

## **CAPITULO VI**

**Se señala las principales recomendaciones para reducir los impactos de algunos Fenómenos Atmosféricos descritos.**



# RECOMENDACIONES GENERALES PARA REDUCIR LOS IMPACTOS DE LOS FENOMENOS ATMOSFERICOS

## Durante una tormenta eléctrica:

- Observar las reglas de seguridad que el Instituto Meteorológico Nacional ha preparado para estos casos.
- Mantenerse distante de árboles aislados.
- Mantenerse alejado de tuberías de metal. No permanecer sobre objetos metálicos como rejas, silos y otros.
- No usar objetos metálicos como bicicletas.
- Durante una tormenta no utilice artefactos eléctricos; use el teléfono sólo en una emergencia.
- Evite permanecer en lo alto de las colinas; busque refugio en lugares bajos, pero no en quebradas o ríos.
- Cuando se aproxima una tormenta, salga inmediatamente del agua.
- Procure quedarse en su casa, lejos de puertas y ventanas.
- En lugares abiertos no use paraguas.
- Los vehículos constituyen un buen refugio; se debe quedar dentro del automóvil.
- Los edificios grandes, como escuelas y otros similares, son seguros.

## Inundación

### Antes

- Si debe abandonar su hogar y el tiempo lo permite, traslade los elementos esenciales a un lugar seguro.
- Corte la energía eléctrica.
- Tenga a mano materiales adecuados para contener el agua.
- Mantenga siempre, en buenas condiciones, un botiquín con elementos de primeros auxilios, un radio portátil y un foco o linterna.
- Almacene alimentos que requieran poco cocimiento y ninguna refrigeración, así como suficiente agua potable para beber.

### Durante

- Aléjese de las áreas bajas propensas a inundarse.
- No intente cruzar a pie una corriente de agua que sobrepase sus rodillas.
- No trate de conducir un automóvil en un camino inundado porque puede quedarse atascado.

### Después

- Informe a las autoridades competentes acerca de las rupturas de líneas telefónicas, telegráficas o eléctricas.
- No coma alimentos que hallan estado en contacto con aguas contaminadas.
- No manipule equipos o artefactos eléctricos mojados. Debe secarlos bien antes de conectarlos nuevamente.
- No beba agua de pozos o estanques, puede estar contaminada. Debe analizarse primero.

# Aluvión o Cabeza de Agua

- Manténgase alerta y prepare un plan. Desplácese rápidamente a un terreno más elevado.
- Una alerta por aluvión o cabeza de agua significa que pueden ocurrir inundaciones.
- Vigile la tormenta. Observe cuidadosamente los ríos y arroyos: si crecen, trasládese de inmediato a un territorio elevado.
- En las ciudades, manténgase alejado de las áreas de tormentas y desagües. En los suburbios o en el campo, no juegue en acequias y canales de riego. Los cursos de agua bajos, pueden hacerse profundos y peligrosos en pocos minutos.
- Para quienes se alojan en carpas o ranchos, cada vez que llueva o se observen tormentas en las proximidades de sierras y montañas, permanezca alerta. Si sabe o sospecha que se aproxima una creciente, actúe rápidamente. Trasládese a terrenos más elevados.
- Efectúe un reconocimiento del lugar y averigüe dónde se encuentran los terrenos altos y cómo se puede llegar hasta ellos. Permanezca siempre alerta para alejarse si la situación lo amerita: los segundos cuentan.
- RECUERDE: los aluviones pueden ocurrir en cualquier instante. Escuche la radio y mire la televisión para estar enterado de las noticias sobre posibles aluviones.
- RECUERDE: una señal de alarma de aluvión significa que debe actuar con rapidez. No espere a que éste llegue hasta usted. Cuando las autoridades le indiquen que abandone un lugar, no espere: siga su consejo.
- Si va en automóvil permanezca alerta por posibles inundaciones en puentes y zanjas. Nunca cruce un puente cuando el agua pasa sobre él, un rápido golpe puede arrastrar el auto y a usted.
- En la noche no pueden verse los peligros de un inundación. Sea prudente cuando conduzca un automóvil en caminos inundados. Si el auto se detiene, abandónelo y busque terrenos más altos.
- Después que pase una inundación sea prudente y espere. Siga escuchando radio y mire la televisión.

# Tornado

- Busque refugio en casas o edificios de construcción sólida. Permanezca alejado de las ventanas.
- Mantenga abiertas algunas ventanas de la casa, preferiblemente al lado opuesto de donde sopla el viento, pero aléjese de ellas.
- No permanezca dentro de ranchos o casas muy vulnerables a los efectos destructivos de este fenómeno.
- En las escuelas, edificios públicos, fábricas y talleres, protéjase en una habitación o corredor interior del piso más bajo.
- Evite refugiarse en gimnasios cerrados, auditorios, salas de espectáculos o estructuras con techos amplios.
- Aléjese de graneros, barracas o estructuras construidas con madera o zinc; los trozos de estos materiales, al ser arrancados por el viento, son muy peligrosos.
- En campo abierto lo conveniente es arrojarse a lo largo de una zanja u hondonada hasta que pase el peligro.
- No permanezca dentro de su automóvil, hay que abandonarlo y buscar protección arrojándose al suelo, al costado del camino.
- En lo posible, aléjese de la zona por donde pueda pasar el fenómeno.
- Evite permanecer en habitaciones enfrentadas a la dirección de donde sopla el viento, que tengan amplios ventanales o vidrieras. Los trozos de vidrio arrojados por el viento actúan como afilados proyectiles.

# Huracán

## Acciones que se deben seguir ANTES de la llegada de un huracán:

- Inspeccione su casa o negocio y haga las reparaciones necesarias.
- Asegúrese que su techo de zinc o madera esté bien fijo.
- Tenga suficientes herramientas y suministros adecuados para asegurar las puertas y ventanas de su casa.
- Corte las ramas secas de los árboles en los alrededores; si se encuentran cerca de las líneas eléctricas, mejor notifique a la autoridad del servicio eléctrico, para que personal capacitado realice el corte.
- Haga un plan de acción y decida dónde se protegerá del huracán en caso de que llegue.
- Desarrolle las medidas necesarias para la protección de animales domésticos, equipo pesado, maquinarias y otros.
- Proteja su casa con un seguro de inundaciones o actualícelo.
- Haga una lista de sus pertenencias incluyendo muebles, enseres y objetos de valor.
- Mantenga toda su documentación personal y listados de sus pertenencias en un lugar seguro.
- Revise periódicamente que su botiquín tenga lo necesario para ofrecer primeros auxilios y que los medicamentos estén al día.
- Guarde alimentos enlatados y aquellos otros que no requieran refrigeración ni cocimiento.
- Tenga a mano un radio de transistores con baterías nuevas y adicionales.
- Adquiera envases para almacenar agua potable y téngalos llenos; cambie el contenido con frecuencia.
- Conozca la ubicación del panel de electricidad y de la llave de paso del agua.
- Aliste linternas, velas, fósforos y lámparas de gas, si fuera posible.

## Acciones a seguir DURANTE un huracán

- Mantenga su radio en sintonía para obtener información del Instituto Meteorológico Nacional o de la Comisión Nacional de Emergencia.
- Use el teléfono sólo para llamadas de emergencia, si éste no ha sido cortado.
- No salga a la intemperie durante el huracán.
- Dentro de su casa, manténgase en el lado opuesto a la dirección donde sopla el viento. Según varíe éste, cámbiese de habitación si es posible.
- Aléjese de puertas y ventanas de cristal.
- Si la casa muestra signos de destrucción, busque un lugar seguro en las inmediaciones.
- No permita que los niños jueguen con las candelas.
- No use la linterna innecesariamente.

## Acciones a seguir DESPUES del huracán

- Sintonice la radio para conocer detalles sobre la ayuda de emergencia disponible.
- Avise a los amigos y familiares que usted está a salvo.
- El comité de emergencia de su comunidad debe evaluar los daños.

### Dentro de la casa

En caso de que halla sido evacuado, tome en cuenta lo siguiente:

- Antes de entrar a su casa, inspeccione posibles daños estructurales para estar seguro de que ésta no se encuentra en peligro de derrumbarse.

- Sea cauteloso al entrar. Cerciórese que la corriente eléctrica esté desconectada y si ha tenido daños en el sistema eléctrico, solicite la colaboración de un especialista.
- Abra ventanas y puertas para que circule el aire. Esto ayudará a remover olores desagradables y a secarse la casa.

### **Fuera de la casa**

- No toque alambres eléctricos sueltos, mojados o colgantes, informe de averías inmediatamente a las autoridades.
- Esté atento a los avisos oficiales transmitidos por radio, que informen acerca de la reinstalación de los servicios de agua y energía eléctrica, en su área y sobre las condiciones de las carreteras.
- Cuidado con los árboles caídos. Recoja las ramas y otros escombros. Amontónelos en un sitio fuera de la carretera.
- No salga descalzo. Evite usar zapatos abiertos.
- Manténgase alejado de las áreas de desastre a menos que usted esté calificado para prestar ayuda de emergencia
- Tome precauciones especiales para prevenir incendios; la falta de presión en las tuberías, las carreteras obstruidas y la interrupción de otros servicios pueden hacer difícil el combatir incendios.
- Ayude a sus vecinos a limpiar obstrucciones en las carreteras de su vecindad.
- No obstaculice las carreteras y vías de acceso.
- Limpie su residencia lo más rápido posible para evitar enfermedades.
- Esté preparado para almacenar o enterrar la basura.
- Guarde su provisión de agua hasta tanto esté seguro que los servicios de agua potable hallan sido restablecidos.
- Tan pronto se restablezca el servicio de agua usted puede esterilizar la que va a consumir.

## CAPITULO VII

*Se introduce algunos los conceptos básicos sobre temas Meteorológico de actualidad:  
Cambio Climático, Fenómeno del Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y Capa de Ozono.*



# CAMBIO CLIMATICO

Los factores meteorológicos que definen el clima varían en todas las escalas de tiempo, desde períodos menores que el día hasta cientos de miles de años. A través de los milenios el clima del planeta a sufrido grandes transformaciones, pasando por periodos muy fríos (glaciares) y por períodos cálidos.

Por eso es importante estudiar el clima en el pasado o sea la Paleoclimatología, donde se requiere un trabajo interdisciplinario entre meteorólogos, geólogos, oceanógrafos, botánicos, historiadores y otros, para determinar los cambios que ha sufrido el clima en el pasado. Esto permite conocer aspectos generales del clima y prever su comportamiento futuro, especialmente hoy día cuando el clima está afectado por la presión que ejerce el hombre sobre los recursos naturales del planeta; cuya explotación esta alcanzando límites máximos permitidos para mantener la vida tal y como actualmente se conoce.

El clima constituye un sistema dinámico y cambiante, en el que diferentes componentes como: la biosfera, la criosfera, la atmósfera, la litosfera y la hidrosfera interactúan entre sí, éste se conoce como Sistema Climático (Fig.29). Muchos científicos parten de esta apreciación del sistema climático para describir los cambios que el planeta está sufriendo en las diferentes esferas. Las transformaciones en el clima pueden ser el resultado de la acción de cualquier proceso que afecte el sistema climático o algunos de su componentes, cuando esto se presenta se produce lo que se ha denominado un "Cambio Global del Planeta"

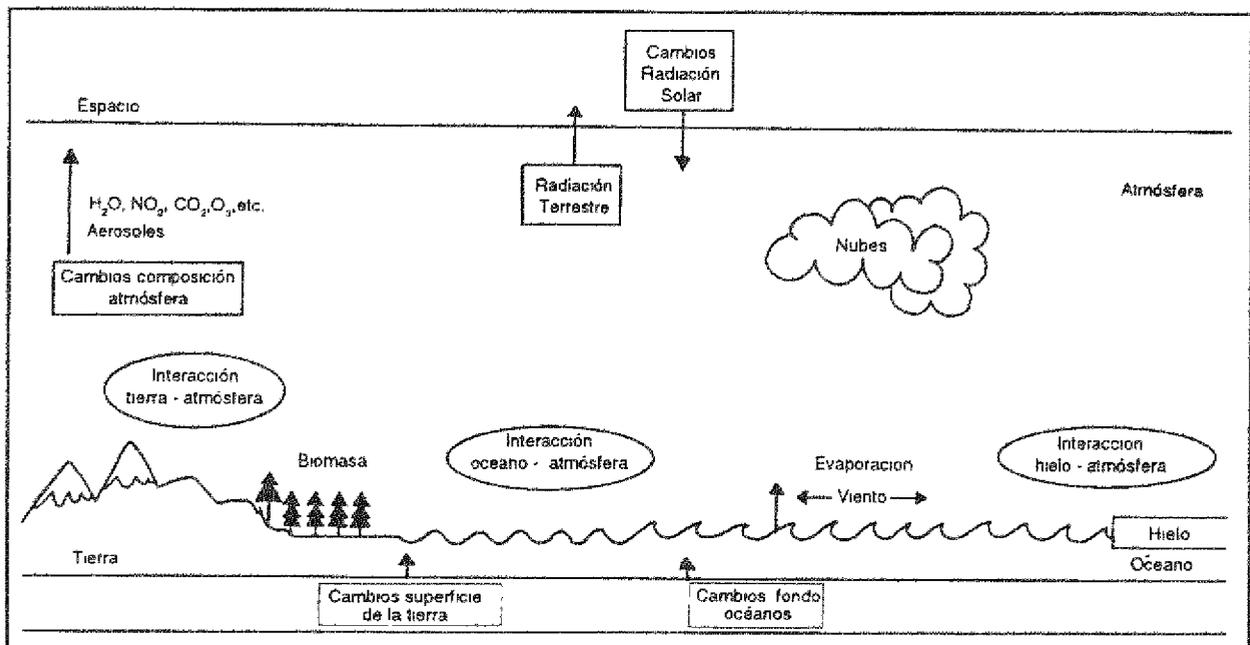


Fig. 29 Esquema del Sistema Climático. Representación de la interacción entre las diferentes esferas (biosfera, atmósfera, litosfera, criosfera e hidrosfera)

Existen dos tipos de factores que pueden producir estos cambios:

- Los factores externos, en los que el agente se encuentra fuera del sistema climático.
- Los factores internos, en los que la alteración inicial se halla dentro del sistema climático

## Factores externos:

### - Cambios en la energía Solar.

Se cree que muchos cambios en el clima están asociados a variaciones en la energía solar incidente en nuestro planeta. Una teoría que trata de explicar este factor es la ocurrencia más de lo normal de las manchas solares, aproximadamente cada 11 años, que produce un aumento en la energía solar.

### - Cambios debidos a la relación astronómica entre la Tierra y el Sol.

Las variaciones en la relación astronómica Tierra-Sol producen cambios en la cantidad y distribución de la energía que recibe la Tierra y tendrían una consecuencia directa en el clima.

La teoría más aceptada referente a esto se conoce como "Teoría de Milankovitch", que relaciona los cambios climáticos con el cambio en la órbita de la Tierra alrededor del Sol. Aproximadamente cada 50 000 años la órbita de nuestro planeta varía; en algunas ocasiones es más circular y en otras más elíptica (Fig.30).

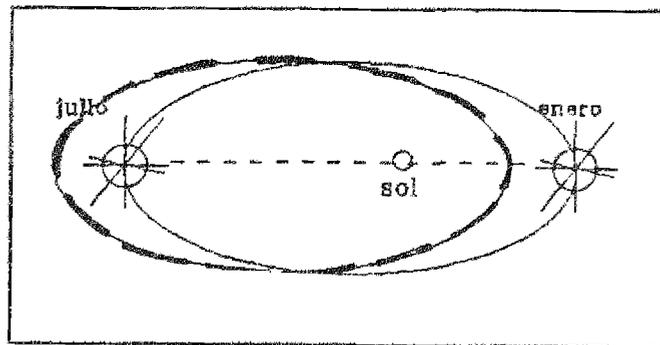


Fig. 30 Variación en la excentricidad de la órbita de la Tierra.

Otra teoría se refiere a la inclinación del eje terrestre respecto al plano de traslación del planeta, que puede alcanzar un máximo de  $24.5^\circ$  o un mínimo de  $21.75^\circ$ . Este ciclo dura aproximadamente 42 000 años (Fig.31).

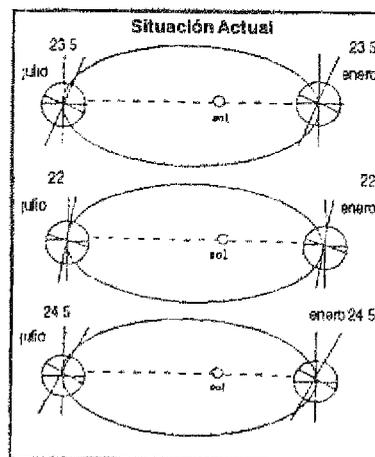


Fig. 31 Variación en el eje de inclinación de la Tierra.

## - Cambios en la superficie terrestre como resultado de los movimientos de los continentes

El comprobado movimiento de los continentes (deriva continental) es uno de los ingredientes que explica los cambios climáticos de largo plazo. Sin embargo, los cambios climáticos ocurridos en el último millón de años, no podrían ser explicados por los cambios de posición de los continentes, ya que estos se ha movido distancias insignificantes.

## Factores internos:

Los cambios en una escala de tiempo relativamente corta se pueden producir tanto por causas naturales como por antropogénicas (intervención del hombre).

### Causas Naturales:

#### - Efecto natural de invernadero

La atmósfera de la Tierra contiene una serie de gases conocidos como "gases de efecto de invernadero", cuyas concentraciones no son muy grandes pero repercuten en la vida del planeta. Uno de ellos es el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que juega un papel muy importante en el equilibrio térmico del planeta.

El efecto natural de invernadero de la Tierra consiste en mantener un equilibrio entre la energía de radiación que llega y la que sale del planeta, porque cuando la Tierra recibe la radiación solar, una pequeña parte se refleja al espacio, pero la otra pasa a través de la atmósfera y calienta la superficie del planeta; al presentarse este calentamiento la Tierra emite radiación hacia el espacio, la cual algunos gases que están presentes en forma natural en la atmósfera, como el vapor de agua y el dióxido de carbono, la absorben y la emiten de nuevo hacia la superficie generando dicho equilibrio. El cual permite mantener una temperatura promedio global del planeta de  $15^\circ\text{C}$ . Sin este efecto la temperatura terrestre sería  $-18^\circ\text{C}$  debido a su distancia respecto al Sol (Fig.32).

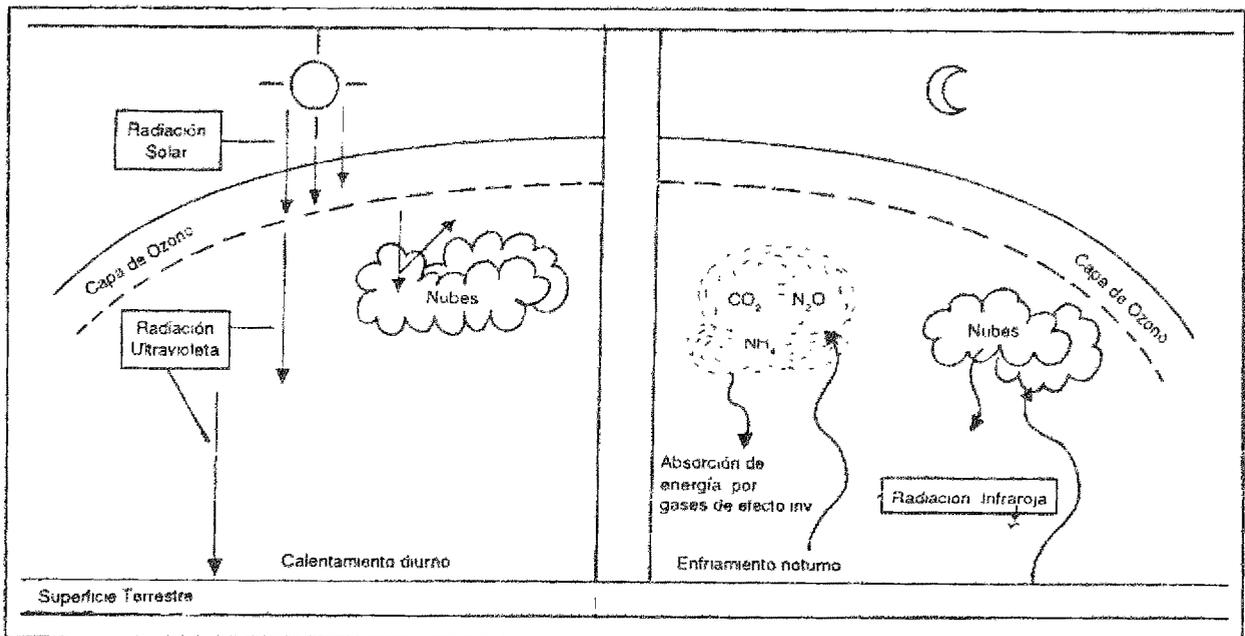


Fig.32 Efecto Invernadero

## - Emisiones volcánicas.

Las erupciones volcánicas aportan una gran cantidad de partículas, calor y vapor de agua a nuestra atmósfera. Una violenta erupción puede hacer que estas partículas alcancen altura y que las corrientes de aire las trasladen a diferentes lugares. Al encontrarse muy alto producirían reflexión de los rayos solares hacia el espacio disminuyendo la radiación que alcanza la superficie terrestre y con ello enfríandola.

Las partículas de erupciones menos violentas, que no logran gran altura, son removidas por la gravedad de la Tierra o por la misma lluvia.

## Efectos antropogénicos:

### - Intervención humana

Las actividades humanas pueden alterar el sistema climático en muy poco tiempo. La principal causa de esto se relaciona con el efecto invernadero de la atmósfera terrestre (ver tabla N°1).

Tabla N°1

<b>La actividad humana y su impacto en los gases de efecto invernadero</b>					
	Dióxido de Carbono	Metano	Clorofluorocarbonos		Oxido Nitrogeno
Concentración	PPMV	PPMV	PPBV	PPBV	PPMMV
atmosférica					
Periodo pre-industrial (1750-1800)	290	0,8	0	0	288
Periodo actual (1990)	353	1,72	280	484	310
Tasa anual de Crecimiento	1,8 (0,05%)	0,015 (0,8%)	9,5 (4%)	17 (4%)	0,8 (0,25%)
Tiempo que permanece en la atmósfera	50-200	10	65	130	150

PPMV: Partes por millón de volumen.  
 PPMMV: Partes por millar de millones de volumen.  
 PPBV: Parte Intergubernamental sobre Cambio Climático.  
 Fuente: Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.

Desde el inicio de la revolución industrial (1750 aproximadamente) el hombre siempre ha buscado mejorar sus condiciones de vida, haciendo uso de diferentes destrezas. Entre las cuales se encuentra el uso de los combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo en los procesos industriales para lograr esa mejora en su condición de vida, pero eso a la vez provoca emanaciones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera aumentando su concentración; por consiguiente, el efecto natural de invernadero se ha alterado por la presencia de una mayor concentración de este gas y como consecuencia la temperatura del planeta tienden a incrementarse. El problema se agrava más si se considera el aumento del uso de estos combustibles en los vehículos.

Otras actividades humanas como la quema de bosques, algunas actividades agrícolas (producción de arroz) y ganaderas producen emisiones de otros gases como el metano (NH<sub>4</sub>), óxido nitroso (NO<sub>2</sub>) y el monóxido de carbono (CO) que también alteran el efecto natural de invernadero.

El planeta posee una forma natural de equilibrar la concentración de los gases de efecto invernadero. Sin embargo esta no es ilimitada. Los bosques y los océanos pueden absorber grandes cantidades de CO<sub>2</sub> y se les conoce como "sumideros". por eso la deforestación constituye un problema para el planeta, ya que al disminuir la cobertura boscosa de la Tierra, disminuye su capacidad de absorber CO<sub>2</sub>, agravándose aún más la tendencia a un mayor calentamiento del planeta

## Magnitud del cambio climático

Los resultados de los estudios científicos han demostrado que el clima del planeta cambiará en el próximo siglo debido al incremento del efecto de invernadero. Pero aún existe incertidumbre de cual sería la magnitud de esos cambios y la distribución en las diferentes regiones

Actualmente se sabe que la temperatura global del planeta ha subido entre 0.3 y 0.6 grados Celsius durante los últimos 100 años (21). La década de los 80 ha sido la más cálida (Fig 33), como consecuencia en este período, el nivel medio del mar aumentó aproximadamente de 10 a 20 cm (21).

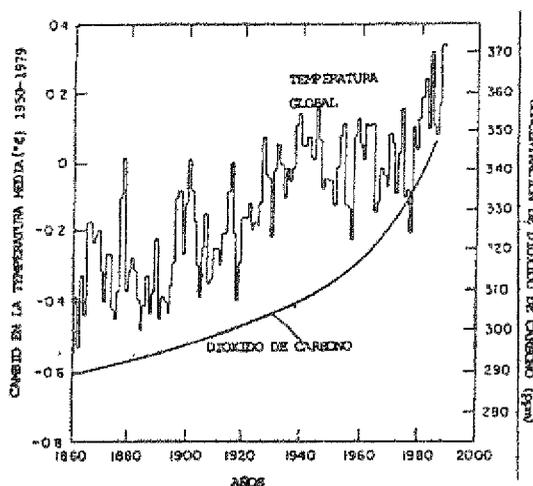


Fig. 33 Curvas que muestran el comportamiento de la temperatura global y la concentración del dióxido de carbono a través de los años.

Se considera en el mundo científico que de continuar con el mal uso de los recursos naturales al ritmo actual, esto es, las emisiones de gases de efecto invernadero y la destrucción de los sumideros (bosques), la temperatura global se incrementará a un ritmo promedio de más o menos de 0.3°C cada 10 años, según estas estimaciones la temperatura promedio global del año 2100 sería 3°C mayor que la actual, los océanos sufrirán cambios debido a la expansión térmica y al derretimiento del hielo y el nivel medio del mar aumentaría 6 cm cada 10 años, de manera que para el año 2100, éste será 65 cm más alto (21).

## Impactos del cambio climático

Algunos de los posibles impactos de estos cambios que han sido identificados serían:

Los ecosistemas resultarían afectados por un rápido cambio en el clima, lo que alteraría su composición. En este caso algunas especies se beneficiarían, mientras que otras no podrán emigrar o adaptarse lo suficientemente rápido y se extinguirían.

- Los cinturones térmicos, a los cuales muchas plagas y enfermedades están confinadas, se expandirían al aumentar la temperatura global con las respectivas consecuencias para aquellas regiones que no estén preparadas.
- Los cambios afectarían la agricultura, los recursos hídricos, costeros y marítimos, así como la salud humana.
- Las alteraciones en las actividades anteriores podrían tener consecuencias económicas importantes, que pueden alterar las relaciones comerciales entre países y regiones, así como la distribución de la población y los asentamientos humanos.

Actualmente se realizan grandes esfuerzos para determinar la magnitud del cambio climático global y regional para tomar las medidas correspondientes para adaptarse a esos cambios o para mitigar sus efectos. Sin embargo, la mejor solución sigue siendo el cambio de actitud: un mayor aprecio por el valor real de los recursos del planeta.

Muestra de este cambio de actitud se desarrolló la Conferencia del Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en Brasil en junio de 1992, en donde los representantes de los países de todo el mundo suscribieron una Convención\* Marco en el cual reconocieron la responsabilidad común por proteger el clima. Se comprometieron a reducir la emisión de gases de efecto invernadero y a tomar las medidas para reducir sus impactos, así como incrementar el conocimiento del problema al público por medio de programas de educación, que conlleve a concientizarlos para que se tenga un uso más racional de los recursos del planeta.

## **PROGRAMA DE COSTA RICA SOBRE CAMBIO CLIMATICO**

El programa sobre cambio climático es interdisciplinario e interinstitucional. Pretende estudiar, detectar y valorar las alteraciones del clima en el país. Sus posibles impactos en las actividades socio-económicas, tomando como referencia la Convención Marco. Hasta ahora el Instituto Meteorológico Nacional ha desarrollado este programa junto con las demás dependencias del Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas

## **FENOMENO DEL NIÑO/OSCILACION DEL SUR (ENOS)**

Se conoce con el nombre de fenómeno "El Niño", a la aparición ocasional de una corriente oceánica cálida en las costas suramericanas del Océano Pacífico, que cronológicamente coinciden con la llegada de la navidad.

" Actualmente se sabe que El Niño es parte de un conjunto de interrelaciones entre los cambios del tiempo y las condiciones oceánicas, en una escala mucho mayor de la que se creía, aproximadamente la mitad del planeta, afectando toda la cuenca del Pacífico. Por eso se conoce como ENOS. El Niño-Oscilación del Sur, ya que enfatiza el aspecto de que el fenómeno resulta de un acople entre el océano y la atmósfera" (7)

Se inicia en el Océano Pacífico Occidental cerca de Australia e Indonesia donde existe una zona oceánica cuya temperatura superficial es más alta de lo normal. Durante el evento este máximo gradualmente se desplaza

hacia el este, o sea hacia el continente Americano. En un período de aproximadamente seis meses, se proyecta hasta el extremo este del Pacífico Ecuatorial. Recientemente, a esta propagación de las temperaturas más altas que lo normal se le ha llamado "episodio" o "evento cálido". El desplazamiento va acompañado de un enfriamiento relativo en el Pacífico Occidental. A la vez, se presentan variaciones en la atmósfera sobre el Pacífico, en el campo de presión y de viento (Fig.34).

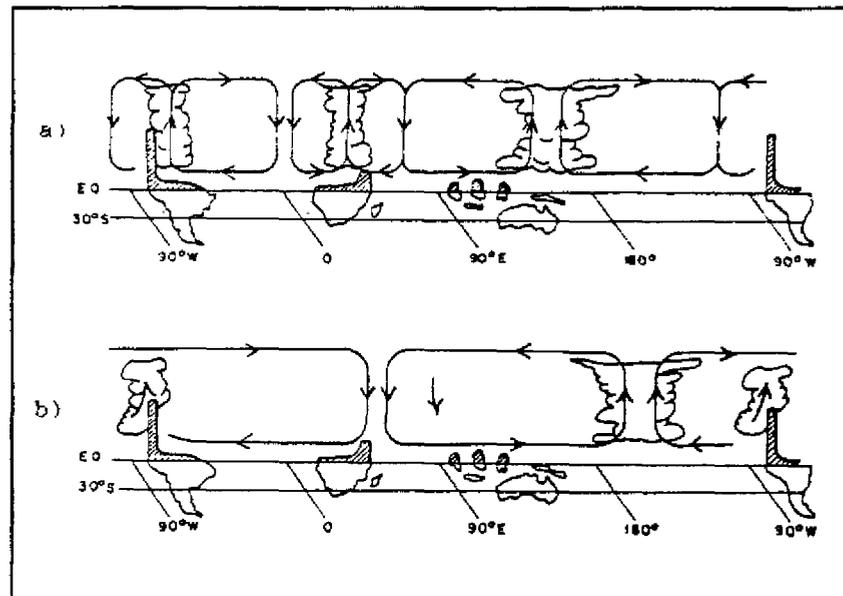


Fig. 34 Modelo de circulación este-oeste de Walker a lo largo de la región ecuatorial.  
a) circulación invernal del Hemisferio Sur en un año normal.  
b) circulación invernal del Hemisferio Sur en un año de ENOS.

A principios de siglo, G. Walker mientras estudiaba los datos de presión, temperatura y lluvia en el Océano Indico y Pacífico, observó lo siguiente: "cuando la presión aumenta en el Océano Pacífico tiende a descender sobre el Océano Indico, desde Africa hasta Australia, y la lluvia varía en dirección opuesta al cambio de la presión." Si la presión sobre Indonesia y Australia sube y frente a América del Sur baja, los vientos alisios pierden fuerza; la aparición de aguas frías en el Pacífico Ecuatorial y la costa del Perú se debilita y desaparece.

Walker designó a este "sube y baja" con el nombre de "Oscilación del Sur". Posteriormente, a partir de 1969 se relacionó esta oscilación con el calentamiento de las aguas superficiales y la "Corriente de El Niño".

En la actualidad se destaca con las siglas ENOS, iniciales de "El Niño-Oscilación del Sur". La combinación de ambos disturbios que se presentan a intervalos de dos a siete años y persiste en promedio 18 meses. Abarca aproximadamente un cuarto de la región oceánica tropical y produce alteraciones en el clima a escala planetaria.

En Costa Rica los años en que se presenta el fenómeno de ENOS se caracterizan por una estación lluviosa irregular, en la Vertiente del Pacífico y la región oeste del Valle Central y una estación seca más prolongada.

En la estación lluviosa de los últimos "eventos cálidos" se ha observado una disminución de la cantidad de lluvia, especialmente en los meses de julio y agosto; aumentado el número de días sin lluvia.

En la Vertiente del Caribe durante la ocurrencia del ENOS, en los meses de julio y agosto aumentan las lluvias mientras que en diciembre, enero y febrero, disminuyen con respecto al promedio normal.

Otro efecto climático de este fenómeno en el país, se percibe en las temperaturas. Las estadísticas extremas registradas en los últimos 40 años en la estación de San José, muestran que las más altas sucedieron en ese período del ENOS, en los meses de marzo y abril. Durante las últimas dos ocurrencias del fenómeno, las temperaturas medias en algunos lugares de la Vertiente del Pacífico tendieron a elevarse más de lo normal.

Para finalizar, el impacto del fenómeno ENOS en Costa Rica ha repercutido principalmente en cuatro actividades de importancia económica: el abastecimiento de agua, la producción agrícola y pecuaria, la pesca y la generación hidroeléctrica.

## LA CAPA DE OZONO

El ozono es un gas azul oscuro, acre y venenoso (más tóxico que el cianuro). Su nombre proviene del griego "Ozein". El ozono es un estado alotrópico del oxígeno que respiramos, lo forman tres átomos de oxígeno.

A pesar de que en la atmósfera de la Tierra el contenido de ozono es muy bajo, éste constituye uno de los componentes más importantes para la vida en el planeta. Se encuentra presente en toda la atmósfera, pero las mayores concentraciones se localizan entre los 25 y los 40 kilómetros de altitud, a esta se le conoce como la Capa de Ozono.

## Ozono troposférico

El ozono que se halla en las capas bajas de la atmósfera se forma, básicamente, a partir de compuestos orgánicos volátiles (COV) y su interacción con la radiación solar. Algunos de estos compuestos provienen de la combustión del carbón o de aceites minerales, después de la combustión, el azufre que contiene se transforma en dióxido de azufre o gas sulfuroso.

El dióxido de azufre se transforma en la atmósfera en trióxido de azufre al captar la humedad del ambiente. El mecanismo de la oxidación del dióxido en trióxido es complejo e intervienen diferentes procesos, el más importante es el fotoquímico, en el que la molécula de anhídrido sulfuroso, al ser excitada por la radiación ultravioleta es capaz de absorber una molécula de oxígeno para convertirse en trióxido de azufre. Como resultado del proceso queda un átomo de oxígeno libre que se puede unir con una molécula de oxígeno y formar el ozono:

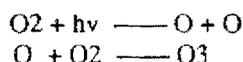


El ozono troposférico es el ingrediente esencial del "smog" fotoquímico (+). Este gas causa dolores de pecho, congestión pulmonar y sensación de quemazón en los ojos, la nariz y llagas en la garganta.

## Ozono estratosférico

La capa de ozono estratosférico actúa bloqueando los rayos ultravioleta del Sol que, de no ser así, dañarían las moléculas de ADN. El ozono forma una membrana invisible entre la tierra y el espacio exterior. Por las características anteriores, a la capa de ozono se le denomina escudo. Sólo una millonésima parte de la estratosfera es ozono. Si todo el que existe en la atmósfera se colocaría sobre la superficie terrestre formaría una capa de apenas 3 mm de grosor.

El mecanismo natural de formación del ozono se presenta en la atmósfera superior, donde las moléculas de oxígeno, impactadas por rayos ultravioleta se dividen en dos átomos. Si uno de ellos se encuentra con otro átomo de oxígeno se vuelven a unir. Pero si un átomo de oxígeno perdido se encuentra con una molécula de oxígeno, se forma un triángulo compuesto por tres átomos: la molécula de ozono,



(+)ver anexo 1

Con la ayuda de este mecanismo se produce la mayor cantidad de ozono. Las cantidades principales de ozono están distribuidas entre los 25 y 40 km. Las concentraciones máximas de ozono estratosférico alcanzan, durante la primavera en el Hemisferio Norte, 446 Unidades Dobson (1 UD = 0,001 cm de ozono a temperatura y presión normales); en otoño, las concentraciones son dos veces menor. La cantidad anual de ozono estratosférico en la Ozonósfera es aproximadamente de 300 UD.

La destrucción del ozono estratosférico es producido por diferentes tipos de reacciones entre los más importantes están: aquellas en las que intervienen sustancias como el mismo oxígeno atómico, que al unirse con una molécula de ozono lo separa y forma dos moléculas de oxígeno. Otros disociadores importantes son el cloro y los óxidos de nitrógeno.

La velocidad media de destrucción del ozono es aproximadamente (debida a la disociación y otros procesos naturales)  $6,6 \times 10^{10}$  moléculas/cm<sup>2</sup> seg. A pesar de las variaciones diarias en la concentración de ozono estratosférico, ha permanecido constante en el curso de la historia, sólo con pequeños cambios causados por el azufre y los cloros que lanzan a la estratosfera las erupciones volcánicas importantes

## Las influencias antropogénicas

La alteración de la capa se realiza utilizando los desodorantes en aerosol y demás productos que usan clorofluorocarbonos (CFCs): los agentes refrigerantes de las neveras, de los aires acondicionados y los espumantes del poliuretano. Los CFCs son sustancias inertes y nada las altera. Estudios realizados muestran que esas moléculas pueden expandirse a través de la atmósfera hasta llegar a la estratosfera. En esa zona la radiación ultravioleta se encarga de disociarlas, esto deja libre moléculas de cloro: uno de los destructores del ozono.

Cada año, al llegar la primavera al Polo Sur, se abre un "agujero" en la capa de ozono sobre la Antártida, tan extenso como Estados Unidos y tan profundo como el Monte Everest; ha ido creciendo desde 1979. En otras partes la capa se está adelgazando. A lo largo de una faja del Hemisferio Norte, cuyo ancho va del Círculo Ártico al Sahara, el promedio de la concentración del ozono ha disminuido un 1% en los veranos y un 4% en los inviernos de los últimos años. Se calcula que los halones y los CFCs permanecerán en la atmósfera durante más de un siglo.

Desde los primeros días de creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), el tema de la capa de ozono ha ocupado un lugar importante entre sus preocupaciones. Este organismo, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y otros organismos han producido estudios sobre las modificaciones de la capa de ozono y su influencia.

El PNUMA preparó una convención mundial que abogó por la eliminación casi total de los halones, los CFCs y otras sustancias que perjudican la capa de ozono. La Convención fue firmada en Viena en marzo de 1985.

A pesar de las diferencias que existían, se crea un protocolo el cual se firma en Montreal en setiembre de 1987. El Protocolo entró en vigencia el 1º de abril de 1989, en donde las partes se comprometían a reducir a la mitad el consumo y producción de CFCs y a congelar la producción de halones. Se hizo notar a los gobiernos, las industrias y consumidores de que las sustancias destructoras del ozono no tenían futuro a largo plazo. Generando con esto estudios para hallar sustitutos y los medios de reciclar los CFCs.

En junio de 1990, las partes involucradas con el Protocolo se reunieron en Londres para transformar ese compromiso verbal en una Ley Internacional. No sólo se acordó eliminar los CFCs, los halones y el tetracloruro de carbono en el año 2000 y el metilcloroformo en el 2005, sino que también se estableció el primer fondo global para ayudar a las naciones en desarrollo a adoptar tecnologías benignas en pro del ambiente.

# Costa Rica, la Convención de Viena y el Protocolo de Montreal

El 30 de julio de 1991 Costa Rica ratificó el Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal relativos a las sustancias que agotan la capa de ozono. Posteriormente, entre mayo y agosto de 1992, se hizo un inventario nacional sobre el uso de sustancias que perjudican la capa de ozono. Se estableció que el consumo nacional de las que controla el Protocolo ascendía a 2562,4 toneladas por año. Los usos nacionales de éstas se distribuyen de la forma siguiente:

Refrigeración 78,3%; Espumas 10,2%; Solventes 9,4%; Halones 2,1% y Aerosoles 0,0%.

Para la implementación del Protocolo, se creó la Comisión Gubernamental del Ozono (COGO), con sede en el Instituto Meteorológico Nacional, MIRENEM. Bajo su supervisión, en agosto de 1992, se redactó el Programa País en el que se esbozan los lineamientos y el marco político para cumplir con los compromisos establecidos en el Convenio de Viena y el Protocolo de Montreal. El programa incluye un Plan de Acción en el que Costa Rica se comprometió ante las autoridades del Protocolo a:

- reducir en un 70%, para 1997, el consumo nacional de las sustancias que destruyen la capa de ozono.
- crear un sello de "Calidad Ozono", que será avalado por el PNUMA y con el cual se identificarán los productos que no dañan el ozono.
- realizar acciones de sensibilización pública del problema a través de los medios de comunicación colectiva y de instituciones de enseñanza.
- identificar proyectos que pretendan reconversiones tecnológicas para usar sustancias que no afecten la capa en todas aquellas empresas ya instaladas que funcionan con CFCs.

Se espera que para el año 2000, el consumo nacional de productos controlados por el Protocolo de Montreal sea cero.