

Efectos Ambientales de los Incrementos Atmosféricos de Dióxido de Carbono

Arthur B. Robinson, Ph.D.

Noah E. Robinson, Ph.D.

Willie Soon, Ph.D.

Traducido por Carlos Ochoa

ABSTRACTO. Una revisión de la literatura de investigación concerniente a las consecuencias ambientales de los incrementos en los niveles de dióxido de carbono atmosférico lleva a la conclusión de que los incrementos durante el siglo 20 y primera parte del siglo 21 no han producido ningún efecto destructivo sobre el clima de la Tierra. Los aumentos de dióxido de carbono, sin embargo, han incrementado notoriamente el crecimiento de las plantas. Las predicciones de efectos climáticos dañinos debidos a futuros incrementos en el uso de hidrocarburos y de gases de invernadero menores como el CO₂ no se ajustan a los datos experimentales actuales. Se discuten aquí también los efectos ambientales de una rápida expansión en las industrias nuclear y de hidrocarburos.

Resumen

Líderes políticos se reunieron en Kyoto, Japón en Diciembre de 1997 para considerar un tratado global que restrinja la producción humana de “gases de tipo invernadero”, principalmente dióxido de carbon (CO₂). Temían que el CO₂ resultara en un “calentamiento global causado por los humanos”—hipotéticamente severos incrementos en las temperaturas de la Tierra, con consecuencias ambientales desastrosas. Durante los últimos 10 años, ha habido muchos esfuerzos políticos para forzar a que todo el mundo esté de acuerdo con el tratado de Kyoto.

Cuando nosotros analizamos éste asunto en 1998,^{1,2} los registros de satélite existentes eran escasos y estaban centrados en un período de tendencias cambiantes de temperaturas intermedias. Ahora se han adquirido datos experimentales adicionales, así que hoy existen mejores respuestas a las preguntas originadas por la hipótesis del “calentamiento global causado por la especie humana”.

La temperatura promedio de la Tierra ha variado dentro de un rango de unos 3 °C durante los últimos 3,000 años. En la actualidad está aumentando a medida que la Tierra se recupera del período conocido como la Pequeña Edad de Hielo, como se muestra en la Figura 1. George Washington y su ejército estuvieron en el valle Forge durante la época más fría en 1,500 años, pero aún entonces la temperatura no estuvo más que aproximadamente 1° centígrado por debajo del promedio de 3,000 años.

La parte más reciente de éste período de calentamiento queda reflejada por el acortamiento de los glaciares del mundo, como se muestra en la Figura 2. Los glaciares normalmente se alargan ó acortan en una correlación retrasada con las tendencias de enfriamiento y calentamiento. Los acortamientos tienen un retraso de unos 20 años con respecto a las temperaturas, de manera que el calentamiento actual empezó cerca del 1800.

La temperatura atmosférica es regulada por el sol, que fluctúa en actividad como se muestra en la Figura 3; por el efecto de gases de invernadero, mayormente causado por el vapor de agua atmosférico (H₂O); y por otros fenómenos que son aún más pobremente entendidos. Mientras que el principal gas de invernadero H₂O calienta substancialmente a la Tierra, gases de invernadero menores tales como el CO₂ tienen un efecto pequeño, como se muestra en las Figuras 2 y 3. El incremento sextuplicado en el uso de hidrocarburos desde 1940 no ha tenido un efecto notable sobre la temperatura atmosférica ó sobre los acortamientos de las longitudes de los glaciares.

Mientras que la Figura 1 es ilustrativa de la mayoría de las localidades geográficas, existe una gran variabilidad en los registros de temperatura en muchos lugares y regiones climáticas. Encuestas comprensivas de registros públicos de temperaturas confirman las características principales de la Figura 1, incluyendo el hecho de que la temperatura actual de la Tierra es aproximadamente 1 °C menor que durante el período Climático Optimo Medieval de hace 1,000 años.^{11,12}

Las temperaturas superficiales en los Estados Unidos durante el siglo pasado reflejan esta tendencia natural de calentamiento y su correlación con la actividad solar, como se muestra en la Figuras 4 y 5. Las temperaturas superficiales compiladas en los EUA se han incrementado unos 0.5 °C por siglo, lo cual es consistente con otros

valores históricos de 0.4 a 0.5 °C por siglo durante la recuperación desde la Pequeña Edad de Hielo.¹³⁻¹⁷ Este cambio de temperatura es ligero en comparación con otras variaciones naturales, como se muestra en la Figura 6. Tres tendencias intermedias son evidentes, incluyendo la tendencia de disminución de temperaturas de 1940 a 1975 que justificó los temores de “enfriamiento global” en los 1970s.

Entre 1900 y 2000, en escalas absolutas de radiación solar y grados Kelvin, la actividad solar aumentó 0.19%, mientras que el cambio de temperatura de 0.5 °C es un 0.21%. Esto está en Buena concordancia con estimaciones de que la temperatura de la Tierra se reduciría en 0.6 °C a través de un bloqueo de 0.2% del sol a base de partículas atmosféricas.¹⁸

La actividad solar y la temperatura superficial de los EUA están estrechamente correlacionadas, como muestra la Figura 5, pero ésta misma temperatura y la utilización mundial de hidrocarburos no correlacionan, como indica la Figura 13.

El cambio de las temperaturas en los EUA es tan leve que, si los cambios de temperatura que han sucedido durante los siglos 20 y 21 ocurrieran dentro de una habitación ordinaria, la mayoría de las personas en éste cuarto ni siquiera se darían cuenta de ello.

Durante el actual período de recuperación de la Pequeña Edad de Hielo, el clima de los EUA ha mejorado en cierta forma, con más precipitación pluvial, menos tornados, y sin incremento en actividad de huracanes, como se ilustra en las Figuras 7 a la 10. El nivel de los mares ha subido durante los últimos 150 años a razón de 7 pulgadas por siglo, con 3 tendencias intermedias a subir y 2 períodos sin incremento como se muestra en la Figura 11. Estas características se confirman con los registros de glaciares que se muestran en la Figura 12. Si esta tendencia continua como lo hizo antes del Periodo Climático Optimo Medieval, podemos esperar que el nivel de los mares suba aproximadamente 1 pie durante los siguientes 200 años.

Como se puede ver en las Figuras 2, 11, y 12, las tendencias de acortamiento de los glaciares, y de elevación de los niveles oceánicos empezaron un siglo antes de la sextuplicación en el incremento de la utilización de hidrocarburos en los últimos 60 años, y no han cambiado durante este incremento. El uso de hidrocarburos no pudo haber causado éstas tendencias.

Durante los pasados 50 años, el CO₂ atmosférico se ha incrementado en un 22%. Gran parte de este incremento de CO₂ es atribuible a la sextuplicación en la utilización humana de energéticos a base de hidrocarburos, Las Figuras 2, 3, 11, 12, y 13 indican, sin embargo, que el uso humano de hidrocarburos no ha causado los incrementos de temperatura observados.

El incremento de dióxido de carbono ha tenido, sin embargo, un substancial efecto ambiental. El CO₂ atmosférico fertiliza las plantas. Un CO₂ más elevado facilita que las plantas crezcan más rápido y más grandes y que vivan en climas más secos. Las plantas proporcionan alimento a los animales, los cuales por lo tanto también mejoran. La extensión y diversidad de vida vegetal y animal se han incrementado substancialmente durante el último medio siglo. Las temperaturas más elevadas también han estimulado moderadamente el crecimiento de las plantas.

Habrán en nuestro futuro una catastrófica amplificación de éstas tendencias con consecuencias climáticas dañinas? No hay datos experimentales que sugieran tal cosa. No existe tampoco ninguna evidencia teórica validada experimentalmente de tal amplificación.

Las predicciones de un calentamiento global catastrófico están basadas en modelos climáticos computarizados, una rama de las ciencias que está todavía en su infancia. La evidencia empírica—mediciones reales de la temperatura y clima de la Tierra—no muestran ninguna tendencia de calentamiento causado por el hombre. De hecho, durante cuatro de las siete décadas desde 1940 cuando los niveles promedio de CO₂ se incrementaron continuamente, las temperaturas promedio en los EUA estuvieron de hecho declinando. Mientras que los niveles de CO₂ han aumentado substancialmente y se espera que lo continúen haciendo y sabiendo que son los humanos parcialmente responsable de esto, los efectos sobre el medio ambiente han sido benignos.

Hay, sin embargo, una peligrosa posibilidad.

Nuestra civilización industrial y tecnológica depende de una energía abundante y de bajo costo. Esta civilización ya ha traído una prosperidad sin precedentes a las gentes de las naciones más desarrolladas. Billones de personas en las naciones menos desarrolladas apenas están saliendo de la pobreza adoptando esta tecnología.

Los hidrocarburos son fuentes esenciales de energía para sostener y extender la prosperidad. Esto es especialmente cierto en las naciones subdesarrolladas, donde el capital y tecnología disponibles son insuficientes para enfrentar las necesidades crecientes de energía sin un extenso uso de combustibles a base de hidrocarburos. Si, debido a un mal entendimiento de la ciencia involucrada y a través de temores e histeria públicos mal guiados, la especie humana racional y restringe significativamente el uso de hidrocarburos, la creciente prosperidad mundial se detendrá. El resultado sería un vasto sufrimiento humano y la pérdida de cientos de millones de vidas humanas. Más aún, la prosperidad de los países desarrollados se vería grandemente reducida.

Incrementos ordinarios moderados y naturales en la temperatura de la Tierra han ocurrido durante los pasados dos ó tres siglos. Estos han dado como resultado algunas mejoras en el clima en general y también unos cambios en el paisaje, tales como una reducción en las longitudes de los glaciares y un aumento de vegetación en zonas frías. Cambios mucho mayores han ocurrido durante el tiempo que todas las especies de animales y plantas actuales han existido sobre la Tierra. Los tamaños relativos de población de las especies y sus distribuciones geográficas varían a medida que se adaptan a las condiciones cambiantes.

La temperatura de la Tierra continúa su proceso de fluctuación en correlación con las variaciones de los fenómenos naturales. Los humanos mientras tanto transferimos parte del Carbono en el petróleo, gas natural, y carbón subterráneos hacia la superficie y la atmósfera, donde queda disponible para convertirse en seres vivientes. Como resultado, vivimos en un exuberante medio ambiente de plantas y animales. Esto es un inesperado y maravilloso regalo de la Revolución Industrial.

Temperaturas Atmosférica y Superficial.

Las temperaturas de la atmósfera y de la superficie se han estado recuperando de un período frío poco usual. En el lapso de tiempo entre hace 200 y 500 años, la Tierra pasó por la “Pequeña Edad de Hielo”. Se había descendido a éste período frío después de un intervalo cálido de hace unos 1,000 años conocido como el “Clima Óptimo Medieval”. Esto se muestra en la Figura 1 para el Mar de los Sargazos.

Durante el Clima Óptimo Medieval, las temperaturas fueron lo suficientemente cálidas que permitieron la colonización de Groenlandia. Estas colonias fueron abandonadas una vez que aparecieron las temperaturas frías. Durante los últimos 200 a 300 años, las temperaturas de la Tierra se han ido recuperando gradualmente. Las temperaturas en el Mar de los Sargazos son hoy aproximadamente igual que el promedio de los 3,000 años anteriores.

Los registros históricos no contienen ningún reporte de “calentamientos globales” catastróficos, aún que ha habido temperaturas más elevadas que las actuales durante algunos períodos de los últimos tres milenios.

El rango de temperaturas en 3,000 años en el Mar de los Sargazos es típico de la mayoría de los lugares. Los registros de temperatura varían ampliamente con los diferentes lugares geográficos como resultado de las características climatológicas peculiares de estas regiones específicas, de manera que una temperatura “promedio” de la Tierra tiene menos sentido que los registros.²⁷ Los llamados promedios “globales” ó “hemisféricos” contienen errores causados por la promediación sistemática de diferentes aspectos de regiones geográficas únicas y por la inclusión de regiones donde los registros de temperatura no son confiables.

Tres zonas claves de los registros de temperatura—el Clima Óptimo Medieval, la Pequeña Edad de Hielo, y la temperatura no inusual del siglo 20—han sido verificadas por medio de una revisión de los datos de temperaturas locales y de los registros correlacionados con las temperaturas a través del mundo,¹¹ como se resume en la Tabla 1. Cada record se calificó con respecto a aquellas encuestas en las que el record era aplicable. La literatura experimental e histórica confirma definitivamente éstas zonas de la Figura 1.

La mayoría de las localidades geográficas experimentaron tanto el Clima Óptimo Medieval como la Pequeña Edad de Hielo—y la mayoría de las localidades no experimentaron temperaturas inusualmente cálidas durante el siglo 20. Una revisión de 23 registros cuantitativos ha demostrado que las temperaturas promedio y media en 2006 fueron en promedio aproximadamente 1 °C o 2 °F más frías que en el Período Medieval.¹²

Las mediciones de longitudes de los glaciares⁴ y de los niveles oceánicos en el mundo^{24,25} proporcionan datos del reciente ciclo de recuperación. Temperaturas más cálidas reducen los glaciares y causan una elevación del nivel del mar debido a la disminución de la densidad del agua oceánica y otros factores.

Estas mediciones muestran que la tendencia de 7 pulgadas por siglo en el incremento del nivel del mar y del acortamiento promedio de la longitud de los glaciares empezaron 100 años antes del 1940, mientras que el 84% del total del consumo humano anual de hidrocarburos ocurrió solamente después del 1940. Aún más, ninguna de estas tendencias se ha acelerado durante el período entre 1940 y 2007, mientras que el uso de hidrocarburos se multiplicó por 6. El nivel del océano y los registros de glaciares están desfasados aproximadamente 20 años debido al retraso entre el aumento de temperaturas y los cambios en los glaciares y niveles oceánicos.

Si la tendencia natural en el aumento de los niveles del mar continúa por otros 200 años como lo hizo el aumento de temperatura en el Mar de los Sargazos cuando la Tierra entró en el Período Medieval Cálido, podemos esperar que el nivel oceánico se eleve aproximadamente un pie entre los años 2000 y 2200. Tanto el nivel oceánico como la tendencia de los glaciares—y las tendencias de temperatura que éstos reflejan—no están relacionados con el uso de hidrocarburos. Una duplicación en el uso mundial de hidrocarburos no cambiaría éstas tendencias.

La figura 12 muestra la estrecha correlación entre el nivel oceánico y los registros de glaciares, lo que valida aún más estos datos y la duración y carácter de los cambios de temperatura que los originaron.

La Figura 4 muestra la temperatura anual en los Estados Unidos durante los pasados 127 años. Este registro tiene una tendencia ascendente de 0.5 °C por siglo. Los registros de temperatura globales y del Hemisferio Norte tienden a subir 0.6 °C por siglo como se muestra en la Figura 4. Estos registros están, sin embargo, sesgados hacia temperaturas más elevadas de varias maneras. Por ejemplo, usan preferencialmente datos tomados en áreas populosas,³³ donde los efectos caloríficos de isla son prevaletentes, como se ilustra en la Figura 15. Una tendencia de 0.5 °C por siglo es más representativa.¹³⁻¹⁷

Los registros de temperatura de los EUA tienen dos tendencias de magnitudes comparables a la alza, una que ocurre antes de la sextuplicación en el uso de hidrocarburos y la otra durante este período. Entre estos dos hay una tendencia intermedia de disminución de temperaturas, que condujo en los años 1970s a temores de una inminente nueva Edad de Hielo. Esta disminución de las temperaturas ocurrió durante un período en el que el uso de hidrocarburos se triplicó.

Siete registros independientes—radiación solar; promedios anuales de las temperaturas superficiales atmosféricas en el Ártico, Hemisferio Norte, Globales, y en los EUA; niveles oceánicos; y longitudes de glaciares—todas exhiben estas tres tendencias intermedias, como se muestra en la Figura 13. Estas tendencias se confirman unas a las otras. La radiación solar correlaciona con ellas. El uso de hidrocarburos no correlaciona.

La tendencia intermedia a incrementos de temperaturas entre 1980 y 2006 mostrada en la Figura 13 es similar a la indicada en la Figura 14 para mediciones troposféricas satelitales y por medio de globos. Esta tendencia es más pronunciada en el Hemisferio Norte que en el Sur. Sin embargo, contrario a los modelos climáticos de calentamiento global debido al CO₂, las temperaturas de la tropósfera no están subiendo más rápido que las temperaturas superficiales.

La Figura 6 ilustra las magnitudes de éstos cambios de temperatura comparando el cambio de temperatura de 0.5 °C por siglo a medida que la Tierra se recupera de la Pequeña Edad de Hielo, el rango de las temperaturas oceánicas superficiales en el Mar de los Sargazos del Océano Atlántico promediadas cada 50 años durante los últimos 3,000 años, el rango de variaciones estacionales promedio de día-noche en Oregon, y el rango de variación de día-noche y estacional a través de toda la Tierra. El cambio de temperatura a lo largo de dos siglos es pequeño.

Las temperaturas troposféricas medidas por satélites proporcionan una cobertura geográfica más amplia. Pero aún las mediciones por satélite contienen fluctuaciones a corto y mediano plazo mayores que las leves tendencias de calentamiento calculadas a través de ellas. Las tendencias calculadas varían significativamente como función de las más recientes fluctuaciones y las amplitudes de los conjuntos de datos, las cuales son cortas.

La Figura 3 muestra la última parte del período de calentamiento después de la Pequeña Edad de Hielo en mayor detalle por medio de la temperatura del aire del Ártico comparada con la radiación solar, misma comparación que hace la Figura 5 para la temperatura superficial de los EUA. Existe una estrecha correlación entre la actividad solar y las temperaturas en la Tierra y ninguna entre el uso de hidrocarburos y las temperaturas terrestres. Varios

otros estudios a lo largo de una amplia variedad de intervalos de tiempo encuentran correlaciones similares entre el clima y la actividad solar.^{15,34-39}

La Figura 3 también ilustra las incertidumbres introducidas por los limitados períodos de tiempo de los registros. Si no fuera por la disponibilidad de los datos de temperatura del aire ártico anteriores a 1920, no se pudiera observar la tendencia de la temperatura a subir.

Esta variación observada de la actividad solar es típica en estrellas similares al sol en tamaño.⁴⁰ Las actuales tendencias de calentamiento en Marte,⁴¹ Júpiter,⁴² Neptuno,^{43,44} La luna Tritón de Neptuno,⁴⁵ y Plutón⁴⁶⁻⁴⁸ pueden ser resultado, en parte, debido a relaciones similares con el Sol y su actividad—igual que las que están calentando a la Tierra.

El uso de hidrocarburos y el CO₂ atmosférico no correlacionan con las temperaturas observadas. La actividad solar correlaciona bastante bien. Que haya correlación no prueba causalidad, pero la no-correlación sí prueba no-causalidad. La utilización de hidrocarburos por los humanos no está calentando a la Tierra en forma que se pueda medir. Más aún, existe un robusto modelo teórico y empírico que describe el calentamiento y enfriamiento de la Tierra por el Sol.^{8,19,49,50} Los datos experimentales no prueban que la actividad solar sea el único fenómeno responsable por las substanciales fluctuaciones de temperatura de la Tierra, pero sí demuestran que el uso humano de hidrocarburos no está entre éstos fenómenos.

Los datos experimentales en general son auto-consistentes. La Tierra se ha venido calentando a medida que se recupera de la Pequeña Edad de Hielo a razón promedio de unos 0.5 °C por siglo. Las fluctuaciones existentes dentro de esta tendencia de temperatura incluyen períodos de incrementos más rápidos y también períodos de decrecimiento de la temperatura. Estas fluctuaciones correlacionan bien con las fluctuaciones concomitantes de la actividad del Sol. Ni las tendencias ni las fluctuaciones dentro de las tendencias correlacionan con la utilización de hidrocarburos. Los niveles oceánicos y las longitudes de los glaciares revelan tres tendencias intermedias a subir y dos tendencias a bajar desde 1800, lo mismo que la actividad solar. Estas tendencias son climáticamente benignas y son resultado de procesos naturales.

Dióxido de Carbono Atmosférico

La concentración de CO₂ en la atmósfera de la Tierra se ha incrementado durante el último siglo, como indica la Figura 17. La magnitud de éste incremento atmosférico es actualmente de unas 4 giga toneladas (Gt C) de Carbono por año. La producción humana industrial de CO₂, principalmente debido al uso de carbón, petróleo, y gas natural y a la producción de cemento, es actualmente de unas 8 Gt C por año.^{7,56,57} Los humanos también exhalamos unas 0.6 Gt C por año, lo cual es capturado por las plantas como CO₂ atmosférico. Las concentraciones en el aire de una oficina común con frecuencia exceden de 1,000 ppm de CO₂.

Para poner éstas cantidades en perspectiva, se estima que la atmósfera contiene 780 Gt C; la superficie del océano contiene 1,000 Gt C; la vegetación, tierras, y los desperdicios y desechos orgánicos contienen 2,000 Gt C, y los océanos intermedios y profundos contienen 38,000 Gt C, en forma de CO₂ ó como productos hidratados de CO₂. Cada año, la superficie oceánica y la atmósfera intercambian unas 90 Gt C estimadas; la vegetación y la atmósfera, 100 Gt C; la vida marina y la superficie oceánica, 50 Gt C; y la superficie oceánica y las aguas oceánicas intermedias y profundas, 40 Gt C.^{56,57}

Son tan grandes las magnitudes de éstos depósitos, las tasas de intercambio entre ellos, y las incertidumbres de éstas cantidades estimadas, que las fuentes de los recientes incrementos de CO₂ atmosférico no se han determinado con certeza.^{58,59} Se reporta que las concentraciones de CO₂ atmosférico han variado ampliamente a través del tiempo geológico, con picos, de acuerdo con algunas estimaciones, 20 veces mayores que en el presente y mínimos aproximados de 200 ppm.⁶⁰⁻⁶²

Registros obtenidos a partir de probetas de hielo se reporta que muestran siete extensos períodos a través de 650,000 años en los que el CO₂, el metano (CH₄), y la temperatura aumentaron y luego disminuyeron.⁶³⁻⁶⁵ Los datos a base de probetas de hielo contienen substanciales incertidumbres,⁵⁸ de modo que estas correlaciones son imprecisas.

En todos los siete ciclos glaciales e interglaciales, los cambios reportados en el CO₂ y el CH₄ preceden a los cambios de temperatura, y por lo tanto no pueden haber causado éstos cambios.⁶⁶ Estas fluctuaciones probablemente involucran cambios causados por las temperaturas en los contenidos oceánicos y terrestres de CO₂ y CH₄. Las más recientes fluctuaciones de CO₂ también anteceden a los cambios de temperatura.^{67,68}

En 1957, Revelle y Seuss⁶⁹ estimaron que las excreciones gaseosas oceánicas de CO₂ causadas por la temperatura podrían aumentar el CO₂ atmosférico en un 7% por °C de aumento de temperatura. Los cambios reportados durante los siete interglaciales por los datos de las probetas de hielo de 650,000 años son de un 5% por °C,⁶³ lo que concuerda con los cálculos de las excreciones gaseosas.

Entre 1900 y 2006, el CO₂ antártico aumentó 30% por 0.1 °C de cambio de temperatura,⁷² y el CO₂ mundial aumentó 30% por 0.5 °C. En adición a las excreciones gaseosas oceánicas, una nueva fuente es el CO₂ generado por el consumo humano de hidrocarburos. Ni esta nueva fuente, ni las antiguas fuentes naturales de CO₂ están causando el cambio de temperaturas atmosféricas.

La hipótesis de que el incremento de CO₂ durante los interglaciales causó que se elevara la temperatura requiere de un incremento de unos 6 °C por cada 30% de aumento en el CO₂ como se observa de los datos de las probetas de hielo. Si ésta hipótesis fuera correcta, las temperaturas en la Tierra hubieran subido unos 6 °C entre 1900 y 2006, en vez del aumento de entre 0.1 °C y 0.5 °C, que en realidad ocurrió. Esta diferencia se ilustra en la Figura 16.

Los datos de las probetas de hielo para los últimos 650,000 años por lo tanto, no concuerdan con la hipótesis del “calentamiento global causado por los humanos” y, de hecho, proporciona evidencia empírica que invalida esta hipótesis.

El dióxido de carbono tiene un muy corto tiempo de vida en la atmósfera. Empezando con los 7 a 10 años de medio-tiempo del CO₂ atmosférico estimado por Revelle y Seuss,⁶⁹ existen 36 estimaciones del medio-tiempo del CO₂ atmosférico basadas en mediciones experimentales publicadas entre 1957 y 1992.⁵⁹ El rango va de 2 a 25 años, con un promedio de 7.5, una media de 7.6, y un promedio de rango superior de unos 10 años. De los 36 valores, 33 son de 10 años ó menos.

Muchas de estas estimaciones provienen del decremento del Carbono 14 atmosférico después de la interrupción de pruebas atmosféricas de armas nucleares, lo que proporciona un medio-tiempo confiable. No hay ninguna evidencia experimental que apoye el modelo computarizado que estima una “vida” de 300 años ó más del CO₂ atmosférico⁷³.

La producción humana de 8 Gt C de CO₂ por año es despreciable comparada con las 40,000 Gt C que residen en los océanos y en la biósfera. En un último equilibrio, el CO₂ producido por la humanidad tendrá un efecto insignificante sobre las cantidades de éste en los varios depósitos. Las tasas de aproximación al equilibrio son, sin embargo, lo suficientemente lentas que hacen que el uso humano sea un incremento atmosférico transitorio.

En el caso que sea, las Fuentes y cantidades de CO₂ en la atmósfera son de importancia secundaria a la hipótesis del “calentamiento global causado por los humanos”. Es el consumo humano de carbón, petróleo, y gas natural lo que está en juego. El CO₂ es meramente un intermediario en un mecanismo hipotético por medio del cual se dice que sucede éste “calentamiento global causado por los humanos”. La cantidad de CO₂ atmosférico tiene profundos efectos ambientales sobre las poblaciones vegetales y animales⁷⁴ y sobre la diversidad biológica, como se discute abajo.

Cambio Climático

Mientras que el promedio de cambio de temperatura que sucede a medida que la Tierra se recupera de la Pequeña Edad de Hielo es tan pequeño que es difícil de discernir, sus efectos ambientales si son medibles. El acortamiento de los glaciares y las 7 pulgadas por siglo de elevación del nivel oceánico son ejemplos. Hay cambios climáticos adicionales correlacionados con este aumento de temperatura y que pueden ser ocasionados por este.

Groenlandia, por ejemplo, se está volviendo verde de Nuevo, como lo fué hace 1,000 años durante el Clima Optimo Medieval.¹¹ El hielo marino del Ártico está disminuyendo algo,⁷⁵ pero el hielo Antártico no está disminuyendo, y puede estar aumentando, debido a incrementos en las nevadas.⁷⁶⁻⁷⁹

En los Estados Unidos, la precipitación pluvial está aumentando a razón de unas 1.8 pulgadas por siglo, y la cantidad de tornados severos está disminuyendo como se muestra en las Figuras 7 y 8. Si las temperaturas mundiales continúan subiendo al ritmo actual, alcanzarán los niveles que hubo durante el Clima Óptimo Medieval dentro de unos 2 siglos. Reportes históricos de ese período registran el levantamiento de cosechas de climas cálidos en lugares que actualmente son demasiado fríos para estos propósitos, de modo que podemos esperar que el área de clima más templado se expanda como lo hizo entonces. Esto ya se está observando, pues estudios en latitudes más altas reportan aumentos de más de 50% en la cantidad y diversidad de vida vegetal y animal.^{12,80}

La temperatura atmosférica está aumentando más en el Hemisferio Norte que en el Sur, con períodos intermedios de incrementos y decrementos dentro de las tendencias generales.

No ha habido ningún aumento en la frecuencia o severidad de huracanes en el Atlántico durante el período de sextuplicación en el uso de hidrocarburos, como se ilustra en las Figuras 9 y 10. La cantidad de huracanes violentos varía grandemente año con año y no es mayor hoy que hace 50 años. De manera similar, las velocidades máximas de los vientos tampoco han aumentado.

Todos los cambios climáticos observados son graduales, moderados, y enteramente dentro de los límites de cambios naturales ordinarios que han ocurrido durante el período benigno de los pasados pocos miles de años.

No hay ninguna indicación de ninguna especie en los datos experimentales de que un cambio abrupto ó extraordinario está empezando ó irá a empezar en ninguna de las variables climáticas ordinarias.

Hipótesis de Calentamiento Global

El efecto de invernadero amplifica el calentamiento solar de la Tierra. Gases de invernadero tales como H₂O, CO₂, y CH₄ en la atmósfera de la tierra, a través de los efectos combinados de reajustes convectivos y de efecto de cobija, esencialmente disminuyen el escape neto de radiación térmica infrarroja terrestre. Al aumentar el CO₂, por lo tanto, aumenta efectivamente la energía radiante que absorbe la atmósfera terrestre. La trayectoria de ésta absorción radiante es compleja. Es redistribuida verticalmente y horizontalmente, por medio de varios procesos físicos, incluyendo la eveción, convección, y difusión en la atmósfera y en los océanos.

Cuando un incremento de CO₂ aumenta la absorción radiante de la atmósfera, cómo y en qué dirección responde la atmósfera? Las hipótesis sobre esta respuesta difieren y se muestran esquemáticamente en la Figura 18. Sin el efecto de invernadero del vapor de agua, la Tierra estaría unos 14 °C más fría.⁸¹ La contribución radiante de una duplicación del CO₂ atmosférico es menor, pero este efecto radiante de invernadero es tratado de manera muy diferente por las diferentes hipótesis climáticas. La hipótesis que el IPCC^{82,83} eligió adoptar predice que el efecto del CO₂ se amplifica por la atmósfera, especialmente por el vapor de agua, produciendo un gran incremento de temperatura. Otras hipótesis, mostradas como hipótesis 2, predicen lo contrario—que la respuesta atmosférica contrarrestará al aumento de CO₂ y resultará en cambios insignificantes en la temperatura global.^{81,84,85,91,92} La evidencia experimental descrita antes, favorece a la hipótesis 2. Mientras que el CO₂ ha aumentado substancialmente, su efecto sobre la temperatura ha sido tan ligero que no ha sido detectado experimentalmente.

Los modelos climáticos computarizados en los que el “calentamiento global causado por los humanos” está basado contienen incertidumbres substanciales y son notoriamente inconfiables. Esto no es de sorprender, puesto que el clima es un sistema dinámico acoplado y no lineal. Es muy complejo. La Figura 19 ilustra las dificultades que se presentan al comparar el efecto radiante de invernadero del CO₂ con los factores de corrección e incertidumbres en algunos de los parámetros en los cálculos computarizados del clima. Otros factores, como la influencia química y climática de los volcanes, no pueden modelarse confiablemente y computarizarse.

De hecho, se ha estado efectuando un experimento con la Tierra durante el pasado medio siglo—un experimento que incluye todos los factores complejos y los efectos retroalimentadores que determinan la temperatura y clima de la Tierra. Desde 1940, el uso de hidrocarburos se ha multiplicado por 6. Aún así, este incremento no ha tenido ningún efecto sobre las tendencias de temperaturas, las cuales han continuado su ciclo de recuperación después de la Pequeña Edad de Hielo, en estrecha correlación con una actividad solar creciente.

No solo la hipótesis del Calentamiento Global ha fallado las pruebas experimentales, sino que también es teóricamente defectuosa. Se puede argumentar razonablemente que el enfriamiento debido a las retroalimentaciones

físicas y biológicas negativas de los gases de invernadero nulifican la pequeña elevación inicial de temperatura que estos causan.^{84,86}

Las razones del fracaso de los modelos climáticos computarizados están sujetas al debate científico.⁸⁷ Por ejemplo, el vapor de agua es el mayor contribuyente al efecto total de invernadero.⁸⁸ Se ha sugerido que los modelos climáticos consideran la retroalimentación de las nubes, el vapor de agua, y la hidrología correspondiente, incorrectamente.^{85,89-92}

La hipótesis del calentamiento global debido al CO₂ no se basa en las propiedades radiativas del CO₂ en sí, ya que es un gas de invernadero muy débil. Se basa en un pequeño incremento inicial de la temperatura ocasionado por el CO₂ y una gran amplificación teórica de ese aumento inicial de temperatura, principalmente a través de un incremento en la evaporación del H₂O, que sí es un gas de invernadero fuerte. Cualquier incremento de temperatura comparable por otra causa produciría el mismo resultado en los cálculos.

Por lo tanto, los registros de temperatura de 3,000 años ilustrados en la Figura 1 también proporcionan un medio para probar los modelos computacionales. Los datos históricos de temperatura muestran que la Tierra anteriormente se ha calentado mucho más de lo que pudo haber causado el CO₂ por sí solo. Puesto que éstos pasados ciclos de calentamiento no han iniciado catástrofes de calentamientos atmosféricos provocados por el vapor de agua, es evidente que los débiles efectos del CO₂ tampoco lo pueden hacer.

El metano también es un gas de invernadero menor. Los niveles mundiales de CH₄ se están nivelando, como se muestra en la Figura 20. En los EUA en 2005, el 42% del metano producido por humanos fué debido a la producción de energía a base de hidrocarburos, 28% debido al procesamiento de basura, y 30% por la agricultura.⁹⁵ La cantidad total de CH₄ producida por éstas fuentes en los EUA disminuyó 7% entre 1980 y 2005. Aún más, los registros muestran que mientras el metano iba en aumento, las tendencias de temperatura fueron benignas.

La hipótesis del “calentamiento global causado por humanos”—frecuentemente llamado el “calentamiento global” depende completamente de escenarios futuros generados por modelos computacionales. No existen datos empíricos que verifiquen a éstos modelos o sus cuestionables predicciones.⁹⁶

Las aseveraciones de⁹⁷ epidemias de enfermedades causadas por insectos acarreados por el viento, masivas extinciones de especies, inundaciones catastróficas en las islas del Pacífico, acidificación de los océanos, cantidades y severidad crecientes de huracanes y tornados, e incrementos de muertes humanas debidas a un incremento de temperatura de 0.5 °C por siglo no son consistentes con las observaciones reales. La hipótesis del “calentamiento global causado por humanos” y los cálculos computarizados que la apoyan son erróneos. No tienen ningún soporte empírico y quedan invalidadas por numerosas observaciones.

Control de Temperaturas Mundiales

Las temperaturas mundiales son controladas por fenómenos naturales. ¿Que pasos podría tomar la humanidad si la actividad solar u otros efectos empezaran a desfasar a la Tierra hacia temperaturas demasiado frías ó calientes para una óptima vida humana?

Primero, sería necesario determinar qué temperatura consideran óptima los humanos. Es poco probable que la temperatura escogida fuera la misma que tenemos hoy. Segundo, seríamos muy afortunados si fuerzas naturales hicieran que la Tierra estuviera muy caliente en vez de muy fría porque podemos enfriar a la Tierra con relativa facilidad. No tenemos los medios para calentarla. Atentar calentar la Tierra añadiendo CO₂ ó enfriarla por medio de restricciones de CO₂ y del uso de hidrocarburos, sería, sin embargo, futil. Ninguno de estos métodos funcionaría.

Bloquear el sol a bajo costo por medio de partículas en la atmósfera superior sería efectivo. S.S. Penner, A.M. Schneider, y E. M. Kennedy han propuesto⁹⁸ que los sistemas de escape de aviones comerciales se modifiquen de tal manera que emitan en la atmósfera superior partículas de materiales que bloqueen el sol. Posteriormente Edward Teller propuso de manera similar¹⁸ que estas partículas podrían inyectarse en la atmósfera para reducir el calentamiento solar y enfriar la Tierra. Teller estimó un costo de entre \$500 millones y \$1 billón de dólares anuales para un enfriamiento de entre 1 °C y 3 °C. Ambos métodos usarían partículas tan pequeñas que serian invisibles desde la Tierra.

Estos métodos para bloquear la radiación solar y reducir las temperaturas atmosféricas y superficiales serían efectivas y económicas. Existen otras propuestas similares.⁹⁹ Racionar mundialmente los energéticos, sin embargo, no funcionaría.

El clima de la Tierra es hoy en día benigno. Si las temperaturas se elevan demasiado, esto puede corregirse fácilmente. Si se vuelven demasiado frías no tenemos medios de respuesta—excepto maximizar la producción de energía nuclear y a base de hidrocarburos, ó con nuevos avances tecnológicos. Esto ayudaría a que la humanidad se adaptara y podría conducir hacia nuevas tecnologías mitigantes.

Fertilización de Plantas por Medio del CO₂

Qué tan alto subirá en última instancia la concentración atmosférica de CO₂ si la humanidad continúa incrementando el uso de carbón, petróleo, y gas natural? En un equilibrio final con los océanos y otros depósitos probablemente habrá un incremento muy pequeño. El aumento actual es un resultado de no-equilibrio de la tasa de aproximación al equilibrio.

Un depósito que moderaría el incremento es especialmente importante. Las plantas son un gran resumidero de CO₂. Utilizando los conocimientos actuales sobre las tasas de incremento de crecimiento de las plantas, y suponiendo un incremento de CO₂ comparable a las emisiones actuales, se ha estimado que los niveles de CO₂ atmosférico pueden subir a unas 600 ppm antes de que se estabilicen. A ese nivel, la absorción de CO₂ por la biomasa de la Tierra sería de unas 10 Gt C por año.¹⁰⁰ Actualmente, esta absorción se estima en unas 3 Gt C por año.⁵⁷

Aproximadamente un 30% de éste incremento proyectado de 295 a 600 ppm ya ha sucedido, sin que haya cambios climáticos desfavorables. Más aún, los efectos radiantes del CO₂ son logarítmicos,^{101,102} o sea que más del 40% de cualquier influencia climática ya ocurrió.

A medida que el CO₂ atmosférico se incrementa, las tasas de crecimiento de las plantas también aumentan. También, las hojas transpiran menos y pierden menos agua a medida que el CO₂ aumenta, o sea que las plantas son capaces de crecer en condiciones más secas. La vida animal, que depende de la vida vegetal para su alimentación, se incrementa proporcionalmente.

Las Figuras 21 a 24 muestran ejemplos de incrementos en el crecimiento de plantas medidos experimentalmente. Estos ejemplos son representativos de una amplia literatura de investigación sobre este tema.¹⁰³⁻¹⁰⁹ Como muestra la Figura 21, los pinos de larga vida de 1,000 a 2,000 años muestran un notable incremento en su crecimiento durante el último medio siglo. La Figura 22 muestra un incremento de 40% en los bosques de los Estados Unidos que ha sucedido desde 1950. Mucho de este incremento es debido al aumento de CO₂ atmosférico que ya ha ocurrido. También, se ha reportado que los bosques lluviosos del Amazonas están incrementando su vegetación en unas 900 libras de carbono por acre por año¹¹³, ó aproximadamente 2 toneladas de biomasa por acre por año. Los árboles responden más fuertemente a la fertilización del CO₂ que la mayoría de las otras plantas, pero todas las plantas responden en alguna medida.

Puesto que la respuesta de las plantas a la fertilización del CO₂ es casi lineal con respecto a la concentración del CO₂ sobre un rango de 300 a 600 ppm, como se ve en la Figura 23, las mediciones experimentales a diferentes niveles de enriquecimiento de CO₂ pueden extrapolarse. Esto se hizo en la Figura 24 para ilustrar el acentuamiento del crecimiento de las plantas calculado para un incremento atmosférico de unas 88 ppm que ya ha tenido lugar y para lo esperado de un aumento total proyectado de 305 ppm.

El crecimiento del trigo se acelera con los incrementos atmosféricos de CO₂, especialmente bajo condiciones secas. La Figura 24 muestra la respuesta del crecimiento del trigo bajo condiciones húmedas versus aquella del trigo estresado por la falta de agua. Los datos utilizados son de experimentos a campo abierto. El trigo se cosechó en la manera usual, pero las concentraciones atmosféricas de CO₂ en secciones circulares de los campos fueron incrementadas con equipo controlado por computadoras que liberaron CO₂ en el aire manteniéndolo a los niveles especificados.^{115,116} El acentuamiento del crecimiento de naranjos y pinos jóvenes¹¹⁷⁻¹¹⁹ con dos incrementos atmosféricos de CO₂ —el que ya ha ocurrido desde 1885 y el que se proyecta para los siguientes dos siglos—se

muestra también. El acentuamiento del crecimiento relativo de los árboles con el CO₂ disminuye con la edad. La Figura 24 indica árboles jóvenes.

La Figura 23 es un resumen de 279 experimentos en los que plantas de varios tipos fueron cosechadas bajo condiciones de acentuamiento de CO₂. Plantas estresadas bajo condiciones menos que ideales—cosa que ocurre comúnmente en la naturaleza—responden más a la fertilización del CO₂. La selección de especies en la Figura 23 fue con tendencia hacia plantas que responden menos a la fertilización del CO₂ que la mezcla de plantas que en realidad cubren el planeta, ó sea que la Figura 23 bajo-estima los efectos del enriquecimiento global de CO₂.

Claramente, la revolución verde en la agricultura ya se ha beneficiado de la fertilización del CO₂, y los beneficios en el futuro serán aún mayores. La vida animal se está incrementando proporcionalmente, como muestran los estudios de 51 ecosistemas terrestres¹²⁰ y 22 ecosistemas acuáticos.¹²¹ Más aún, como lo demuestra un estudio de 94 ecosistemas terrestres en todos los continentes excepto Antártica,¹²² la riqueza de especies—biodiversidad—está más positivamente correlacionada con la productividad—la cantidad total de vida vegetal por acre—que con cualquier otra cosa.

El CO₂ atmosférico es requerido tanto por las plantas como por los animales. Es la única fuente de carbono para todas las moléculas orgánicas de proteínas, carbohidratos, grasas, y otras de las que los seres vivientes están constituidos.

Las plantas se fertilizan extrayendo el CO₂ atmosférico. Los animales obtienen su carbono de las plantas. Sin el CO₂ atmosférico, ninguna de las formas de vida que vemos en la Tierra existirían.

Agua, Oxígeno, y dióxido de carbono son las tres más importantes sustancias que hacen posible la vida.

Ciertamente no son contaminantes ambientales.

Medio Ambiente y Energía

La componente humana más importante en la conservación del medio ambiente en la Tierra es la energía. La conversión industrial de energía hacia formas que sean útiles para la actividad humana es el aspecto más importante de la tecnología. Energía abundante y barata se requiere para sostener una vida humana próspera y para el avance continuado de una tecnología que enriquezca la vida. Las poblaciones prósperas tienen la riqueza necesaria para proteger y mejorar su medio ambiente natural.

Actualmente, los Estados Unidos son un importador neto de energía como se muestra en la figura 25. Los estadounidenses gastan aproximadamente \$300 billones de dólares por año en importaciones de petróleo y gas natural—y una cantidad adicional en gastos militares relacionados con estas importaciones.

Las demandas políticas para una reducción de 90% en el uso de hidrocarburos en los EUA,¹²³ eliminando por lo tanto el 75% del suministro energético a los EUA, son obviamente imprácticas. Tampoco puede este 75% de la energía de los EUA ser reemplazado por fuentes alternativas “verdes”. A pesar de los enormes subsidios de impuestos durante los últimos 30 años, las fuentes verdes todavía proporcionan solamente el 0.3% de la energía de los EUA.

Pero, los EUA claramente no pueden continuar siendo un gran importador neto de energía sin perder su fuerza económica e industrial y su independencia política. Debería ser, en lugar, un exportador neto de energía.

Hay tres rutas tecnológicamente realistas para una independencia energética norteamericana—un incremento en la producción de hidrocarburos, energía nuclear, ó ambos. No existen impedimentos climatológicos para un incremento en el uso de hidrocarburos, aunque los efectos ambientales locales pueden y deben ser resueltos. La energía nuclear es, de hecho, menos costosa y más benigna ambientalmente que la energía de hidrocarburos, pero ha sido también víctima de la política del temor y de supuestas desventajas y peligros que en realidad son insignificantes.

Por ejemplo, al problema” del “desperdicio nuclear” de alto nivel se le ha puesto mucha atención, pero éste problema ha sido creado políticamente en los EUA por barreras gubernamentales hacia el enriquecimiento y reprocesamiento de combustible en América. El combustible nuclear gastado puede ser reciclado y así puede obtenerse nuevo combustible nuclear. No necesita almacenarse en costosos depósitos.

A los accidentes en reactores también se les ha dado mucha publicidad, pero nunca ha habido una sola muerte humana asociada con un incidente en algún reactor nuclear norteamericano. En contraste, la dependencia norteamericana en los automóviles resulta en más de 40,000 muertes humanas por año.

Todas las formas de generación de energía, incluyendo los métodos “verdes”, llevan consigo muertes en la extracción, manufactura, y transporte de los recursos que requieren. La energía nuclear es la que necesita la menor cantidad de tales recursos¹²⁴ y por lo tanto presenta el menor riesgo de muertes.

Los costos relativos estimados de la producción de energía eléctrica varían con las diferentes localidades geográficas y otros factores asociados. La Figura 26 muestra un reciente estudio Británico, que es típico. Actualmente, el 43% del consumo de energía en los EUA es utilizado para producción de electricidad.

Con toda seguridad, futuros inventos en tecnología energética pueden alterar las economías relativas de la generación de energía nuclear, de hidrocarburos, solar, de viento, y de otros métodos. Estas invenciones no pueden, sin embargo, ser forzadas por designios políticos, ni se puede “desear” que existan. Alternativamente, “conservación”, si se practica extensivamente de modo que sea una alternativa a la energía nuclear y de hidrocarburos, es meramente la palabra políticamente correcta para “pobreza”.

La insostenible situación actual en que los Estados Unidos están perdiendo \$300 billones de dólares por año al pagar por petróleo y gas extranjeros no es el resultado de fallas del gobierno en sus esfuerzos de producción de energía. El gobierno de los EUA no produce energía. La energía es producida por la industria privada. Por qué entonces la producción de energía ha prosperado en otros países mientras que la producción doméstica se ha estancado?

Este estancamiento ha sido causado por las políticas de impuestos, regulación, y propiciamiento de litigación por parte del gobierno de los EUA, que ha convertido al país en un lugar muy desfavorable para producir energía. Además, el gobierno de los EUA ha gastado vastas sumas del dinero ciudadano en subsidiar tecnologías de energía inferiores con motivos políticos.

No se necesita discernir por adelantado el mejor curso a seguir. Una derogación legislativa de los impuestos excesivos, a la regulación, a los incentivos para litigar, y un rechazo a todos los subsidios a las industrias generadoras de energía estimularían el desarrollo industrial, en que la competencia automáticamente determinaría los mejores caminos.

La energía nuclear es más segura, menos costosa, y más benigna ambientalmente que la energía de hidrocarburos, así que probablemente sea la mejor alternativa para incrementar la producción de energía. Los hidrocarburos combustibles sólidos, líquidos, y gaseosos proporcionan, sin embargo, muchas conveniencias, y una infraestructura nacional para su uso que ya está establecida. El petróleo a base de arcilla aceitosa o de carbón es menos caro que el petróleo crudo a los precios actuales, pero sus costos de producción sostenida son más altos que los de los campos petrolíferos ya desarrollados. Existe, por tanto, un factor de riesgo en la inversión de que los precios del petróleo crudo bajen tanto que las plantas de licuefacción no puedan competir. La energía nuclear no tiene esta desventaja, ya que los costos de operación de una planta generadora nuclear son muy bajos.

La Figura 27 ilustra, como un ejemplo, una opción práctica y ambientalmente sana hacia la independencia energética de los EUA. Actualmente el 19% de la electricidad de los EUA es producida por 104 reactores nucleares con una generación promedio en 2006 de 870 megawatts por reactor, para un total de unos 90 GWe (gigawatts).¹²⁵ Si aumentáramos esto en 560 GWe, la energía nuclear podría llenar todos los requerimientos actuales de electricidad de los EUA y sobrarían 230 GWe para exportar como electricidad ó como combustibles hidrocarburos reemplazados ó fabricados.

Por tanto, en lugar de una pérdida de \$300 billones en la balanza de pagos, los EUA tendrían un superávit comercial de \$200 billones—y capacidad instalada para futuros requerimientos domésticos. Aún más, si el calor generado en reactores nucleares adicionales se usara para la licuefacción y gasificación del carbón, los EUA no tendrían ni siquiera necesidad de utilizar sus recursos petroleros. Los EUA tienen cerca del 25% de las reservas mundiales de carbón. Este calor también podría licuar biomásas, basura, u otras fuentes de hidrocarburos que pudieran eventualmente ser prácticas.

La planta de energía nuclear Palo Verde cerca de Phoenix, Arizona, fué originalmente proyectada para tener 10 reactores nucleares con capacidad generadora de 1,243 megawatts cada uno. Como resultado de la histeria

pública causada por información falsa—muy similar a la histeria del calentamiento global causado por humanos diseminada hoy en día, la construcción en Palo Verde fue truncada con solo tres reactores operacionales terminados. Esta instalación está situada en 4,000 acres de terreno y es enfriada con agua de desecho de la ciudad de Phoenix, que está a unas cuantas millas de distancia. Una área de 4,000 acres es 6.25 millas cuadradas ó un cuadrado de 2.5 millas por lado. La planta de potencia en sí ocupa solo una fracción del área total.

Si solamente una planta como Palo Verde se construyera en cada uno de los 50 estados y cada instalación tuviera 10 reactores como los originalmente planeados para Palo Verde, estas plantas, operando al actual 90% de capacidad diseñada, producirían 560 GWe de electricidad. La tecnología nuclear ha avanzado substancialmente desde que Palo Verde fué construido, de manera que plantas construidas en la actualidad serían aún más confiables y eficientes.

Suponiendo un costo de construcción de \$2.3 billones de dólares por cada reactor de 1,200 MWe¹²⁷ y 15% por las economías de escala, el costo total de éste proyecto sería de \$1 trillón de dólares, ó 4 meses del presupuesto federal actual de los EUA. Esto es 8% del producto doméstico nacional bruto de los EUA. Los costos de construcción serían pagados en unos cuantos años con el capital que ahora gasta el pueblo de los EUA en petróleo extranjero y con la conversión de importador a exportador de energía por parte de los EUA.

Las 50 instalaciones nucleares podrían distribuirse proporcionalmente a la población. Por ejemplo, California tendría 6 mientras que Oregon y Idaho juntos tendrían una. En vista del gran valor económico de estas instalaciones, habría una vigorosa competencia por ellas.

Además de estas plantas generadoras, los EUA deberían construir plantas re-procesadoras de combustible, de manera que el combustible nuclear gastado pudiera ser re-usado. Esto bajaría el costo del combustible y eliminaría el almacenamiento del desperdicio nuclear de alto nivel. Hay existencia de combustible para reactores asegurada para 1,000 años¹²⁸ utilizando reactores ordinarios de regeneración y también reactores especiales de regeneración, de manera que más combustible sea producido que consumido.

Cerca del 33% de la energía térmica en un reactor nuclear ordinario es convertida en electricidad. Algunos nuevos diseños tienen eficiencias de 48%. El calor de un reactor de 1,243 MWe puede producir 30,000 barriles de petróleo derivado del carbón por día.¹²⁹ Con una instalación adicional del tipo Palo Verde en cada estado dedicada a la producción de petróleo, la producción anual sería de por lo menos 7 billones de barriles al año con un valor, a \$60 por barril, de más de \$400 billones por año. Esto es el doble de la producción de petróleo de Arabia Saudita. Las reservas probadas de carbón de los Estados Unidos son suficientes para sostener esta producción por 200 años.¹²⁸ Este carbón licuado excede las reservas probadas de petróleo del mundo entero. Los reactores podrían producir hidrocarburos gaseosos a partir del carbón, también.

El calor sobrante de las plantas de potencia nucleares podría calentar agua ó aire para sistemas intramuros de control climático, ó podría usarse con otros propósitos.

Los reactores nucleares se pueden usar también para producir hidrógeno, en vez de petróleo ó gas.^{130,131} El costo actual de producción e infraestructura es, sin embargo, mucho mayor para producir hidrógeno que para petróleo ó gas. Los avances tecnológicos reducen los costos, pero usualmente no en forma abrupta. Un llamado urgente en 1800 para que el mundo cambiara de leña a metano se hubiera adelantado imprácticamente a su tiempo, igual que si en la actualidad se presiona para cambiar de petróleo y gas a hidrógeno. Para poder distinguir lo práctico de lo futurista, un Mercado energético libre es absolutamente esencial.

Ciertamente estas propuestas son mejores que las propuestas recientes de racionamientos internacionales y de gravámenes a la energía.^{83,97,123} Este ejemplo nuclear demuestra que la tecnología actual puede producir energía abundante y barata si no es restringida políticamente.

No es necesario que haya un vasto programa de gobierno para llegar a esta meta. Puede llegarse a ella simplemente eliminando legislativamente los gravámenes, la mayoría de las regulaciones y litigación, y todos los subsidios a todas las formas de producción de energía en los EUA, permitiendo que los mercados libres desarrollen la combinación más práctica de métodos de generación de energía.

Con energía abundante y barata, la industria Norteamericana podría revitalizarse, y el capital y la energía requeridos para mayores avances industriales y tecnológicos podrían estar asegurados. También se aseguraría la continua y creciente prosperidad de todos los estadounidenses.

El pueblo de los Estados Unidos necesita más energía a bajo costo, no menos. Si ésta energía es producida en los Estados Unidos, puede convertirse no solamente en una exportación valiosa, sino que puede asegurar que la industria norteamericana permanezca competitiva en los mercados mundiales y que la deseada prosperidad americana continúe y crezca.

En éste deseo, los norteamericanos no están solos. A través del planeta, billones de personas en naciones más pobres están batallando para mejorar sus vidas. Estas gentes necesitan energía abundante a bajo costo, que es la moneda del progreso tecnológico.

En los países en desarrollo, esta energía puede mayormente provenir de las fuentes de hidrocarburos tecnológicamente menos complejas. Es un imperativo moral que esta energía se haga disponible. De otra manera, los esfuerzos de estos pueblos serán en vano, y retrocederán hacia vidas de pobreza, sufrimiento, y muertes prematuras.

La energía es el fundamento de la riqueza. La energía barata permite a las personas hacer cosas maravillosas. Por ejemplo, existe la preocupación de que haya dificultades para cosechar comida suficiente en la tierra que hay disponible. Las cosechas crecen más abundantemente en ambientes más cálidos con más CO₂, ó sea que esto puede mitigar futuros problemas que surjan.¹²

La energía proporciona, sin embargo, un mejor plan de aseguramiento de alimentos. Los invernaderos hidropónicos de energía intensiva son 2,000 veces más productivos por unidad de tierra que los modernos métodos norteamericanos de agricultura.¹³² Por lo tanto, si hay energía abundante y barata, no hay ningún límite práctico para la producción mundial de alimentos.

También se cree que hay escasez de agua fresca. Con abundante energía barata, la desalinización de agua marina puede esencialmente proporcionar ilimitados suministros de agua fresca.

Durante los últimos 200 años, el ingenio humano en la utilización de energía ha producido muchos milagros tecnológicos. Estos avances han incrementado notablemente la calidad, cantidad, y duración de la vida humana. Las tecnologías del siglo 21 necesitan de una abundante y barata energía para continuar este avance.

Si impidiéramos éste brillante futuro a través de un racionamiento mundial de energía, el resultado sería en verdad trágico. Además de la pérdida humana, el medio ambiente del planeta sería una víctima principal de tal error. La energía de bajo costo es esencial para la salud ambiental. Los pueblos prósperos tienen riqueza de sobra para preservar y mejorar el medio ambiente. Los pueblos empobrecidos no tienen esto.

Conclusiones

No hay datos experimentales que apoyen la hipótesis de que el incremento en la utilización humana de hidrocarburos ó de que el dióxido de carbono atmosférico u otros gases de invernadero estén causando ó que pueda esperarse que causen cambios desfavorables en las temperaturas globales, en el clima, ó en el paisaje. No hay razón para limitar la producción humana de CO₂, CH₄, y de otros gases menores de invernadero como se ha propuesto.^{82,83,97,123}

Tampoco necesitamos preocuparnos por calamidades ambientales aún que la actual tendencia natural de calentamiento continúe. Durante los últimos 3,000 años, la Tierra en ocasiones ha estado mucho más caliente sin que haya habido efectos catastróficos. Un clima cálido extiende las temporadas de cosecha y generalmente mejora la habitabilidad de las regiones más frías.

A medida que carbón, petróleo, y gas natural se utilicen para alimentar y sacar de la pobreza a vastas cantidades de gentes alrededor del mundo, más CO₂ será liberado a la atmósfera. Esto ayudará a mantener y mejorar la salud, longevidad, prosperidad, y productividad de todos los pueblos.

Los Estados Unidos y otros países necesitan producir más energía, no menos. Los métodos más prácticos, económicos, y ambientalmente sanos son las tecnologías de hidrocarburos y nuclear.

La utilización humana de carbón, petróleo, y gas natural no ha calentado a la Tierra en forma dañina, y la extrapolación de las tendencias actuales demuestra que no lo hará en el futuro observable. Sin embargo, el CO₂ producido puede acelerar las tasas de crecimiento de las plantas y también permite que éstas crezcan en regiones más áridas. La vida animal, que depende de las plantas, también prospera, y la diversidad de vida vegetal y animal aumenta.

La actividad humana está produciendo parte del incremento de CO₂ en la atmósfera. La humanidad está transfiriendo el carbono del carbón, petróleo, y gas natural del subsuelo a la atmósfera, donde queda disponible para convertirse en seres vivientes. Estamos viviendo en un crecientemente exuberante medio ambiente de plantas y animales como resultado de este incremento de CO₂. Nuestros descendientes por lo tanto disfrutarán de un planeta Tierra con una vida vegetal y animal más diversa que la que ahora disfrutamos.

Arthur B. Robinson, Ph.D., Noah E. Robinson, Ph.D., and Willie Soon, Ph.D. son profesores investigadores del Instituto de Ciencia y Medicina de Oregon, 2251 Dick George Road, Cave Junction, Oregon 97523. Contacto: artr@oism.org

REFERENCIAS

1. Robinson AB, Baliunas SL, Soon W, Robinson ZW. *J Am Phys Surg* 1998;3:171-178.
2. Soon W, Baliunas SL, Robinson AB, Robinson ZW. *Climate Res* 1999;13:149-164.
3. Keigwin LD. *Science* 1996;274:1504-1508. ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/contributions_by_author/keigwin1996/.
4. Oerlemans J. *Science* 2005;308:675-677.
5. Oerlemans J, Björnsson, H Kuhn M, et al. *Boundary-Layer Meteorol* 1999;92:3-26.
6. Greuell W, Smeets P. *J Geophysical Res* 2001;106:31717-31727.
7. Marland G, Boden TA, Andres RJ. Global, regional, and national CO₂ emissions. In: *Trends: A Compendium of Data on Global Change*. Oak Ridge, Tenn.: Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy; 2007. http://cdiac.ornl.gov/trends/emis/tre_glob.htm.
8. Soon W. *Geophysical Res Lett* 2005;32:2005GL023429.
9. Hoyt DV, Schatten KH. *J Geophysical Res* 1993;98:18895-18906.
10. National Climatic Data Center. Global Surface Temperature Anomalies; 2006. <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/anomalies/anomalies.html>. Cited by NASA GISS at <http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/fig.D.txt>.
11. Soon W, Baliunas S, Idso C, Idso S, Legates DR. *Energy & Environ* 2003;14:233-296.
12. Idso SB, Idso CD. Center for Study of Carbon Dioxide and Global Change; 2007. www.co2science.org/scripts/CO2ScienceB2C/education/reports/hansen/hansencritique.jsp.
13. Groveman BS, Landsberg HE. *Geophysical Res Lett* 1979;6:767-769.
14. Esper J, Cook ER, Schweingruber FH. *Science* 2002;295:2250-2253.
15. Tan, M, Hou J, Liu T. *Geophysical Res Lett* 2004;31:2003GL019085.
16. Newton A, Thunell R, Stott L. *Geophysical Res Lett* 2006;33:2006GL027234.
17. Akasofu S. International Arctic Research Center, Univ. Alaska, Fairbanks; 2007. www.iarc.uaf.edu/highlights/2007/akasofu_3_07/Earth_recovering_from_LIA_R.pdf.
18. Teller E, Wood L, Hyde R. 22nd International Seminar on Planetary Emergencies, Erice, Italy, Lawrence Livermore National Laboratory; 1997. UCRL-JC-128715:1-18.
19. Soon W. Private communication; 2007.
20. U.S. National Climatic Data Center. *U.S. Department of Commerce 2006 Climate Review*. <http://wf.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/cag3/na.html>.
21. Landsea CW. *EOS* 2007;88(18):197, 208.
22. Landsea CW, Nicholls N, Gray WM, Avila LA. *Geophysical Res Lett* 1996;23:1697-1700.
23. Goldenberg SB, Landsea CW, Mesta-Nuñez AM, Gray WM. *Science* 2001;293:474-479.
24. Jevrejeva S, Grinsted A, Moore JC, Holgate S. *J Geophysical Res* 2006;111:2005JC003229. www.pol.ac.uk/psmsl/author_archive/jevrejeva_etal_gsl/.
25. Leuliette EW, Nerem RS, Mitchum GT. *Marine Geodesy* 2004;27(1-2):79-94. <http://sealevel.colorado.edu/>.
26. Lamb HH. *Climate, History, and the Modern World*. New York, N.Y.: Methuen; 1982.
27. Essex C, McKittrick R, Andresen B. *J Non-Equilibrium Therm* 2007;32:1-27.
28. Polyakov IV, Bekryaev RV, Alekseev GV, et al. *J Climate* 2003;16:2067-2077.
29. Christy JR, Norris WB, Spencer RW, Hnilo JJ. *J Geophysical Res* 2007;112:2005JD006881. <http://vortex.nsstc.uah.edu/data/msu/t2lt/uahncdc>.
30. Spencer RW, Christy JR. *J Climate* 1992;5:847-866.
31. Christy JR. *Climatic Change* 1995;31:455-474.
32. Zhu P, Hack JJ, Kiehl JT, Bertherton CS. *J Geophysical Res*; 2007, in press.
33. Balling Jr RC. *The Heated Debate*. Pacific Research Institute; 1992.
34. Friis-Christensen E, Lassen K. *Science* 1991;254:698-700.
35. Baliunas S, Soon W. *Astrophysical J* 1995;450:896-901.
36. Neff U, Burns SJ, Mangini A, et al. *Nature* 2001;411:290-293.

37. Jiang H, Eiriksson J, Schulz M, Knudsen K, Seidenkrantz M. *Geology* 2005;33:73-76.
38. Maasch KA, et al. *Geografiska Annaler* 2005;87A:7-15.
39. Wang Y, Cheng H, Edwards RL, et al. *Science* 2005;308:854-857.
40. Baliunas SL, et al. *Astrophysical J* 1995;438:269-287.
41. Fenton LK, Geissler PE, Haberle RM. *Nature* 2007;446:646-649.
42. Marcus PS. *Nature* 2004;428:828-831.
43. Hammel HB, Lynch DK, Russell RW, et al. *Astrophysical J* 2006;644:1326-1333.
44. Hammel HB, Lockwood GW. *Geophysical Res Lett* 2007;34:2006GL028764.
45. Elliot JL, et al. *Nature* 1998;393:765-767.
46. Elliot JL, et al. *Nature* 2003;424:165-168.
47. Sicardy B, et al. *Nature* 2003;424:168-170.
48. Elliot JL, et al. *Astronomical J* 2007;134:1-13.
49. Camp CD, Tung KK. *Geophysical Res Lett* 2007; 34:2007GL030207.
50. Scafetta N, West BJ. *Geophysical Res Lett* 2006;33:2006GL027142.
51. Goodridge JD. *Bull Am Meteorological Soc.* 1996;77:3-4; Goodridge JD. Private communication; 1998.
52. Christy JR, Goodridge JD. *Atm Environ* 1995;29:1957-1961.
53. Hansen J, Lebedeff S. *J Geophysical Res* 1987;92:13345-13372.
54. Hansen J, Lebedeff S. *Geophysical Res Lett* 1988;15:323-326.
55. Hansen J, Ruedy R., Sato M. *Geophysical Res Lett* 1996;23:1665-1668. <http://www.giss.nasa.gov/data/gistemp/>.
56. Schimel DS. *Global Change Biology* 1995;1:77-91.
57. Houghton RA. *Ann Rev Earth Planetary Sci* 2007;35:313-347.
58. Jaworowski Z, Segalstad TV, Ono N. *Science of the Total Environ.* 1992;114: 227-284.
59. Segalstad TV. In: Bate R, ed. *Global Warming, the Continuing Debate.* Cambridge, UK: European Science and Environment Forum; 1998:184-218.
60. Berner RA. *Science* 1997;276:544-545.
61. Retallack GJ. *Nature* 2001;411:287-290.
62. Rothman DH. *Proc Natl Acad Sci USA* 2002;99:4167-4171.
63. Petit, et al. *Nature* 1999;399:429-436.
64. Siegenthaler U, et al. *Science* 2005;310:1313-1317.
65. Spahni R, et al. *Science* 2005;310:1317-1321.
66. Soon, W. *Physical Geography* 2007; in press.
67. Dettinger MD, Ghill M. *Tellus* 1998;50B:1-24.
68. Kuo C, Lindberg CR, Thomson DJ. *Nature* 1990;343:709-714.
69. Revelle R, Suess HE. *Tellus* 1957;9:18-27.
70. Yamashita E, Fujiwara F, Liu X, Ohtaki E. *J Oceanography* 1993;49:559-569.
71. Keeling CD, Whorf TP. In: Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory; 2005. <http://cdiac.ornl.gov/trends/co2/sio-mlo.htm> and www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/co2_data_mlo.html.
72. Schneider DP, et al. *Geophysical Res Lett* 2006;33:2006GL027057.
73. Archer D. *J Geophysical Res* 2005;110:2004JC002625.
74. Faraday M. The Chemical History of a Candle, Christmas Lectures, Royal Institution, London; 1860.
75. Serreze MC, Holland MM, Stroeve J. *Science* 2007;315:1533-1536.
76. Bentley CR. *Science* 1997;275:1077-1078.
77. Nicholls KW. *Nature* 1997;388:460-462.
78. Davis CH, Li Y, McConnell JR, Frey MM, Hanna E. *Science* 2005;308:1898-1901.
79. Monaghan AJ, et al. *Science* 2006;313:827-831.
80. Kullman L. *Nordic J Botany* 2007;24:445-467.
81. Lindzen RS. *Ann Rev Fluid Mech* 1994;26:353-379.
82. IPCC Fourth Assessment Report (AR4), Working Group I Report; 2007.
83. Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change; 1997.
84. Sun DZ, Lindzen RS. *Ann Geophysicae* 1993;11:204-215.
85. Spencer RW, Braswell WD. *Bull Am Meteorological Soc* 1997;78:1097-1106.
86. Idso SB. *Climate Res* 1998;10:69-82.
87. Soon W, Baliunas S, Idso SB, et al. *Climate Res* 2001;18:259-275.
88. Lindzen RS. In: LeTreut H, ed. *Climate Sensitivity of Radiative Perturbations: Physical Mechanisms and Their Validation.* NATO ASI Series 134. Berlin: Springer-Verlag; 1996:51-66.
89. Renno NO, Emanuel KA, Stone PH. *J Geophysical Res* 1994;99:14429-14441.
90. Soden BJ. *J Climate* 2000;13:538-549.
91. Lindzen RS, Chou M, Hou AY. *Bull Am. Meteorological Soc* 2001;82:417-432.
92. Spencer RW, Braswell WD, Christy JR, Hnilo J. *Geophysical Res Lett* 2007;34:2007GL029698.
93. Lindzen RS. Personal communication; 1995.

94. Khalil MAK, Butenhoff CL, Rasmussen RA. *Environ Sci Technol* 2007;41:2131-2137.
95. Annual Energy Review, U.S. Energy Information Admin., Report No. DOE/EIA-0384; 2006.
96. Essex C, Ilie S, Corless RM. *J Geophysical Res*; 2007, in press.
97. Gore A. *An Inconvenient Truth*. Rodale Books; 2006.
98. Penner SS, Schneider AM, Kennedy EM. *Acta Astronautica* 1984;11:345-348.
99. Crutzen PJ. *Climatic Change* 2006;77:211-219.
100. Idso SB. *Carbon Dioxide and Global Change: Earth in Transition*. IBR Press; 1989.
101. Lam SH. Logarithmic Response and Climate Sensitivity of Atmospheric CO₂; 2007(Aug 22):1-15. www.princeton.edu/~lam/documents/LamAug07bs.pdf.
102. Lindzen RS. In: Raigaina R, ed. *Proc. 34th Int. Sem. Nuclear War and Planetary Emergencies*. Singapore: World Scientific Publishing; 2005:189-210.
103. Kimball BA. *Agron J* 1983;75:779-788.
104. Cure JD, Acock B. *Agr Forest Meteorol* 1986;8:127-145.
105. Mortensen LM. *Sci Hort* 1987;33:1-25.
106. Lawlor DW, Mitchell RAC. *Plant, Cell, Environ* 1991;14:807-818.
107. Drake BG, Leadley PW. *Plant, Cell, Environ* 1991;14:853-860.
108. Gifford RM. *Adv Bioclim* 1992;1:24-58.
109. Poorter H. *Vegetatio* 1993;104-105:77-97.
110. Graybill DA, Idso SB. *Global Biogeochem Cyc* 1993;7:81-95.
111. Waddell KL, Oswald DD, Powell DS. *Forest Statistics of the United States*. U.S. Forest Service and Dept. of Agriculture; 1987.
112. Smith WB, Miles PD, Vissage JS, Pugh SA. *Forest Resources of the United States*. U.S. Forest Service and Dept. of Agriculture; 2002.
113. Grace J, Lloyd J, McIntyre J, et al. *Science* 1995;270:778-780.
114. Idso KE, Idso S. *Agr Forest Meteorol* 1974;69:153-203.
115. Kimball BA, Pinter Jr PJ, Hunsaker DJ, et al. *Global Change Biol* 1995;1:429-442.
116. Pinter JP, Kimball, BA, Garcia RL, et al. In: Koch GW, Koch R, eds. *Carbon Dioxide and Terrestrial Ecosystems*. Academic Press; 1996:215-250.
117. Idso SB, Kimball BA. *Agr Forest Meteorol* 1991;55:345-349.
118. Idso SB, Kimball BA. *J Exp Botany* 1994;45:1669-1692.
119. Idso SB, Kimball BA. *Global Change Biol* 1997;3:89-96.
120. McNaughton SJ, Oesterhold M, Frank DA, Williams KJ. *Nature* 1989;341:142-144.
121. Cyr H, Pace ML. *Nature* 1993;361:148-150.
122. Scheiner SM, Rey-Benayas JM. *Evol Ecol* 1994;8, 331-347.
123. Gore A, Pelosi N, Reid H. The Seven Point Live Earth Pledge; Jun 29, 2007. Speaker of the House Website, www.speaker.gov. and www.liveearth.org.
124. Beckmann P. *The Health Hazards of NOT Going Nuclear*. Boulder, Colo.: Golem; 1985.
125. American Nuclear Society, *Nuclear News* 2007 (March):46-48.
126. McNamara B. Leabrook Computing, Bournemouth, England; 2006.
127. *Projected Costs of Generating Electricity: 2005 Update*. Paris: Nuclear Energy Agency, OECD Publication No. 53955; 2005.
128. Penner SS. *Energy* 1998;23:71-78.
129. Posma B. Liquid Coal, Fort Myers, Fla.; 2007. www.liquidcoal.com.
130. Ausubel JH. *Int J Nuclear Governance Econ Ecol* 2007;1:229-243.
131. Penner SS. *Energy* 2006;31:33-43.
132. Simon JL. *The Ultimate Resource 2*, Princeton, N.J.: Princeton Univ. Press; 1996.

Figura 1. Temperaturas superficiales en el Mar de los Sargazos, una área de 2 millones de millas cuadradas del Océano Atlántico, con una resolución en tiempo de 50 a 100 años, terminando en 1975, determinadas por la proporción de organismos marinos residuales en los sedimentos del fondo del oceano.³ La línea horizontal es la temperatura promedio para este período de 3,000 años. La Pequeña Edad de Hielo y el Período Climático Óptimo Medieval fueron extensos intervalos climáticos de desviaciones de la media que ocurrieron en forma natural. Un valor de 0.25 °C, que es el cambio de temperatura que hubo en el Mar de los Sargazos entre 1975 y 2006, fue añadido a los datos de 1975 para obtener el valor de la temperatura de 2006.

Figura 2. Longitud promedio de 169 glaciares de 1700 a 2000.⁴ La principal fuente de energía de derretimiento es la radiación solar. Las variaciones en la masa y longitud de los glaciares se deben principalmente a la temperatura y la precipitación.^{5,6} Esta tendencia de derretimiento lleva un rezago de 20 años con respecto a los incrementos de temperatura, de manera que es anterior a la sextuplicación del incremento en la utilización de hidrocarburos⁷ aún más de lo que muestra la figura. El uso de hidrocarburos no pudo haber causado esta tendencia de acortamiento de los glaciares.

Figura 3. Temperaturas superficiales del aire Ártico comparadas con la radiación solar total medida a través de la amplitud de los ciclos de manchas solares, longitud del ciclo de manchas solares, proporción de rotación ecuatorial solar, fracción de manchas penumbrales, y proporción de decaimiento del ciclo de 11 años de manchas solares.^{8,9} La radiación solar correlaciona bien con la temperatura del Ártico, mientras que el uso de hidrocarburos no correlaciona.

Figura 4. Temperaturas superficiales medias en los Estados Unidos continentales entre 1880 y 2006.¹⁰ La pendiente de la línea de cuadrados mínimos para este período de 127 años es de 0.5 °C por siglo.

Figura 5. Temperaturas superficiales en los EUA según Figura 4 comparadas con la radiación solar total¹⁹ de la Figura 3.

Figura 6. Comparación entre el cambio actual de temperatura por siglo en los EUA, el rango de temperatura de los últimos 3000 años en la Figura 1, rango de temperaturas de estación y diurnas en el Estado de Oregon, y el rango de temperaturas de estación y diurnas a través de todo el mundo.

Figura 7. Precipitación anual en los 48 Estados Unidos continentales entre 1895 y 2006, de acuerdo con el Centro Nacional de Datos Climáticos de los EUA, y el Resumen Climático de 2006 del Departamento de Comercio de los EUA.²⁰ La tendencia indica un incremento en lluvias de 1.8 pulgadas por siglo—aproximadamente 6% por siglo.

Figura 8. Cantidad anual de tornados de nivel fuerte a violento de categorías F3 a F5 durante la temporada de tornados de Marzo a Agosto en los EUA entre 1950 y 2006. De acuerdo con el Centro Nacional de Datos Climáticos de los EUA y el Resumen Climático de 2006 del Departamento de Comercio de los EUA.²⁰ Durante este período, la utilización de hidrocarburos se sextuplicó, mientras que la frecuencia de tornados violentos disminuyó en un 43%.

Figura 9. Cantidad anual de huracanes en el Atlántico que llegaron a tierra firme entre 1900 y 2006.²¹ La línea sólida es la media.

Figura 10. Cantidad anual de huracanes violentos y máxima velocidad de vientos que estos han alcanzado en el océano Atlántico entre 1944 y 2006.^{22,23} No hay ninguna tendencia a subir en ninguno de éstos registros. Durante este período, la utilización de hidrocarburos se multiplicó por 6. Las líneas sólidas son valores medios.

Figura 11. Niveles oceánicos globales medidos por instrumentos de superficie entre 1807 y 2002²⁴ y por satélites entre 1993 y 2006.²⁵ Las mediciones de satélites se muestran en gris y concuerdan con las mediciones instrumentales de las mareas. La tendencia general es un incremento de 7 pulgadas por siglo. Se observan tendencias intermedias de 9, 0, 12, 0, y 12 pulgadas por siglo, respectivamente. Estas tendencias anteceden al aumento de temperaturas, y son anteriores al incremento de la utilización de hidrocarburos aún más de lo que se muestra. No se ven afectados por el gran aumento en el uso de hidrocarburos.

Figura 12. Acortamiento de glaciares⁴ e incremento de niveles oceánicos.^{24,25} El área gris designa el rango estimado de error en el registro de los niveles oceánicos. Estas mediciones anteceden al incremento de temperatura en unos 20 años. Así que, estas tendencias empezaron más de un siglo antes que los incrementos en el uso de hidrocarburos.

Tabla 1. Análisis comprensivo de todas las instancias en que los datos de temperatura ó correlacionados con la temperatura de localidades alrededor del mundo permiten responder a encuestas concernientes a la existencia del Clima Optimo Medieval, la Pequeña Edad de Hielo, y una anomalía cálida en el siglo 20.¹¹ Las respuestas compiladas y tabuladas confirman las 3 características principales indicadas en la Figura 1. La probabilidad de que la respuesta a la encuesta de la columna 1 sea “si” se muestra en la columna 5.

Figura 13. Siete registros independientes—actividad solar,⁹ temperaturas superficiales del aire en el Hemisferio Norte,¹³ Ártico,²⁸ global,¹⁰ y de los EUA;¹⁰ niveles marinos,^{24,25} y longitudes de glaciares⁴—todos se confirman cualitativamente unos a otros exhibiendo tres tendencias intermedias—calentamiento, enfriamiento, y calentamiento. Los niveles marinos y longitudes de los glaciares se indican retrasados 20 años, corrigiendo por los 20 años de retraso que llevan con respecto a la temperatura atmosférica. La actividad solar, temperatura del Hemisferio Norte, y longitudes de glaciares muestran un valor mínimo cerca del año 1800.

El uso de hidrocarburos⁷ no correlaciona con la temperatura. La temperatura subió durante un siglo antes de que hubiera un uso significativo de hidrocarburos. La temperatura subió entre 1910 y 1940, mientras que la utilización de hidrocarburos permaneció casi sin cambio. La temperatura bajó entre 1940 y 1972, mientras que el uso de hidrocarburos aumentó en un 330%. También las pendientes de 150-200 años de los niveles marinos y de las tendencias de los glaciares no fueron alteradas por los grandes aumentos en el uso de hidrocarburos después de 1940.

Figura 14. Mediciones de temperaturas de la tropósfera por medio de unidades de sonido de microondas satelitales (en azul) en el Hemisferio Norte entre 0 y 82.5 N, en el Hemisferio Sur entre 0 y 82.5 S, en los trópicos entre 20S y 20N, y globales entre 82.5N y 82.5S entre 1979 y 2007,²⁹ y mediciones por medio de globos de radiosonda (en rojo) en los trópicos.²⁹ Las mediciones por

medio de globos confirman las técnicas satelitales.²⁹⁻³¹ La anomalía de calentamiento durante 1977-1998 (en gris) fue causada por El Niño, que, al igual que las tendencias generales, no están relacionadas con el CO₂.³²

Figura 15. Tendencias de temperaturas superficiales de 1940 a 1996 en 107 estaciones de medición en 49 condados de California.^{51,52} Las tendencias fueron combinadas para los condados con poblaciones similares y graficadas con los errores estándar de sus medias. Las seis estaciones de medición en el condado de Los Ángeles se usaron para calcular el error estándar de ese condado, y se graficó para una población de 8.9 millones. El “efecto calorífico de isla urbana” sobre las mediciones superficiales se hace evidente. La línea sólida es el ajuste de cuadrados-mínimos para los círculos sólidos. Los puntos marcados “X” son los seis registros de estaciones no ajustados seleccionados por NASA GISS⁵³⁻⁵⁵ para usar en sus estimaciones de temperaturas superficiales globales. Estas selecciones hacen que las temperaturas de NASA GISS sean demasiado altas.

Figura 16. Aumentos de temperatura contra aumentos de CO₂ a partir de mediciones de probetas de hielo para siete períodos interglaciales;⁶³⁻⁶⁵ de cálculos⁶⁹ y mediciones⁷⁰ de excreciones gaseosas marinas, y de mediciones durante los siglos 20 y 21.^{27,28} Los incrementos de temperatura interglaciales ocasionaron el aumento del CO₂ debido a que los océanos liberaron CO₂. Los aumentos de CO₂ no ocasionaron las elevaciones de temperaturas.

En adición a la correspondencia entre las estimaciones de excreciones gaseosas y las mediciones, esta conclusión es verificada también por el pequeño aumento de temperatura durante los siglos 20 y 21. Si la correlación entre CO₂ y temperatura durante los siete interglaciales hubiera sido causada por el calentamiento de tipo invernadero del CO₂, entonces el aumento de temperatura por el CO₂ hubiera sido tan alto en los siglos 20 y 21 como lo fue en los siete períodos interglaciales.

Figura 17. Concentraciones volumétricas de CO₂ atmosférico en partes por millón, ppm, medidas espectrofotométricamente en Mauna Loa, Hawái, entre 1958 y 2007. Estas mediciones concuerdan bien con las de otras localizaciones.⁷¹ Los datos anteriores a 1958 son a partir de probetas de hielo y de análisis químicos, que contienen incertidumbres experimentales substanciales. Hemos usado 295 ppm para el período de 1880 a 1890, que es un promedio de las estimaciones disponibles. Cerca de 0.6 Gt C de CO₂ es producido anualmente por la respiración humana y esto origina concentraciones que exceden de las 1,000 ppm en edificios públicos. El CO₂ atmosférico ha aumentado 22% desde 1958 y cerca de 30% desde 1880.

Figura 18. Ilustración cualitativa del calentamiento de invernadero. “GWe” presente es el efecto de invernadero actual de todos los fenómenos atmosféricos. “Efecto radiante del CO₂” es el efecto radiante adicional de la duplicación del CO₂ sin considerar otras componentes atmosféricas. “Hipótesis 1 IPCC” es el hipotético efecto amplificador asumido por el IPCC. “Hipótesis 2” es el hipotético efecto de moderación.

Figura 19. El efecto radiante de invernadero debido a la duplicación en la concentración de CO₂ atmosférico (barra derecha) comparado con cuatro de las incertidumbres en los modelos climáticos computarizados.^{87,93}

Figura 20. Concentración global de metano en partes por millón entre 1982 y 2004.⁹⁴

Figura 21. Desviación estándar a partir de la media en los anchos de los anillos de árboles para (a) pino de erizos, pino blando, y pino de cola de zorro en la gran Cuenca de California, Nevada, y Arizona y (b) pino de erizos de Colorado.¹¹⁰ Los anchos de los anillos de los árboles se promedian en segmentos de 20 años y luego son normalizados de tal manera que las medias del crecimiento anterior de los árboles sea cero. Las desviaciones a partir de las medias se muestran en unidades de desviaciones estándar de esas medias.

Figura 22. Inventarios de madera (sin cortar) dura y blanda en los Estados Unidos compilada en Recursos Forestales de los Estados Unidos 2002, por el Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los EUA.^{111,112} La tendencia lineal de un incremento de 30% citada en 1998¹ ha continuado. El incremento es ahora de 40%. La cantidad de madera en los EUA está aumentando casi 1% por año.

Figura 23. Resumen de datos de 279 experimentos publicados en los que plantas de todos tipos fueron cosechadas bajo condiciones apareadas de estrés (círculos rojos abiertos) y sin estrés (círculos azules cerrados).¹¹⁴ Hubo conjuntos de 208, 50, y 21, a 300, 600, y a un promedio de unas 1350 ppm de CO₂, respectivamente. La mezcla de plantas en los 279 estudios tuvo una ligera tendencia hacia tipos de plantas que responden menos a la fertilización del CO₂ que la mezcla global real. Por lo tanto, la figura bajo-estima la respuesta global esperada. El enriquecimiento de CO₂ también permite el crecimiento de plantas en regiones áridas, incrementando aún más la respuesta.

Figura 24. Tasas de acentuación de crecimiento calculadas^{1,2} para trigo, naranjos jóvenes y pinos muy jóvenes que ya están sucediendo como resultado del enriquecimiento atmosférico con CO₂ de 1885 a 2007 (a), y lo esperado como resultado de un enriquecimiento atmosférico a un nivel de 6000 ppm de CO₂ (b).

Figura 25. En 2006, los Estados Unidos obtuvieron 84.9% de su energía de hidrocarburos, 8.2% de energéticos nucleares, 2.9% de presas hidroeléctricas, 2.1% de madera, 0.8% de bio-combustibles, 0.4% de desperdicios, 0.3% de geotérmica, y 0.3% del

viento y radiación solar. Los EUA utilizan 21 millones de barriles de petróleo por día—27% de OPEC, 17% de Canadá y México, 16% de otros, y 40% producido en los EUA.⁹⁵ El costo del petróleo y gas importados a \$60 por barril y \$7 por 1,000 pies³ en 2007 es como de unos \$300 billones por año.

Figura 26. Costo de entrega por kilowatt-hora de energía eléctrica en la Gran Bretaña en 2006, sin controles de CO₂.¹²⁶ Estas estimaciones incluyen todos los gastos de capital y operacionales por un período de 50 años. Micro-viento y micro-solar son unidades instaladas en casas individuales.

Figura 27. Construcción de una instalación tipo Palo Verde con 10 reactores en cada uno de los 50 estados. El déficit de intercambio de energía se invertiría en \$500 billones por año, resultando en un superávit anual de \$200 billones. Actualmente esta solución no es posible debido a políticas mal guiadas del gobierno, reglamentos, y gravámenes y maniobras legales disponibles para los activistas anti-nucleares. Estos impedimentos deben ser revocados legislativamente.

SPANISH TRANSLATION OF LEGENDS INSIDE THE FIGURES OF THE DOCUMENT “ENVIRONMENTAL EFFECTS.....”

Fig.	ENGLISH LEGEND	CORRESPONDING SPANISH LEGEND
1	Sea surface temperature °C Medieval Climate Optimum 3,000 year average Little Ice Age Year	Temperatura superficial del mar °C Clima Optimo Medieval Promedio de 3,000 años Pequeña Edad de Hielo Año
2	Normalized glacier length (mx10 ⁻²) Before hydrocarbon use increase During increase Glacier shortening occurs <u>before</u> and is unaffected by hydrocarbon use Glacier shortening 180-year trend Trend continues at same slope Gas Oil Coal Metric tons of carbon used (billions)	Longitud normalizada de los glaciares (mx10 ⁻²) Antes del incremento en el uso de hidrocarburos Durante el incremento El acortamiento de los glaciares ocurre <u>antes</u> y no es afectado por el uso de hidrocarburos Tendencia de acortamiento de 180 años de los glaciares La tendencia continúa con la misma pendiente Gas Petróleo Carbón Toneladas métricas de carbón usado (billones)
3	Arctic air temperature deviation °C Solar activity Arctic air temperature Temperature correlates with sun, <u>not</u> hydrocarbon use World hydrocarbon use Year Gas Oil Coal Solar irradiance (w / m ²) Metric tons of carbon used (billions)	Desviación de temperatura del aire ártico °C Actividad solar Temperatura del aire ártico Temperatura correlaciona con el Sol, no con el uso de hidrocarburos Uso mundial de hidrocarburos Año Gas Petróleo Carbón Radiación solar (w / m ²) Toneladas métricas de carbón usado (billones)
4	U.S. surface temperature °C Trend = 0.5 °C / century Increasing and decreasing intermediate trends Year	Temperatura superficial de los EUA °C Tendencia = 0.5 °C / siglo Tendencias intermedias de incremento y decremento Año
5	U.S. surface temperature °C Temperature Solar activity Solar irradiance (w / m ²) Year	Temperatura superficial de los EUA °C Temperatura Actividad solar Radiación solar (w / m ²) Año
6	U.S. temperatura increase per century Atlantic Ocean surface 50-year average temperature range in Sargasso Sea during past 3,000 years Oregon day-night and seasonal temperature range Earth day-night & seasonal Temperature range °C	Aumento de temperatura en los EUA por siglo Rango de temperaturas superficiales promedio de 50 años en el Mar de los Sargazos del Océano Atlántico durante los últimos 3,000 años Rango de temperaturas día-noche y de estación en Oregon Día-noche y de estación global Rango de temperaturas °C
7	U.S. annual precipitation (inches) U.S. rainfall is increasing at 1.8 inches per century Year	Precipitación anual en los EUA (pulgadas) La lluvia está aumentando 1.8 pulgadas por siglo en los EUA Año
8	Number of severe tornados Number of severe tornados in U.S. is decreasing Year	Número de tornados severos El número de tornados severos en los EUA está disminuyendo Año

Fig.	ENGLISH LEGEND	CORRESPONDING SPANISH LEGEND
9	Hurricanes that made landfall There has been no increase in number of Atlantic hurricanes that make landfall Year	Huracanes que llegaron a tierra No ha habido aumento en el número de huracanes en el Atlántico que tocan tierra Año
10	Hurricane maximum wind speed (m / s) Number of violent hurricanes There has been no increase in maximum hurricane wind speed or number of violent Atlantic hurricanes	Máxima velocidad de viento de los huracanes (m / s) Número de huracanes violentos No ha habido incremento en la máxima velocidad de vientos de huracanes ni en el número de huracanes violentos en el Atlántico
11	Sea level (inches) Before hydrocarbon use increase During increase Sea level increase 7 inches per century 150-year trend Trend continues at same slope Gas Oil Coal Metric tons of carbon used (billions) Year	Nivel del mar (pulgadas) Antes del incremento en uso de hidrocarburos Durante el incremento Aumento del nivel del mar 7 pulgadas por siglo, tendencia de 150 años La tendencia continúa con la misma pendiente Gas Petróleo Carbón Toneladas métricas de carbón usado (billones) Año
12	Normalized glacier length (m x 10 ⁻²) Before hydrocarbon use increase During increase Sea level increase Glacier shortening Gas Oil Coal Billion tons carbon Sea level (inches) Year	Longitud normalizada de glaciares (m x 10 ⁻²) Antes del incremento en uso de hidrocarburos Durante el incremento Aumento del nivel del mar Acortamiento de glaciares Gas Petróleo Carbón Billones de toneladas de Carbono Nivel del mar (pulgadas) Año
13	Glacier length m x 10 ⁻² Surface temperatura °C Solar irradiance w / m ² Solar activity Northern hemisphere temperature Arctic temperature Warm Cool Warm Global temperature U.S. temperature rising 0.5 °C per century Sea level minus 20 years rising 7 inches per century Glacier shortening minus 20 years Coal, oil, and gas No increase 3-fold increase 2-fold increase Year Surface deviation °C Sea level inches Billion tons carbon	Longitud de los glaciares m x 10 ⁻² Temperatura superficial °C Radiación solar w / m ² Actividad solar Temperatura del Hemisferio Norte Temperatura del Ártico Caliente Frio Caliente Temperatura global Temperatura de los EUA se eleva 0.5 °C por siglo Elevación del nivel marino, retrasado 20 años 7 pulgadas por siglo Acortamiento de los glaciares, retrasado 20 años Carbón, petróleo, y gas No incremento Incremento triplicado Incremento duplicado Año Desviación superficial °C Nivel del mar pulgadas Billones de toneladas de carbono

Fig.	ENGLISH LEGEND	CORRESPONDING SPANISH LEGEND
14	Temperature deviation °C Global Northern Hemisphere 1997 – 1998 El Niño Southern Hemisphere Tropics Satellite Radiosonde ballon Year	Desviación de la temperatura °C Global Hemisferio Norte 1997 – 1998 El Niño Hemisferio Sur Trópicos Satélite Globo radiosonda Año
15	Temperature trend per decade 1940 – 1996 °C Population of county	Tendencia de temperatura por década 1940 – 1996 °C Población del condado
16	Temperature rise (°C) per 30% CO ₂ rise Antarctic Ice core temperature Reported ice core age (years before present) 500,000 300,000 100,000 Deviation °C CO ₂ rise during seven interglacials was ocean outgassing caused by temperature rise During seven interglacials Ocean outgassing During 20 th and 21 st centuries Measured in ice cores Estimated by Revelle in 1957 Measured in sea water Antarctic Global	Elevación de temperatura (°C) por 30% de incremento de CO ₂ Temperaturas de probetas de hielo del Antártico Edad reportada de la probeta de hielo (años antes del presente) 500,000 300,000 100,000 Desviación °C Elevación de CO ₂ durante siete interglaciales por excreciones gaseosas oceánicas causadas por elevación de temperatura Durante siete interglaciales Excreciones gaseosas oceánicas Durante siglos 20 y 21 Medidas en probetas de hielo Estimadas por Revelle en 1957 Medidas en agua del mar Antártica Global
17	Atmospheric CO ₂ concentration ppm 30% increase 22% increase Atmospheric Carbon Dioxide World hydrocarbon use Gas Oil Coal Year Metric tons of carbon used (billions)	Concentración de CO ₂ atmosférico ppm 30% de incremento 22% de incremento Dióxido de Carbono atmosférico Utilización mundial de hidrocarburos Gas Petróleo Carbón Año Toneladas métricas de carbón usado (billones)
18	Qualitative greenhouse effect Present GHE Hypothetical effects of increased CO ₂ Radiative effect of CO ₂ Hypothesis 1 IPCC Hypothesis 2	Efecto cualitativo de invernadero El actual Efectos hipotéticos de incremento de CO ₂ Efecto radiante del CO ₂ Hipótesis 1 IPCC Hipótesis 2
19	Watts per square meter Ocean surface flux Computer model uncertainties are higher than CO ₂ effects North – South heat flux by motions Humidity Clouds Greenhouse (doubled CO ₂)	Watts por metro cuadrado Flujo de la superficie oceánica Incertidumbres de modelos computarizados son mayores que los efectos del CO ₂ Flujo Norte – Sur de calor por movimiento Humedad Nubes Invernadero (CO ₂ duplicado)
20	Methane concentration (ppm) Atmospheric methane is leveling Year	Concentración de metano (ppm) Metano atmosférico está nivelándose Año

Fig.	ENGLISH LEGEND	CORRESPONDING SPANISH LEGEND
21	Standard deviation from mean Long lived tres are growing faster a b Year Year	Desviación estándar de la media Arboles de larga vida están creciendo más rápido a b Año Año
22	Hardwoods and softwoods Billions of cubic feet U.S. forests have increased 40% in 50 years Year	Maderas duras y maderas blandas Billones de pies cúbicos Los bosques en los EUA se han incrementado 40% en 50 años Año
23	Percent growth enhancement Resource-limited and stressed Not resource-limited or stressed Atmospheric CO ₂ enrichment ppm	Porcentaje de acentuamiento de las cosechas Recursos limitados y estresado Recursos no limitados ni estresado Enriquecimiento atmosférico con CO ₂ ppm
24	Production normalized to 295 ppm 295 ppm CO ₂ 383 ppm CO ₂ Dry wheat Wet wheat Oranges Orange trees Young pine trees Production normalized to 295 ppm 295 ppm CO ₂ 600 ppm CO ₂ Dry wheat Wet wheat Oranges Orange trees Young pine trees	Producción normalizada a 295 ppm 295 ppm CO ₂ 383 ppm CO ₂ Trigo seco Trigo húmedo Naranjas Naranjos Pinos jóvenes Producción normalizada a 295 ppm 295 ppm CO ₂ 600 ppm CO ₂ Trigo seco Trigo húmedo Naranjas Naranjos Pinos jóvenes
25	3.5% imported natural gas 22.9% domestic natural gas 22.6% coal 8.2% nuclear 6.6% hydroelectric and other 0.33% wind and solar 9.6% domestic oil 26.3% imported oil Imported energy \$300 billion annual cost	3.5% gas natural importado 22.9% gas natural doméstico 22.6% carbón 8.2% nuclear 6.6% hidroeléctrica y otras 0.33% viento y solar 9.6% petróleo doméstico 26.3% petróleo importado Energía Importada Costo anual \$300 billones
26	Cost in U.S. cents / Kwh Delivered cost of of electrical energy Nuclear Coal Gas Wind Microwind or solar	Costo en los EUA centavos / Kwh Costo de entrega de energía eléctrica Nuclear Carbón Gas Viento Micro viento ó solar
27	59% nuclear 6.6% hydroelectric and other 0.33% wind and solar 34% hydrocarbon 21% exported energy Exported energy \$200 billion annual income	59% nuclear 6.6% hidroeléctrica y otras 0.33% viento y solar 34% hidrocarburos 21% energía exportada Energía exportada Ingreso anual \$200 billones