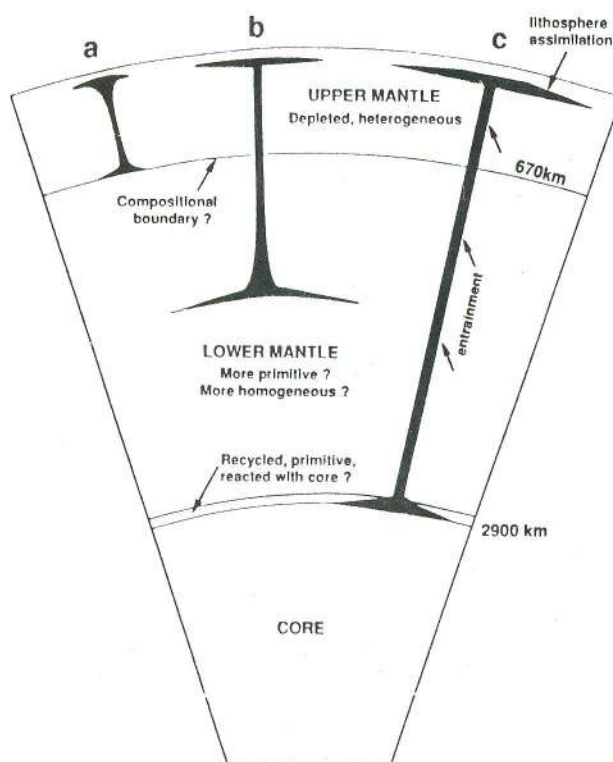


GEO

UNION GEOFISICA MEXICANA

EL MANTO TERRESTRE Y LOS HOTSPOTS



Volúmen 14

No.2

Abril de 1994

GEOS

Organo 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. Electricas 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, (CICESE), 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 dirigirla 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
Física y Química de las columnas de basalto fundido (plumes) que ascienden desde el manto.	
D.J. De Paolo, E.M. Stopler y D. M. Thomas.....	6
Geofísica Espacial.	
José F. Valdés.....	13
Sobre el efecto de gradientes de presión a lo largo de la costa en simulaciones numéricas.	
L. Zamudio y M. López.....	17
Estimación de las horas frío usando como variable la temperatura promedio diaria.	
B. Palma y D. Pereyra.....	23

Editorial

Una vez más, como todos los años, en la asamblea general de la última reunión de la UGM en Puerto Vallarta, se habló de la conveniencia de nombrar varios editores asociados para GEOFISICA INTERNACIONAL. Se discutió sobre el impacto que esto tendría en la agilización del arbitraje y en la calidad del mismo. También se consideró que la medida redundaría en una mejor y mayor promoción de la revista, pues los especialistas encargados de las diferentes áreas, además de contribuir al proceso editorial, serían también catalizadores para que más y mejores artículos se sometieran a la revista. Una vez más, como todos los años, muchos pensamos que nada pasaría. ¡Pero esta vez sí pasó! En el último número de GEOFISICA INTERNACIONAL aparece el nuevo comité editorial por áreas, el cual quedó formado como sigue:

Editor

Cinna Lomnitz

Hidrología y Exploración

M. de la Fuente

Ciencias de la Atmósfera

E. Jaúregui

Oceanografía Física

P. Ripa

Geoquímica

S.P. Verma

Paleomagnetismo

J. Urrutia-Fucugauchi

Sismología y Vulcanología

S.K. Singh

Física Espacial

H. Pérez de Tejada

Agradecemos a estos colegas el haber aceptado sus respectivos cargos. GEOFISICA INTERNACIONAL necesitaba iniciar una nueva etapa con un buen comité editorial. ¡Tiene el mejor!

NOTICIAS

VOLCAN TACANA

El Departamento de Protección Civil de Chiapas está elaborando un proyecto de construcción de caminos para 35 comunidades localizadas en las faldas del Volcán Tacaná, como parte del programa de mitigación de desastres en caso de emergencia volcánica. El Instituto de Geofísica de la UNAM ha instalado una red de sismómetros en el área.

ALTO RIESGO GEOLOGICO EN EL D.F.

Se calcula que cerca de un millón de personas habita en zonas con alto riesgo geológico en el D.F., de ellas 300 000 están en condiciones de grave peligro pues sus asentamientos están ubicados en zonas minadas de las delegaciones Álvaro Obregón e Iztapalapa. También hay asentamientos a lo largo de riveras de ríos, barrancas y cañadas, que pueden ser zonas de alto riesgo en temporadas de abundante lluvia. Personal del IMP, la CFE y la UNAM están llevando a cabo programas de exploración gravimétrica en algunas zonas con objeto de ubicar las de mayor riesgo.

FONDOS PARA INEGI

El INEGI modernizó su sistema de información geográfica e invirtió más de 20 millones de dólares en equipo de cómputo avanzado, por lo que podrá sacar información del relieve del territorio nacional en sistemas de disco compacto. Esta información será de gran utilidad a la investigación.

EXPEDICION MEXICANA AL POLO NORTE

La Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística organizó una expedición de científicos mexicanos al polo norte. La expedición saldrá a mediados de julio y se piensa conducir investigaciones en las áreas de Fisiología, Psicología y Medio Ambiente. En este último aspecto, el Dr. Carlos Gay asesora al grupo en una serie de investigaciones acerca de cambios climáticos y contaminación ambiental. Contaminantes aerosoles aerotransportados, estudios de la capa de ozono y de la penetración de luz ultravioleta.

NUEVO DIRECTOR EN EL INSTITUTO DE GEOLOGIA

En fecha reciente, la UNAM designó al Dr. Dante Moran como nuevo Director del Instituto de Geología de esa institución. El Dr. Moran es ampliamente conocido en la comunidad geológica de México, y está implementando el laboratorio de Geología Isotópica y Geoquímica más importante de Latinoamérica. Solo 50 de los 4000 geólogos de México cuentan con estudios de doctorado, por lo que resulta urgente reorganizar los estudios en esta área.

SISTEMA DE ALERTA SISMICO

El Departamento de Distrito Federal puso en operación el 23 de julio de 1993 un sistema de alertamiento electrónico ante la ocurrencia de sismos de gran magnitud. El sistema sonará una alarma en cuanto detecte la generación de un sismo de magnitud mayor a 6 o 7 grados. Debido a que los sismos de gran magnitud se generan, por lo general, en las costas de Guerrero, Oaxaca y Michoacán, la alarma sonará con poco más de cuarenta segundos antes de la llegada de las ondas sísmicas al D.F. Este tiempo permitirá detener y proteger sistemas como el Metro, de alimentación de combustibles o de energía eléctrica etc. Si la SEP inicia programas de entrenamiento adecuados, entonces sería factible pensar en que la alarma ayude en el desalojo de escuelas, cines, etc.

RIESGO GEOLOGICO EN ZACATECAS

Una colonia de Fresnillo desarrolló movimientos sísmicos de baja intensidad afectando viviendas en colonias urbanas. La falla activa San Pedro no había sido contemplada en el programa de desarrollo urbano pues se pensaba inactiva. La mina Proaño-Peñoles ubicada cerca de la zona, tiene túneles y socavones muy antiguos, anteriores al siglo pasado, y parecen ser parte de la problemática. Muchas autoridades no se han dado cuenta de que se requiere de información Geofísica para planificar las zonas de desarrollo urbano, sobre todo en las antiguas ciudades mineras con actual crecimiento rápido.

El ingreso de Mexico al grupo de países miembros de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) conlleva el hecho de que Mexico está obligado a incrementar los fondos destinados a Investigación y Desarrollo. Actualmente Mexico dedica 0.4 % del PIB y se requiere incrementarlo a 1 %. En opinión del CONACyT, Mexico debe tener una Secretaría dedicada a la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico.

INCREMENTO EN BECAS PARA ESTUDIOS DE POSGRADO

Durante 1993, el CONACyT incremento en 30 % el número de becas otorgadas para estudios de posgrado. Casi 9 000 becas fueron otorgadas para realizar posgrados en las diferentes áreas de la ciencia.

EL POPOCATEPETL Y LA NUEVA RED SISMICA DE PUEBLA

Durante el presente año se ha incrementado la actividad fumarólica en el volcán Popocatepetl. Este aspecto ha creado alarma entre las poblaciones cercanas al volcán. Sin embargo, no se ha presentado actividad sísmica lo cual indica que no hay peligro por el momento. El estado de Puebla inició el establecimiento de una red sísmológica con objeto de monitorear posible actividad en el volcán además de iniciar trabajos de microzonificación sísmica en el estado. El proyecto será llevado a cabo en colaboración por la UAP, la UNAM y el CENAPRED.

MAYORES RECURSOS PARA EL ININ

Durante 1993, el ININ recibió más de 30 millones de dólares para renovar equipo de investigación y para llevar a cabo investigaciones científicas. Entre los proyectos más importantes destacan los relacionados a la Química del Uranio, sobre todo los que hacen referencia al tratamiento de desechos de material radioactivo.

NUEVOS PROGRAMAS DE EXPLORACION EN PEMEX

Pemex invertirá casi 3 millones de nuevos pesos en programas de exploración en la sonda de Campeche. Con ello se busca incrementar el estudio de las reservas petroleras del país.

CENTRO NACIONAL DE VULCANOLOGIA

La universidad de Colima tiene pensado establecer un sistema de monitoreo sísmico, manejado por satélite, que le permita recibir información de los casi quince volcanes activos del país. Para ello destinarán 300 000 dólares. De llevarse a cabo el proyecto, se podrán sentar las bases de un Centro Nacional de Vulcanología.

NUEVO CRUCERO DE INVESTIGACION EN EL GOLFO

La Secretaría de Marina envió al Buque Oceanográfico H-04 Onjuko (dotado con equipo de vanguardia para estudios marinos) al estudio y análisis de las corrientes y procesos baroclinicos en la Plataforma de Yucatán. El buque, cuya base es el Puerto de Veracruz, acaba de ser equipado en Japón con instrumental moderno.

ESTUDIOS DE HUNDIMIENTO EN EL D.F.

Un grupo de investigadores del Instituto de Geofísica de la UNAM instaló una red de 20 estaciones geodésicas en el D.F. con objeto de estudiar, con GPS, el hundimiento general que se observa en las zonas ubicadas sobre sedimentos lacustres.

RADAR PARA DETECTAR HURACANES

La Comisión Nacional del Agua instaló en Cancún, Quintana Roo, un radar destinado a detectar y seguir el rumbo de tormentas y huracanes en el Caribe. Se construirá un edificio para la estación meteorológica y con ello se pretende subsanar la falta de equipo observacional en la zona del Caribe. Tanto el Huracán Gilbert en 1988, como el

Huracán Keith, en 1988, afectaron la zona y no se disponía de información confiable respecto a la ruta posible de los huracanes.

REUNION DE VULCANOLOGIA EN COLIMA

Con casi un centenar de trabajos se llevo a cabo la cuarta reunion nacional acerca del Volcan de Colima. Destaco la amplia participacion de colegas vulcanologos de Latinoamerica invitados por el comite organizador. Asi tambien, se informo que la red sismica del estado aumento de siete a diez estaciones, estas ultimas tres fueron ubicadas en San Gabriel, al oeste de Manzanillo y en Peña Colorada. Con esta red el Volcan de Colima pasa a ser el Volcan mas vigilado del pais.

INVESTIGACION EN INGENIERIA SISMICA

Las Universidades Autonoma Metropolitana, Autonoma de Guerrero, Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, Autonoma de Chiapas, Autonoma del Estado de Mexico y la Autonoma de Puebla, firmaron un convenio en Chilpancingo por medio del cual se comprometen a realizar proyectos conjuntos de investigacion en Ingenieria Sismica. Tambien se contempla la instalacion y consolidacion de una red de acelerografos.



LA GACETA ORGANO INFORMATIVO DE LA ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION A.C.

VOL. I NUM. 3

SEPTIEMBRE-OCTUBRE 1993

CONSEJO DIRECTIVO 1993-1994

Presidente:
ING. RAYMUNDO AGUILERA HERRA
Vice-Presidente:
ING. RUIZ RUBEN RUTH DE LA VEGA
Secretario:
ING. JOSE EL SALINAS ALTES
Tesorero:
ING. CESAR NAVARRO TAPIA
Vice-Tesorero:
ING. VICTORIA FERRILLADO FLORES
Editor:
ING. ROBERTO KAMRINS CAMPUS
Coeditor:
ING. EFRAIN MENDEZ HERNANDEZ
Coed. Asesor Editor:
ING. JOSE G. VIVEROS ZUNIGA
Sub-Coed. Asesor Editor:
ING. SERGIO GARCIA DEL TORO
Coed. Eventos Locales:
ING. MARCELO OLIVARES DAVILA
ING. FERRARIELSON TAPIA
Coed. Eventos Sociales:
ING. ROBERTO VERA SANCHEZ
ING. ALFONSO HERRERA NAVARRO
Presidentes Delegacionales:
Revista:
ING. CARLOS GANTU SALINAS
Europeas:
ING. JUAN MALDONADO LEZAMA
Asia:
ING. SALVADOR MALDONADO SERVANTES
Centro-Asia:
ING. LUIS OLIVARES FONSECA
Villas:
ING. JUAN RIVERA LA TORRE
El Carmen:
ING. ACTIBO PEREZ GALITA
Toluca:
ING. ENRIQUE DE LA ROSA SANTOS
Mexico:
ING. JOSE P. ARELLANO GUERRA
Varios:
ING. CARLOS VILLEGAS CASCASO
ING. ERNESTO FLORES
ING. ANDRES TEJERO AMARAL
ING. JAVIER NUNEZ ARZA
ING. RUBEN D. MARTINEZ MACIAS
ING. ALBERTO ANTONIO LIMON

EDITORIAL

Es innegable que el avance científico y tecnológico de un país descansa básicamente en la capacidad de desarrollo de sus centros de investigación y estudio superior y en su vinculación con el sector productivo.

Durante la década pasada, nuestro país experimentó la llamada fuga de talentos, donde se estima que un 30% de los investigadores abandonaron sus respectivos centros de trabajo debido a razones de tipo salarial. Un estudio publicado por la Unión Geofísica Mexicana revela que durante el periodo 1981-1990, la UNAM perdió el 23% de su planta científica, la UAM el 10% y el IPN el 17%; siendo las áreas de investigación aplicada y de desarrollo tecnológico donde mayormente se resintió este fenómeno.

Actualmente el CONACyT realiza esfuerzos para fomentar la investigación nacional y reincorporar profesionales de las ciencias e ingeniería mexicanos en el extranjero, a partir del sistema de becas denominado Padrón del Posgrado de Excelencia, promoción de proyectos atractivos de investigación y el apoyo al Sistema Nacional de Investigadores, mientras que ha logrado atraer la atención de científicos extranjeros, principalmente del ex-bloque socialista, a través del Fondo para la Creación de Cátedras Patrimoniales de Excelencia. Con estos programas, se han repatriado a 500 investigadores en los últimos dos años, así como incorporado a 254 académicos extranjeros.

El porcentaje del egreso federal dedicado a labores de investigación es por ahora el más alto registrado, sin embargo aún bajo en relación con otras naciones. Es requerible brindar mayores estímulos y recursos al quehacer científico y tecnológico, demandando a las instituciones la creación de tecnología propia e implementación de la ya desarrollada, así como concientizar a la planta industrial que la investigación es una inversión productiva a mediano y largo plazo.

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

FISICA Y QUIMICA DE LAS COLUMNAS DE BASALTO FUNDIDO (PLUMES) QUE ASCIENDEN DESDE EL MANTO TERRESTRE.

D.J. De Paolo,¹ E.M. Stolper² y D.M. Thomas³

¹ University of California - Berkeley ² California Institute of Technology ³ University of Hawaii

Las cadenas de volcanismo extinto (tracks) dejadas por los hotspots sobre la superficie de la Tierra, son rasgos topograficos muy importantes de la corteza terrestre. Sin embargo, sus orígenes permanecen pobremente entendidos [Okal and Batiza, 1987]. La cadena volcánica de Hawai, denominada Emperador, que domina la topografía del fondo oceánico del pacífico central, es quizá la mas desarrollada y mas intensamente estudiada de estas cadenas de volcanismo extinto o "tracks" dejado por un hotspot, y continúa siendo uno de los mas importantes laboratorios de campo en el mundo para diversos estudios, como son: los procesos igneos, el movimiento de placas, la convección en el manto terrestre, la determinación de la estructura, evolución geoquímica y propiedades generales de la Litósfera, etc.

A pesar del continuado esfuerzo en la investigación, aún estan sin respuesta cuestiones fundamentales referentes a la composición, estructura y evolución de los volcánes Hawaianos y sus fuentes de magma. Parte de ello se debe principalmente a que solamente pueden tomarse muestras de las lavas de las últimas etapas en la evolución de los volcánes, pues son las que estan en la superficie. Por lo tanto, la mayor parte de la estructura interna de los volcánes y la evidencia histórica de su crecimiento y evolución geoquímica, se encuentran escondidas en las profundidades. Los volcanes mas profundamente erosionados son expuestos únicamente a profundidades del orden de un kilómetro, mientras que hay volcanes que se llegan a elevar de 5 a 10 kilómetros sobre el antiguo fondo del océano [Moore, 1987].

A finales de 1986, en reconocimiento al valor científico de las observaciones de las profundidades interiores de los volcanes Hawaianos, un grupo de Científicos dedicados al estudio de la Tierra sometieron una propuesta a la Fundación Nacional para la Ciencia de los Estados Unidos (NSF). La propuesta se sometio al comite denominado DOSECC (Deep Observation and Sampling of the Earth's Continental Crust). Esta propuesta consistia en un proyecto para perforar, recuperando los nucleos, en las inmediaciones de un volcán, con objeto de establecer y estudiar una secuencia estratigráfica

lo mas completa de sus lavas. Siguiendo la reorganización de los programas de perforación, esta propuesta fue enviada al Programa Continental de la Litosfera, de la Fundación Nacional de Ciencias de los EUA, en 1988 y de nuevo en 1989.

La propuesta del proyecto científico Hawaiano de perforación (HSDP), tiene como principal propósito el mejorar nuestro entendimiento de la estructura y la dinámica del manto, principalmente en lo que se refiere al origen de las columnas de basalto fundido que ascienden desde el manto o "plumes", mismas que se generan en el manto y que interaccionan con la litósfera y la astenósfera en su ascenso a la superficie.

Los estudios propuestos podrían proveer también de datos únicos sobre la física y la química de la generación de los magmas basálticos, sobre la estructura interna de los volcanes oceánicos y otra serie problemas geofísicos y geoquímicos.

La perforación con recuperacion de nucleos es un medio efectivo para atacar este tipo de problemas debido a que los objetivos (las acumulaciones de lava de grandes volcanes tipo escudo de Hawai) son configuraciones sub-superficiales casi horizontales. La información que se hace accesible através de las perforaciones, es casi imposible de obtener por otros medios, por lo tanto parece ser necesario emplear la perforación para atacar de manera eficiente este tipo de problemas.

En este escrito describiremos las bases científicas fundamentales del proyecto propuesto: Elucidación de la Física y la Química de los "plumes" del manto bajo Hawai, sobre la escala de tiempo de un solo volcán (cerca de un millón de años).

ORIGEN Y QUIMICA DEL LOS "PLUMES" DEL MANTO

La revolución creada por la Tectónica de Placas y la exploración de otros cuerpos del Sistema Solar causaron un profundo cambio en nuestro entender acerca de la evolución de la Tierra y su estructura. En muchas formas las investigaciones hicieron ver que el fenomeno referente a la convección en el interior de la Tierra es quizá el proceso

único mas importante que determina su evolución. El estudio de la Tectónica de Placas está ligado a la forma en como se realizan los movimientos a gran escala que estan teniendo lugar en el manto terrestre. Ello pone de manifiesto la necesidad de entender las propiedades de los materiales del manto, la conveccion en si misma y la relación de la dinámica entre el manto y los procesos sísmicos, los campos geopotenciales, la figura de la Tierra y la evolución de los continentes.

El estudio directo del manto es practicamente imposible, por ello deben ser usados metodos indirectos de estudio. Estos estudios incluyen el analisis de la información del flujo de calor, la figura de la tierra y sus deformaciones debido a los procesos convectivos, estudios sísmicos, ademas de estudios de laboratorio que incluyen las propiedades de minerales y materiales a alta presión. Este tipo de estudios se llevan a cabo comunmente con objeto de modelar la composicion del manto. Estudios geoquímicos, derivados de los materiales del manto, tienen un rol especial en tanto que nos proveen de informacion respecto a la estructura y composición existente en el manto. Además, nos permiten estimar los tiempos de residencia en el manto de los materiales y su dispersion a escala planetaria. Los tiempos de residencia son posibles de conocer a través del estudio de variaciones isotopicas. Para ello se hace uso, sobre todo, de las lavas basálticas pues estas traen la informacion geoquímica, a la superficie de la Tierra, desde fuentes magmaticas localizadas en el manto.

En las pasadas dos decadas los estudios isotopicos llevados a cabo en los basaltos oceanicos han mostrado que el manto contiene diversos materiales y zonas heterogeneas. La conveccion deberia hacer que las heterogeneidades en el manto desaparecieran; sin embargo, los estudios de las lavas basálticas en diversos lugares de la Tierra muestran lo contrario. La existencia de heterogeneidades en el manto parece ser un hecho; este aspecto pudiera tomarse como una medida del balance entre la creación de heterogeneidades y la eficiencia de la convección en la homogenización del manto a diferentes escalas (Richter et. al. 1982; Hoffmann y Mackenzie, 1985).

Una explicación para la persistencia de heterogeneidades es que estas estan en continua formación por lo que siempre hay una concentracion de las mismas en el manto. Mecanismos identificados para la introducción de heterogeneidades incluyen la subduccion de la corteza oceanica incluyendo sedimentos derivados de los continentes, la subducción de la litosfera continental y la creacion de zonas magmaticas que emergen a la superficie dejando, por ello, zonas empobrecidas en ciertos elementos en el manto, sobre todo en regiones en las que el magma ha sido recientemente extraído. Un punto de vista alternativo es pensar que grandes partes del manto estan permanentemente separadas unas de otras, tal como establece el modelo que prevalece del manto actualmente. Este modelo nos lo presenta

como un medio químicamente estratificado. En un tiempo esos modelos fueron considerados en oposicion uno del otro (Zindler et al 1982), pero ahora se ha reconocido que pueden ser complementarios (Zindler et al 1984).

Dentro de este marco de trabajo general, la pregunta acerca de la naturaleza de las zonas calientes o hot spots parece ser de fundamental importancia. Una serie de observaciones nos muestran que los hot spots parecen estar fijos en el manto, o por lo menos moviendose muy lentamente en relacion con las placas, sugiriendo con ello un origen profundo (Morgan, 1971). Además, algunas de las propiedades geoquímicas asociadas a las lavas de los hotspots o zonas calientes sugieren que los materiales del manto, de los cuales se derivan, es diferente y mas primitivo (esto es, mas similar a la composición general original de la Tierra) de lo que es tipico en el manto superior, como lo han hecho ver diversos estudios.

Los basaltos de las crestas medio oceanicas (conocidas como MORB), difieren geoquímicamente de los basaltos de los hotspots o zonas calientes [e.g. Schilling, 1973; Chen y Frey, 1985]. Si el contenido de elementos traza en los basaltos de zona caliente es similar al del manto primitivo de la Tierra, entonces su origen no puede ser explicado en terminos de una corteza oceanica o continental reciclada (Kurz et al 1982; Hoffman and White, 1982).

En general, se ha seguido la hipotesis de que los hot spots o zonas calientes representan "plumes" o columnas de material basáltico fundido procedente de las profundidades del manto, dicho material presenta particularidades especiales en terminos quimicos e isotopicos. Si las lavas que provienen de las profundidades del manto, asociadas a los "plumes", son quimica e isotopicamente diferentes del material normal de manto superior, la explicación mas facil es la de suponer la existencia de una estratificación a gran escala en el manto, con un intercambio inhibido de material por conveccion entre los estratos (ver fig. 1).

La pregunta respecto a la existencia de la estratificación, o dicho de otro modo, la existencia de los reservorios aislados en el manto, resulta de fundamental importancia acerca del origen y evolución de la Tierra. Este aspecto presenta muchas implicaciones: por ejemplo, si el manto esta estratificado químicamente entonces tiene que retener el calor en la Tierra en forma diferente a si solo existe un proceso de conveccion que abarque a todo el manto [Spohn and Schubert, 1982]. Por lo tanto, un entendimiento de la historia termica de la Tierra debe tomar en cuenta estos aspectos. Ademas, estas ideas tambien inciden en nuestra habilidad para extrapolar nuestro conocimiento del estilo actual de la tectonica de la Tierra en su historia temprana.

La estratificación del manto es solo posible si la diferencia quimica de los estratos es tal que puedan hacerse los estratos inferiores mas densos [e.g. Richter y McKenzie,

1981]. Estos conocimientos son criticos para el desarrollo de los modelos de la Tierra y por lo tanto lo son también para nuestro entendimiento de la composición de la Tierra así como el de su origen o el de la interpretación de las velocidades sísmicas a profundidad, etc. Si las partes bajas del manto no están bien desgasificadas, esto cambia las teorías acerca del origen de la atmósfera y de los océanos [e.g., Hart et al., 1979]. Si solo el manto superior ha sido involucrado en la formación de los continentes, esto afecta la forma en la que vemos la composición de los continentes y océanos y la forma en que su composición ha cambiado con el tiempo [DePaolo, 1980].

El interior de los volcanes Hawaianos puede proporcionarnos información particularmente importante para resolver algunas de estas preguntas, lo cual nos puede permitir mejorar nuestro entendimiento respecto al origen y la naturaleza de los "plumes" del manto. Esta declaración se basa en estudios recientes que muestran que las lavas superficiales, que representan solo la etapa final del tiempo de vida de un volcán, difieren en composición a las lavas del interior de los volcanes.

Aún en los volcanes más profundamente erosionados solo del 10 al 15% de la historia del volcán puede ser observada. Los estados finales de la mayoría de los volcanes involucran una transición de lavas toleíticas a lavas alcalinas. El modelo más antiguo nos dice que las lavas de la iniciación de un volcán hasta la etapa de transición son toleíticas (MacDonald y Katsura, 1964), pero hay pocas indicaciones directas para apoyar esto. Observaciones recientes en Loihi (Moore et al. 1982) y en la parte submarina de la cordillera de la zona este de Kilauea, de hecho sugiere que el basalto alcalino puede ser común a través de la historia de la vida de un volcán.

Recientes estudios de Chen y Frey [1985] sugieren que los interiores de algunos de los volcanes contienen flujos cuya composición geoquímica tiene características diferentes a la de los flujos expuestos. La Figura 2A muestra las composiciones isotópicas del Nd y Sr de basaltos de Haleakala. Entre estos basaltos hay un grupo de lavas alcalinas cuya la composición isotópica se parece poco a la de un MORB (mid ocean ridge basalt) y más a los materiales del manto primitivo de la Tierra ($\epsilon_{Nd}=0$). Esto ha sido interpretado como evidencia para suponer la existencia de dos fuentes de magma en el manto, aisladas en forma de estratos. Una de las fuentes parece ser el origen de las lavas de las cordilleras centrooceanicas que origina los basaltos tipo MORB, cuya firma geoquímica es característica, y que parece ser la fuente del material que compone la litosfera oceánica. La otra fuente es presumiblemente más profunda, y la representamos por medio de un "plume" que asciende del manto, cuyas lavas dan origen a basaltos con diferente firma geoquímica denominados basaltos de isla oceánica (OIB).

Hay estudios que sugieren que en un solo volcán,

buscando hacia abajo en la secuencia estratigráfica de lavas, en la mitad de la fase teolítica las lavas podrían tener una composición isotópica diferente de los basaltos tipo MORB. Estas importantes sugerencias han sido el resultado de estudios de perforación en secuencias de lavas [Chen y Frey, 1985], los cuales han consistido en un importante adelanto de un trabajo, previo a este proyecto.

Dos observaciones más son importantes, las lavas Hawaianas, incluidas las del monte Loihi, tienen muy altos valores de la relación $3He / 4He$ [Lupton y Craig, 1975; Kurz et al., 1982; Staudigel et al., 1984], lo cual indica que los magmas vienen de reservorios del manto con composición primitiva que el de los reservorios que proporcionan los basaltos tipo MORB (Fig.2). Por la diferencia en concentraciones en diferentes reservorios, el He primitivo podría estar relativamente menos diluido por los materiales del manto superior que elementos como el Nd y Sr. Además, en el caso de un volcán Hawaiano erosionado tipo escudo, el Koolau de Oahu, hay una fuerte indicación de la presencia de materiales del manto de composiciones sustancialmente diferentes (Fig 2A). Los basaltos de Koolau tienen también composiciones isotópicas de Hf y Pb que pueden ser considerados primitivos [Stille et al., 1983]. Los basaltos de Oahu muestran una relación similar a la de las lavas de Haleakala en que las lavas posterosionales (de la serie Honolulu) tienen composiciones isotópicas aproximadas a las de basaltos tipo MORB, mientras que las teolitas más antiguas del volcán Koolau tienen composición isotópica diferente a la de basaltos tipo MORB.

De las conocidas zonas calientes y de las cadenas de vulcanismo extinto dejadas por su actividad, Hawaii es el lugar obvio para tratar por lo menos el cuidar la naturaleza de las zonas calientes. Las localidades continentales son más complicadas debido al potencial de contaminación de las lavas por materiales de la litosfera continental. Las localidades de las cordilleras centrooceanicas o ridges pueden también ser eliminadas debido a que la surgencia de lavas en ellos tiende a diluir las señales geoquímicas de los plumes. Además, Hawaii es de las cadenas más antiguas, se conoce mucho acerca de ella y aun permanecen activas

GENESIS DEL MAGMA E INTERACCION DE LOS PLUMES CON LA LITOSFERA

Desde que se observó la importancia de la relativa inmovilidad del vulcanismo de zona caliente, varios mecanismos han sido propuestos para explicarla. La más ampliamente reconocida de ellas es la hipótesis de que corresponde a una columna de basalto fundido procedente del manto. [e.g. Morgan, 1971]. Pero hay otros modelos, incluido uno que propone la propagación de fracturas en la litósfera [Jackson and Wright, 1970]. Otros proponen fusión por esfuerzos cortantes (disipación viscosa), con retroalimentación térmica [Shaw, 1973], y otros más proponen la surgencia diapírica a

lo largo de una debilidad estructural [MacDougall, 1971]. Algunos de esos modelos se aplican a manchas calientes intraplaca, pero podrían no ser adecuados para explicar las manchas calientes o hotspots que surgen en las crestas medio oceánicas. Algunas de estas hipótesis también ha sido consideradas como un posible mecanismo para generar la deriva continental.

De acuerdo a las hipótesis desarrolladas para explicar la existencia de los "plumes", el material del manto surge diapíricamente de una localización aproximadamente fija en las profundidades del manto. Conforme se acerca a la superficie el material que surge comienza a fundirse en respuesta a una presión que disminuye, y la porción líquida escapa hacia arriba y sale sobre el volcán que esta creciendo. Sin embargo la fuente de diapiros es fija mientras que la litósfera oceánica se mueve continuamente. Como resultado, se desarrolla una serie lineal de volcanes, el vulcanismo activo está limitado a la región que regularmente sobreyace sobre el plume fijo y que suministra el material del manto. Pero una secuencia de edificios inactivos, progresivamente viejos, que crecieron previamente cuando la litosfera tenia otra posición sobre el plume va quedando, extendiéndose a lejos del lugar del vulcanismo activo en la dirección del movimientos de las placas. En el caso de la cadena volcanica Emperador situada sobre la placa del Pacífico que se mueve en dirección noroeste, el vulcanismo activo esta restringido al extremo sureste de la cadena, donde ha existido una fuente de magma durante aproximadamente 70 m.y.

Trabajos recientes han refinado el modelo de generacion de los "plumes". Modelos de laboratorio y teoricos sugieren que los plumes se originan en la frontera (termica y quimica) que hay en el manto o en la frontera entre el nucleo y el manto. Los experimentos hacen ver que los plumes parecen consistir de una columna cuya cabeza tiene gran diametro y una cola de diametro mucho mas pequeño [Whitehead and Lutheer, 1975; Richards et al., 1989]. Cuando la cabeza alcanza la zona de fusion a profundidad superficial en el manto, produce una gran emision de lava. Las provincias de flujo basaltico continental son candidatas a un vulcanismo relacionado con un plume de cabeza grande [Richards et al., 1989].

Debido a su gran tamaño, la cabeza del plume puede arrastrar grandes cantidades de material externo al plume que procede del manto superior. Esto hace de las lavas una fuente geoquímica compleja de magma. La columna representada por la cola del plume, se espera que sea una estructura de larga vida, un conducto a través del cual el material del estrato de frontera profundo drena hacia la region cercana a la superficie del manto.

Este modelo representa un marco relativamente simple para entender la naturaleza de las fuentes del magma en un plume activo, que es el caso aplicable a Hawaii. La estructura propuesta se asemeja a la sugerida por Schilling [1973] para explicar el plume que dió origen a Islandia.

Sin embargo, este modelo genera muchas preguntas. Por ejemplo, Como puede el material del plume llegar a la base de la litósfera mezclado con material litosferico y sublitosferico del manto circundante? Como puede esta mezcla relacionarse a las velocidades de generación del magma y del tipo de magma? Es el flujo en el conducto del plume estacionario o hay variaciones con el tiempo? Respecto a esta última pregunta, puede también sugerirse que el flujo del plume puede ser en forma de tren de diapiros en vez de una simple conducto continuo. [Schilling and Noe-Nygaard, 1974; Olson and Singer, 1985].

Modelos de comportamiento de segregacion de regiones fundidas del manto, parcialmente fluidas, no estan suficientemente desarrollados para predecir los detalles de los procesos de segregacion de una mezcla fundida en la conjuncion material del plume con la litosfera [cf. Ribe and Smooke, 1987; Richter, 1986; Mckenzie and Bickel, 1981].

Sin embargo, las secuencias geoquímicas y petrologicas en el tiempo que pueden ser generadas a través de un muestreo continuo de los productos de un volcán durante la mayoría de su tiempo de vida, puede ser una de las mejores aproximaciones disponibles para obtener bases fenomenologicas para entender muchos aspectos de la fisica de los hotspots o manchas calientes. Metodos modernos de analisis. sobre todo de elementos traza acoplados a modelos existentes de segregación de fases fundidas, nos pueden permitir la generacion de modelos para conocer la composición de elementos traza y para determinar otros parametros asociados con el proceso de fusión, en la fracción fundida a profundidad [Feigenson and Spera, 1981]. Esos parametros solo pueden obtenerse si uno sabe que la composicion de la fuente de magma no cambia con el tiempo o la posición. Para entender mejor esto, uno debe traer estudiar las relaciones isotopicas, las cuales nos pueden ayudar a identificar la funcion de las diferentes fuentes de magma. En Hawaii tenemos una situación especial donde conocemos que hay dos fuentes de magma involucradas (la relacionada con la columna basaltica o plume y la de la litosfera-astenosfera) las cuales tienen distintas concentraciones isotopicas. La mancha caliente Hawaiana representa, por tanto, un rico laboratorio natural para el estudio de procesos planetarios fundamentales.

Resumen:

El objeto del proyecto científico de perforación en Hawaii, es obtener una secuencia continua de lavas de un volcan Hawaiano desde lavas alcalinas posteriores a la formacion del volcán escudo, hasta las lavas viejas correspondientes a las etapas tempranas del crecimiento del volcán, y producir a partir de esas muestras un record esencialmente continuo isotópico y químico de la secreción de lava. Estas secuencias en el tiempo proveeran una oportunidad unica para determinar (1) la fuente de magma del manto (por ejemplo, manto superior contra inferior, plume contra litosfera-astenosfera) y como cambian con el tiempo; (2) la naturaleza y evolución temporal del proceso de segregacion de magma fundido en

el manto; y (3) el papel del proceso magmático superficial contra el profundo en la generación de las lavas que emergen a la superficie. Con buen control de la edad, de la velocidad de salida del magma, los cambios en las características de la fuente de magma y el papel de los procesos magmáticos superficiales, podremos obtener datos suficientes para una caracterización única del magmatismo de las zonas calientes o hotspots.

Artículo aparecido en EOS, mayo de 1991.

Fig. 1.- Modelo de la Tierra mostrando una posible asociación de las fuentes de magma con las fronteras físicas y químicas del interior terrestre. El manto superior parece ser un medio deficiente en volátiles y heterogéneo. El manto inferior parece ser más parecido al material original que formó el manto terrestre.

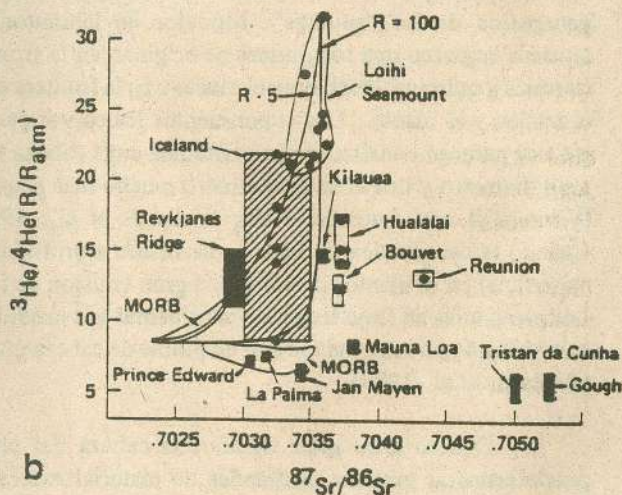
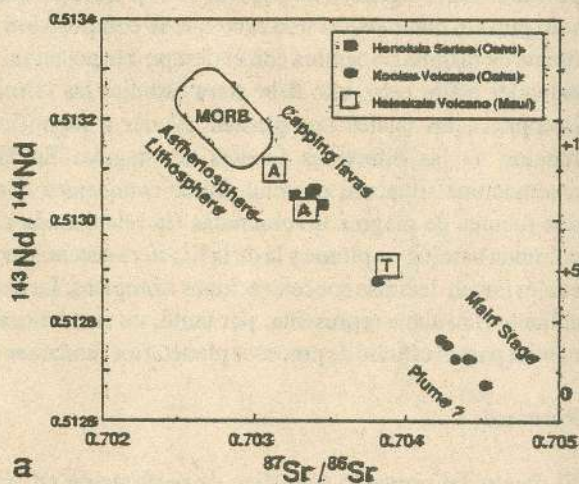
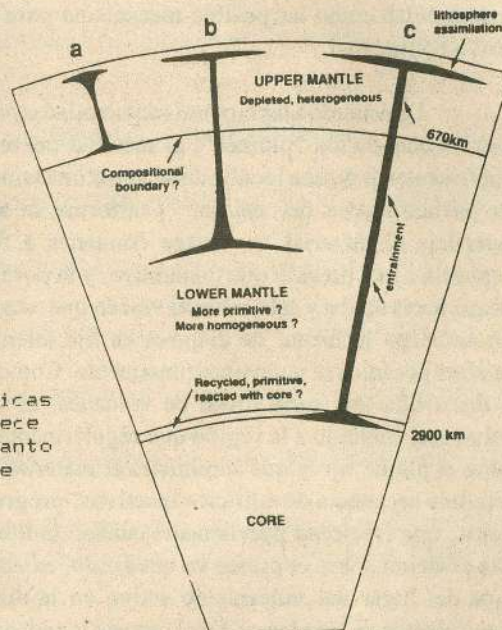


Fig. 2.- Relación de isótopos de Nd y Sr en lavas de Oahu y Haleakala. Las toleitas primitivas (T y círculos negros), tienen relaciones isotópicas más parecidas a los valores promedio de la Tierra que la de los basaltos alcalinos (A). Estos últimos aparecen hacia el final de la formación del volcán tipo escudo al igual que las nefelinitas (cuadrados). Estos datos han sido interpretados en términos de un incremento de material litosférico o astenosférico. Las relaciones isotópicas de He y Sr, de algunos basaltos oceánicos, muestran que los volcanes activos de Hawai contiene He rico en ^3He , lo cual distingue estos basaltos de los que emergen en las crestas mediooceánicas.

características en la fuente de magma y el papel de los procesos magmáticos superficiales pueden ser determinados probeyendo una caracterización única del magmatismo de la mancha caliente.

AGRADECIMIENTOS

Las contribuciones escritas a la propuesta de donde fué sustraído este resumen, fueron proporcionados por: D. Clauge (U.S. Geological Survey), G.B. Dairymple (USGS), M. García (University of Hawaii), T. Henvey (University of Southern California), D. P. Hill (USGS), P. Johnson (University of Washington), M. Kurz (Woods Hole Oceanographic Institution), J. Lockwood (USGS), J. G. Moore (USGS), F.M. Richter (University of Hawaii), and H.G. Wilshire (USGS). Se ha recibido apoyo para un taller de DOSECC y el Continental Dynamic Program of NSF.

REFERENCIAS:

- Chen, C. Y., y F. A. Frey, Trazo elemental y geoquímica isotópica de lavas del volcán Haleakala, al este de Maui, Hawaii: Implicaciones del origen de basaltos Hawallanos, *J. Geophys. Res.* 90, 8743, 1985.
- DePaolo, D.J. Crecimiento del crustal y evolución del manto: Inferencias de modelos de elemento de transporte y Nd y Sr isotopos, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 44, 1185, 1980.
- Feigenson, M.D. and F.J. Spera, Modelo dinámico para variación temporal en tipo de magma e intervalo de erupción del volcán Kohala, Hawaii, *Geology*, 9, 531, 1981.
- Hart, R.J. Dymond, and L. Hogan, Formación Preferencial del sialic de la atmósfera y la capa del sistema del manto superior, *Nature*, 278, 156, 1979.
- Hoffmann, N.R.A. y D.P. McKenzie, La destrucción de heterogenitas geoquímicas por fluido y movimiento diferencial durante la convección del manto, *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, 82, 163, 1985.
- Hoffmann, A. W. y W.M. White, Plumes del manto de la capa oceánica, *Planeta Tierra, Sci. Lett.*, 57, 421, 1982.
- Lupton, J.E. y H. Craig, Exceso de ^3He en los basaltos oceánicos: Evidencia primordial de Helium terrestre, *Planeta Tierra, Sci. Lett.*, 26, 133, 1975.
- Macdonald, G.A. y T. Katsura, Composición química de lavas Hawallanas, *J. Petrol.*, 5, 82, 1964.
- McDougall, I., Cadena de islas volcánicas y el ancho piso marino, *Nature Phys. Sci.*, 231, 141, 1971.
- Mckenzie, D.P. y M. H. Bicke, Volúmen y composición del ablandamiento generado por extensión de la litósfera, *J. Petrol.*, 29, 625, 1988.
- Moore, J.G., Subsistencia de los picos Hawallanos, *U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.* 1350, 85, 1987.
- Moore, J.D., D.A., Clague, y W. R. Normark, Diversos tipos de basaltos de la montaña marina Lohi, Hawaii, *Geología*, 10, 88, 1982.
- Morgan, W.J. Convección de los plumes en el manto inferior, *Nature*, 230, 42, 1971.
- Okal, E.A. y R. Batiza, Hotspots: Los primeros 25 años en montañas marinas, islas y Atols, *Geophys. Monogr. Ser.*, vol. 43, editada por Keating et al., pp. 1-11, AGU, Washington, D.C., 1987.
- Olson, P., y H. Singer, Creeping plumes, *J. Fluid Mech.*, 158, 511, 1985.
- Ribe, N.M., y M.D. Smoke, Un punto de estancamiento del modelo del fluido por extracción de ablandamiento de un manto plume, *J. Geophys. Res.*, 92, 6437, 1987.
- Richards, M.A., R.A., Duncan, y V.E. Courtillot, Inundación de basaltos y rastros de manchas calientes: cabezas y colas de los plumes, *Science*, 246, 103, 1989.
- Richter, F.M., Modelos simples para elementos de trazo, fraccionación durante segregación de ablandamiento, *Planeta Tierra, Sci. Lett.*, 77, 333, 1986.
- Richter, F.M. y D.P. Mackenzie, Sobre algunas consecuencias y posibles causas de la convección de las capas del manto, *J. Geophys. Res.*, 86, 6133, 1981.
- Richter, F.M., S.F. Daly, y H. C. Nataf, Un modelo parametrizado para la evolución de heterogenitas isotópicas en un sistema conveccional, *Planeta Tierra, Sci. Lett.*, 60, 178, 1982.
- Roden, M.F. F.A. Frey, y D.A. Clague, Geoquímica de lavas tholeíticas y alcalinas de las montañas de koolau, Hawaii, Implicaciones para el vulcanismo Hawaiano, *Planeta Tierra, Sci. Lett.*, 69, 141, 1984.
- Schilling, J.G., y A. Noe-Nygaard, Faero-Iceland plume: Rara evidencia de la Tierra, *Planeta Tierra, sci. Lett.*, 24, 1, 1974.
- Shaw, H.R., Convección y periodicidad volcánica del manto en el pacífico: Evidencia de Hawaii, *Geol. Soc. Am. bull.*, 84, 1505, 1973.
- Spohn, T., y G. Schubert, Modos de convección del manto y alejamiento interno de la Tierra, *J. Geophys. Res.*, 87, 4682, 1982.
- Staudigel, H.A. Zindler, S. R. hart, T. Leslie, C. Y. Chen, y D. Clauge, El isotopo sistemático del interplato de un volcán juvenil: Pb, Nd, y Sr radioisotopos de basaltos de la montaña marina Loihi Hawaii, *Planeta Tierra, Sci. Lett.*, 69, 13, 1984.
- Stille, P., D. M. Unruh, y M. Tatsumoto, Pb, Sr, Nd, y Hf evidencia isotópica de las fuerzas múltiples por Oahu, basaltos Hawaianos, *Nature*, 304, 25, 1983.
- Whitehead, J.A., y D.S. Luther, Dinámica de laboratorio diapir y modelos del plume, *J. Geophys. Res.*, 80, 705, 1975.
- Zindler, A., y S.R. Hart, Geodinámica química Annu. Rev. *Planeta Tierra, Sci.*, 14, 493, 1986.
- Zindler, A., E. Jagoutz, y S. Goldstein, Nd, Sr y Pb isotopicos sistemáticos en un componente del manto, *Nature*, 298, 519, 1982.
- Zindler, A. H. Staudigel, y R. Batiza, Isotopos y elementos de trazo geoquímicos de las montañas marinas: Implicaciones para la escala de heterogenitas del manto superior, *Planeta Tierra, Sci. Lett.*, 70, 175, 1984.

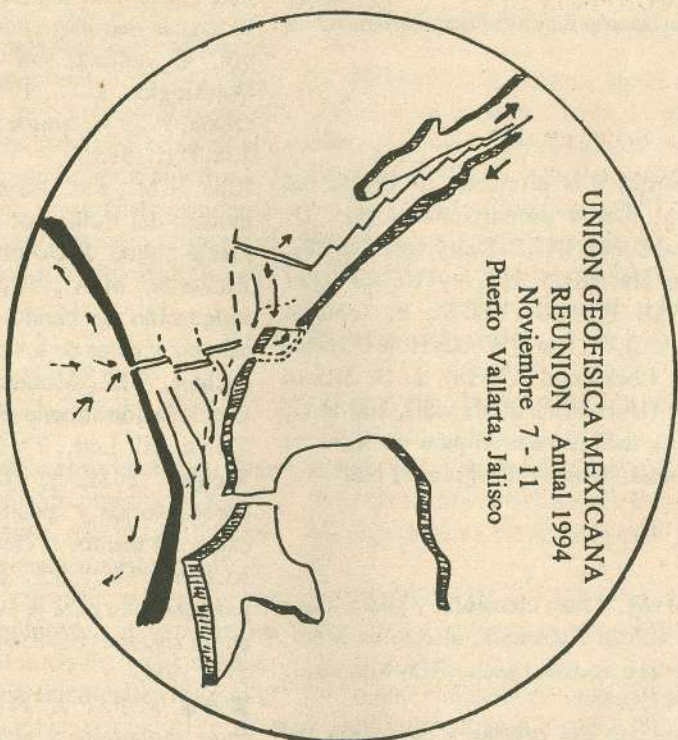
REUNION 1994
UNION GEOFISICA MEXICANA
7 - 11 NOVIEMBRE
PUERTO VALLARTA, JALISCO

TEMAS A TRATAR

SISMOLOGIA	EXPLORACIÓN GEOFISICA
GEOQUIMICA	MATEMATICAS APLICADAS
VOLCANOLOGIA	A LA GEOFISICA
TECTONICA	CONTAMINACION
GEOHIDROLOGIA	ATMOSFERICA
SISMOTECTONICA	CAMBIO GLOBAL
GEOTERMIA	

PETROLOGIA	CIENCIAS ESPACIALES
GEOLOGIA ESTRUCTURAL	AERONOMIA Y CIENCIAS
GEOMAGNETISMO	DE LA ATMOSFERA
FIS. QUIM. INTERIOR	CLIMATOLOGIA
DE LA TIERRA	OCEANOGRAFIA
GEOLOGIA	

RECEPCION DE RESUMENES HASTA SEPTIEMBRE 10 / 94



Sesiones Especiales

El comité organizador hace una atenta invitación para someter trabajos para las sesiones de:

- Riesgo Geológico
- Tectónica del Occidente de México
- Sismotectónica
- Geotermia
- Cráter Chicxulub
- Cambio Global

Informes: F. Medina, IGF-UNAM, A. Postal 2681 Ensenada 22800 B.C.
 Tel: 91 (617) 4 46 02 Fax: 91 (617) 4 46 03

GEOFISICA ESPACIAL
III CONFERENCIA LATINOAMERICANA DE GEOFISICA ESPACIAL

José F. Valdés
Instituto de Geofísica-UNAM

La Tercera Conferencia Latinoamericana de Geofísica Espacial (III COLAGE) se realizó en la Habana, Cuba, del 1ro. al 5 de Noviembre de 1993, auspiciada por la Academia de Ciencias y el Centro de Convenciones Pedagógicas del Ministerio de Educación, de Cuba y con el apoyo financiero del Centro Latinoamericano de Física, (CLAF) conjuntamente con le UNESCO, el Centro Internacional de Física Teórica (ICTP) de Trieste, Italia y el Comité de Investigaciones Espaciales (COSPAR).

Las conferencias precedentes (Brasil, 1988 y México, 1991), fijaron como objetivos básicos de estas reuniones, la promoción de la colaboración entre científicos latinoamericanos que realizan investigaciones sobre Geofísica Espacial e incrementar su participación en proyectos de investigaciones internacionales.

En la conferencia participaron 57 científicos procedentes de universidades y centros de investigaciones de México, Argentina, Brasil, Chile y Cuba, así como Estados Unidos, Alemania, Rusia, Reino Unido y España, quienes presentaron 63 trabajos en forma poster. Además, participaron 9 conferencistas unvitados de Estados Unidos, Alemania, México, Chile y Cuba. Las conferencias relacionadas con la física del medio interplanetario, cometas y planetas, fueron impartidas por H. Schmidt (Max-Planck Institute), quien abordó aspectos de la exploración de cometas in situ, profundizando en los procesos de interacción del viento solar con estos objetos. Héctor Pérez de Tejada (Universidad Nacional Autónoma de México) presentó importantes resultados experimentales sobre la interacción de viento solar con los Planetas Venus y Marte y Luis Gomberooff (Universidad de Chile) expuso un trabajo teórico acerca de la aceleración diferencial de iones pesados flujos de alta velocidad del viento solar. B. Stiller (U.S.A.) mostró características del planeta Venus, a partir de imágenes captadas por la misión espacial Magallanes. En el tema de las Relaciones Sol-Tierra, J. Roederer (Universidad de Alaska) presentó un profundo y documentado análisis acerca de los efectos de la variabilidad solar sobre el clima terrestre. Esta conferencia despertó un gran interés por su actualidad científica y su vinculación con el programa internacional de Cambio Global (IGBP). Dos conferencias se presentaron en la sesión dedicada a la física solar y los rayos cósmicos. J. Valdés Galicia (Universidad Nacional Autónoma de México) expuso un detallado análisis de los avances recientes en el estudio del transporte de partículas energéticas en la heliosfera y R. Rodríguez Taboada (Instituto de Geofísica y Astronomía, de Cuba) presentó resultados experimentales sobre las regiones activas en el Sol y fenómenos vinculados a ellas. En la sesión dedicada

a la física de la ionósfera, Luis Lois (Instituto de Geofísica y Astronomía, de Cuba) mostró un conjunto de resultados experimentales relacionados con las anomalías de la región F nocturna sobre Cuba.

A. Poveda (Universidad Nacional Autónoma de México), habló acerca de los chubascos cometarios, las extinciones masivas y el Cráter de Chicxulub. En el transcurso de las conferencias se organizaron dos mesas redondas para abordar importantes problemas relacionados con la Geofísica Espacial en la Latinoamérica. Una de ellas con la participación de P. Alexander (Argentina), L. Gomberooff (Chile), R. Medrano (Brasil), B. Mendoza (México), J. Pérez Hernández (Cuba) y J. Roederer (U.S.A.) analizó detalladamente las tendencias actuales de las investigaciones en cada país, así como las dificultades que afrontan para su desarrollo. Otra mesa redonda, integrada por R. Ma. Prol (México), L. Gomberooff (Chile), R. Medrano (Brasil), P. Alexander (Argentina), N. Ortíz de Adler (Argentina) y M. Fundora (Cuba), abordó la situación de los cursos de posgrado sobre Geofísica en cada uno de los países. En ambas mesas redondas se produjeron amplias discusiones de gran utilidad para el desarrollo de estas Ciencias en Latinoamérica. Un momento de particular relevancia, se produjo durante la sesión plenaria, con la aprobación unánime de la creación de la Asociación Latinoamericana de Geofísica Espacial (ALGE), con una Mesa Directiva Provisional integrada por 7 miembros de los diferentes países latinoamericanos representados. Finalmente se acordó otorgar la sede de la IV COLAGE a la Ciudad de Tucumán, Argentina, esta conferencia se efectuará probablemente en 1996, organizada por el Instituto de Física de la Universidad Nacional de Tucumán.

RESOLUCION DE LOS PARTICIPANTES EN LA
TERCERA CONFERENCIA LATINOAMERICANA
DE GEOFISICA ESPACIAL

EN VISTA DE:

Que la Geofísica Espacial, la rama de la ciencia que estudia en forma completa y profunda el espacio circunterrestre, el medio interplanetario, las envolturas de planetas y cometas, la variabilidad solar y sus efectos sobre la Tierra, está cobrando creciente importancia para la operación eficaz y segura de sistemas tecnológicos espaciales, así como para el mejor entendimiento de los mecanismos del cambio climático global. Que en Latinoamérica grupos de científicos hacen importantes aportes a la Geofísica Espacial con estudios teóricos y con mediciones realizadas con instrumentos emplazados en estaciones de tierra y en satélites, así como durante campañas científicas a bordo de globos y cohetes

sonda, frecuentemente en colaboración mutua o como parte de programas internacionales.

Y TENIENDO EN CUENTA:

Que para afrontar con éxito las múltiples dificultades que se interponen al desarrollo de las investigaciones sobre Geofísica Espacial en cada país latinoamericano, es preciso encontrar nuevas vías que posibiliten utilizar, de un modo más eficiente y de forma mancomunada los recursos materiales y humanos disponibles, aprovechando la unidad cultural y la similitud de condiciones económicas de la región.

LOS PARTICIPANTES EN LA TERCERA CONFERENCIA LATINOAMERICANA DE GEOFISICA ESPACIAL RESUELVEN POR INANIMIDAD:

1.- Crear la Asociación Latinoamericana de Geofísica Espacial (ALAGE) como lazo de unión entre la comunidad de los científicos participantes, de acuerdo con el proceso y con los objetivos detallados en el documento titulado "Sobre la creación de una Organización Latinoamericana de Geofísica Espacial", adjunto a esta resolución y parte integral de la misma.

2.- Instar a las organizaciones públicas y privadas, nacionales e internacionales que financian la investigación científica de países latinoamericanos, a que pongan especial atención a los programas propuestos para Geofísica Espacial en sus respectivos ámbitos de acción y les asignen carácter prioritario.

3.- Solicitar a las Academias de Ciencias o Consejos de Investigación Científica, según corresponda en cada país, a proveer los fondos para una modesta cuota de suscripción que permita el funcionamiento de la ALAGE, especialmente durante la crítica fase inicial de su existencia.
Cd. de la Habana, 4 de Noviembre de 1993.

SOBRE LA CREACION DE UNA ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE GEOFISICA ESPACIAL

I.- Antecedentes

Para afrontar con éxito las múltiples dificultades que se interponen al desarrollo de las investigaciones en Geofísica Espacial en cada país latinoamericano, es preciso encontrar nuevas vías que posibiliten utilizar de un modo más eficiente y de forma mancomunada los recursos materiales y humanos disponibles aprovechando la unidad cultural y la similitud de condiciones económicas de la región. Con la iniciativa del

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales (INPE) y el Centro Latinoamericano de Física (CLAF) se celebró en

aguas de Lindóia, Brasil la I Conferencia Latinoamericana de Geofísica Espacial (COLAGE) del 21 al 25 de noviembre de 1988. En vista del éxito de esta Conferencia, se decidió organizar una segunda en México. Durante la II COLAGE, que tuvo lugar en Cuernavaca, México, entre el 7 y el 11 de Julio de 1991, se creó el Comité Permanente Latinoamericano de Geofísica Espacial (COPLAGE). Los objetivos de este Comité están relacionados básicamente con la preparación de sucesivas conferencias, que propicien la continuidad de las relaciones entre los especialistas latinoamericanos dedicados a las investigaciones en las diversas ramas de la Geofísica Espacial. Entendemos como "Geofísica Espacial" las investigaciones del espacio circunterrestre, que comprenden el estudio de la atmósfera media, ionósfera y magnetósfera, del medio interplanetario, las envolturas de planetas y cometas, y del Sol y las relaciones Sol-Tierra. Estos propósitos se han cumplido en el corto lapso transcurrido hasta la III COLAGE, en cuya planificación el COPLAGE, ha desempeñado un papel de especial importancia. Sin embargo, es evidente que para lograr un mejor nivel de colaboración científica entre nuestros países, se requiere establecer una organización de mayores capacidades.

II. Condiciones Actuales

El entorno del hombre se ha ampliado en las tres últimas décadas, hasta incluir en él al espacio, y su estudio ha propiciado el reconocimiento de la relación íntima entre la actividad del Sol y algunos fenómenos terrestres. De ahí la necesidad de considerar a la Geofísica Espacial como un elemento indispensable y complementario en proyectos tales como el del Cambio Climático Global.

En Latinoamérica la necesidad de una mejor integración y cooperación para el desarrollo de la Geofísica Espacial está dada por diversos factores, tales como:

- La poca comprensión de los organismos que financian la ciencia acerca de la importancia de la Geofísica Espacial en nuestra región, dada principalmente por la necesidad de priorizar otras investigaciones de impacto económico y social más evidente.

- La desigualdad en el proceso de formación de especialistas, que en la mayoría de los casos se ha realizado en países desarrollados, en condiciones diferentes a la realidad de nuestros países.

- La escasa existencia de proyectos de investigación en países avanzados que tengan amplia participación latinoamericana.

- El alto costo de las investigaciones experimentales, las cuales exigen inversiones que la mayoría de los países latinoamericanos no están en condiciones de financiar.

- Las limitaciones económicas para participar en

conferencias internacionales, cursos de posgrado, etc., que restringen la posibilidad de actualización científica y técnica, y nos aislan de las principales tendencias de investigación en el mundo.

III. Acuerdos:

Con base en las consideraciones hechas los asistentes a la III COLAGE, fundan la Asociación Latinoamericana de Geofísica Espacial (ALAGE). Esta organización funcionará, fundamentalmente como lazo de unión entre nuestra comunidad, para promover la comunicación y la colaboración de los distintos grupos de trabajo afines de la región. Sus objetivos se dividen en dos partes:

- a) Objetivos a corto plazo, cuya consecución es necesaria para consolidar la ALAGE y,
- b) Objetivos a largo plazo, que son aquéllos que le permitirán avanzar hacia logros más ambiciosos.

Los objetivos a corto plazo son:

- Organizar periódicamente en colaboración con el Comité Local que se integre en cada ocasión, la Conferencia Latinoamericana de Geofísica Espacial (COLAGE), como marco propicio para la divulgación de los resultados científicos y el intercambio de experiencias.

- Promover la incorporación de los países de Latinoamérica con interés en la Geofísica Espacial, que al momento no se han integrado a las actividades de la ALAGE.

- Nutrir y actualizar la información acerca de los recursos humanos y de infraestructura de nuestras especialidades en la región, y tenerla disponible para quienes lo soliciten.

- Fomentar el intercambio de datos y todo tipo de información científica entre los diversos grupos latinoamericanos de Geofísica Espacial.

- Editar periódicamente un boletín de información que coadyuve a mantener comunicada y unida a nuestra comunidad.

- Sostener contacto activo y eficiente con componentes relevantes del International Council of Scientific Unions (ICSU), así como con organismos internacionales de apoyo científico.

- Fomentar interés y la participación de los científicos en la política científica de sus respectivos países.

Los objetivos a largo plazo son:

- Contribuir al desarrollo de las investigaciones en Geofísica

Espacial de la región.

- Propiciar el intercambio de especialistas entre instituciones latinoamericanas y con otras de países desarrollados, con el fin de elevar el grado de conocimiento de las tendencias en investigación y las nuevas técnicas de la misma.

- Apoyar la consolidación de los posgrados de nuestras áreas, existentes en Latinoamérica, con el fin de hacer accesible a los investigadores de nuestra región el acervo científico que cada país ha logrado en estas especialidades.

- Propiciar la divulgación popular de los principios básicos de las ciencias relacionadas con la Geofísica Espacial, con el propósito de que la población y los gobiernos de la región latinoamericana, comprendan mejor nuestro objeto de estudio.

- Respalda y promover, a petición de los interesados, ante organizaciones internacionales y gubernamentales de países avanzados, el financiamiento de proyectos de investigación en el que estén involucradas instituciones de varios países latinoamericanos.

LA MESA DIRECTIVA PROVISIONAL, ELECTA POR LOS PRESENTES, QUEDO INTEGRADA COMO SIGUE:

Presidente:

José Fco. Valdés Galicia
Instituto de Geofísica, UNAM, MEXICO

Secretario de Información:

Ma. Andrea Van Zele
Fac. de Ciencias Geológicas
Universidad de Buenos Aires, ARGENTINA

Secretario del Exterior:

Juan G. Roederer
Instituto de Geofísica
Universidad de Alaska, EUA

Comisión de Estatutos:

Juan Pérez Hernández
Instituto de Geofísica y Astronomía
Academia de Ciencias de Cuba, CUBA

Luis Gomberoff

Facultad de Ciencias
Universidad de Chile, CHILE

Inez S. Batista

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Sao José Dos Campos, BRASIL

Tesorero

Javier A. Otaola
Instituto de Geofísica, UNAM, MEXICO

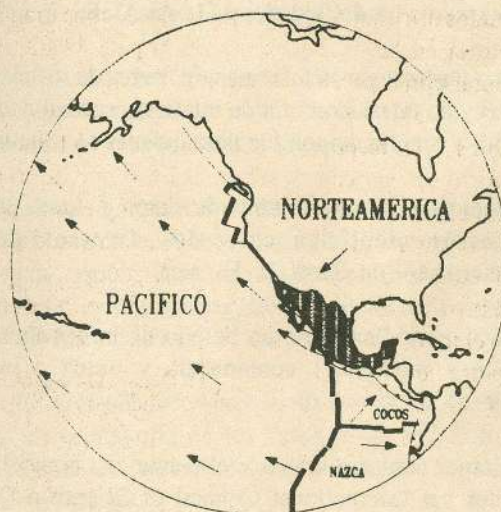
MONOGRAFIA No. 1

CONTRIBUCIONES A LA TECTONICA DEL OCCIDENTE DE MEXICO

L.A. Delgado-Argote

A. Martín-Barajas

Editores



UNION GEOFISICA MEXICANA

Sobre el Efecto del Gradiente de Presión a lo Largo de la Costa en Simulaciones Numéricas en la Plataforma Continental del Norte de California

Luis Zamudio

Facultad de Ciencias Marinas, U. A. B. C.
Ensenada, Baja California, México

y

Manuel Lopez

Depto. de Oceanografía Física C.I.C.E.S.E.
Ensenada, Baja California México

RESUMEN

El modelo bidimensional de circulación sobre la plataforma continental de Chen y Wang (J. Mar. Res., 1990) se extendió para incluir el gradiente de presión a lo largo de la costa (la dimensión ausente en el modelo). El gradiente de presión se incluye como un "forzamiento" externo que se calcula independientemente utilizando un modelo lineal de ondas atrapadas a la costa.

El modelo extendido ha sido utilizado para simular los campos de temperatura y velocidad en la plataforma continental del norte de California donde se llevó a cabo el programa de observaciones CODE 2 durante la primavera y el verano de 1982. Los resultados del modelo se compararon con observaciones y con los resultados de los modelos puramente bidimensional y de ondas atrapadas a la costa. Los resultados utilizando el modelo extendido muestran una cierta mejoría en las fluctuaciones de la velocidad, tanto perpendicular como paralela a la costa.

Los cambios con respecto a los resultados del modelo bidimensional se explican en términos de la oposición que existe entre el esfuerzo del viento y el gradiente de presión a lo largo de la costa, lo cual reduce la magnitud de la velocidad en esa misma dirección. La reducción de la velocidad provoca una reducción del esfuerzo a lo largo de la costa en el fondo, lo cual, a su vez, provoca una reducción del transporte perpendicular a la costa en la capa límite del fondo.

Introducción

Durante la primavera y el verano de 1982 se llevó a cabo el programa intensivo de observaciones oceanográficas conocido como CODE 2 (de su nombre en inglés Coastal Ocean Dynamics Experiment) sobre la plataforma continental del norte de California. El programa CODE 2 produjo uno de los conjuntos más completos de observaciones de viento, temperatura, corrientes y otras variables oceanográficas relevantes. Estos datos han sido utilizados para describir y explicar la dinámica de las aguas sobre esa plataforma

continental que está sujeta a un forzamiento relativamente fuerte por el viento (ver Beardsley y Lentz, 1987; y otros artículos dentro del mismo número del J. Geophys. Res.)

Los datos recopilados durante CODE 2 también han sido utilizados para forzar modelos y para comparar los resultados de esos modelos con los datos observados. Utilizando el modelo de ondas atrapadas a la costa (OAC), Chapman (1987) modeló los campos de presión, velocidad y temperatura en la región CODE 2. La comparación entre los resultados del modelo y las observaciones fue bastante satisfactoria para el caso de la presión y velocidad paralela a la costa. Sin embargo, los campos de temperatura y velocidad perpendicular a la costa no se compararon muy bien con las observaciones respectivas, posiblemente debido a procesos ausentes en el modelo lineal de OAC tales como frentes de surgencia y dinámica de la capa de mezcla (Chapman, 1987) y/o advección del campo de densidad (Send et al., 1987; Rudnick y Davis, 1988).

Por otro lado, Chen y Wang (1990, de aquí en adelante CW), utilizaron un modelo numérico bidimensional (profundidad y distancia perpendicular a la costa) de circulación para modelar los campos de temperatura y velocidad observados durante CODE 2. El modelo de CW incluye la dinámica de la capa de mezcla a través del acoplamiento del modelo de circulación con un modelo unidimensional (en la vertical) de la capa de mezcla. Sus resultados para la temperatura y velocidad perpendicular a la costa se comparan mejor con las observaciones que los resultados de Chapman, pero los resultados para la velocidad paralela a la costa nos son tan buenos como los modelados con OAC.

Los dos estudios anteriores y otros que han utilizado las observaciones de CODE 2 para explicar la dinámica relevante en la zona, parecen indicar que procesos no lineales tales como la dinámica de la capa de mezcla y los frentes de surgencia, así como el gradiente de presión paralelo a la costa, son dinámicamente importantes en la determinación de los campos de temperatura y corrientes observados durante CODE 2. En este estudio, utilizamos el modelo de

OAC para calcular el gradiente de presión paralelo a la costa y lo utilizamos como un "forzamiento" externo en el modelo de circulación de CW. El modelo modificado se utiliza para modelar la observaciones tomadas durante CODE 2. Una ventaja de este enfoque es que no es necesario extender el modelo numérico a 3 dimensiones y por lo tanto no es necesario incorporar condiciones de frontera abiertas en fronteras perpendiculares a la costa; un problema de cierta dificultad en modelación numérica. Además, con este enfoque se puede fácilmente aislar y evaluar el efecto dinámico del gradiente de presión.

Descripción de los Modelos y de las Simulaciones

Una descripción detallada del modelo bidimensional (MB) aplicado a la región CODE se puede encontrar en CW. En un trabajo previo (Zamudio y López, 1991) se hizo una descripción breve (incluyendo las ecuaciones) del MB de CW y del modelo de OAC. En este trabajo únicamente recordamos la geometría de los modelos y damos alguna información adicional acerca del modelo bidimensional modificado (MBM) que incluye el gradiente de presión a lo largo de la costa.

El sistema coordinado de los modelos bidimensionales consiste en la coordenada x perpendicular a la costa (positiva apuntando hacia la costa) y z vertical a partir de la superficie no perturbada del océano. El océano no perturbado ocupa la región $x \leq 0$ y $z \leq 0$ (Fig 1). La coordenada paralela a la costa, y no entra explícitamente en los modelos bidimensionales, sin embargo es útil para tener una idea clara de las tres componentes de velocidad y para denotar el gradiente de presión paralelo a la costa ($\partial P_0 / \partial y$) que se utiliza como un forzamiento externo en el MBM. Las componentes de velocidad a lo largo de los ejes x y y y z son u , v y w , respectivamente. Nótese que aunque los modelos son bidimensionales ($\partial / \partial y = 0$) se tienen las 3 componentes de velocidad.

Los modelos numéricos bidimensionales de circulación están acoplados a un modelo unidimensional (en la vertical) de la capa de mezcla. El propósito del modelo de capa de mezcla es proveer al modelo de circulación los coeficientes de viscosidad (A_v) y difusión (K_v) turbulentas que reflejen la estructura vertical de la capa de mezcla. El cálculo de A_v y K_v se basa en el esquema de 2o nivel de cerradura de turbulencia de Mellor y Yamada (1974) [para la formulación utilizada ver Chen et al. (1988) y Mellor y Durbin (1975)]. Los coeficientes A_v y K_v son funciones del número de Richardson (Ri), de la energía cinética turbulenta y de la longitud de mezcla. El acoplamiento entre los dos modelos se da a través del campo de densidad que se calcula en el modelo de circulación. El campo de densidad es utilizado por el modelo de capa de mezcla para calcular Ri y los coeficientes A_v y K_v son utilizados por el modelo de

circulación en los términos de difusión vertical de momento, temperatura y salinidad.

El MBM es esencialmente igual al MB, pero incluye al gradiente de presión ($\partial P_0 / \partial y$) como un forzamiento externo que se obtiene del modelo de OAC. Una descripción detallada de este modelo se puede encontrar en Clarke y Van Gorder (1986) y Chapman (1987). Como se mencionó en la introducción, existe evidencia, tanto del análisis de observaciones como de resultados de modelos, de que el ($\partial P_0 / \partial y$) juega un papel significativo en el balance dinámico en la región del programa CODE. Una idea de la estructura y magnitud del campo fluctuante de ($\partial P_0 / \partial y$) obtenido con el modelo de OAC se puede ver en la Fig. 1. Las amplitudes máximas están en la pared costera y el campo decrece monotónicamente hacia profundidades mayores. La estructura vertical es bastante barotrópica y únicamente se hace ligeramente baroclínica en el talud continental.

Utilizando el MB y el MBM se modelaron los campos de temperatura y corrientes durante 101 días desde el 13 de abril de 1982 (día 103) hasta el 22 de julio (día 203). Las condiciones iniciales de temperatura y salinidad, así como el forzamiento del viento y del flujo superficial de calor se obtuvieron de los datos de CODE 2.

Los datos de CODE utilizados en este trabajo, fueron las series de tiempo de viento, temperatura y corrientes obtenidos en 4 anclajes en una sección de la plataforma continental perpendicular a la costa. Los 4 anclajes estuvieron localizados en profundidades de 60, 90, 130 y 400 m y en lo sucesivo nos referiremos a ellos como los anclajes C2, C3, C4 y C5, respectivamente. Los anclajes tenían correntómetros a diferentes profundidades para dar un total de 27 series de tiempo de corrientes. Los datos de corrientes y temperatura fueron utilizados para comparar los resultados de los modelos con las observaciones. Una descripción detallada de los datos tomados durante CODE se puede encontrar en (Winant et al., 1987).

Resultados y Discusión

Los resultados de las simulaciones utilizando el MB y el MBM se compararon con las observaciones. Chapman (1987) comparó los resultados del modelo de OAC con las observaciones. En este trabajo se incluyen los resultados del modelo de OAC para la velocidad paralela a la costa para tener una comparación de los 3 modelos (MB, MBM y OAC). Para el modelo de OAC no se incluyen los campos de su temperatura, ya que las simulaciones de estos campos fueron muy pobres (Chapman, 1987).

Una descripción detallada de todos los resultados se puede encontrar en Zamudio y López (1993), aquí únicamente describimos los resultados más importantes. Los campos de temperatura (T), u y v modelados con el MB y el MBM

fueron comparados con las observaciones por medio de la desviación estandar (DS), coeficientes de correlación y regresión. Los campos de T modelados con ambos modelos son prácticamente idénticos y ambos dan una simulación aceptable durante los primeros 35 días de la simulación pero subestiman las temperaturas observadas durante el resto del periodo de simulación cuando el agua se calienta debido a los periodos de relajación de las surgencias. Durante estos periodos de relajación existe evidencia de una advección significativa de calor a lo largo de la costa proveniente del sureste (Send et al., 1987). Los modelos MB y MBM, por su carácter bidimensional, carecen de este mecanismo de advección de calor a lo largo de la costa y esto podría ser la causa de que las simulaciones de la temperatura no den tan buenos resultados.

Para u , las DS modeladas con el MB y el MBM tienden a ser menores que las observadas cerca de la superficie y a media agua, pero son mayores cerca del fondo. Una característica de las DS modeladas es que son pequeñas a media agua indicando una posible circulación concentrada en las capas límites del fondo y superficie.

La estructura de las DS de las observaciones no parece indicar este tipo de circulación. Las DS modeladas con el MBM tienden a estar más de acuerdo con las observadas que las modeladas con el MB, especialmente cerca del fondo donde las DS del MBM son bastante menores que las del MB. Los coeficientes de correlación son similares para ambos modelos y tienden a ser relativamente altos cerca de la superficie decreciendo hacia el fondo.

En general, los coeficientes de correlación para v obtenidos con el MBM tienden a ser mayores que los obtenidos con el MB, especialmente cerca del fondo en C2, C3 y C4. Las DS del modelo de OAC muestran que la estructura de las velocidades obtenidas con este modelo son completamente barotropicas y con un decaimiento monotonico desde la pared costera. En contraste, las velocidades modeladas con el MB y el MBM muestran una estructura mucho más parecida a la de las observaciones con amplitudes máximas cerca de la superficie y en la plataforma media.

La Fig. 2 muestra las velocidades paralelas a la costa observadas y simuladas con los 3 modelos (MB, MBM y OAC) en tres puntos de la plataforma. Las figuras 2a y 2b muestran que los 3 modelos reproducen cualitativamente bien a las velocidades observadas, sin embargo es evidente que los modelos subestiman las amplitudes observadas durante algunos eventos fuertes. Los 3 modelos son bastante parecidos pero se notan algunas diferencias importantes entre el MB y los otros 2 modelos alrededor del día 178.

En el anclaje C5 (400 m de profundidad), los 3 modelos simulan pobremente a la velocidad observada [ver Fig. (2c)]. Las simulaciones tan pobres en C5 pueden ser debidas

a que las corrientes en ese anclaje no están correlacionadas

con el viento local ni con las corrientes sobre la plataforma continental (Winant et al., 1987), indicando la posibilidad de efectos provenientes del océano profundo (v. gr. remolinos).

Las únicas diferencias significativas entre el MB y el MBM se dieron en una reducción de la magnitud de las fluctuaciones de u y v . En el caso de u la reducción únicamente fue significativa cerca del fondo en los anclajes C3 y C4. Para entender esto, es importante hacer notar que durante los 101 días de simulación, la fuerza debida al gradiente de presión ($-\partial P_0 / \partial y$) modelado con OAC, tiende a oponerse al esfuerzo del viento (ver Fig. 3a). Por lo tanto, la fuerza debida al gradiente de presión tiende a contrarrestar el efecto del esfuerzo del viento (τ) y a reducir la magnitud de la aceleración en la dirección paralela a la costa. Esta reducción de la magnitud de la aceleración es evidente en la serie de tiempo mostrada en la Fig. 3b.

La reducción de la magnitud de u cerca del fondo en los anclajes C3 y C4 en el MBM (cuando se introduce el $\partial P_0 / \partial y$), se puede explicar por la reducción del transporte perpendicular a la costa en la capa límite del fondo que resulta de la reducción del esfuerzo de fondo a lo largo de la costa. El balance aproximado en la ecuación de momento a lo largo de la costa para la capa límite del fondo en condiciones estacionarias, es

$$fU_B = -C_D |u_B| v_B,$$

donde f es el parámetro de Coriolis, U_B es el transporte en la capa límite del fondo, C_D es el coeficiente de arrastre, u_B es el vector de velocidad evaluado en el fondo y v_B es la velocidad paralela a la costa evaluada en el fondo. Las simulaciones realizadas muestran que la Ec. (1) es el balance apropiado cerca del fondo (en el último punto de la malla numérica) siendo despreciables los otros términos en la ecuación. La Fig. 3c muestra series de tiempo de los términos en la Ec. (1) en el punto de malla numérica más cercano al fondo en el anclaje C3 para las simulaciones del MB y del MBM. Claramente hay un balance casi perfecto entre fU_B y $-C_D |u_B| v_B$ en ambos modelos y una reducción de ambos términos en la Ec. (1) para el caso del MBM.

Agradecimientos:

El Departamento de Supercomputo de la U.N.A.M. apoyo la realización de este trabajo proporcionándonos tiempo de computo en su Supercomputadora Cray/YMP.

Literatura Citada

Beardsley, R. C. and S. J. Lentz, 1987: The Coastal Ocean Dynamics Experiment Collection: An Introduction. en J. Geophys. Res., of 92:C2, 1455-1463.

- Chapman, D. C., 1987: Application of Wind-Forced, Long Coastal-Trapped Wave Theory Along the California Coast. *J. Geophys. Res.*, 92:C2, 1798-1816.
- Chen, D., S. G. Horrigan and D.-P. Wang, 1988: The Late Summer Vertical Nutrient Mixing in Long Island Sound. *J. Mar. Res.*, 46, 753-770.
- Chen, D. and D.-P. Wang, 1990: Simulating the Time-Variable Coastal Upwelling During CODE 2. *J. Mar. Res.*, 48, 335-358.
- Clarke, A. J. and S. Van Gorder, 1986: A Method for Estimating Wind-Driven Frictional Time-Dependent, Stratified Shelf and Slope Water Flow. *J. Phys. Oceanogr.*, 16, 1013-1028.
- Mellor, G. L. and T. Yamada, 1974: A Hierarchy of Turbulence Closure Models for Planetary Boundary Layers. *em J. Atmos. Sci.*, 31, 1791-1806.
- Mellor, G. L. and A. Durbin, 1975: The Structure and Dynamics of the Ocean Surface Mixed Layer. *em J. Phys. Oceanogr.*, 5 718-728.
- Rudnick, D. L. and R. E. Davis, 1988: Mass and Heat Budgets on the Northern California Continental Shelf. *J. Geophys. Res.* 93:C11, 14,013-14,024.
- Send, U., R. C. Beardsley and C. D. Winant, 1987: Relaxation from Upwelling in the Coastal Ocean Dynamics Experiment. *em J. Geophys. Res.*, 92:C2, 1683-1698.
- Zamudio, L. F. y M. Lopez, 1991: Modelación de Corrientes sobre la Plataforma Continental Forzadas por el Viento. *GEOS, Bol. Unión Geofis. Mex.* 11:4, 14-17.
- Zamudio, L. and M. Lopez, 1993: On the Effect of the Alongshore Pressure Gradient on Numerical Simulations over the Northern California Continental Shelf. *Sometido al J. Geophys. Res.*
- Winant, C. D., R. C. Beardsley and R. E. Davis, 1987: Moored Wind, Temperature, and Current Observations Made during Coastal Ocean Dynamics Experiments 1 and 2, over the Northern California Continental Shelf and Upper Slope. *J. Geophys. Res.* 92:C2, 1569-1604.

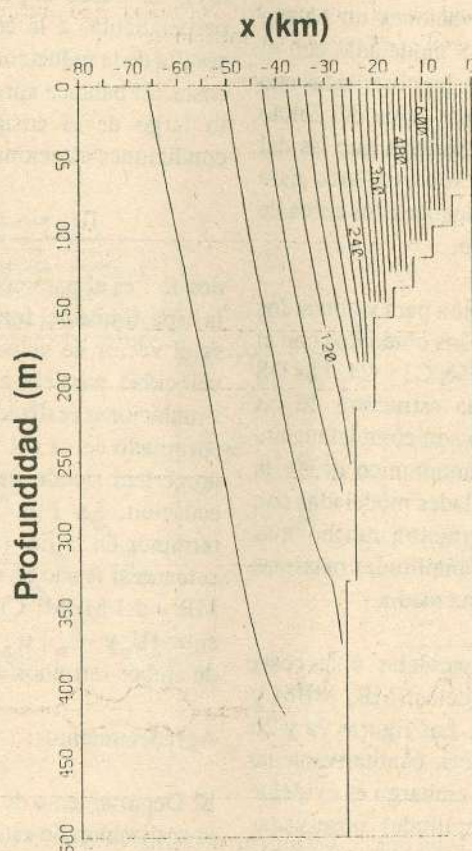


Fig 1 Desviación standard del gradiente de presión paralelo a la costa estimado con el modelo de ondas atrapadas a la costa y utilizado como "forzamiento" adicional (además del esfuerzo del viento) en el modelo bidimensional modificado (MBM). Las unidades son Pa/m multiplicadas por 10^6 y el intervalo de contornos es 30 ($3 \times 10^6 \text{ Pa/m}$). La sección que se muestra es sobre un plano perpendicular a la costa con coordenada horizontal "x" disminuyendo desde la pared costera. La coordenada "y" es perpendicular a la sección y aumentando en la dirección contraria al observador. Los escalones muestran la aproximación a la batimetría real y la región de integración se extiende hasta 1000 m de profundidad.

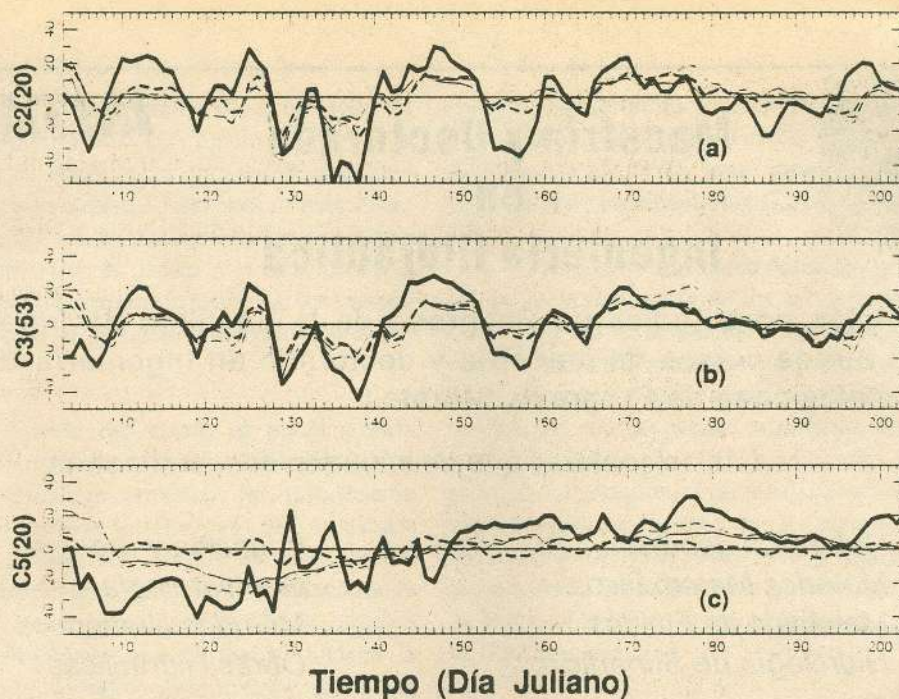


Fig. 2 Series de tiempo de velocidad paralela a la costa observada y modelada en tres localidades sobre la plataforma continental. El cuadro (a) es a una profundidad de 20 m en 60 m de agua; el cuadro (b) es a una profundidad de 53 m en 90 m de agua; el cuadro (c) es a una profundidad de 20 m en 400 m de agua. En todas las gráficas la línea gruesa continua corresponde a las observaciones, la línea gruesa quebrada a los resultados del modelo de ondas atrapadas a la costa (OAC), la línea delgada quebrada al modelo puramente bidimensional (MB) y la línea delgada continua al modelo bidimensional que incluye el gradiente de presión paralela a la costa (MBM). Las unidades son cm/s.

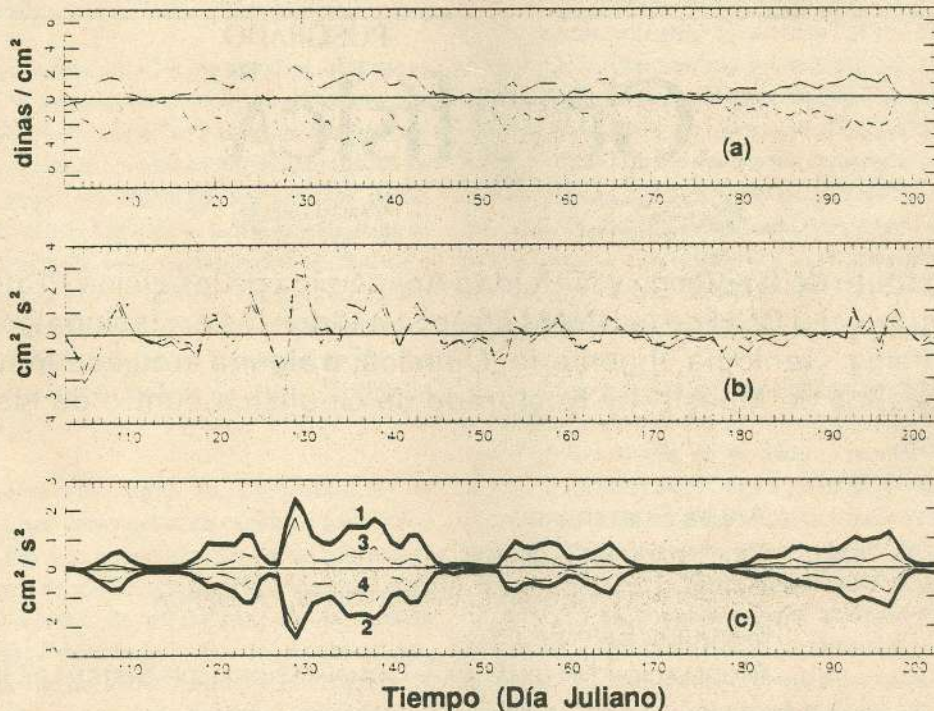


Fig 3 (a) Serie de tiempo de la componente del esfuerzo del viento paralela a la costa (línea quebrada) y de la integral sobre toda la columna de agua del gradiente de presión paralela a la costa obtenido con el modelo de OAC. (b) Serie de tiempo de la integral, sobre toda la columna de agua, de la derivada material de la velocidad paralela a la costa. La línea quebrada es para el MBM y la continua para el MB. (c) Series de tiempo del esfuerzo en el fondo dividido entre la densidad [curvas (2) y (4)] y del transporte perpendicular a la costa multiplicado por f [curvas (1) y (3)] en los 20 m de agua adyacentes al fondo. Las curvas (1) y (2) corresponden al MB y las curvas (3) y (4) al MBM. Todas las series de tiempo son para la localidad donde la columna de agua tiene 90 m.



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:

Hidraulica 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



Unidad Académica de los Ciclos
Profesionales y de Posgrado del
Colegio de Ciencias y Humanidades

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 area academica afín, los Posgrados de Maestría y Doctorado de Geofísica dentro de las siguientes areas:

AGUAS SUBTERRANEAS
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

ESTIMACION DE LAS HORAS FRIO USANDO COMO VARIABLE LA TEMPERATURA PROMEDIO DIARIA

Beatriz Palma Grayeb y Domitilo Pereyra Diaz
Facultad de Física, Universidad Veracruzana
apartado Postal 270, Xalapa, Veracruz
91000 México

RESUMEN

La estimación de las "horas frío" en las zonas templadas es de gran importancia, permite valorar el potencial frutícola de una región. A través de la cantidad de horas frío acumuladas en un período estacional, se puede conocer el nivel de floración de los cultivos caducifolios. En el Valle de Perote, durante el invierno, se acumula una cantidad de "horas frío" considerable que hace que la zona se pueda aprovechar para el cultivo de algunos frutales que requieran de esta propiedad durante su período de latencia para una mayor floración (Torres, 1983). En este estudio se monitoreó la temperatura del aire, en las cercanías del suelo con un teletermógrafo, en la región conocida como Los Humeros, Puebla. Las "horas frío" evaluadas directamente se correlacionaron con la temperatura promedio diario, obteniéndose un coeficiente de $r = -0.79$ significativo al 0.1%. Se utilizaron cuatro modelos matemáticos para relacionar estas dos variables, resultando ser mejor la correlación lineal. Los datos estimados con esta función se compararon con los obtenidos por el Modelo de Crossa-Raynaud, encontrándose mejores resultados con el modelo propuesto en este trabajo.

INTRODUCCION

Como una forma de conocimiento para el aprovechamiento agrícola de la región del Valle del Perote, a partir de los cultivos caducifolios que actualmente existen, la cuantificación de las "horas frío" es una buena base para reubicar por áreas agroclimáticas los frutales de tipo templado con el fin de asegurar la pertinencia de dichos cultivos según sus diversas variedades potenciales para la zona (Gómez y Morales, 1988) (Fig.1.1)

Las necesidades de horas frío de los frutales más cultivados en la zona se muestran en la siguiente tabla:

Frutal	Horas Frío
manzano	500-1300

ciruelo	600-950
peral	400-1300
chabacano	500-1050
durazno	400-1300

Tabla. I. Requerimientos de Horas frío de algunas variedades frutales. (Fuente: Ortíz, 1989)

UBICACION Y CLIMATOLOGIA DE LA ZONA DE ESTUDIO

El Valle de Perote se encuentra ubicado entre los 19° 20' y los 19° 59' latitud norte y entre los 97° 05' y los 97° 05' y los 97° 40' longitud oeste y una altitud promedio de 2,400 msnm. (Fig. 1.2)

Cuenta con dos tipos de climas predominantes: uno seco árido con lluvias en verano y precipitación anual de 255 mm. y temperatura promedio de 15.3°C y otro seco semi-árido, con lluvias en verano y precipitación anual promedio de 421 mm. y temperatura promedio de 12.6°C (Pereyra et al. 1991).

Los cultivos frutales dentro de esta región se ven afectados, a parte de las precipitaciones por las heladas que se presentan las cuales pueden ser del tipo blanca o negra, radiativa o advectiva y también por los vientos, incluyendo los denominados "Nortes" (Pereyra et al. 1991).

METODOLOGIA

Se monitoreó la temperatura del aire en las cercanías del suelo con la ayuda de un teletermógrafo Marca SATO Modelo 45 dentro de la estación Los Humeros, Puebla, durante los meses de diciembre de 1990 y enero de 1991.

Sobre la banda de registro se obtuvo una valoración por el método directo del número de "horas frío" diarias (Gómez y Morales, 1988), tomando como tales el total de horas de ocurrencia de temperaturas menores o iguales a 7°C y mayores o iguales a 0°C. El

valor de la temperatura promedio diaria se obtuvo de los valores de las temperaturas máximas y mínimas diarias registradas.

Las "horas frío" así evaluadas se correlacionaron con la temperatura promedio diaria observada durante estos meses (57 datos) usando el paquete estadístico STAT PACK3.1 que ajustó cuatro funciones matemáticas: lineal, exponencial, logarítmica y potencial (ver tabla II). En la figura 2 se muestran las gráficas de las funciones ajustadas lineal y exponencial y los datos graficados de los valores reales.

Para la regresión lineal se obtuvo un coeficiente de correlación de $\rho = -0.79$ el cual es significativo el 0.1%.

Función	ρ
$A + (B \cdot X)$	-0.79
$A \cdot \exp(B \cdot X)$	-0.76
$A + B \cdot \ln(X)$	-0.77
$A \cdot X^B$	-0.73

Tabla II.- Valores de los coeficientes de correlación para cada una de las funciones ajustadas.

Para saber cual de los modelos estimados es el mejor, se aplicó un criterio de valores extremos de temperatura promedio diaria a cada uno de ellos (Tabla III). el rango contemplado fue para la temperatura máxima de 25° C y para la mínima de 5° C dentro del período estacional considerado en el estudio.

Las funciones logarítmicas y potencial, a pesar de dar una buena correlación, arrojaron valores lejos de los reales, no así las funciones exponencial y lineal de las cuales la mejor resultó ser ésta última.

Función	Temp. Máx.	Temp. Min.
	25° C	5° C
Lineal	0.7	17.9
Exponencial	4.8	18.7

Tabla III.- Valores de horas frío como función de las temperaturas extremas.

MODELO PEREYRA-PALMA

Para la estimación de las "horas frío" en la región del Valle de Perote en función de la temperatura promedio diaria se puede tomar como modelo matemático la ecuación:

$$H_f = 22.20 - 0.86 T$$

donde T es la temperatura promedio diaria en °C. Este modelo se obtuvo al correlacionar los valores de temperatura promedio diaria con las "horas frío" registradas durante el invierno de 1990-1991.

RESULTADOS

Se calcularon las "horas frío" con este modelo y se compararon con las obtenidas usando el modelo de Crossa-Raynaud y el directo; obteniéndose mejor estimación con el modelo propuesto en este estudio para esta región. Con los valores reales observados en la banda del teletermógrafo se acumularon un total de 751 "horas frío".

La tabla IV muestra las "horas frío" acumuladas estimadas por el método directo y los modelos: lineal y el de Crossa-Raynaud así como la desviación de cada modelo con respecto al directo.

Hf acumuladas	variación con respecto al método directo (en porcientos)
Directo 751.3	
Lineal 750.9	0.1
Crossa-Raynaud 904.5	20.0

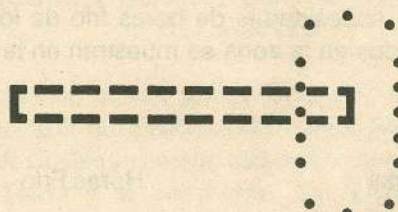
Tabla IV.- Comparación de la cantidad de "horas frío" acumuladas durante los meses diciembre-enero por 4 métodos.

CONCLUSIONES

Al comparar las horas "horas frío" acumuladas (tabla IV) con las "horas frío" requeridas por los frutales templados se puede afirmar que el Valle de Perote tiene un buen potencial frutícola para el cultivo del manzano, durazno, peral, chabacano y ciruelo.

Según tabla III el modelo lineal (Pereyra-Palma) propuesto en este trabajo se ajusta mejor a los datos reales obtenidos con el teletermógrafo que el de Crossa-Raynaud.

Es recomendable que cuando se usen los modelos existentes en la literatura para estimar las "horas frío" se tome en cuenta la ubicación y latitud de la zona para la que fueron validados así como la precipitación en el sitio.



REFERENCIAS

Alvarez, G.A., 1990: "Sistemas y Fórmulas para la evaluación en el cálculo de horas frío en zonas frutícolas". Rev. INFOMAC de la Organización Mexicana de Meteorología, A.C. México. pp 10-13.

Gómez, R.J.C. y Morales, M.L.M., 1988: "Estimación de las horas frío por el método Gómez-Morales". Memorias del III Congreso Interamericano y Mexicano de Meteorología.; 14-18 de noviembre, México D.F. pp.46-49.

Ortíz, T.C., 1989: "Potencial de horas frío en el Estado de México". Memorias del IV Congreso Nacional de Meteorología. 4-6 de octubre, Chihuahua, Chih. México. pp. 182-184.

Pereyra, D.D., Zitácuaro, C.I., De la Mora, B.R. y Tejeda, M.A., 1991: "Obtención de un modelo matemático que permite pronosticar las heladas en el Valle de perote". Informe Técnico presentado a CONACYT. Universidad Veracruzana, México. 49 p.

Pereyra, D.D., Palma, G.B. and Zitácuaro, C.I. 1991: "Correlation between northers of Gul of México and frosts at Las Vigas, Veracruz, México". ATMOSFERA (en prensa).

Torres, R.E., 1983: "Agrometeorología". Editorial Diana. México. 150 p.

INEGI-ORSTOM., 1991: "Cuaderno de información básica: región Cofre de Perote". Ed. INEGI. México. 58 p.



Fig.1. Localización geográfica del Valle de Perote.

HORAS FRÍO VS TEMP.PROM. DIARIA

comparación de modelos de regresión

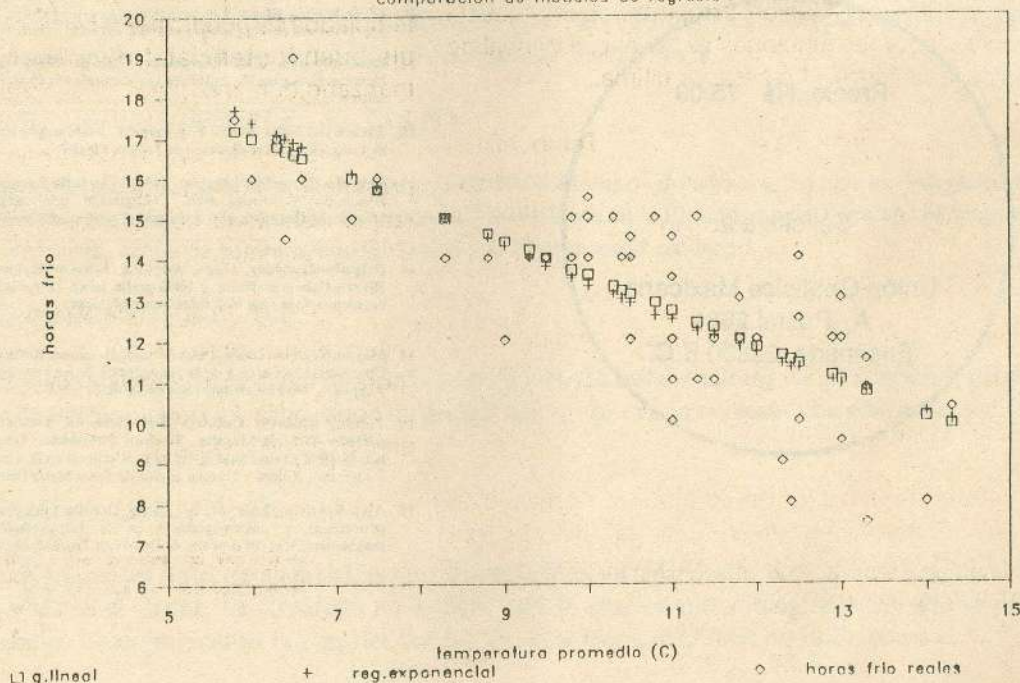


Fig.2 Comparación de modelos de regresión

CONTRIBUCIONES A LA TECTONICA DEL OCCIDENTE DE MEXICO

L.A. Delgado-Argote
A. Martín-Barajas
Editores



UNION GEOFISICA MEXICANA

Precio N\$ 75.00

Solicítela a:

Unión Geofísica Mexicana
A. Postal 2681
Ensenada, 22800 B.C.

CONTENIDO

Prefacio	iii
Agradecimientos	v
1 Delgado-Argote, Luis Alberto, Juan García-Abdeslem y Ramón Mendoza-Borunda: Correlación geológica entre la batimetría y los rasgos estructurales del oriente de la Isla Guadalupe	1
2 García-Abdeslem, Juan y Luis Alberto Delgado-Argote: Implicaciones geológicas de las anomalías magnéticas observadas en Isla Guadalupe, México	12
3 Suárez-Vidal, Francisco: Marco estructural de la Falla Agua Blanca, Baja California, México	24
4 Ledesma-Vázquez, Jorge: Marco tectónico para la deposición de secuencias de tempestitas, en la Formación Rosario en Baja California (Campaniano-Maastrichtiano)	40
5 Espinosa-Cardena, Juan Manuel y José Manuel Romo-Jones: Estimación de la profundidad al basamento en el Valle de San Quintín, B. Cfa. mediante observaciones de gravedad y magnetismo	51
6 Martín-Barajas, Arturo y Johann M. Stock: Estratigrafía y petrología de la secuencia volcánica de Puertecitos, noreste de Baja California. Transición de un arco volcánico a rift	66
7 Martín-Barajas, Arturo, Miguel Téllez-Duarte y Gabriel Rendón-Márquez: Estratigrafía y ambientes de depósito de la secuencia marina de Puertecitos, NE de Baja California. Implicaciones sobre la evolución de la margen occidental de la depresión del Golfo	90
8 Ledesma-Vázquez, Jorge y Markes E. Johnson: Neotectónica del área Lorco-Mulege	115
9 Mora-Alvarez, Gabriela: Relaciones estratigráficas y geocronológicas entre las unidades volcánicas de la Sierra Santa Ursula, en Sonora, y el magmatismo de la región del Golfo de California	123
10 Pérez-Segura, Efrén: Los yacimientos de oro y plata en Sonora, México, y sus relaciones con la geología regional	147
11 Rosas-Elguera, José Guadalupe, Jorge Nieto-Obregón y Jaime Urrutia-Fucugauchi: Ambiente estructural en la frontera norte del Bloque Jalisco	175
12 Zárate-Del Valle, Pedro F. y Jorge A. Maldonado-Reyes: Comentarios metalogénicos sobre el estado de Jalisco, México	193
13 Delgado-Granados, Hugo, Jaime Urrutia-Fucugauchi, Toshiaki Hosenaka y Masao Dan: Migración del campo volcánico de Michoacán-Guanajuato 90 Km. hacia el suroeste durante los últimos 78 Ma.	211
14 Delgado-Granados, Hugo, Angélica Tristán-Serrano y José Héctor Rivera-Cabrera: Notas y bibliografía sobre la geología de la porción occidental de la Faja Volcánica Trans-Mexicana	227
15 Morán-Zenteno, Dante, Peter Schaaf, Hermann Köhler, Harald Böhnel: Consideraciones acerca de la petrogénesis de los intrusivos de la región de Acapulco, basadas en datos isotópicos de Sr y Nd	305
16 Tolson, Gustavo, Gabriela Solís-Pichardo, Dante Morán-Zenteno, Alfredo Victoria-Morales, Teodoro Hernández-Treviño: Naturaleza petrográfica y estructural de las rocas cristalinas en la zona de contacto entre los terrenos Xolapa y Oaxaca, región de Santa María Huatulco, Oaxaca.	327
17 Alva-Valdivia, Luis M. y Jaime Urrutia-Fucugauchi: Propiedades petrofísicas y paleomagnéticas en la interpretación de anomalías magnetométricas del depósito de hierro Las Truchas, Michoacán, México.	350

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

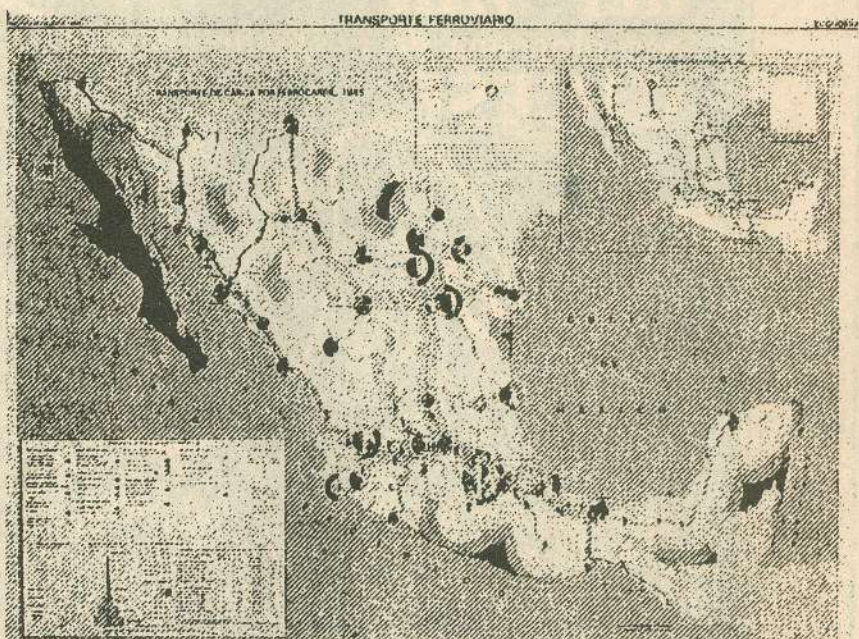
- 1.- Energía, agua y suelo, bases de la actividad económica
- 2.- Agricultura
- 3.- ganadería
- 4.- Actividad forestal
- 5.- Pesca
- 6.- Energía Eléctrica
- 7.- Economía petrolera
- 8.- Minería
- 9.- Industria
- 10.- Transporte y comunicación
- 11.- Turismo
- 12.- Comercio y servicios
- 13.- Asimilación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

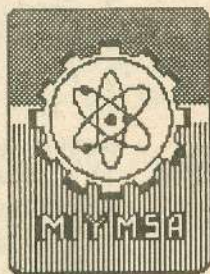
Instituto de Geografía,
UNAM
Circuito Exterior
Ciudad Universitaria
Apartado Postal 20-850
México, 01000, D.F.
Tel.: 548-97-79
Fax.: 548-40-86



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

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

