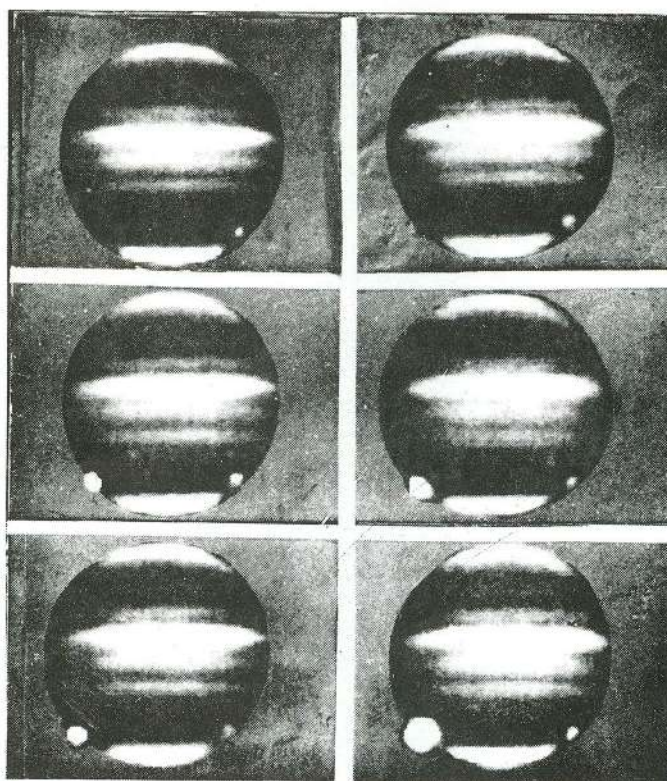


GEOS

UNION GEOFISICA MEXICANA

IMPACTOS SOBRE JUPITER



Volúmen 14

No.3

Julio de 1994

Órgano Informativo de la Unión Geofísica Mexicana.

(ISSN 0186-1891)

Publicación apoyada por: Instituto de Ingeniería-UNAM; Instituto de Geografía-UNAM; Instituto de Geofísica-UNAM; CICESE; Centro de Ciencias de la Atmósfera-UNAM, Coordinación de la Investigación Científica-UNAM. Fac. de Ingeniería UNAM, Inst. C. del Mar y Limnol. UNAM, Inst. Invest. Eléctricas CFE., INEGI y Consejo Rec. Minerales. Agradecemos al Lab. IFUNAM-Ensenada las facilidades que nos brindan.

EDITORES: Francisco Medina y Cinna Lomnitz

Comite Editorial: Juan M. Espíndola Castro, (IGF-UNAM), Luis Delgado, (CICESE), Silvia Bravo (IGF-UNAM), Miguel Lavin, (CISECE), Jaime Yamamoto, (EGF-UNAM), Alberto López, (IA-UNAM), Fernando García (CCA-UNAM)

APOYO EDITORIAL: Carmen Márquez, Marcos Paulo González Otero, Armando Reyes Serrato, Norma Vásquez y Mara Arroyo

Toda correspondencia dirigitla a:

Inst. Geofísica UNAM

At'n: Francisco Medina

Apdo. Postal 2681, Ensenada, B.C. C.P. 22830

Fax: 91 617-4-46-03

Tel: 91 617-4-46-02

UNION GEOFISICA MEXICANA*

Presidente:	Dr. Enrique Gómez T.	(CICESE)
Vicepresidente:	Dr. Juan M. Espíndola	(IGF-UNAM)
Srio. General:	M. C. Luis Delgado	(CICESE)
Tesorero:	M.C. Francisco Medina	(IGF-UNAM)
Srio. Difusión:	Dra. Silvia Bravo	(IGF-UNAM)
Srios. Educación:	Dra. Rosa M. Prol	(IGF-UNAM)
	Dr. Raúl Castro	(CICESE)
Srio. Investigación:	M.C. Luis G. Suárez	(CCA-UNAM)

* La Unión Geofísica Mexicana (UGM) es la Sociedad Civil no lucrativa de los profesionales de la Geofísica y Ciencias relacionadas.

INDICE

Editorial

Noticias.....	2
Impactos de fragmentos de cometa sobre Júpiter.	
Fco. Medina.....	6
Pronóstico de la ocurrencia de destello mediante la aplicación de análisis discriminante.	
I. Ferro y J. Pérez.....	10
Anomalías de la precipitación de Xalapa, Ver. durante el período Enero-91 a Agosto-92	
I. Zitacuaro, L. Llanos, F. Acevedo y D. Pereyra.....	14
Estimación del cambio climático global.	
J. Adem.....	19
Calentamiento global calculado con el modelo termodinámico.	
R. Garduño y J. Adem.....	21
Cambios climáticos regionales como componentes del cambio climático global.	
I. Galindo.....	25
Actividades de la Unión.....	30

Editorial

Consideremos por un momento, la cuestión de decidir sobre el idioma en que debería publicarse una revista científica de calidad, cuyos fines sean los de comunicar investigaciones originales. Desde un punto de vista práctico no hay lugar para la duda; el idioma más conveniente es el inglés. La ciencia es una actividad internacional que requiere de un rápido intercambio de información. A las personas que realizan este intercambio les tocó vivir, por desgracia, en una época posterior al derrumbe de la torre de Babel. Existen muchos grupos de investigación en el mundo, y si cada grupo escribiera sus investigaciones en su idioma, el desarrollo de la ciencia de cada grupo se perjudicaría. Así lo han entendido los países de la Comunidad Económica Europea y el Japón, por no mencionar otros casos. Por diversas razones históricas, el idioma inglés se ha convertido en el medio más popular de comunicación entre los científicos de muy diversos países. De esta manera han logrado superar un problema grave de comunicación. Hoy día el uso del inglés es lo más práctico para la ciencia, eso es todo. La esencia de la ciencia es el conocimiento, y su medio de transporte debe ser lo de menos. El asunto no es cuestión de nacionalismo.

Lo anterior pretende justificar el anuncio dado recientemente en GEOFISICA INTERNACIONAL, donde se indica que las publicaciones serán en inglés de ahora en adelante. Es imprescindible que sumemos esfuerzos para que nuestra revista, al igual que otras revistas, nos permita intercambiar información científica con el resto del mundo. Esperamos su comprensión y apoyo en este sentido.

GEOS, nuestro boletín informativo y de difusión seguirá publicándose en español, y es nuestra intención la de convertirlo en un futuro próximo en un foro de alto nivel para la investigación y la divulgación del quehacer científico en nuestro idioma.

NOTICIAS

ROBOT PARA ESTUDIAR VOLCANES

El observatorio vulcanológico de Alaska, en cooperación con la NASA y la Univ. Carnegie Mellon, desarrollo un robot (llamado Dante II) para explorar el interior de volcanes activos. El robot esta controlado via satelite y fue enviado al interior del Volcan Spurr, en Alaska, para tomar muestras de gases y rocas en su interior.

MAYOR PROFESORADO DE TIEMPO COMPLETO.

De acuerdo a datos de la ANUIES, el profesorado de tiempo completo en las universidades del pais se ha triplicado en los ultimos quince años, pasando de 11 800 en 1980 a 32 200 en 1994. En este mismo lapso, la poblacion estudiantil paso de 635 000 a 910 000.

NUEVA ACTIVIDAD EN EL VOLCAN DE COLIMA

El jueves 21 de julio pasado, el Volcan de Colima desarrollo una nueva fase explosiva pequeña que causo alarma entre las poblaciones aledañas. El evento fue precedido por un incremento de sismicidad en el area, mismo que fue detectado desde principios de mes. Afortunadamente la situacion volvio a la normalidad despues de la explosion y las personas evacuadas volvieron a sus lugares de origen. Aun cuando una de las estaciones sismologicas fue dañada por la actividad, se continua la vigilancia del volcan por parte del personal de la Universidad de Colima.

OTRA GRIETA EN LAS INMEDIACIONES DE UN POBLADO

En el poblado de La Aldea, a 15 Km de Silao, Guanajuato, se abrio una grieta mayor al kilometro de largo por 3 metros de ancho. Aparentemente se trata nuevamente de asentamientos debido a la intensa extraccion de agua. Este tipo de fenomenos se han incrementado en el pais y no se ve que las autoridades esten tomando medidas para su estudio sistematico.

DESCENTRALIZACION DE LA CIENCIA EN MEXICO

El CONACyT continua con un intenso programa tendiente a descentralizar la actividad cientifica en Mexico. En el presente año el monto otorgado para investigacion fuera del D.F. fue superior al 50 %. Ademas, establecio convenios con diferentes estados de la republica para establecer fondos dedicados a apoyar la investigacion en esos estados. El primero fue el Sistema de Investigacion del Mar de Cortez, en el cual participan los estados de B.C., B.C.S., Nayarit, Sonora y Sinaloa. Tambien se puso en marcha el Sistema de Investigacion Benito Juarez, en el que participan Chiapas, Oaxaca y Guerrero. El Sistema de Investigacion Ignacio Zaragoza, en el que participan Puebla, Tlaxcala e Hidalgo. El Sistema de Investigacion Miguel Hidalgo, en el que participan Guanajuato, Queretaro y San Luis Potosi. En cada uno de los programas se crea un fondo en el cual el CONACyT aporta el 50 % y los gobiernos de los estados el restante 50 %. Este fondo se distribuye entre los programas de investigacion que se someten a estos sistemas y que son evaluados, en forma similar a la que realiza el CONACyT, por investigadores locales.

ABANDERADO EL PRIMER SATELITE HECHO EN MEXICO

El pasado 14 de junio el rector de la UNAM abandero el primer satelite fabricado en Mexico. El satelite fue fabricado principalmente por personal de la UNAM, y consta de 600 000 transistores, 12000 componentes pasivos, y 2800 partes mecanicas. Con el nombre de UNAMSAT - I, el satelite sera puesto en orbita en breve y su principal usuario sera el instituto de Geofisica de la UNAM quien conectara sus redes sismicas via satelite asi como la red de mareografos.

25 AÑOS DEL PRIMER HOMBRE EN LA LUNA

La NASA celebro los 25 años del alunizaje que llevo a los astronautas Armstrong, Aldrin y Collins, a ser los primeros en llegar a la Luna. La expedicion Apolo XI llego a la Luna el 20 de julio de 1969 y se trajeron varios kilos de muestras de roca lunar cuyo estudio dio un gran paso en el desarrollo de la Planetologia.

El Gobierno del Estado de Chihuahua desincorporo su Servicio Meteorologico Estatal y lo transfirió a la Comisión Nacional del Agua. Este aspecto obedeció al atraso tecnológico del Servicio Estatal y se espera que al depender de la Comisión Nacional del Agua pueda modernizarse.

PREDICCIONES CIENTIFICAS POCO ATENDIDAS

Hace 25 años, el 10 de junio de 1969, el Dr Ernesto Jauregui, investigador del Centro de Ciencias de la Atmosfera de la UNAM, advirtió acerca del empobrecimiento de la calidad del aire en el D.F. Alertó que de no poner remedio, para la década de los 80 la contaminación sería semejante a la de New York, Chicago o Los Angeles. Como en otras ocasiones, las autoridades políticas prestaron poca atención a la advertencia de los investigadores.

RED METEOROLOGICA EN EL ESTADO DE HIDALGO

El Estado de Hidalgo, en cooperación con la Universidad Autónoma del Estado, instaló una red meteorológica consistente de 12 estaciones climatológicas. Estas estaciones se enlazarán vía satélite a la red del Servicio Meteorológico Nacional.

NUEVO TELESCOPIO PARA EL OBSERVATORIO ASTRONOMICO NACIONAL

El Observatorio Astronómico Nacional, ubicado en San Pedro Mártir B.C., está involucrado en un proyecto para la construcción de uno de los telescopios más grandes del mundo. La inversión de 40 millones de dólares será compartida con universidades de los Estados Unidos.

RADAR DE ALTA RESOLUCION PARA ESTUDIAR LA TIERRA

El transbordador Endeavour estudiará la Tierra con un radar de alta resolución y permitirá recabar datos de vegetación, cubiertas de nieve, pantanos, volcanes, oleaje, corrientes marinas, etc. El radar pesa más de diez toneladas y tuvo un costo de 360 millones de dólares. En 1991 una misión similar, con un radar de menor resolución logró detectar antiguas rutas de caravanas en el desierto, muros de ciudades perdidas en Asia, etc. Esta misión alertó acerca de la alta deforestación en el sur de México.

GEOTERMIA

Importantes proyectos que se están desarrollando en la zona volcánica El Ceboruco, Nayarit, serán dados a conocer, por investigadores de la C.F.E., en la próxima reunión de la Unión Geofísica Mexicana, en noviembre próximo.

NUEVOS SATELITES PARA METEOROLOGIA

Los Estados Unidos de Norteamérica están renovando sus satélites con los que capta la información para uso meteorológico. Los nuevos satélites tienen una tecnología muy avanzada y se espera un substancial aumento en la calidad de los datos que se recaben.

RIESGO GEOLOGICO EN HIDALGO

Ocho hectáreas de la población de Metztitlán, en el estado de Hidalgo, fueron declaradas zonas de peligro al presentarse deslizamientos y hundimientos de importancia en el centro de la población. Se decidió quitar toda la infraestructura hidráulica y eléctrica para evitar accidentes, pero se desconocen las causas que originan el fenómeno.

LLAMADO DEL CONSEJO MUNDIAL DE ENERGIA

El Consejo Mundial de Energía, en su informe "Energía para el Mundo del Mañana", hizo un llamado para aumentar la investigación en el área de Ciencias de la Atmosfera con objeto de poder llegar a conocer mejor las causas del cambio climático en nuestro planeta. También hizo un llamado para tratar de reducir la producción de gases invernadero como los óxidos de nitrógeno y de carbono y el metano.

CONVENIO DE COLABORACION

PEMEX, la UNAM y el IMP, establecieron convenios de colaboracion para reforzar los cursos que se imparten para capacitar y actualizar al personal de PEMEX. Durante el acto se puso de manifiesto la importancia de incrementar el numero de graduados en el area de Ciencias de la Tierra.

ESTUDIOS SOBRE EL FENOMENO DEL NIÑO

Investigadores de la Universidad de Columbia y de Scripps (EUA), anunciaron haber desarrollado un sistema para predecir la aparicion del fenomeno meteorologico conocido como el niño. Una vasta campaña de recoleccion de datos oceanograficos y atmosfericos, llevada a cabo en 1993, permitio visualizar aspectos que permitiran predecir el fenomeno con mas de un año de anticipacion.

FENOMENOS CLIMATICOS ANOMALOS EN 1993

Un estudio publicado en Ginebra por la Organizacion Meteorologica Mundial destaca que durante 1993 se registraron fenomenos poco usuales en diversas partes del planeta. Por ejemplo, en Europa se registraron grandes precipitaciones pluviales (mayores a la media) generando desbordamientos en rios de Alemania y Suiza. En Rusia y Escandinavia, el invierno fue varios grados mas frio que lo normal. En Sudamerica, Norteamerica, Asia y Africa, el clima fue mas humedo de lo habitual y la precipitacion pluvial rebaso lo normal. En Australia se presento una intensa sequia.

CIENCIAS DE LA TIERRA INGENIERO GEOFÍSICO

Instituto Politecnico Nacional
E.S.I.A. Unidad Ticomán

Becas

Las otorgan PEMEX, IMP, CIAS.
Mineras, etc. a los estudiantes de la
carrera.

Informes:

Av. Ticomán No. 600
Col. San José Ticomán
México 07330, D.F.

Tels:

586-54-36

586-23-71

586-24-91

Fax. 586-22-16



Maestría y Doctorado en Ingeniería Hidráulica



La División de estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM ofrece cursos de maestría y doctorado en Ingeniería Hidráulica en sus instalaciones de Progreso, Morelos.

Las asignaturas que se imparten son, entre otras:

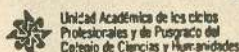
Hidráulica general
Métodos Matemáticos
Mecánica de Fluidos
Hidrología de Superficie

Irrigación y drenaje
Geohidrología
Métodos Numéricos
Obras Hidráulicas

La maestría y el doctorado están dirigidos a egresados de ingeniería civil, ciencias agropecuarias y carreras afines. Estos cursos están apoyados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua a través de becas, biblioteca, computadoras y laboratorios.

Informes al (73) 19-40-49 o 19-40-00 ext. 532 con el Dr. Alvaro Muñoz en Paseo Cuauhnáhuac #8532, Progreso, Mor. C.P. 62550

POSGRADO EN Geofísica



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

El instituto de Geofísica y la Unidad Académica de los ciclos Profesional y de Posgrado del CCH de la UNAM ofrecen a todos los profesionales en Física, Geofísica, Geología, Ingeniería, Química, o alguna área académica afín, los Posgrados de Maestría y Doctorado de Geofísica dentro de las siguientes áreas:

AGUAS SUBTERRÁNEAS
EXPLORACIÓN GEOFÍSICA
SISIMOLOGÍA Y FÍSICA DEL INTERIOR DE LA TIERRA
ESTUDIOS ESPACIALES
MODELACIÓN MATEMÁTICA Y COMPUTACIONAL DE SISTEMAS GEOFÍSICOS

Informes: Instituto de Geofísica UNAM
Cd. Universitaria
México 04510 D.F.
Tel 662-4130 y 622-4137 Fax 550-2486

IMPACTOS DE FRAGMENTOS DE COMETA SOBRE JUPITER

Francisco Medina
Inst. Geofísica - UNAM

La actual polémica respecto al Cráter Chicxulub, ha tomado nuevo auge al darse a conocer las imágenes de los impactos de fragmentos del cometa Shoemaker-Levy sobre la superficie de Júpiter. Desde hace varios años los científicos vienen discutiendo la posibilidad de que el Cráter Chicxulub, en Yucatán, México, corresponda a la huella del impacto de un meteorito contra la Tierra. Dicho impacto debió de ocurrir hace 65 millones de años y debido a los fenómenos derivados con ello se produjo una extinción masiva de especies que acabó con los dinosaurios. Dicha extinción marca la frontera entre el periodo Cretácico y el Terciario.

Desde luego hay una gran diferencia entre un cometa y un meteorito, mientras el primero corresponde a una masa metálica o rocosa, los cometas están formados esencialmente por agua, metano, bióxido y monóxido de carbono y otros compuestos de nitrógeno. Estos compuestos se encuentran en estado sólido debido a la baja temperatura del espacio, por lo que un cometa es una gran masa de hielo. Al pasar relativamente cerca del sol, parte de la masa de hielo se sublima y forma la cola del cometa, la cual puede llegar a medir miles de kilómetros.

Por supuesto no es lo mismo el impacto de una masa de hielo contra una superficie planetaria que el impacto de una masa rocosa. Debido a la fricción por su contacto con la atmósfera, el cometa tiende a evaporarse mas rapidamente que una masa meteorítica. De hecho en junio de 1908, ocurrió una tremenda explosión en la atmósfera de la Tierra, la cual devastó 2500 kilómetros cuadrados de bosque en la región de Tunguska, en la República Rusa. Después de muchos estudios respecto a este fenómeno, se llegó a la conclusión de que un pequeño cometa, quizá de 200 metros de diámetro, cayó hacia la Tierra y explotó en la atmósfera terrestre.

Comparativamente, si se hubiera tratado de una masa meteorítica de 200 metros de diámetro, entonces habría logrado impactarse en la superficie terrestre originando un cráter poco mayor al kilómetro de diámetro. Debido a su composición, los meteoritos requieren de mayor energía para evaporarse.

Aun con el antecedente de Tunguska y a que hasta el momento se tienen registrados mas de un centenar de cráteres formados por impactos meteoríticos en la Tierra, jamás se había logrado observar el impacto de fragmentos grandes, sea cometa o meteorito, con alguna superficie planetaria. El Cometa Shoemaker-Levy fue descubierto hace mas de un año, pero gracias a los potentes equipos de observación muy pronto se pudo saber que dicho cometa caería hacia la superficie de Júpiter. Dicho cometa fue atrapado por el campo gravitacional joviano hace mas de 20 años, y desde ese entonces quedó orbitando alrededor del planeta.

Su caída hacia la superficie joviana se aceleró hace unos años, de hecho hace dos años el cometa pasó tan cerca del planeta que la fuerza del campo gravitacional lo fragmentó en mas de 20 pedazos. Desde entonces el cometa se convirtió en una serie de fragmentos pequeños (el mayor tendrá 4 km de diámetro), que viajan alineados por el sistema solar, orbitando a Júpiter.

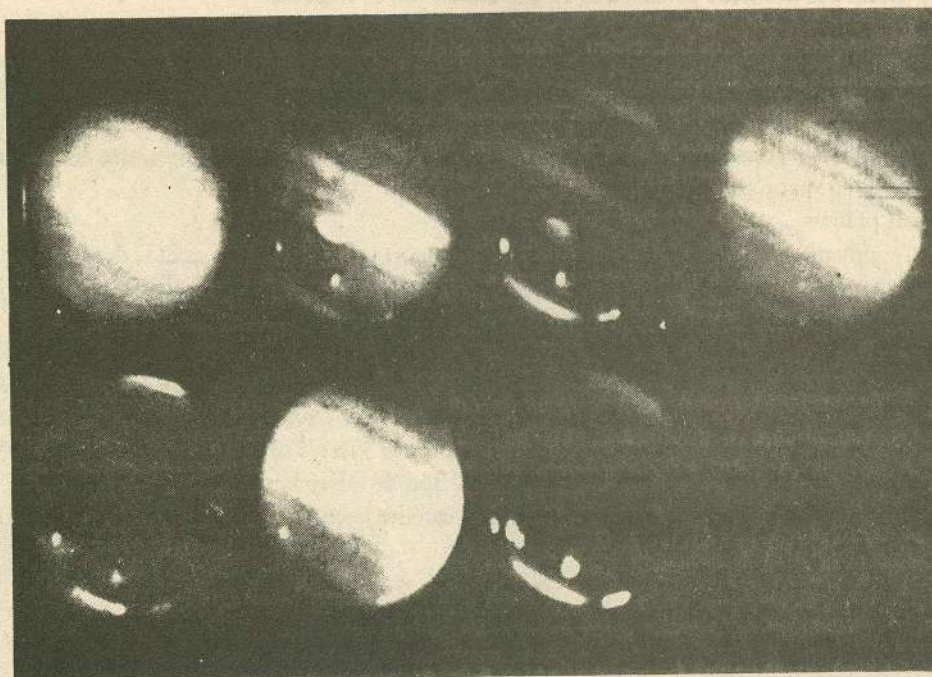
Debido a lo bien que se conoce su trayectoria, las fechas de impacto fueron previstas con gran precisión. Desde hace meses se ha seguido con gran detalle la trayectoria alrededor de Júpiter. También se puede conocer la fecha y hora en la cual cada uno de los fragmentos se impactará contra la superficie de Júpiter. Esto ocurrió entre el 16 de julio y el 22 de julio pasados.

La observación de los impactos desde los observatorios terrestres presentaba serias complicaciones ya que la mayoría de los impactos debían de ocurrir en la parte oscura del planeta visto desde la Tierra. Para cubrir la observación se había programado el uso de las sondas Viajero II y Galileo, esta última se encuentra relativamente cerca de Júpiter y en buena posición para registrar los impactos. La sonda Galileo fue lanzada hacia Júpiter en 1989, y su objetivo es estudiar la atmósfera joviana y se espera que llegue a orbitar a Júpiter a finales de 1995. Adicionalmente, se tenía previsto el hacer uso extensivo del telescopio espacial Hubble.

El fenómeno se desarrolló de acuerdo a lo previsto, los fragmentos estuvieron cayendo hacia Júpiter durante seis días (del 16 al 22 de julio). El primero cayó el 16 de julio a las 20:15 GMT y se trataba de un fragmento quizá menor a un km de diámetro cuya velocidad de impacto se estimó cercana a los 200 000 km por hora.



LAS IMAGENES del telescopio espacial Hubble muestran al planeta Júpiter captado primero con lente natural y luego con filtro ultravioleta. En esta última toma —flecha— se ve el estallido que produjo el fragmento del cometa Shoemaker-Levy al chocar con la superficie. (AFP)



EL OBSERVATORIO Keck de Hawai creó este mosaico de Júpiter, tomado a diferentes longitudes de onda, a partir de 1.2 micrones (esquina sup. izq), 2.3 micrones (segundo de la der.) y 4.2 micrones (extr. der.); los impactos del cometa Shoemaker-Levy 9 aparecen como puntos brillantes y muestran señales de calor radiante. Los científicos utilizarán la información para averiguar hasta dónde entraron los proyectiles en la atmósfera de Júpiter. (AP)

En esta forma, el día 16 de julio a las 20:15 GMT, muchos telescopios fueron enfocados hacia Júpiter pensando que se observaría poco del fenómeno pues los fragmentos caen en la parte oscura del planeta. Esperaban registrar la explosión del impacto de forma indirecta, midiendo la luz que reflejara sobre las lunas de Júpiter. Sin embargo, las observaciones fueron mejores de lo esperado.

Debido entre otros factores a la rápida rotación de Júpiter (9 horas 50 min), una vez transcurridos 20 minutos después del impacto, la zona quedaba en la parte visible desde la Tierra. Por ello se lograron ver, con buen detalle, los efectos de los impactos desde los telescopios terrestres. Este efecto consistió en la aparición de puntos de luz brillante (en el infrarrojo y ultravioleta) sobre la la superficie de Júpiter en la zona de impacto.

En el visible el fenómeno fue poco detectable, lograndose ver una pequeña mancha oscura en la zona de impacto. Pero con los sensores infrarrojo y ultravioleta el fenómeno se torna mas espectacular, apareciendo grandes zonas luminosas producto de la explosión. El fenómeno pudo ser observado desde muchos observatorios terrestres, como el de San Pedro Mártir en México, los cuales se habían preparado para registrar los impactos en forma indirecta.

Las manchas luminosas observadas presentan gran tamaño, algunas mayores al tamaño de la Tierra. Esto se debe a la energía liberada por la explosión, la cual desarrolla potencias estimadas en un millón de bombas atómicas similares a la de Hiroshima, y llega a generar temperaturas del orden de 30 000 grados.

Todos los impactos se llevaron a cabo en la zona cercana al polo sur joviano. Júpiter es un planeta compuesto por sustancias ligeras, en su gran mayoría corresponde a hidrógeno y helio. Por ello no cuenta con una superficie sólida, su atmósfera se hace mas densa conforme se acerca uno a Júpiter, y a 200 o 300 km de profundidad la atmósfera adquiere una densidad y presión considerables.

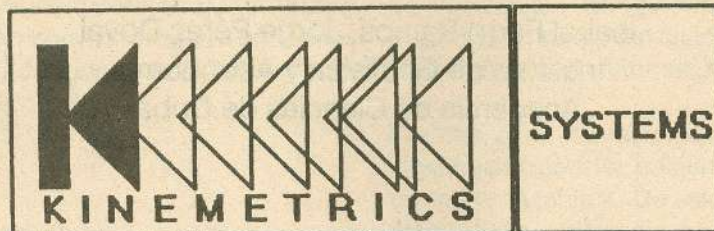
Aparentemente, la explosión de los fragmentos no se llevó a cabo durante el primer contacto con la atmósfera joviana, sino que se desarrollo 20 minutos después, una vez que penetró en zonas de mayor densidad y presión. Aun cuando no se ha explicado totalmente este fenómeno, lo bueno es que ocurrió pues de esta forma permitió a los observatorios terrestres observar y medir los diversos parámetros relacionados con el impacto.

Los datos tardarán un poco en ser analizados, sin embargo ya empiezan a plantearse algunas preguntas interesantes. Por ejemplo: a) se esperaba detectar la formación de agua durante el impacto y no se observó. b) se presentaron disturbios importantes en el campo magnético joviano, detectandose en la Tierra un gran aumento de ondas de radio provenientes de Júpiter. c) se lograron observar zonas luminosas (poco intensas) en las cercanías del polo norte en forma simétrica a las zonas de impacto.

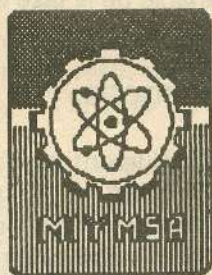
Este último fenómeno quizá esté relacionado con el transporte de material ionizado, desde un polo hasta el otro, por las líneas de campo magnético joviano. También se observaron perturbaciones y ondas en la superficie joviana generadas por los impactos. Pero aun falta analizar con detalle el gran cúmulo de datos obtenidos.

El estudio de los cometas y de los meteoritos han sido fundamentales para establecer nuestros actuales modelos respecto al origen del sistema solar y al origen de la vida sobre la Tierra. Con el descubrimiento de extinciones masivas de especies, producto aparente de impactos de cuerpos masivos sobre la Tierra, se amplia nuestro interés por dicho estudio. De hecho se está implementando un amplio programa de detección de cuerpos meteoríticos cuya órbita sea cercana a la Tierra. En este programa participa México, e incluso el primer satélite hecho en México (UNAMSAT-I) tendrá una parte importante en este proyecto.

SISTEMAS DE INGENIERIA SISMICA Y DINAMICA ESTRUCTURAL



REPRESENTANTE EXCLUSIVO PARA LA REPUBLICA
MEXICANA:



**MEDIDORES INDUSTRIALES Y
MEDICOS S.A. DE C.V.**

ODESA #1110
COL. PORTALES
03300, MEXICO, D.F.

FAX: (5) 605-9181 PHONE: (5) 604-0058
605-6312

Física del Mar

Un programa de posgrado

CICESE



Departamento de Oceanografía Física
Apartado postal #2732. Ensenada, B.Cfa., México
Teléfono 52 (667) 4 5050 ext. 4010. Fax 52 (667) 4 5154

Fotografía: Van Dyke

PRONOSTICO DE LA OCURRENCIA DE DESTELLOS MEDIANTE LA APLICACION DEL ANALISIS DISCRIMINANTE

Isabel Ferro Ramos, Jorge Pérez Doval
Instituto de Geofísica y Astronomía
Academia de Ciencias de Cuba

RESUMEN

Sobre la base de los datos de manchas solares obtenidos en el Departamento de Astronomía del IGA, se aplicó a los mismos el método del análisis discriminante para dos poblaciones, luego de haber dividido los datos según clases de Zurich y a su vez en dos poblaciones cada uno de ellos: que produjeron destellos a ± 1 día de considerados los datos de las manchas, y que no produjeron destellos.

Se obtuvo que la variable "área del grupo" es en general la más contributiva de forma independiente a la discriminación. Además, la variable "fase del ciclo" se hace importante a medida que se pase a clases de Zurich más complejas.

Para todas las clases de Zurich analizadas, ocurre que se pronostica mejor la no ocurrencia que la ocurrencia de destellos. La primera se logra pronosticar con efectividades entre 77% y 83%. En particular, el grupo de Zurich que mejor se pronostica es el E y el más difícil de pronosticar es el A. Los resultados logrados, utilizando un menor número de variables, son en cierta medida mejores que los reportados en otro trabajo similar, debido probablemente a haber utilizado entre las variables, la fase del ciclo y a haber subdividido el análisis según clases de Zurich.

INTRODUCCION

Las variables relacionadas con los grupos de manchas se han utilizado frecuentemente pero de manera unilateral, para relacionarlas con los destellos solares, con fines de pronóstico. (Antalova 1967, Kassinsky y Pobedin 1970, Knoska y Krivsky 1981). En particular esto concierne al área del grupo, la clasificación de Zurich, y el número de Wolf. Sin embargo, métodos multivariados que permitan tomarlas a todas en cuenta, se han utilizado menos, aunque en este sentido se deben mencionar los trabajos hechos empleando regresión multivariada (Jakimiec y Vasiucionek 1980) y otros basados en reconocimientos supervisado (Bernshtein y Burov 1976).

Sin embargo, se ha utilizado poco el método estadístico de reconocimiento de patrones, conocido por análisis discriminante (Hirman et al 1980). En el presente trabajo

se hará uso del mencionado método con dos particularidades no tomadas antes en cuenta; 1) la aplicación del método de forma separada a grupos caracterizados por una clase de Zurich dada y 2) la inclusión como variable de la fase del ciclo de actividad solar.

MATERIALES Y METODOS

Los datos de manchas fueron tomados del Servicio Optico Solar del Departamento de Astronomía del IGA correspondientes al período Marzo del 72 a Marzo del 78. Como se indicó, la muestra original fue dividida en 6 submuestras, correspondiendo cada cual a una clase de Zurich que se reseñan en la Tabla 1. Cada submuestra fue dividida en dos grupos: 1) el asociado al menos a un destello alguno en o al día siguiente de referirse los parámetros de las manchas y 2) el grupo de manchas no asociado a destello alguno en o al día siguiente en que corresponden los parámetros de las manchas.

Cada submuestra se analizó por separado, y al método se le entregó en cada caso una matriz de observaciones donde las filas son las manchas y las columnas sus variables correspondientes. Las variables utilizadas se muestran en la tabla 1.

La designación de ellas es la siguiente:

Sp-área del grupo de manchas en m_hv (millonésimas de hemisferio visible); Sp-variación respecto al día anterior en m_hs; # - número de Wolf para el grupo; del # - variación respecto al día anterior.

c - fase del ciclo de actividad codificado; Sm- área de la mancha mayor del grupo en m_hs, del Sm - variación respecto al día anterior de Sm; g - población del grupo que se codificó.

f - penumbra de la mancha mayor, que se codificó

CH - clasificación magnética, que se codificó:

El análisis discriminante es un método de reconocimiento de patrones que reduce un problema multivariado a uno univariado, mediante la construcción de la llamada función

discriminante, lineal en nuestro caso. Esta se construye como aquella combinación lineal de las variables que permiten producir la máxima diferencia entre grupos previamente definidos (en nuestro caso: dos). Tal función permitirá adjudicar cualquier nuevo individuo a uno de los grupos originales al evaluarlo según la variable que posea ese nuevo individuo (Davis 1978).

DESARROLLO

1. Posibilidad de la discriminación

Para cada submuestra se evaluó el estadígrafo F:

$$F = \frac{na + nb - m - 1}{(na + nb - 2)m} \cdot \frac{na \cdot nb}{na + nb} \cdot D^2$$

que se distribuye como la F de Fisher con m y $na + nb - m - 1$ grados de libertad, respectivamente, siendo m el número de variables y D la distancia de Mahalanobis.

El estadígrafo F responde a la hipótesis nula de que las dos medias multivariadas son iguales o que la distancia entre ellas es cero. Esto permite decidir si la discriminación es posible. Los resultados de aplicar la dócima a cada submuestra arrojan que dadas las variables utilizadas, la discriminación es siempre posible pues en todos los casos el estadígrafo supera el valor crítico para el nivel de significación de hasta 1%.

CONTRIBUCION DE LAS VARIABLES

En la propia tabla 1 se han subrayado las variables que (suponiendo sus efectos independientes) más contribuyen a la discriminación. En los grupos poco desarrollados de Zurich (A y B) ellas son el área de las manchas y su variación pero a medida que el grupo se vuelve complejo en su evolución según Zurich, la fase del ciclo se hace importante, con excepción de los grandes grupos E en que la población y el carácter de la penumbra de la mancha mayor, dominan la discriminación. En general, la variable más contributiva es el área del grupo, resultado que es de esperar.

EFFECTIVIDAD DE LAS CLASIFICACIONES

Los porcentos de mala clasificación se obtienen evaluando para cada observación, la función discriminante lineal, que se plotea por medio de barras a lo largo de la función discriminante. Sobre este eje también se plotean las puntuaciones discriminantes correspondientes a los centros de los dos grupos: R_a y R_b , así como R_o : el centro de los centros de los grupos A y B.

Los porcentos de mala clasificación del grupo A se definen como los individuos situados más allá de R_o hacia

el lado que ocupa el grupo B. Análogamente se define este porcentaje para el grupo B. Para cada submuestra se realizan varias corridas, involucrando diferente cantidad de variables. En general, los porcentos de mala clasificación aumentan cuando se disminuye el número de variables en cada submuestra, resultado obvio.

Por otra parte los resultados de los porcentos de mala clasificación para los conjuntos involucrados de variables se dan en la tabla 2. De esto se infiere que se pronostica mejor la no ocurrencia que la ocurrencia de destellos, hecho lógico pues el destello es un fenómeno más bien improbable que probable. El mejor grupo de Zurich que se pronostica es el E y el más difícil, el A.

Las clases de Zurich para las que se pronostica mejor la no ocurrencia de destellos son la B y la C y la más difícil la E. Por lo contrario, las clases de Zurich para las que se pronostica mejor la ocurrencia de destellos son la D y la E. Para cada clase, se calculó la efectividad E del pronóstico como la suma de los aciertos en las predicciones de ocurrencia y no ocurrencia entre el número total de predicciones. Ellas se dan en la propia Tabla 2.

El caso donde se obtiene la más alta efectividad (80%) es para la clase E. Para cada clase de Zurich se prepararon tablas de contingencia en que las entradas horizontales fue lo observado y las verticales lo pronosticado y se evaluó la verosimilitud del pronóstico ciego para cada una de ellas, así como la verosimilitud del método. Se obtuvo que para un nivel de significación de 1%, el método sugerido por la puntuación discriminante tiene derecho a existir, con excepción para la clase E en que la verosimilitud del método no es significativa. Esto se explica pues los grupos de manchas de clase E por lo general producen destellos, y se precisa de un método muy bueno para discriminar cuando no los van a producir. El método discriminante en las variables utilizadas, falla para esto.

La comparación con un trabajo anterior (Hirman et al 80) donde se emplea este mismo método pero se utiliza gran número de variables (29) arroja, en el caso de nuestro trabajo, porcentos de precisiones de ocurrencia que resultan ser similares (aproximadamente de 60%) o mayores (mayor que 70%) a las del trabajo mencionado como puede observarse de la Tabla 3. Este hecho de obtener parecidos resultados con un menor número de variables debe atribuirse a haber particionado previamente la muestra en clases de Zurich y haber tomado como variable la fase del ciclo.

CONCLUSIONES

1.- Para cada grupo de Zurich, las variables consideradas

.....

permiten siempre discriminar mediante una función discriminante lineal si el grupo producirá o no destellos con efectividades que se deducen de la Tabla 2.

2.- En general, de entre las variables consideradas, la más contributiva a la discriminación es el área del grupo de manchas. La variable "fase del ciclo" se hace importante para las clases de Zurich a partir de la clase C con excepción de la clase muy desarrollada E, en que la población del grupo y el carácter de la penumbra se hacen importantes.

3.- La efectividad más alta alcanzada en el pronóstico es para la clase E (80%) y la más baja para la clase A (69%). Sin embargo, el método no tiene derecho a existir para la clase E pues es el único caso en que la verosimilitud está por debajo de la verosimilitud del pronóstico ciego.

4.- Los porcentos de precisiones correctas o aciertos en las predicciones de ocurrencia son iguales o superiores a los del trabajo anterior de Hirman et al 1980. Este mejor resultado (utilizando un menor número de variables), debe estar relacionado con la partición de la muestra según clases de Zurich, y con haber tomado como variable, la fase del ciclo.

BIBLIOGRAFIA

Antalova, A. BAC No. 18, 2, 1967, pp 61-67

Bernstein, P.B., Burov, V.A. En "Surgimiento y evolución de las regiones activas ", Nauka, 1976, 186-189.

Davis, J. C. "Statistics and Data Analysis in Geology", N.Y., Wiley, 1973, 563 pp.

Hirman, J. W. et al. En "Solar Terrestrial Predictions Proceedings", vol. III, 1980, pp. C64-C74.

Jakimiec, M. Vasiucionek, J. En "Solar Terrestrial Predictions Proceedings", vol. III, 1980, pp. C54 - C63.

Kassinsky, V.V., Pobedin, L. F. Datos Solares, No. 9, 1970, pp. 106 - 110.

Knoska, S., Krivsky, L. BAC No. 32 - 5, 1981, pp. 292 - 303.

Tabla 1

Variables Importantes y tamaños de muestra

Submuestra	Clase de Zurich	Variables	N Muestra Grup. NDES	Grup. DES
I	A	Sp. del Sp, #, del #, c	58	33
II	B	Sp, del Sp, #, del #, c, SM, del SM,g	53	28
III	C	Sp, del Sp, #, del #, c, SM, del SM, g, f, CH	161	120
IV	D	Sp, del Sp, #, del #, c, SM, del SM, g, f, CH	176	176
V	E	Sp, del Sp, #, del #, c, SM, del SM, g, f, CH	22	114
VI	H,J	Sp, del Sp, #, del #, c, f, CH	96	127

Tabla 2

Porcientos de mala clasificación y efectividad del pronóstico

Clase de Zurich	NDES	Grupos	DES	E
A	22%		45%	69%
B	17		43	74
C	19		33	75
D	26		38	68
E	32		18	80
H,J	23		35	70

Tabla 3

Porcientos de precisiones correctas o aciertos en las predicciones de ocurrencia

Clase de Zurich	%
A	58
B	64
C	72
D	71
E	93
H, J	79



COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD

REVISTA MEXICANA DE GEOTERMIA

CONTENIDO

Vol. 9 No. 3, Septiembre-Diciembre de 1993

EDITORIAL	283
PERFORACION EXPLORATORIA EN LA ZONA DE TRES VIRGENES: EFECTOS POTENCIALES SOBRE EL AMBIENTE Alfredo Ortega, Cerafina Argüelles, et al.	285
ESTIMACION DE TEMPERATURAS DE LOS FLUIDOS DE PERFORACION DURANTE LA CIRCULACION Isaías Hernández Ramírez, Alfonso García Gutiérrez y J. M. Morales Rosas	305
THE EVALUATION OF STEAM-WATER MIXTURES WITH SHARP EDGED CIRCULAR ORIFICES Pedro Sánchez Upton	321
PROGRAMA DE ESPECIALIDAD EN GEOTERMIA Gisela Montero Alpirez	345
INFLUENCIA DE LA CONDUCTIVIDAD TERMICA DE LA ROCA SOBRE LAS CONDICIONES TERMODINAMICAS INICIALES DE SISTEMAS HIDROTERMALES EN ROCA VOLCANICA Mano César Suarez Arnaga	357
MODELO CONCEPTUAL APROXIMADO DEL YACIMIENTO GEOTERMICO EN EL VOLCAN DE EL CEBORÚCO Ing. J. Cesar Viggiano Guerra	369
"WORLDWIDE UTILIZATION OF GEOTHERMAL ENERGY"	389
INTERNATIONAL SYMPOSIUM GEOTHERMICS 94 IN EUROPE	397
BIOGRAFIAS CONDENSADAS DE ALGUNOS AUTORES	403
PROGRAMA DE VOLCANOLOGIA Wolfgang E. Elston	408

La Revista "Geotermia" es un órgano de información técnica publicada por la Gerencia de Protección Geotermoeconómica de la Comisión Federal de Electricidad. Edición trimestral y distribución gratuita. Certificados de Licitud de Título No. 2784, Octubre 2, 1985; Licitud de Contenido No. 2514, Diciembre 1, 1986, expedidos por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Correspondencia de 2da. Clase. Registro LSC 046-0488. Características 210122112. GEOTERMIA-LA REVISTA MEXICANA DE GEOENERGIA es nombre registrado en la Dirección General de Derechos de Autor de la SEP. Reserva U1 86. Reservados todos los derechos de reproducción del material publicado. Registro ISSN 0186-5897. Miembro Corporativo de la Asociación Geotérmica Internacional (IGA) y de la Asociación Geotérmica Mexicana (AGM).

ANOMALIAS DE LA PRECIPITACION DE XALAPA, VERACRUZ DURANTE EL PERIODO ENERO 1991 - AGOSTO 1992.

Irma Zitácuaro Contreras, José Llanos Arias, Federico Acevedo Rosas
Comisión Nacional del Agua
Clavijero No. 19 C.P. 9100

Domitilo Pereyra Díaz
Especialidad en Climatología
Universidad Veracruzana
Xalapa, Veracruz

RESUMEN

En el presente trabajo se analiza la anomalía de la precipitación registrada en la localidad de Xalapa, Veracruz, del período enero 1991-agosto 1992. El análisis se lleva a cabo comparando los registros de precipitación observados durante este período con la precipitación promedio mensual de los años de El Niño/Oscilación del Sur ENSO, así como con datos observados durante los años de 1982 y 1983 (años de Niño intenso). Se observan dos anomalías con respecto a los valores promedio, siendo una en el invierno y la otra en los primeros meses del verano. Estas anomalías presentan una marcada disminución de la precipitación en el verano en por lo menos uno de los años en que se presenta el evento, mientras que en el invierno no se presenta un comportamiento regular.

INTRODUCCION

El presente estudio se realiza como un preliminar del análisis de lluvias para el estado de Veracruz en el período 1991-1992 el cual ha sido de gran interés a causa de los fenómenos extraordinarios que se han presentado en el estado como son: una precipitación en Angel R. Cabada que alcanzó 505.1 mm en 24 horas, el día 12 de septiembre de 1992, algo similar ocurrió en el Puerto de Veracruz donde la lluvia registrada el día 6 de agosto de 1992 fue de 227.5 mm en 24 horas, con una lluvia máxima horaria de 99.4 mm la cual superó el record anterior para este mes que era de 68.7 mm y debido a lluvias intensas registradas en la Cuenca del Río Papaloapan en algunos cauces se superaron las escalas máximas registradas, entre estas se encuentran: la estación de San Juan Evangelista, Ver., el día 14 de septiembre 1992 se registró una escala de 23.12 m siendo la máxima registrada anteriormente de 22.96 m y en la estación de Villa Azueta, Ver., la escala registrada el mismo día fue de 15.81 m y la máxima presentada era de 15.40 m. Coincidiendo todos estos eventos con la presencia del FENOS se puede considerar que ambos están

intimamente relacionados, es importante resaltar que el FENOS del período en estudio fue calificado como uno de los más intensos (C.N.A, 1992) en los últimos años y sólo superado por el de 1982-1983, por esto se presentan también las precipitaciones registradas en ese período en la localidad de Xalapa, Veracruz para realizar un estudio del comportamiento de las precipitaciones en ambos casos.

EL NIÑO/OSCILACION DEL SUR

Entre los sistemas meteorológicos a nivel global que pueden alterar significativamente el comportamiento "normal" de los elementos meteorológicos se encuentra el fenómeno de El Niño/Oscilación del Sur, conocido como FENOS por sus siglas en castellano, el cual llega a ocasionar eventos desastrosos en algunas zonas y beneficios en otras.

El FENOS ocasiona alteraciones mundiales, entre las cuales se han identificado las siguientes anomalías (Acosta, 1988):

- a) En la precipitación.
- b) En la temperatura del agua de la superficie del Océano Pacífico.
- c) En los niveles normales de salinidad del Agua.
- d) En la elevación del nivel del mar.
- e) En la presión atmosférica.
- f) En la ubicación de la Zona Intertropical de Convergencia.
- g) En la intensidad y dirección de la contracorriente ecuatorial.

Este fenómeno tiene una duración entre uno y dos años y como se ha manifestado anteriormente afecta al clima de manera diversa en prácticamente en todo el globo. Estas oscilaciones, se incrementan en forma irregular en promedio cada seis años. Durante su presencia coinciden fenómenos tan dispersos como sequías en Australia,

noroeste de Brasil y Valle de Yang-Tse, inundaciones en Ecuador, Perú, México y California, inviernos benignos en el oeste de Europa y el este de Norteamérica y calentamiento del Océano Pacífico oriental.

Su formación se manifiesta en incrementos de temperatura en la superficie del Océano Pacífico Central, las cuales se van propagando hacia el este y al norte.

En la madurez las anomalías alcanzan las máximas temperaturas que se observan desde el Pacífico Central hasta las costas occidentales de América del sur, central México y parte de California, E. U. La terminación del FENOS se marca porque estas anomalías de temperatura desaparecen, su intensidad y duración son variables. La intensidad se clasifica de acuerdo al índice de oscilación del sur de débil a severa; por su parte la duración del ciclo completo va desde los trece a los diez y ocho meses.

Algunos investigadores han realizado estudios acerca de los efectos que causa el FENOS en las variaciones climáticas en México, entre éstos: Galindo (1987) asocia el fenómeno a perturbaciones en los regímenes de precipitación en los trópicos resultando sequías de gran producción agrícola y por otra parte lluvias torrenciales en zonas generalmente desérticas; Mosiño y Morales (1988) analizaron el período 1921-1983 para Tacubaya, D.F., encontrando aumento en las lluvias, así como en las perturbaciones tropicales en el Pacífico sudoriental en presencia de Niño moderado y para Niño fuerte observaron una tendencia en la disminución de la lluvia, sin embargo las perturbaciones tropicales mostraron un aumento; Cavazos y Hastenrath (1990) en sus estudios encontraron que en la presencia de El Niño las precipitaciones en invierno aumentan en el norte de México, en las costas centrales del Pacífico y en las costas de la Península de Yucatán; Pereyra et al. (1991), encontraron una relación significativa entre el aumento de la precipitación anual de Xalapa, Ver. y el fenómeno, cuando este se presenta con intensidad fuerte y una disminución en ausencia del mismo y Tejeda et al. (1992) encuentran que la precipitación anual y la temperatura media para Xalapa, Ver., tienden a incrementarse y disminuir, respectivamente durante los años de Niño Moderado, mientras que en presencia de Niño fuerte sucede lo contrario.

CONDICIONES NORMALES PARA LA REPUBLICA MEXICANA.

Las condiciones normales para la República Mexicana durante el invierno (Dic. Ene. Feb. y Mar) se caracterizan por precipitaciones que representan sólo un 11% del total anual, heladas en estados del norte y centro, así como nevadas ocasionales en las partes altas de las montañas y volcanes. Los fenómenos meteorológicos típicos de ésta

estación son: los frentes fríos. la afluencia de humedad debida al anticiclón del Pacífico; la baja del noroeste, la corriente de chorro subtropical y la vaguada polar. En esta época los frentes fríos son seguidos por la migración de masas de aire de origen polar que producen temperaturas mínimas extremas. Además, la zona de convergencia intertropical disminuye su actividad y se desplaza lentamente hacia el Ecuador.

CONDICIONES PRESENTADAS DURANTE EL PERIODO

Como se mencionó al principio de este artículo, en ciertas temporadas la combinación de la afluencia de humedad extraordinaria del Pacífico con el FENOS, da lugar a situaciones anómalas que pueden ocasionar cambios importantes en los distintos parámetros meteorológicos como son la lluvia, los vientos y la temperatura. Por ejemplo en el invierno de 1991-1992 se presentaron los siguientes casos (C.N.A., 1992); a).- Del 9 al 13 de diciembre de 1991, se presentaron lluvias intensas en Sinaloa, Sonora, Chihuahua y Durango, originadas por situaciones anómalas debido a la interacción de una baja presión en el noroeste, la corriente de chorro y la afluencia de aire húmedo del Pacífico; b).- Del 19 al 23 de diciembre de 1991, se registraron lluvias moderadas a fuertes en la región noroeste y nevadas en zonas montañosas de Chihuahua y Sonora, provocadas por la afluencia de aire húmedo del Pacífico, una baja presión en el noroeste, la presencia de una vaguada en la altura orientada del suroeste al noreste, la corriente de chorro e influencia de aire frío proveniente del norte de la República; c).- Del 9 al 12 de enero de 1992, se presentaron lluvias moderadas a fuertes en la región central y noroeste ocasionadas por afluencia de aire húmedo del Pacífico, baja presión en el noroeste del país, la corriente de chorro, el frente frío e influencia de aire frío polar; d).-- Del 16 al 18 de enero de 1992, se presentaron precipitaciones intensas y nevadas en varios estados del país, provocadas por un predominio de un flujo de aire húmedo intenso proveniente del Pacífico, asociado a una baja del tipo invernal que se mantuvo sobre el noroeste, esto ocasionó, que el aire frío, en superficie, llegará hasta la parte norte y central del país y que la corriente de chorro se desplazara hacia el centro del territorio. Después la baja presión se desplazó con rapidéz hacia el oriente, dando lugar a que el aire húmedo del Pacífico fluyera también hacia el Golfo de México y e).- Del 23 al 29 de enero de este mismo año, se presentaron precipitaciones moderadas a fuertes sobre la parte central del Pacífico y noroeste, ocasionadas por la afluencia de aire húmedo del Pacífico, la presencia de una baja presión en el noroeste combinada con la corriente de chorro y una vaguada polar extendida hacia el sur, esos sistemas propagaron el aire húmedo en la mayor parte del país.

AREA DE ESTUDIO

La Ciudad de Xalapa se encuentra situada en la vertiente norte del Cofre de Perote a los 19°31'35" de latitud norte y 96°54'35" de longitud oeste; a 1427 metros sobre el nivel del mar (Fig 1). Tiene un clima Semicálido-Húmedo, su temperatura media anual oscila entre los 18 y 22° C y la del mes más frío inferior a 18°C. El régimen de lluvias es en verano y en invierno las precipitaciones son algo superiores a 40 mm (Soto, 1990).

ANALISIS DE PRECIPITACION

Período 1982-83

Durante 1982 la precipitación en términos generales se comportó por abajo de la normal, excepto durante los meses de abril, mayo y octubre donde se comportó ligeramente arriba, para diciembre estuvo dentro de la normal. Para el verano (junio - septiembre) el comportamiento de la precipitación fué muy por abajo (Fig.2).

En 1983, la precipitación tubo ligeras variaciones con respecto a la normal y unicamente se comportó en forma irregular en julio (arriba de la norma), y en marzo, abril, mayo, septiembre y octubre (abajo de la normal).

Período 1991-92

Durante 1991, la precipitación mantuvo anomalías de enero a junio con significativos cambios en febrero donde se mantuvo muy por arriba, rompiendo record de lluvia total mensual y en marzo donde se acercó al mínimo total histórico. Y a partir de julio se comportó dentro de la normal (Fig. 3).

En 1992, de enero a marzo la precipitación se mantuvo arriba de la normal, durante abril y de agosto a septiembre se mantuvo dentro de la misma. Por otro lado en la parte del verano comprendida en los meses de junio y julio, se mantuvo muy por abajo.

COMENTARIOS

De los dos períodos analizados el mes de diciembre donde teóricamente el fenómeno se mantuvo la precipitación dentro de la normal.

En alguno de los dos años que comprende el fenómeno, cualquiera de ellos registra una anomalía marcada durante la temporada de lluvias, mientras que el otro se comportó cercano a la normal durante la misma temporada.

Los inviernos de 1980-81, 1981-82 y 1982-83 fueron

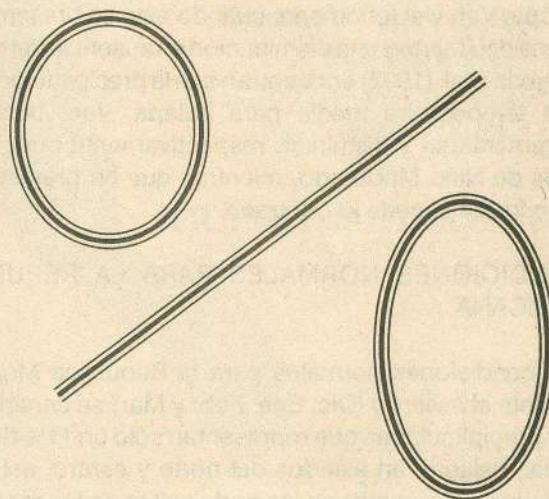
relativamente secos y los inviernos de 1990-91 y 1991-92 fueron relativamente húmedos.

Se registraron marcadas anomalías en ambos fenómenos.

De lo anterior, se puede inferir que las anomalías presentadas pueden ser ocasionadas por el FENOS. Este trabajo servirá de base para estudios futuros en el que se incluirá información y análisis de estaciones de todo el estado de Veracruz.

REFERENCIAS:

- Acosta, A. (1988) El Niño: sus efectos sobre el norte de México. Memorias del X Congreso Nacional de Hidráulica: 279-303.
- Cavazos, T. and S. Hastenrath (1990) Convention and rainfall over Mexico and their modulation by the southern oscillation. *Int. Jour. Climat.* 10: 377-386.
- C.N.A. (1992) Notas sobre la anomalía del fenómeno de El Niño y la Oscilación del Sur (FENOS): 9 págs.
- Galindo, I. (1987) El fenómeno El Niño: Oscilación suriana en las costas del Pacífico Mexicano. memoria II Reunión indicativa de actividades regionales relacionadas con la oceanografía. Com. Intersec. Inv. Oceanogr., Ver. México.
- Mosiño, P. y T. Morales (1988) Los ciclones tropicales, El Niño y las lluvias en Tacubaya, D. F. *Geofis. Internac.* 27 (1):61-86.
- Pereyra, D. B. Palma y A. Barrientos (1991) El Niño y su relación con las lluvias de Jalapa, Veracruz, México. *GEOS. Boletín Unión Geofis. Mex.* 10 (3): 11-15.
- Soto, M. y M. Gómez (1990) Atlas Climático del Municipio de Xalapa. Instituto de Ecología. Xalapa, Ver.
- Tejeda, A. (1992) Comparación gráfica de la temperatura media anual y de la precipitación total anual de Xalapa, contra los índices de anomalías climáticas globales en el período 1923-1988. *Bol. Unión Geofis. Mex.*



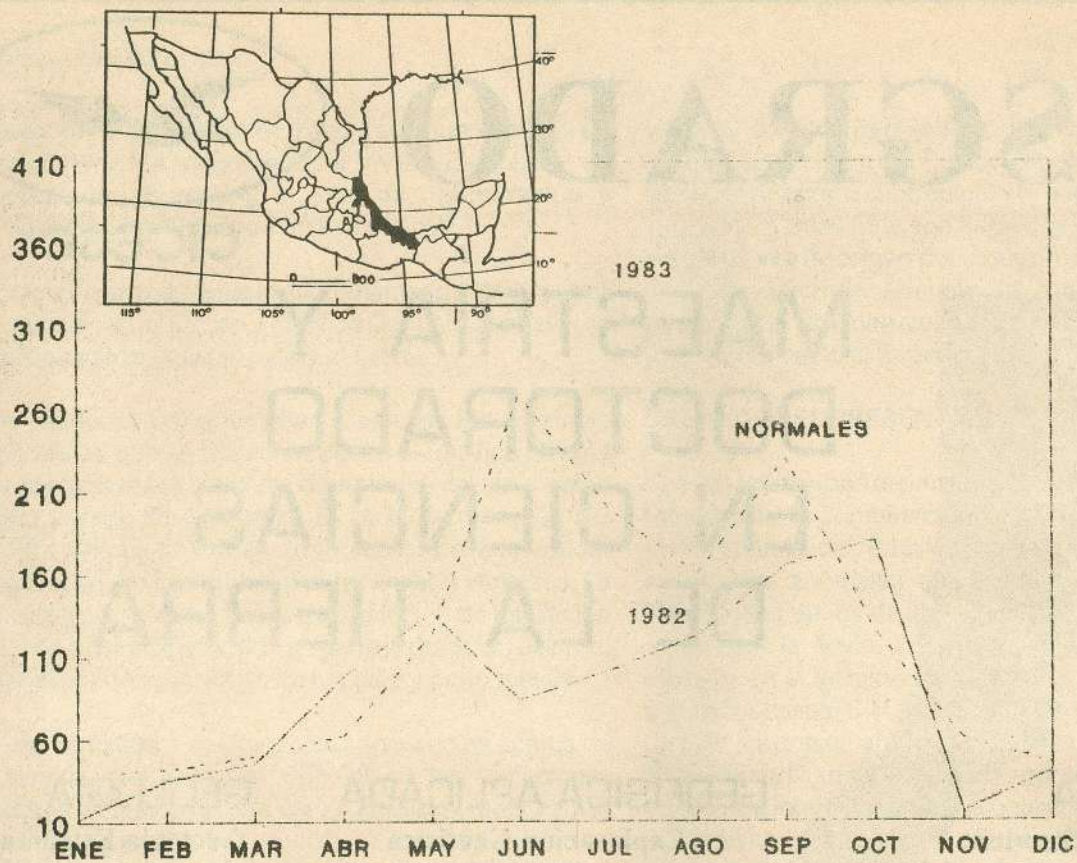


Fig. 1. Anomalia de la precipitación durante 1982-1983

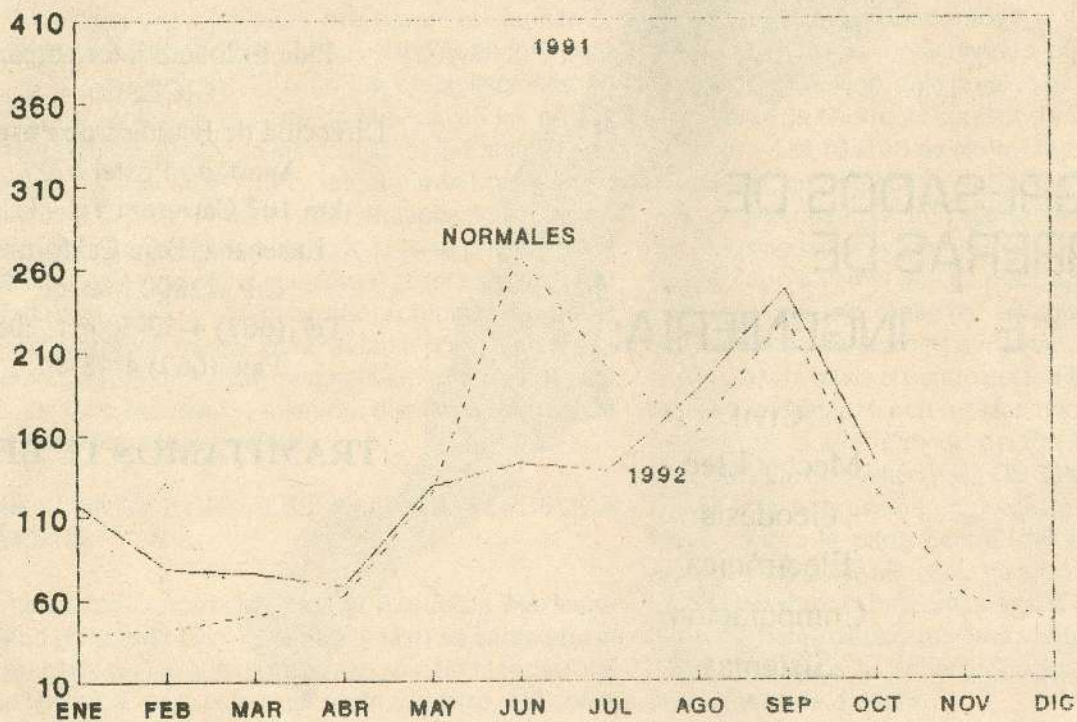


Fig. 2. Anomalia de la precipitación durante 1991-1992

POSGRADO



CICESE

MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA TIERRA

SISMOLOGÍA

Peligro y Riesgo Sísmico
Propagación de Ondas
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Fuentes Sísmicas
Sismotectónica

GEOFÍSICA APLICADA

Exploración Geofísica
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Electromagnetismo
Geofísica Marina
Geohidrología

GEOLOGÍA

Geología Estructural
Geología Marina
Geocronología
Vulcanología
Petrología
Tectónica

PARA EGRESADOS DE CARRERAS DE

CIENCIAS E INGENIERÍA:

Físicos
Químicos
Matemáticos
Oceanólogos
Geólogos
Geofísicos

Civil
Mec. y Elec.
Geodesia
Electrónica
Computación
Sistemas

Pide tu folleto informativo:
CICESE

Dirección de Estudios de Posgrado
Apartado Postal 2732
km 107 Carretera Tij. - Eda.
Ensenada, Baja California
C.P. 22800 México
Tel. (667) 4-50-50 ext. 2050
Fax. (667) 4-48-80

TRAMITAMOS TU BECA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR DE ENSENADA

ESTIMACION DEL CAMBIO CLIMATICO GLOBAL

Julian Adem

C. Ciencias de la Atmósfera-UNAM

El clima está en constante evolución debido a varias causas, las cuales se pueden agrupar en naturales y antropogénicas. Las naturales están asociadas con la evolución del planeta y su relación con el sistema solar. Las antropogénicas, están asociadas con las actividades humanas, y amenazan cambiar el clima en forma considerable en un período muy corto, en relación con los períodos de cambios climáticos naturales.

Desde hace unos 10 000 años empezó la tala de bosques, para desarrollar la agricultura y para obtener fuentes de energía-leña y carbón vegetal.

En los años recientes de industrialización y creciente utilización de automóviles, las actividades humanas, especialmente el uso de combustibles fósiles ha aumentado el bióxido de carbono y otros gases atmosféricos, y se ha producido el llamado efecto de invernadero, que amenaza en un cortoplazo calentar la atmósfera en cantidades apreciables en períodos relativamente cortos, y también cambiar otras variables climáticas como la precipitación pluvial, así como subir el nivel del mar, afectando algunos lugares bajos, y modificar, en general, la productividad agrícola y otras actividades humanas.

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático, iniciado hace tres años incluye tres grupos de trabajo, uno (Grupo I), para evaluar el cambio climático y los otros (Grupos II y III), para evaluar el impacto y tomar las medidas necesarias para evitar o aminorar los efectos perjudiciales de dicho impacto. El trabajo de los últimos grupos depende críticamente del primero, en el que se evalúa el cambio climático. Se ha llegado a la conclusión de que es necesario continuar activamente las investigaciones para producir resultados con mayor precisión y resolución espacial para poder ser usados con más eficiencia por los grupos II y III, culminando con una serie de recomendaciones en la Reunión Mundial del Clima, llevada a cabo en Ginebra la primera semana de noviembre de 1990.

A pesar de que se ha avanzado, el problema de la evaluación del posible cambio climático aún tiene muchas incertidumbres. Con la creciente industrialización, en un período relativamente corto, se han aumentado en la atmósfera gases como el bióxido de carbono, el metano y los óxidos de nitrógeno que han perturbado la atmósfera y producido dos tipos de efectos. Uno es la contaminación urbana, como ocurre

en la ciudad de México, en la que la calidad del aire se deteriora con efectos nocivos para la salud y cuya solución es muy compleja, pero con reglamentar el uso de vehículos y controlar la emisión contaminante de las fábricas, podría disminuirse en un período relativamente corto.

El otro efecto, que es el tratado en esta reunión, se debe a la acumulación en la atmósfera terrestre de los gases de invernadero (bióxido de carbono, metano, los óxidos de nitrógeno y otros) y que en un período relativamente corto amenazan cambiar el clima en el nivel mundial. El problema en este caso es que el tiempo de residencia de estos gases es de décadas y hasta de cientos de años, por lo que aún suspendiendo las fuentes que los producen, sus efectos continuarán por varios años. Por ejemplo, se supone que de continuar el ritmo de producción de bióxido de carbono actual, habría una duplicación del contenido de este gas en la atmósfera el año 2025.

La preocupación sobre el cambio climático global se debe a que existe clara evidencia observacional del aumento acumulativo de dichos gases en varios observatorios distribuidos en el planeta, entre los que destaca el de Mauna Loa en Hawai, con sus observaciones de bióxido de carbono.

El aumento de gases de invernadero producen un incremento de la energía atrapada en el sistema climático formado por la atmósfera, las nubes, el océano, los continentes y la cubierta de hielo y nieve, el cual produce un aumento en la temperatura y modifica otras variables del clima.

En contraste con la evidencia observacional contundente del aumento de los gases de invernadero, no existe, a la fecha, una evidencia observacional clara del cambio climático, aunque en los últimos años parece ya perfilarse la curva ascendente de la temperatura. Esto puede deberse a que el campo de temperatura observado es el resultado de las diversas causas que interviene en la formación del clima. Por ejemplo, el vulcanismo que tiene el efecto de bajar la temperatura, ha producido una disminución de la temperatura media, a partir de la erupción de Krakatoa en 1883, por varios años, y posteriormente ocurrió un aumento de temperatura con un pico en los años cuarenta que correspondió a poca actividad volcánica. Este es un ejemplo de cómo el vulcanismo, teniendo un efecto de disminución de

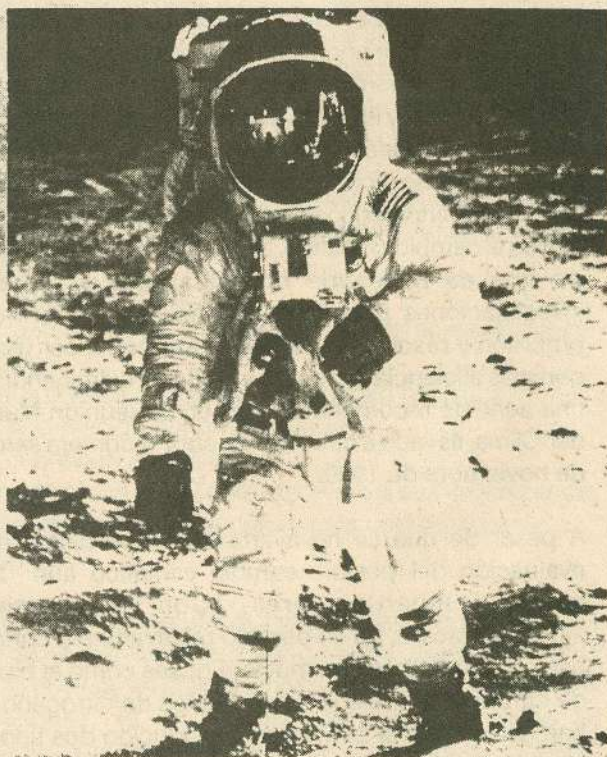
temperatura, podría contrarrestar el efecto del aumento debido a los gases de invernadero, lo cual complica el análisis de datos observacionales.

Por tanto, entre los proyectos prioritarios se debe incluir el análisis de datos de diversa índole en todo el sistema climático, para comprobar observacionalmente que el cambio climático global está ocurriendo.

Por otro lado, para saber cuál será la magnitud del cambio, se usan los modelos climáticos. Desafortunadamente los resultados, utilizando diversos modelos, dan una dispersión de resultados que oscila entre 0.5 y 5.5°C para el aumento medio global. Por esta razón, es necesario hacer un gran esfuerzo en mejorar los modelos y en tratar de entender las causas que producen las diferencias entre los resultados. En el Centro de Ciencias de la Atmósfera, utilizando el Modelo Termodinámico del Clima, estamos haciendo un análisis de las posibles causas, las cuales están asociadas al tratamiento adecuado de la retroalimentación del vapor de agua, de las nubes y de la cubierta de hielo y nieve.

Artículo aparecido en
Ciencia, Rev. Acad. Invest.Cient. Septiembre 1992

1994, 25 AÑOS DE QUE EL HOMBRE LLEGO A LA LUNA



CALENTAMIENTO GLOBAL CALCULADO CON EL MODELO TERMODINAMICO

René Garduño y Julián Adem
C. Ciencias de la Atmósfera-UNAM

Se reseña el trabajo de una década sobre la aplicación del modelo termodinámico del clima (MTC) de J. Adem a la simulación del efecto climático del aumento del CO_2 atmosférico. Calculamos los incrementos de temperatura, precipitación, etc, causados por una supuesta duplicación de la concentración de CO_2 en la atmósfera. Para esto tuvimos que mejorar el MTC en varios aspectos; se comenzó por refinar el espectro atmosférico de onda larga para que fuera sensible al contenido del CO_2 , posteriormente se incorporó la sensibilidad radiacional al contenido de vapor por agua (H_2O) y una parametrización de éste en términos de variables climáticas comúnmente medidas; con esto queda integrado al modelo el efecto climático de retroalimentación positiva entre temperatura y vapor. Además, se ha introducido una parametrización alternativa de nubosidad que da otra retroalimentación positiva. Con estos dos mecanismos, y el de criosfera (también positivo) que ya estaba incorporado, el MTC contiene los tres retroalimentadores considerados principales, todos debidos al agua.

Actualmente, los dos nuevos mecanismos están en valor promediado, global y anualmente, y en el futuro tendrán resolución espacio-temporal. Nuestros cálculos de calentamiento global se ubican, dentro del enjambre de resultados reportados por diversos autores con diferentes modelos, un poco debajo de la media. Hemos calculado también los factores de retroalimentación evaluando la contribución de los mecanismos con todas las combinaciones de uno o varios de ellos; estos factores resultan intermedios a los reportados por otros autores adicionalmente, las mejoras hechas al MTC han sido empleadas en otras aplicaciones de éste.

Hace diez años incorporamos al MTC la absorptividad atmosférica por CO_2 en el intervalo de 12μ a 19μ , tomada de Yamamoto y Sasamori (1958 y 1961). En esa banda sólo actuaba el CO_2 y el resto del espectro era fijo. Con esta parametrización calculamos el efecto climático de duplicar el CO_2 (Adem y Garduño, 1982). Posteriormente y usando el mismo espectro, hicimos cálculos más completos de los incrementos de variables climáticas, incluyendo la conservación del agua en el sistema, con la hipótesis de que el incremento de evaporación iguala al de condensación, punto por punto y mes por mes (Adem y Garduño, 1984).

Años después (Garduño y Adem, 1988) incorporamos al

MTC una nueva parametrización espectral, de 12μ en adelante, tomada de Smith (1969); en ella la absorptividad es función analítica de variables climáticas y de los contenidos de vapor de agua y de CO_2 en la atmósfera, con alta resolución espectral. Adicionalmente, parametrizamos el perfil vertical de humedad en términos de variables climáticas (Garduño y Adem, 1988). Con esto, el espectro resulta una función analítica que sólo depende de variables climáticas medidas comúnmente y del contenido de CO_2 , que se prescribe.

En años recientes adaptamos al MTC dos bandas de absorptividad de Ramanathan (1976) para longitudes de onda menores de 12μ , las cuales también se calculan con variables climáticas. Con esto, se completa el espectro atmosférico de onda larga analíticos e interactuante con el clima, quedando así incorporado al MTC el mecanismo climático de retroalimentación positiva por opacidad infrarroja del vapor de agua atmosférico.

También formulamos una parametrización alternativa de la extensión horizontal de nubosidad, basada en la hipótesis de conservación de humedad relativa en la atmósfera. Incorporada al MTC, esta parametrización produce otra retroalimentación positiva.

Ya anteriormente estaba incluida en el MTC la retroalimentación también positiva, por criosfera (extensión horizontal del casquete polar de hielo y nieve, cubriendo parcialmente océano y continente). Este mecanismo se genera haciendo coincidir la isoterma superficial de 0°C con la frontera del casquete.

Los mencionados son los tres principales mecanismos de retroalimentación del clima, todos se deben al agua, cada uno corresponde a una de sus tres fases.

En el MTC el mecanismo de criosfera tiene resolución espacio-temporal, pues se genera punto por punto y mes por mes, sin embargo, los de nubes y vapor están incorporados sólo en promedio anual y global.

Hemos manejado dos modelos, que difieren en el tratamiento espectral del vapor de agua. Este gas actúa realmente en todo el espectro de onda larga y así aparece en nuestro modelo ATM1; pero en el ATM2 el vapor no aparece en la banda del CO_2 (12μ a 19μ). ATM1 y ATM2 son propiamente las dos versiones del MTC

utilizadas en los cálculos de duplicación de CO₂.

La tabla I muestra los incrementos de temperatura superficial promedio y los respectivos factores de retroalimentación para todas las combinaciones posibles de los tres retroalimentadores; ocho casos, desde ningún mecanismo incluido hasta incluir los tres, y para los dos modelos. También se enlista el cociente de comparación entre los resultados de ambos modelos. En la tabla aparecen, además, los valores correspondientes calculados por otros autores, usando dos modelos de circulación general: Hansen y col (1984) y Schlesinger (1986), denotados HGCM y SGCM, respectivamente.

La figura 1 muestra algunas decenas de valores del incremento de temperatura superficial calculados por diversos autores con diferentes modelos, en las últimas décadas.

Del MTC se obtienen varias decenas de mapas mensuales y hemisféricos de temperatura superficial y de altura, precipitación, evaporación, balance y radiación, etc. Aquí sólo reportamos los resultados de incremento de temperatura superficial que es la variable climáticas más elevada. Como ejemplo, ilustramos en la figura 2 el mapa de julio, que se obtuvo del modelo completo (ATM1) con los tres retroalimentadores (caso 8).

En la figura 3 aparecen los espectros de emisión atmosférica que usamos: el de CO₂ (A), el de vapor (B) y el espectro conjunto de ambos gases (C). La emisión con el contenido actual de CO₂ es el área sombreada, su incremento por duplicación del CO₂ es la negra. Se ilustra para 280 K, pero esta temperatura es variable en el MTC.

Artículo aparecido en
Ciencia Rev. Invest. Cient. Septiembre 1992

Tabla I
Incrementos de temperatura y factores de retroalimentación

Caso	Retroalimentadores incluidos	Incremento de temperatura (°C)				Factor de retroalimentación				ATM2/ATM1
		ATM1	ATM2	HGCM	SGCM	ATM1	ATM2	HGCM	SGCM	
1	(Δ CO ₂)	0.3	0.8	1.2	1.35	1.0	1.0	1.0	1.0	2.7
2	+Δ H ₂ O	0.4	1.1	2.0	1.94	1.3	1.4	1.7	1.4	2.8
3	+Δ nubes	0.4	1.3	1.6	1.38	1.3	1.6	1.3	1.0	3.3
4	+Δ criosfera	0.4	1.2	1.3	1.56	1.3	1.5	1.1	1.2	3.0
5	+Δ H ₂ O +Δ nubes	0.8	1.7	3.2	1.81	2.7	2.1	2.7	1.3	2.1
6	+Δ H ₂ O +Δ criosfera	0.5	1.8		2.39	1.7	2.3		1.8	3.6
7	+Δ nubes +Δ criosfera	0.6	2.2			2.0	2.8			3.7
8	+Δ H ₂ O +Δ nubes +Δ criosfera	1.2	3.5	4.2	2.69	4.0	4.4	3.5	2.0	2.9

Aumento de temperatura superficial en °C y factor de retroalimentación al duplicar el CO₂ atmosférico, obtenidos con nuestros modelos (ATM1 y ATM2), por Hansen y col (1984) (HGCM) y por Schlesinger (1986) (SGCM). El caso 1 es sin retroalimentadores, el caso 8 incluye los tres (a saber, los incrementos de vapor de agua, nubosidad y nieve-hielo), los casos 2, 3 y 4 tienen un retroalimentador y los 5, 6 y 7 tienen dos. ATM1 es nuestro modelo con vapor de agua actuando radiacionalmente en todas las longitudes de onda del espectro atmosférico, en ATM2 el vapor está ausente de la banda donde el CO₂ actúa (12 a 19 μ).

Se define factor de retroalimentación a la razón del incremento de temperatura en un caso, dividido entre la del caso 1. En la última columna aparece la razón del incremento de temperatura al cambiar de uno al otro de nuestros modelos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración de Alejandro Aguilar, Rodolfo Meza y Jorg Zintzún, en las investigaciones aquí reportadas.

REFERENCIAS

- Ackerman, TP, *Tellus* (1979) 31, 115-123.
 Adem, J. y R. Garduño, *Geof Int* (1982) 21, 309-324.
 Adem, J. y R. Garduño, *Geof Int* (1984) 23, 17-35.
 Augusstson, T. y V. Ramanathan, *J. Atmos Sci* (1977) 34, 448-451.
 Charlock, TP, *J. Atmos Sci* (1981) 38, 661-663.
 Chou, MD. L. Peng y A. Arking, *H. Atmos Sci* (1982) 39, 2657-2666.
 Garduño, R. y J. Adem, *Atmósfera* (1988) 1, 157-172.
 Garduño, R. y J. Adem, *Reporte Técnico Núm. 13* (CCA, UNAM, 1988).
 Gutowski, WJ, WC Wang y PH Stone, *J. Geophys Res* (1985) 90, 13081-13086.
 Hansen, J.D. Johnson, A. Lacis, S. Lebedeff, P. Lee, D. Rind y G. Russel, *Science* (1981) 213, 957-966.
 Hansen, J. A. Lacis, D. Rind, G. Russell, P. Stone, I. Fung, R. Ruedy y L. Lerner, en *Climate processes and climate sensitivity*. JE. Hansen y T. Takahashi (Eds) (M. Ewing ser 5 AGU, Washington, 1984) 130-163.
 Hummel, JR, *Tellus* (1982) 34, 203-208.
 Hummel, JR, *J. Atmos Sci* (1982) 39, 879-885.
 Hummel, Jr, y WR, Kuhn, *Tellus* (1981) 33, 254-261.
 Hummel, Jr, y WR, Kuhn, *Tellus* (1981) 33, 372-381.
 Hummel, JR, y RA Reck, *J. Geophys Res.* (1981) 86, 12035-12038.
 Hunt, BG, *Tellus* (1981) 33, 78-88.
 Hunt, BG, y NC Wells, *J. Geophys Res.* (1979) 84, 787-791.
 Lal, M. y V. Ramanathan, *J. Atmos Sci.* (1984) 41, 2238-2249.
 Lindzen, RS, AY Hou y BF Farrell, *J. Atmos Sci.* (1982) 39, 1189-1205.
 Manabe, S, en *Man's impact on the climate*. WH Mathews, WW Kellogg y GD Robinson (EDS) (MIT Press, Cambridge, 1971) 249-264.
 Manabe, S, y RT Wetherald, *J. Atmos Sci* (1967) 24, 241-259.
 Manabe, S, y RT Wetherald, *J. Atmos Sci* (1975) 32, 3-15.
 Manabe, S, y RT Wetherald, *J. Atmos Sci* (1980) 37, 99-118.
 Ohring, G. y S Adler, *J. Atmos Sci* (1978) 35, 186-205.
 Ou, SCS, y N Liou, *J. Geophys Res.* (1985) 90, 2223-2232.
 Potter, GL, en *Environmental and climatic impact of coal utilization*. JJ. Singhy y A. Deepack (EDS) (Academic Press, Nueva York, 1980) 433-454.
 Ramanathan, V. *J. Atmos Sci.* (1976) 33, 1330-1346.
 Ramanathan, V. *J. Atmos Sci.* (1981) 38, 918-930.
 Ramanathan, V. MS Lian y RD Cess, *J. Geophys Res* (1979) 84, 4949-4958.
 Rasool, SI, y SH Schneider, *Science* (1971), 173, 138-141.
 Rowntree, PR, y J. Walker, en *Carbon dioxide, climate and society* J. Williams (ED) (Pergamon, Oxford, 1978) 181-191.
 Schlesinger, ME, *Reporte Núm. 41* (Clim Res Inst, OSU, Corvallis, 1983).
 Schlesinger, ME, *Adv Geophys* (1984) 26, 141-235.
 Schlesinger, ME, *Clim Dyn* (1986) 1, 35-51.
 Smith, W'L, *ESSA Tech Rep.* (1969) NES-47.
 Somerville, RCJ, y LA Remer, *J. Geophys Res.* (1984) 89, 9668-9672.
 Temkin, RL, y FM Snell, *J. Atmos Sci.* (1976) 33, 1671-1685.
 Tricot, Ch, y A. Berger, *Clim Dyn* (1987) 2, 39-61.
 Yamamoto, G. y T. Sasamori, *Sci Rep. Tohoku Univ.* 5th ser (1958) 10, 2.
 Yamamoto, G, y T. Sasamori, *Sci. Rep. Tohoku Univ.* 5th ser (1961) 12, 1.
 Wang, WC, G. Molnar, TD Mitchell y PII Stone, *J. Geophys Res.* (1984) 89, 4699-4711.
 Wang, WC, WB Rossow, MS Yao y M. Wolfson, *J. Atmos Sci.* (1981) 38, 1167-1178.
 Wang, WC, y PH Stone, *J. Atmos Sci.* (1980) 37, 545-552.
 Washington, WM, y GA Meehl, *J. Geophys Res.* (1983) 88, 6600-6610.
 Washington, WM, y GA Meehl, *J. Geophys Res.* (1984) 89, 9475-9503.
 Weare, BC, y FM Snell, *J. Atmos Sci* (1974) 31, 1725-1734.
 Wetherald, RT, y S Manabe, *Clim Change* (1986) 8, 5-23.

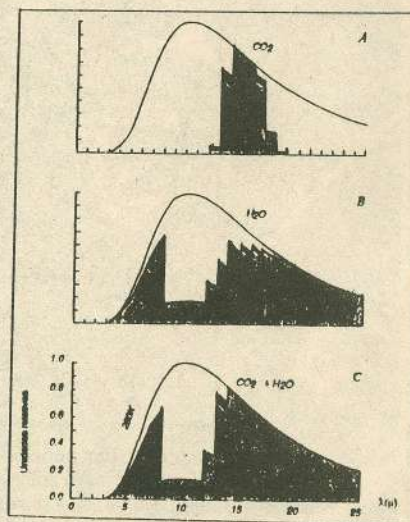


Figura 3. Espectros de emisión atmosférica usados en nuestros modelos: energía normalizada emitida en función de la longitud de onda (λ). El área sombreada es la energía emitida por la atmósfera con el contenido actual de CO_2 y el área negra es el incremento debido a la duplicación del CO_2 . Las partes A y B son los espectros para CO_2 y para vapor de agua, respectivamente. La parte C es el espectro para ambos gases combinados. Los espectros se ilustran con la curva de Planck para 280 K, pero esta temperatura es variable en los modelos.

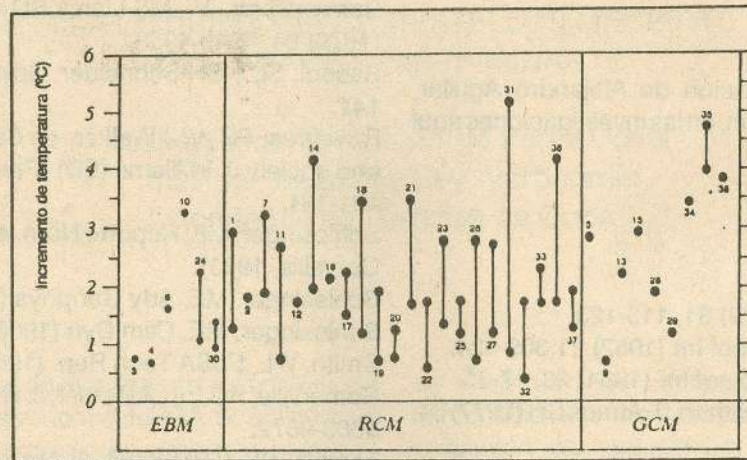


Figura 1. Incremento de temperatura superficial (en $^{\circ}\text{C}$) calculado para la duplicación del CO_2 atmosférico usando modelos de balance de energía (EBMs), modelos radioactivo-convectivos (RCMs) y modelos de circulación general (GCMs). Esta figura fue adaptada y modificada por Tricot y Berger (1987) a partir de una de Schlesinger (1984). Los resultados están numerados en orden cronológico: 1 Manabe y Wetherald (1967), 2 Manabe (1971), 3 Rasool y Schneider (1971), 4 Weare y Snell (1974), 5 Manabe y Wetherald (1975), 6 Temkin y Snell (1976), 7 Augustson y Ramanathan (1977), 8 Rowntree y Walker (1978), 9 Ohring y Adler (1978), 10 Ramanathan y col (1979), 11 Hunt y Wells (1979), 12 Ackerman (1979), 13 Potter (1980), 14 Wang y Stone (1980), 15 Manabe y Wetherald (1980), 16 Ramanathan (1981), 17 Charlock (1981), 18 Hansen y col (1981), 19 Hummel y Kuhn (1981), 20 Hummel y Kuhn (1981), 21 Hummel y Reck (1981), 22 Hunt (1981), 23 Wang y col (1981), 24 Chou y col (1982), 25 Hummel (1982), 26 Hummel (1982), 27 Lindzen y col (1982), 28 Schlesinger (1983), 29 Washington y Meehl (1983), 30 Adem y Garduño (1984), 31 Wang y col (1984), 32 Somerville y Remer (1984), 33 Lal y Ramanathan (1984), 34 Washington y Meehl (1984), 35 Hansen y col (1984), 36 Ou y Liou (1985), 37 Gutowski y col (1985), 38 Wetherald y Manabe (1986).

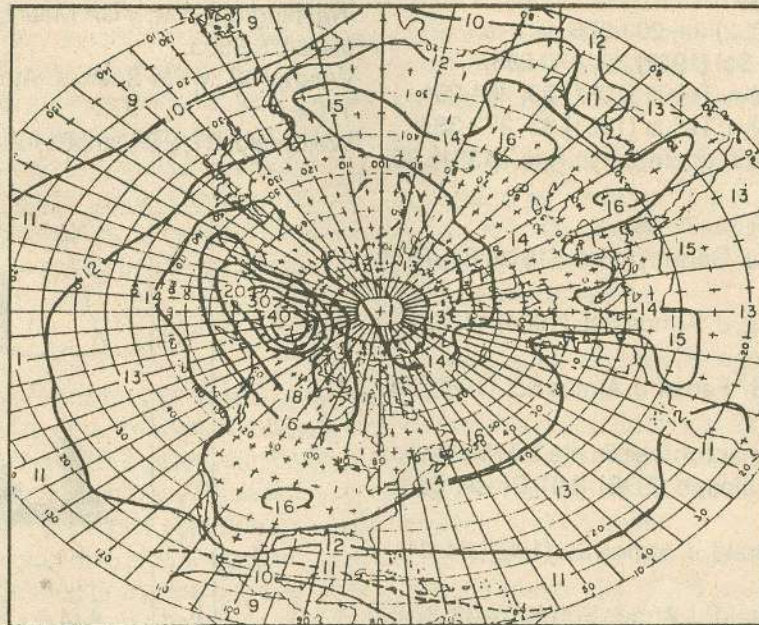


Figura 2. Incremento de temperatura superficial para julio (en décimas de $^{\circ}\text{C}$) debido a la duplicación de CO_2 atmosférico, calculado con nuestro modelo ATM1 (en el cual el vapor de agua actúa en todas las longitudes de onda del espectro atmosférico) para el caso 8 (que incluye los tres mecanismos retroalimentadores).

CAMBIOS CLIMATICOS REGIONALES COMO COMPONENTES DEL CAMBIO CLIMATICO GLOBAL

Ignacio Galindo
Centro Universitario de Ciencias de la Tierra
Universidad de Colima

RESUMEN

Se presentan algunas consideraciones regionales sobre el cambio climático global. En particular se menciona que 21 ciudades de países subdesarrollados, localizadas en los trópicos, tendrán poblaciones de entre 20 y 30 millones para el año 2000. Se analiza el impacto que sobre el clima regional ejercerán estos centros urbanos. El problema se ilustra con los cambios climáticos que se observan en las ciudades de México, D.F., y Guadalajara. Los registros de largo período de temperatura del aire, precipitación y radiación solar directa y difusa medidos en Tacubaya y en Ciudad Universitaria, México, D.F., indican que existe un calentamiento atmosférico de 0.2°C por cada diez años. Asociada al aumento de la temperatura, se encuentran incrementos decádicos de 39 mm en la precipitación total anual. La intensidad de la radiación solar directa se ha reducido entre 15 y 25% y la radiación difusa en condiciones de cielo despejado muestra aumentos cercanos al 50%. Por otra parte, la contribución regional de México, al efecto de invernadero del planeta por emisiones industriales y deforestación era de 1% para 1987 (Masera, 1991). En consecuencia se plantea la hipótesis de que los cambios regionales son parte del cambio climático global.

La importancia del problema justifica la creación de un programa nacional de mediciones indirectas utilizando satélites de la radiación solar total y espectral, incluyendo la porción ultravioleta, que abarque ambientes urbanos, rurales y de zonas costeras.

INTRODUCCION

Hoy en día la humanidad se encuentra en una situación sin precedentes: En el curso de una generación se espera que el ambiente que sostiene la vida en la Tierra cambie más rápidamente que en cualquier otro periodo comparable de la historia humana. Mucho de este cambio es responsabilidad de lo que hacemos. Las actividades mundiales, tanto económicas como tecnológicas contribuyen a los rápidos cambios que impactan nuestro ambiente global en formas que hasta ahora empezamos a entender. Los efectos de estos cambios pueden afectar profundamente a las generaciones venideras (IGBP, 1989).

En el transcurso de la historia las fuerzas naturales han influido y conformado el ambiente de nuestro planeta, lo

incomparable del reto que estamos encarando hoy en día, reside no solamente en la magnitud y grado de los cambios, sino también en la habilidad de la humanidad para producir inadvertidamente estos cambios. Las crecientes concentraciones atmosféricas de gases responsables del efecto de invernadero, debidas en parte a la combustión incompleta de los hidrocarburos, pueden alterar nuestro clima en forma importante. Las prácticas agrícolas y de manejo de los bosques, así como otros usos de la Tierra, las actividades industriales, el depósito de desechos y su transporte, han alterado los ecosistemas terrestres y el de las costa de nuestros océanos, afectando la productividad biológica, los recursos hídricos y la química de la atmósfera global. Ante esta compleja problemática surge la inevitable pregunta: ¿Cuál es la situación en nuestro entorno? Consideramos que antes de abordar el problema del cambio del ambiente que nos rodea se requiere considerar el problema de la emigración de origen campesino hacia los grandes centros urbanos. Ya en 1980 se estimaba que para el año 2000, cerca del 50% de la población viviría en las ciudades (Sassin, 1980; Peterson, 1984).

En los países subdesarrollados, la situación se presenta verdaderamente dramática; de 34 áreas urbanas con poblaciones de más de 5 millones de habitantes, 21 se encuentran en los trópicos y se estima que 11 tendrán de 20 a 30 millones de habitantes para el año 2000: Ciudad de México, Sao Paulo, Lagos, El Cairo, Karachi, Delhi, Bombay, Calcuta, Dacca, Shangai y Yakarta. Por otra parte, de los países industrializados sólo Tokio y tal vez Nueva York excederán, en el mismo período, los 20 millones de habitantes (Peterson, 1984). El desmesurado crecimiento de las ciudades mencionadas ha obedecido, más a presiones económicas de sus habitantes y soluciones políticas de sus gobernantes, que a una planeación adecuada, dando como resultado la casi imposibilidad de satisfacer las mínimas necesidades de sus habitantes (viviendas dignas, trabajos bien remunerados, sanidad e higiene, alimentación, energía, seguridad, educación, transportación, etc). En consecuencia, este crecimiento desordenado amenaza el funcionamiento adecuado de las ciudades conduciéndolas al caos urbano, manifestando entre otras formas en el desempleo, la pobreza, la delincuencia y la degeneración social. El entorno físico ante esta situación también se deteriora, al surgir grandes zonas de Tierra desnuda que producen tolvaneras, industrias

pequeñas con emisiones sin control, ausencia de áreas verdes, etc. Los ecosistemas se dañan profundamente, observándose el desarrollo de las contaminaciones atmosférica y del agua, principalmente.

Por lo anterior, se postula la hipótesis de que el cambio climático global se forma al adicionar los efectos que sobre el clima ejercen las partículas y gases traza producidos local y regionalmente. De hecho, del total de los 5900 millones de toneladas de carbón que contribuyen al efecto de invernadero en el planeta, los Estados Unidos de América contribuyen con un 17%, Europa (Mercomún y Europa del Este) con un 28%, México con el 1%, etc (Maser, 1991). Esto último significa que en el balance de emisiones de carbón a la atmósfera del planeta se contabilizan las emisiones industriales y por deforestación regionales como contribuyentes al total global de gases de invernadero. Así mismo, el calentamiento global de los años 1987-1988 se ha atribuido a incrementos regionales de la temperatura de los trópicos (WMO, 1989). De ahí la importancia de estudiar los cambios climáticos en los trópicos, tanto los de origen natural, que se sabe tienen repercusiones hemisféricas o globales, como por ejemplo, el fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (Philander, 1990) o las erupciones volcánicas, cuyas emisiones afectan por más de dos años el clima de la Tierra, como ocurrió con la erupción del volcán El Chichón en marzo y abril de 1982 (Galindo, Hofmann y McCormick, 1984). En el presente trabajo, se hace una revisión de los climáticos observados en la temperatura del aire, la precipitación y la radiación solar, en relación con el incremento de contaminantes atmosféricos en las ciudades de México, D.F. y Guadalajara, las cuales son las más grandes, pobladas y contaminadas de la República Mexicana.

EL CAMBIO GLOBAL

El cambio climático global ha sido predicho mediante los modelos generales de la circulación (Barnett, 1986; Bates y Mechl, 1986, entre otros), los dinámicos-radiativos (Ramanathan y col., 1987) y el modelo termodinámico (Adem y Garduño, 1982). En los que se incrementan en diversos escenarios los gases traza. Los aumentos simulados de los también llamados gases del efecto de invernadero, dan por resultado cambios en la composición química de la atmósfera, afectando diversos mecanismos, tanto radiativos como termodinámicos, de la dinámica atmosférica. Los modelos anteriores predicen aumentos de la temperatura del aire que varían de 0.5 a 5°C.

Por otra parte, existen análisis estadísticos que utilizan datos climatológicos cuyas series de tiempo de largo periodo se promedian para un hemisferio o para todo el planeta. Los resultados de estos trabajos indican aumentos de la temperatura del aire del orden de 0.5°C en los hemisferios, a partir de la segunda mitad del siglo diecinueve (Jones y col., 1986). Los trabajos anteriores cuentan con pocos datos originados en los

trópicos. Lo anterior implica que en sus análisis existe un sesgo determinado por la abundancia de estaciones meteorológicas en las latitudes medias y altas en contraste con las de los trópicos.

PROCESOS TROPOSFERICOS

Los llamados gases traza (CO, CO₂, CH₄, NO_x, O₃, CFC) se han incrementado desde la revolución industrial como resultado de actividades antropogénicas. Las emisiones industriales que contienen a estos gases son lanzadas a la atmósfera; los gases traza forman aerosoles en la baja atmósfera, es decir, interactúan con el vapor de agua, que en esta altura es abundante, formando la interfase gas-gas, o gas-sólido, que se mantiene por la acción de fuerzas electrostáticas de tipo coulombiano formando el aerosol. el aerosol absorbe y dispersa radiación solar en la baja atmósfera y como una disminución en la intensidad de la componente directa de la radiación solar en la baja atmósfera. Este proceso físico se manifiesta como una disminución en el incremento no lineal de la radiación difusa (véanse las figuras 1 y 2 y la tabla I). La disminución de la radiación

TABLA I

Extinción porcentual de la radiación solar directa por aerosoles antropogénicos en la atmósfera de la Ciudad de México.

Meses	1957-1962	1976-1985
Enero	3	5
Febrero	6	8
Marzo	3	5
Abril	10	9
Mayo	8	12
Junio	10*	6*
Julio	7	10
Agosto	6	8
Septiembre	7	9
Octubre	12*	10*
Noviembre	7	9
Diciembre	10	15
Anual	7.4	8.8
Desviación estandar	2.8	2.9

*datos sujetos a verificación

directa en la ciudad de México es de 15 a 20%, mientras que la radiación difusa en días despejados se ha incrementado aproximadamente en un 50%. Los valores actuales corresponden a una tasa anual de extinción de la radiación por el aerosol antropogénico de 8.8% (Galindo, 1984-1990): De hecho los índices de calidad del aire indican con

frecuencia que los niveles de contaminación de la ciudad de México, se encuentran por arriba de valores aceptables (Bravo y col, 1991; SEDUE, 1991). Ahora bien, aunque la vida media del aerosol urbano, de origen antropogénico, es de 4 a 5 días, en atmósferas urbanas contaminadas suelen ser mayores a los mecanismos o procesos de "sumidero" del aerosol. En consecuencia, las concentraciones de aerosol y de gases antropogénicos tienden a acumularse produciendo efectos directos en el sistema atmósfera-superficie, afectando inicialmente, además de la visibilidad, el balance radiativo entre la atmósfera y la superficie.

Considerando que en la energía interna del sistema atmósfera-superficie la radiación solar desempeña un papel fundamental, conjuntamente con la evaporación y la precipitación (Lorenz, 1967), no es difícil entender cómo se perturba el sistema atmósfera-superficie en una atmósfera urbana contaminada: por un lado, disminuye la energía radiante que ingresa al sistema, por otra parte, la transformación de las superficies en áreas de cemento impide el libre escurrimiento de la precipitación y la evaporación. Estas perturbaciones deben reflejarse en la precipitación. En la figura 3 se muestran anomalías anuales de la precipitación total en la ciudad de México, Guadalajara, Monterrey y Acapulco. Es notable el aumento de la precipitación en la última porción de los registros de Tacubaya y Guadalajara. Se estima que la precipitación ha aumentado 39 mm por cada diez años. Es decir, el valor actual de la precipitación total anual se encuentra 160 mm por arriba del promedio observado para el período de referencia, de 1946 a 1960 (Galindo, 1990 y 1991 a).

En una atmósfera urbana se consideran a las construcciones, a la industria y a los automóviles, como fuentes de calor. Estas fuentes contribuyen a la llamada "isla de calor" descrita para la ciudad de México por Jauregui (1984). Otra fuente más sutil, pero no menos importante, proviene de la radiación difusa, cuyo incremento se relaciona con aumentos en el calor sensible. El aumento de calor sensible significa pérdida de energía por el sistema. En la figura 4 se presentan las anomalías de la temperatura de aire para Tacubaya, Guadalajara, Monterrey y Acapulco. Se observa que tanto Tacubaya como Guadalajara muestran una tendencia al aumento de la temperatura en los últimos treinta años. Un ajuste polinomial a la porción final de los datos de Tacubaya (1960 a 1988) indica que, asociada a la tendencia al aumento, existe un aumento de temperatura de 0.20°C por cada diez años. Es decir, la temperatura anual de Tacubaya se encuentra aproximadamente 0.60°C sobre la media del período de referencia. El mismo análisis aplicado a la serie de tiempo de Guadalajara indica que los resultados para esta ciudad no son estadísticamente significativos. Sin embargo, esto último no quiere decir que la contaminación del aire de la ciudad de Guadalajara no requiera atención, por el contrario, es el momento de impedir que continúe el deterioro de su ambiente (Galindo, 1990 y 1991 a). Los efectos en las

energías interna y potencial del sistema atmósfera-superficie influyen notablemente en la energía cinética o de movimiento. Las fuerzas que intervienen en la generación del movimiento son principalmente: las diferencias de presión, tanto en el sentido vertical como en el horizontal y la fuerza de gravedad, que condiciona los movimientos en sentido vertical (Lorenz, 1967). En consecuencia, el viento, como manifestación del movimiento, debe verse notablemente afectado por los cambios anteriores. Desafortunadamente no se dispone de mediciones confiables y representativas de este parámetro.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En esta revisión se ha puesto de manifiesto que en las regiones tropicales y subtropicales existen 21 ciudades que para el año 2000 tendrán poblaciones de 20 a 30 millones. Además el problema demográfico, estas ciudades contribuyen con gases traza y aerosoles de origen industrial y deforestación al deterioro atmosférico regional. Se postula la hipótesis de que los cambios climáticos regionales son parte del cambio climático global. De hecho, México contribuyó con 1% del total mundial en 1987 al efecto de invernadero por región (Maser, 1991).

En el caso de México existen cambios climáticos regionales en las dos ciudades más grandes del país (ciudad de México y Guadalajara), asociado a un calentamiento antropogénico. Se observa un aumento en la precipitación, un decaimiento en la radiación solar indirecta y un aumento en la radiación difusa. Todos estos cambios han ocurrido a partir de 1960 de manera independiente. Es imprescindible identificar las variaciones climáticas en las regiones tropicales y subtropicales ya que se ha puesto de manifiesto que las latitudes medias se ven afectadas por los procesos atmosféricos de origen tropical mediante telconexiones (Wallace y Gutzler, 1981). Además, las emisiones de carbón por deforestación son considerables en estas latitudes (Maser y col, 1991).

La importancia del problema requiere a corto plazo de un programa nacional de mediciones, que incluya ambientes urbanos, rurales y de zonas costeras. Este tipo de investigación debe echar mano de datos satelitarios de alta resolución espacio-temporal, en porciones espectrales de ultravioleta, del visible y del infrarrojo. Paralelamente a las mediciones satelitarias se deben utilizar estaciones radiométricas de superficie de muy alta calidad para validar los datos del satélite y detectar tendencias climáticas regionales (WMO, 1991). Existen métodos (Tarpley, 1979) que permiten utilizar la insolación derivada por satélites meteorológicos en problemas de climatología solar (Galindo, Castro y Valdés, 1991) y en la evaluación de la extinción después de erupciones volcánicas como la de El Chichón en marzo y abril de 1982 (Galindo, 1991 b). Finalmente, las mediciones deben caracterizar la variabilidad climática global regional en escenarios reales.

REFERENCIAS

Artículo original aparecido en CIENCIA, Vol. 43, 1992

- Adem J. y R. Garduño, Geofis. Int (1982) 21,309-324.
 Barnett T.P. H. Geophys. Res (1986) D91,6659-6667.
 Bates G.T. y GA Mechl, Mon Wea Rev (1986) 114, 687-701.
 Bravo H, GR Roy-Ocotla, R. Sosa E y JR Torres, 84 Th. Annual Meeting Exhibition, Air Waste Management Association (Vancouver, Brithis Columbia, (1991) pp 1-11.
 Galindo I. "Antropogenic aerosols and their regional scale climatic effects" "Aerosol and their climatic effects. HE Gerber y A. Deepak (Eds) (Deepak Publ. Hampton, Va, 1984) pp 245-259.
 Galindo I. D.J. Hoffmann y MP McCormick (Eds) "Proceedings of the Symposium on Atmospheric effects of the 1982 eruptions of El Chichón Volcano", XVIII General Assembly of the International Union of Geodesy and Geophysics Hamburgo, Alemania, Geofis. Int (1984) 23, 113-304.
 Galindo I. Ciencia (1990) 41, 163-175.
 Galindo I. S. Castro y M. Valdés, Atmósfera (1991) 4, 189-201.
 Galindo I. "Regional Anthropogenic Climate Changes in Tropical Cities" Enviado a Atmospheric Environment (1991).
 Galindo I. "Assessment of Solar Irradiance Extinction due to El Chichón Stratospheric Aerosol", Enviado a Atmósfera (1991), International Geosphere Biosphere Programme, A Study of Global Change (1990) 12.
 Jauregui, E. World Climate Programme, WMO (1986) 652, 63-86.
 Jones PD, SCB Raper, RS Bradley, JF Díaz, P M Kelley y TML Wigley, J.of Climate o and Appl Met (1986) 25, 161-179.
 Lorenz EN, The Nature and Theory of the General Circulation of the Atmosphere, WMO, Ginebra (1967) 218,161.
 Mesera O, Ciencia y Desarrollo (1991) 100.
 Mesera O. MJ Ordoñez y R. Dirzo, Carbon emissions from deforestation in Mexico current situation and long-term scenarios (1991).
 Peterson, J. Ambio (1984) 13, 134-141.
 Philander, SG, "El Niño, La Niña, and the Southern Oscillation", International Gephysics Series, Vol. 46 (Academic Press, Inc, San Diego, 1990) 293 pp.
 Ramanathan, V.L. Callis, R. Cess, H. Hansen, I Isaken, W Kuhn, A Lacis, F. Luther, J. Mahlman, R. Reck y M Schlesinger, Revs of Geophysics (1987) 25, 1441-1482.
 Sassin, W. "Urbanization and the global energy problem" en Factors Affecting Urban Design. A System Approach. P Laconte (Ed) (Sijthoff-Noordhoff, Alphen, The Netherlands, 1980). Sedue, Daily Air Quality Report of the Mexico City Metropolitan Zone (Dirección General de Prevención y control de la Contaminación de la Subsecretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, México, D.F. de 1986 a 1990, 1991).
 Tarpley, JD, J. Appl. Meteorol (1979) 18, 1172-1181.
 Wallace JM, y DS Gutzler, Mon Weather Rev (1981) 109, 784-812. World Meteorological Organization (WMO), The Global Climate System. climate System Monitoring, World Climate Data Proqramme (CSM R 84/86, WMO/UNEP) 70 pp. World Meteorological Organization, Radiation and climate. Workshop on Implementation of the Baseline Ssurface Radiation Network (WCRP-54, WMO/TD- No. 406, 1991).

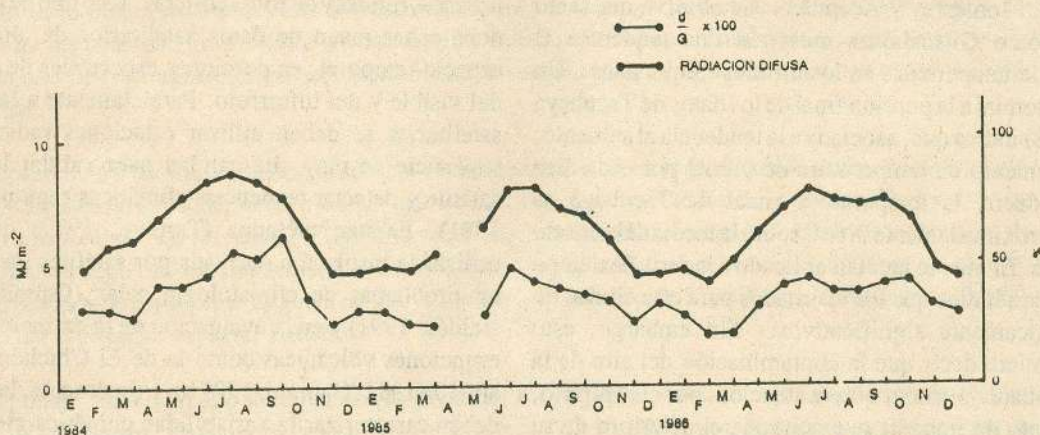


Figura 2. Medias mensuales de radiación difusa y razón porcentual de radiación difusa global medidas en ciudad Universitaria (1984-1986), en condiciones de cielos despejado.

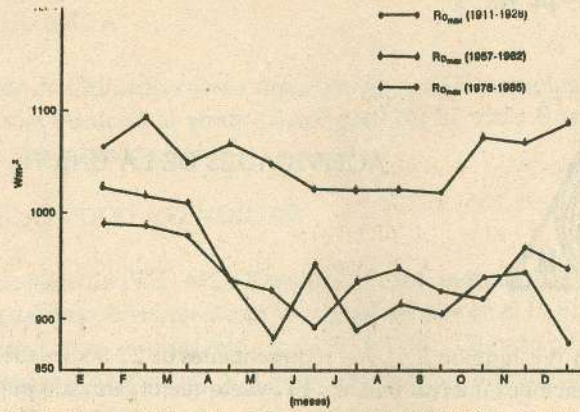


Figura 1. Máximos absolutos mensuales de la radiación solar directa medida en Tacubaya (1911 a 1929) y en Ciudad Universitaria (1957 a 1962 y 1976 a 1983).

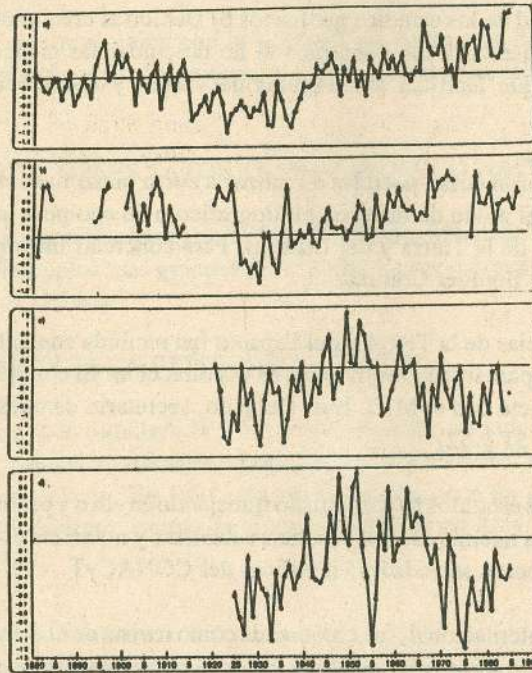


Figura 4. Anomalías anuales de temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$) con respecto a la media de 1946 a 1968: a) ciudad de México, b) Guadalajara, c) Monterrey, d) Acapulco.

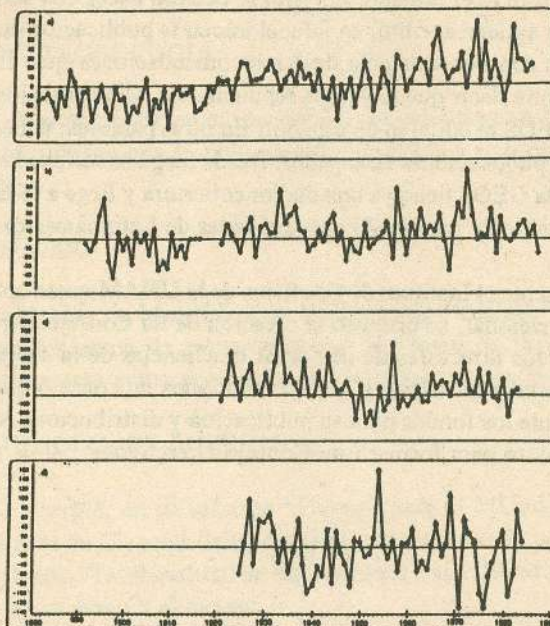


Figura 3. Anomalías de la precipitación total anual, en mm, con respecto a la media de 1946 a 1968: a) ciudad de México, b) Guadalajara, c) Monterrey, d) Acapulco.



ACTIVIDADES DE LA UNION

1.- En mayo pasado, se reunieron en Washington E.U.A., representantes de 27 Sociedades Geofísicas de igual número de países y 5 representantes de organizaciones internacionales. El evento fue organizado por la Unión Geofísica Americana y se contaba con una agenda muy completa para dicha reunión. Por parte de la Unión Geofísica Mexicana asistió nuestro presidente, Dr. Enrique Gómez Treviño. De las resoluciones de dicha reunión destacan tres: a) Urge reforzar en todos los niveles educativos la cantidad y calidad de los estudios geofísicos b) Debido al crecimiento de las licenciaturas con énfasis en aspectos tecnológicos, urge recomendar a los gobiernos el no descuidar las ciencias básicas y c) Hay que hacer la recomendación a los gobiernos de que faciliten los trámites de visado y burocracia en caso de eventos científicos internacionales.

Entre los aspectos que quedaron como posibles a realizar a corto plazo fue el elaborar un directorio conjunto de miembros de sociedades geofísicas, El envío de material bibliográfico o de equipo a las naciones con mayor retraso y el establecer una olimpiada en Ciencias de la Tierra y del Espacio. Para concretar mayores detalles estos representantes se volverán a reunir en julio de 1995 en Boulder Colorado.

2.- La idea de una olimpiada en Ciencias de la Tierra y del Espacio fue recibida con entusiasmo en la mesa directiva de la Unión, por lo que se formó un comité para iniciar los trabajos en esa dirección. El comité está abierto a todos los que deseen participar. Favor de ponerse en contacto con el M.C. Luis Delgado, secretario de nuestra sociedad. (CICESE, A. Postal 2732, Ensenada B.C. tel (617) 4 50 51 y 52)

2.- La comisión de revisión de nuestros estatutos ha continuado trabajando en ellos y pronto les serán enviados los borradores para recabar las opiniones de todos los miembros. Necesitamos actualizar y notarizar nuestros estatutos pues de otra forma no podremos inscribirnos en el padrón de sociedades científicas del CONACyT.

3.- La revista de la Unión, Geofísica Internacional, fue reconocida como revista de excelencia por el CONACyT. Esto quiere decir que los trabajos publicados en ella serán equivalentes a los de revistas internacionales en términos de evaluación. Sin embargo, el apoyo económico otorgado por CONACyT a la revista cubre solo el 30 % de su costo total anual y es el Instituto de Geofísica de la UNAM quien absorbe el faltante. Por ello se decidió hacer una serie de cambios en la revista, como la de nombrar coeditores por área que ayuden al editor en jefe, el iniciar la publicación de cartas al editor y la de publicar solo trabajos en inglés. Estos aspectos son consecuencia de las recomendaciones que dio el CONACyT para poder seguir apoyando a la revista. Esto no quiere decir que hayamos renunciado a editar trabajos en español, por el contrario, tanto las monografías como la revista GEOS se editarán en español. En otras palabras, debemos trabajar mucho más para cubrir nuestra revista en inglés y nuestras publicaciones en español. Desde luego se solicita la colaboración de todos los miembros con el envío de artículos. La revista GEOS tiene ya una mayor cobertura y llega a todas las universidades del país, a cerca de 15 universidades de Estados Unidos y más de 20 universidades de Latinoamérica.

4.- Con objeto de que no sea solamente el Instituto de Geofísica de la UNAM quien aporte los 90 mil nuevos pesos anuales para la edición de Geofísica Internacional, se propuso la creación de un Consejo Directivo de la Revista. Dicho consejo se pretende que esté formado por los directores de institutos de Ciencias de la Tierra (Geofísica, Geología, Geografía, Ingeniería, CICESE y Ciencias de la Atmosfera). Con ello tendremos un consejo que fije las políticas adecuadas para la revista y que aporte, equitativamente los fondos para su publicación y distribución. Aun no tenemos respuesta de algunos de los directores a los cuales se invitó para formar este Consejo Directivo.

SOCIOS DE LA U.G.M. CON CUOTA 94 PAGADA

L. J. Alvarez (-), L. Alva V. (S), H. Bohnel (FQIT), J.L. Bravo (CA), J. Cuenca, (-),
Z. De Cserna (GEOL),

M. Carrillo (-), C. Flores L. (EXG), S. Ferraes (S), S. Farreras (OF), J. C. Guerrero (GEOL),
M. Guzman S. (S),

E. Glowacka (S), I. Herrera (GEOH), A. Leyva (CA), J. Lugo H. (GEOG), L. Le Moyne (CA),
E. Mende (-),

L. Muniz B. (EEP), G. Montesinos (CA), A.L. Martin (V), J. Nieto O. (T), C.O. Monzon (OF),
J. Pantoja A. (GEOL),

U. M. Pedroza (-), J. Perez P. (EEP), M. Reyes (EEP), E. Ramos (V), J. Roldan Q. (GEOL),
A. Rivera (-),

R. Rodriguez (GEOH), C. Siebe (V), M. Suter (T), P. Schaaf (-), O. Talavera (-), C. Valdes (S),
O. Vassiliev (S).

ESTUDIANTES

J.R. Cortes L. (-), S. Chavez (S), A. Huidobro (-), J.L. Macias (V), B. Martiny (GEOL),
J. Payero (S),

E. Polanco (-), E. Romero (S), A. Sereno (-), R.M. Uribe (-), R. Valenzuela (-)

ATLAS NACIONAL DE MEXICO

Obra en tres tomos que presenta la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO, donde la labor de más de 300 especialistas quedará reunida en una colección de 160 cartas (alrededor de 600 mapas) editados a todo color por el Instituto de Geografía.

Volumen I

I. Mapas Generales

- 1.- Mapas generales
- 2.- Desarrollo histórico de la expresión cartográfica.
- 3.- Desarrollo histórico del levantamiento cartográfico.

II. Historia

- 1.- Epoca prehispánica,
- 2.- Epoca colonial
- 3.- Siglo XIX
- 4.- Movimientos armados
- 5.- Historia de las divisiones político-administrativas

III. Sociedad

- 1.- Distribución de las poblaciones y características demográficas
- 2.- Migraciones
- 3.- Sistema urbano
- 4.- Vivienda
- 5.- Educación
- 6.- Cultura
- 7.- Salud
- 8.- Tipología sociodemográfica

Volumen II

IV. Naturaleza

- 1.- Geología
- 2.- Tectónica
- 3.- Relieve
- 4.- Clima
- 5.- Agroclimatología
- 6.- Hidrogeografía
- 7.- Edafología
- 8.- Biogeografía
- 9.- Oceanografía
- 10.- Regionalización física

V. Medio ambiente

- 1.- Influencia del hombre en el medio ambiente
- 2.- Estado de los componentes naturales del medio ambiente
- 3.- La población y el medio ambiente
- 4.- Evaluación del patrimonio natural y cultural
- 5.- Síntesis del medio ambiente

Volumen III

VI. Economía

- 1.- Energía, agua y suelo, bases de la actividad económica
- 2.- Agricultura
- 3.- ganadería
- 4.- Actividad forestal
- 5.- Pesca
- 6.- Energía Eléctrica
- 7.- Economía petrolera
- 8.- Minería
- 9.- Industria
- 10.- Transporte y comunicación
- 11.- Turismo
- 12.- Comercio y servicios
- 13.- Asimilación económica del territorio
- 14.- Regionalización económica

VII México en el mundo

1. Relaciones Internacionales
- 2.- Comercio Internacional
- 3.- México en el mundo

Informes y ventas:

Instituto de Geografía,
UNAM
Circuito Exterior
Ciudad Universitaria
Apartado Postal 20-850
México, 01000, D.F.
Tel.: 548-97-79
Fax.: 548-40-86



Recordamos a todos los miembros de la Unión que la cuota para 1994 es de N\$ 75.00 (SETENTA Y CINCO NUEVOS PESOS 00/100 M.N.), la cual dá derecho a recibir las revistas Geofísica Internacional y el Boletín GEOS.

Favor de hacer llegar su cuota a:

F. Medina
Instituto de Geofísica UNAM
Apdo. Postal 2681
Ensenada, B. C., 22800

ó

Ana Pereda
Instituto de Geofísica UNAM
Cd. Universitaria
México, D. F., 04510

Con un cordial saludo.

M.C. Luis A. Delgado
Secretario General

GEOS, boletín Trimestral informativo de la Unión Geofísica Mexicana. El boletín publica noticias, notas de investigación, comentarios, opiniones, anuncios y aspectos relevantes para la vinculación y difusión de la actividad científica y docente del área de Ciencias de la Tierra en México.

Los trabajos de investigación enviados para publicación no deben de exceder de seis cuartillas más cuatro figuras. Las figuras deben ser originales a blanco y negro y de buena calidad. En el caso de noticias, comentarios u otro tipo de escritos, estos no deben de exceder de cuatro cuartillas. Todos los trabajos enviados serán revisados por el comité editorial de la revista.

GEOS, revista a la venta en:

Instituto de Geofísica-UNAM
Sección Editorial,
At'n: Ana Pereda

ó

CICESE
División de Ciencias de la Tierra
At'n: Guadalupe González

Costo del ejemplar N\$ 12.00

