

# CAMBIO GLOBAL, ACCIÓN ANTROPOGÉNICA, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Por el Académico ING. HUMBERTO JOSÉ RICCIARDI

## 1. *El cambio global del medio ambiente. La acción antropogénica*

Durante años, la comunidad científica ha llevado a cabo, realiza o planifica un número de programas de amplia base, para aumentar nuestro conocimiento de la tierra. La mayor parte de esos esfuerzos tendió a concentrarse en cada una de las áreas individuales del conocimiento del Planeta, consideradas en forma independiente, o sea: la atmósfera, la biósfera, la hidrósfera, la litósfera y la interacción sol-tierra.

El progreso alcanzado en los conocimientos durante los últimos cuarenta años, permitió iniciar una nueva y más amplia iniciativa, dirigida hacia un mejor conocimiento de la Tierra. Pero, ahora, como un *sistema interconectado*, procurando conocer las interacciones que enlazan los citados componentes individuales, con el fin de llenar las brechas existentes y obtener una mayor conciencia del decurso de los cambios importantes que se estaban produciendo.

Hasta entonces, se consideraba que los eventos predominantes que afectan el medio ambiente y la vida en la Tierra eran los de origen natural. Éstos eran inducidos por fuerzas inexorables como la selección natural, las variaciones de los vientos, la dinámica turbulenta de la atmósfera y los océa-

nos, la deriva de los continentes, la elevación de las montañas y la expansión y contracción de las masas de hielo.

Hoy, se han añadido a esas fuerzas otro conjunto de factores del cambio, que son mucho más recientes, pero de consecuencias inmediatas o muy cercanas y que se deben a la acción de *fuerzas humanas o antropogénicas*. Una especie que habita la Tierra desde hace muy poco tiempo, el *Homo Sapiens*, mediante el uso de la energía, las prácticas de cultivo intensivo y otros aspectos del desarrollo tecnológico, ha cambiado el albedo de la tierra, la composición de los suelos y aguas, la química del aire, la extensión de las áreas cubiertas de bosques, la diversidad de las especies animales y vegetales y, en síntesis, el *balance del sistema global*, poniendo en peligro la habitabilidad del Planeta. Esto es lo que se denomina: *el cambio global*.

Pero todavía no se conocen exactamente el fondo y la magnitud de los cambios naturales y su relación con los antropogénicos, por lo que las ciencias naturales deben realizar una tarea de investigación de gran alcance.

Sin embargo, se comprende que la misma existencia de la especie humana —que forma parte de la naturaleza— depende de su habilidad para mantenerse en un mundo natural finito y, su continuación, de la capacidad para evitar la destrucción de los sistemas naturales que regeneran ese mundo. Ésta, quizás, es la mayor lección de nuestros conocimientos ambientales actuales.

Por lo tanto, no basta conocer las interacciones entre los sistemas naturales, sino también la relación con los sistemas sociales, ya que pueden introducirse procesos sociales complejos de difícil pronóstico, los que ocasionarán *funciones forzantes* que producen cambios físicos en las poblaciones humanas.

### 1.1. Consideraciones particulares.

Debo señalar:

a) Que la necesidad de mantener un “desarrollo sustentable” es condición indispensable para el desarrollo de la entera familia humana. En particular es preciso tener en cuenta las implicaciones del crecimiento acelerado de la población (que es el motor del cambio) y su etapa de desarrollo. Hoy, dos tercios de la población mundial se halla en el es-

tado que —eufemísticamente— llamamos en desarrollo. En realidad se encuentran, en gran parte, por debajo de la satisfacción de las necesidades mínimas. Si pretenden, como es lógico, obtener un desarrollo estable y estabilizante, mediante los procesos de creación de riqueza del pasado y —en gran parte— de la actualidad, condicionaríamos nuestro mundo a daños inaceptables en el ambiente.

b) Que el desarrollo tecnológico y las capacidades actuales no pueden reconocer y, menos, resolver todos los problemas ambientales —cuya solución se requiere para satisfacer nuestras necesidades y aspiraciones— y, por lo tanto, ante la existencia de cambios perjudiciales, estamos cercenando a nuestros descendientes el derecho a una riqueza que les es propio.

c) Pero ello tampoco implica que se debe mantener la pobreza y el subdesarrollo o aceptar impasibles el mantenimiento y agravación de las condiciones actuales, las que empeorarán, si continúa el crecimiento acelerado del número de habitantes del planeta y no se toman medidas con rapidez.

d) La adopción, sin demora, de modos de acción y políticas adecuadas, debe permitir conciliar los objetivos de la preservación, con un nivel de vida aceptable. Esto es, en síntesis, lo que propone el desarrollo sustentable.

1.2. Razones que exigen y posibilitan encarar estas empresas.

a) La disponibilidad de los avances contemporáneos en las ciencias, que nos permiten, por primera vez, observar el Sistema Tierra como un todo. (Sistemas Espaciales.)

b) La percepción creciente, por medio de las modernas técnicas satelitarias, de que las componentes bióticas y abióticas de la biósfera están inextricablemente entrelazadas.

c) El hecho de que los impactos humanos o antropogénicos se aproximan a las escalas naturales conocidas en los procesos que apoyan la vida.

d) La apreciación de que existen límites en la habitabilidad de la Tierra y su capacidad para sostener la vida produciendo las cantidades adecuadas de alimentos, fibras, materias primas, agua y aire.

Por ello, el “desarrollo sustentable” que (*Our Common Future*, p. 9) se considera como “un proceso de cambio, en el que la explotación de los recursos, la dirección de las in-

versiones, la orientación del desarrollo tecnológico y el cambio institucional son consistentes, tanto para las necesidades actuales como para las futuras" sólo podrá alcanzarse, si las Ciencias Naturales, en un esfuerzo complejo e iterativo con las Ciencias Sociales y Políticas, están en condiciones de modelar los aspectos del futuro (escenarios) para que en combinación con el desarrollo tecnológico, puedan proveer las soluciones necesarias y adecuadas.

Nosotros creemos que ello es posible, aunque los efectos, a veces, no sean inmediatos y, además, que es necesario operar sin demora, aun cuando deban adoptarse decisiones basadas en conocimientos todavía perfectibles.

## 2. *Las tensiones en el medio ambiente*

2.1. Estas tensiones producidas por el aumento vertiginoso de la población y las desigualdades, son catalogadas de la siguiente manera en "One earth, one future", NAS, 1990.

— Aumento rápido en las necesidades de materias primas, recursos y energía.

— El calentamiento global.

— Efectos sobre el agua y la producción de alimentos ocasionados por el cambio climático.

— El aumento del nivel de los mares y las zonas costeras.

— La disminución de la capa de ozono y el aumento de la radiación ultravioleta UV B.

— La desaparición de bosques y especies.

— Acidificación de lagos, bosques y bienes culturales.

2.2. En particular, las áreas importantes para la habitabilidad que serán, potencialmente, más afectadas son:

1) Agricultura y ganadería. Con el aumento de temperatura las zonas terrestres productivas se desplazarán (con variaciones locales) hacia las áreas de altas latitudes. Ello requerirá innovaciones en la tecnología y operación agrícola y ganadera.

2) Los ecosistemas terrestres son afectados. Hacia el 2050 desaparecerán —si la deforestación, el sobrepastoreo, la monocultura, el mal uso del agua disponible y la urbanización

continúan— el 25 % de las 250.000 especies de plantas conocidas en el mundo.

3) En los bosques, se experimentará una pobre adaptación fisiológica del árbol y cambios en la relación anfitrión-parásito.

4) Existirán problemas con el recurso agua.

5) Aumenta la concentración de asentamientos humanos, con sus requerimientos de energía, transporte, industria, salud y contaminación de aire y agua.

6) Se producen variaciones en la circulación oceánica, inundación de áreas bajas y efectos sobre los ecosistemas marinos.

7) Hay variaciones en el manto estacional de nieve, hielo (glaciares) y permafrost (criósfera terrestre).

### 3. *El incremento asintótico de la población y las desigualdades*

#### 3.1. Hechos.

El factor fundamental que origina el cambio y las tensiones que se introducen en el sistema, es el crecimiento acelerado de la población y de sus requerimientos para satisfacer sus necesidades y aspiraciones. Todo análisis para definir si es posible alcanzar el “desarrollo sustentable” debe tener en cuenta este factor.

Por ello consideramos oportuno referirnos a algunos aspectos que se deducen, en parte, de los gráficos 1 y 2.

#### 3.2. Aumento de población.

— Los primeros homínidos aparecieron unos 4 millones de años antes del presente (Lago Baringo en Kenia).

— Hace unos 15 mil años, la población total del mundo alcanzaba a 4 millones de seres humanos.

— En el inicio de la era cristiana llegaba a 200 millones.

— Hacia la fecha del descubrimiento de América, posiblemente el total de habitantes del planeta era igual a 500 millones. Por lo tanto se tardó 1.500 años para duplicar la población. Se experimentaban las consecuencias de las guerras, la destrucción, el hambre, las plagas y las enfermedades.



— A partir de entonces (datos de N.U.) se observa:

1700	650 millones
1800	1.000 „
1900	1.550 „
1940	2.000 „
1960	3.000 „
1974	4.000 „
1987	5.000 „
1990	5.300 „

Se pronostican como valores mínimos probables:

1999	6.000 millones
2010	7.000 „
2020	8.000 „

### 3.3. Significado de la explosión demográfica.

El aumento significativo y acelerado que se describe, representa:

a) Un muy rápido incremento en los requerimientos de recursos naturales.

b) La agudización de las desigualdades entre los que tienen y los que no tienen (Have y Have not).

En cuanto a lo primero (según recopilación estadística de J. P. Bruce de la OMM):

— La producción industrial del mundo aumenta, cada año, en una cantidad igual a la producción total de Europa en la década de 1930-1939.

— En los últimos 100 años, se han despejado más terrenos para cultivo, que en toda la historia precedente de la humanidad.

— El uso mundial de agua se duplicó entre 1940 y 1980, y se espera que se multiplique nuevamente por dos hacia fines de siglo.

— El consumo de combustibles fósiles es, en la actualidad, 30 veces mayor que en 1990, habiéndose producido la mayor parte de este incremento desde 1950.

La agudización de desigualdades se produce por las diferencias en los ritmos de crecimiento de las poblaciones.

— El aumento mínimo de la población entre 1990 y 2025 se estima en 2.500 millones. De ellos: 200 millones en los países desarrollados y 2.300 millones en los países en desarrollo. Pero, además, la mayor concentración de aumento se producirá en los 15 países más pobres, de los cuales, 13 se encuentran en África.

— Si África mantiene el ritmo de su fertilidad actual, hacia el 2090, el número de habitantes alcanzará al 24 % de la población mundial pronosticada.

Por ello y ya hoy:

— Aunque la producción de cereales, según la FAO, aumentó en 500 millones de toneladas entre 1959 y 1989 (duplicándose), existen —también según la FAO— 780 millones de personas que en 1991 padecen hambre (nosotros creemos que, por lo menos, en algunas estaciones esta cifra llega a 1.200 millones). Para satisfacer las necesidades mínimas en los próximos 30 años, se deberá duplicar la producción actual. Esto no es posible con las tecnologías actuales sin dañar al planeta.

— El consumo de agua en algunos países alcanza a 2.300 ton./hab./año y en otros a sólo 200.

Por producción de energía existen países que emiten contaminantes a razón de 5 ton. de C por hab. y por año, mientras que la mayoría están por debajo de 0,5 ton./hab./año (p. ej. la India).

Se ha insistido en estas cifras —aunque parece demasiado— por cuanto consideramos que el mecanismo de concientización del Cambio Global no siempre ha sido acompañado por los conocimientos científicos y tecnológicos que subyacen tras esos hechos y sus posibles soluciones.

Debe destacarse que las Funciones Forzantes que originaron el cambio se agravarán según el Impacto Ambiental, que es función del:

— Número de habitantes por área.

— Consumo de esa población.

— Impacto ambiental de la producción necesaria.

#### 4. *El calentamiento global. La producción de energía, ciencia y tecnología*

##### 4.1. El incremento de dióxido de carbono y el calentamiento global.

Todo análisis sobre el desarrollo sustentable o sostenible abarca tantos aspectos, que no es posible enumerarlos en poco tiempo. Por ello, se ha elegido el tema de la producción de energía, por cuanto el consumo de energía es considerado un factor predominante para el desarrollo. Hasta hoy, se acepta que el valor del uso de la energía es indicador elocuente del estado de desarrollo.

Pero, la producción de energía con los métodos actuales —básicamente por combustión de fósiles— tiene un efecto muy desfavorable sobre el medio ambiente. Es la fuente más importante (70 %) en la inyección de gases de invernadero que producen el calentamiento global.

##### 4.2. El efecto de invernadero.

La tierra es habitable para la humanidad por la atmósfera que la rodea. Ésta, no sólo permite a los seres vivos respirar, sino que determina condiciones de temperatura aceptables para la vida. De lo contrario, nos encontraríamos con extremos, como en la Luna (110 C en la cara diurna y de noche hasta menos 153 C) que no permiten la existencia de una vida como la que conocemos. Esta favorable situación se debe a la existencia en la atmósfera de cantidades relativamente pequeñas —que no podemos medir en porcentajes, sino en partes por millón— de algunos gases, fundamentalmente: dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), ozono ( $\text{O}_3$ ) vapor de agua, metano ( $\text{CH}_4$ ) y, recientemente, el hombre ha añadido los halocarburos (CFC).

Todo cambio en el contenido de esos gases ocasiona cambios en las temperaturas medias de la Tierra, o sea, ésta puede calentarse o enfriarse, según sea el caso. Si bien las criaturas pueden habituarse a extremos locales (no es lo mismo vivir en Timbuctú que en la Tierra de Baffin), son extremadamente susceptibles a variaciones medias de cierta importancia. Y aunque desde su aparición la especie humana ha estado sometida a cambios climáticos considerables, el género humano ha alcanzado su nivel actual desde la última glaciación

(hace unos 18.000 años). Por ello vemos con preocupación el incremento de las concentraciones de la mayoría de estos gases y, en particular, del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). En este caso, son responsables principales: la producción de energía para uso primario y secundario y el transporte, por el consumo de hidrocarburos y carbón, y la deforestación.

Se ha comprobado fehacientemente que el CO<sub>2</sub> ha aumentado desde 1890 hasta 1930. En 1890, alcanzaba a 290 partes por millón (ppm), en 1990 a 350 ppm. Ello ha significado una variación en la temperatura media de la Tierra igual a 0,5-0,6 C.

Con los requerimientos debidos al aumento futuro de la población y, si se obtiene un bienestar más equilibrado, lo que sería posible si se distribuyeran mejor los recursos, se requerirían consumos de energía que pueden llevar a concentraciones de CO<sub>2</sub> del orden de 400 partes por millón hacia el 2030 y a 700 ppm o más, en 2060 (gráfico 3). Esto provocaría un aumento de temperatura durante el siglo XXI del orden de 3 grados centígrados. Pero, además, se alcanzarían concentraciones de CO<sub>2</sub> que no existieron en la Tierra desde hace casi 50 millones de años antes del presente.

Los objetivos de un desarrollo sostenible o sustentable, deben considerar:

— Las necesidades individuales con un concepto de equidad.

— El requerimiento total que se deduce (número de habitantes por necesidad individual).

— Reducir la agresión al ambiente hasta los valores actuales (por lo menos) tan pronto como sea posible.

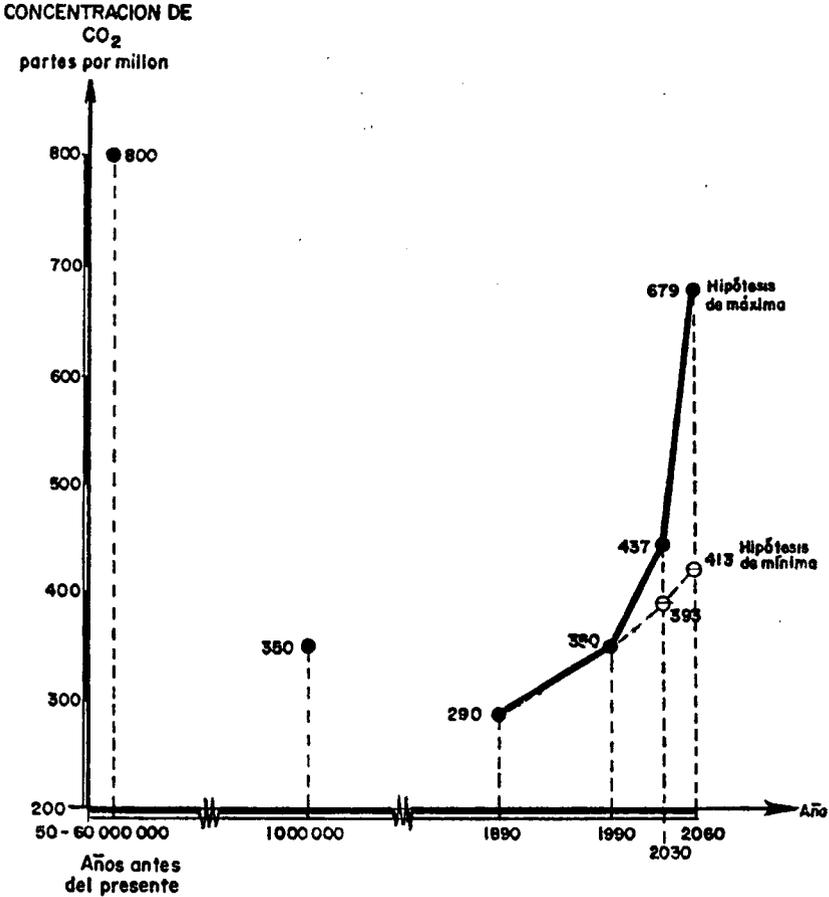
Es evidente, entonces, que con los procesos actuales y frente al panorama que hemos detallado más arriba, no se podría alcanzar un desarrollo sostenible. La única solución se encuentra en la educación sobre los modos de consumo y los nuevos caminos de remedio e innovación que pueden ofrecer la ciencia y la tecnología.

#### 4.3. Análisis de la situación futura. Acciones.

El posible futuro surge de los modelos que, a su vez, definen "escenarios", o sea las situaciones que, previsiblemente, pueden esperarse.

Gráfico 3

CRECIMIENTO DE LAS CONCENTRACIONES ESTIMADAS DE CO<sub>2</sub> EN EL SIGLO XXI



Para este análisis se ha seguido, en general, un escenario "optimista", publicado por Holdren J. P. en "Energy in transition" Sci Am Sep. 1990, pp. 109-115. Los conceptos básicos son:

1. Con respecto a las necesidades individuales, el cuadro actual refleja fuertes diferencias:

— Países desarrollados o mejor industrializados, 7,5 kw de potencia instalada por habitante.

— Países en desarrollo: 1,0 kw/hab. (kilovatios por habitante).

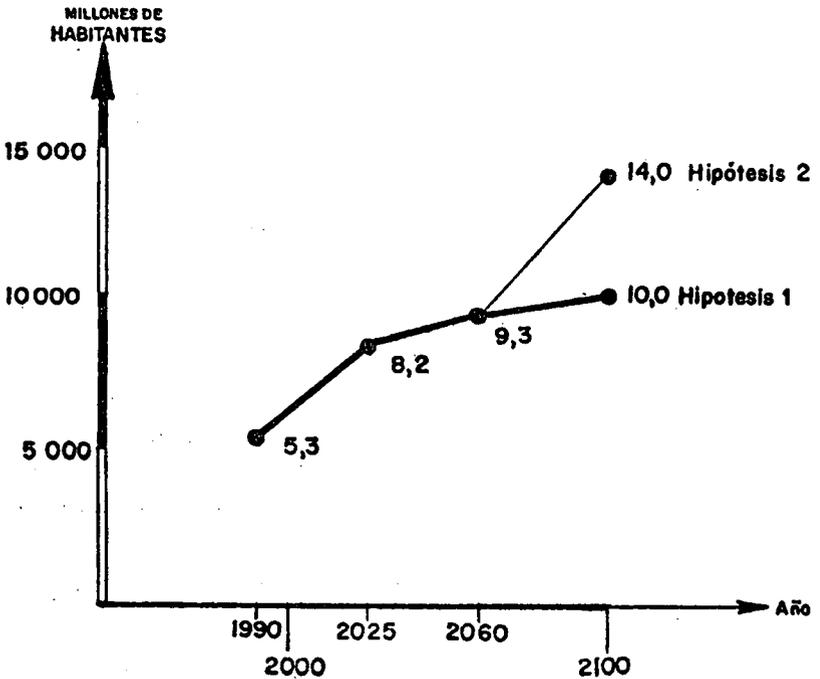
2. Se considera indispensable que la acción internacional reduzca estas diferencias: a) por medio del ahorro de consumo en los primeros y b) asegurando la satisfacción de las necesidades mínimas lógicas en los segundos. Esto no puede obtenerse a corto plazo. Pero se considera posible el siguiente esquema y cronograma de realizaciones.

1. Estimación de la población: (gráfico 4).

Año 1990	igual a	5.300	millones
„ 2025	„ „	8.200	„
„ 2060	„ „	9.300	„
„ 2100	„ „	10.000	„

Gráfico 4

POBLACIÓN ESTIMADA



2. Equilibrio en las necesidades de potencia instalada (consumo):

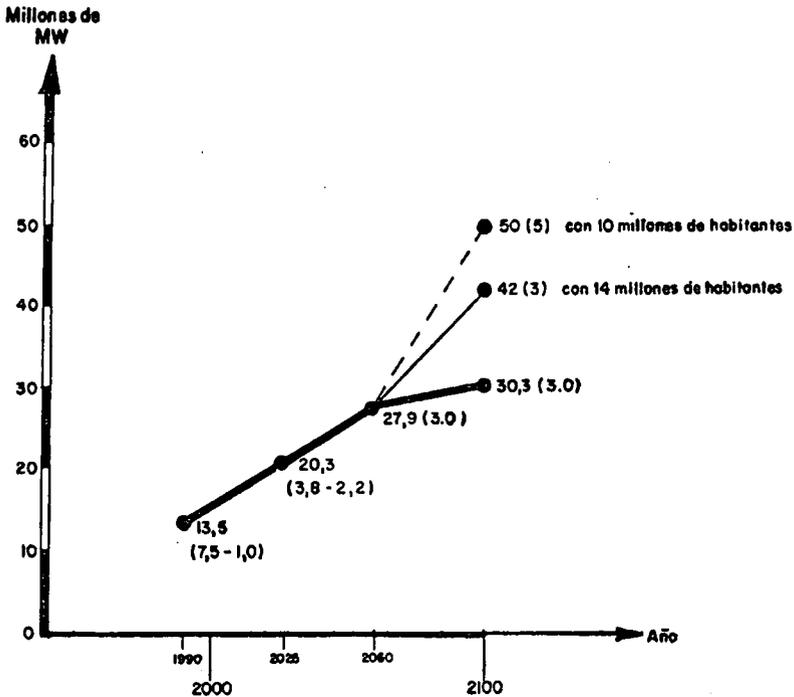
Año 2025, se llegaría a 3,8 y 2,2 kw para cada uno de los grupos, respectivamente.

Año 2060, se alcanzaría el equilibrio con un valor mundial de 3,0 kw por habitante.

Desde allí en adelante se mantiene.

3. Requerimientos. Se obtienen multiplicando el consumo unitario por el número de habitantes (gráfico 5).

Gráfico 5  
CONSUMO DE ENERGÍA



Los números entre paréntesis responden a consumos en países desarrollados y en desarrollo respectivamente..

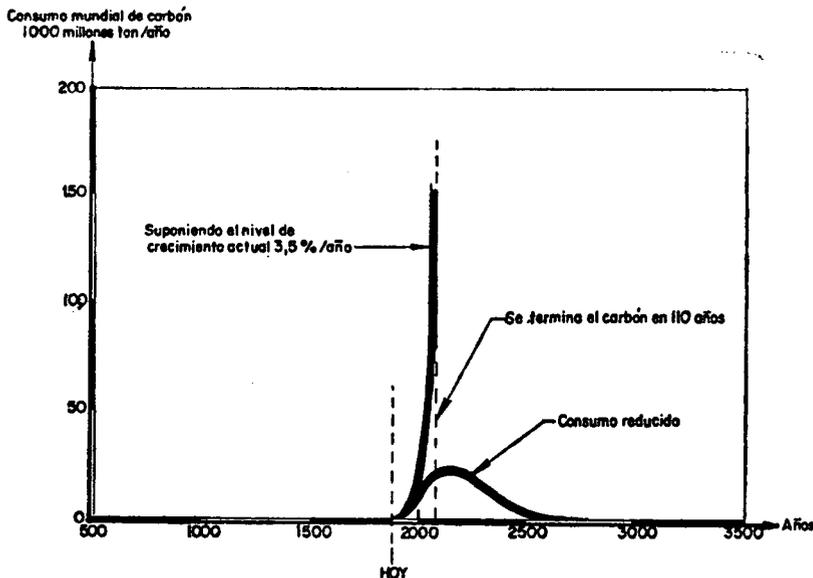
Año 1990:	13,5 millones de Mw (Megavatios)				
„ 2025:	20,3	„	„	„	„
„ 2060:	27,0	„	„	„	„
„ 2100:	30,0	„	„	„	„

Esto representa aumentos con referencia a la situación actual de 100 % para el año 2060 y 110 % para el 2100. La situación empeoraría: a) si el crecimiento de la población es mayor y en el 2100 alcanzara a 14.000 millones de habitantes, o si b) pretendiéramos alcanzar un estado de desarrollo igualitario superior (5 kw/hab), por cuanto los requerimientos crecerían hasta 42 y 50 millones de Mw respectivamente.

Nos encontraríamos por lo tanto ante una situación insostenible si se continúan utilizando los métodos de producción convencionales, por cuanto se alcanzarían concentraciones de CO<sub>2</sub> desconocidas en la historia reciente y (gráfico 6) se agotarían los recursos disponibles en el corto plazo.

Gráfico 6

RESERVAS MUNDIALES DE CARBÓN Y DURACIÓN  
SEGÚN TENDENCIAS DE CONSUMO



Solamente es posible controlar la situación aplicando las siguientes medidas:

1. *Educación*: de la conducción política y los habitantes de los países desarrollados, a fin de reducir el consumo a valores compatibles con un nivel de vida racional evitando el derroche.

2. *Por la acción científica y tecnológica*: a) aumentando el rendimiento de los sistemas convencionales, en el corto plazo, obteniendo mayor eficiencia en la producción de energía, transporte y uso y b) el desarrollo de las energías no convencionales o alternativas a fin de solucionar el problema global y las necesidades de los países en desarrollo y su población.

Los cuadros siguientes ilustran someramente las posibilidades de los métodos de producción convencionales y las tecnologías alternativas. En esta discusión, por razones de tiempo, no se ha considerado el transporte (gráficos 7 y 8).

#### 4.4. Etapas de realización.

Del análisis de los cuadros presentados se deduce que existirán tres etapas de realización:

— La primera, consiste en mejorar las eficiencias de los sistemas convencionales, reemplazar los combustibles más contaminantes y utilizar al máximo, en las condiciones de seguridad requeridas, la energía atómica de fisión.

— La segunda que se investiga y desarrolla al mismo tiempo, lleva a:

a) La concreción de soluciones para los países en desarrollo con diseños de centrales y unidades de pequeño tamaño (eólicas y solares terrestres) y el mejor aprovechamiento de la biomasa conservando los recursos forestales.

b) La investigación de las energías no convencionales, para soluciones de base.

La tercera, consiste en la introducción en gran escala de las energías no convencionales, lo que exigirá enormes inversiones para la investigación y el desarrollo.

**Gráfico 7**  
**FUENTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

<i>Carácter</i>	<i>Fuente</i>	<i>Posibilidades de Desarrollo</i>
<b>No renovables usadas</b>	<b>Térmica con petróleo</b>	Debe mejorarse la eficiencia media actual (30 %) hasta 50 %. Reservas reducidas. Contaminante.
	<b>Carbón</b>	Es el más contaminante, por cuanto agrega el SO <sub>2</sub> que contribuye a la lluvia ácida.
	<b>Gas</b>	Contaminante, pero en menor grado.
	<b>Fisión</b>	Debe utilizarse más (en Francia produce el 75 % de los requerimientos totales). — Es radiactivamente contaminante. — Residuos radiactivos de almacenamiento difícil. — Reservas de uranio reducidas. Es preciso incentivar el desarrollo de reactores regeneradores.
<b>Renovables</b>	<b>Hidroeléctrica Grandes diques</b>	Capacidad práctica restante reducida.
	<b>Mini y micro centrales</b>	Deben utilizarse más.
	<b>Biomasa Combustión</b>	Contribuye a la deforestación afectando el balance de CO <sub>2</sub> .
	<b>Digestores de residuos orgánicos</b>	Deben utilizarse cuanto sea posible.
<b>No renovables en empleo posible</b>	<b>Arenas asfálticas y materiales bituminosos</b>	Costo elevado de producción. Afecta el paisaje.
<b>Renovables en empleo reducido</b>	<b>Geotérmica</b>	Deben resolverse serios problemas técnicos y de eliminación de residuos.

Frente al esfuerzo que representaría esta etapa, corresponde señalar que las posibilidades estimadas teóricamente, para el largo plazo, alcanzarían a:

Reactores Regeneradores: 100 millones de Mw  
 Fusión Nuclear: 100 millones de Mw  
 Solar: más de 100 millones de Mw  
 Geotérmica: 5 millones de Mw

Por lo tanto, sólo el aprovechamiento parcial de estas esperanzas satisfaría ampliamente los escenarios que hemos previsto y permitiría alcanzar el desarrollo sustentable, llenando las necesidades de las generaciones presentes sin dañar los derechos de las futuras.

### Gráfico 8

#### FUENTES DE ENERGÍA ALTERNATIVAS

---

Nuclear	Reactores Reproductores	En desarrollo sólo en algunos países. Serias dificultades tecnológicas. Mejor uso del uranio. El mayor riesgo consiste en la producción de plutonio.
	Fusión	Existen aún serias dificultades para obtener la fusión controlada. No contaminante. Debe disponerse hacia 2030-2050.
Solar	En tierra	No contaminante. Empleo particularmente importante para países en desarrollo. Inversiones relativamente reducidas. Generación discontinua. Puede ser: térmica, fotovoltaica y termoeléctrica.
	Espacial	Sistemas satelitales. No contaminantes. Capacidades de generación muy grandes y continuas. Requiere grandes inversiones. Disponibilidad 2030-2050.
	Eólica	No contaminante. En desarrollo y uso parcial. Soluciona problemas en los países en desarrollo. Inversiones relativamente reducidas.
	En. olas	Factibilidad no determinada.
	Corr. oceánicas	Factibilidad no determinada.
	En. term. océanos	En proyecto. Factibilidad no determinada.
Acción Lunar	Mareomotriz	Costo elevado. Aplicable sólo en algunas regiones costeras con gran diferencia de niveles en las mareas. Generación discontinua.

---

## 5. Consideraciones finales

Clark y Holling (*Global Change*, Cambridge Un. Press, 1985) dicen: “nos movemos hacia un período de síndromes crónicos, globales y extremadamente complejos de interdependencia ecológica y económica. Estos síndromes emergentes amenazan impedir y aun invertir el progreso del desarrollo humano. Esto será tratable —si es posible— sólo con la inversión de recursos y permanencia de objetivos, lo que trasciende los ciclos normales y los límites de la investigación científica y la acción política”.

La importancia crítica de tal inversión y permanencia ha sido ampliamente reconocida, particularmente a través de la rápida evolución de la consideración de las formas conceptuales de aproximación al objetivo —que aun no es alcanzable— del desarrollo sostenible. Price (*Humankind and the Biosphere-Global Environmental Change*, 1990, p. 5), dice: “La obtención de este objetivo debe reconocer la inextricable interacción de la humanidad con los sistemas físicos, químicos y biológicos de la Tierra. Este reconocimiento indica una necesidad vital, la de la investigación interdisciplinaria, que involucra a los científicos de todas las disciplinas así como a los que formulan las políticas”.

Podría decirse mucho más sobre este tema, pero considero oportuno terminar, transcribiendo parte del Conference Statement (Declaración de la Conferencia) de la International Conference on an Agenda of Science for Environment and Development Into the 21st Century (ASCEND 21), 1991.

“ASCEND recomienda (la traducción del original inglés es del que esto escribe):

— Investigación intensificada sobre las fuerzas naturales y antropogénicas, incluyendo la capacidad de la Tierra y las formas para frenar el crecimiento de la población y reducir el sobre consumo.

— Reforzar el apoyo a la investigación internacional del medio ambiente Global y la observación del Sistema Tierra en su totalidad.

— Realizar estudios en la escala regional y local sobre: el ciclo hidrológico, los impactos del Cambio Global, las zonas costeras, la pérdida de biodiversidad, la vulnerabilidad de los frágiles ecosistemas, los impactos de los cambios en

el uso de la tierra, los residuos y las actitudes y comportamiento humanos.

— Investigaciones sobre la transición hacia un más eficiente abastecimiento de energía, uso de los materiales y de los recursos.

— Esfuerzos especiales en la educación y el desarrollo de instituciones científicas, como también (obtener) que un amplio segmento de la población se involucre en el tema ambiental y en la solución de los problemas.

— (Realizar) apreciaciones regulares de los más urgentes problemas del medio ambiente y el desarrollo y de las comunicaciones con los que formulan las políticas, los medios de comunicación y el público.

Establecer un Foro para unir los científicos con las agencias de desarrollo al mismo tiempo que (lograr) una participación más estrecha de las organizaciones encargadas de los problemas de ambiente y desarrollo.

— Realizar una amplia revisión de la ética ambiental.”

Con respecto al desarrollo sustentable, expresa:

“La ciencia juega una función esencial en la búsqueda de caminos para producir bienes y servicios sin degradación del medio ambiente natural a través de:

— Mejor comprensión del Sistema Tierra, de su capacidad de carga y del cambio ambiental.

— Apoyo científico para determinar las prioridades entre programas de desarrollo que compiten y la estimación de los intercambios económicos y ecológicos.

— Métodos mejorados para solucionar los desastres naturales o antropogénicos y sus efectos, tales como, inundaciones, sequía y la guerra.

— Análisis económicos que abarquen los factores ecológicos y analicen los costos y los beneficios ambientales en el largo plazo.

— Estudios de ingeniería para definir innovaciones tecnológicas que aumenten la eficiencia del uso de los recursos y limiten los residuos.

— La identificación de interacciones desarrollo-ambiente y los problemas emergentes en áreas específicas.”

White (*Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 73, N° 3, Mar 91, p. 379), dice: "Como comunidad científica tenemos la obligación de pronosticar cursos de acción inteligentes para proteger el medio ambiente planetario. Cuando nos reunamos de nuevo, posiblemente dentro de una década desde ahora, será satisfactorio si podemos mirar hacia atrás y decir: hicimos bien nuestro trabajo. Vimos el futuro y actuamos".