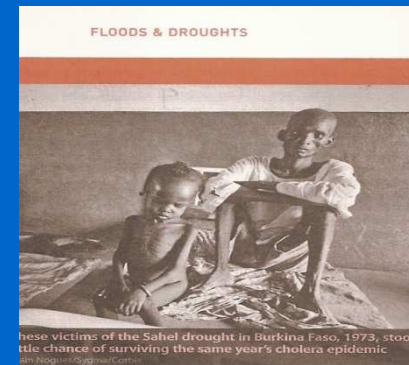
VISIÓN DEL PRESENTE Y DEL FUTURO



- Las RANAS: Se extinguen
- Las ABEJAS: Desaparecen
- Las HORMIGAS DE FUEGO: Invaden
- Los CONEJOS: Saturan Australia
- ¿Y el Homo Sapiens?

4. Conclusiones

- ❑ 4.1. Sobreexplotación de Acuíferos en la Sabana de Bogotá
- ❑ 4.2. Contaminación de Agua y Aire en Bogotá y la Sabana de Bogotá
- ❑ 4.3. Alteración del Clima en el Planeta por la Actividad del Hombre, con efectos Graves sobre la Fauna y la Flora



5. Las Alternativas

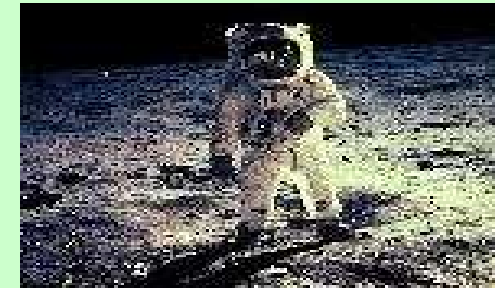
- ✓ 5.1. Recarga Artificial de Acuíferos en la Sabana de Bogotá
- ✓ 
- ✓ 5.2. Descontaminación del Río Bogotá y del Aire de la Ciudad
- ✓ 5.3. Control del Cambio Climático:
 - ✓ 5.3.1. Soluciones Políticas
 - ✓ 5.3.2. Soluciones Técnicas
 - ✓ 5.3.3. Soluciones Individuales

ESPERANZAS PARA LAS NUEVAS GENERACIONES CON EL DETERIORO DEL MEDIO AMBIENTE:

1. POBLAR OTRO PLANETA - ?



¿GEOLOGOS O
LUNOLOGOS?



2. MIGRAR HACIA REGIONES HÚMEDAS Y FRÍAS - ?



3. FRENAR EL CALENTAMIENTO GLOBAL - ?

4. MITIGAR EL CALENTAMIENTO GLOBAL - ?

5. ADAPTARSE AL CALENTAMIENTO GLOBAL - ?



LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL DETERIORO DEL MEDIO AMBIENTE DEBIDO AL CAMBIO CLIMÁTICO:

1. Soluciones Políticas:

1. Convenio de Viena, 1.985 - OZONO
2. Protocolo de Montreal, 1.987 - OZONO
3. IPCC (Panel Científico), 1.988 – CAMBIO CLIMÁTICO
4. Protocolo de Kyoto, 1.997 – CAMBIO CLIMÁTICO
5. Mercado de Emisiones - KYOTO
6. Control de Natalidad - ? –
7. INSTITUCIONES EN COLOMBIA:
 - MINISTERIO DE AMBIENTE, 1.993
 - IDEAM
 - CORPORACIONES REGIONALES



LAS ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN AL DETERIORO DEL MEDIO AMBIENTE DEBIDO AL CAMBIO CLIMÁTICO:

2. Soluciones Técnicas:

1. Secuestro del CO₂,
2. Otras Fuentes de Energía:
 1. Solar,
 2. Eólica,
 3. De Olas y Mareas,
 4. Nuclear,
 5. De Hidrógeno
3. Biocombustibles
4. Geoingeniería



DETERIORO DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE EN EL SIGLO XXI

SOLUCIONES TÉCNICAS: Captura del CO2

6 Resumen para responsables de políticas

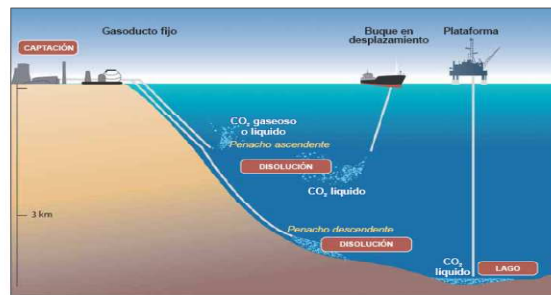


Gráfico RRP-6. Visión general de conceptos de almacenamiento oceánico. En el almacenamiento oceánico por "disolución", el CO₂ se disuelve rápidamente en las capas superiores y profundas del océano.

Resumen técnico 35

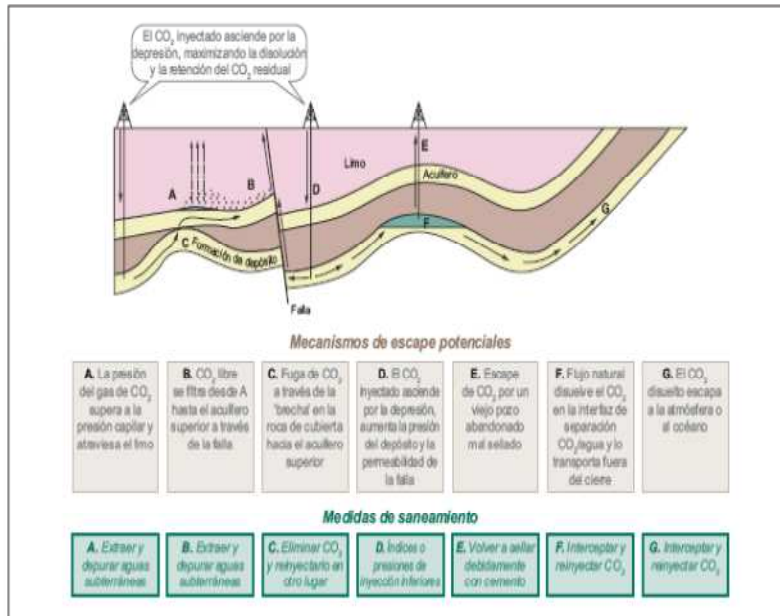


Gráfico RI-8. Posibles rutas de fugas y técnicas de saneamiento para el CO₂ inyectado en formaciones salinas. La técnica de saneamiento dependerá de las posibles rutas de fugas identificadas en un depósito (por gentileza del CO₂CRC).

Resumen para responsables de políticas 5

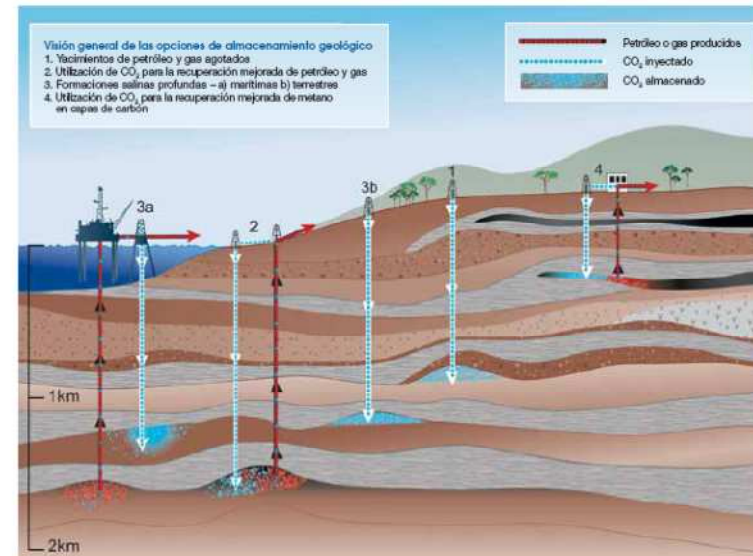


Gráfico RRP-4. Visión general de las opciones de almacenamiento geológico (basada en el gráfico 5.3) (por gentileza del CO₂CRC).

6. Los gasoductos son preferibles para el transporte de grandes cantidades de CO₂ a distancias de hasta 1 000 km. Para las cantidades inferiores a algunos millones de toneladas de CO₂ al año o para distancias más largas en ultramar, el uso de buques, cuando proceda, podría ser más atractivo desde el punto de vista económico.

en condiciones específicas, pero, en la actualidad, se realiza a pequeña escala debido a la escasa demanda. El CO₂ también puede ser transportado en vagones o camiones cisterna, pero no es probable que éstas puedan resultar opciones atractivas para el transporte de CO₂ a gran escala (secciones 4.2.1, 4.2.2, 4.3.2; gráficos 4.5, 4.6).

VULNERABILIDAD DE ACUÍFEROS

EL DETERIORO DEL AGUA Y EL MEDIO AMBIENTE EN EL SIGLO XXI
2005

FIN DE LA PRESENTACIÓN

Mario Valencia Cuesta
Hidrogeólogo
AGUAS SUBTERRÁNEAS LTDA.
aguassubterraneas@gmail.com
www.aguassub.com

