

El Cambio Climático y sus posibles efectos sobre Venezuela*

Arnoldo José Gabaldon
UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
arnoldojgabaldon@gmail.com

Resumen

Sobre la base de una amplia investigación que abarca varias fuentes, se enumeran los posibles efectos del cambio climático sobre los entornos físico, biótico, humano y económico de nuestro país, con énfasis en las repercusiones que sobre la economía podría generar la “transición energética” en marcha.

Palabras clave: cambio climático, efectos socioambientales, desarrollo sustentable, transición energética.

Climate Change and its possible effects over Venezuela

Abstract

On the basis of a survey of information from different sources, manifold possible effects of climate change on our country’s physical, biotic, human and economic environment are enumerated. Special attention is paid to the ongoing “energy transition” and its possible effects on future economic scenarios in Venezuela.

Key words: climate change, socio-environmental effects, sustainable development, energy transition.

1. Generalidades

El clima es el estado resultante de una gama compleja de factores que interactúan entre sí, de los cuales destacan la radiación solar, como el factor más importante; la circulación atmosférica, las corrientes oceánicas, la geometría de los movimientos orbitales del planeta, las masas de hielo polares, las superficies cubiertas de nieve, y las características fisiográficas de cada lugar, entre otros. A lo largo de la historia del planeta, el clima ha variado constantemente, debido a factores naturales.

Estos cambios ocurren a lo largo del tiempo de acuerdo a ciertos patrones más o menos predecibles, debido a sus mecanismos autoregulatorios, que en el pasado se creyó podrían obedecer a ciclos más o menos fijos. Dentro de una escala prolongada de tiempo y muy evidentemente dentro del último periodo geológico, el Cuaternario, han ocurrido los llamados periodos glaciales y los posteriores de derretimiento y retracción de las masas de hielo (interglaciales), pero puede decirse que las condiciones climáticas con sus variaciones naturales, han mostrado ser bastante estables.

Sin embargo, las actividades humanas y su intensificación, así como la adopción de un estilo de vida dependiente principalmente del uso de combustibles de origen fósil, sobretodo después de la Revolución Industrial, han generado factores capaces de alterar las variaciones naturales del clima en lapsos de tiempo mucho más cortos, en el orden de varias décadas. Este es el caso de los cambios en el uso de la tierra, la deforestación de enormes superficies, el surgimiento de nuevas áreas cultivadas o el desarrollo de industrias y sistemas de transporte, que emiten gases, entre éstos los llamados “gases de efecto invernadero” a una tasa tal que modifican la composición química de la atmósfera y, por lo tanto, son susceptibles de alterar los patrones climáticos naturales.

Una problemática de tanta trascendencia como esta, que nos afecta a todos, independientemente donde estemos ubicados en el globo terrestre, ha cautivado la atención de numerosos científicos, dando lugar a diversas teorías, hipótesis y caminos de acción que están siendo arduamente trabajados en los múltiples aspectos que están implícitos en ella. En forma genérica, a esta problemática se le ha designado como “cambio climático”, entendiéndose por este fenómeno a las modificaciones de los patrones climáticos naturales, inducidas por las actividades humanas o antropógenas. Constituyen aspectos específicos del cambio climático, el calentamiento global o su enfriamiento.

El clima del planeta es el resultado de la interacción de una variedad de factores, que en su integración constituyen un verdadero sistema. Este sistema, de acuerdo con la Convención Marco sobre Cambio Climático (Naciones Unidas, 1992), está conformado por la totalidad de los elementos de la atmósfera, hidrósfera, biósfera y geósfera, y sus interacciones.

La Tierra recibe energía radiante desde el sol y transfiere calor al espacio en forma de radiaciones terrestres. En este proceso juega un papel muy importante el efecto invernadero. Éste ocurre, porque en la atmósfera existen una serie de gases que permiten el paso de la radiación solar que calienta el planeta, pero absorben parte del calor que es devuelto al espacio a través de radiación infrarroja, con diferente (mayor) longitud de onda. Una porción del calor retenido es irradiada al espacio y la otra enviada nuevamente a la Tierra, calentando aun más su superficie. Debido al efecto invernadero, la temperatura promedio de la superficie de la tierra es más de 30°C superior a la que sería si dicho efecto no existiese (Royal Commission, 2000: 17).

Los gases que contribuyen en mayor grado al efecto invernadero, son: el vapor de agua (H₂O - gas), Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Aerosoles y otros gases que también contribuyen al efecto invernadero, pero en mucho menor grado que los anteriores por diferentes causas.

2. Los posibles efectos del cambio climático sobre Venezuela

Los modelos del sistema climático mundial existentes hasta el presente, aun cuando se han hecho cada vez más complejos y su capacidad predictiva se ha perfeccionado mucho, no ofrecen todavía respuestas suficientemente detalladas, a toda la gama de situaciones geográfica y ecológicamente específicas. De allí que el Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (GIECC), constituido por las Naciones Unidas en 1987, en sus evaluaciones periódicas sobre el conocimiento del proceso de cambio climático y sus efectos, se haya limitado en lo que a esto último se refiere, a presentar análisis globales y regionales y todavía no a la escala de los países.

En el caso de Venezuela, se ha preparado *La Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela*, elaborada por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y del

Fondo Mundial para el Medio Ambiente (República Bolivariana de Venezuela, 2005).

Para describir los posibles efectos del cambio climático sobre Venezuela, se aprovechó en forma complementaria información proveniente de tres tipos de fuentes.

- En primer lugar, se utilizaron los análisis divulgados sobre posibles efectos generales del fenómeno en el ámbito global o regional, en especial los generados por el GIECC. Estos efectos se trataron de extrapolar a nuestro territorio, tomando en cuenta las características particulares y su adaptabilidad a las condiciones de la climatología y ecología local, en su sentido más lato.
- Segundo, se tomó información precedente de la Primera Comunicación ya mencionada. Esta fuente constituye la investigación más amplia y detallada al respecto, realizada en Venezuela hasta la fecha.
- En tercer lugar, se hace referencia a algunos estudios puntuales realizados en nuestro medio o similares, de los posibles efectos del cambio climático sobre determinados aspectos, para complementar la información de carácter global, regional y nacional.

Es necesario señalar que esta relación acerca de los potenciales efectos del fenómeno sobre Venezuela, está focalizada exclusivamente en este último sentido, no abordándose, la serie de posibles medidas de adaptación o mitigación que deberán estudiarse e implementarse, en cada caso. Para exponer los citados efectos se clasificaron éstos según correspondan a los entornos: físico, biótico, humano y económico.

2.1. Posibles efectos sobre el entorno físico

A. Régimen hidroclimático

La evaluación más integral hecha a la fecha, sobre las probables modificaciones que ocurrirán en el régimen hidroclimático en Venezuela, por el cambio climático, se debe a María Teresa Martelo (2004). Esta investigadora seleccionó para sus estimaciones y análisis dos de los escenarios definidos por el GIECC, el SRES-A2 para condiciones pesimistas e intermedias y el SRES-B1 para las condiciones

más optimistas. Además, como resultado de un Taller de Expertos se escogieron dos modelos climáticos a utilizar, el UKTR, del *United Kingdom Meteorological Office* y el CCC-EQ, del *Canadian Center for Climate Change Modelling and Analysis*. Para la obtención de los resultados de la aplicación de ambos modelos se utilizaron tres horizontes temporales: años 2020, 2040 y 2060.

Los resultados más relevantes de ese estudio, recogidos en su mayor parte por la Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático de Venezuela, ya citada, son los siguientes:

- Ambos modelos coinciden en señalar un futuro con menor precipitación (más seco) desde junio hasta febrero durante parte de la estación lluviosa, en toda la franja central del país, desde los Andes hasta los Llanos Orientales y norte del estado Bolívar, así como en el extremo sur de Bolívar y extremo norte del estado Zulia.

El aumento o disminución de la precipitación, y por ende de la escorrentía generada, viene asociada a valores extremos (máximos o mínimos) mayores y más frecuentes, agravándose así los efectos del cambio climático sobre los patrones de lluvia y sus consecuencias socioambientales. La menor precipitación que ambos modelos predicen para el sur del estado Bolívar en varios trimestres, puede tener repercusiones sobre el caudal promedio anual del río Caroní y, por lo tanto, para la generación de electricidad en escala nacional, tan dependiente de esta fuente.

- A pesar de que los resultados generales indican un calentamiento y una tendencia hacia menores precipitaciones en el futuro, hay diferencias regionales importantes. El sur del país, según ambos modelos, parece ser el más afectado, mientras que en los Andes, y la región centro-norte, que son las principales zonas montañosas del país, es mayor la incertidumbre predictiva.
- Suponiendo que el incremento de gases de efecto invernadero continuará a lo largo del siglo XXI, los modelos utilizados señalan un aumento de la temperatura media del aire en la superficie terrestre, para mediados de siglo (2060) en el rango de 0,3 a 3,5 °C, dependiendo del lugar del país.
- Excepto en las estaciones climatológicas de mayor altitud, las temperaturas medias en el país son elevadas debido a su latitud

tropical. En la actualidad, menos del 25% de las estaciones reportan temperaturas medias tan altas como 28° C; según ambos modelos, para el 2060 más del 65% de las estaciones tendrían como valor promedio anual más de 28° C.

- En la actualidad el clima árido según la clasificación de Thornthwaite (1948), cubre aproximadamente un 2% de la superficie del país, el semiárido un 11% y el sub.-húmedo seco un 26%, por lo que cerca del 39% del territorio está bajo los climas que la Convención Internacional de Lucha Contra la Desertificación en los Países Afectados por Sequía Grave o Desertificación, en Particular en África (Naciones Unidas, 1994) considera críticos. Ambos modelos simulan que hacia el 2060 más del 47% del país estará bajo dichos climas. Se aprecia también un cambio de la zonificación súper húmeda a muy húmeda, en el sur del estado Bolívar.
- Los cambios en el número de meses húmedos inducidos por la variación de la precipitación y evapotranspiración y las elevaciones generales de las temperaturas medias, pueden significar alteraciones significativas en la distribución espacio-temporal en las áreas de mayor producción agrícola del país, con consecuencias para ésta por disminución de los rendimientos de algunos rubros, como es el caso específico del maíz, sobre el cual se han hecho diversos estudios en Venezuela y a escala internacional. Por su parte, el incremento de las temperaturas nocturnas conlleva una disminución de la acumulación neta de materia seca, es decir también, una disminución de los rendimientos. *La Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático*, presenta un análisis detallado del efecto del fenómeno, sobre los principales cultivos agrícolas fundamentalmente de secano, en diversas zonas del país.
- El régimen fluviométrico general del país se verá alterado, existiendo ríos que muestran una tendencia a disminuir sus caudales medios anuales y otros a aumentarlos. Tal situación puede afectar considerablemente la operación de múltiples sistemas de acueducto, que alimentan poblaciones del eje norte costero. Sin embargo, el detalle de estas predicciones, para ríos particulares, es todavía incierto.

B. Inundaciones y erosión en los paisajes de costa

Un ascenso en el nivel del mar del orden de 0,50 mts, según los escenarios del GIECC analizados, ocasionará una variedad de efectos sobre la línea de costa venezolana que tiene aproximadamente 4000 Km. Debe esperarse la inundación de aquellos terrenos bajos que existen en diferentes sectores de la costa. Por ejemplo, son especialmente vulnerables tramos de la orilla oriental del Lago de Maracaibo, que son topográficamente bajos y que además han sufrido subsidencia causada por las explotaciones petroleras, como los de la vecindad de Lagunillas.

También las costas de la Guajira venezolana están gravemente expuestas a este fenómeno y a la erosión costanera. Existen terrenos bajos en las costas de Falcón, Carabobo, Aragua, Vargas, Miranda, Anzoátegui y Sucre, susceptibles de ser inundados permanentemente.

Una situación especialmente grave se presentará en la mayor parte del estado Delta Amacuro, ya expuesta al anegamiento, que produce la elevación cíclica de las mareas. Este efecto puede agravarse aun más, cuando las ondas de mareas son reforzadas por tormentas. Hay que tomar en consideración que Tucupita, la capital del estado, está más o menos a un (1) metro sobre el nivel del mar.

En todas las áreas mencionadas sufrirán daños las infraestructuras o viviendas existentes.

En algunos tramos de la costa que son más vulnerables por su topografía y geomorfología, se producirá erosión y recesión de la línea de costa. También se prevé la pérdida de humedales y comunidades de mangle, que han demostrado ser sensibles al ascenso del nivel del mar. Desaparecerán ecosistemas de arrecifes de coral por la elevación de las temperaturas en la superficie del mar. Y se producirá intrusión de la cuña salina en acuíferos costaneros poco profundos, entre otros efectos.

Se han hecho varios estudios para evaluar este tipo de efectos en sectores parciales de la línea de costas. El primero de ellos fue realizado por Arismendi y Volonté (1992) y comprendió los siguientes cinco sectores de la costa: Costa oriental del Lago de Maracaibo; Costa oriental del estado Falcón; Cabo Codera-Parque Nacional Laguna de Tacarigua; Costa de Barcelona-Puerto La Cruz - Guanta, y Playa del Agua y Juangriego, en la isla de Margarita. Posteriormente, Olivo, *et al.* (2001), evaluaron las pérdidas potenciales de tierra en un escenario de 0,5 mts de incremento del nivel del mar, en dos sectores costeros venezolanos: Cabo Codera - Parque Nacional Laguna de Tacarigua con 78,50 Km. de costas marinas y 75,50 Km. de costas lacustrinas y un área estudiada

de 37.90 km². y el sector Barcelona-Puerto La Cruz-Guanta, con 50,65 Km. de costas marinas y un área estudiada de 3,53 km². Los principales resultados fueron:

- En el sector Cabo Codera - Parque Nacional Laguna de Tacarigua se estimó que una elevación del mar de esa magnitud, podría producir una pérdida de tierras por erosión de entre 5,22 y 8,38 Km². Además, debido a la vulnerabilidad topográfica del sector, la pérdida de tierras por inundación potencial podría ser de 15,43 Km². El retiro de la línea de costa se calculó en 30 mts.
- Para el sector: Barcelona-Puerto La Cruz - Guanta, se estimó que la superficie afectada por erosión debido a un potencial incremento del nivel del mar estaría comprendida entre 0,24 y 0,38 Km², mientras que el área potencialmente sujeta a inundación sería de 1,35 Km². La regresión de la línea de costa se calculó en 53m. El área en riesgo por inundación fluvial del río Neverí se estimó en 31Km².

La Fundación La Salle (2004) ha reportado un proceso activo de retiro de la línea de costa en varias playas de la isla de Margarita, debido a la elevación del nivel del mar y otras causas de carácter antropógeno.

Un sitio especialmente crítico, por las consecuencias geopolíticas del ascenso del nivel del mar, lo constituye la Isla de Aves (cercana a Puerto Rico). Dada la baja altitud de este territorio, ubicado a la mayor latitud norte, la regresión de su escasa línea de costa podría modificar la delimitación del mar territorial venezolano.

C. Regresión de glaciares

El calentamiento de las regiones de alta montaña ocasionará la regresión de glaciares y superficies de nieve en los Andes venezolanos. Carlos Schubert (1992), en su estudio de los glaciares de la Sierra Nevada de Mérida, señala su regresión acelerada a partir de 1972 y estima que desde mediados del siglo XIX dichos glaciares han disminuido en más del 95%. Este fenómeno afectará indudablemente los ecosistemas de páramo adyacentes.

D. Degradación de suelos agrícolas

Una proporción importante del territorio de Venezuela está sometido a factores antropógenos o naturales que ocasionan la

destrucción de suelos por erosión y como consecuencia, la pérdida de su fertilidad, conduciéndolos en último término a su degradación.

Este es el caso por ejemplo, de las zonas cultivadas en alta pendiente en las cordilleras de los Andes y de la Costa o las zonas áridas y semiáridas con escasa cobertura vegetal de los estados Falcón, Lara y Zulia. También se presentan extensas áreas de suelos degradados, en los llanos centrales y orientales.

Al incrementarse en el territorio las zonas climáticas áridas, semiáridas y semi húmedas, del 39% al 47% (República Bolivariana de Venezuela, 2005), se incrementará la vulnerabilidad de los suelos a la desertificación y por ende a su degradación.

E. Mayor riesgo de incendios forestales

La elevación de las temperaturas en gran parte de las sabanas de los llanos y bosques de galería, generará anualmente mayor cantidad de biomasa seca, susceptible de inflamarse espontáneamente o por causas asociadas a las acciones humanas.

F. Impacto sobre el Lago de Maracaibo.

No se ha efectuado todavía un estudio integral de los efectos que podrá tener el cambio climático sobre la cuenca del Lago de Maracaibo, ecosistema del occidente del país, que por su importancia continental merecería ser investigado detalladamente. Sin embargo, pueden anticiparse algunos problemas.

Una elevación del nivel del mar de la magnitud prevista dentro de los escenarios estudiados, podrá tener repercusiones importantes en el aumento de la salinidad de las aguas del Lago por mayor intrusión de aguas marinas a través del Canal de la Barra, hasta tanto se alcance un nuevo equilibrio. Este fenómeno puede verse agravado como resultado del cambio en los patrones de precipitación anual tendentes a una disminución, como predicen los modelos climáticos utilizados.

Al disminuir las cantidades de lluvia sobre la cuenca, otro tanto ocurrirá con las cantidades de escorrentía superficial de agua dulce que drenan al Lago. De esta manera se acentuará el proceso de salinización de sus aguas. Este solo efecto, dejando al margen múltiples otros que seguramente ocurrirán, podrá tener repercusiones en la fauna del cuerpo de agua, en la vegetación de sus riberas, especialmente en los bosques de manglar (Medina *et al.* 2001), en los suelos periféricos y en el anegamiento

de sus zonas costeras de baja altitud y humedales, especialmente en las zonas agrícolas del sur del Lago.

2.2. Posibles efectos sobre el entorno biótico

A. Deterioro de bosques y pastizales

Aunque los cambios de temperatura media que se prevén en los escenarios intermedios no son muy grandes (uno o dos grados), el problema es que ya de por sí la temperatura en muchos sitios con bosques y pastizales son muy elevadas, de manera que aun aumentos leves de este parámetro climático, pueden tener efectos severos sobre funciones biológicas y físicas de estos ecosistemas, afectando en general a la biodiversidad.

Se dispone de estudios que muestran la desaparición de sabanas naturales como resultado del estrés térmico (GIECC, Grupo de Trabajo II, 2001). A esto puede agregarse la variación de los patrones de precipitación y evapotranspiración, que como en el caso de los territorios ubicados al sur del estado Bolívar, donde todavía existen bosques primarios, se ha estimado que las lluvias pueden sufrir disminuciones de hasta un 20% (República Bolivariana de Venezuela, 2005b).

Se ha estimado que en Venezuela, cerca de 40 a 50 millones de hectáreas puedan cambiar de bosque húmedo a bosque seco o muy seco, cuando las concentraciones de CO₂ en la atmósfera se dupliquen por encima de los niveles actuales (Mata, 1996). En este contexto, está demostrado que los bosques más secos, al igual que las sabanas, son más proclives a los incendios de vegetación, lo cual puede ser un factor adicional en la destrucción de extensos hábitat.

Desde la perspectiva del cambio climático los bosques juegan un papel singular. Su permanencia es muy importante dentro del ciclo global del carbono, así como en el ciclo hidrológico; pero como se ha expuesto, el cambio climático en ciertas regiones puede deteriorarlos.

B. Ecosistemas marino costeros.

A lo largo de la extensa línea de costas venezolanas, existe una variedad de ecosistemas: lagunas costeras o litorales de importancia, como por ejemplo las de Tacarigua, Unare, Píritu y La Restinga; 53 humedales costeros que ocupan una superficie de 38.655 Km², y otros humedales como ciénagas, salinas y salinetas, deltas y bosques de manglares, con una superficie total estimada en aproximadamente

250.000 ha (MARN, 2000). Estos ecosistemas son clave para la biota marina y constituyen reservorios de un alto potencial de diversidad biológica y fuentes de recursos renovables. El cambio climático, a través de la elevación de las temperaturas de la superficie del mar y el ascenso de su nivel, tenderá a afectar estos ecosistemas de diferente forma, con consecuencia sobre su biodiversidad y en ciertos casos sobre el potencial pesquero del país.

Venezuela posee arrecifes de coral, que constituyen valiosos ecosistemas dentro del mar Caribe. Parte de estos son protegidos bajo la figura de parques nacionales: Archipiélago de Los Roques, Morrocoy, San Esteban, Mochima, y los refugios de fauna silvestre de Isla de Aves y Cuare. Con la elevación de las temperaturas del mar, se acelerará y aumentará el proceso de decoloración de los corales, que se da cuando la biota que habita el arrecife, expulsa sus algas simbióticas o cuando su pigmento disminuye considerablemente o una combinación de estos efectos. La decoloración es una reacción producida por varios factores entre los cuales uno importante es una leve elevación sostenida de la temperatura del agua durante un periodo de varias semanas (Gutiérrez, 2000). La decoloración de los corales constituye una manifestación de degradación y proximidad de su muerte.

C. Ecosistemas de páramos

Los páramos venezolanos se encuentran en los estados Táchira, Mérida y Trujillo. El límite altitudinal inferior de los páramos, es variable y depende de condiciones ambientales locales, situándose por estos motivos entre los 3000 y 3500 msnm. Antes se hizo referencia al problema de la recesión de los glaciares que se aprecia en la Sierra Nevada de Mérida. Este fenómeno atribuido al calentamiento global, está teniendo consecuencias sobre ecosistemas tan particulares y sensibles, como los de páramo en cuanto a modificaciones en la vegetación y disminución de la biodiversidad original, en general. Es posible que especies que antes se daban en altitudes menores debido a la elevación de las temperaturas, vayan migrando hacia las alturas de los páramos.

2.3. Posibles efectos sobre el entorno humano

A. Posibles efectos sobre la salud de la población.

El cambio climático, a través de los diversos procesos que desencadena, podrá impactar la salud de la población de muy diferentes

maneras. Bien sea como resultado de los riesgos directos a que está sometida la población por eventos meteorológicos extremos, tales como inundaciones, deslaves o estrés térmico, entre otros, o como resultado del deterioro de las condiciones socio-económicas de poblaciones vulnerables.

Aun cuando no se tiene un conocimiento preciso sobre la influencia del cambio climático sobre la eco-epidemiología de las enfermedades susceptibles de ser influenciadas por el fenómeno, con base en el conocimiento de la ecología de diferentes vectores portadores de infecciones en la región, es posible anticipar algunos de sus posibles efectos sobre la salud de la población.

Bouma (1997), estudió específicamente los efectos de El Niño sobre la malaria en Venezuela.

El riesgo de que se intensifiquen algunas enfermedades transmisibles por vectores está relacionado con la endemidad de la enfermedad en cada lugar, por lo tanto existe poco riesgo de que ellas se produzcan, cuando no está presente el organismo causal previamente (OPS, 1998).

Las principales enfermedades transmitidas por vectores, cuya intensidad puede agravarse como resultado del cambio climático en Venezuela, son la malaria, en primer término, el dengue, la leishmaniasis, fiebre amarilla, mal de chagas, encefalitis equina y la esquistosomiasis.

Está demostrado como la transmisión de la malaria por sus vectores, se intensifica con el aumento de la temperatura media, precipitación y humedad (Poveda *et al*, 2001). Por lo tanto debe esperarse un agravamiento de esta enfermedad en aquellas zonas del país donde todavía no ha sido erradicada, si no se toman las medidas preventivas apropiadas.

El dengue es otra enfermedad presente en Venezuela cuya intensificación puede esperarse. Se ha reportado la presencia del *Aedes aegypti*, su principal vector transmisor, en altitudes superiores a donde solía existir, como resultado de la elevación de las temperaturas medias ocasionadas por el cambio climático (OPS, 1998).

Cabaniel *et al*. (2005) estudiaron el impacto de EL Niño sobre la leishmaniasis cutánea en el estado Sucre, durante el periodo 1994 - 2003 y llegaron a la conclusión que existe una correlación positiva entre la ocurrencia del fenómeno climático y el aumento de la precipitación y el incremento de casos de la enfermedad.

B. Efectos sobre el hábitat humano

Un primer efecto derivado del calentamiento climático, está relacionado con lo que se ha denominado el “confort térmico”. Dada las elevadas temperaturas que tienden a prevalecer en muchas zonas del país, una elevación de éstas, aunque sea muy moderada, producirá un deterioro de condiciones de confort y por ende de vida para muchas personas. Para los trabajadores al aire libre, el estrés térmico constituye un riesgo adicional severo para su salud.

La inundación de terrenos costaneros bajos, densamente poblados y con posibilidad de continuar ampliándose, como son por ejemplo sectores de la costa oriental del Lago de Maracaibo, áreas perimetrales de: Chichiriviche –Tucacas, Puerto Cabello, Higuerote –Río Chico, Barcelona –Puerto La Cruz y Cumaná, entre otros, dañará permanentemente el hábitat y la infraestructura de servicios, de un numeroso contingente poblacional, que tendrá que ser relocalizado.

Los desastres naturales motivados por inundaciones fluviales, deslaves y derrumbes y movimientos de masa de formaciones geológicas inestables, como resultado de eventos meteorológicos extremos provocados por el cambio climático, pueden ocasionar cuantiosos daños al hábitat de una población numerosa y causar lamentables pérdidas de vidas humanas.

Las modificaciones del ciclo hidrológico en cuencas alimentadoras de importantes sistemas de acueductos del país introducirán mayores incertidumbres en su operación y seguramente demandarán la ampliación de la capacidad de las obras de captación, antes de cumplirse sus periodos originales de diseño.

2.4. Posibles efectos sobre el entorno económico

La mayor parte de la amplia gama de efectos antes citados, tendrá consecuencias económicas, por pérdida de instalaciones, viviendas e infraestructuras o por interrupción o deterioro de servicios públicos y actividades productivas, que como la agricultura, pueden sufrir alteraciones que hagan indispensable acometer gastos considerables para adaptarse a los nuevos patrones climáticos. A la fecha no se han realizado evaluaciones económicas de estos posibles efectos.

Debe destacarse con especial énfasis que por lo general, efectos como los antes citados, tienden a incidir más intensamente sobre la población humilde, que dispone de menores recursos para protegerse y

adaptarse a nuevas condiciones. En circunstancia en que una proporción importante de las familias venezolanas se consideran pobres, el cambio climático puede jugar un papel preocupante en el agravamiento de las condiciones socioeconómicas de estos sectores de la población.

En el caso de Venezuela adicionalmente, existe un aspecto que es especialmente delicado, ya que afecta a nuestra principal actividad económica. Se trata de la incidencia de las políticas y regulaciones ambientales a escala internacional, que se apliquen para disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Hay que tener claridad, que lo que está implícito directamente es una reducción importante en el consumo de combustibles fósiles en el mundo. Cómo se llegará a eso está todavía en discusión; puede ser a través de controles directos al nivel de las fuentes generadoras de los gases de efecto invernadero, el llamado impuesto al carbono que encarecerá el costo de la energía de origen fósil o subsidios para favorecer determinadas fuentes energéticas o formulando políticas de sustitución tecnológica o cualquier otro instrumento. Estas medidas tendrán por lo tanto, consecuencias sobre el mercado mundial de hidrocarburos y muy especialmente del petróleo.

De ello puede inferirse además, que por una serie de causas, se ha iniciado un proceso de transición, desde el sistema mundial de suministro energético prevaleciente, alimentado principalmente de hidrocarburos y carbón, que son recursos no renovables, hacia otros más eficientes, de baja intensidad de carbono, con menores impactos ecológicos y dependiente en la medida de lo posible de la utilización de recursos renovables. Entre los posibles efectos del cambio climático sobre Venezuela, el proceso de transición energética merece entonces ser visto con especial atención.

3. La Transición Energética y sus Posibles Consecuencias sobre Venezuela

La transición energética está actualmente en pleno desarrollo. Se ha iniciado un proceso, especialmente en los países industrializados, que tendrá repercusiones serias en el país, siendo imprescindible encarar dicha situación, con una visión estratégica, para adaptarse a los nuevos escenarios que irremediamente sobrevendrán.

Al respecto no parecen existir dudas, aun dentro de los países que tienen sus economías más comprometidas con el sistema energético prevaleciente. La Agencia Internacional de Energía ha expuesto que:

“El mundo se encuentra en las fases tempranas de una transición energética inevitable hacia un sistema de energía que será mayormente dependiente de recursos renovables”. (Sawin, 2003: 105)

Los principales factores que están determinando la transición energética son:

- El crecimiento de la economía mundial frente a una base de recursos energéticos finitos, lo cual ha traído como consecuencia un incremento significativo de la producción y consumo de energía fósil, acelerándose el agotamiento de estos recursos.
- Las políticas y regulaciones ambientales como resultado de un mayor conocimiento científico y conciencia ecológica; y
- El desarrollo tecnológico que se avizora.

Para una economía tan dependiente de la explotación de hidrocarburos, como la venezolana, cualquier alteración del mercado petrolero internacional puede tener repercusiones socioeconómicas importantes.

Dada la inmensa dotación de recursos de esta naturaleza que tiene el país, puesto que la declinación de los yacimientos petroleros convencionales puede ser subsanada con la Faja del Orinoco, además de contarse con importantes reservas de gas, no parece que la transición energética pueda afectar a Venezuela vía el agotamiento de los recursos de hidrocarburos fósiles, al menos en el mediano plazo. Más bien parece probable que los escenarios económicos que haya que considerar durante las próximas décadas, estén determinados por la variación de los precios del petróleo en términos reales.

En este sentido y tratando de simplificar lo más posible el análisis, pueden plantearse dos familias de escenarios probables. Una en que los precios del petróleo continúen ascendiendo, o se mantengan en los altos niveles actuales, mientras ocurre la transición energética y otra, en que los precios se fuesen debilitando en la medida que disminuye la demanda de petróleo.

Estas dos familias de escenarios tienen en común, que en cualquiera de ellas puede acelerarse la transición energética, lo que a la larga incidirá sobre la demanda de petróleo. De ocurrir la primera de ellas, bosquejada aquí someramente, cabría prever que no se produciría,

al menos en el mediano plazo, una disminución en los ingresos externos que afectasen la situación socioeconómica nacional. Sin embargo, no debe descartarse que un aumento exagerado de los precios del petróleo en el corto y mediano plazo, puede desencadenar una crisis económica mundial, de la cual difícilmente quedaríamos indemne.

Por el contrario, de darse la segunda familia de escenarios o alguna de sus variantes, como pudiera ser el que continuase disminuyendo la producción petrolera nacional, por una inversión insuficiente o por incapacidad gerencial y técnica de los operadores de la industria, las consecuencias económico sociales para Venezuela de la transición energética podrían ser mucho más serias. De suceder esto, no sería insólito que una buena parte de las reservas petroleras, se quedasen enterradas para siempre, lo cual a la postre podría ser beneficioso para el sistema climático mundial, pero perjudicial para nuestra economía.

4. Reflexiones Finales

La sociedad mundial se encuentra ante una contingencia muy seria: el proceso de cambio climático y sus posibles efectos. Al igual de lo que ocurre con otros aspectos de la evolución del planeta, no luce viable poder mantener un ritmo indefinido de crecimiento económico y demográfico, como el que estamos experimentando, sin romper equilibrios ecológicos indispensables para la conservación de la vida humana y de las demás especies. En ello estriba la apremiante necesidad que tienen los países de adoptar un curso de desarrollo sustentable. En este contexto, Venezuela está llamada a formular las políticas públicas y estrategias que corresponden. Un capítulo muy importante de éstas tendrá que ver con la cuestión del cambio climático.

En primer lugar, en lo que corresponde al enfoque y medidas para honrar los compromisos que se desprendan de los acuerdos internacionales suscritos, con relación a la estabilización de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

El Protocolo de Kyoto no nos compromete entre los llamados a reducir dichas emisiones. Por cuestiones de equidad, basadas en la mayor responsabilidad que han tenido los países altamente industrializados en la generación del fenómeno históricamente, nosotros estamos exceptuados por ahora de cumplir esas previsiones. Pero más temprano que tarde, ante los efectos tangibles y evidentes del fenómeno, estaremos emplazados a contraer compromisos de esa naturaleza, en virtud de los protocolos post Kyoto, que seguramente serán aprobados próximamente.

Como se dijo anteriormente, Venezuela tiene una responsabilidad en este sentido, que traspasa las derivadas de sus propias emisiones, muy modestas por cierto conforme al inventario nacional de 1999, pero que seguramente han aumentado a la fecha actual, debido al reciente crecimiento registrado en el parque automotor, y que previsiblemente seguirán creciendo, en caso de materializarse el Plan Siembra Petrolera, que considera un incremento de la producción petrolera de hasta 5,8 millones de barriles por día para el 2012. En efecto, su rol de gran productor petrolero la colocan en una categoría diferente a otros países en desarrollo que no disponen de estas riquezas. Y este constituye otro tema también a considerar.

En segundo término, en lo que concierne a la preparación del país para encarar los efectos del cambio climático de manera que su población, ante todo, sus actividades socioeconómicas y los ecosistemas que conforman el paisaje nacional, queden a salvo o sufran lo menos posible. Por lo que hemos visto, son previsiblemente serios, los posibles efectos del cambio climático sobre Venezuela.

En este contexto, resulta supremamente importante por sus consecuencias de diferente naturaleza, el cómo encarar la cuestión de la transición energética. ¿Cómo manejarse ante factores de riesgo económico tan serios, sin afectar intereses vitales de la República? Todo esto va a demandar gran ingeniosidad y capacidad del liderazgo, para construir un verdadero consenso social sobre el curso más ventajoso a seguir.

La política energética tendrá que ir mucho más allá que abogar constantemente ante la OPEP, por que se mantengan los precios del petróleo o se establezcan cuotas de producción. O determinar cuántos impuestos se cobrarán a las empresas que extraen el petróleo, para mantener la internacionalización.

Todos estos son aspectos, por supuesto, muy importantes, pero quedan otros que también lo son desde el punto de vista del cambio climático y la transición energética. ¿De qué manera incrementar la eficiencia energética, para que disminuya el consumo nacional de hidrocarburos? ¿Qué hacer para desarrollar los recursos gasíferos, mucho menos agresivos al sistema climático, de manera que estos jueguen un rol más importante en nuestra oferta energética? ¿Cómo mantener la capacidad de inversión necesaria, para continuar desarrollando nuestros recursos hidroeléctricos que requieren de ingentes capitales? ¿Qué otros

recursos renovables podemos poner en valor para generar energía? ¿Cuáles serán los argumentos en que se va a sustentar la posición del país ante la negociación de nuevos protocolos internacionales en materia de cambio climático? Y ¿cómo estimular el crecimiento de las capacidades nacionales para enfrentar estos asuntos? La agenda de aspectos a considerar para formular una estrategia de desarrollo sustentable en el área energética, es pues, amplia e interesante.

De ese tamaño son los retos para las nuevas generaciones de venezolanos. Especialmente para los jóvenes universitarios que están protestando por la pérdida de libertades. Aquí todavía hay mucho que hacer y para ello es apremiante tener un liderazgo más lúcido, formarse cada día mejor, unir voluntades y tener conciencia de que el desarrollo sustentable demanda sentido de previsión, sensibilidad social y principios éticos que induzcan a tratar mejor a la gente y al resto de las especies.

Notas

* Este artículo solicitado por la revista *Humania del Sur*, de la Universidad de Los Andes, constituye una versión resumida y parcial del trabajo más extenso que presenté en julio del 2007, a la consideración de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, como requisito para mi incorporación como Individuo de Número. En él recojo a la luz de diferentes estudios realizados, las posibles consecuencias para Venezuela, del proceso de cambio climático que está ocurriendo en el planeta.

Referencias

- Arismendi, J y C. Volonté (1992). *The Impact of sea level rise on the coastline of Venezuela*. Proceeding of the International Workshop held on Margarita Island, Venezuela. IPCC.
- Bouma, D.C. (1997). Cycles of malaria associated with El Niño in Venezuela. *Journal of the American Medical Association*, 1997. 278. p. 1772-1774.
- Cabaniel, G., L. Rada, J. J. Blanco y A. Rodríguez-Morales. (2005). *Impacto de los Eventos de El Niño Southern Oscillation (ENSO) sobre la Leishmaniosis Cutánea en Sucre, Venezuela, a través del uso de información satelital, 1994-2003*. Rev. Peru Med. Exp. Salud Pública 22(1) 2005.

- Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático (2001). *Cambio Climático 2001: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Resumen del Grupo de Trabajo II*. p.34.
- Gutiérrez, E. R. (2000). *Implicaciones del Cambio Climático para Puerto Rico*. Universidad de Puerto Rico.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (2000). *Primer Informe de Venezuela sobre Diversidad Biológica*. Caracas. Owelinh, C. A. p.78.
- Martelo. M.T. (2004). *Consecuencias Ambientales Generales del Cambio Climático sobre Venezuela*. Caracas.
- Mata, L. J. (1996). *A study of climate change impacts on the forest of Venezuela*. En *Adapting to Climate Change: Assessment and Issues*, ed Smith, J., N. Bhatti, G. Menzhulin, R. Benioff, M. Budyko, M. Campos, B. Jallow y F. Rijsberman. Springer-Verlag.
- Medina, E.; H. Fonseca; F. Barboza, and H. Francisco. (2001). *Natural and Man-induced changes in a tidal channel mangrove system, under tropical semiarid climate at the entrance of the Maracaibo Lake (Western Venezuela)*. *Wetland Ecology and Management* pp.233-243.
- Naciones Unidas (1992). *Convenio Marco sobre Cambio Climático*. En *Acuerdos Multilaterales de Venezuela en Materia Ambiental*. Ministerio de Relaciones Exteriores. Caracas, 2000.
- Naciones Unidas (1994). *Convención Internacional de Lucha Contra La Desertificación en los países Afectados por la Sequía Grave o Desertificación, en Particular en África*. En *Acuerdos Multilaterales de Venezuela en Materia Ambiental*. Ministerio de Relaciones Exteriores. Caracas, 2000.
- Organización Panamericana de la Salud (1998). *Cambio Climático y Enfermedades Infecciosas: Consecuencias del Fenómeno El Niño*. SPP30/5 (Esp).
- Olivo, M.L., Letthermy, E., Platt, C. Y M. Sosa (2001). *Pérdida de tierras en las costas venezolanas debido al incremento del nivel del mar*. *Interciencia*, Oct 2001. Vol 26 N° 10.
- Poveda G., J. W. Rojas, M.L. Quiñónez, D. I. Velez, R.I. Mantilla, D. Ruiz, J.S. Zuluaga and G.L. Rua. (2001) *Coupling between annual and ENSO themes scales in the malaria climate association in Colombia*. *Environ Health Prospect* 109(5) pp.489-493.
- República Bolivariana de Venezuela. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Fondo Mundial para el Medio Ambiente, (2005). *Primera Comunicación Nacional en Cambio Climático de Venezuela*. Caracas. Cooperativa Prographic.
- Royal Commission on Environmental Pollution (2000). *Twenty Second Report. Energy. The Changing Climate*. London. The Stationary Office Ltd., p. 17.

- Sawin, J.(2003). Charting a New Energy Future, en *State of the World 2003*.
The Worldwatch Institute. Nueva York-Londres W.W. Norton &
Company p.105.
- Shubert C. (1992) *Glaciers of Venezuela*. U.S.Department of the Interior. United
States Geological Survey. Washington.
- Thorntwaite, C.W. (1948). An Approach towards a rational classification of
climate. *Geographical Review*, 38: 55-94.