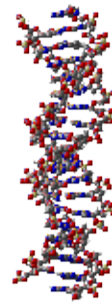
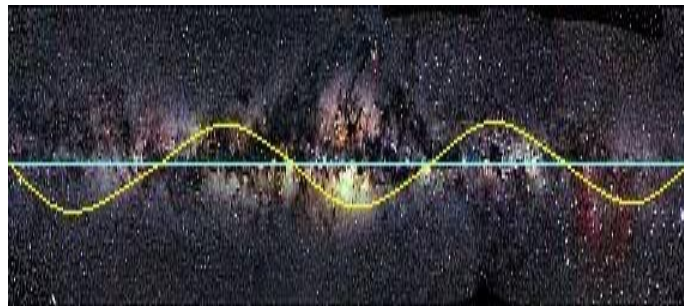




La Conversión de Energía Primaria a Eléctrica y el Medio Ambiente: Realidades y Mitos.



Por: José Luis Moreno San Juan
Profesor titular de la Cátedra de Térmica, Escuela de IEM, UASD
Fundador y ex-director del IE-UASD
Investigador titular IE-UASD

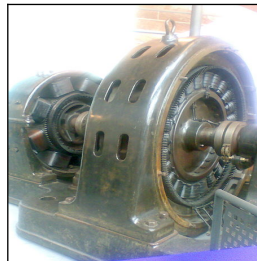
Ciudad Universitaria de la UASD
Santo Domingo de Guzmán, R.D.
10 de junio de 2012

Índice:

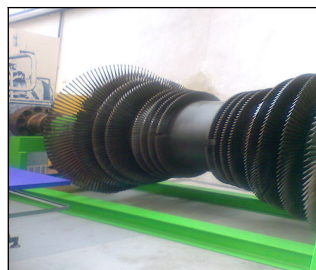
	Pág.
1. Tecnologías para la conversión de energía primaria a energía eléctrica	3
2. Producción de energía por tipo de tecnología a nivel mundial	21
3. Eficiencia en la conversión de energía y efectos ambientales	24
4. El ciclo del CO ₂ , que conocemos y otros que damos por conocidos	26
5. El «Calentamiento» Global, un fenómeno que debe ser mejor estudiado	30
6. Algunas reflexiones sobre lo expuesto	44
7. Algunos aspectos concluyentes	48
Colofón: <u>Lineamientos generales para el sector energético dominicano</u>	53
Bibliografía sobre estos temas y enlaces	56

La Conversión de Energía Primaria a Eléctrica y el Medio Ambiente: Realidades y Mitos

1. Tecnologías para la conversión de energía primaria a energía eléctrica

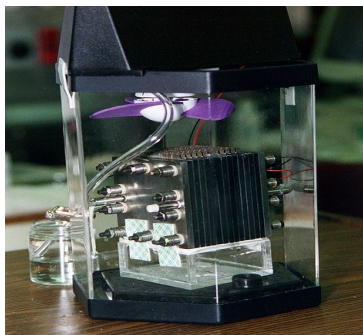


Con generadores como este, impulsados por máquinas a vapor o motores de combustión interna, se popularizó el uso de la energía eléctrica en base a corriente alterna, se aprecia el generador y la excitatriz; el uso de corriente continua se había descartado desde los primeros años por las dificultades de transmisión.



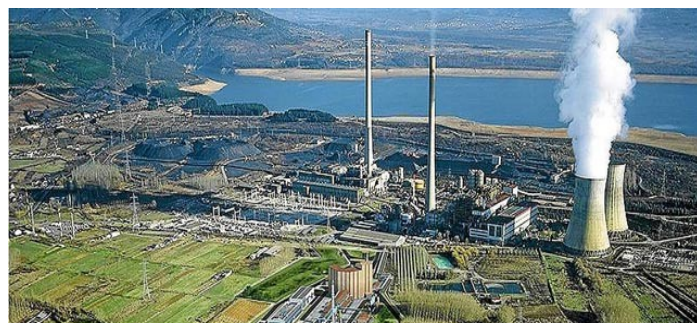
También se usó la energía hidráulica para la generación con turbinas tipo Pelton similares a la mostrada, luego se desarrollaron las tipo Francis, la más usada en RD, para saltos de menor altura y caudales medios y las Kaplan, para saltos aún de menor altura, pero de grandes caudales. En algunos países de Suramérica, esta es la fuente primaria de energía más usada para la generación de electricidad.

En la actualidad la mayor parte de la energía eléctrica se produce a partir de turbinas a vapor como la mostrada, usando como fuente primaria de energía, fundamentalmente, el carbón mineral y la energía nuclear por fisión.



En los albores del uso de la electricidad, cuando aún era experimental, se llegaron a usar celdas de combustibles usando hidrógeno, similares a la mostrada y se realizaron múltiples experimentos para el uso de la energía libre de la naturaleza. Estas no pudieron competir con la generación de electricidad alterna en generadores rotativos, ante los bajos precios de las fuentes primarias de energía provenientes de los combustibles fósiles usados en los motores Diesel que les propulsaba. Luego se pasó a grandes centrales térmicas, usando el carbón como fuente primaria de energía.

De este modo el uso de centrales a carbón, como las que se muestran a continuación, predominó para la generación de energía eléctrica hasta la aparición de la energía nuclear y posteriormente el uso de los ciclos combinados. Los cambios en las tecnologías siempre se sustentaron fundamentalmente en razones económicas. Los motores Diesel se continuaron usando en sistemas pequeños.

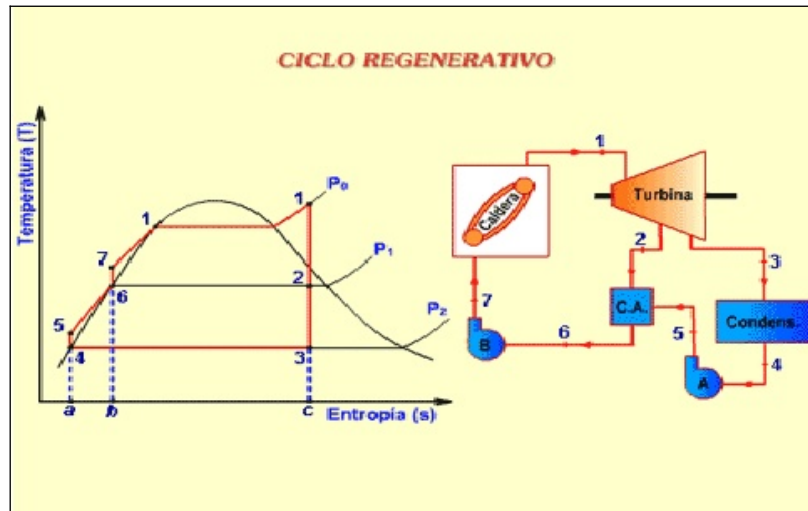




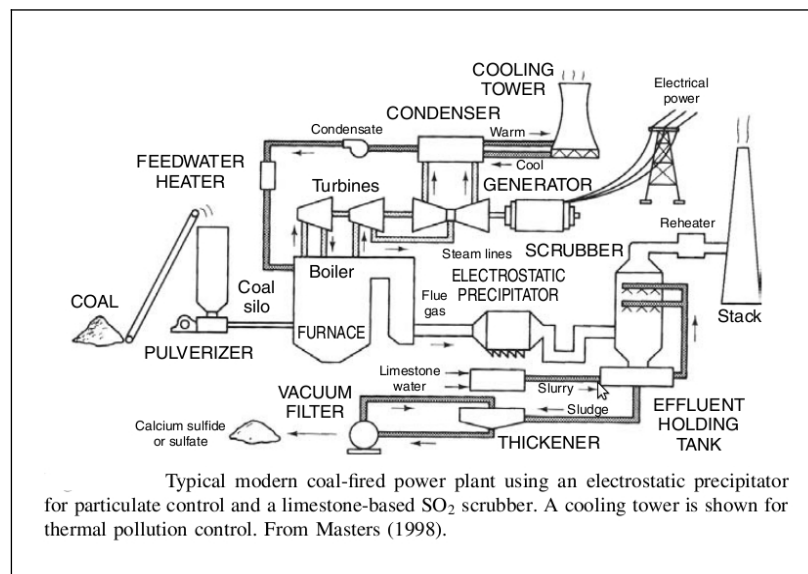
Esta es la maqueta de la central a carbón que se planeó instalar en Pepillo Salcedo, RD, de tecnología china. Este tipo de plantas deben cumplir con las normas de control de emisiones de partículas exigidas por la US Environmental Protection Agency (EPA), en muchos casos en los diseños se incluyen dispositivos para la captura de CO₂, pero es menos común.



El ciclo termodinámico de Rankine regenerativo, según el cual opera una central con turbina a vapor, se muestra a continuación.



Este es el esquema de producción de electricidad mediante una central a carbón, de baja emisión de contaminantes de partículas y con eliminación del SO_x .



De este proceso se ha pasado a otro de cero emisiones, incluyendo las de CO_2 , como el que se muestra en la siguiente figura, aunque aún su uso es limitado. Se trata de un proyecto de central de ciclo combinado con gasificación de carbón integrada. Este es el tipo de tecnología de uso de carbón limpio recomendada en la Unión Europea desde el año 1990.



La figura siguiente muestra la foto de una central de producción de energía eléctrica a partir de la energía nuclear por fisión. Se pueden apreciar tres de los cuatro reactores de la misma, con aspecto de tanques de combustibles y las cuatro torres de enfriamiento, para enfriar el agua que circula por los condensadores, en un momento de plena producción de la central.



La foto siguiente es de una central atómica en los Estados Unidos



Las dos fotos siguientes son de la central de Atucha instalada cerca de Buenos Aires en la Argentina, en el año 1974, primera planta nuclear instalada en Iberoamérica, una demostración del talento científico de ese gran país de Suramérica.



Muestra del segundo turbogenerador de Atucha y del cuarto de control, se muestra también la construcción del domo del segundo reactor.



En el caso de la Argentina se da una simbiosis de diseños argentinos, importación de tecnologías y fabricación local de la mayor parte de los componentes de sus centrales de generación, incluyendo las nucleares, que son un ejemplo para todo el resto de Iberoamérica. Ellos deciden y planifican lo que se va a construir, ya sea lo ejecute o no el sector público o privado. En este caso el turbogenerador es de tecnología alemana, respondiendo a un diseño, en gran parte, argentino de la central.



Esta es la primera central termonuclear mexicana, Laguna Verde, Veracruz, año 1990



Estas son dos vistas de la primera central termonuclear en Brasil, Álvaro Alberto, año 1982, cerca de Río de Janeiro



Esta es una vista de la segunda central termonuclear argentina, denominada Embalse



Esta es la central nuclear de Cofrentes en España



Esta es una central nuclear en China



A continuación se muestran dos centrales nucleares tristemente célebres por haber sufrido fallas catastróficas. Primero la de Chernóbil y la segunda la de Fukushima.

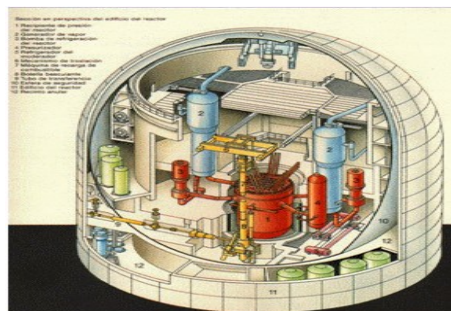


Las causas de estos dos accidentes fueron aprovechados para hacer ver que esta forma de energía primaria era insegura.

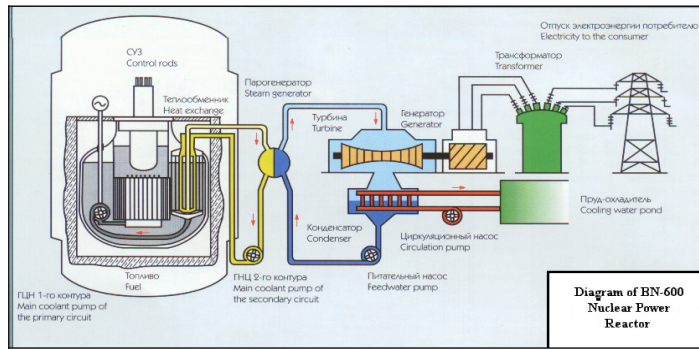
La realidad es que el primero fue fruto de una catástrofe humana, la crisis de la Unión Soviética, que llevó a la desintegración de la URSS, con graves daños a la economía y a los beneficios sociales de sus habitantes y serios conflictos regionales, con un permanente desafío a todo lo establecido, incluyendo consignas de seguridad. El mundo occidental aprovechó para desacreditar los diseños rusos de reactores.

El segundo se originó a un error de diseño en la ubicación del generador de emergencia, pues se encontraba en un sótano y al no preverse un maremoto de tal magnitud, quedó inutilizado. Luego del evento no se tomaron medidas adecuadas para suplir este defecto, por lo que se concluyó en que la catástrofe se complicó por errores humanos. Cabe destacar que no fue el terremoto lo que originó la catástrofe. Muchas otras centrales, más cercanas al epicentro, superaron sin problemas el evento telúrico sin daños catastróficos, pero esto no se destacó, por la campaña mediática de los ambientalistas fanatizados.

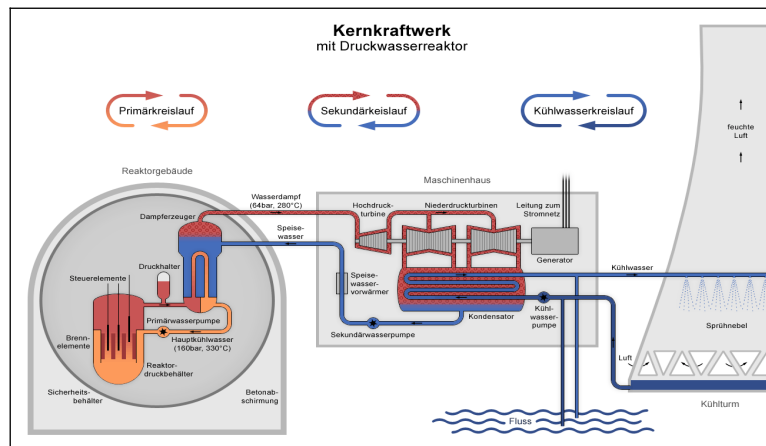
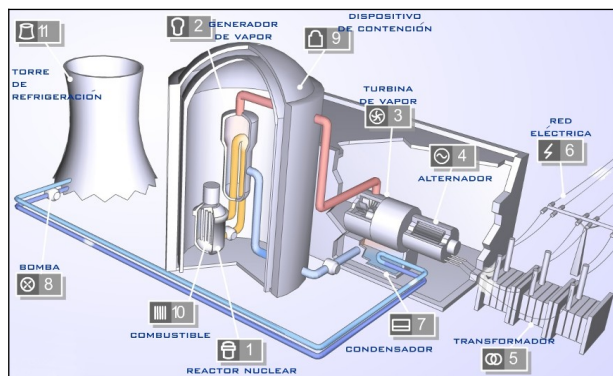
Este es el domo de una central termonuclear, dentro se sitúa el reactor y las generadoras de vapor y el combustible nuclear.

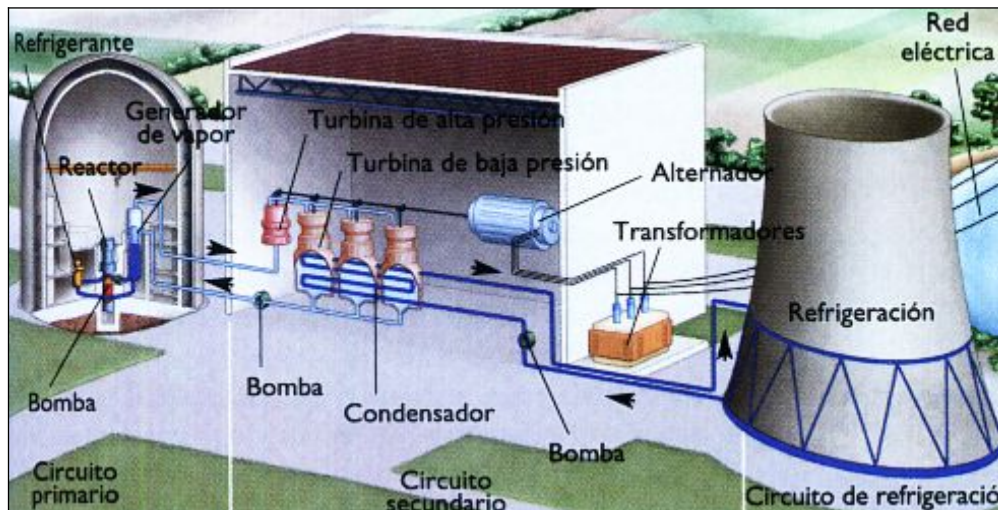
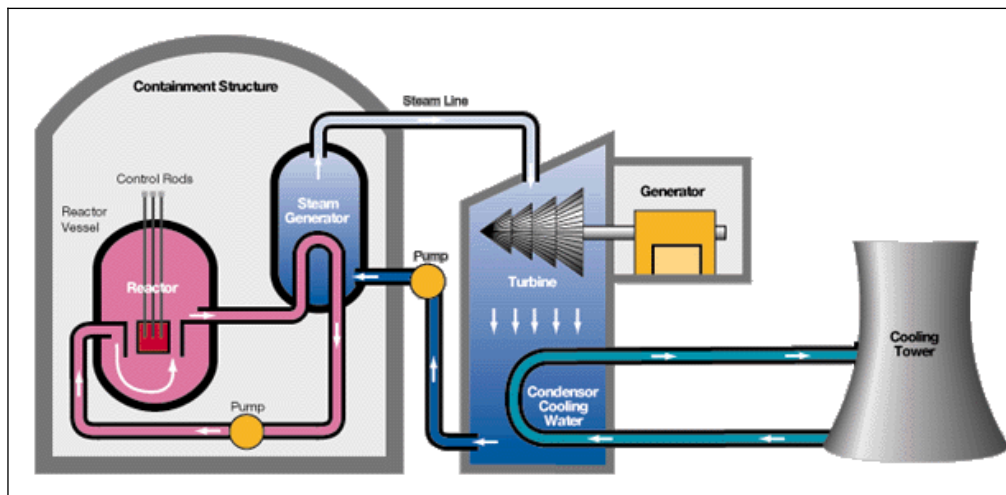


Este es el esquema básico de una central termonuclear para una potencia de 600Mw.



Otros esquemas se muestran a continuación:



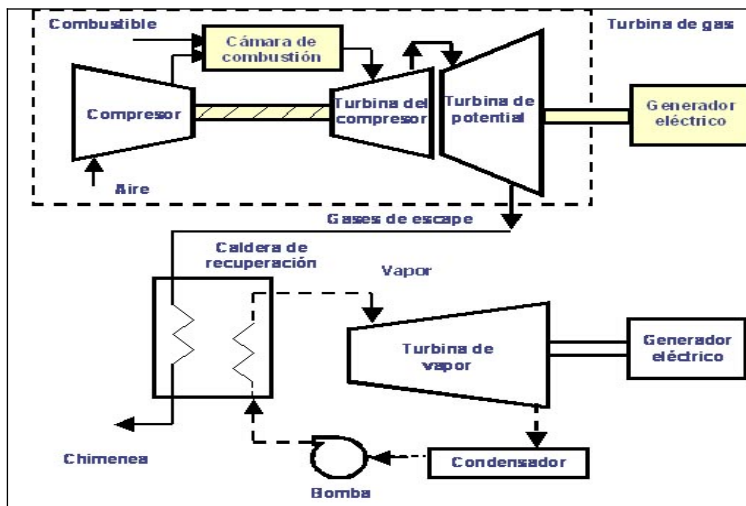
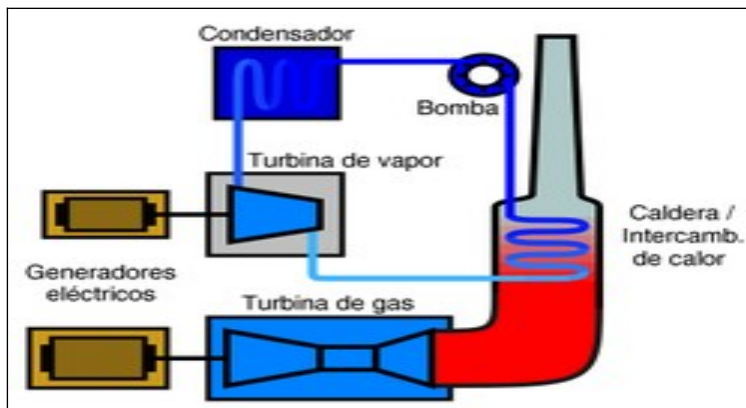
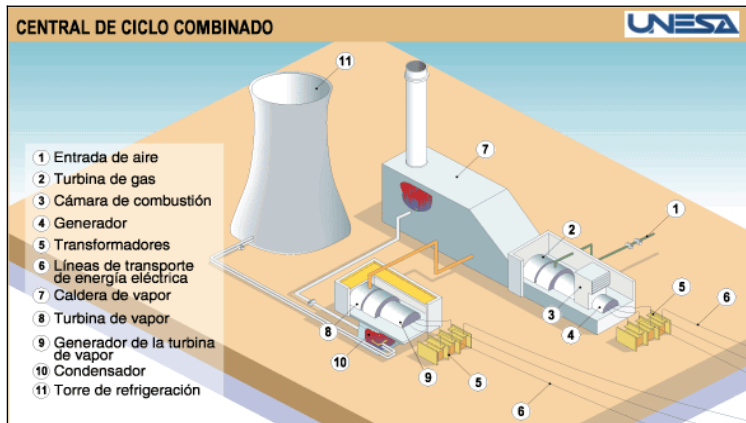


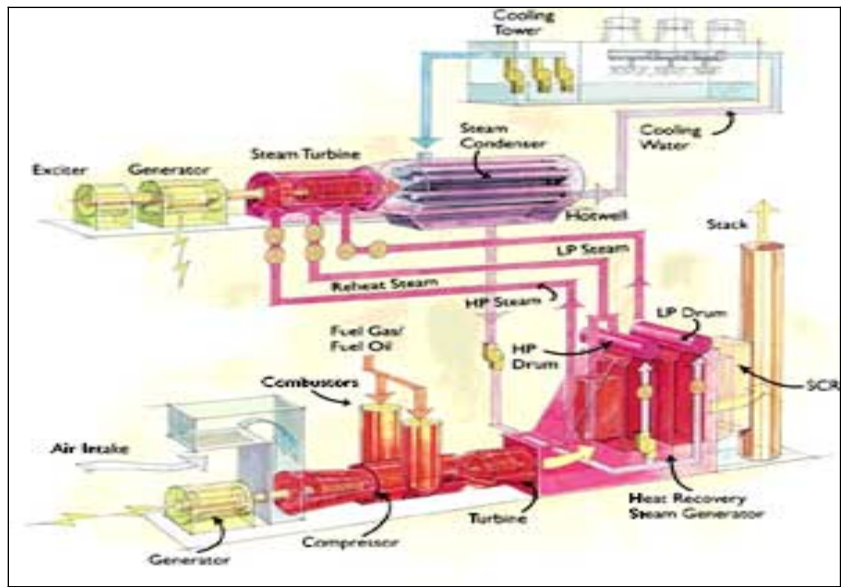
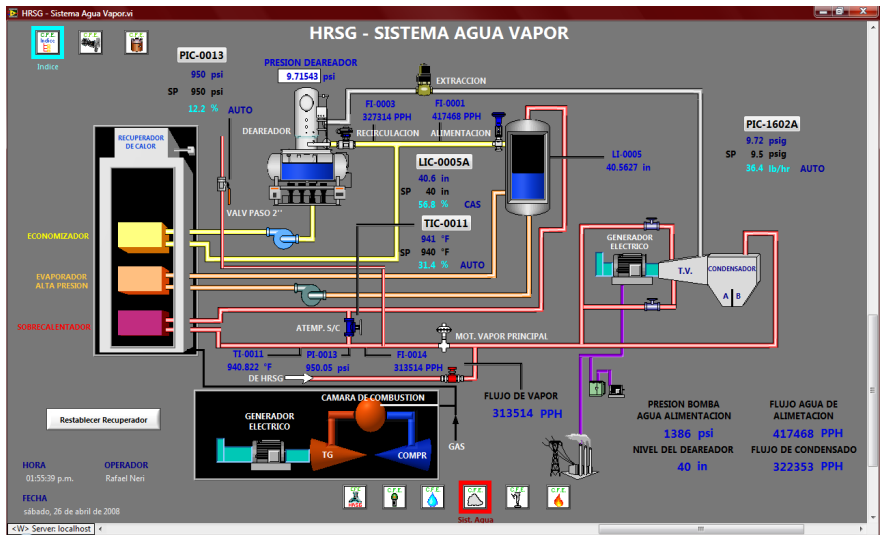
A partir de los años 80' del siglo pasado se popularizaron los llamados ciclos combinados, un ciclo de Brayton (el base de las turbinas a gas) con uno de Rankine regenerativo (el base de las turbinas a vapor), con esto se lograba aprovechar el calor expulsado por la chimenea de las turbo gas usadas para la generación, como fuente de calor para una máquina a vapor, mediante un recuperador de calor. Con esto se lograban eficiencias térmicas por encima de 44%, superiores a la de cualquier máquina a vapor o motor Diesel de la época, con lo cual se conseguían grandes economías si el combustible usado en la turbo gas era de bajo costo. Luego se perfeccionaron hasta alcanzar eficiencias cercanas al 60%, con lo que se popularizó más su uso, ya que en adición tenían menos emisiones de contaminantes en relación a las de vapor a carbón. Desde mediados de la primera década del siglo XXI se dejaron de usar las máquinas a vapor con derivados del petróleo como el llamado residual o FUEL OIL #6.

Las fotos que se muestran a continuación son de centrales de este tipo en diferentes partes del mundo.

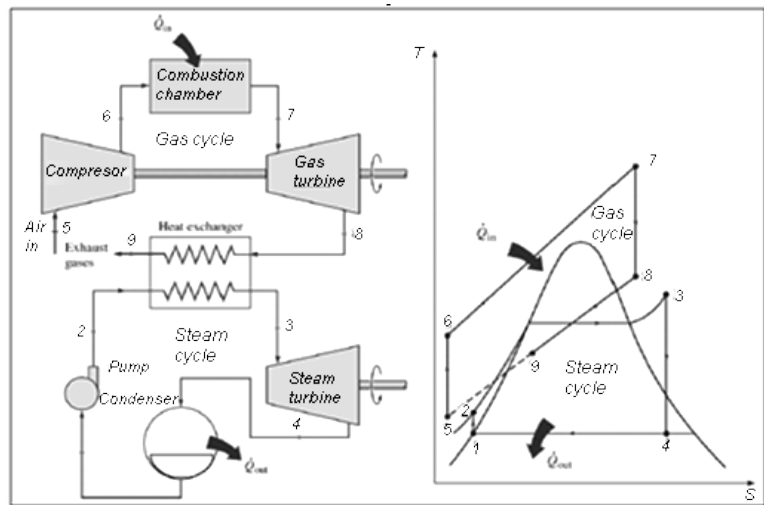


A continuación se muestran varios esquemas señalando las partes básicas de este tipo de centrales y sus principios de su operación.



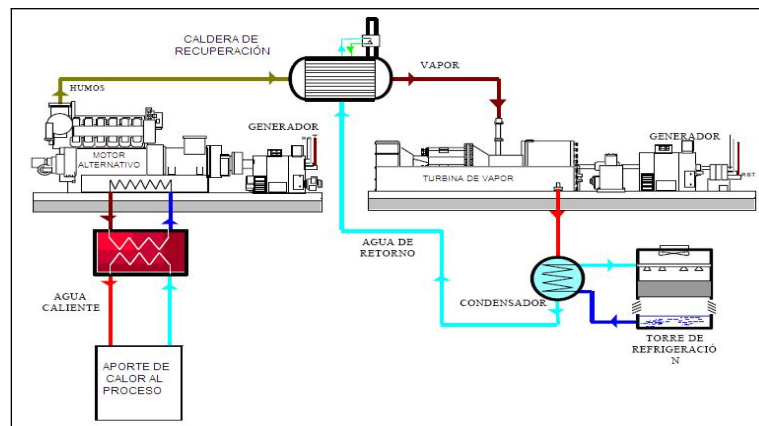


A seguidas se muestra el enlace de los ciclos termodinámicos de que se compone una central de ciclo combinado.

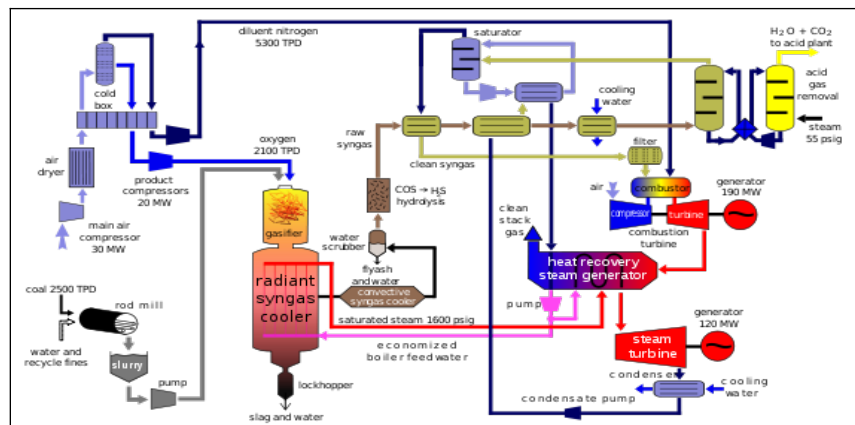


La eficiencia térmica de este tipo de planta se puede determinar de las eficiencias de los ciclos de Brayton y Rankine que la conforma así: $N_{cc} = N_b + R_{rc} \cdot N_r (1 - N_b)$, donde R_{rc} es el rendimiento térmico de la recuperadora de calor.

El siguiente esquema muestra otro exitoso proceso de cogeneración esta vez aprovechando el calor desperdiciado en un motor de combustión interna basado en el ciclo termodinámico DIESEL o simplemente motor DIESEL.



Este es el esquema de producción de una central de ciclo combinado con gasificación de carbón integrado, de una eficiencia superior al 50% y de cero emisiones de acuerdo a la norma US Environmental Protection Agency (EPA). Este tipo de central es la que se propone en Europa para el uso del carbón como fuente primaria de energía limpia. En este esquema los gases de la combustión se procesan en una planta para la producción de subproductos ácidos.

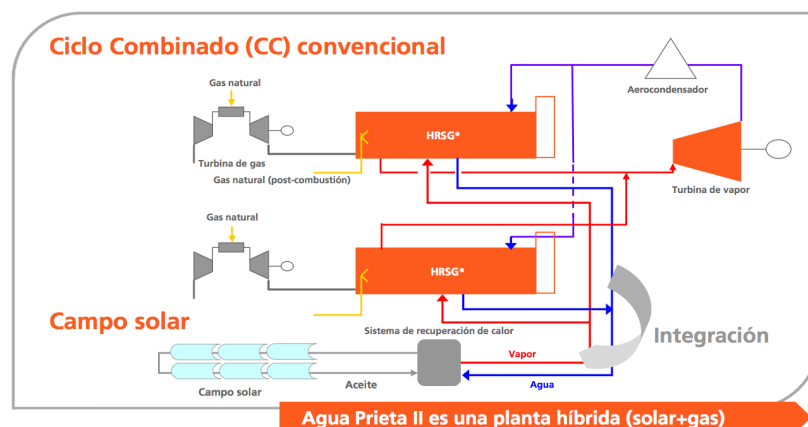
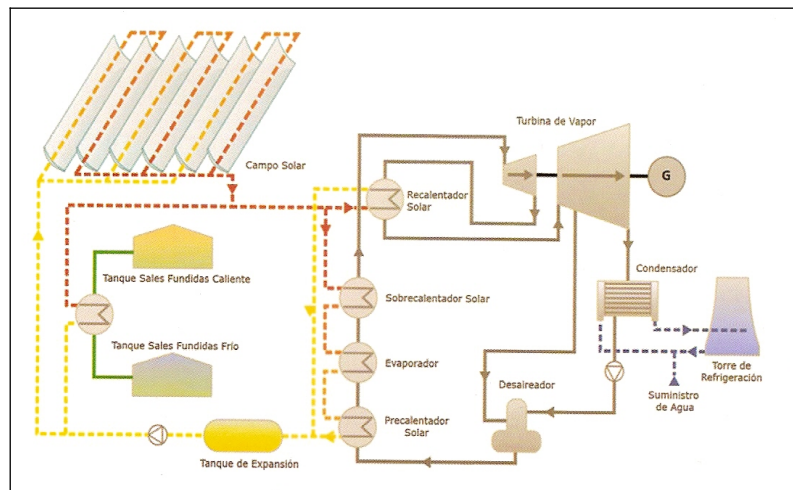


El uso de estas últimas tecnologías se ha sustentado en razones económicas, al mejorarse sustancialmente la eficiencia térmica de dichas plantas. La eficiencia térmica de una máquina a vapor Rankine va desde un 34 al 40%, la de un motor Diesel de 41 a 44%, una turbina Brayton a gas de 26 a 36%, pero un ciclo combinado de 44% al 58% y con estas últimas híbridas que mostramos a continuación un «rendimiento» de hasta de un 70%, usando en parte la energía solar.

En la foto siguiente se muestra una central térmica usando como fuente primaria de energía la energía directa del Sol.



Los esquemas siguientes muestran otros aprovechamientos de la energía solar combinados con plantas convencionales, en el primero se usa como sustancia de trabajo en la captación de la energía directa proveniente del sol sales fundidas, para almacenar energía para cuando no hay sol, en el segundo, se usa la energía solar como auxiliar, para ahorrar el uso del combustible fósil, mientras hay sol.

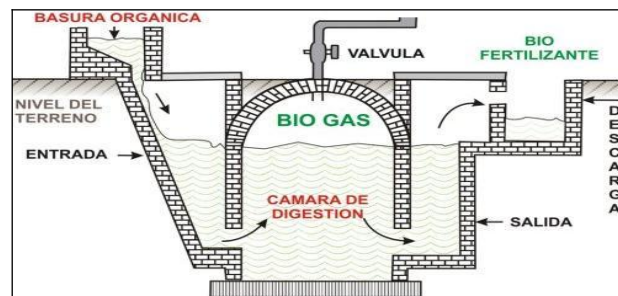


Esta foto muestra una planta de generación a vapor convencional de ciclo combinado que usa como energía primaria la biomasa mediante la cual produce gas de síntesis. En este caso

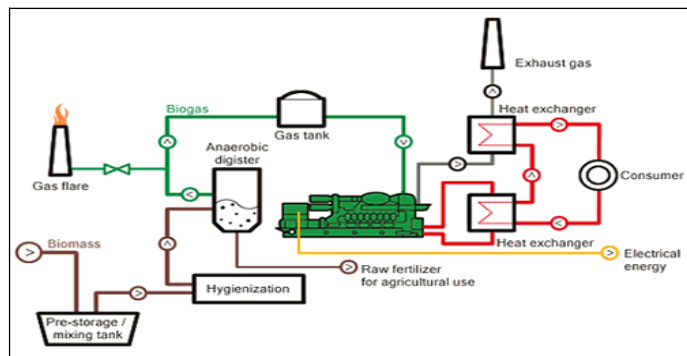
se utiliza madera proveniente de una finca energética plantada con eucaliptos en la región Entre Ríos, Argentina.



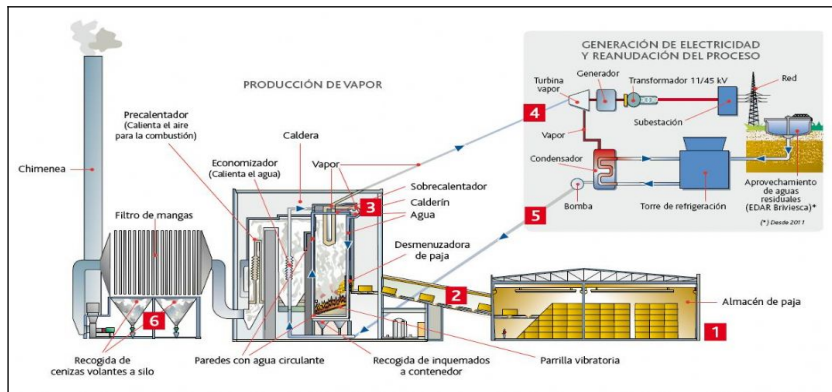
Este es el esquema básico de un biodigestor para el aprovechamiento de residuos de materia orgánica. El biogás producido tiene hasta un 55% de metano y puede ser usado para la cocción de alimentos y la generación de electricidad en pequeños generadores en base a motores de combustión interna, que operen bajo el ciclo termodinámico de OTTO. Esta es la energía renovable de mayor valor agregado local, por lo que debemos explotarla hasta agotar su potencial, construyendo los biodigestores localmente con tecnología apropiada. Otras formas de las energías renovables no son viables por su costo, como la fotovoltaica, aunque es ideal para pequeños sistemas aislados por requerir muy poco mantenimiento.



Este esquema es la misma idea, pero a gran escala, para la producción de electricidad y vapor en agroindustrias, que demanden ambos insumos para la producción. Se produce también una cantidad apreciable de compost que se puede usar como fertilizante en las plantaciones de la agroindustria. En este caso el grupo electrógeno es un motor Diesel.



Este también es un esquema para la producción a gran escala de electricidad, pero con una turbina a vapor usando como insumo el Nogal trozado y agrupado en pacas.



La energía fotovoltaica no es adecuada para su inyección en la red interconectada por razones de costos, sin tomar en cuenta los subsidios, pero es interesante su uso en zonas aisladas por su bajo requerimiento de mantenimiento y como una forma de reducir el consumo de la energía proveniente de la red de distribución cuando existen incentivos para su uso. También puede ser utilizada como un modo de disminuir la consumida de la red, pero sin el uso de bancos de baterías.

La energía del viento se usa desde la antigüedad, desde el transporte marítimo, hasta los molinos de cereales y fundiciones. En los tiempos recientes se uso para el bombeo de agua y generar electricidad. En RD se usó desde los años 30' del siglo pasado para generar electricidad y desde finales del siglo XIX para la extracción de agua en pozos. Para la última década del siglo pasado comenzó a usarse en gran escala para la generación de electricidad y su entrega a la red interconectada, con generadores eólicos como los que se muestran en las fotos siguientes.



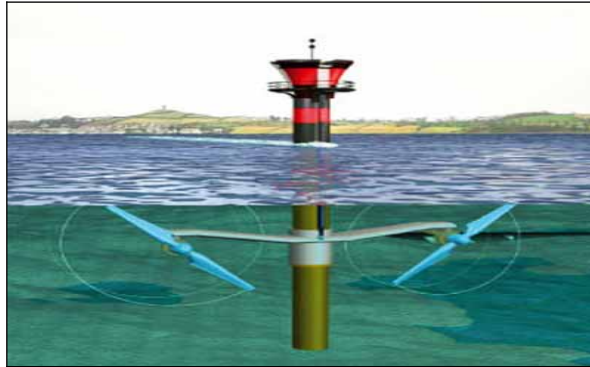
En todos estos casos debe evaluarse su rentabilidad sin subsidios, pues al ser el país un importador de tecnología, no se produce, en la mayoría de los casos, ahorros con el uso de estas tecnologías en el balance del comercio con el exterior.

La energía eólica es de las renovables, la más rentable, si se selecciona la ubicación del campo eólico convenientemente. Por esto, el IE-UASD promovió en RD el uso de este tipo de energía y participó en estudios para la ubicación de estos campos, que ya son una realidad.

Sin embargo, esto es solo un paliativo para ahorrar energía proveniente de fósiles, no se puede planear la expansión en base a la misma, pues no garantiza potencia firme.

Este es un ejemplo de los intentos por aprovechar la energía mareomotriz, que si bien es enorme y casi tan permanente como la del viento, su explotación siempre ha resultado muy

costosa. Sin embargo, en los últimos tiempos, con el desarrollo de nuevos materiales para la construcción de las facilidades para el uso de este recurso se pronostica que ganará en popularidad para zonas costeras. En la RD se han hecho algunos esfuerzos en el uso de esta fuente de energía, sin resultados prácticos hasta la fecha, cabe destacar el proyecto del Instituto de Física de la UASD para aprovechar este tipo de energía en base a un dispositivo basado en el principio de pulsos de energía.



El aprovechamiento de la energía libre está volviendo a ser estudiada, al igual que el uso del hidrógeno para celdas de combustible. Los proyectos de energía libre se centran en la energía en el punto cero y en campos magnéticos enlazados mediante estructuras que responden a arreglos geométricos en equilibrio y los del uso del hidrógeno en la obtención del mismo por fermentación natural de micro algas y aguas residuales con el objeto de reducir su costo de producción y reducir a un mínimo el consumo de energía en su producción de manera que el balance de energía sea positivo.

Algunas ecuaciones importantes de la reacción de combustión

Ecuación de la reacción de combustión de un hidrocarburo:

$$C_nH_{2n+2} + (3n+1) (O_2+3.76N_2)/2 \text{ ---- } nCO_2 + (n+1) H_2O + (3n+1) (3.76N_2)$$

Ecuación para el carbón mineral:

$$C + (O_2 + 3.76 N_2) \text{ ---- } CO_2 + 3.76 N_2$$

Ecuación para el hidrógeno:

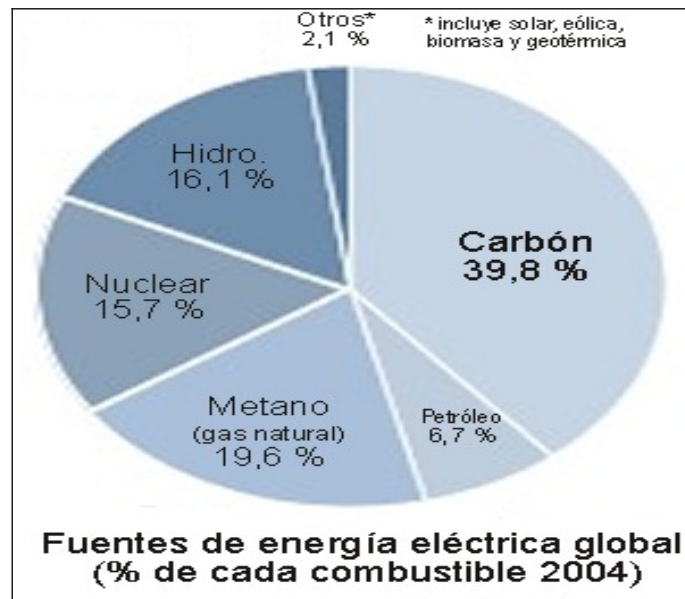
$$2H_2 + (O_2 + 3.76 N_2) \text{ ---- } 2H_2O + 3.76 N_2$$

Donde los números atómicos de los elementos son:

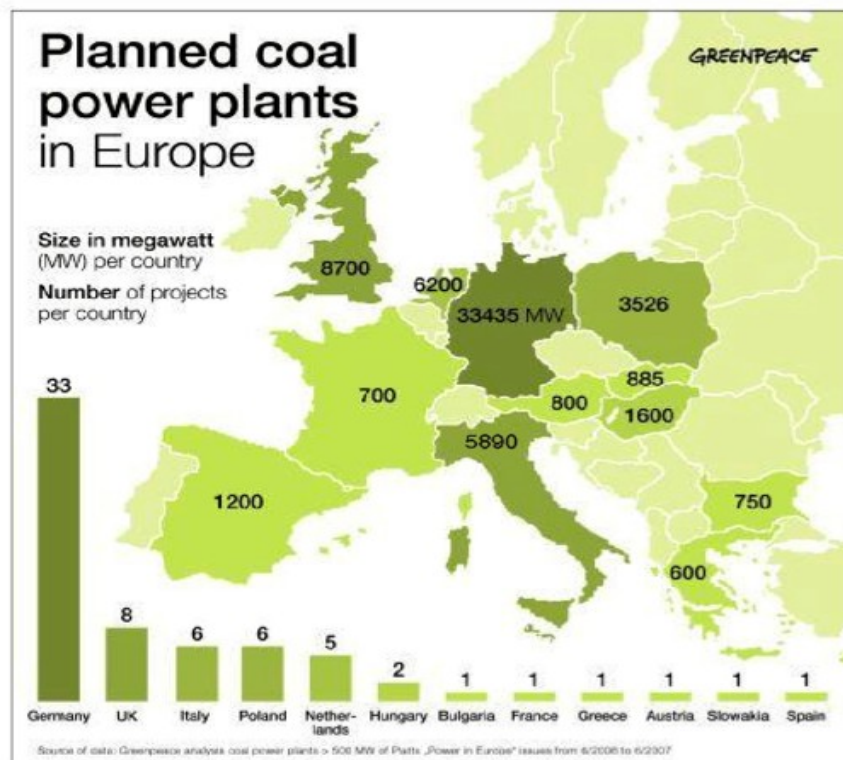
- C—carbono----- # 12
- H--- hidrógeno-- # 1
- O --- oxígeno---- # 16
- N --- nitrógeno-- # 14

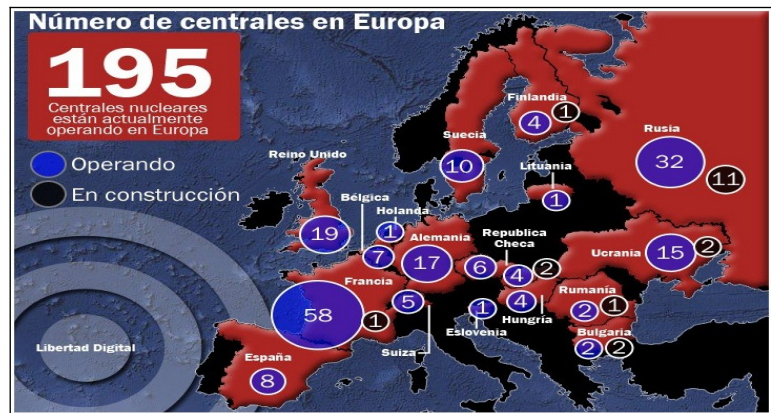
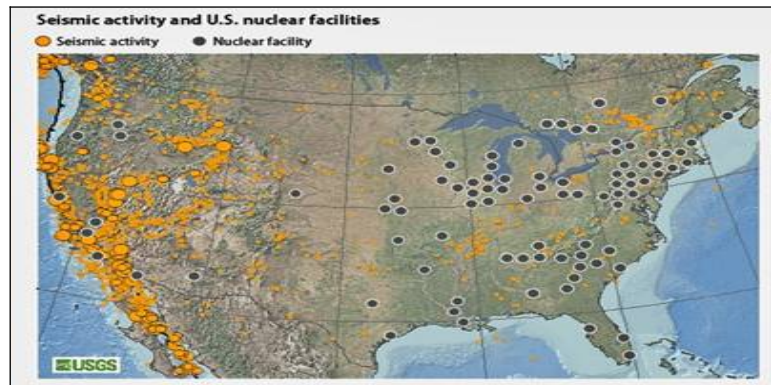
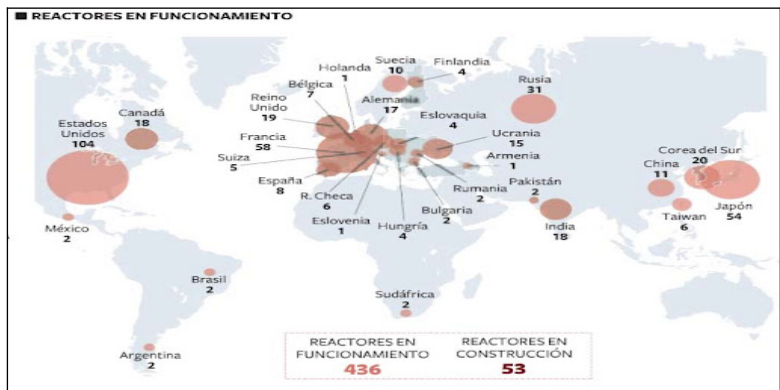
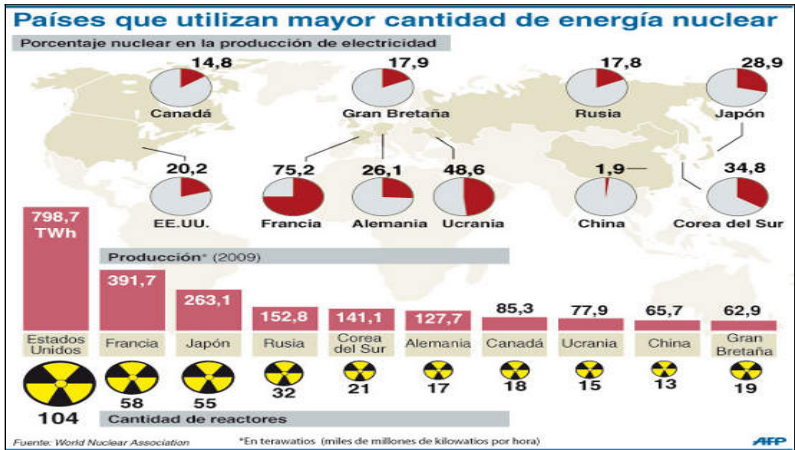
La relación aire combustible teórica para la combustión se obtiene así:
 $((3n+1) (O_2+3.76N_2)/2) / C_nH_{2n+2}$; se requiere siempre un exceso de aire entre un 3 y 10% para lograr una combustión completa, producto de una mezcla imperfecta entre el aire y el combustible. Las investigaciones de hoy en día se centran en disminuir el exceso.

2. Producción de energía por tipo de tecnología a nivel mundial



Como se puede apreciar más del 50% de la energía eléctrica que se produce en el mundo tiene como fuente primaria el uso del carbón y la nuclear. Los países que tienen mayor porcentaje de energía nuclear son también los que menos gases de invernadero producen y son más competitivos al tener el precio de la energía eléctrica más bajo. En Europa, Francia, que es el país que más produce en base a la energía nuclear, un 75%, sostiene además los sistemas eléctricos alemanes e italianos, que se oponen al uso de la energía nuclear, pero que en cambio no se oponen a recibirla de Francia. China produce el 60% de su electricidad en base a carbón y USA cerca de un 65% entre nuclear y carbón en el año 2011.

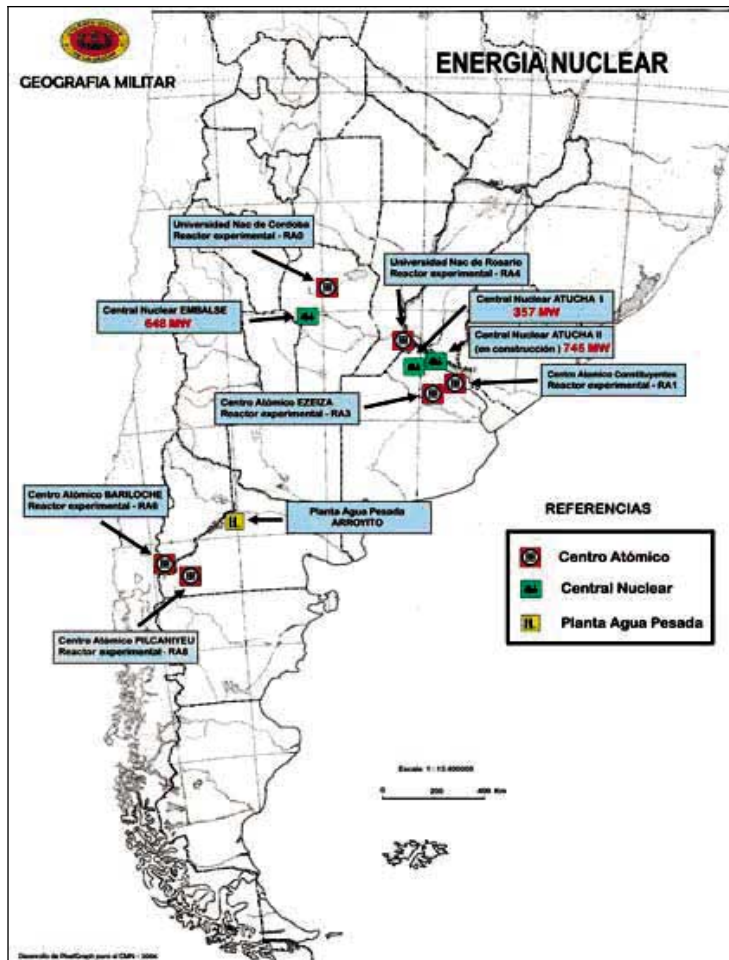
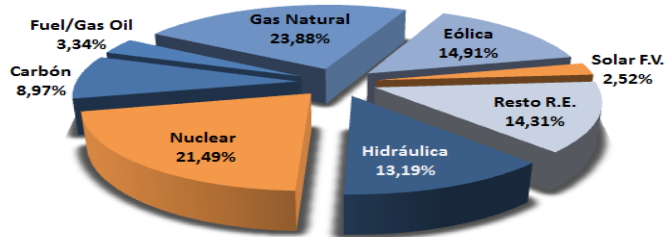


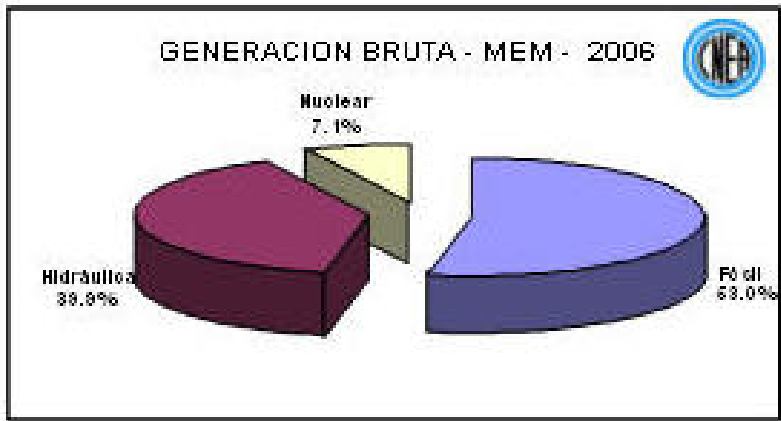
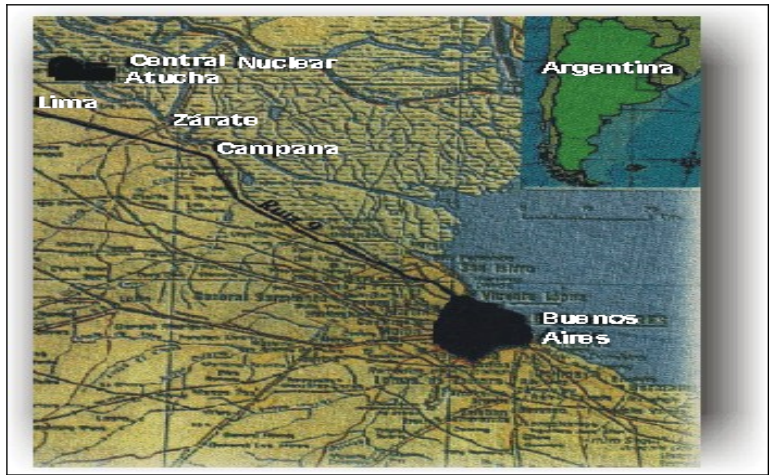


Datos operativos de las centrales (29/04/2008)



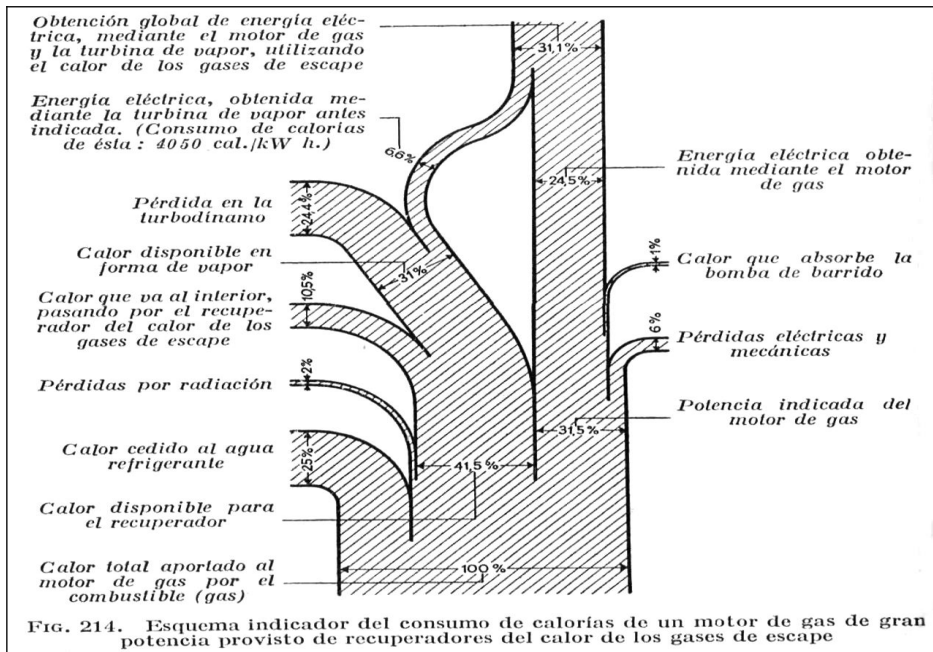
Desglose de Energía Producida en España en 2010



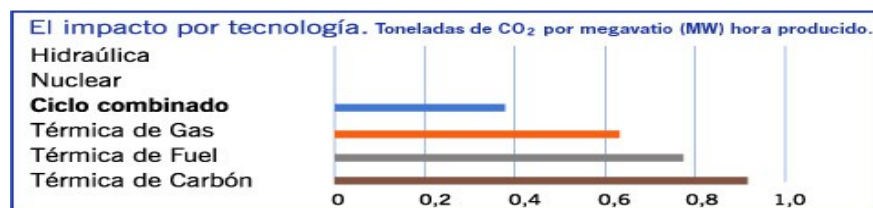
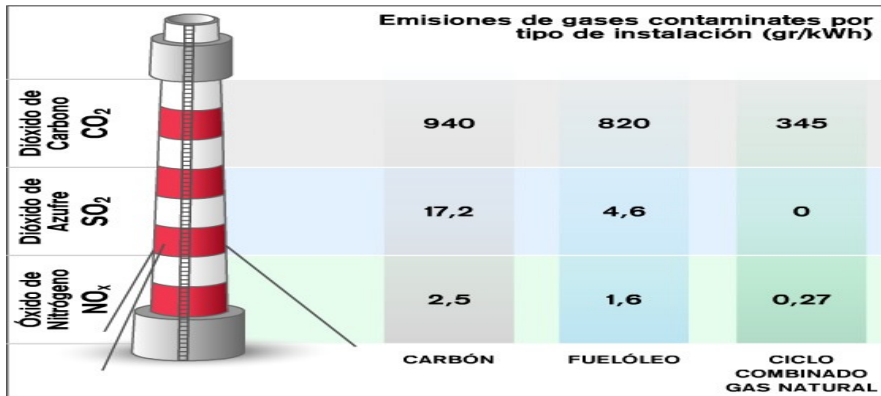


3. Eficiencia en la conversión de energía y efectos ambientales

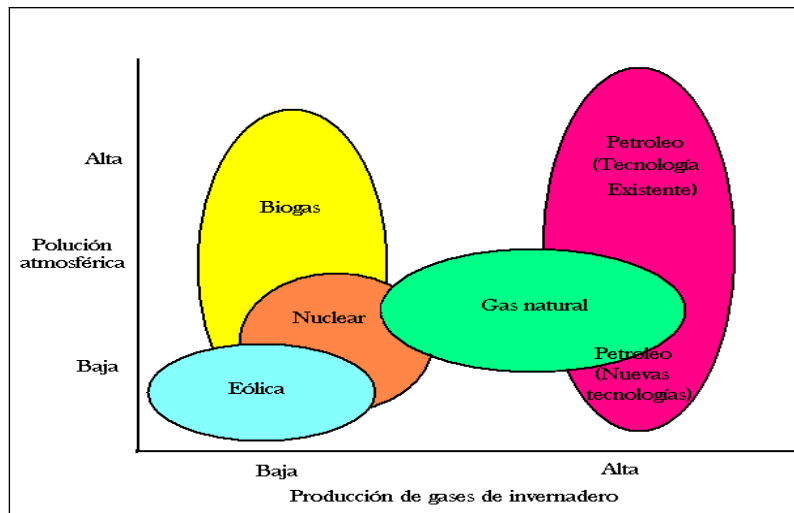
Eficiencia en la conversión de energía térmica a eléctrica, valor clásico



Emisión de gases por tipo de tecnología



A continuación se muestra un esquema del nivel de contaminación relativa de las diferentes fuentes de energía primaria.



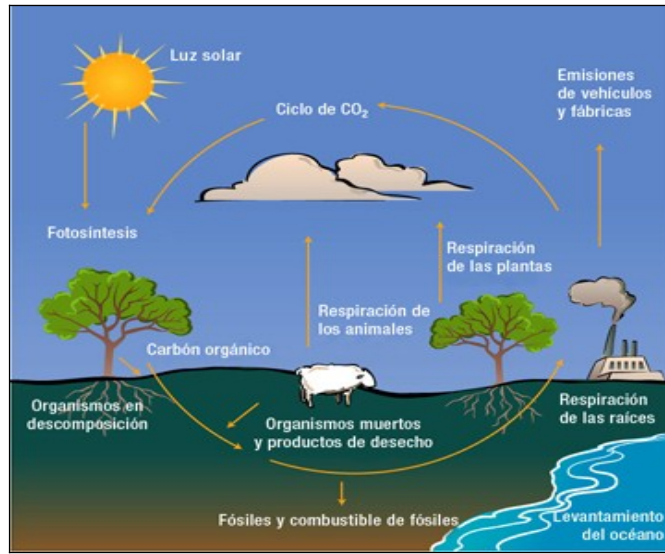
Obsérvese que el gas natural como fuente primaria de energía también es contaminante y mucho más que la nuclear y la eólica y parcialmente con el biogás.

La eficiencia térmica de las plantas o máquinas de conversión de energía térmica en mecánica se valoran a partir del potencial energético de la fuente primaria usada, como un porcentaje, pero también se expresan de manera directa en función de la cantidad de energía en forma de calor que se requiere para producir una unidad de energía eléctrica. A esto se denomina Régimen Térmico (RT) el cual se relaciona con la eficiencia así:

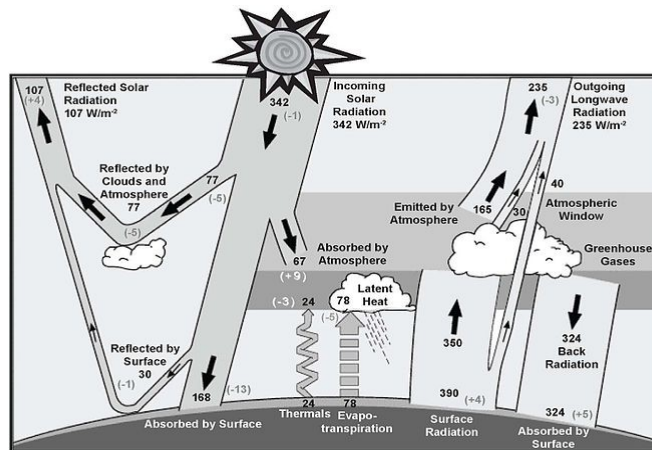
$$RT = 3412/N, \text{ generalmente en unidades de BTU/Kwh.}$$

Donde: N es la eficiencia térmica.

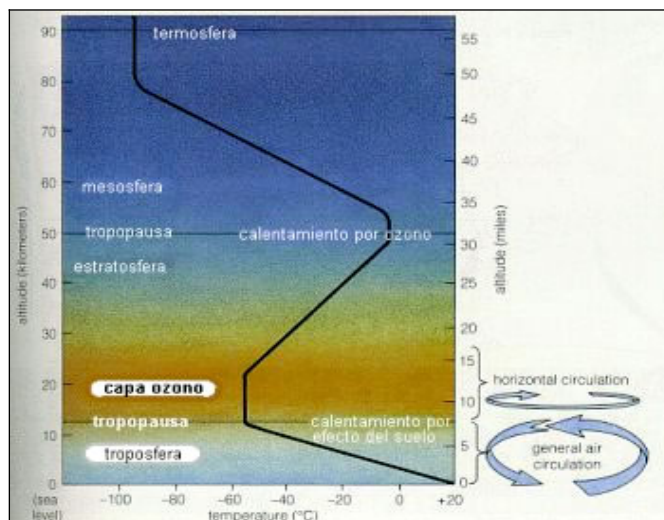
4. El ciclo del CO₂, que conocemos y otros que damos por conocidos



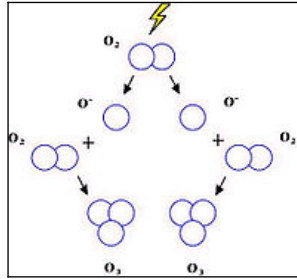
Balance de energía a partir de la «constante» solar



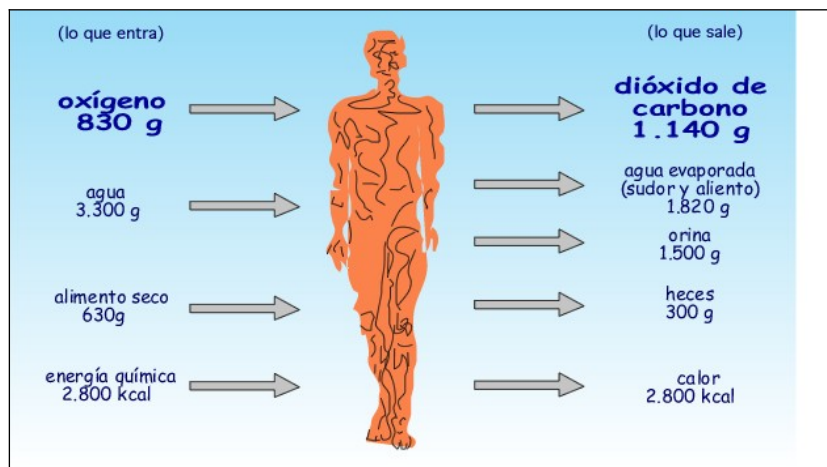
Diferentes capas de la atmósfera y circulación del aire



Formación del ozono



Proceso de conversión de energía en el ser humano



Es decir 4 millones de Tm de CO_2 al año, en el caso de Rep. Dominicana con 10 millones de habitantes. Esto equivale a las emisiones anuales de una central a carbón de 570 Mw o a las de una de ciclo combinado de 1385 Mw a gas natural, para Factores de Capacidad (FC) de un 95%.

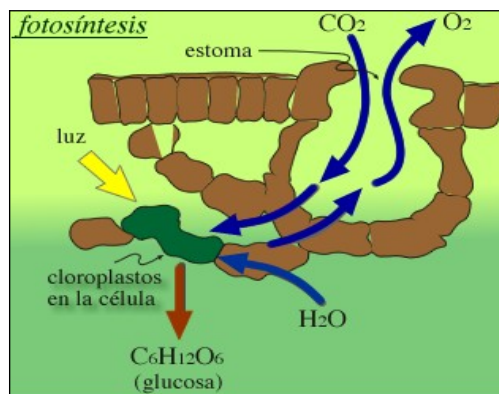
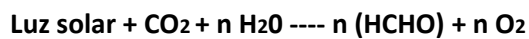
Cuatro procesos importantes:

Combustión, $(C_nH_{2n}O_n) + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + \text{calor}$

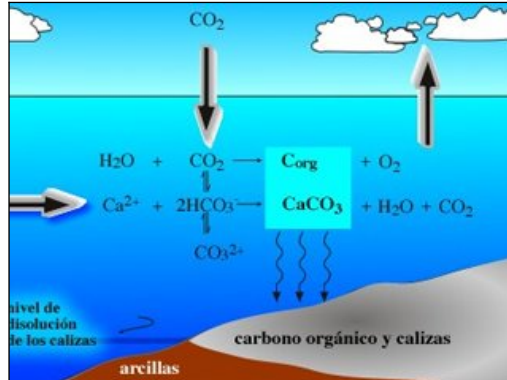
Respiración, $(C_nH_{2n}O_n) + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + \text{ATP (Adenosina Tri-Fosfático)}$

Fotosíntesis, $CO_2 + H_2O + \text{energía (luz)} \rightarrow (C_nH_{2n}O_n) + O_2$

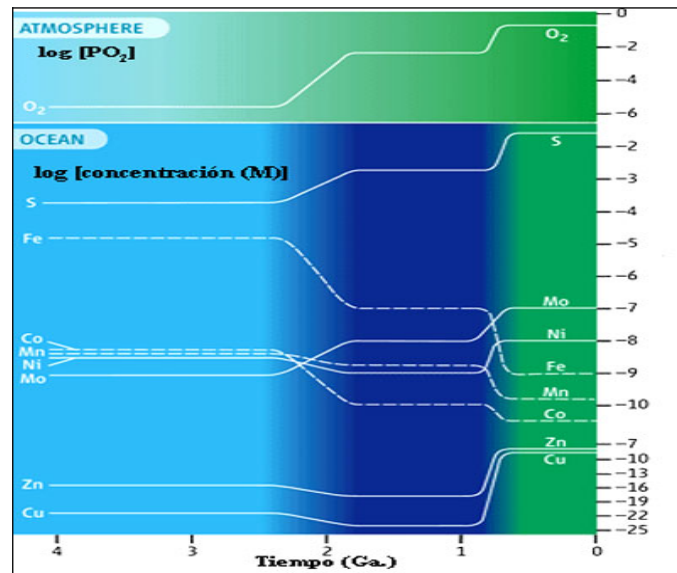
Formación del oxígeno original por descomposición de la molécula de agua con la energía solar,



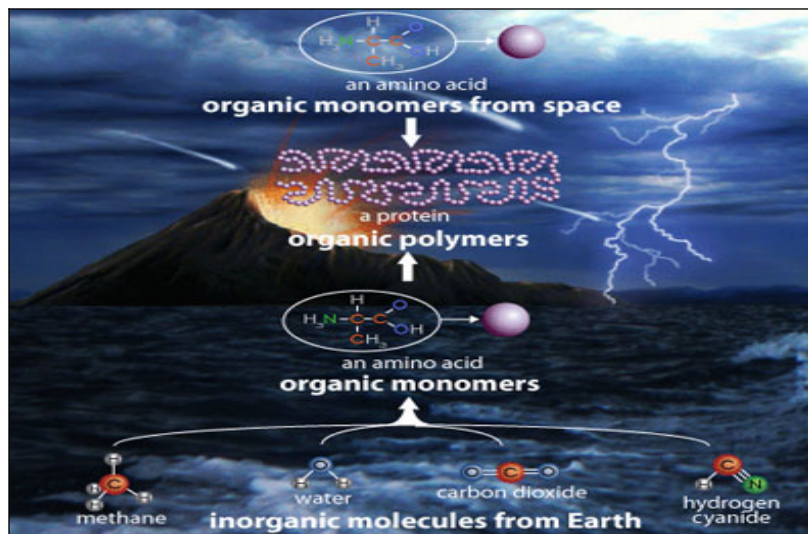
Fijación del CO2 en el agua del mar

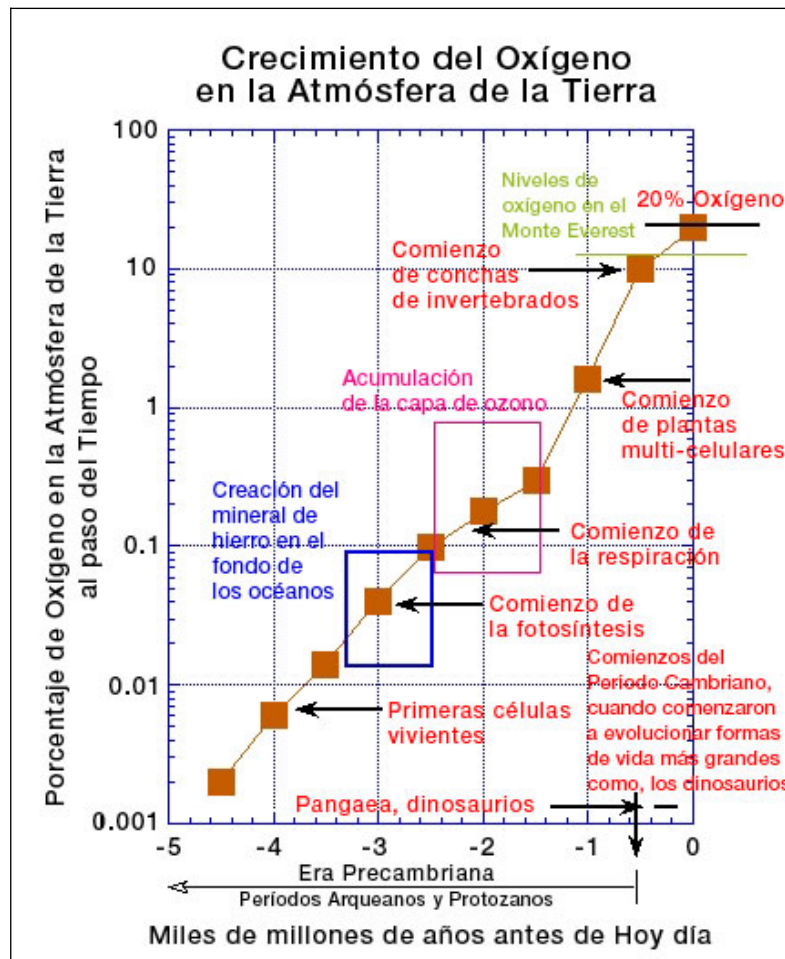


Evolución del contenido de los elementos básicos en la atmósfera y en el mar

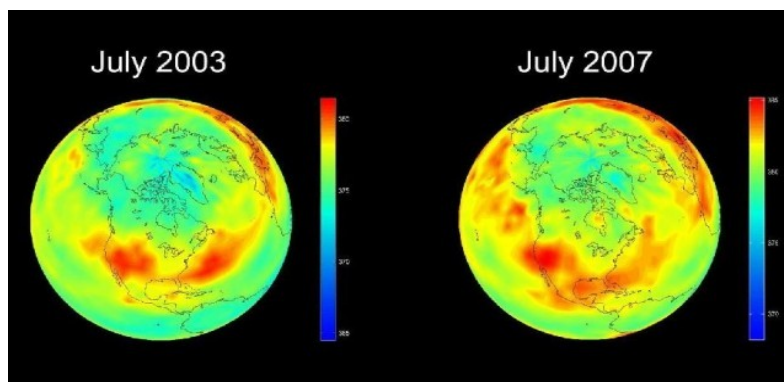


Proceso de formación de moléculas esenciales para la vida





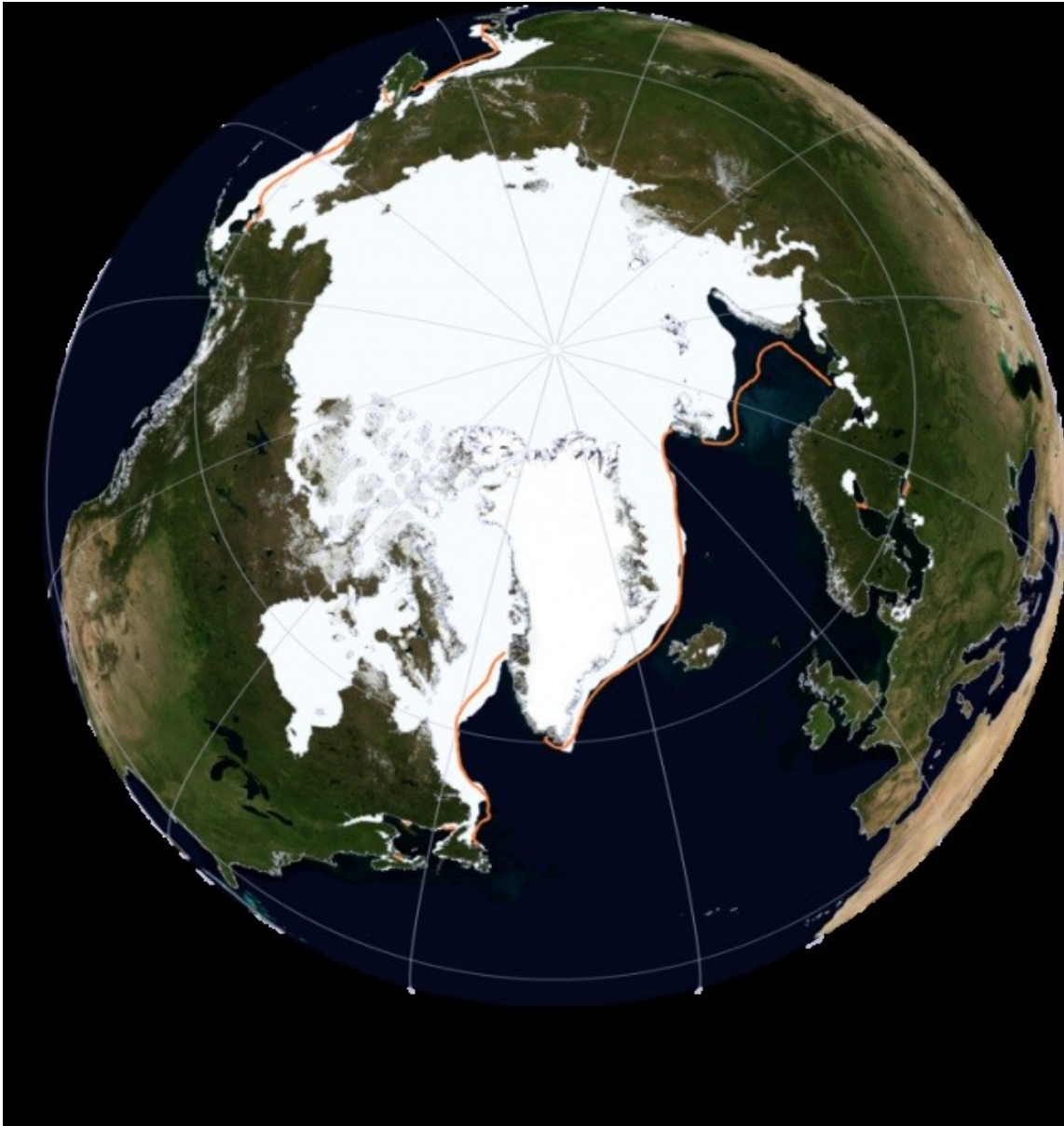
Distribución del aumento de CO2 en la atmósfera:



Como se puede observar, las concentraciones varían debido a la circulación del aire. Nos sacrificamos con energía cara por una supuesta contribución al aire limpio, pero lo recibimos sucio de Norteamérica. El aire no se detiene en las fronteras, esto es parte del absurdo que se nos impone como parte de la moda ambientalista, debemos reclamar nuestro derecho a pensar con libertad.

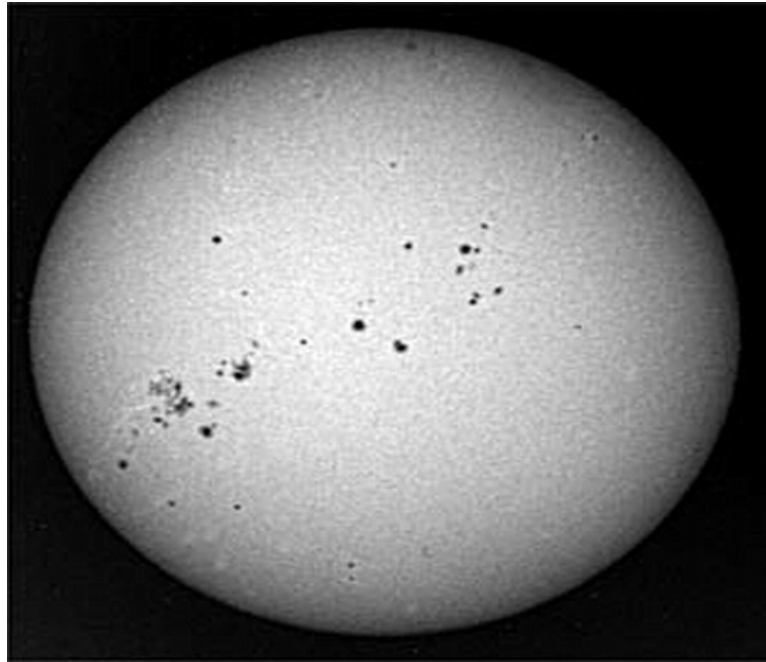
5. El «Calentamiento» Global, un fenómeno que debe ser mejor estudiado

Polo Norte hoy. Los modelos del Calentamiento Global puestos de moda en los últimos años, centrados en la actividad humana, ignoran la existencia del Cambio Climático como un hecho natural, lo mostrado no se corresponde con lo que debería estar pasando.

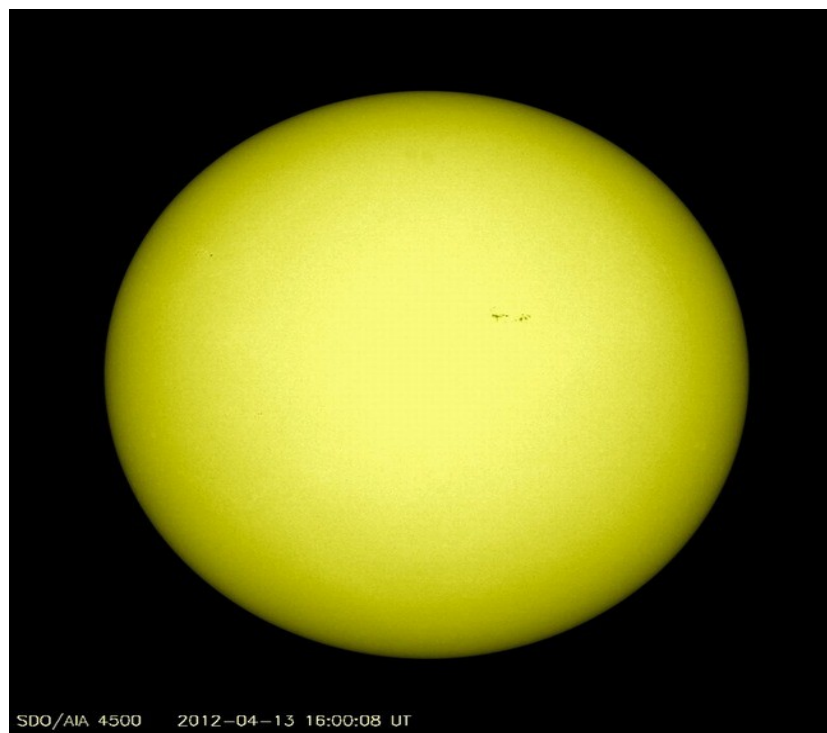


La línea roja es el histórico del promedio máximo que alcanza el hielo marítimo, contrástese con el actual. Se observa una disminución del hielo en la zona norte de Rusia, pero un aumento en el mar de Bering y la zona norte del Canadá al oeste de Groenlandia. El Calentamiento Global centrado en la actividad humana es solo una parte del Cambio Climático, pero sus variables aún no han sido lo suficientemente estudiadas para ser concluyentes; pudieran existir variables no consideradas, que no deben ser ignoradas.

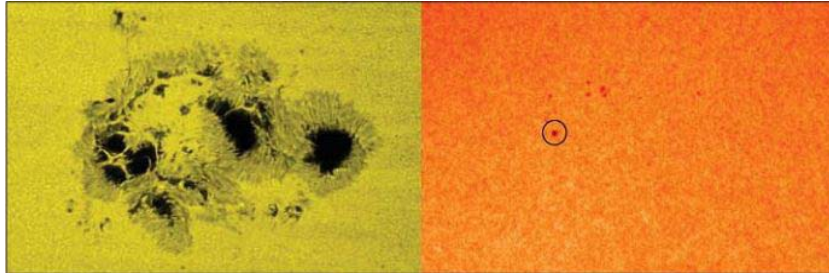
El sol como se presenta normalmente con sus manchas, que son el origen de sus llamaradas.



El sol en abril del año 2012



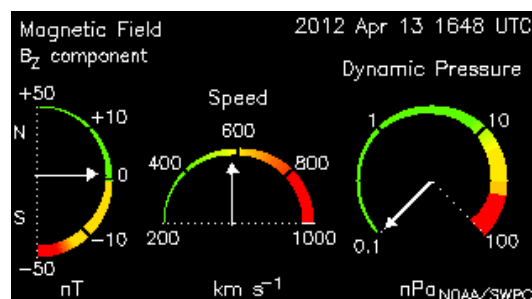
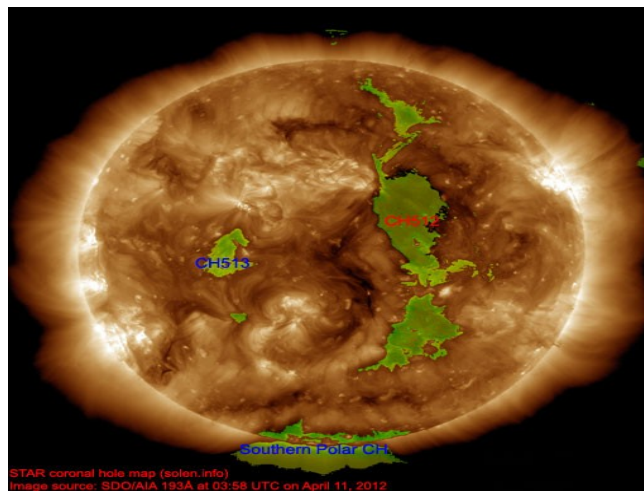
Muestra muy poca actividad. Veamos algunas posibles explicaciones, en base a datos estadísticos de observaciones previas:



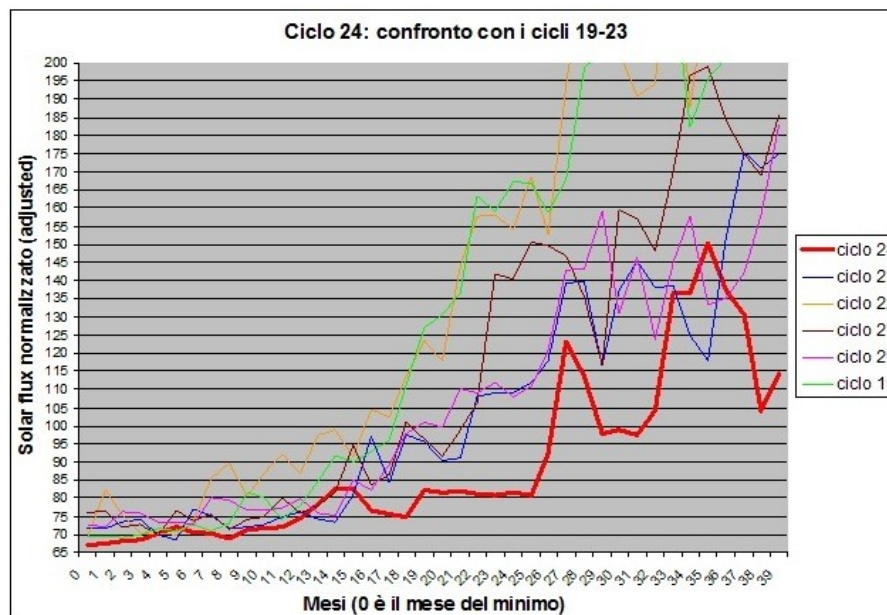
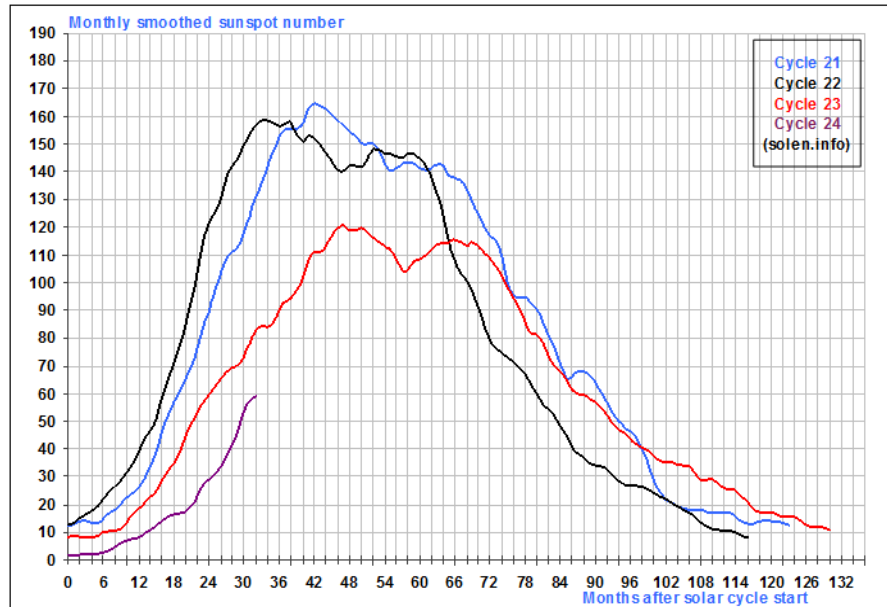
A la izquierda una imagen de un grupo de manchas cerca del máximo de último ciclo solar 23, tomadas en el telescopio del Observatorio McMath-Pierce, Kitt Peak el 24 de Octubre de 2003. Las manchas muestran claramente una umbra central oscura rodeada por una penumbra más clara y filamentosa. Los campos magnéticos varían desde 1797 a 3422 gauss, imagen derecha. Una imagen consistente sólo de dos poros –manchas débiles sin estructura de penumbra- tomada por Graficador Doppler Michaelson (MDI), instrumento en el satélite Solar and Heliospheric Observatory (SOHO) el 11 de enero de 2009; esto es un ejemplo de lo que se observa hoy en un mínimo solar.

El poro inferior (visto como un punto en el centro del círculo negro) tenía un campo magnético de 1969 gauss; los otros no eran mensurables. Actualmente la superficie del Sol está casi totalmente desprovista de manchas. Ambas imágenes tienen la misma escala espacial y están separadas ente si por unos 250.000 kilómetros.

Aspecto real del sol con filtros adecuados



Valor de los flux de la radiación solar en los últimos ciclos

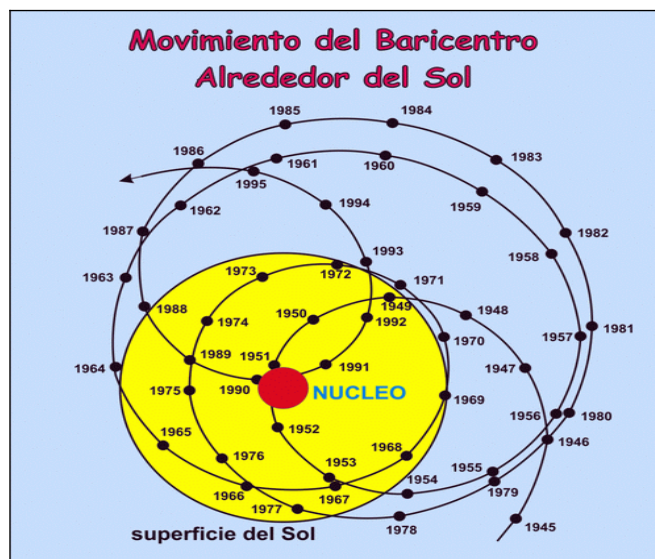
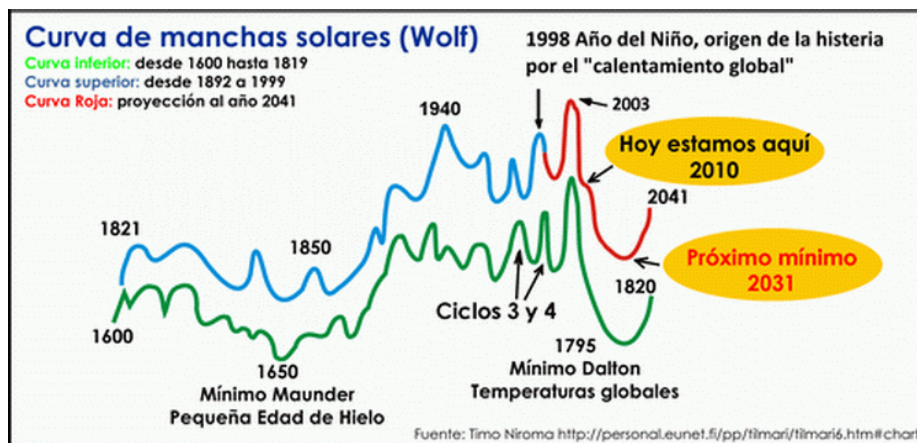
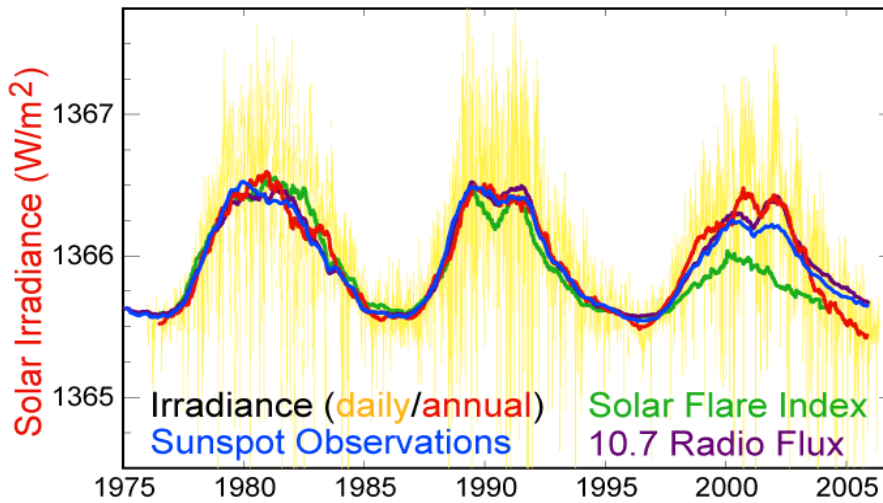


En el sol se produce una reacción atómica de fusión natural donde el hidrógeno se convierte en helio, liberando grandes cantidades de energía. Esta reacción, como ocurre en las producidas de manera artificial por el hombre, deben ser reguladas de alguna manera para ser estables. Esta regulación en el sol ocurre por cambios cíclicos en su campo magnético que ocurren periódicamente con máximos cada 11 años.

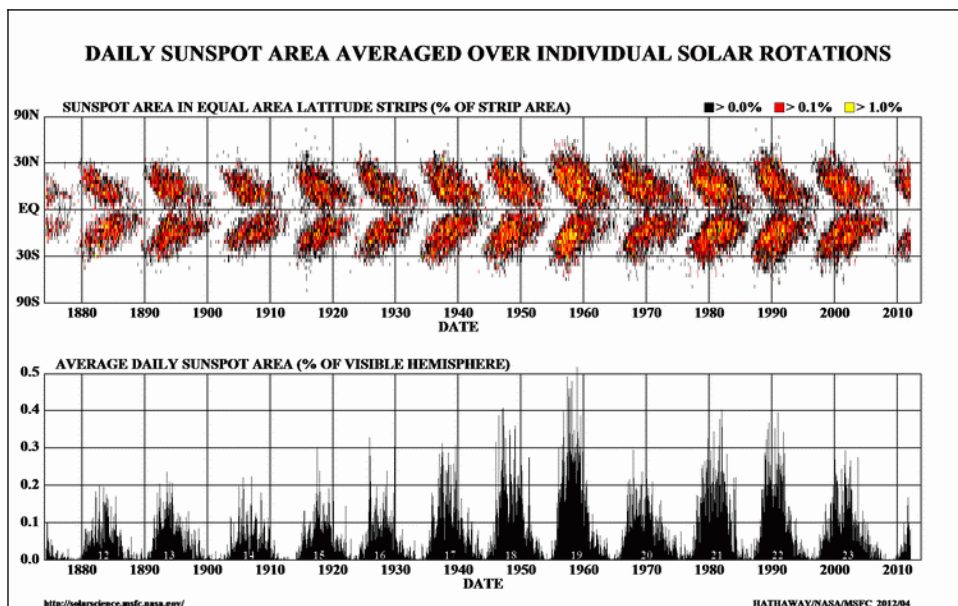
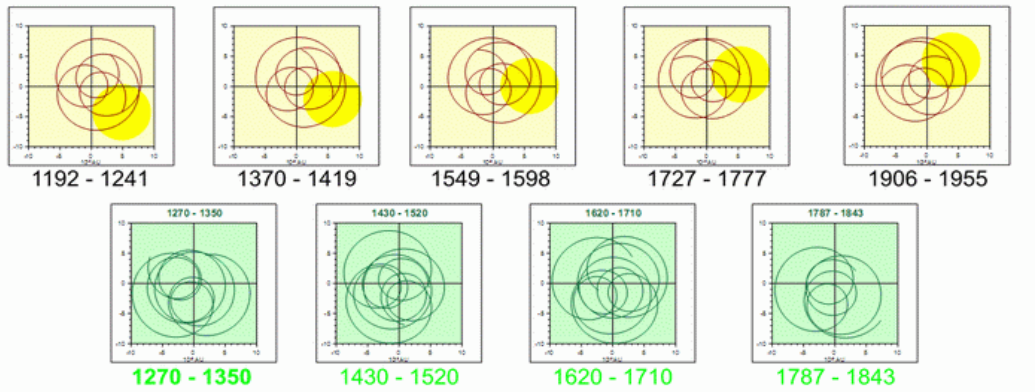
Su efecto sobre la Tierra varía también por el movimiento del baricentro de la Tierra en su traslación helicoidal en torno al sol. Muchos afirman que estos cambios no son tan significativos como para producir cambios de temperaturas en la atmósfera terrestre, pero existen evidencias de que esto pudiera no ser así. Se observa una coincidencia de disminución de la temperatura con períodos de quietud solar.

Veamos algunos datos estadísticos sobre este fenómeno y los efectos observados, superpuestos a los producidos por los ciclos solares:

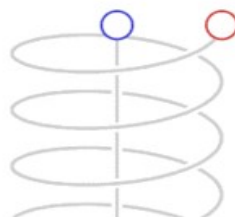
Solar Cycle Variations



Movimiento del baricentro alrededor del Sol

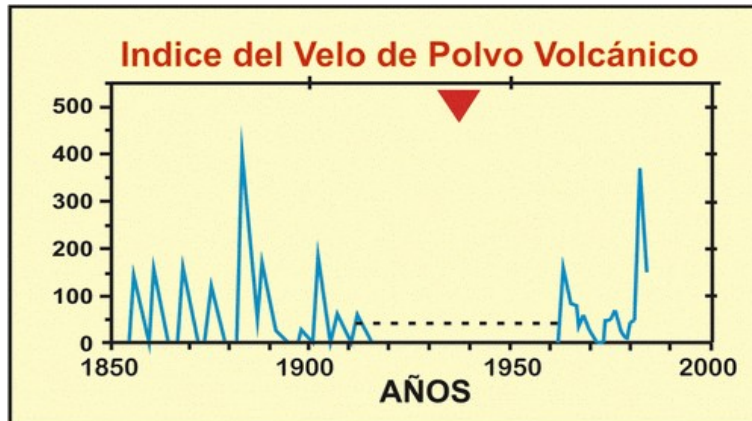


Representación del movimiento real de traslación a 30Km/s. de la Tierra en torno al sol. El sol, a su vez, se mueve helicoidalmente a 220Km/s. en relación al centro de la Vía Láctea, que se encuentra a 25,000 años luz, lo cual significa que la Tierra se mueve a 220Km/s en la dirección en que se mueve el sol en torno al centro de la Vía Láctea, con lo que recorreremos cada año unos 7,000 millones de kilómetros en el espacio y siempre lo hemos hecho.

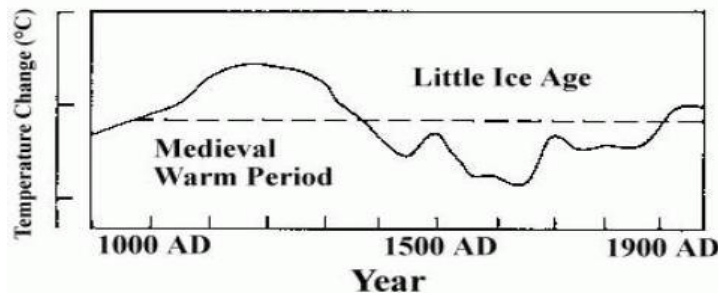


⌚ 220 Km/s.

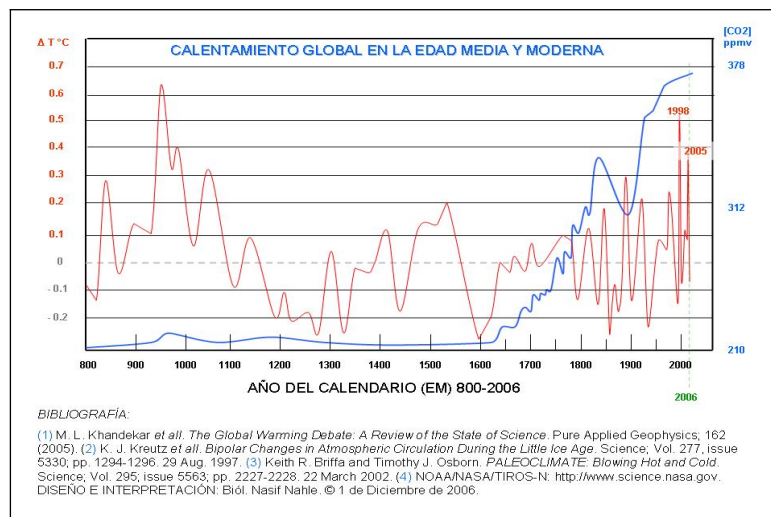
Otra variable que incide es polvo en la alta atmósfera de origen natural y el fruto de la actividad humana.



Veamos como ha variado la temperatura de la atmósfera terrestre en los últimos mil años, cuando ya se registraba la historia de manera regular, la mayoría de los datos más antiguos se refieren a observaciones en la zona europea.

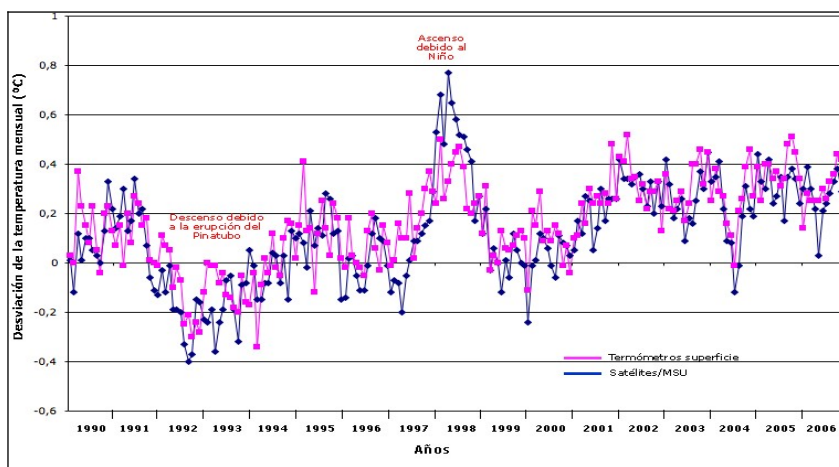
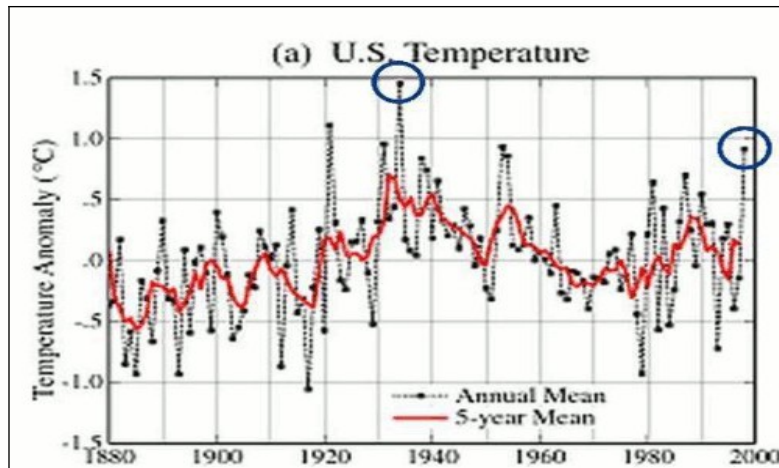


Este es el comparativo del CO2 atmosférico y la variación de temperatura en ese mismo período.

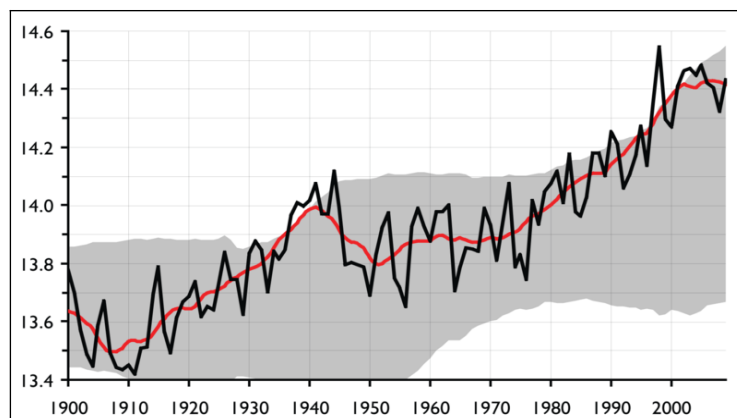


Existieron cambios notables en la temperatura, sin cambios en el CO2. Incluso en Europa se produjo lo que se llamó una pequeña edad de hielo, con valores de temperatura mínimos a finales del siglo XVI.

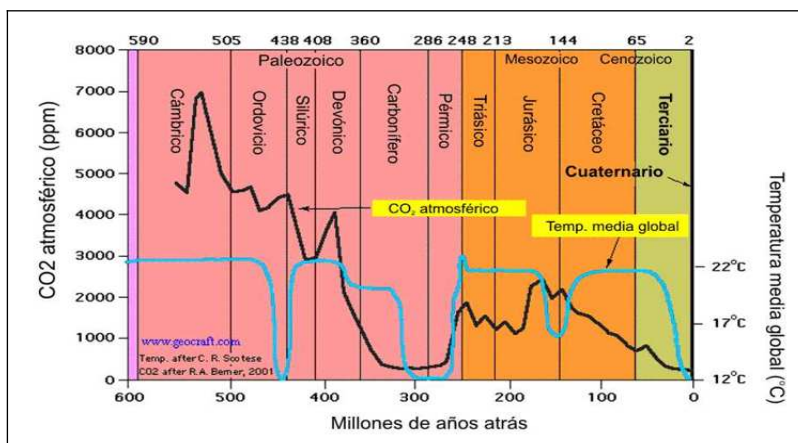
Variación de la temperatura de la atmósfera terrestre en los últimos 120 años



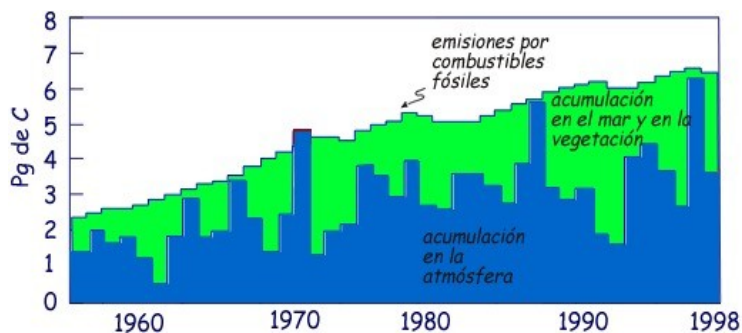
La gráfica que se muestra a continuación es la usada por los defensores del calentamiento global de origen antropogénico, seleccionando series históricas que favorezcan dicho planteamiento. Compárese con la real de los últimos 120 años mostrada anteriormente.



Evidencias de las variaciones de niveles de CO₂ en la atmósfera y la temperatura de la misma para un período más largo de acuerdo a evidencias de muestras geológicas.

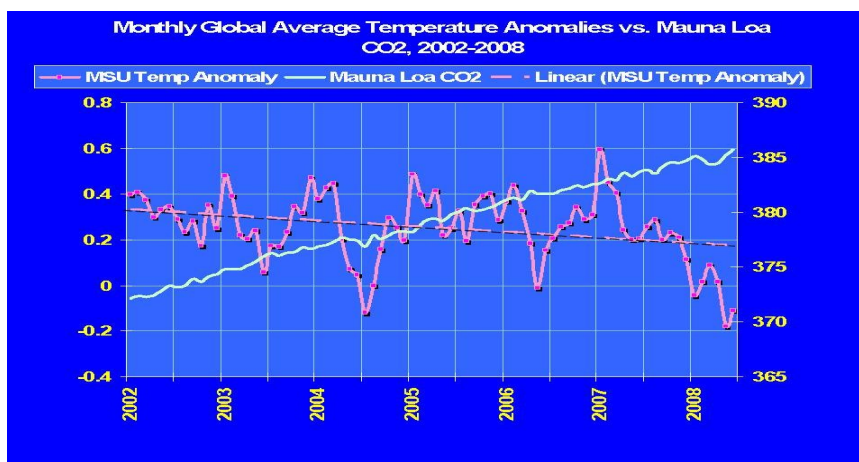


Acumulación de CO₂ en la atmósfera en las últimas décadas, obsérvese las variaciones. Debemos estudiar mejor sus causas, puede ser que nuestro tiempo pase muy rápido para el ritmo de la naturaleza. Nadie puede ver más allá de lo que entiende y siempre le pasa por arriba a lo que no entiende o no entiende bien.

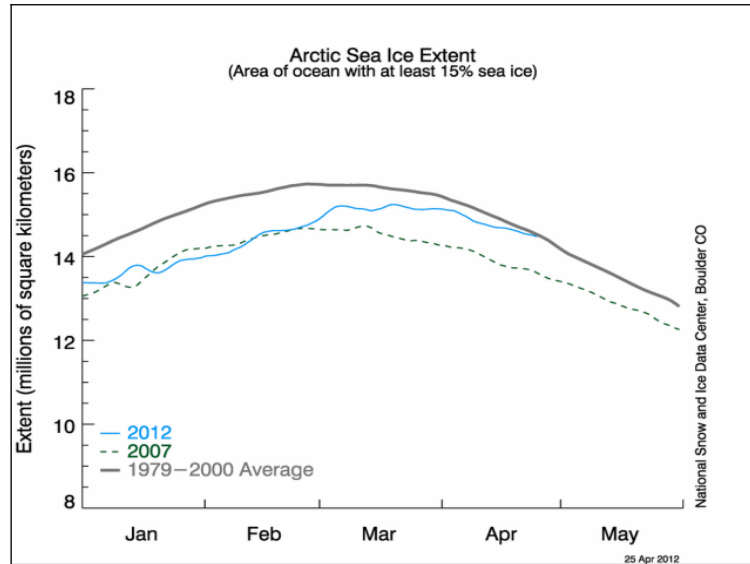
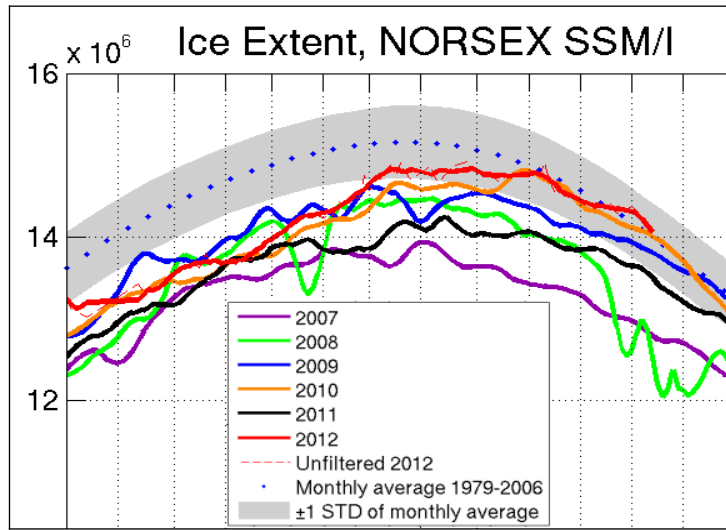


Obsérvese los cambios anuales en los valores acumulados distribuidos entre la atmósfera, el mar y la vegetación. Al parecer existen otros factores a considerar en la correlación.

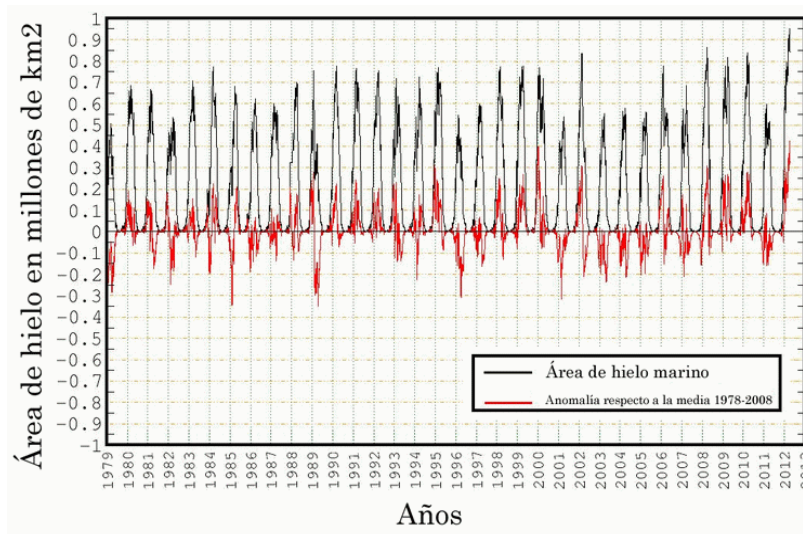
Existen evidencias de disminución de temperatura con el aumento de CO₂, medidos en años recientes. El resultado de mediciones que se muestra guarda correspondencia con evidencias históricas.



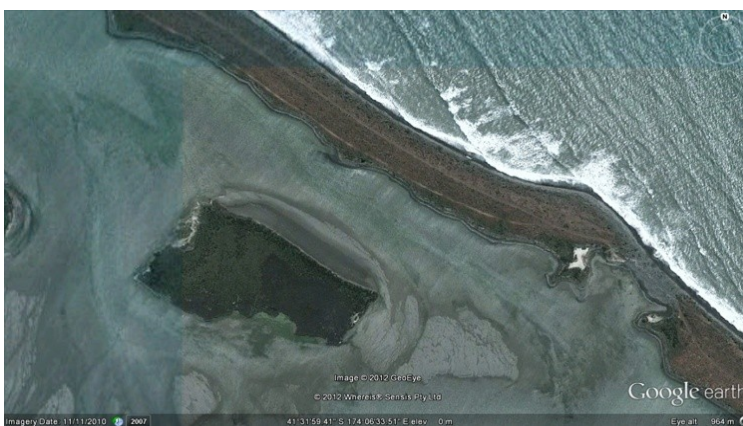
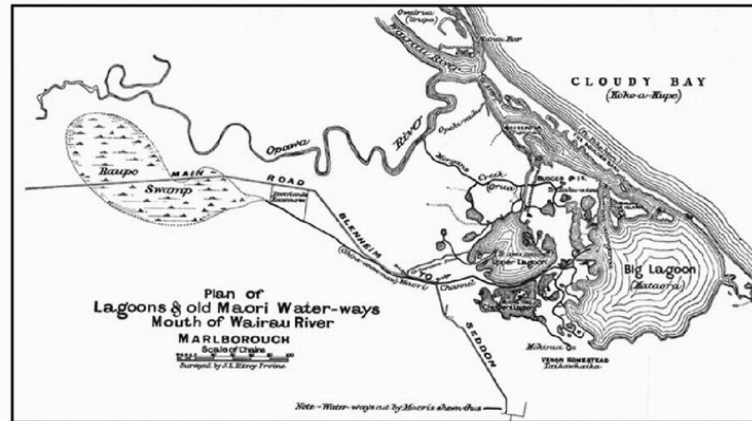
Veamos ahora la evolución del deshielo en base al área cubierta de hielo en el Ártico.



Variación del área cubierta de hielo en el Ártico

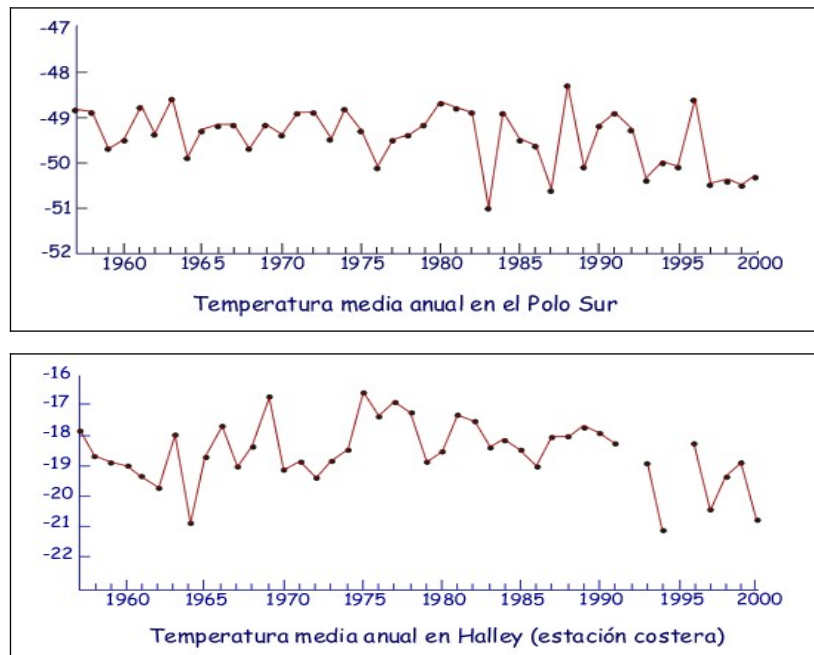


¿Variación del nivel del mar por el Cambio Climático?, algo que no podemos demostrar de acuerdo a las evidencias científicas de los últimos 120 años. Al parecer estamos cerca del máximo nivel histórico del nivel del mar saliendo de la última edad de hielo. Lo cierto es que el nivel del mar siempre ha variado, pero no de manera brusca.



En el caso de República Dominicana cabe señalar que hemos monitoreado el nivel del mar en Nigua, en la propiedad de un amigo, por espacio de 15 años, sin ningún cambio observado que no sean los propios de las mareas. De igual forma del año 1998 al 2008 estudiamos la temperatura del mar y el aire de datos cotejados de satélites, sin detectar ninguna anomalía.

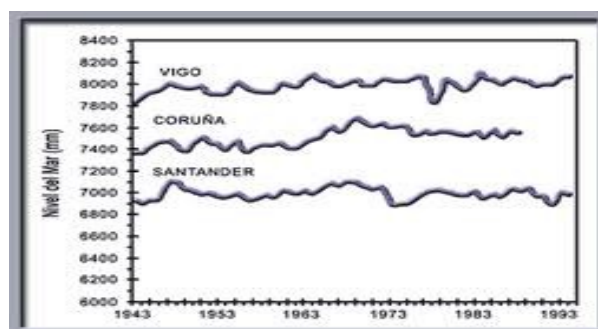
El volumen de agua en todos los océanos es de 1,400,000,000 Km³, el agua en el hielo en los polos y glaciales sobre tierra es de unos 24,500,000 Km³ en promedio, apenas el 1.75% del total, sobre el Antártico está el 80% de ese hielo, no existen evidencias científicas de que su temperatura esté en aumento, ni lo vaya a estar por el momento, pero si todo ese hielo se derritiera y fuese a parar al mar, el nivel de mar subiría unos 60m, sin embargo, no existen evidencias que esto haya sucedido nunca, ni que estén sucediendo ahora, sino de todo lo contrario. Las gráficas siguientes muestran las temperaturas medidas en el polo sur y en la costa en la estación Halley en la Antártida en los últimos años; en el primer caso se observa un ligero descenso y ninguna variación significativa en el segundo caso.



Las fluctuaciones en el corto tiempo del nivel del mar se deben más al cambio de volumen por variaciones en la temperatura del mar que por aportes del derretimiento de la masa de hielo de los polos y glaciales en los actuales momentos. Hasta ahora los cambios del nivel son normales y cíclicos; segregando el efecto de las mareas, no se han podido probar cambios permanentes en el nivel que no sean los originados por actividad geológica, excluyendo el efecto de las mareas.

La cantidad de agua en la atmósfera es variable, se evaporan todos los días unos 280Km³ y en promedio hay 3,100 Km³ de vapor de agua en ella.

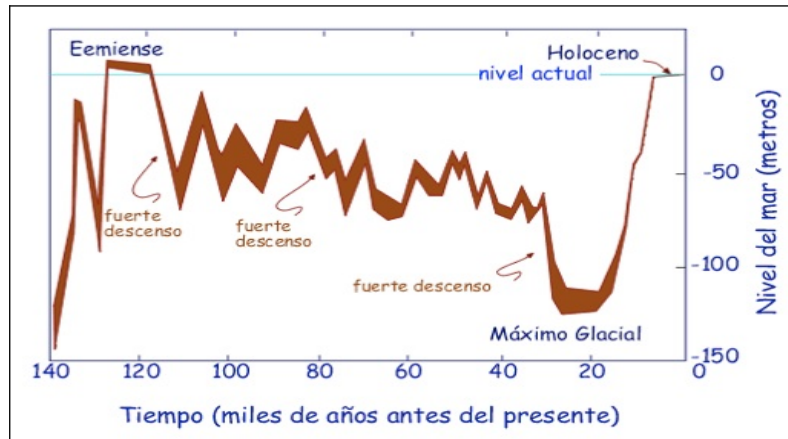
Gráfica del nivel del mar en puertos de la zona norte de España, con variaciones cíclicas.



Se han estudiado evidencias de sondeos realizados en el hielo de la Antártida, pero la temperatura nunca estuvo 6°C por encima del nivel actual.

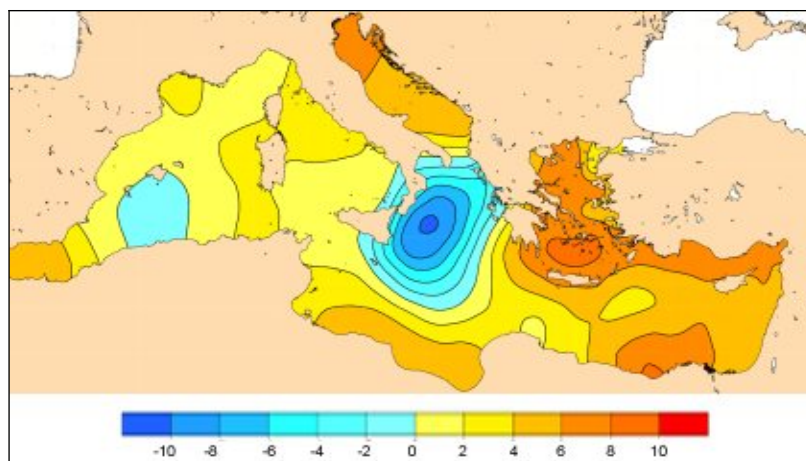
En ese momento, hace unos 130,000 años, el nivel del mar estuvo unos 5 metros por encima del actual (no 60 metros), pero en el transcurso de los últimos 120,000 años el nivel del mar llegó a bajar hasta 120 metros y ha vuelto a subir hasta el nivel actual, durante un período poco impactado por la actividad humana. En consecuencia, es poco probable que llegue a subir y de hacerlo, esto tomaría miles de años y difícilmente pasaría del nivel de hace 130,000 años.

Variaciones del nivel del mar en los últimos 140,000 años

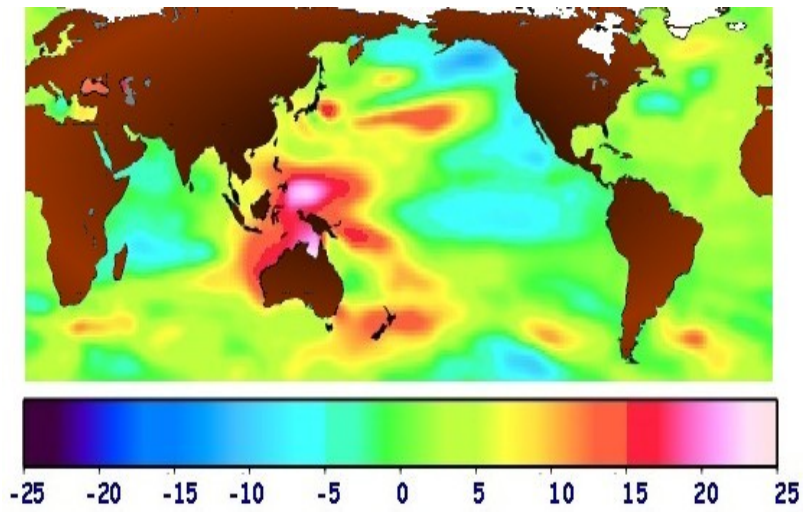


Obsérvese que los cambios son cíclicos, esta figura solo representa en último ciclo, pues antes del último ascenso se venía de un descenso, luego del máximo glacial anterior, el último máximo ocurrió hace 20,000 años. Veamos algunos casos:

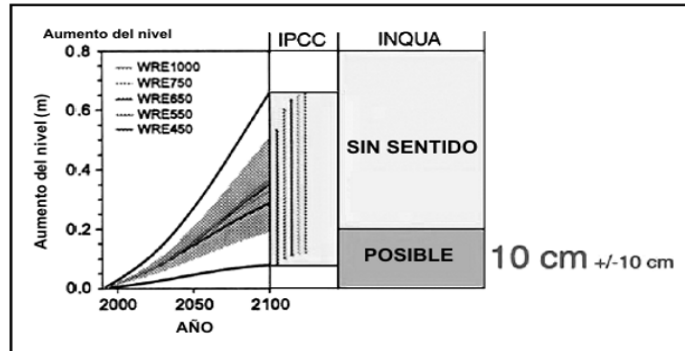
Anomalías en el nivel de mar Mediterráneo año 2011, en centímetros



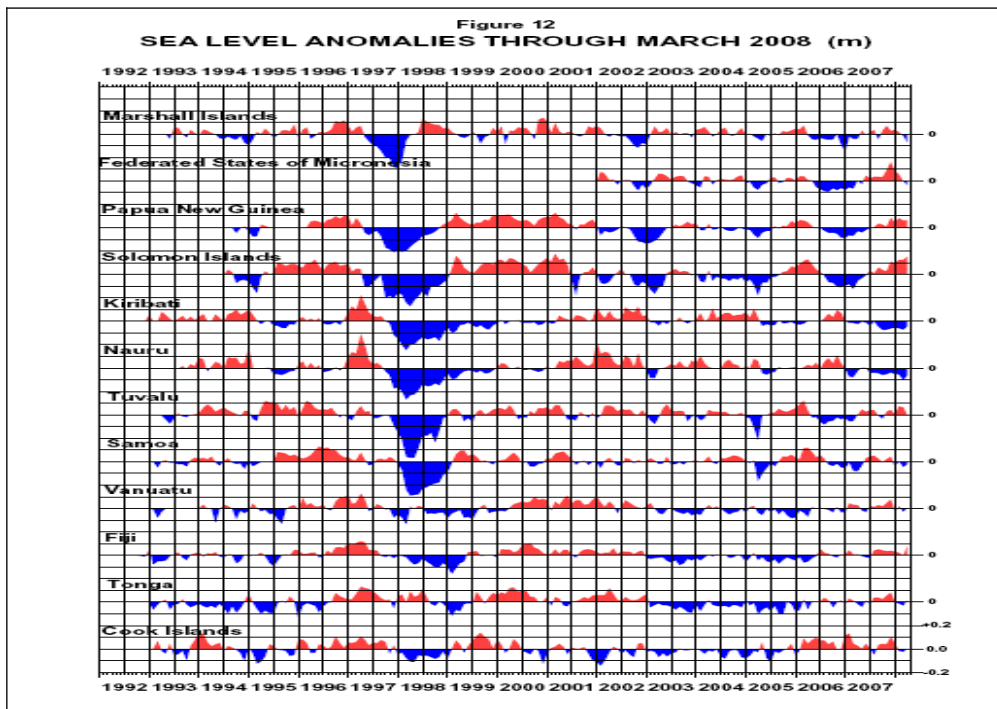
Anomalías cíclicas del nivel medio del mar alrededor del Mundo en centímetros, año 2011



Nivel del Mar Projectado en las Maldivas



Fuente: Nils-Axel Möner.



6. Algunas reflexiones sobre lo expuesto

Los fenómenos que ocurren en la atmósfera terrestre son muy complejos y en ellos intervienen muchas variables tanto de origen natural como de origen en la actividad humana (factores antropogénicos). Hasta ahora los estudios se han centrado en el calentamiento global, que es solo un componente del cambio climático, enfocando los modelos en los gases de invernadero generados por el hombre, creemos que muchos fenómenos de transferencia de calor y de transporte de masa aún deben estudiarse más.

Sin negar que no es conveniente, desde el punto de vista lógico, alterar la composición de la atmósfera con gases y polvos generados por la actividad humana, aquellos que en la práctica puedan ser evitados, existen evidencias de que deliberadamente se está exagerando con el tema del Calentamiento Global, centrándolo en la actividad humana, sin tomar en cuenta que es parte del fenómeno del Cambio Climático, que siempre ha existido independiente de la actividad humana. No obstante debe ponerse atención a todo lo que pueda ser evitado, pero sin exagerar por llevarse de posibles condicionamientos de tipo comercial o político. Estos condicionamientos pueden ir en contra del rigor científico en el estudio del fenómeno.

Todas las evidencias recopiladas con rigor científico apuntan a que pueden existir otras variables más significativas que las antropogénicas, que estén influyendo y que siempre han influido en los cambios climáticos de la atmósfera terrestre. Estas variables tendrían que ser incluidas en los modelos para poder explicar las evidencias de que a pesar de haberse previsto un calentamiento global, lo que está ocurriendo de acuerdo a las mismas es un enfriamiento global, que en vez de producirse sequías lo que se han producido son más lluvias. Luego, ante las evidencias, muchos cambiaron de opinión en algunos de estos aspectos.

Debo citar una frase célebre del co-fundador de Greenpeace, Paul Watson, dicha en medio de un debate sobre el tema: «**No importa lo que es verdadero, sólo importa lo que la gente cree que es verdad**»; en ese pensamiento encontré la razón de tantos planteamientos sin sentido científico de esta ONG ambientalista, favorita del Gobierno Mundial. El Sr. Paul Watson es un hombre de confianza del Sr. Maurice Strong, jefe del llamado Consejo de la Tierra (Earth's Council). Creo que mucha gente de buena fe se ha dejado conducir. Recordemos un hecho significativo, pero de otra naturaleza, lo que pasó con el Y2K, y como se exageraron los efectos de una falsedad que se pasó como verdad, pues la gente creyó que era verdad e hizo grandes inversiones innecesarias, o la mayoría innecesarias, pero que lucraron en demasía a las empresas que cotizan en las bolsas tecnológicas alrededor del Mundo.

Tres evidencias de que los modelos deben considerar otras variables como el velo solar y el efecto de autorregulación del vapor de agua en la atmósfera, que también es un producto de la combustión de los hidrocarburos, son las siguientes: la disminución de la temperatura global con la erupción del volcán Pinatubo (como se puede observar en la gráfica de la temperatura terrestre), variación de la temperatura de 1.8 °C sobre los Estados Unidos al suspenderse todos los vuelos, luego del atentado contra las torres gemelas en Nueva York, al dejar de generarse el vapor de agua proveniente de las turbinas de los aviones en la alta atmósfera, aunque esta no es una conclusión definitiva y es cuestionada; así como el

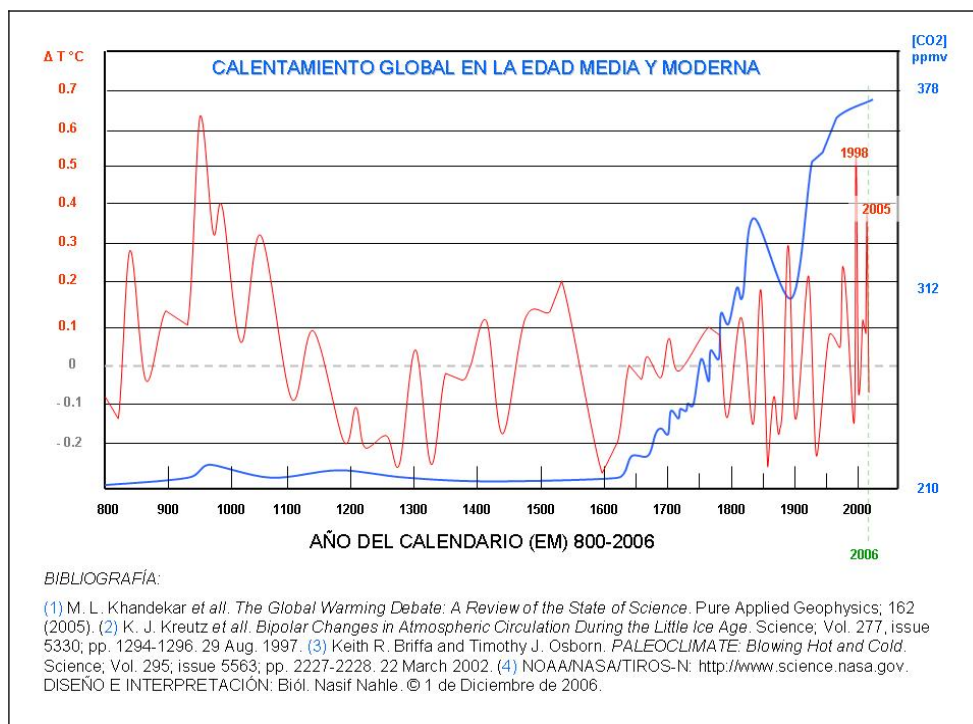
aumento de temperatura en Europa en el verano del año 2003, luego de entrar en vigor drásticas medidas restrictivas sobre las emisiones de partículas en la Unión Europea.

Al parecer se cometió un error al dejar fuera de los modelos el efecto del vapor de agua, así como otras variables, en el año 1997 en la reunión RIO+5 en Río de Janeiro, Brasil, sobre el Cambio Climático, presidida por Maurice Strong, citado, al no ponerse de acuerdo los científicos reunidos en ese evento sobre el papel de vapor de agua como gas de invernadero o lo contrario, algo que ya no se pone en duda, dependiendo de su ubicación en la atmósfera.

El papel del vapor de agua debe ser mejor modelado en todos los niveles de la atmósfera, pues tiene efectos diferentes dependiendo donde se encuentre y si es de día o de noche. También no se han evaluado bien las «islas de calor» producto de las ciudades.

Se ha demostrado que la disminución de vapor de agua en la estratósfera origina una disminución de la temperatura en la atmósfera; luego en la medida que se profundizan los estudios y aumenta la capacidad que tiene la humanidad de medir las variables que inciden en la dinámica atmosférica, se hace más evidente que se deberá integrar las mismas a un modelo único que tome en cuenta efectos contrarios, pues es posible una auto-regulación de la temperatura de la atmósfera terrestre, siendo esto lo que permitió que se desarrollase la vida. Tampoco se han tomado en cuenta los fenómenos electromagnéticos atmosféricos.

Otra evidencia de que existen variables de origen natural no consideradas en los actuales modelos de calentamiento global, centrados solo en las variables antropogénicas, es la paralización de la corriente del Golfo de México que afectó el clima en el Atlántico Norte hace 11,000 años, por más de 1,000 años, luego de la última era glacial que se inició hace unos 35,000 años, cuya dinámica también debe ser mejor estudiada, así como las causas de los ciclos glaciales precedentes, tal vez todo no se deba buscar en la superficie, sino en las profundidades del mar, debido a la dinámica de enfriamiento de la Tierra.



Cómo podemos explicar las variaciones de temperatura con un nivel de CO₂ similar en la atmósfera terrestre de la gráfica anterior?

Creemos que la exageración del efecto del CO₂ sobre el «Calentamiento Global» apunta a una causa fundamentalmente ideológica, se magnifica su importancia, dentro del fenómeno del Cambio Climático. Esto a veces no es percibido por la mayoría de los científicos que tratan este tema, que muchas veces pasan a ser utilizados por intereses de grupos económicos que inciden en la política mundial. No me caben dudas de que debe estudiarse mejor el tema; es muy probable que la atmósfera del planeta Tierra de manera natural esté cambiando, pero en lo referente a la dinámica atmosférica influye mucho más de las variaciones en la reacción por fusión que ocurre en el sol y otros fenómenos naturales, por lo que la actividad del hombre es solo una variable más, tal vez de muy pequeña magnitud, en comparación con otras de la propia naturaleza de la Tierra, como las que tienen que ver con el resto del universo y de nuestro devenir en él.

Se ha vuelto tan paradigmático el razonamiento sobre lo que ocurre con el clima que todo se le achaca al Calentamiento Global, recordemos las tormentas Olga y Noel, que ocurrieron en diciembre del año 2007, a las cuales se les achacó su origen al Calentamiento Global, ignorando nuestra propia experiencia histórica, la del hundimiento de la nave Santa María, en la nochebuena del año 1492, en la costa norte de nuestra isla, producto de una tormenta tropical similar a éstas, en un momento en que ni se soñaba con el uso de la máquina a vapor, que fue el fundamento de la revolución industrial y del mayor impacto sobre el medio ambiente de la actividad humana a escala planetaria. Se nos está prohibiendo hasta el pensar libremente y por eso nos autocensuramos para no contradecir el paradigma, que la propaganda y controles mediáticos de los poderosos del Mundo nos han impuesto, pues podrían hasta tildarnos de locos, por contradecir el paradigma. Verifiquemos los hechos.

Pero es muy probable que el medio ambiente como negocio esté en la mira de los dominantes del mundo y quieran tener otra actividad más de que lucrarse, teniendo el control de lo que se puede o no hacer, dependiendo del dominio comercial de las nuevas tecnologías para mitigar el «Cambio Climático», centrado en el Calentamiento Global.

Aparentemente no existen suficientes evidencias científicas para achacar solo a la actividad del hombre efectos cíclicos naturales, que la humanidad no está en capacidad de dominar, pero que deben ser objetivamente estudiados para evitar sorpresas, como ya ocurrió con civilizaciones aisladas en el pasado reciente, antes de la planetaria actual. Ahora tenemos mucha más capacidad para realizar mediciones y establecer correlaciones entre las observaciones que hace apenas una década, no debemos ignorar, ni ocultar, las evidencias cuando contradicen un modelo o el paradigma. La clave es aumentar los puntos de medición, pues se juegan con el uso de los promedios y esto puede conducirnos a errores muy significativos en los modelos, así como mejorar la calibración de las mediciones satelitales e incluir nuevas variables ponderándolas adecuadamente.

Como una reflexión final les muestro el organigrama del Comité de los 300, responsable de poner en moda todo a nivel mundial, a partir del siglo XIX, pero más significativamente desde las primeras décadas del siglo XX, desde la droga, hasta la forma de vestir y la música, lo que está bien y mal, quienes son los buenos y los malos hombres en el Mundo, creando

una forma de pensar paradigmática. Unos pocos pensarán por los demás, los demás sólo deben aceptar el paradigma y punto. Los que se opongan al paradigma serán neutralizados, por cualquier método. ¿Podría ser todo esto parte de un plan para atajar el desarrollo de las economías emergentes?

Observen que en esta estructura se inscriben una universidad inglesa y cuatro universidades estadounidenses, así como una serie de instituciones relacionadas con las mismas y toda una serie de grupos de opinión y de fijación de políticas, incluyendo CFR (Cuoncil on Foreign Relations) y el llamado Club de Roma. Presten mucha atención a todo esto, pues en su vida profesional podrán chocar con algún eslabón de este grupo y es muy peligroso ignorar su poder y sus manipulaciones, no dejen que castren su capacidad de razonamiento.

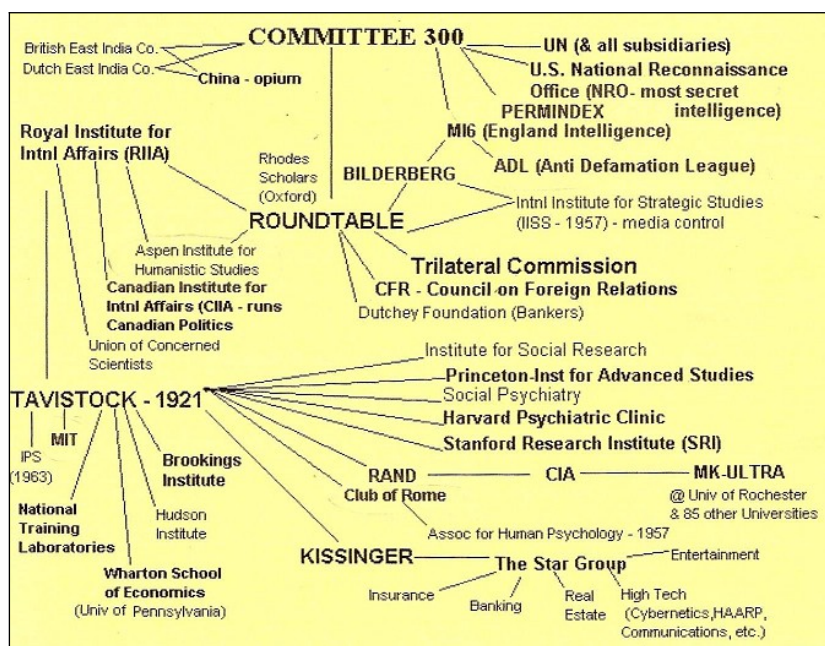
Recuerden siempre esta frase:

«Es muy peligroso tener razón cuando los poderosos están equivocados... [ya sea por ignorancia o por defender a ultranza solo sus propios intereses] »

De ustedes dependerá profundizar todos estos temas y llegar a la luz de la verdad. Para tener éxito en ese propósito deberán cuestionar de manera sistemática todo modelo que se aparte de las evidencias científicas, por más bien elaborado parezca ser, sin importar su procedencia. La humanidad debe trabajar con la naturaleza, no contra ella.

Tengo la seguridad de que poseen la capacidad para llegar a donde se propongan, no dejen que les maten la inquietud cuestionadora del niño que llevan dentro, busquen en él la vinculación con el origen de los eventos de la naturaleza, incluyendo la propia existencia de la humanidad y esto les dará la fortaleza necesaria para la búsqueda continua de la verdad.

Observen bien el gráfico que sigue, estudien la interrelación de las instituciones y subgrupos que lo conforman. Cuidense de sus sicarios intelectuales y de los no intelectuales, pues siempre tratarán se condicionar su razonamiento a esquemas paradigmáticos, que validen los modelos que satisfacen sus intereses. Para sus propósitos de dominación ya sobra buena parte de la humanidad y más la que piensa con independendencia de sus paradigmas.

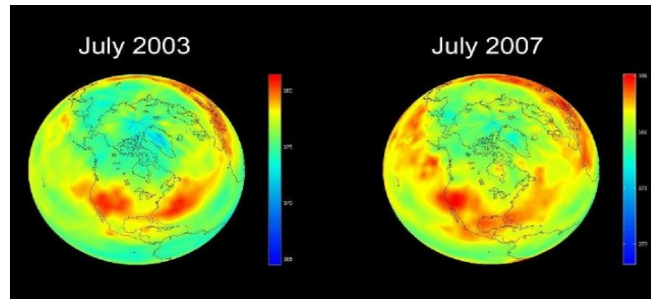


7. *Algunos aspectos concluyentes*

- 1- Resulta evidente que la actividad humana contamina el medio ambiente y de que debemos lograr formas de producción limpias, a lo más limpia que sea posible de acuerdo al conocimiento humano, a favor y no en contra de la sostenibilidad de la vida humana, pero sin exageraciones interesadas. Debemos poner énfasis en el estudio de nuevas formas de energía, al margen de los intereses del gran capital que domina el Mundo.**
- 2- También es evidente que la sobrepoblación es un factor determinante en la aceleración del proceso de contaminación y de que debe ponerse un límite a dicho crecimiento, pero este debe estar basado en la educación y en las posibilidades del desarrollo humano, pues el crecimiento exagerado de la población está íntimamente ligado al trauma de la miseria y la inequidad que caracteriza el modelo ideológico neoliberal. Esto nadie lo quiere tocar por razones diversas y encontradas, pero sin enfrentar este problema nada se podrá lograr en la práctica, pésele a quien le pese.**
- 3- El crecimiento desmesurado de las ciudades debe ser frenado. Es preferible el desarrollo de ciudades satélites desde una central, con una arquitectura que trabaje con la naturaleza y no en su contra. El diseño debe contemplar aislamiento térmico, ventilación y luz natural y aprovechar el uso de energías renovables, hasta donde sea factible económicamente. Las grandes ciudades producen «islas de calor» que distorsionan algunas de las variables que inciden en las mediciones del Calentamiento Global. Por ejemplo, en Santo Domingo se produce un incremento de temperatura en la mañana de unos 3°C por encima de las zonas circundantes, como la de Pedro Brand.**
- 4- El paradigma impuesto por el poder mundial, de inducir el consumo por obsolescencia prematura a una población en crecimiento casi exponencial, genera las condiciones necesarias para un fenómeno de retroalimentación destructiva por agotamiento, tanto en lo ambiental, como en lo económico. Esto debe ser parado y cambiado a tiempo, antes de que sea tarde.**
- 5- El modelo económico actual es como un juego, al que he llamado «de los viejos niños» (lo que yo tengo vale o vale mucho, lo que tú tienes no vale o vale poco), en el cual se genera riqueza ficticia, que no guarda ninguna vinculación con la riqueza física o real, por lo que nunca se podrá cerrar la brecha entre el mundo de la economía real y la ficticia. A este juego ahora se agrega los valores económicos ambientales, como un «commodity» más, que se cotiza en la bolsa y con el cual se especula. Solo los poderosos se beneficiaran de esto, no los países pobres. Debemos con urgencia cambiar nuestros hábitos de consumo y nuestro modelo económico, de corte neoliberal. La política debe estar subordinada a la ciencia y no lo contrario.**

- 6- La mejor forma de no contaminar la atmósfera es usando energía renovable y la energía nuclear por fisión, ahora, y en el futuro la proveniente de la fusión nuclear. En el transporte, como energía de propulsión, lo más conveniente es la energía eléctrica, o la combustión de hidrógeno, para aquellos medios de transporte que no pueden usar motores eléctricos. La solución nunca podrá ser con una sola fuente de energía, luego debemos dar cabida a todas de manera inteligente. Para usar el hidrógeno, el costo de producirlo es una limitante, el más barato se genera como un subproducto de la energía termonuclear, pero actualmente se desarrollan proyectos para su obtención de procesos naturales, como uno en proceso en el IEUASD. No debemos de dejar de estudiar la energía libre, el IEUASD está dando inicio a un proyecto de investigación basado en este concepto. El Instituto de Física desarrolla uno basado en la energía del mar, sustentado en el principio de la energía de pulso.
- 7- De las renovables, la eólica es la más rentable para su uso a gran escala, seguida de la hidráulica, siempre que se seleccione adecuadamente la potencia del turbogenerador, para una operación continua del recurso. La Facultad de Ingeniería de la UASD desarrolló proyectos de este tipo en la década de los 80's del siglo pasado. Los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos en las zonas de montañas son los más rentables y pueden ser trabajados con tecnología apropiada de origen local. El uso de biomasa, para la generación de electricidad y calor, constituye el aprovechamiento de energía renovable de mayor valor agregado local y debe ser favorecido, incluso por resolver problemas ambientales al disponer de sólidos y líquidos residuales («basura»), cerrando el ciclo del carbono atmosférico.
- 8- Se debe cambiar el método de disposición de la «basura», usando en lugar de rellenos sanitarios, plantas de reciclaje, donde además de producir energía limpia, se logre aprovechar todos los materiales reciclables. Estas plantas podrían estar dentro de las ciudades, ubicándolas convenientemente para disminuir al mínimo el uso de energía en el tratamiento de la «basura». Esto disminuirá significativamente el impacto ambiental.
- 9- Es preferible usar, desde el punto de vista ambiental, la tecnología del ciclo combinado por su alta eficiencia energética, usando como combustible carbón gasificado, incluyendo en el diseño la captura de CO₂, en lo que se logre implementar el uso de la energía nuclear. Sin embargo, no se puede descartar el uso de plantas a carbón convencionales de cero emisiones de partículas de acuerdo a la norma US EPA por su bajo costo de producción. La República Dominicana no debe ser castigada a no usar este tipo de plantas, por razones ambientales, cuando la contaminación nos llega de Norteamérica y otras zonas, donde se genera electricidad en más de un 40%, con este tipo

de plantas. Detrás del debate ambiental local tal vez descubramos, sin mucho esfuerzo, el cabildeo del monopolio local del gas natural, el cual razones puramente comerciales realiza una campaña mediática, que es disfrazada de ambiental. Vean la figura siguiente:



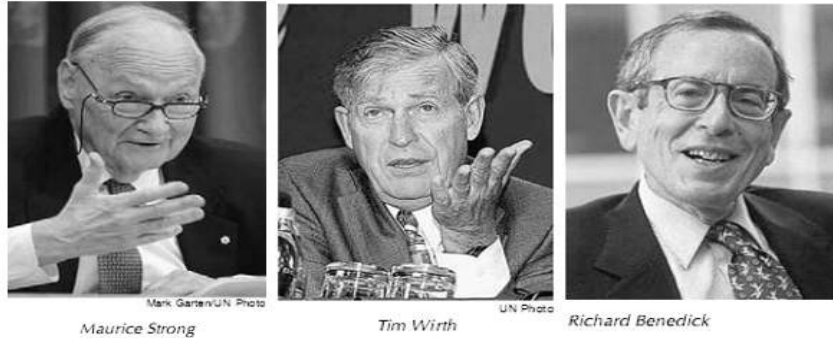
En ella podemos observar la circulación del CO₂ en la atmósfera y cómo nos afectan las emisiones, aunque no las originemos. Recordemos que las concentraciones son cíclicas y no uniformemente distribuidas en toda la Tierra, con pocas evidencias históricas de una correlación directa con la temperatura atmosférica.

- 10- El problema de los fenómenos de combustión a escala planetaria no radica solo en la emisión de CO₂, también consumen enormes cantidades de oxígeno, cuya proporción en la atmósfera terrestre actual fue fruto de toda una evolución, que también ha sido alterada y a la cual no se le presta mucha atención. Esto tampoco se resuelve con la combustión de hidrógeno a escala planetaria para procesos industriales que no puedan ejecutarse con energía eléctrica, pues se seguiría consumiendo oxígeno, por lo que sería necesario bajo un razonamiento extremista parar todos los procesos de combustión generados por el hombre, para no alterar el «balance». También se debemos estudiar mejor el efecto del vapor de agua agregado como parte de dichos procesos.
- 11- En la actualidad no se ha confirmado el origen antropogénico del Cambio Climático, que no es solo el Calentamiento Global. Los modelos desarrollados se centran en los gases de efecto invernadero (CO₂, Metano, etc..), excluyendo: el efecto de autorregulación de temperatura que provoca el vapor de agua, considerando como constantes valores que en realidad son variables tan importantes como la propia fluctuación de la radiación solar producto de cambios en el proceso de fusión que se produce en el sol, la incidencia del llamado velo solar, de diferentes orígenes naturales y antropogénicos y los complejos fenómenos de transferencia de calor y transporte de masa de todos los tipos que ocurren en el aire y en el mar. Hacen falta más estudios para conocer qué pasa, ahora que hemos adquirido mayor capacidad de medir. El Cambio Climático no podemos evitarlo, pero

debemos lograr de manera realista su modelación en el tiempo. Nuestra civilización depende de esto.

- 12- Debemos distinguir entre los modelos meteorológicos y climáticos. Los primeros buscan conocer el valor de la temperatura en el corto plazo como una incógnita puntual e instantánea definida por $T(x,t)$, los segundos buscan su cambio a largo plazo como una incógnita $u_T(x,t) = (1/K) \iint T(x,t) dx dt$, donde intervienen muchas condicionantes y valores promediados que no tienen por qué ser unívocos. Los modelos más completos se basan en balances de radiación de energía y fenómenos de transporte de masa partiendo de la ecuación básica $\delta u / \delta t = A - E_1 + E_2$, donde: A- radiación solar incidente; E1- radiación de la tierra al espacio; E2- radiación redistribuida desde la atmósfera al espacio y la tierra. Son muchas las variables que se van agregando a este esquema básico y hasta ahora ni los más complejos modelos son capaces de predecir con cierto grado de exactitud lo que realmente sucede. En las referencias principales podrán verificar algunos de los más conocidos.
- 13- Se requiere perfeccionar los modelos de simulación existentes para que estén más cercanos a la real dinámica atmosférica, solo entonces podremos adelantarnos a los catastróficos cambios climáticos que acechan a la especie humana, que siempre han ocurrido de acuerdo a las evidencias, y que no estamos en capacidad de evitar, por ser de una magnitud tal que escapa a la capacidad de la tecnología humana actual. Lo importante es estudiar bien el fenómeno del Cambio Climático, para valorarlos en su verdadera magnitud en el tiempo, pues como quiera ocurrirán; como también es inevitable el colapso de nuestro sol y mucho antes de eso la destrucción de la propia Tierra, o tal vez antes que todo esto, un choque catastrófico de nuestra galaxia con la de Andrómeda.
- 14- Se debe estudiar mejor el efecto del aumento del CO₂ en la atmósfera terrestre y su captura de manera natural, pero no centrado en su incidencia en el Calentamiento Global, sino en los efectos positivos y negativos en la continuidad de la vida en la Tierra.
- 15- Se han señalado a las personas de más abajo como los autores intelectuales originales del paradigma de la «catástrofe» del Calentamiento Global, al servicio del mencionado Comité de los 300. Verifiquen las hojas de vida de estos señores y su papel en la «moda» del Calentamiento Global, que como ocurre con todo lo que responde al adjetivo de lo Global es una hechura o responde a los intereses de dicho grupo. No debemos confundir el proceso del Cambio Climático, que es un fenómeno natural, con el Calentamiento Global que es un engendro de la mente del hombre, tal cual lo presentan

estos señores, aunque no ponemos en duda de que se verifica de manera cíclica, pero no por los motivos señalados por ellos en su engendro .



Ustedes ya deben conocer lo ocurrido en la recién pasada reunión de RIO+20, con las pretensiones de los países cuyos intereses ellos representan, que hace 20 años parecía solo una inquietud genuina por defender el medio, de controlar recursos naturales fundamentales mediante empresas privadas. Resulta penoso que muchos científicos, aún de países de ideologías contrarias al neoliberalismo, se hayan dejado confundir en base a exageraciones de datos no ponderados adecuadamente en relación al tiempo y su periodicidad.

La maquinación especulativa en torno al tema llegó a su máxima expresión en esa cumbre. Debemos darle importancia a lo que es realmente verdadero, aunque sea muy diferente a lo que la gente cree que es verdad. Ese es el reto y la labor por hacer.

Los otros aspectos concluyentes deben sacarlos ustedes, respondiendo a si mismos las preguntas siguientes:

- a) ¿Es importante que la UASD se involucre en el tema del Cambio Climático?
¿Por qué?
- b) ¿Hasta donde podemos confiar en los datos históricos relacionados con el clima de la tierra?
- c) ¿La forma en que se levantan los datos meteorológicos actuales ¿puede conducir a un modelo confiable? ¿Por qué?
- d) ¿Cuáles variables no están siendo bien modeladas?
- e) ¿Existe un efecto de autorregulación en la temperatura atmosférica?
- f) ¿En qué difieren las medidas meteorológicas de las climáticas? ¿Cómo podemos lograr que estas últimas tengan la precisión de las meteorológicas?
- g) ¿Podrían existir intereses de tipo comercial en el tema del Calentamiento Global?
- h) ¿Se deben romper algunos paradigmas para afrontar el estudio de la energía libre?

Colofón...

Como colofón a esta conferencia les presento unos lineamientos generales para el sector energético de la República Dominicana, que hemos sugerido aplicar a partir de este año, de acuerdo a los criterios y a las dudas que les he presentado en la conferencia de hoy.

Lineamientos generales para el sector energético dominicano

El objetivo básico de los lineamientos, partiendo del año 2012, es lograr la Soberanía Energética, para lo cual se debe unificar la gestión del Estado Dominicano en el sector energético y para ello se requiere crear un Ministerio de Energía y Minas que trace la política energética de la Nación y regule de manera eficaz las gestiones del sector desde las compras de combustibles hasta la exploración de yacimientos en el territorio nacional, la logística del transporte desde el punto de vista energético y las operaciones de los agentes del sector eléctrico.

El modelo impuesto en el sistema eléctrico por el poder Mundial es insostenible y debe ser cambiado. El sistema eléctrico debe estructurarse como un modelo de integración vertical de propiedad pública, con la participación privada en el área de la generación y en la subcontratación de servicios en las demás áreas, fundamentado su operación en que se trata de un servicio de utilidad pública. En el corto plazo se debe unificar las importaciones de combustibles en un ente público para conseguir mejores precios y disminuir la especulación en su comercialización.

El sector energía está compuesto de cuatro subsectores, dos de los cuales representan más del 80% de la factura de importación de combustibles:

- 1- Subsector transporte
- 2- Subsector electricidad
- 3- Subsector industrial
- 4- Subsector doméstico

El subsector transporte representa algo más del 50% de la factura, seguido del subsector eléctrico que representa algo más del 30%. El subsector doméstico consume fundamentalmente Gas Licuado del Petróleo (GLP), pero se debe ir buscando alternativas sobre todo en la zona rural. El subsector eléctrico incide en toda las estructuras de la Nación, desde el sector productivo hasta la seguridad del estado, pasando por todos los aspectos que inciden en la calidad de vida. En un futuro no muy lejano este sector será fundamental para sustentar todo lo referente a la transportación de pasajeros y de carga.

Un objetivo para el año 2016 sería el poder cubrir el 100% de la demanda y para ello el Gobierno debe contratar de inmediato 1800 Mw en centrales a carbón, integradas por unidades o plantas de 300 Mw, unas ubicadas en la zona norte, Pepillo Salcedo, y otras en la zona sur, Azua, priorizando las de la zona norte. La entrada en servicio de estas plantas, entre finales del 2015 y mediados del 2016, forzaría a la baja los precios de venta de la energía en el «mercado» dominicano y daría una señal inequívoca a los inversionistas potenciales en la generación que en la República Dominicana se deberán ofertar plantas de bajo costo de producción. Se deben contratar 300Mw adicionales en el 2014 para que entren en el año 2018 y continuar contratando generación nueva generación con tecnología de ciclo combinado con gasificación de carbón integrada para que entren del año 2018 al 2024. Luego continuar una acción similar en base al pronóstico de la demanda. Debemos mantener una reserva fría no menor al 20% de la demanda máxima proyectada para cada año a los fines de garantizar la confiabilidad del sistema.

Debe terminarse la tragedia del Regulador regulado, que solo favorece el desorden y el imperio de la ley del más fuerte, en perjuicio de los consumidores sometidos a regulación.

Esto se logra con una acción decidida del Ministro de Energía propuesto apoyado en las leyes vigentes y sus reglamentos.

Paralelamente a esto se debe fomentar e invertir en la generación de electricidad en base a energías renovables en el sector rural y suburbano. En zonas de montañas, la micro, mini hidroeléctricas y eólica y en zonas llanas, eólica y fotovoltaica. Esta electrificación debe realizarse mediante la creación de cooperativas. En zonas suburbanas usar digestores en todos aquellos lugares donde se posea biomasa abundante de origen vegetal o desechos utilizables de cualquier origen tanto para la generación de electricidad como para el uso doméstico como combustible en sustitución del GLP. De igual forma deben aprovecharse los desechos urbanos o basura, para generación de electricidad, reciclando toda la materia prima posible. Un objetivo en la expansión es mantener el porcentaje para la participación de la energía renovable, incluyendo la hidroelectricidad, en un 20%.

Un objetivo para el año 2030 es contar con generación de electricidad usando la energía nuclear como primaria. Esta energía debería representar el 50% de toda la generación de electricidad para el año 2050. En el plan de expansión para el año 2030 debe incluir una central nuclear de 400 a 600Mw y nuevas plantas a carbón con la tecnología de ciclos combinados con gasificación de carbón integrada.

En el caso de las empresas de distribución, estas se deben unificar en una y mantener su propiedad como pública. El objetivo de cubrir la demanda para el año 2016, requiere de inversiones en el mejoramiento de las redes y captar como clientes a los usuarios ilegales. Esto demandará una acción más activa de la empresa de distribución creando cooperativas de consumidores en los barrios marginados y zonas rurales suplidas desde el Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Si el servicio se mejora hasta llegar a cubrir el 100% de la demanda la vocación de pago será significativamente alta. No es cierto que exista una cultura del no pago, lo cierto es que el mal servicio y la necesidad de buscar medios alternos para garantizar un mínimo de calidad de vida, como el uso de los inversores, sin ninguna compensación como ocurre en otros países, crearon una acción de auto-compensación que

se tradujo en el robo de energía, con altas y bajas, en función de los vaivenes en el suministro de energía y los incrementos de tarifa, la más de las veces injustificados.

En lo relativo al subsector transporte el objetivo fundamental es cambiar el paradigma de seguir con más de lo mismo. El problema no es buscar un combustible más barato, es cambiar la manera en que nos transportamos. Debemos darnos un sistema de transporte público eficaz, sustentado en autobuses y minibuses con rutas específicas y bien reguladas para las zonas urbanas y un servicio de trenes para los servicios interurbanos y suburbanos, movidos estos últimos por energía eléctrica. El uso del gas natural debe estar limitado a cubrir las necesidades del transporte público en esta etapa que tiene un horizonte hasta el año 2020.

A partir del año 2020 todo el transporte de pasajeros y de carga liviana por automotores debe sustentarse en vehículos con motores eléctricos, de ahí la importancia de poseer un sistema eléctrico confiable y basado en generación confiable y de bajo costo. En la medida de que se cumpla la vida útil del parque vehicular existente para esa fecha, el mismo deberá ser reemplazado por vehículos eléctricos. El transporte público, a partir del año 2030, en todas las ciudades que rebasen los 500,000 habitantes debe sustentarse en trenes eléctricos urbanos para los enlaces largos y en sus zonas centrales.

Para el año 2050 deberíamos poseer todo el parque automotor propulsados por motores eléctricos. Esto demanda de una planificación de los servicios de las edificaciones públicas y privadas para que permitan las recargas de los vehículos eléctricos, pero a la vez el uso de nuevos materiales y diseños arquitectónicos en las propias edificaciones para contribuir al ahorro de energía y una buena planificación urbana y de la red de carreteras y de líneas férreas.

En el área de la exploración de yacimientos de combustibles deben cancelarse todas las concesiones que no cumplan con las normas de exploración generalmente aceptadas a nivel internacional. El Gobierno Dominicano debe asumir a través del Ministerio propuesto todo lo relativo a la exploración de yacimientos, no solo de combustibles, también los de recursos no renovables en general.

Santo Domingo de Guzmán, D.N.

10 de junio de 2012

Bibliografía sobre estos temas y enlaces:

Principales:

Fundación Argentina de Ecología Científica. Ecología: Mitos y Fraudes.

[http:// www.mitos y fraudes.org/articulos.html](http://www.mitos-y-fraudes.org/articulos.html)

Portal de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

[http:// www.un.org/es/climatechange/](http://www.un.org/es/climatechange/)

Ejemplos de algunos modelos atmosféricos regionales populares son:

- PSU/NCAR Mesoscale Model version 5 (MM5), (<http://www.mmm.ucar.edu/mm5>)
- ICTP Regional Climate Model (RegCM)
- Weather Research and Forecasting Model (WRF), (http://www.wrf_model.org)
- Workstation Eta model, (http://www.emc.ncep.noaa.gov/mmb/wrkstn_eta)
- Brazilian Regional Atmospheric Modeling System (BRAMS)

Algunos modelos oceánicos son:

- Regional Ocean Modeling System (ROMS), (<http://www.myroms.org>)
- Princeton Ocean Model (POM), (<http://www.aos.princeton.edu>)

Referencias 1: SOBRE FUENTES DE ENERGÍAS TECNOLÓGÍAS

[1] Oilnergy. "Crude Oil Price". URL: <http://www.oilnergy.com/hpix/1obrenty.gif>

[2] Oilnergy. "Natural Gas Price". URL: <http://www.oilnergy.com/1gnymex.htm#year>

[3] WorldCoalInstitute "CoalPrice". URL: <http://www.worldcoal.org/pages/content/index.asp?PageID=438>

[4] Grupo de Trabajo en Núcleo Electricidad. "La opción núcleo-eléctrica en Chile". Informe Septiembre 2007. URL: <http://www.cne.cl>

[5] Comisión Nacional de Energía. "Fijación de Precios de Nudo Sistema Interconectado del Norte Grande (SING). Informe Técnico Definitivo. Abril 2007". URL: http://www.cne.cl/electricidad/destacados/precio_octubre2007.php

[6] Canadian Electricity Association. "Power generation in Canada, a guide". 2006. URL: <http://www.ca-nelect.ca/en/Pdfs/HandBook.pdf>

[7] O. Farías. "Impacto de la tecnología y combustibles no convencionales en la matriz energética chilena". Presentación realizada en Reunión anual de autoridades Colegio de Ingenieros de Chile A.G., 5 de octubre de 2006.

[8] R. Wong and E. Whittingham. "A Comparison of Combustion Technologies for Electricity Generation". The Pembina Institute. 2nd Edition. Canada, pp. 7-9. November 2006.

- [9] Research Reports International. "Coal Gasification for Power Generation". 1st edition, pp. 10-13. September 2005.
- [10] J.P. St. Germain and H. Brett Humphreys. "Peaking Plant Valuation: a discounted cashflow/real option comparison". Publicado en Ronn E. (ed.) "Real Options and Energy Management". Risk Books, pp. 305-322. London 2002.
- [11] V. Fernández. "Teoría de Opciones: una síntesis". Revista de Análisis Económico. Vol. 14 Nº 2, pp. 87-116. Noviembre 1999.
- [12] S. Leppard. "Options and Options Valuation Techniques", publicado en Ronn E. (ed) "Real Options and Energy Management". Risk Books, pp. 61-113. London 2002.
- [13] E. Vásquez. "Evaluación de alternativas de inversión a través de valoración por simulación de opciones reales americanas". Tesis para optar al grado de Magíster en Ingeniería Industrial. Universidad de Concepción. 2006.
- [14] S.E. Fleten y E. Näsäkkälä. "Gas Fired Power Plants: Investment Timing, Operating Flexibility and Abandonment". Arne Ryde symposium. The Nordic Electricity Market, Lund, Sweden. 3-4, October 2003. Fecha de consulta: 22 de enero de 2008. URL: <http://www.sal.hut.fi/Publications/cindex.html>
- [15] L. Abadie y J. Chamorro. "Valuing flexibility: the case of an integrated gasification combined power plant". Energy Economics. Volume 30 Issue 4, pp. 1850-1881. Julio 2008.
- [16] H. Laurikka. "Option value of gasification technology within an emissions trading scheme". Energy Policy 34, pp. 3916-3928. 2006.
- [17] R. Chandra. "Carbon Dioxide Capture from Coal-Fired Power Plants: A Real Options Analysis". The- sis Master of Science in Technology and Policy and Master of Science in Mechanical Engineering at the Massachusetts Institute of Technology. Massachusetts Institute of Technology. June 2005.
- [18] R. Sekar, J. Parsons, H. Herzog y H. Jacoby. "Future carbon regulations and current investments in alternative coal-fired power plant technologies". Energy Policy Vol. 35, pp. 1064-1074. 2007.
- [19] J. Cox, S. Ross and M. Rubinstein. "Option pricing: A simplified approach". Journal of Financial Economics. Volume 7, Issue 3, pp. 229-263. September 1979.
- [20] W.J. Hahn and J.S. Dyer. "Discrete time modeling of mean-reverting stochastic processes for real option valuation". European Journal of Operational Research. Volume 184 Issue 2, pp. 534-548. January 2008.
- [21] C. Bastian, L. Brandao y W. Hahn. "Modeling Switching Options using Mean Reverting Commodity Price Models". Escuela de Negocios Universidad Católica de Rio de Janeiro. 2005. Fecha de consulta: 26 de febrero de 2008. URL: <http://www.iag.puc-rio.br/~brandao/Pesquisa/Modeling%20Switch%20Options%20with%20Mean%20Reverting%20Prices%20-%205-23-07.pdf>.
- [22] CDEC-SING. "Anuario 2006". URL: http://www.cdec-sing.cl/pls/portal/cdec.pck_inf_sing.anuario.
- [23] Codelco. "Suministro Energía Eléctrica de Largo Plazo". Seminario Cámara Chileno-Australiana de Comercio (Auscham). 2 de octubre de 2007. URL: [www.auscham.cl/ ppt/CODELCO.ppt](http://www.auscham.cl/ppt/CODELCO.ppt)
- [24] E. Rubin, C. Chen and B. Rao, "Cost and Performance of Fossil Fuel Power Plants with CO2 Capture and Storage" Energy Policy 35, pp. 4444-4454. 2007.
- [25] K. Schumacher y R. Sands. "Innovative energy technologies and climate policy in Germany". German Institute of Economics Research, Discussion Papers 509. Agosto 2005.

Referencias 2: SOBRE BIOCOMBUSTIBLES Y OTROS COMBUSTIBLES

- [1.] Aelterman P, Rabaey K, Pham T, Boon N, Verstraete W (2006) Continuous electricity generation at high voltages and currents using stacked microbial fuel cells. Env. Sci. Technol. 40: 3388-3394.
- [2.] Alzate-Gaviria L, Sebastian P, Pérez-Hernández A (2007) Comparison of two anaerobic systems for hydrogen production from the organic fraction of municipal solid waste and synthetic wastewater. Int. J. Hydrogen Energy. 32: 3141-3146.
- [3.] Angenent L, Karim K, AL-Dahhan M, Wrenn B, Domingues-Espinosa R (2004) Production of bioenergy and biochemicals from industrial and agricultural wastewater. Trends Biotechnol. 22:477-485.
- [4.] APHA (1998) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (1998). 18th ed. APHA, AWWA, WEF. Washington, DC, EEUU. 1170 pp.
- [5.] Cheng S, Liu H, Logan B (2006) Increased Power generation in a continuous flow MFC with advective flow through the porous anode and reduced electrode spacing. Env. Sci. Technol. 40:2426-2432.

- [6.] Haberman W, Pommer E (1991) Biological fuel cells with sulphide storage capacity. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 35: 128-133.
- [7.] He Z, Angenent L (2006) Application of bacterial biocathodes in microbial fuel cells. *Electroanalysis* 18: 2009-2015.
- [8.] Heilmann J, Logan B (2006) Production of electricity from proteins using a single chamber microbial fuel cell. *Water Env. Res.* 78: 531-537.
- [9.] Jang J, Pham T, Chang I, Khan K, Moon H, Cho K, Kim B (2004) Construction and operation of a novel mediator- and membrane-less microbial fuel cell. *Proc. Biochem.* 39: 1007-1012.
- [10.] Kim J, Min B, Logan B (2005) Evaluation of procedures to acclimate a microbial fuel cell for electricity production. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 68: 23-30.
- [11.] Liu H, Logan B (2004) Electricity generation using an air-cathode single chamber microbial fuel cell in the presence and absence of a proton exchange membrane. *Env. Sci. Technol.* 38: 4040-4046.
- [12.] Liu H, Ramnarayanan R, Logan B (2004) Production of electricity during wastewater treatment using a single chamber microbial fuel cell. *Env. Sci. Technol.* 38: 2281-2285.
- [13.] Liu H, Cheng S, Logan B (2005) Production of electricity from acetate or butyrate in a single chamber microbial fuel cell. *Env. Sci. Technol.* 39: 658-662.
- [14.] Logan B (2004) Extracting hydrogen and electricity from renewable resources. *Env. Sci. Technol.* 38: 160A-167A.
- [15.] Logan B, Regan J (2006a) Electricity-producing bacterial communities in microbial fuel cells. *Trends Microbiol.* 14: 512-518.
- [16.] Logan B, Regan J (2006b) Microbial fuel cells - challenges and applications. *Env. Sci. Technol.* 40: 5172-5180.
- [17.] Logan B, Cheng S, Watson V, Estadt G (2007) Graphite fiber brush anodes for increased power production in air-cathode microbial fuel cells. *Env. Sci. Technol.* 41: 3341-3346.
- [18.] Lovley D, Phillips E (1998) Novel of microbial energy metabolism: Organism carbon oxidation coupled to dissimilatory reduction of iron and manganese. *Appl. Env. Microbiol.* 54: 1472-1480.
- [19.] Metcalf y Eddy (2003) *Wastewater Engineering Treatment and Reuse*. 4a ed. Mc Graw-Hill. Madrid, España. 1485 pp.
- [20.] Min B, Logan B (2004) Continuous electricity generation from domestic wastewater and organic substrates in a flat plate microbial fuel cell. *Env. Sci. Technol.* 38: 5809-5814.
- [21.] Min B, Cheng S, Logan B (2005) Electricity generation using membrane and salt bridge microbial fuel cells. *Water Res.* 39: 1675-1686.
- [22.] Niessen J, Schröder U, Scholz F (2004) Exploiting complex carbohydrates for microbial electricity generation – a bacterial fuel cell operating on starch. *Electrochem. Comm.* 6:955-958.
- [23.] Oh S, Logan B (2007) Voltage reversal during microbial fuel cell stack operation. *Power Sources* 167: 11-17.
- [24.] Oh S, Min B, Logan B (2004) Cathode Performance as a factor in electricity generation in microbial fuel cells. *Env. Sci. Technol.* 38: 4900-4904.
- [25.] Park D, Zeikus J (2003) Improved fuel cell and electrode designs for producing electricity from microbial degradation. *Biotechnol. Bioeng.* 81: 348-355.
- [26.] Pham T, Rabaey K, Aelterman P, Clauwaert P, Schampelaire L, Boon N, Verstraete W (2006) Microbial fuel cells in relation to conventional anaerobic digestion technology. *Eng. Life Sci.* 6:285-292.
- [27.] Poggi-Varaldo HM, Alzate-Gaviria LM, Nevárez-Morillón VG, Rinderknecht-Seijas N (2005) A side by side comparison of two systems of sequencing coupled reactors for anaerobic digestion of the organic fraction of municipal solid waste. *Waste Manag. Res.* 23: 270-280.
- [28.] Rabaey K, Verstraete W (2005) Microbial fuel cells: novel biotechnology for energy generation. *Trends Biotechnol.* 23: 291-298.
- [29.] Rabaey K, Lissens G, Siliciano S, Verstraete W (2003) A microbial fuel cell capable of converting glucose to electricity at high rate and efficiency. *Biotechnol. Lett.* 25: 1531-1535.
- [30.] http://www.swissinfo.ch/spa/Portada/Archivo/Calefaccion_con_el_uso_de_aguas_residuales.html?cid=4811444
- [31.] <http://es.wikipedia.org/wiki/Agua>
- [32.] VIEIRA, S.M.M. & SOUZA, M.E. Métodos analíticos para el comportamiento de una digestión anaeróbica.
- [33.] METCALF & EDDY, INC. *Biological Unit Process*. In: *Wastewater Engineering: Treatment, disposal, reuse*. New York, McGraw Hill.

- [34.] SOUZA, M.E. Factores que influyen en una digestión anaeróbica. En: Revista DAE. São Paulo, SA-BESP.
- [35.] LETTINGA, G. y colaboradores. Anaerobic treatment of raw domestic sewage at ambient temperatures using a granular bed UASB reactor. En: Biotechnology and bioengineering.
- [36.] LETTINGA, G. y colaboradores. High rate anaerobic wastewater treatment using the UASB reactor under a wide range of temperature conditions. Wageningen, The Netherlands, /S.d./ .27 p.
- [37.] GOMES, C.S. & AISSE, M.M. Research at SANEPAR and State of Parana, Brazil, with anaerobic treatment of domestic sewage in full scale and pilot plants. Trabajo presentado en el Seminario/Taller Tratamiento Anaeróbico de Desagües, universidad de Massachusetts, Amherst, MA, 27-28 junio 1985.
- [38.] VAN DER MEER, M.M. & VLETTER, R. Anaerobic treatment of wastewater: the gas-liquid-sludge separator.
- [39.] AISSE, M.M. & ZENY, A.S. Estado técnico dos biodigestores anaeróbicos alternativos.
- [40.] HASKONING y coautores. Anaerobic treatment and Re-use of Domestic Wastewater, Pilot Plant Study, Progress Report No. 3. Cali, Colombia.
- [41.] VALCKE, D. & VERSTRAETE, W. A practical method to estimate the acetoclastic methanogenic biomass in anaerobic sludge.
- [42.] AISSE, M.M.. Protocolo de Investigación, Tratamiento de Desagües Domésticos en Reactores Anaeróbicos, de Manto de Lodo, de Flujo Ascendente. Lima, OPS/CEPIS.
- [43.] AISSE, M.M., ROJAS, R.V. 5 BARTONE, C. Estudio Preliminar Comparativo entre Lagunas de Estabilización y Reactores tipo UASB Simplificados para el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas. Lima, OPS/CEPIS.

Referencias 3: SOBRE BIODIGESTORES

Enlaces importantes:

- a. <http://www.environmental-expert.com>
- b. http://www.rabtherm.com/images/stories/Flyer_EN.pdf
- c. http://www.rabtherm.com/index.php?option=com_content&task=view&id=27&Itemid=28
- d. <http://www.soloclima.es/productos/9-bomba-de-calor.html>
- e. <http://www.lacasasostenible.com/tratamiento-aguas/tratamiento-aguas-residuales.html>
- f. <http://www.construsur.net/app/webroot/index.php/nota/index/Actualidad/tratamientode-aguas-grises>
- g. <http://www.lacasasostenible.com/calefaccion/bomba-calor.html>
- h. http://www.elaireacondicionado.com/bomba_calor/tipos.php
- i. http://www.elaireacondicionado.com/bomba_calor/aire-agua.php
- j. <http://www.soloclima.es/aplicaciones/4-tratamiento-de-aguas/88-tratamiento-de-aguasresiduales.html>
- k. http://diarioverde.info/index.php?option=com_content&view=article&id=638&Itemid=76
- l. http://energia.caib.es/user/portaenergia/pla_eficiencia_energetica/climatizacio_1.es.html
- m. <http://www.ecologiaverde.com/el-poder-de-las-aguas-residuales-urbanas/>
- n. <http://www.solociencia.com/ingenieria/10081001.htm>
- o. <http://contaminacion.geoscopio.com/medioambiente/temas/tema9/reutilizacion.php>
- p. <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/fulltext/epa/pcindtex/texcap05.html>
- q. http://www.cbs.grundfos.com/export/sites/dk.grundfos.cbs/GMX_Mexico/downloads/Download_Files/Folleto_Aguas_Residuales.pdf
- r. http://es.wikibooks.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales/Desinfecci%C3%B3n_de_las_aguas_residuales
- s. <http://www.slideshare.net/paovalenciam1/energa-solar-trmica>

Otros enlaces sobre el tema de biodigestores

1. Diseño de Biodigestores: http://www.engormix.com/diseño_biodigestores_s_articulos_976_PO-R.htm
2. Historia del Biogás: Usos y Aplicaciones

http://www.oni.escuelas.edu.ar/2004/SAN_JUAN/712/biogas_historia_usos_y_aplicaciones.htm

3. Tipología de planta de biogas

<http://www.telefonica.net/web2/obiogas/ejemplos.htm>.

4. Biodigestor

https://www.ucursos.cl/ingenieria/2007/2/SD20A/8/material_alumnos/previsualizar.php?id_material=9677

Referencias 4: SOBRE RADIACIÓN SOLAR Y TEMAS RELACIONADOS

Authentication. (2009) **¿Son las Manchas Solares Diferentes Durante Este Mínimo Solar?** W. Livingston y M. Penn, National Solar Observatory, Tucson, Ariz. Publicado en EOS, Vol. 90, Nº 30, 28 July 2009 , p. 257–264.(Páginawebenlínea).Disponibleen: http://www.mitosyfraudes.org/Calen10/penn_livingstone.html AFP. (2009, 8 de Sept.). El mundo se “hundió en el abismo” por calentamiento global, dice Ban Ki-moon. Diario Vea. Caracas, p.33

Consumer Eroski. (2009). **Oscurecimiento global: La contaminación atmosférica podría estar reduciendo la cantidad de luz en el planeta, provocando con ello diversos problemas medioambientales.** (Páginawebenlínea).Disponibleen: http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/naturaleza/2007/09/14/166811.php Duarte et. al., (2006). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. CSIC., Madrid: Cyan, Proyectos y Producciones Editoriales, S.A.

EFE. (2008, 19 de Sept.). **Millones de africanos pueden sufrir los efectos de la falta de agua en 2020.** (Páginawebenlínea).Disponibleen: http://www.soitu.es/soitu/2008/11/19/info/1227117629_161843.html _____. (2009).

La ONU advierte que el Ártico podría quedarse sin hielo en 2030. (Página web en línea). Disponible en:http://www.cincodias.com/articulo/sentidos/ONU-advierte-Artico-podria-quequedarse-hielo-2030/20090903cdscdscis_6/cdspor/).

El Mundo.es (2009. 30 de Sept.). **Un 'tsunami' mata a más de 100 personas en las islas de Samoa y Tonga.**(InformaciónOnline) [en:http://www.elmundo.es/elmundo/2009/09/30/internacional/1254276529.html](http://www.elmundo.es/elmundo/2009/09/30/internacional/1254276529.html) 46

Palmitesta, R. (2007). **El “Otro” Villano Ambiental: El Oscurecimiento Global.** (Página web en línea). Disponible en:

Sanders, R. (2009). **In face of global warming, can wilderness remain natural?** (Documento Online). Disponible en: http://www.berkeley.edu/news/media/releases/2009/04/13_heatstroke.shtml

Saba, S. (2009). **Venezuela: efectos políticos y territoriales del calentamiento global.** (Página web en línea). Disponible en: <http://www.analitica.com/va/sociedad/articulos/8928662.asp>

Turcon. (2004).**España y Portugal son los países de la UE más afectados por el Calentamiento Global.** Informe de la Agencia Europea del Medio Ambiente. (Página web en línea). Disponible en: http://ciencia.nasa.gov/headlines/y2002/02may_supermodel.htm

New Divx (2009). **Global Dimimig.** (Documental de la BBC sobre el Oscurecimiento Global. Megavideo (Online). En: <http://newdivx.es/documentales/5549-oscorecimiento-global.html>).

Informador. (2009, 30 de Sept.). **Superan 246 los muertos por inundaciones en Filipinas.** (Información Online). En: <http://www.informador.com.mx/internacional/2009/141788/6/superan-246-los-muertos-por-inundaciones-en-filipinas.htm>

<http://turcon.blogia.com/2004/081901-espana-y-portugal-son-los-paises-de-la-union-europea-mas-afectados-por-el-calent.php>

Wikipedia. (2009).**Calentamiento Global.** (Página web en línea). Disponible en: http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento_global

Zaror, C. (2009). *Cambio Climático: Desafío globales y locales*. Universidad de Concepción, Chile.

Referencias 5: SOBRE MODELOS Y MEDIDA DE VARIABLES

- [1.] IPCC, *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, S. Solomon *et al.*, Eds. (Cambridge Univ.Press, Cambridge, UK and New York, NY, 2007).
- [2.] D.R. Easterling, F. M. Wehner, *Geophys. Res. Lett.* **36**,L08706, doi:10.1029/2009GL037810 (2009).
- [3.] P. M. D. Forster, K. P. Shine, *Geophys. Res. Lett.* **26**, 3309 (1999).
- [4.] C. A. Smith, J. D. Haigh, R. Toumi, *Geophys. Res. Lett.* **28**, 179 (2001).
- [5.] D. T. Shindell, *Geophys. Res. Lett.* **28**, 1551 (2001).
- [6.] K. E. Trenberth, J. Fasullo, L. Smith, *Clim. Dyn.* **24**, 741 (2005).
- [7.] A. E. Dessler, Z. Zhang, P. Yang, *Geophys. Res. Lett.* **35**,L20704, doi:10.1029/2008GL035333 (2008).
- [8.] P. W. Mote *et al.*, *J. Geophys. Res.* **101**, D2, 3989 (1996).
- [9.] E. C. Cordero, P. M. Forster, *Atmos. Chem. Phys.* **6**, 5369 (2006).
- [10.] A. Gettleman *et al.*, *Atmos. Chem. Phys.* **9**, 1621 (2009).
- [11.] R. R. Garcia, D. R. Marsh, D. E. Kinnison, B. A. Boville, F. Sassi, *J. Geophys. Res.* **112**, D2, D09301 (2007).
- [12.] V. Oinas, A. A. Lacis, D. Rind, D. T. Shindell, J. E.Hansen, *Geophys. Res. Lett.* **28**,14, 2791 (2001).
- [13.] D. Kley, *et al.*, *SPARC Assessment of Upper Tropospheric and Stratospheric Water Vapour* (WCRP- No.113,WMO/TD- No. 1043S, SPARC Report No. 2, 2000).
- [14.] S. J. Oltmans, H. Vomel, D. J. Hofmann, K. H. Rosenlof, D. Kley, *Geophys. Res. Lett.* **27**, 3453 (2000).
- [15.] W. J. Randel, F. Wu, H. Vomel, G. E. Nedoluha, P. M. D.Forster, *J. Geophys. Res.* **111**, D12312, DOI:10.1029/2005jd006744 (2006).
- [16.] J. E. Harries *et al.*, *J. Geophys. Res.* **101**, 10205 (1996).
- [17.] M. Scherer, H. Vomel, S. Fueglistaler, S. J. Oltmans, J. Staehelin, *Atmos. Chem. Phys.* **8**, 1391 (2008).
- [18.] D. Rind *et al.*, *J. Geophys. Res.* **98**, 4835 (1993).
- [19.] A. Lambert *et al.*, *J. Geophys. Res.* **112**, doi:10.1029/2007jd008724 (2007).
- [20.] K. H. Rosenlof *et al.*, *Geophys. Res. Lett.* **28**, 1195 (2001).
- [21.] A. W. Brewer, *Q. J. Roy. Met. Soc.* **75**, 351 (1949).
- [22.] J. R. Holton *et al.*, *Rev. Geophys.* **33**, 403 (1995).
- [23.] S. C. Sherwood, A. E. Dessler, *J. Atmos. Sci.* **58**, 7, 765 (2001).
- [24.] S. Fueglistaler, *Rev. Geophys.* **47**, RG1004 doi:10.1029/2008rg000267 (2009).
- [25.] H. K. Rosenlof, G. C. Reid, *J. Geophys. Res.* **113**,D06107 doi:10.1029/2007jd009109 (2008).
- [26.] M. A. Geller, X. L. Zhou, M. H. Zhang, *J. Atmos. Sci.* **59**, 1076 (2002).
- [27.] R. W. Portmann *et al.*, *J. Geophys. Res.* **102**, 9409 (1997).
- [28.] W. B. Rossow, R. A. Schiffer, *Bull. Am. Meteorol. Soc.***80**, 2261 (1999).
- [29.] S. Rohs, *J. Geophys. Res.* **111**, 12, D14315 DOI:10.1029/2005jd006877 (2006).
- [30.] P. Forster *et al.*, in *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, S. Solomon *et al.*, Eds. (Cambridge Univ.Press, Cambridge, UK and New York, NY, 2007), pp.129–234.
- [31.] G.-K. Plattner *et al.*, *J. Clim.* **21** (12), 2721 (2008).
- [32.] K. Trenberth *et al.*, in *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, S. Solomon *et al.*, Eds. (Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK and New York, NY, 2007), pp. 235–336.
- [33.] J. L. Lean, D. H. Rind, *Geophys. Res. Lett.* **36**, L15708, doi:10.1029/2009GL038932 (2009).
/ www.sciencexpress.org / 28 January 2010 / Page 5 / 10.1126/science.1182488
- [34.] N. Stuber, M. Ponater, R. Saussen, *Clim. Dyn.* **24**, 497(2005).
- [35.] S. Sherwood, *Science* **295**, 1272 (2002).
- [36.] G. Manney *et al.*, *J. Geophys. Res.* **112**, D24S50, doi:1029/2007JD008709 (2007).
- [37.] K. Onogi *et al.*, *J. Met. Soc. Jap.* **85**, 369 (2007).
- [38.] J. M. Gregory, P. M. Forster, *J. Geophys. Res.* **113** (D23),D23105, doi: 10.1029/2008JD010405 (2008).
- [39.] World Meteorological Organization, Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2006. Global Ozone Research and Monitoring Project-Report No. 50 (Geneva,Switzerland, 2007).
- [40.] D. M. Murphy *et al.*, *J. Geophys. Res.* **114**, D17107, doi:10.1029/2009JD012105 (2009).

Referencias 6: SOBRE VARIABLES QUE INFLUYEN EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

[1] Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

[2] K. A. Emanuel, Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years, *Nature*, **436**, 686-688, 2005.

[3] R. A. Pielke Jr., Landsea C., Mayfield M., Laver J., and Pasch R., Hurricanes and Global Warming, *Bulletin of the American Meteorological Society*, **86**, 1571-1575, 2005.

[4] Nicholls, R.J., P.P. Wong, V.R. Burkett, J.O. Codignotto, J.E. Hay, R.F. McLean, S. Ragoonaden and C.D. Woodroffe, 2007: Coastal systems and low-lying areas. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 315-356.

[5] Kalnay Elmpact s of urbanization and land surface changes on climate trends , *International/Association for Urban Climate* , **27** , 2008.

[6] Francou, B., M. Vuille, P. Wagnon, J. Mendoza, and J.-E. Sicart, Tropical climate change recorded by a glacier in the central Andes during the last decades of the twentieth century: Chacaltaya, Bolivia, 16°S, *J. Geophys. Res.*, **108** , 4154 , 2003.

[7] IPCC, 2007: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.

[8] Vuille, M. and Keimig, F., Interannual Variability of Summertime Convective Cloudiness and Precipitation in the Central Andes Derived from ISCCP-B3 Data , *J. Clim.* , **17** , 3334-3348, 2004.

[9] Garraud, R., Multiscale Analysis of the Summertime Precipitation over the Central Andes, *Mon. Wea. Rev.*, **127** , 901-921, 1999.

[10] Cox P.M., Betts R. A., Collins M., Harris P. P., Huntingford C., and Jones C. D. , Amazonian forest dieback under climate-carbon cycle projections for the 21st century, *Theor. Appl. Climatol.* , **78** , 137-156, 2004.

[11] Holton, J. R., P. H. Haynes, M. E. McIntyre, A. R. Douglass, R. B. Rood, and L. Pfister, Stratospheretroposphere exchange, *Reviews of Geophysics* , **33** , 403-439, 1995.

[12] Nash, E.R., P.A. Newman, J.E. Rosenfield, and M.R. Schoeberl, An objective determination of the polar vortex using Ertel's potential vorticity, *J. Geophys. Res.* , **101** , 9471-9478, 1996.

[13] Schoeberl, M. R., and D. L. Hartmann , The dynamics of the stratospheric polar vortex and its relation to springtime ozone depletion, *Science*, **251**, 46-52 , 1991.

[14] Koch, G., H. Wernli, J. Staehelin, and T. Peter, A Lagrangian analysis of stratospheric ozone variability and long-term trends above Payerne (Switzerland) during 1970-2001, *J. Geophys. Res.* , **107** , 4373 , 2002.

- [15] Sahai, Y., V. W. J. H. Kirchhoff, N. M. P. Lerne, and C. Casiccia, Total ozone trends in the tropics, *J. Geophys. Res.*, **105**, 19,823-19,828, 2000.
- [16] Staehelin, J, N. R. P. Harris, C. Appenzeller, and J. Eberhard, Ozone trends: A review, *Reviews of Geophysics*, **39**, 231-290, 2001.
- [17] La Prensa, 16 de Septiembre, 2002.
- [18] Andrade M. & R. Forno (eds) "Naturaleza y Efectos de la Radiación Ultravioleta y la Capa de Ozono". Memorias del Simposio Internacional *Naturaleza y Efectos de la RUV y la Capa de Ozono*, Septiembre, 1996, La Paz.
- [19] Hartmann D. L., J. M. Wallace, V. Limpasuvan, D. W. J. Thompson, and J. R. Holton, Can ozone depletion and global warming interact to produce rapid climate change?, *PNAS*, **97**, 1412-1417, 2000.
- [20] McKenzie R. L., P. J. Aucamp, A. F. Bais, L. O. Björnd and M. Ilyase, Changes in biologically-active ultraviolet radiation reaching the Earth's surface, *Photochemical & Photobiological. Sciences*, **6**, 218231, 2007.
- [21] Zaratti, F., Forno, R. N., Garda Fuentes, J. & Andrade, M. F., Erithemally-weighted UV variations at two high-altitude locations, *J. Geophys. Res.*, **108**, 4263, doi:10.1029/2001JD000918, 2003.
- [22] <http://news.bbc.co.uk/2/hi/americas/6519923.stm>
- [23] Reid J. S., R. Koppmann, T. F. Eck, and D. P. Eleuterio, A review of biomass burning emissions part II: intensive physical properties of biomass burning particles, *Atmos. Chem. Phys.*, **5**, 799-825, 2005.
- [24] Robock, A., Pinatubo eruption: The Climatic Aftermath, *Science*, **295**, 1242 - 1244, 2002.
- [25] Dickerson, R. R., M. O. Andreae, T. Campos, O. L. Mayol-Bracero, C. Neusuess, and D. G. Streets, Analysis of black carbon and carbon monoxide observed over the Indian Ocean: Implications for emissions and photochemistry, *J. Geophys. Res.*, **107**, 8017, doi:10.1029/2001JD000501, 2002.
- [26] Jacobson M.Z., The Short-Term Cooling but Long-Term Global Warming Due to Biomass Burning, *Journal of Climate*, **17**, 2909-2926, 2004.
- [27] Ramanathan V., C. Chung, D. Kim, T. Bettge, L. Buja, J. T. Kiehl, W. M. Washington, Q. Fu, D. R. Sikka, and M. Wild, Atmospheric brown clouds: Impacts on South Asian climate and hydrological cycle, *PNAS*, **102**, 5326-5333, 2005.