

unión geofísica mexicana
boletín época II



geos

Número Extraordinario

RESUMENES

U A E M

CUERNAVACA

NOVIEMBRE 1989

REUNION ANUAL UGM 1989

INSTITUCION SEDE

UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MORELOS

PATROCINADORES

C. ANTONIO RIVA PALACIO
GOBERNADOR CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE MORELOS

LIC JULIO MITRE GORAIEV
PRESIDENTE MUNICIPAL DE CUERNAVACA

DR. ALEJANDRO MONTALVO PEREZ
RECTOR DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL EDO DE MORELOS

DR. GUILLERMO FERNANDEZ DE LA GARZA
DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS

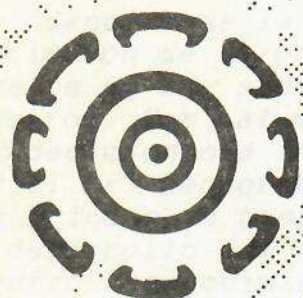
QUIM. IND. ANTONIO MIRANDA S.
SECRETARIO GENERAL
DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MORELOS

ING. ARTURO CERVANTES OSORIO
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS
E INDUSTRIALES

INSTITUCIONES PATROCINADORAS

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS
INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
COORDINACION DE CIENCIAS UNAM
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA UNAM
CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMOSFERA UNAM
INSTITUTO DE GEOLOGIA UNAM
INSTITUTO DE GEOFISICA UNAM

unión geofísica mexicana
boletín EDICIÓN AL **época II**



geos

Número Extraordinario

RESUMENES

U A E M

CUERNAVACA

NOVIEMBRE 1989

EDITORIAL

Este año de 1989 nuevamente nos reunimos con el objeto de compartir y comunicar nuestras experiencias científicas en el seno de la "REUNION ANUAL UGM".

Este congreso científico es ya tradicional y ha tomado un lugar primordial en la comunicación de los académicos de las Ciencias de la Tierra. En esta ocasión nos honra la distinción de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos al ser sede de este evento tan importante para nosotros. Por tal motivo expresamos nuestro mas encarecido agradecimiento a las autoridades universitarias, dirigidas por el Sr. Rector Dr. Alejandro Montalvo Pérez, quienes nos brindan su hospitalidad y todo el apoyo necesario para el desarrollo del congreso. Así también deseamos expresar nuestro reconocimiento y agradecimiento a las autoridades del Estado de Morelos; representadas por el Sr. Gobernador Constitucional C. Antonio Riva Palacio y de la Ciudad de Cuernavaca, presididas por el Sr. Lic. Julio Mitre Goraiev, quienes nos han honrado con su cordial y decidido apoyo.

Nuevamente tenemos representadas todas las Ciencias de la Tierra en más de 200 trabajos, con la participación de 45 instituciones de todo el territorio nacional. Esta participación significa una asistencia superior a 250 personas quienes sin duda darán realce a las sesiones con su presencia. Además se tienen invitados especiales a impartir "Conferencias Magistrales" con el objeto de resumir el estado actual de las ciencias en esas especialidades.

Con todo esto, esperamos que su participación sea de lo más fructífera y que en el futuro se tenga el recuerdo grato de esta "REUNION ANUAL UGM-1989".

Noviembre 1989

A nombre de la mesa directiva

Dr. David J. Terrell
Presidente 1987-1989.

INSTITUCIONES PARTICIPANTES

ACADEMIA DE CIENCIAS MOSCU
CICESE
CICIMAR-IPN
CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMOSFERA
CENTRO DE INV. SISMICA AC
CENTRO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACION AMBIENTAL Y
DESARROLLO TECNOLÓGICO A.C.
COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD
COMPANIA FRESNILLO
E S I A . IPN
E.N.P. 2 "ERASMO CASTELLANOS"
FAC. DE INGENIERIA UNAM
FACULTAD DE CIENCIAS FISICO-MATEMATICAS UNIV. CHILE
INDUSTRIA MINERA INDIO S.A.
INSTITUTE PHYSICS OF THE EARTH,GRUZINSKAYA USSR
INSTITUTE OF MINEROLOGY, PETROLOGY AND ECON. GEOLOGY,
TOHOKU UNIV. JAP.
INSTITUTE OF VULCANOLOGY, PETROPAVIOSE-KAMCHATSKII, USSR
INSTITUTO ANDALUZ DE GEOFISICA
I N S I V U M E H. GUATEMALA
INSTITUTO DE CIENCIAS DEL MAR Y LIMNOLOGIA UNAM
INSTITUTO DE GEOFISICA UNAM
INSTITUTO DE GEOLOGIA UNAM
INSTITUTO DE INGENIERIA UNAM
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS
INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES
MARINE PHYSICAL LAB. SCRIPPS INST. OF OCEANOGRAPHY
OBSERVATORIO METEOROLOGICO SARH
OBSERVATORIO DE CARTUJA, UNIVERSIDAD DE GRANADA
SAN DIEGO STATE UNIVERSITY
SECRETARIA DE MARINA. DIREC. GRAL DE OCEANOGRAFIA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE COLIMA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUANAJUATO
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA
UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO
UNIVERSIDAD VERACRUZANA
UNIVERSITAT TRIER
UNIVERSITY OF ALBERTA,CANADA
UNIVERSITY OF NEW ORLEANS
UNIVERSITY OF UTAH, SALT LAKE CITY
UNIVERSITY OF TEXAS AT DALLAS
U. S. GEOLOGICAL SURVEY, MENLO PARK
WATERLOO CENTRE FOR GROUNDWATER RESEARCH

COFERENCISTAS INVITADOS

DR. CINNA LOMNITZ
INSTITUTO DE GEOFISICA U.N.A.M.

DR. DAVID NIEVA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS

DR. ALFRED TRUESDAL
U.S. GEOLOGICAL SURVEY

DR. V. VIDAL
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS

Use of Fluid Geochemistry to Indicate Reservoir Processes in Exploited Geothermal Systems

Alfred H. Truesdell
U.S. Geological Survey, Menlo Park, California

ABSTRACT

During exploitation geothermal systems undergo drawdown of reservoir pressure. These systems respond to pressure drawdown by boiling or by influx of cooler water. These processes may be studied through changes in fluid chemistry. Cerro Prieto in Baja California is a good example. Fieldwide analyses by CFE showed that from 1973 to 1977 the shallow α reservoir decreased in temperature and chloride with largest changes on the S and W margins, indicating inflow of cooler water. Later USGS and CFE analyses showed that oxygen-18 in water decreased along with Cl in the α reservoir and after 1982 in the deeper β reservoir, with most inflow and largest changes also in the S and W.

Boiling on a fieldwide basis can be followed through the IVF (inlet vapor fraction), which indicates the amount of boiling and steam formation in the reservoir. The IVF of wells in the α reservoir was initially small, increased to maximum values (~ 0.5) in the late 1970's during maximum production, and decreased to near zero after 1981. Maximum IVF values in the northeastern β reservoir increased rapidly with production from near 0.4 in 1982 to almost 1.0 in 1987. Average IVF values were near 0.3-0.4 in 1987 indicating extensive boiling. IVF values in the southeastern β reservoir have remained near zero indicating little boiling. Pressures in this part of the β reservoir are apparently supported by inflow of cooler water.

More exact information on boiling and dilution in restricted parts of the reservoir may be obtained by time series studies of fluids from individual wells. Geothermometers differ in their rate of equilibration and these differences may be used to indicate processes that have heated or cooled fluids during their passage to the well. The Na-K-Ca geothermometer, which equilibrates relatively slowly in fluids of moderate or high salinity, indicates fluid temperature away from the influence of the well; and the quartz saturation geothermometer, which equilibrates relatively quickly, indicates well-bottom temperature. These temperatures, along with the "enthalpy temperature" (the calculated temperature of liquid having the same enthalpy as the measured total fluid enthalpy) give clear indications of near-well reservoir processes.

ARRASTRE VISCOSO DE PARTICULAS CONTAMINANTES EN EL VIENTO SOLAR.

H. Pérez de Tejada

INSTITUTO DE GEOFISICA, UNAM ENSENADA, BAJA CALIFORNIA

Se presenta un modelo de aceleración de partículas eléctricamente cargadas implantadas en el viento solar. Estas partículas surgen de la fotoionización del material neutro que existe en las exósferas planetarias, en la vecindad de los cometas y en la heliósfera externa; y, en general, son arrastradas inmediatamente por el campo eléctrico convectivo del viento solar. Se propone que bajo condiciones de extrema turbulencia magnética, el arrastre de esas partículas es interrumpido repetidamente por interacciones con ondas magnetohidrodinámicas. Como resultado de esta interacción el campo de ondas adquiere energía de las partículas y estas sufren una cierta deceleración local. El efecto neto de este proceso es que las partículas se mueven en trayectorias estocásticas en las que muy gradualmente alcanzan la velocidad del viento solar. Esta descripción explica las deficientes velocidades de las partículas contaminantes que se observaron en la vecindad de la cometopausa del cometa Halley, y sirve para fundamentar el arrastre "viscoso" que se ha propuesto para explicar la dinámica del plasma en esa región.

PRONOSTICO DE LA ACTIVIDAD SOLAR
(1990-2050)

Jorge Sánchez-Sesma.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
Paseo Cuauhnahuac 8532, Jiutepec, Mor.cp 62550

Existen muchas dudas acerca de la actividad solar y de sus variaciones. Sin embargo, es posible identificar ciclos en la actividad solar que permiten su modelación y extrapolación.

La identificación y modelación de ciclos de actividad solar no solo es útil en si misma, si no que permitirá identificar los ciclos asociados al clima terrestre.

En este trabajo se presenta un pronóstico de la actividad solar para los próximos 60 años. El pronóstico se hace utilizando técnicas de análisis espectral y de correlación lineal múltiple.

Se analizan los resultados obtenidos y se comparan con otros pronósticos publicados.

LAS CAUSAS SOLARES DE LAS PERTURBACIONES GEOMAGNETICAS

S. Bravo, B. Mendoza y R. Pérez Enríquez
Depto. Física Espacial,
Instituto de Geofísica, UNAM

En este trabajo se analizan algunos casos de tormentas geomagnéticas con comienzos repentinos y se discuten los eventos en el Sol que podrían haber sido capaces de producirlos. Se evalúan las posibilidades de los diversos eventos ocurridos (ráfagas, protuberancias eruptivas, activación de hoyos coronales) y se discuten los resultados de esta evaluación.

IRREGULARIDADES DEL CAMPO MAGNETICO INTERPLANETARIO PRECURSORAS DE ONDAS DE CHOQUE

B. Mendoza, J.F. Valdés-Galicia, R. Pérez-Enríquez y J.A. Otaola
Depto. Física Espacial
Instituto de Geofísica, UNAM
Circuito Exterior, C.U.
México, D.F. Coyoacán 04510, MEXICO

Llevamos a cabo un análisis espectral de las variaciones del campo magnético interplanetario previas a 5 eventos de ondas de choque observadas cerca de la Tierra (1U.A.) durante el periodo 1978-1980.

Muchas ondas de choque interplanetarias son causantes de perturbaciones del campo magnético terrestre, dando lugar a tormentas magnéticas, auroras, perturbaciones ionosféricas, etc.

El objetivo de este estudio es el de identificar precursores de ondas de choque, las cuales, a su vez pueden producir tales perturbaciones geomagnéticas.

LA INTENSA ACTIVIDAD SOLAR DE MARZO DE 1989 COMO
PRECURSOR DE LA OCURRENCIA DE UN ENSO A FINES DE
1989

B. Mendoza, R. Pérez-Enríquez y M. Alvarez-Madrigal
Depto. Física Espacial
Instituto de Geofísica, UNAM
México, D.F., MEXICO

Se estudia la ocurrencia de eventos ENSO (El Niño-Oscilación del Sur) en relación con la actividad solar. Encontramos que los eventos parecen estar distribuidos en dos poblaciones: Una de estas puede asociarse con los hoyos coronales de baja latitud los cuales aparecen durante la fase descendente del ciclo solar, la otra población se puede relacionar con los hoyos polares, presentes durante el final de la fase descendente del ciclo solar. Dado que en marzo de este año hubo intensa y anómala actividad solar, en términos de ráfagas y hoyos, proponemos que es probable la ocurrencia de un ENSO al final de este año o principios de 1990.

LA AURORA DEL 13 DE MARZO DE 1989 Y SU POSIBLE
ORIGEN EN UN HOYO CORONAL DE BAJA LATITUD

R. Pérez Enríquez y B. Mendoza

RESUMEN

Durante el mes de marzo de 1989 se presentaron una serie de eventos tales como 2 grandes ondas de choque en el medio interplanetario, 2 tormentas magnetosféricas y una aurora que se observó a latitudes muy bajas (sureste de México). Se discute el origen de estas perturbaciones en términos no de las 2 importantes ráfagas que precedieron a los eventos sino de las erupciones de un hoyo coronal de baja latitud que pasó por el meridiano central el día 10 de marzo.

EFICIENCIA DE PRECIPITACION EN NUBES CONVECTIVAS
EN FUNCION DEL PERFIL ATMOSFERICO*

Carlos Latorre Díez

Centro de Ciencias de la Atmósfera
U.N.A.M.

Con base en mediciones directas de los parámetros de las nubes obtenidas desde un avión, se calculó la eficiencia de conversión de vapor de agua a precipitación para 13 nubes cúmulus en latitudes medias. Aún cuando las nubes estudiadas son de larga duración (>20 minutos), en la mitad de los casos no se detectó precipitación en la base de las nubes. Para las nubes que precipitaron, la eficiencia de precipitación se encontró en el rango de 4 a 30%.

Los resultados se analizaron en función del perfil atmosférico, encontrándose una alta dependencia con la energía estática y con el perfil de vientos.

*Trabajo realizado con el apoyo del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Comisión Nacional del Agua.

EVALUACION DE UN ESPECTROMETRO DE GOTAS PARA ESTUDIOS DE MICROFISICA DE NUBES*

F. García-García y R.A. Montañez

Centro de Ciencias de la Atmósfera
U.N.A.M.

El uso de espectrómetros de gotas para estudios de microfísica de nubes en laboratorios aéreos y terrestres, tanto fijos como móviles, ha sido de gran utilidad en años recientes. El C.C.A. cuenta con tres espectrómetros de gotas para muestreos en rangos de tamaños entre 1 - 47 μm , 25 - 800 μm y 100 - 3200 μm , respectivamente. Dependiendo del rango de interés, los espectrómetros tienen diferentes principios de operación.

En este trabajo, se describen la operación, pruebas de funcionamiento y calibración del espectrómetro de dispersión frontal (FSSP, fabricado por PMS de Boulder, CO.) con que cuenta el Laboratorio de Física de Nubes del CCA. Se hace hincapié en la adaptación del equipo para su uso en una plataforma móvil en tierra y se presentan algunos ejemplos del tipo de información que con él se obtiene para diferentes aplicaciones.

* Trabajo realizado con el apoyo del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Comisión Nacional del Agua.

DESARROLLO DE UN SISTEMA SEMIAUTOMATICO DE CONTEO
DE NUCLEOS DE CONDENSACION DE NUBE*

R.A. Montañez* y J.J. Castro

Departamento de Física
Centro de Investigación y Estudios Avanzados
del I.P.N.

Como primer paso en la automatización del conteo de núcleos de condensación de nube (CCN), se ha logrado desarrollar un método semiautomático haciendo uso de una cámara de difusión térmica, un sistema de iluminación laser y un dispositivo de detección que utiliza un tubo fotomultiplicador. La respuesta del tubo fotomultiplicador se calibró en base al método tradicional de conteo, que consiste en la determinación fotográfica de la concentración de CCN.

Se realizaron también mediciones diarias de las concentraciones de CCN en el Distrito Federal durante el verano de 1985.

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos, así como la descripción del método de conteo.

* Trabajo parcialmente patrocinado por la Subdirección de Investigación y Tecnología de Apoyo (SARH), que actualmente forma parte del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (Comisión Nacional del Agua).

* Afiliación Actual: Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.

CARACTERIZACION MICROCLIMATICA DE ALGUNAS AREAS VERDES DE CIUDAD DE MEXICO.

Victor L. Barradas

Centro de Ecologia, UNAM. Apdo. Postal 70-275,
04510 México, D.F.

Las áreas verdes urbanas juegan un papel muy importante en el clima urbano debido a la capacidad que tiene la vegetación de absorber radiación solar y calor. Por otro lado, actúan como filtros del aire captando polvos en sus follajes y adsorbiendo metales pesados y sustancias químicas en sus hojas, ramas y troncos, consumen CO_2 y producen O_2 . Además del efecto en el confort y relajamiento que producen en la población humana.

El principal objetivo de este trabajo fue el de realizar una caracterización microclimática de algunas áreas verdes de ciudad de México con el fin de determinar la distribución de la humedad y la temperatura del aire en el área verde y sus alrededores, y el índice de confort termohigrométrico.

Los parques que se escogieron fueron: Luis G. Urbina (Parque Hundido), Magnolias, Tlacoquemecatl, Arboledas y Francisco Villa (Parque Los Venados).

Se hicieron mediciones de temperatura del aire (T_a) y humedad relativa (HR) en el mes de septiembre, octubre y noviembre de 1988, y se calcularon los índices de confort (IC).

Se encontró que existen diferencias significativas de T_a , HR e IC entre el área verde y sus alrededores. Estas diferencias son más marcadas en las primeras horas de la tarde. Existe evidencia que la magnitud de las diferencias de T_a y HR son proporcionales a la superficie del área verde.

Se concluye que las áreas verdes, aún siendo pequeñas, modifican el clima urbano y el IC y que este efecto es proporcional a su tamaño.

**PATRONES DE CONCENTRACION DEL OZONO AMBIENTAL
PARA CINCO AREAS DENTRO DEL D.F.**

R. Magaña Z., A. Baez, P., y F. Cruz L.
Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Circuito Exterior, C.U. 04510
México, D.F. MEXICO

Utilizando la técnica de análisis de factores, del paquete estadístico para PC, para el tratamiento de los datos de las medidas de las concentraciones del ozono, máximas-diarias, reportadas por las estaciones móviles de monitoreo ambiental operadas por la agencia responsable del control de la contaminación ambiental en el Distrito Federal (D.F.) y en el resto del país, se calculan los Factores Ortogonales (F.O.).

Los cuales representan el potencial de formación del ozono O_3 , habiendo tomado en cuenta más de dos terceras partes de las variaciones de los datos obtenidos entre 1988 y 1989, para cinco estaciones de monitoreo ambiental urbano a nivel del suelo. El análisis confirma, entre otros, que las variaciones de los valores de ozono son similares entre estaciones dentro de áreas geográficas definidas.

ESTUDIO SOBRE ESPECTROSCOPIA ATMOSFERICA

Gabriel J. Vázquez
Instituto de Física, UNAM
Laboratorio de Cuernavaca
Ap-139B, 62191 Morelos, México

La espectroscopía atmosférica proporciona información sobre la composición de la atmósfera. La información está contenida en las líneas de los espectros atmosféricos, los cuales se obtienen por percepción remota (i.e., espectrómetro Dobson, LIDAR) o in situ (i.e., globos, cohetes, satélites). Para extraer la información se comparan espectros atmosféricos de alta resolución con los espectros de laboratorio de los diversos gases que ocurren en la atmósfera; se seleccionan algunas líneas o bandas de absorción u emisión y se analizan en detalle. Las posiciones de las líneas (longitudes de onda o frecuencias) permiten hacer el análisis cualitativo y las intensidades el análisis cuantitativo; el perfil de las líneas (forma Lorentziana o Gaussiana, anchura a media altura, etc.) proporciona además información sobre presión y temperatura atmosféricas y sobre la velocidad de las moléculas gaseosas. Los estudios espectroscópicos proporcionan también datos sobre los mecanismos térmicos y fotoquímicos de excitación, formación y destrucción molecular en las diversas capas de la atmósfera. El caso del ozono ilustra este punto. Cuestiones como el impacto del transporte supersónico y de los compuestos clorofluorocarbonados sobre el ozono estratosférico, los hoyos de ozono y la acumulación de ozono en la tropósfera urbana han sido estudiados empleando técnicas espectroscópicas. Asimismo la espectroscopia atmosférica hace posible el estudio de los fenómenos de luminiscencia atmosférica (aurora, airglow) contribuyendo así al entendimiento de las propiedades de la atmósfera superior. Es también de relevancia para el estudio de las relaciones sol-tierra, en particular para el estudio del balance energético de la tierra, i.e., los gases atmosféricos controlan la cantidad de radiación solar (visible, $7\mu\text{m} > \lambda > 4\mu\text{m}$) que alcanza la superficie terrestre y la cantidad de radiación terrestre (IR, $\lambda > 4\mu\text{m}$) que escapa al espacio. Los datos espectroscópicos son necesarios para modelos fotoquímicos, climáticos y meteorológicos. Por otra parte es importante señalar que las técnicas espectroscópicas son también de enorme importancia para el estudio del cosmos, i.e., medio interestelar, atmósferas planetarias, cometas, etc. La presente contribución discute algunas ideas generales de un proyecto en curso avocado al estudio de las técnicas espectroscópicas de monitoreo atmosférico.

INICIALIZACION EN COORDENADAS SIGMA

Es común que las variables meteorológicas altura geopotencial ϕ , temperatura potencial θ , vientos V , humedad q , se encuentren en el sistema (x, y, p, t) siendo x , la coordenada en la dirección zonal, y la coordenada meridional p la presión y t , el tiempo, es conveniente pasar a coordenadas (x, y, σ, t) siendo σ la presión normalizada ya que en el sistema anterior es difícil manejar la condición de frontera en superficie.

El método para pasar las variables del ϕ, θ, V, q del sistema (x, y, p, t) al sistema (x, y, σ, t) se basa en los trabajos de Shuman y Hovermale (1968) y J.F. Gerrity - (1977) en los cuales se considera al geopotencial una función cuadrática del logaritmo de la presión.

Para la inicialización en el sistema sigma se cuenta con los campos analizados de ϕ, T, V en los 10 niveles de presión obligatorios, excepto la temperatura en 1000 mb.

Bibliografía

- 1) Shuman F.G., and Hovermale, J.B. (1968) An operational six-layer primitive equation model. Journal of Applied Meteorology, 7, 525-547.
- 2) Joseph F. Gerrity (1977) The LFM Model NOAA Technical Memorandum NMC 60 National Meteorological Center, NWS/NOAA Washington, D. C.

El Pronóstico de Tormentas Tropicales empleando Modelos Filtrados

M. en C. Enrique Buendía Carrera
Fís. Luis Fdo. Gómez Alpuche

Durante más de 8 años se han estado experimentando diversos modelos de Pronóstico Numérico a corto plazo en el Centro de Ciencias de la Atmósfera. Los modelos usados son filtrados y de ecuaciones primitivas, en su conjunto se utiliza una malla de 19 x 22 puntos en los cuales se crea ciclicidad con el objeto de evitar la contaminación producida por las condiciones de frontera Este-Oeste, primordialmente.

Cuando la distancia entre los puntos reticulares es de 463 km y el paso de tiempo es 1 h, los modelos no pronostican el movimiento de tormentas tropicales, ya que no mueven sistemas cuyas dimensiones son menores a 2 veces la distancia entre los puntos reticulares. En este trabajo se presenta el pronóstico de estas perturbaciones meteorológicas que continuamente se presentan en nuestras latitudes, cuando los puntos reticulares están separados 115 km. Los resultados correspondientes a los huracanes Gilberto y Hugo son satisfactorios.

Incorporación de la ecuación de vorticidad en un Modelo Termo
dinámico para la predicción del tiempo a largo plazo

J. Adem y V.M. Mendoza

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, 04510, México,D.F.

Se presenta un modelo termodinámico en el que las ecuaciones de conservación de energía térmica en la tropósfera y en la superficie de la Tierra son usadas como base para la predicción numérica del tiempo a largo plazo.

La vorticidad potencial es incorporada en la ecuación de conservación de energía térmica en la tropósfera a través de la convección de calor por corrientes verticales.

Por medio de un análisis de frecuencias se muestra que este modelo termodinámico tiene dos diferentes tipos de ondas, uno corresponde esencialmente a las ondas de Rossby en una atmósfera no adiabática dichas ondas tienen un período de varios días, el otro corresponde a ondas lentas, las cuales son forzadas por el calentamiento en la superficie y tienen un período de un mes a una estación.

Se muestra que las ondas de Rossby deben ser filtradas como ruido. Se presenta un método simple para filtrar estas ondas y un método para integrar en el Hemisferio Norte este modelo termodinámico filtrado.

Estimación del Balance de Calor en el Golfo de México

J. Adem, E.E. Villanueva-Urrutia y V.M. Mendoza

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM, 04510, México, D.F.

Utilizando la ecuación de conservación de energía térmica en la capa de mezcla del Golfo de México, se simula el ciclo anual de temperatura superficial así como el exceso de radiación en la superficie oceánica, el calor sensible cedido desde la superficie a la atmósfera, el calor latente perdido por evaporación, el transporte horizontal de calor por las corrientes oceánicas estacionales en el interior del Golfo y en el Canal de Yucatán y la difusión horizontal de calor.

En los experimentos numéricos las corrientes superficiales observadas y el transporte horizontal de calor a través del Canal de Yucatán se usan como campos prescritos así como las condiciones atmosféricas.

Se comparan las componentes del balance de calor obtenidas con este modelo con las reportadas por Hastenrath (1968-1976) y por Etter (1983).

Fís. y Quím. del Interior de la Tierra

SIMULACION NUMERICA DE DISPERSION DE CONTAMINANTES EN LA ATMOSFERA.

Ma. Luisa San Román Zimbrón
Universidad Autónoma del Estado de Morelos
Alfredo Castrejón Nava
Lab. Energía Solar I.I.M. U.N.A.M.

El transporte de contaminantes que se vierten a la atmósfera por medio de las chimeneas, esta determinado -- por las condiciones del flujo de emisión, las características geométricas de la chimenea y en gran medida -- por los factores locales, principalmente las condiciones atmosféricas del entorno.

Este trabajo consiste en formular un modelo matemático de carácter general que, resolviendo las ecuaciones de transporte, describa el sistema "Chimenea-Entorno", considerando tanto las condiciones de emisión como las condiciones atmosféricas, en tal forma que permita evaluar su comportamiento mediante simulación por computadora.

El modelo propuesto es transitorio y suficientemente -- versátil con el objeto de resolver problemas con una amplia gama de condiciones específicas, lo que garantizará su aplicación en diferentes localidades.

AVANCE DEL ESTUDIO DEL AEROSOL ATMOSFERICO EN LA ATMOSFERA
DE LA CIUDAD DE MEXICO USANDO MICROSCOPIA ELECTRONICA DE BA-
RRIDO Y ENERGIA DISPERSIVA DE RAYOS X.

S.SALAZAR*,F.MANRIQUEZ**,L.M.CARRERA G***J.CARRERAº.

Continuando la caracterización física y química del aerosol atmosférico, que el grupo de Radiación Solar y otras dependencias en colaboración vienen realizando, se presentan resultados semicuantitativos del análisis elemental de partículas urbanas. De muestreos efectuados por época del año: lluvias y secas no se observa una diferencia estadística significativa, aunque se llega a observar un incremento de ciertos elementos durante la época de lluvias.

* Observatorio de Radiación Solar. Instituto de Geofísica

** Lab. de Microscopia Electrónica. Dpto. de Metalurgia,
Fac. de Quím. UNAM

*** Depto. de Ciencias Materiales, ININ.

º Dpto. de Modelación Matemática, Instituto de Geofísica

**PRONOSTICOS DE LAS PRECIPITACIONES A PARTIR DEL ANALISIS
ESTADISTICO Y ARMONICO, EN LA CIUDAD DE VERACRUZ, VER., MEXICO**

José Hernández, T. y Javier Aldeco R.
Estación de Investigación Oceanográfica
Veracruz, Ver. DGON., SecMar.

En base a las precipitaciones registradas en el Centro de Previsión del Golfo, en la ciudad de Veracruz, la época de estiaje se presenta en los meses de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo, abril y mayo; para junio se inicia el período de lluvias, siendo julio el más intenso; octubre es la parte intermedia de estos dos períodos.

Con las precipitaciones máximas mensuales ocurridas en cada año, de 1917 a 1988, se calcularon las máximas esperadas y las probables (que se utilizan en el diseño de obras hidráulicas), usando las funciones de distribución Gumbel, Log-Normal y Log-Pearson Tipo III. Encontrándose que para períodos de retorno, T_m , de 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 y 1000 años, Gumbel presenta valores más bajos que en las otras funciones, siendo el Pearson el que da valores más altos, para $T_m=100$ años, estas funciones deciden las medidas de seguridad requeridas de acuerdo a la magnitud, costos y riesgos de proyectos hidrológicos.

En el análisis armónico, se eligieron las precipitaciones totales anuales. Las armónicas se calcularon mediante las series de Fourier, de estas se graficaron la uno y la cinco, las cuales representan dos tendencias climáticas con períodos de 36 y 14 años, siendo así que en los próximos cinco años se espera que la precipitación anual tienda a disminuir por debajo del promedio anual (1700 mm/año), con la armónica uno baja sensiblemente y con la cinco más marcadamente, pero pueden existir años secos dentro de un período, que en general, se considera como lluvioso, o por el contrario, años lluviosos dentro de un período considerado como seco.

ANALISIS DE LAS SEQUIAS DE LA REGION XALAPA, VERACRUZ: USANDO
SERIES DE FOURIER

Domitilo Pereyra Díaz
Irma Zitácuaro Contreras

Centro de Meteorología Aplicada de la Facultad de Física
Universidad Veracruzana. A.P. # 270, Xalapa, Ver.C.P.91000

RESUMEN

En este estudio se analizó la precipitación anual de la región Xalapa, Veracruz, del período 1920 a 1988 con la finalidad de determinar los períodos de sequías que han afectado a la región. Posteriormente se ajustó una serie de Fourier a los datos de precipitación anual del período 1920 a 1947 con el objeto de poder pronosticar a futuro los períodos de sequía que tanto daño causan a la región, pudiéndose comprobar la eficacia del modelo con los datos ya existentes (de 1948 a 1988). Las Series de Fourier ajustadas estuvieron formadas por 13 y 6 armónicas, habiéndose obtenido un error en el ajuste de 2.9% y 11.4% para cada serie, respectivamente. Al comprobar la eficiencia del pronóstico con los datos ya existentes se obtuvo un error del orden de 20% lo cual indica que el modelo puede ser confiable cuando no se requiere conocer con precisión la precipitación anual. Así también el modelo pronostica bastante bien las sequías cortas y moderadas, no así las sequías muy severas y prolongadas como son las del período 1961 a 1968 y la de 1982 a 1988. Cabe hacer notar que la falla del modelo en la sequía de los últimos años se debe probablemente a que el ecosistema de la región ha sido modificado con el crecimiento desmesurado de la ciudad y la deforestación del Cofre de Perote, que en gran parte contribuían con el vapor de agua para la formación de las nubes.

PARAMETROS DE NUBOSIDAD A PARTIR DE DATOS DE
RADAR BANDA C EN EL ESTADO DE DURANGO

Victor M. Ramos González
Av. Observatorio N° 192 Col. Observatorio
Deleg. M. Hidalgo 11860 México, D.F.

Se presenta el comportamiento y parámetros de la nubosidad en el estado de Durango y partes de Coahuila y Chihuahua a partir de registros de radares de banda C.

Los ecos de nube asentados cada media hora, permiten establecer la trayectoria de las nubes granifugas en la comarca lagunera; determinar la hora en que aparecen los ecos, velocidad de desplazamiento promedio (36 km/hr.) y la de desarrollo vertical (6.32 km/hr.), individual (tres horas), y el tiempo mínimo (media hora) y los topes máximas, durante los meses de abril y mayo.

Aplicación del Índice de Palmer para la Sequía, en la Región
Noroeste de México.

Fernando Miranda R.

y

Sergio Reyes

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de
Ensenada, B.C., México, 22830

Resumen

Con datos históricos mensuales de precipitación y temperatura promedio registrados en la red de estaciones climatológicas de los estados de Baja California, Baja California Sur y Sonora, se calcula anualmente el Índice de Palmer para la Severidad de la Sequía (IPSS). Primeramente se encuentra el valor para la evapotranspiración potencial por medio de la fórmula de Thornthwaite y se compara con el método de Palmer-Havens, (1958). La diferencia entre la precipitación y la evapotranspiración se utiliza como un método para evaluar el balance de humedad en cada sitio climatológico; posteriormente, este mismo valor se introduce para el cálculo del IPSS. Dentro del período analizado con el IPSS, 1947-1988, se identifican las magnitudes máximas y mínimas de duración e intensidad de la sequía, así como la extensión geográfica que alcanzan dichas magnitudes. La persistencia de la sequía se presenta mayormente en las porciones NE del estado de Baja California y NW de Sonora. Posiblemente la aparición de períodos grandes de falta de lluvia puedan estar teleconectados simultáneamente con otros fenómenos de escala regional y también de escala planetaria. Se propone un método operacional intraestatal sencillo para el monitoreo de la sequía en la región.

Ciencias Atmosféricas

ESTIMACION DE LA PRECIPITACION MAXIMA
EN EL NORESTE DE MEXICO.

Jorge Sánchez-Sesma y Arturo Valdés Manzanilla

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
Paseo Cuauhnahuac 8532, Jiutepec, Mor. cp 65550

Dadas las diferencias físicas y estadísticas entre las precipitaciones causadas por huracanes y por otros fenómenos meteorológicos, se requieren estudiar por separado las precipitaciones debidas a cada uno de los fenómenos. Igualmente se ha observado que las precipitaciones debidas a huracanes son marcadamente diferentes en zonas con diferentes condiciones topográficas.

El Noreste de México es una región que es visitada por huracanes donde la topografía tiene una enorme influencia en el valor de las precipitaciones.

Para investigar lo anterior se analizan probabilísticamente la información de precipitación considerando tres tipos de muestras: precipitaciones máximas (en 24 hrs) causadas por huracanes, precipitaciones máximas no causadas por huracanes y las dos anteriores en una sola muestra. Se realiza este análisis probabilístico tanto para estaciones meteorológicas en zonas montañosas, como para estaciones en una zonas planas.

ANALISIS DE LA PRECIPITACION DEL HURACAN GILBERTO

Jorge Sánchez-Sesma y Arturo Valdés Manzanilla

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
Paseo Cuauhnahuac 8532. Jiutepec, Mor. cp 65550

Dada la magnitud de la precipitación que han causado los huracanes en el pasado y la que potencialmente pueden presentar en el futuro, se analizan los valores registrados de esa variable durante el paso del huracán Gilberto el año pasado.

Se estudian las precipitaciones considerando las condiciones topográficas y la distancia al huracán.

Para la región cercana a Monterrey, donde se presentaron las mayores precipitaciones, además de estudiar los registros, éstos se comparan con estimaciones del campo de precipitación hechas con modelos que toman en cuenta tanto las características topográficas de la región, como las características del huracán.

Efectos del Huracán Gilberto en las Costas Mexicanas

Nicolas Zala Flores (Laboratorio de Ingeniería Hidráulica, ESIA, IPN).

Humberto Bravo (Departamento de Hidráulica, ESIA, IPN).

Mercedes Juárez Rueda (Departamento de Hidráulica, Sección de Graduados, ESIA, IPN).

El Huracán Gilberto se presentó sobre las Costas Mexicanas en septiembre de 1988, siendo uno de los más severos y peligrosos por mucho tiempo en México.

Esta ponencia resume parte de la información disponible a la fecha sobre los efectos de este huracán en las costas de México.

Se presenta información sobre la trayectoria del huracán, - velocidad de avance, velocidad de vientos, así como aspectos relevantes de los daños causados en puertos y regiones costeras.

Siendo la zona del caribe mexicano la más afectada, se presenta un análisis del oleaje ciclónica estimado para el Gil berto y otros huracanes.

Asimismo se tratará brevemente el comportamiento de algunas estructuras costeras.

EXPLORACION DE ACUIFEROS PEQUEÑOS USANDO E.M.- VLF.

Randall Roberts, John A.

Apdo. 168 , CP 36000 Guanajuato, Gto.

Reciente exploración de agua donde ha fallado la geoelectrica ha sido resuelto facilmente con el sistema electromagnético de muy baja frecuencia (VLF), usando la banda de 15-30 KHz sobre el sistema mundial de estaciones de este tipo. La lejanía de éstas transmisoras hasta el receptor reduce problemas por diferencias topográficas permitiendo su uso en terreno quebrado.

VLF ha sido usado para la localización de vetas y cuerpos de mena desde los años 60s. donde su precisión en ubicar pequeños conductores hasta una profundidad de 100 mts. le ha ganado aceptación. Su resolución sobre un blanco y su habilidad de penetrar se basa en la resistividad eléctrica del capote; una capa superficial de menos de 100 ohm mts. permite poco alcance pero situaciones de capas en el óden de 1000 ohm mts. permiten penetraciones cerca a los 200 mts.

En la búsqueda de agua con VLF se ha condicionado su uso por el modelo de un cuerpo muy conductivo (el agua), en forma de una placa (fractura abierta), encajonado dentro de un medio muy resistivo (roca seca); este modelo es excelente para canales kásticos en caliza; hay buenos ejemplos documentados y obedece el concepto de corrientes vórtice. Sin embargo, se han encontrado acuíferos en grava o roca brechoidal dentro de un medio no muy resistivo (200 ohm mts.). La forma de las curvas obtenidas es diferente de situaciones de fracturas en roca. Se propone que hay un componente importante de corrientes galvánicas que aquí permite el descubrimiento de acuíferos en terrenos parcialmente estratificados, y a una profundidad de 100-150 mts. Así la rapidez de VLF, especialmente con equipo computorizado, es insólito en comparación con cualquier otro método de exploración geofísica terrestre para agua, con la posibilidad de hacer 10 kms. de línea por día con mediciones cada 10 mts.

0-30 KHz

MODELO BI-DIMENSIONAL DE TRANSPORTE Y DISPERSION DE UN FRENTE SALINO EN UN ACUIFERO COSTERO

C. Traslosheros H., y R. Vázquez

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

El esquema de un modelo bi-dimensional de transporte y dispersión, es aplicado a la simulación del avance de un frente salino en un acuífero costero. Las ecuaciones de flujo y de transporte son resueltas acopladamente; para su solución se usan diferencias finitas (método de las direcciones alternas) y el método de características, respectivamente.

El ejercicio de aplicación presentado aquí pretende simular el grado de complejidad de un acuífero costero típico de Baja California. Algunos de los resultados son las distribuciones de la piezometría, de la concentración y de la velocidad de flujo; el balance de masa; así como el registro de concentración correspondiente a un punto de control.

SOLUCION ESTACIONARIA DEL FLUJO EN EMBALSES DE RECARGA ARTIFICIAL

R. Vázquez*, R. Vega*, J. Ramírez**

*** Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE**

**** Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C.**

Utilizando el método de elementos finitos se ha desarrollado un algoritmo para calcular la infiltración estacionaria de cuerpos superficiales de agua. Este término es de importancia para la integración del balance de los recursos hidráulicos en el subsuelo.

Se considera el caso de embalses rectangulares de sección uniforme. La solución se obtiene en el plano vertical suponiendo la validez de una aproximación bidimensional. La condición en la frontera inferior es de potencial fijo.

El problema tiene la complejidad que presenta la superficie libre que determina el dominio del flujo saturado. La posición y forma de esta frontera se determina mediante un proceso iterativo.

La discretización es con elementos triangulares y el sistema de ecuaciones resultante se resuelve utilizando el método de sobre relajación sucesiva.

Utilizando la solución del problema del flujo, se determina un criterio de separación mínima entre embalses. Se analizan los resultados para diferentes condiciones hidráulicas y de diseño.

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA SOLUCION AL PROBLEMA INVERSO DE RELACION DE CAIDAS DE POTENCIAL

R. Martínez, E.A. Muñoz, R. Rodríguez

Instituto de Geofísica, U.N.A.M.

El método de S.E.V. de R.C.P. se aplica a la exploración de subsuelos cuya distribución de resistividad corresponde al caso de medios horizontalmente estratificados. La información se registra en una curva, la que constituye la base de la interpretación; en este sentido, la solución al problema inverso consiste básicamente en obtener un modelo teórico compatible con la curva de campo.

El problema de inversión se ha abordado a través del método de superposición, cuyo principal inconveniente es la lentitud en el proceso de interpretación. Actualmente existe la herramienta teórica suficiente para desarrollar técnicas de interpretación automática; se plantean técnicas numéricas y se analizan sus alcances y limitaciones.

ANALISIS ESPECTRAL DE LA FUNCION DE RELACION DE CAIDAS DE POTENCIAL

R. Martínez, E. A. Muñoz, R. Rodríguez

Instituto de Geofísica, U.N.A.M.

La representación gráfica de las curvas de relación de caídas de potencial (R.C.P.). correspondientes a un medio horizontalmente estratificado, bajo un sistema de coordenadas semilogarítmico, ofrecen una apariencia regular, en el sentido de que los periodos de oscilación originados por las distintas capas del subsuelo tienden a permanecer del mismo orden de magnitud a lo sobre la curva. En la aplicación práctica del método las curvas presentan un contenido de altas frecuencias, el que ha sido considerado como ruido. Con base en un análisis de Fourier se lleva a cabo un estudio de los espectros de amplitud y fase de un gran número de curvas teóricas, a través del cual se establece el contenido de frecuencias de la señal de R.C.P., que corresponde a bajas frecuencias. Se construye un filtro pasa bajos para eliminar frecuencias indeseables y obtener curvas de mejor calidad.

Capilaridad

Que es frecuencia?

ANALISIS TRIDIMENSIONAL DE LA SENSIBILIDAD DE LOS SISTEMAS ELECTROMAGNETICOS DE BOBINAS HORIZONTALES**M. A. Pérez Flores y E. Gómez Treviño****Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE**

Una de las principales dificultades que plantea la aplicación de los métodos electromagnéticos reside en la interpretación de los datos. Sobre este aspecto, resulta de gran utilidad el estudio de la sensibilidad de mediciones individuales a cambios locales en la conductividad eléctrica. En el presente trabajo, se considera el caso de sistemas de bobinas horizontales, tanto en el dominio de las frecuencias como del tiempo. Los cálculos para el caso de campos armónicos se reducen a evaluar numéricamente una transformada de Hankel. El resultado de tal transformada es a su vez transformado numéricamente al dominio del tiempo para el caso de campos transitorios. Se muestra que en ambos dominios la respuesta del sistema de bobinas puede predecirse a partir de las correspondientes funciones de sensibilidad.

Porqué H_z y no E

LA RESOLUCION DE MEDICIONES MAGNETOTELURICAS PARA LOS MODOS TE Y TM

F.J. Esparza y E. Gómez Treviño

Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, CICESE

Los modos TE y TM caracterizan el fenómeno de inducción electromagnética en la tierra para el caso de estructuras bidimensionales. En el primer caso el flujo de corriente eléctrica es paralelo a las estructuras y en el segundo es perpendicular a las mismas. En ambos casos, las mediciones que se realizan sobre la superficie de la tierra, representan promedios espaciales de la conductividad eléctrica del subsuelo, siendo diferentes las funciones promediantes (derivadas de Fréchet) para cada modo de conducción. Se considera el caso de un semiespacio homogéneo para el cual las derivadas de Fréchet son analíticas. Con base en lo anterior, se consideran separadamente para cada modo el promedio de muchas mediciones, y se comparan las funciones promediantes correspondientes; las funciones se calculan aplicando el criterio de optimización de Backus y Gilbert. En igualdad de condiciones el modo TE proporciona mejor resolución que el TM, pudiéndose reducir la diferencia relocalizando estratégicamente las mediciones para el último caso.

UN METODO PARA TRANSFORMAR PSEUDO-SECCIONES DE RESISTIVIDAD Y POLARIZACION INDUCIDA EN SECCIONES VERDADERAS

A. García Aguilar y E. Gómez Treviño

Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, CICESE

Las calicatas de resistividad y polarización inducida generalmente se interpretan cualitativamente representando los datos en la forma de pseudo-secciones. Como profundidad se utiliza una fracción de la separación máxima entre electrodos, y en lugar de la propiedad física que se investiga se utiliza el valor aparente de la misma. La transformación de tales pseudo-secciones en secciones verdaderas incrementaría la confiabilidad de la interpretación. Con este fin se desarrolló un procedimiento para reemplazar la pseudo-profundidad y los valores aparentes de las propiedades físicas por sus correspondientes valores verdaderos, dando como resultado una imagen de la distribución de la resistividad o cargabilidad del subsuelo. La imagen bidimensional se construye superponiendo funciones ortogonales calculadas a partir de las pseudo-secciones mediante técnicas de inversión. Las funciones ortogonales son analíticas y pueden evaluarse en puntos arbitrarios, por lo que permiten representar distribuciones arbitrarias sin necesidad de discretizar de antemano. Se presentan resultados derivados de experimentos numéricos, así como aplicaciones a datos de campo.

LA RESPUESTA TRANSITORIA DE POLARIZACION INDUCIDA DE UNA ESFERA

E. Pastrana Vázquez y E. Gómez Treviño

Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, CICESE

La aplicación del método de polarización inducida espectral en la discriminación mineral, plantea la necesidad de conocer la respuesta transitoria de medios heterogéneos. El estudio del efecto de cuerpos tridimensionales de forma arbitraria es en general prohibitivo aún con las actuales facilidades de cómputo. Por esta razón, es necesario seleccionar modelos representativos que puedan tratarse en forma analítica. En el presente trabajo se considera la respuesta de una esfera inmersa en un medio homogéneo, caso que geométricamente se reduce a una expansión en términos de polinomios de Legendre. La respuesta transitoria se calcula utilizando series de Fourier, cuyos coeficientes dependen tanto de la respuesta geométrica de la esfera como de los modos de relajación Cole-Cole de ambos medios. Se presentan resultados para los dos tipos de onda más utilizados en la práctica.

PRUEBAS COMPARATIVAS DE RESPUESTAS 3D DE RESISTIVIDAD DE PLACAS CONDUCTORAS

Cesar Barajas y Carlos Flores
Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, CICESE

Los métodos numéricos existentes para el cálculo de respuestas de resistividad aparente de heterogeneidades tridimensionales en el subsuelo todavía son engorrosos en su uso y caros en términos de tiempo de máquina. De aquí la necesidad de desarrollar nuevas técnicas que sean más flexibles en su manejo y computacionalmente más rápidas, especialmente si queremos implementar métodos de inversión de datos de campo. Este trabajo presenta pruebas de un algoritmo relativamente rápido de cálculo de respuestas de resistividad aparente de cualquier arreglo electrodico usando el método de ecuación integral. El modelo consiste de un conjunto de placas conductoras de inclinación arbitraria colocadas en un semi-espacio homogéneo o estratificado. Para evaluar el efecto de los parámetros del modelo en la exactitud de la respuesta se usó un análisis de autoconvergencia y comparaciones con respuestas ya publicadas en la literatura de soluciones analíticas (listón bidimensional y esfera perfectamente conductoras) y numéricas (diferencias finitas y ecuación integral de superficie). Los resultados de estas pruebas son satisfactorios y dan criterios de aproximación para el uso de la técnica en otras aplicaciones de la exploración geoelectrica.

'DETERMINACION Y SEPARACION DE PROPIEDADES ELASTICAS E INELASTICAS DE FORMACIONES DEL SUBSUELO, A PARTIR DE SISMOLOGIA DE REFLEXION'.

Ramírez Cruz Luis *, Del Valle García Raúl *

Instituto Mexicano del Petróleo *

En el presente trabajo se propone un método para separar e identificar las propiedades elásticas e inelásticas de las formaciones geológicas, a partir de una señal sísmica representativa de la respuesta del subsuelo, a la energía sísmica impartida en el terreno.

La señal sísmica es descompuesta en dos componentes, uno de ellos nos representa el contraste de impedancia, obteniéndose una medida de las propiedades elásticas del subsuelo; la otra componente representa el contraste absorbtivo, y nos da una medida de las propiedades inelásticas del subsuelo. El uso de esta técnica permite distinguir formaciones saturadas con gas de formaciones saturadas con otro fluido, ayudando a la localización de yacimientos de gas.

APLICACION DE LA DESCOMPOSICION DE VALORES
SINGULARES A LA INVERSION LINEAL DE DATOS
SISMICOS.

E. Lugo Flores y R. Fernández T.

Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, B.C., División de Ciencias
de la Tierra, Espinoza 843, Ensenada, B.C.

Asumiendo que la traza sísmica (y) obedece al modelo convolucional $y = [K]x + e$ (en donde la matriz K contiene la ondícula de la fuente, previamente estimada, y e es un vector de errores), se presenta un esquema de inversión para estimar la serie de coeficientes de reflexión (x) mediante el estimador mínimo-cuadrático regularizado.

El algoritmo de inversión implementado, hace uso de la Descomposición de Valores Singulares (DVS) de la matriz K , lo cual nos permite hacer el análisis espectral del problema y una interpretación física del mismo. Se hace hincapié en la ventaja que representa la DVS para la estabilización de la inversión y se analizan dos métodos posibles para lograr dicho objetivo: el criterio de corte y construyendo el algoritmo a que la energía de la estimación sea finita.

Se muestran resultados con datos sintéticos y se propone la secuencia de proceso más adecuada para trabajar con datos reales.

"APLICACION E INTERPRETACION CON EL METODO DE
DECONVOLUCION WERNER, EN LA PORCION NORESTE DE LA
PLATAFORMA DE YUCATAN"

Ruben Contreras Flores
Subdireccion de Tecnología de
Exploración
Gerencia de Geofísica
Av. Eje Central Lázaro Cárdenas 152
Col. San Bartolo Atepehuacán
Delegación Gustavo A. Madero
07730, México, D.F.

R E S U M E N

Debido a la poca información existente actualmente en la Plataforma de Yucatán sobre el basamento magnético, se realizó la interpretación en el área comprendida entre los meridianos $86^{\circ} 00'$ a $89^{\circ} 00'$ de Longitud Oeste y entre los paralelos $20^{\circ} 00'$ a $24^{\circ} 00'$ de Latitud Norte, -- utilizando el Método de Deconvolución Werner, el cual -- nos permitió definir la posible cima del basamento magnético.

Dicho método resuelve problemas de ambigüedad en métodos potenciales proponiendo un cuerpo geométrico simple, siendo para este caso un dique.

A partir de su respuesta magnética, se calcula un operador que al convolucionarlo con la anomalía magnética, hace posible la estimación de la profundidad y las características del cuerpo anómalo. En este método, la ecuación de campo total para un dique es la ecuación básica usada.

La adecuada aplicación e interpretación del Método de Deconvolución Werner nos permitió definir cuencas muy importantes con profundidades que varían del orden de -- 6000 a 10000 (m.b.n.m.) en la parte marina del Caribe, -- así como en la región continental de la Plataforma de -- Yucatán con alineación N-S, y que posiblemente pudiera contener acumulación de hidrocarburos, similares a la zona productora de la Sonda de Campeche.

Tranformación lineal de anomalías de gravedad y magnéticas.

Ildefonso Correa Pérez IMP

Juan M. Brandi Purata DEPMI-UNAM

En este trabajo se muestra el desarrollo matemático, por dos caminos deferentes, para obtener las expresiones en el dominio de la frecuencia de los filtros bidimensionales de la reducción al polo, la reducción al ecuador de las anomalías magnéticas y de la transformación pseudogravimétrica. En uno de ellos, se obtiene la Transformada de Fourier de los campos de gravedad y magnético expresados en función de la capa equivalente, los filtros se derivan de la relación de los espectros; en el segundo caso, se transformó a la frecuencia la expresión que relaciona los campos de gravedad y magnético obtenida mediante las funciones de Newman y de Poisson. Con ambos métodos se llegó a las mismas ecuaciones de los filtros.

Se muestran algunos ejemplos gráficos de las transformaciones.

Gunn, 75
Capa Equivalente Roy, 62

ANALISIS DEL MAPA DE GRADIENTE MAGNETICO VERTICAL EN LA
ZONA PILOTO DE ESTUDIOS GEOFISICO-ARQUEOLOGICOS DE
TEOTIHUACAN.

Lázaro Octavio*, Cabrera Rubén**, Del Cid Rodolfo**
Pérez Francisco*.

*Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., División de Ingeniería
en Ciencias de la Tierra.

**Instituto Nacional de Antropología e Historia, S.E.P.

La realización de estudios de magnetometría terrestre de campo total en la Zona Piloto de Estudios Geofísico-Arqueológicos de Teotihuacan; y la existencia de estructuras descubiertas durante la excavación de pozos arqueológicos exploratorios han permitido inferir la distribución de conjuntos arquitectónicos sepultados.

Los resultados obtenidos en dicha zona sirvieron como base para la realización de un levantamiento de gradiente magnético vertical en dicha zona. Este trabajo define las características de la respuesta en la Zona Piloto.

LOS MACIZOS PRECAMBRICOS DE LA PLATAFORMA CONTINENTAL DEL GOLFO DE MEXICO Y SUS IMPLICACIONES TECTONICAS

Por: Sergio Bazán B. y Industria Minera Indio, S.A.
Sergio D. Bazán-Perkins

Reconocimientos litoestratigráficos del Proterozoico y Arqueano en las regiones de la Sierra de Juárez-Tehuantepec, Oax. y Pue; Macizo de Teziutlán-Las Hayas, Pue. y Ver; la parte nor-oriental del Gneis Novillo, Tamps; la Sierra del Placer de Guadalupe, Chih; la Sierra del Carmen, Coah; el Macizo de los Tuxtlas, Ver y el Macizo de Chiapas tienden a confirmar un extenso protocontinente arqueano al oriente de México. Este escudo con edad de $\pm 2,600$ m.a., disperso en bloques y macizos en las márgenes del Golfo de México, Centro-América y Las Antillas, exhibe una evolución tectónica independiente a los escudos canadiense y brasileño.

Desde su origen este escudo del Golfo y Las Antillas fué sometido al desgaste erosivo durante el Proterozoico, Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico. Su primera disección aconteció con la apertura del rift del Geosinclinal Oaxaqueño en $\pm 1,400$ m.a; otra disgregación en bloques, se produjo con el Geosinclinal Apalachiano (Iapetus) hacia los ± 650 m.a. Cuando este cratón precámbrico se acrecionaba, produjo en dirección poniente las orogenias: Oaxaqueña, Avaloniana, Taconiana, Acadiana, Ouachitana y Palizada, hacia la margen oriental del Cratón de Norte América.

Hacia el Pérmio-Triásico este escudo sufre su mayor dispersión, al desarrollar rifts jurásicos por la expansión oceánica proto-atlántica y expuso la corteza arqueana primitiva. La corteza consiste de una potente sucesión de tobas, coladas volcánicas, dorsales, arcos insulares y grauvacas de composición ultramáfica, máfica y félsica que definen una sucesión ofiolítica completa, con generación de minerales vulcanogénéticos en la cima, típicos del Arqueano.

La parte basal de la corteza arqueana, se compone de anfibolitas komatíticas y toleíticas expuestas desde Huautla hasta Tehuantepec, Oax. Recientemente, las mismas rocas se identificaron en el Macizo de Teziutlán-Las Hayas, con posible extensión---

sión a los macizos de Santa Ana y del Golfo; también, hacia la parte norte y noreste del Gneis Novillo, Tamps. Asimismo, en áreas aledañas al Placer de Guadalupe, Chih. (Fm Plomosas) Igualmente, se tienen depósitos residuales de hierro en los Lechos Rojos del Jurásico, de naturaleza bandeada (Yacimiento Almagres, Ver.) supuestamente erosinados de secuencias arqueanas y que bordean al Macizo de los Tuxtlas, Ver. Por lo mismo, se infiere que la Península de Coahuila sea un macizo basal arqueano, con su afloramiento peculiar en la Sierra del Carmen. En consecuencia y por yacer a los "Lechos Rojos" se postula que las rocas verdes del basamento cristalino de la Plataforma de Yucatán, sean de la misma contextura litológica a las reportadas en la Sierra de Juárez y el Macizo de Teziutlán-Las Hayas, de Puebla, Oaxaca y Veracruz.

El límite occidental del referido escudo arqueano es tectónico y se define por la conexión estructural paleozoica; al cabalgar la Faja Estructural Oaxaqueña, sobre las secuencias ofiolíticas del Geosinclinal Cordillerano, en franca subducción. Bloques de la parte oriental del escudo, sufrieron traslado y rotación en Centro-América y Las Antillas del Mar Caribe, con desplazamiento en placas durante la evolución tectónica del Cretácico y Terciario. Es posible que fragmentos de esta corteza, estén incrustados en Africa Nor-occidental.

Se concluye que los macizos del Golfo y Las Antillas difieren en el origen y evolución del Golfo de México. Es posible que el basamento cristalino de la Plataforma de Yucatán, estable desde el Paleozoico Tardío, sea el cratón precámbrico más extenso del territorio de México y un eslabón de unión con el Precámbrico del Norte de Sudamérica.

Finalmente, los macizos arqueanos se relacionan con potenciales yacimientos residuales de hierro jurásicos y de tipo Algomá que pueden yacer a los "greenstone belts" desde Coahuila hasta Yucatán. Igualmente, tienen influencia sedimentológica y de control estructural sobre las cuencas mesozoicas y terciarias que subyacen a la planicie costera del Golfo de México, donde se distribuyen los distritos petrolíferos.

INTERPRETACION GEOFISICA DEL AREA SAL SOMERA, EDO. DE VERACRUZ.

✕

El presente trabajo muestra la caracterización de las Cuencas Petroleras en donde el régimen de Sedimentación es fundamentalmente debido a estructuras salinas. La conjunción entre la respuesta Sísmica y Gravimétrica permitió ubicar cinco estructuras salinas intrusivas en el Area de Sal Somera, que jerarquizadas en orden de importancia son: OTEAPAN, TATAGAPA, ENCANTO, MORALAR Y MANATI.

Se analizan los planos Sísmicos y Gravimétricos a fin de determinar espacialmente las estructuras salinas enfatizando principalmente la metodología interpretativa en el Area de Sal Somero, estado de Veracruz.

DETERMINACION DE FLUJO DE CALOR EN EL GOLFO DE MEXICO Y AL ESTE DE LA PENINSULA DE YUCATAN

R. Fernández*, M. Kutorskoy y B. Polyak****

*** Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE**

**** Instituto de Geología, Academia de Ciencias de la URSS**

Se llevaron a cabo estudios de determinación de flujo de calor en Enero-Febrero de 1987 en las Costas del Atlántico Mexicano a bordo del B/O "Akademik Nikolai Strakhov". Se iniciaron levantamientos a detalle en dos áreas, una cubre la Provincia de Dómos Salinos y el Cañon de Campeche en el Golfo de México y la otra cubre el flanco Este de la Península de Yucatán. El flujo de calor conductivo en los sedimentos del producto del gradiente vertical de temperatura y el valor in-situ de la conductividad térmica, medidos mediante una zona térmica, con un arreglo de multi-termistores y capacidad de adquisición de datos en tiempo real. Mediante modelado directo en dos dimensiones se han estimado variaciones en flujo de calor eliminando cambios locales y obteniendo un valor promedio de 51 mW/m^2 en el transecto del Golfo de México y 38 y 69 mW/m^2 para las dos cuencas en el área de Yucatán.

Las variaciones en el relieve del fondo marino tienen un efecto predominante explicando la dispersión en flujo de calor en el Golfo de México.

RESULTADOS E INTERPRETACION DE LOS DATOS GEOFISICOS OBTENIDOS EN LA LINEA LINCOLN SOBRE LA PLACA JUAN DE FUCA.

Mario Martínez, José M. Romo, J. Ramírez
Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, B.C.

George Jiracek
San Diego State University.

Se han interpretado los 80 sondeos magnetotelúricos que se midieron en Oregon y los resultados obtenidos tienen discrepancias fundamentales, sobre todo por la interpretación soviética. Las suposiciones occidentales arrojan un modelo -- que presenta un conductor limitado a profundidad bajo la -- cadena peninsular y que pudiera considerarse asociado a se -- dimentos marinos arrastrados por la placa en subducción. -- Además existen otros conductores que solo pueden explicarse por la presencia de agua (caliente, salina) atrapada. Sin embargo, las zonas conductoras tienen características independientes, por lo que el agua presente tuvo que ser atrapada por diversos mecanismos.

DETERMINACION TENTATIVA DE PROFUNDIDADES A LA
CIMA Y A LA BASE DEL BASAMENTO EN LA ZONA
DEL VALLE DE MEXICALI, B.C. MEXICO.

*Octavio Lázaro Macilla.

*Facultad de Ingeniería, U.N.A.M., División de Ingeniería
en Ciencias de la Tierra.

R E S U M E N .

El análisis de profundidades del Espectro de Potencia Radial del Mapa de Anomalía de Bouguer del Valle de Mexicali, indica la presencia de dos interfases asociadas a la cima y a la base del basamento de dicha zona, las interfases se relacionan con las altas y bajas frecuencias de dicho espectro, respectivamente.

Los resultados obtenidos en este análisis coinciden en forma aproximada con los modelos obtenidos por microsismicidad, magnetotelégrafo, sismología y otros.

ESTUDIO GEOFISICO MARINO EN LA DEPRESION SUR DE LA CUENCA DE PESCADERO EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

R. Fernández*, B. Polyak y P. Lonsdale*****

*** Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE**

**** Instituto de Geología, Academia de Ciencias, Moscú, URSS**

*****Marine Physical Lab., SCRIPPS Institution of Oceanography, San Diego, USA**

En Febrero-Marzo del presente se llevó a cabo un estudio geofísico de la depresión sur de la Cuenca de Pescadero en el Golfo de California a bordo del B/O "Akademic Nikolai Strakhov". Realizamos transectos de batimetría con el sistema Echos 625 de emisión múltiple, y sísmica de reflexión de un sólo canal. Establecimos 15 estaciones de flujo de calor y se recuperaron muestras de sedimentos y dragado.

En Agosto del presente, se continuó el estudio a bordo del B/O "R.G. Sproul", completando la base de datos mediante un estudio de magnetometría marina en la misma zona.

En este trabajo presentamos los resultados preliminares para la zona donde hemos obtenido variaciones mayores a 1000 mW/m^2 en flujo de calor.

Se incluye un análisis estructural y tectónico dentro del marco comparativo para las demás Cuencas del Golfo.

SONDEOS MAGNETOTELURICOS EN LA DEPRESION DE SALTON

Romo, J.M.*, Martínez, M.* y Jiracek, G.**

*** Centro de Investigación Científica y de
Educación Superior de Ensenada, CICESE**

**** San Diego State University
Department of Geology
San Diego, Ca., USA**

La Depresión de Salton se encuentra en el límite sur del Estado de California, E.U.A. Es una cuenca de extensión activa que corresponde a la continuación hacia el norte de la zona de adelgazamiento de corteza y de actividad geotérmica del Valle de Mexicali en territorio mexicano.

Desde 1987, el Departamento de Geofísica Aplicada de CICESE, en colaboración con el Departamento de Geología de la Universidad Estatal de San Diego, Ca., E.U.A., han realizado una veintena de observaciones magnetotelúricas en esa región. En este trabajo, discutimos las características de estos datos y hasta que grado contienen efectos causados por estructuras tridimensionales. Como resultado de este análisis se preveen algunas alternativas para la construcción de un modelo geoelectrico del área.

COMPORTAMIENTO DE $^3\text{He}/^4\text{He}$ EN MANIFESTACIONES TERMALES DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA

R. Fernández*, B. Polyak y V.I. Kononov**

* Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

** Instituto de Geología, Academia de Ciencias Moscú, URSS

Se colectaron muestras de gas de seis manifestaciones termales en el Norte de la Península de Baja California, utilizando un método simple de desplazamiento de agua en botellas de vidrio de 2000 cm³. El análisis de gas se llevó a cabo en dos etapas. Se calcularon los contenidos volumétricos de dos fracciones (He+Ne) y (Ar+Kr+Xe) con una precisión del 3%. Se prepararon muestras purificadas de cada fracción para ser analizadas por espectroscopía de masas. Las composiciones isotópicas de He, Ne, Ar y la razón $^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$. Valores gases nobles atmosféricos se usaron como estándares en la determinación de las razones isotópicas de $^3\text{He}/^4\text{He}$, $^{20}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$ y $^{21}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$. Casi todos los manantiales muestreados arrojan aguas ricas en N₂ excediendo 99% del volúmen. El experimento en nitrógeno es típico para las zonas de actividad tectónica fuera de regiones con actividad volcánica. Las condiciones termales se pueden explicar mediante un proceso de calentamiento debido a circulación de agua influenciada por un campo de geotemperaturas, sin alimentación de calor por fuentes locales ó de origen magmático. Los valores de la razón $^3\text{He}/^4\text{He}$ coinciden con los resultados de Vidal et al. (1982) para dos manantiales (Uruapan y Aguacaliente) y resultan ser similares para los de más muestreados en este trabajo. Se plantea en este trabajo las implicaciones de estos resultados en el contexto tectónico de la zona.

**ACTIVIDAD GEOTERMICA DE UN SECTOR DE LA FALLA
IMPERIAL, AREA AEROPUERTO OESTE, MEXICALI, BAJA
CALIFORNIA, MEXICO**

J.M. Espinosa Cardeña

**Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, CICESE**

La importancia del área recae en la presencia de un máximo gravimétrico adyacente al trazo superficial de la Falla Imperial, así como de los resultados obtenidos de tres pozos de uso múltiple que alcanzaron profundidades de 1100 a 1250 metros y temperaturas máximas de fondo de 82° a 92° , presentando un patrón tectono-geofísico similar a los Campos geotérmicos de East Mesa y Heber, localizados en el lado norteamericano. Se realizó un análisis e integración de datos geofísicos (gravimetría, magnetometría, sismología de reflexión y termometría), así como geológicos (pozos) existentes hasta la fecha, con la finalidad de aportar información para esclarecer si la anomalía gravimétrica es el reflejo de la presencia de un yacimiento geotérmico. Como primer paso, se obtuvo un mapa de anomalías gravimétricas residuales, representando el regional con una superficie polinomial de segundo orden, resaltando una anomalía de amplitud máxima de 4 miligales y anchura promedio de 5.5 km, la cual coincide con un bajo magnético regional, relación que sugiere la presencia de un cuerpo de densidad anómalo dentro de la pila sedimentaria. Información adicional de sismología de reflexión y pozos indican un origen estructural al alto gravimétrico acompañado de un levantamiento del basamento, que con gravimetría, se estima a una profundidad de 3.7 a 4.8 km. Perfiles y secciones de temperatura indican un gradiente promedio estimado de 50° C/Km y un aparente flujo térmico a profundidad; sin embargo, el análisis no permite discernir si la anomalía geofísica corresponde a una anomalía geotérmica.

PROYECTO DE CONTROL TOPOGRAFICO Y GRAVIMETRICO DE LA FALLA IMPERIAL EN EL VALLE DE MEXICALI. - Sección Cartel -

José Javier González García (1,2), José Guadalupe Quiñonez Rodríguez (2) y Juan Manuel Espinoza Cardeña (1).

(1) CICESE, División Ciencias de la Tierra

Espinoza No. 843, AP. 2732, Ensenada, B.Cfa. 22830. México.

(2) UABC, Escuela de Ingeniería, Unidad Mexicali.

Ave. Justo Sierra, Domicilio Conocido.

Mexicali, B.Cfa. 22111, México.

El 18 de mayo de 1940 a las 8:36 p.m tiempo local ocurrió una secuencia de sismos que se hicieron sentir por más de 15 segundos en el entorno del Valle Imperial-Mexicali. Esta secuencia de temblores causó la ruptura superficial del rasgo geológico que ahora es conocido como Falla Imperial. El rompimiento fue a lo largo de cerca de 60 km y se detectaron movimientos tanto horizontales como verticales. Los horizontales llegaron hasta 5.7 m en la cercanía de la frontera internacional a la altura del All American Canal (Richter, 1958, pag. 491). Los movimientos verticales no fueron tan significativos pero en algunos sitios se alcanzó hasta 1.5 m; preferencialmente los bloques caídos se localizaron al SW del sector SE de la Falla.

Como un Proyecto conjunto entre al CICESE, la UABC y la Unidad Estatal de Protección Civil de Baja California, se está llevando a cabo el Mapeo de la Falla Imperial en el Valle de Mexicali que pretende posicionar en el campo la traza de la Falla e iniciar su control topográfico tanto horizontal como vertical utilizando nivelación de primer orden, mediciones de distancia con equipo electro-óptico y gravimetría. Se intenta con ello colaborar en la necesaria zonificación geológica de la región y evitar futuros asentamientos humanos en zonas de alto riesgo.

Al momento se tiene seleccionados 28 sitios para la colocación de base-mojoneras que se han ligado a la red Geodesica de 8 puntos que CICESE mantiene sobre el trazo de la misma falla. Para 1990 pretendemos ligar esta red a la de Cerro Prieto que se mantiene en operación por CFE e INEGI y efectuar las mediciones correspondientes.

MODELADO TERMICO COMO UNA HERRAMIENTA EN ESTUDIOS
DE AREAS GEOTERMICAS Y VOLCANICAS

J. CASTILLO-ROMAN Y SURENDRA P. VERMA

Depto. de Geotermia, Div. Fuentes de Energía, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Apdo. Postal 475, Cuernavaca, Mor. 62000, México.

El modelado térmico de sistemas hidrotermales y magmáticos es una herramienta económica que nos permite conocer las fuentes profundas de calor, aunque otros métodos de mayor resolución tales como la prospección sísmica profunda. Sin embargo, se cuenta con realmente muy pocos estudios de esta naturaleza. Se puede mencionar entre ellos, por ejemplo, el trabajo de Elders et al. (1984) quienes realizaron un modelado de las fuentes de calor del sistema geotérmico de Cerro Prieto. Así mismo, Verma (1985) realizó una estimación de las características físicas y químicas de la cámara magmática en tres campos geotérmicos del Cinturón Volcánico Mexicano (CVM). Por otra parte, Prol y González-Morán (1982), Sanvicente (1986) y M.P. Verma et al. (1989) realizaron modelado térmico para la caldera de Los Hornos.

El presente trabajo va encaminado a realizar un modelado térmico, en el cual se planea relacionar el sistema hidrotermal con la fuente primaria de calor (cámara magmática), así como también evaluar los efectos y las sensibilidades de los diversos parámetros tales como la profundidad y la temperatura de la cámara magmática, el tiempo de evolución y las propiedades físicas (conductividad y difusividad térmica) del medio.

ELDERS, W.A., BIRD, D.K., WILLIAMS, A.E. y SCHIFFMAN, P. 1984. *Geothermics*, 13: 27-47.

PROL, R.M. y GONZALEZ-MORAN, T., 1982. *Geofís. Int.*, 21: 295 - 307.

SANVICENTE, H., 1986. Tesis prof., Fac. Ingeniería, UNAM, 242p.

VERMA, M.P., VERMA, S.P., y SANVICENTE, H., 1989. *Geothermics* (en prensa).

VERMA, S.P., 1985., *Phys. Earth Planet. Inter.*, 41: 207-214.

MICROTERMOMETRIA EN EL COLAPSO CENTRAL DEL CAMPO GEOTERMICO DE LOS HUMEROS PUEB.

GONZALEZ PARTIDA E.*
MURILLO TORRES R.M.C.*
RUIZ OSORIO A.S.*
FAZ PEREZ P.*
OLIVER HERNANDEZ R.*

* Departamento de Geotermia, División Fuentes de Energía, Instituto de Investigaciones Eléctricas, A.P. 475, Cuernavaca, Mor., 62000, México.

RESUMEN

507 mediciones microtermométricas fueron realizadas en los pozos H-15, H-16, H-17 y H-29, el análisis de laboratorio consistió en determinar los puntos de fusión en la fase líquida como temperaturas de homogeneización en cuarzos, calcitas y epidotas de neoformación.

Morfológicamente los fluidos son de dos tipos bifásicos a líquido + vapor y a vapor, se observó que a fondo de pozo coexisten en un mismo cristal fluidos a vapor y bifásicos con una predominancia de inclusiones a vapor

La paleosalmuera profunda es poco salada, con puntos de fusión que van de $T_f = -0.2$ a -0.3 °C, y temperaturas del orden de $T_h = 320$ °C, el fluido se comporta convectivamente en el paquete andesítico donde está instalado el reservorio principal, la cima de esta unidad se puede considerar el límite superior del yacimiento geotérmico, puesto que el paquete de ignimbritas presenta un régimen conductivo con valores $T_f - T_h$ muy heterogéneos; los resultados microtermométricos registrados en la tubería incrustada del pozo H-16 ponen en evidencia un fluido agresivo con temperaturas altas.

GEOTERMOMETRIA Y GEOBAROMETRIA EN COMPLEJOS METAMORFICOS DEL SUR DE MEXICO

Susana Alaniz-Alvarez y Fernando Ortega-Gutierrez
Instituto de Geología, UNAM

La geotermometría y la geobarometría para el cálculo de temperaturas, presiones y otros parámetros intensivos bajo los cuales se forman las rocas metamórficas se han utilizado escasamente en México a pesar de la extensión y variedad petrotectónica de los complejos metamórficos del país. En el sur de México los cuatro grandes complejos metamórficos contienen excelentes posibilidades para ampliar los pocos estudios termo y geobarométricos que se han hecho. En el Complejo Oaxaqueño (facies de granulita) los valores obtenidos son $T=710^{\circ}\text{C}+50$ y $P=7\text{kb}$ basados en las asociaciones minerales Cpx-Gr- , Dol-Cal-Diop y soluciones sólidas de Ab-Or . En el Complejo Acatlán (facies de eclogita) $T=500-550^{\circ}\text{C}$, $P=11-12\text{ kb}$, basados en las asociaciones Gr-Cpx y fengita. Los otros complejos no tienen hasta la fecha cuantificación de esas variables termodinámicas, aunque en algunos casos se han estimado con bastante aproximación mediante la aplicación de redes petrogenéticas que en el caso del Complejo Xolapa han dado presiones menores que unos 4.5 kb y T mayores que 700°C . En el presente trabajo se propone el uso de las asociaciones Cpx-Gr y Cal-Woll para el cálculo de las temperaturas en el Complejo Xolapa.

DETERMINACION SIMULTANEA DE PROPIEDADES
TERMICAS DE ROCAS

ALFONSO GARCIA y ENRIQUE CONTRERAS

DEPARTAMENTO DE GEOTERMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS
APARTADO POSTAL 475, CUERNAVACA, MOR., 62000.

RESUMEN

La variación de temperatura contra el tiempo del experimento clásico para medir conductividad térmica mediante la teoría de la línea fuente infinita se usó para determinar conductividad y difusividad térmica, capacidad calorífica y resistencia térmica de contacto por estimación de parámetros. Para la función objetivo se empleó una variación de temperatura predicha mediante la solución analítica del problema de difusión de calor pertinente al experimento. El procedimiento se probó en tres materiales de propiedades conocidas, reproduciéndose sus propiedades térmicas de dentro de $\pm 10\%$, y permitió estimar la resistencia térmica típica del experimento. Posteriormente se aplicó la metodología para la determinación de las propiedades térmicas de 4 núcleos de perforación secos y saturados del campo geotérmico La Primavera. Los resultados de conductividad térmica mostraron una diferencia máxima de $\pm 5\%$ al ser comparados con los resultados obtenidos con el método clásico de la línea fuente. Los resultados de capacidad calorífica mostraron una diferencia máxima de $\pm 10\%$ al compararse con valores predichos por la Ley de Kopps.

Migración de fluidos geotérmicos. Campo Cerro Prieto, B.C.N.

Mediante el uso de índices químicos Na/K

S. Mercado

IIE División Estudios de Ingeniería

Se determinó una migración horizontal ascendente del fluido caliente que proviene de la zona central y oriental del campo geotérmico Cerro Prieto y se mueve hacia la parte poniente del campo a través de estratos permeables de arenas y areniscas o lutitas fracturadas existentes bajo la capa de arcilla, la cual es de gran espesor y actúa como excelente sello, evitando el escape de los fluidos endógenos a la atmósfera.

En un modelo del flujo tenemos un aumento gradual de la temperatura en la parte más profunda y principalmente al oriente del campo que es indudablemente en donde se encuentra la zona de alimentación de calor o fuente calorífica del reservorio. La geotermoquímica del fluido descargado por los pozos productores nos infiere un modelo de convección del tipo reservorio de agua supercaliente. Principalmente se aprecia en dicho modelo que la totalidad de los pozos están alimentados por un mismo sistema o una fuente común, existiendo variaciones de presión, temperatura, gasto y salinidad, por las condiciones estatigráficas, por fracturamientos en el terreno, por alejamiento o acercamiento a la fuente calorífica, e inclusive por la terminación misma de los pozos.

Cerro Prieto. Producción de 1000 a 3500 m de profundidad
 Potencia generada
 Cerro Prieto I: 180 MW 30 pozos
 - II 220 MW (100 c/u) 28 pozos
 - III 220 MW 27 pozos

Hay una capa de lutitas que divide las dos zonas de producción

Recarga de agua fría somera de los Cuicapas. Recarga al reservorio del Río Colorado a profundidad.

Maximas temperaturas medradas de 367°C en la parte mas Este del Campo y en los pozos mas profundos.

CARACTERISTICAS BATIMETRICAS Y TERMICAS DE UNA CUENCA OCEANICA JOVEN - GOLFO DE CALIFORNIA

R. M. Uribe Cifuentes y J. Urrutia Fucugauchi

Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, UNAM, D. Coyoacan 04510, D.F. México

Estudios de batimetría en las cuencas oceánicas y sistema de dorsales han documentado una correlación entre la edad y la profundidad de la corteza oceánica, en la cual la batimetría es asociada directamente a los procesos de contracción térmica del enfriamiento de la litosfera durante la expansión o esparcimiento de los océanos. La batimetría cerca de las zonas de dorsal es compatible con cocientes de subsidencia uniformes, los cuales están relacionados con la velocidad de esparcimiento. Las elevaciones son menores en dorsales lentas y viceversa. Los estudios de batimetría y flujo térmico se han concentrado en sistemas evolucionados. En sistemas jóvenes, sin embargo, los procesos asociados al rompimiento y deriva continental ocasionan patrones de deformación no rígidos, condiciones particulares de sedimentación, etc, los cuales controlan en gran parte los procesos de evolución térmica de la litosfera. El Golfo de California y el Mar Rojo - Golfo de Aden constituyen ejemplos de cuencas en formación, en las cuales es interesante determinar sus características de evolución.

En este trabajo se presentan resultados del análisis de datos batimétricos y de flujo térmico para el Golfo de California. Para el análisis de los datos batimétricos se utilizaron métodos de análisis de tendencias con polinomios y splines. El estudio incluyó la zona de la boca del Golfo y el sistema de cuencas en el Golfo (Sal Si Puedes, Guaymas, Pescadero, etc) y las cuencas en la Alta California (Salton Sea, etc) asociadas al límite de placas Pacífico - Norte América. Los datos para la región de la boca del Golfo, entre las zonas de fractura Rivera y Tamayo, muestran relaciones similares a las documentadas en las cuencas oceánicas evolucionadas. Los datos batimétricos son compatibles con el modelo de contracción térmica de la litosfera.

La relación entre el cociente medio de subsidencia es sin embargo mayor que el observado en otras cuencas oceánicas.

La relación entre la profundidad (Z) y la edad (t) es: $z = 330 t$. Las características batimétricas y térmicas para el sistema de cuencas en el Golfo, al norte de la fractura Tamayo muestran marcadas diferencias. Para el sistema de cuencas, es aparente que el modelo de contracción térmico simple no es aplicable. La expresión batimétrica del sistema de esparcimiento es dominada por un conjunto de cuencas, con sistemas de horsts y grabenes.

RELACION TEMPERATURA.- COMPOSICION DE FILOSILICATOS
EN EL CAMPO GEOTERMICO DE LOS AZUFRES, MICH.

Georgina Izquierdo M. y Michel Cathelineau
Inst. Investigaciones Eléctricas

Los principales productos de alteración hidrotermal presentes en la fracción arcillosa, tanto en riolitas como andesitas, se han identificado como: esmectita, illita, celadonita y clorita. En función de la profundidad y del tipo de roca, se han observado cambios en la composición de fases presentes así como en asociaciones mineralógicas. De tal manera que son dos consecuencias observadas de la superficie hasta una profundidad mayor o igual a 1500 m. En medio riolítico se observa caolinita-esmectita-esmectita + illita/esmectita-illita y en medio andesítico: caolinita-esmectita-clorita/esmectita + illita + celadonita-illita + clorita-clorita.

Los minerales que dominan a profundidad son illita y clorita según el tipo de roca. Del análisis químico de estos minerales se ha observado que ocurren substituciones similares en la estructura de estos minerales; pero su composición de acuerdo al tipo de roca, muestra grandes variaciones por ejemplo Fe y Mg son mayores en illitas formadas en andesitas que las que se originan a partir de rocas de composición riolítica.

La composición de illitas provenientes del campo de Los Azufres se ha expresado en función de varios componentes mostrando uno de ellos (pirofilita) variación directa con la temperatura. Por lo que su uso como geotermómetro se ha propuesto para diferentes litologías.

EL SISTEMA Cu-Fe-S EN EL CAMPO GEOTERMICO DE LOS AZUFRES, MICH.

GONZALEZ PARTIDA E.*
BARRAGAN REYES R.M.*

* Departamento de Geotermia, División Fuentes de Energía, Instituto de Investigaciones Eléctricas, A.P. 475, Cuernavaca, Mor., 62000, México.

RESUMEN

Cinco especies cupríferas fueron observadas en los pozos 27A, 44, 9, 23 y 16 del campo geotérmico de Los Azufres, Mich.: idaita, digenita, covelita, bornita y calcopirita, las temperaturas previstas a partir del análisis de los diagramas de estabilidad, concuerdan con aquéllas determinadas en inclusiones fluidas cogenéticas con los minerales cupríferos.

La distribución heterogénea de los minerales de cobre en relación al fenómeno de ebullición observado ópticamente en minerales transparentes, indica que las especies cupríferas coexisten tanto en un medio reductor como oxidante, en un rango de temperaturas que fluctúa de 350 °C a 200 °C, ésto es igualmente confirmado con su comportamiento en los diagramas fO_2 -pH. Se infiere que el cobre es lixiviado de las andesitas y su depósito es controlado por la actividad del hierro en el sistema.

**ESTUDIO MINERAGRAFICO EN EL COLAPSO CENTRAL DEL
CAMPO GEOTERMICO DE LOS HUMEROS PUEB.**

**GONZALEZ PARTIDA E.*
VARGAS GUTIERREZ A.*
VAZQUEZ ESCOBEDO R.*
FAZ PEREZ P.*
OLIVER HERNANDEZ R.***

* Departamento de Geotermia, División Fuentes de Energía, Instituto de Investigaciones Eléctricas, A.P. 475, Cuernavaca, Mor., 62000, México.

RESUMEN

520 estudios mineragráficos fueron efectuados en pozos geotérmicos del colapso central en el campo geotérmico de Los Humeros.

Los minerales opacos revelan condiciones de baja fugacidad de oxígeno, un medio reductor y pHs básicos a fondo de yacimiento, puesto que la asociación magnetita + pirrotita + piritita persiste en las andesitas con temperaturas altas que varían de 320 a 300 °C, una oxidación y acidificación del medio se revela en la parte superior de la que se considera el límite del yacimiento (andesitas), debido a las ignimbritas que sirven de roca sello en el sistema, la formación de marcasita es una prueba de que éstas condiciones someras existen.

El comportamiento isotópico del azufre muestra equilibrio químico e isotópico para las especies sulfurosas reinantes en el campo y revelan la participación de dos fluidos: el primero instalado en el paquete volcánico, con valores positivos y un segundo más profundo que se mezcla e imprime un carácter isotópico que sólo se puede explicar por un origen sedimentario Mesozoico.

EL USO DE ESTANDARES EN EL METODO DE FECHADO POR MEDIO DE TRAZAS DE FISION.

Treviño-Montemayor, Alejandro(1), Valero-Reyes, Angel (1), Nieto-Obregón, Jorge (1), Balcázar, Miguel (2). 1) Facultad de Ingeniería UNAM, Cd. Universitaria Coyoacán 04510, México D.F. 2) Gerencia de Investigaciones Aplicadas ININ, Salazar, México.

Debido a la diversidad de valores obtenidos experimentalmente de la constante de fisión del uranio, y a la incertidumbre del resultado que trae consigo el escoger un valor de la misma, se prefiere trabajar con estándares de edad o concentraciones de U conocidas, con los cuales se determina con un buen grado de precisión el flujo de neutrones térmicos en el reactor. Para que un mineral sea considerado estándar, es necesario que su edad muestre concordancia con fechas obtenidas por otros métodos (K-Ar, Rb-Sr, etc.).

Estándares de apatita, zircón y esfena utilizados comúnmente en Norte América, provienen de la Toba Fish Canyon, de las Montañas San Juan Colorado, E.U. Muestras de apatitas de esta toba se irradiaron y sus densidades de trazas espontáneas (Ro)s e inducidas (Ro)i fueron determinadas. El uso de detectores externos permitió obtener valores precisos de las trazas inducidas.

Nuestras mediciones mostraron los siguientes parámetros: (Ro)s = 1.4×10^5 trazas por centímetro cuadrado, (Ro)i = 1.06×10^5 trazas por centímetro cuadrado y Fi = 3.62×10^{14} neutrones por centímetro cuadrado. La muestra se irradió en el reactor Triga Mark del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares por noventa segundos. El flujo de neutrones obtenido produce fechas compatibles en muestras cuyas edades habían sido previamente reportadas por el mismo método.

Jorge Nieto

68 millones de peso de Pemex

CALIBRACION DEL METODO DE FECHAMIENTO POR TRAZAS DE FISION. Valero-Reyes, Angel (1), Treviño-Montemayor, Alejandro (1), Nieto-Obregón, Jorge (1), Balcázar, Miguel (2). 1) Facultad de Ingeniería UNAM, Ciudad Universitaria Coyoacán 04510, México D.F. 2) Gerencia de Investigaciones Aplicadas ININ, Salazar, México.

La fisión del U-238 contenido en los minerales y vidrios, provoca daños o trazas de fisión en la red cristalina del espécimen. La muestra se irradia en un reactor nuclear, para producir fisiones en el U-235, el cual a su vez produce trazas de fisión inducidas. El número de trazas producidas dependerá de la cantidad de U-235 en la muestra. Como la relación de abundancia natural de U-238/U-235 es constante en la naturaleza, la cantidad de uranio se determina directamente. Obteniendo la densidad de huellas espontáneas o inducidas y el flujo de neutrones, es posible obtener la edad de una gran cantidad de materiales geológicos.

La fluencia de neutrones es una variable importante que se requiere conocer con buena exactitud. Se irradia un estandar de apatito de la Toba Fish Canyon (Colorado E.U.), cuya edad (28 m.a., K-Ar y trazas de Fisión), y contenido de U se conoce. Con estos parámetros conocidos, la fluencia se obtiene de la ecuación de la edad.

La apatita del Cerro del Mercado, cuya edad de trazas de fisión reportada anteriormente es de 30 m.a. y concordante con fechas de K-Ar, se utilizó para calibrar el método. Se realizaron cortes en apatitas, variando el ángulo de corte respecto al eje cristalográfico "C". Los resultados obtenidos indican que existe una variación en las densidades de huellas fósiles e inducidas dependiendo de la orientación de las superficies, probablemente debida a la anisotropía de grabado con respecto al arreglo cristalino de éstas. lo cual se refleja en una variación de las edades relativas hasta ahora obtenidas en cada una de ellas.

INTERPRETACION TECTONICA DE EDADES MINERALES EN LA COSTA DEL PACIFICO MEXICANO

JOSE C. GUERRERO GARCIA

Determinaciones de edades radiométricas de enfriamiento en minerales obtenidos a lo largo de la costa del Pacífico mexicano, en una faja de 1300 km desde Puerto Vallarta, Jal. hasta Puerto Escondido, Oax. ponen en evidencia una disminución sistemática de ellas de NW a SE a partir del Cretácico Superior hasta el Neogeno, independientemente de la edad original de las rocas intrusivas o metamórficas muestreadas. Este evento térmico migratorio parece estar asociado con el desplazamiento del bloque de Chortis (Honduras-Nicaragua) hacia el SE hasta su posición actual, con la consecuente migración de la Trinchera, causante del levantamiento tectónico observado.

WATER-ROCK INTERACION IN THE LOS AZUFRES
GEOTHERMAL FIELD: PETROLOGICAL OBSERVATIONS

GONZALEZ PARTIDA E.*
NIEVA GOMEZ D.*
BARRAGAN REYES R.M.*
TORRES RODRIGUEZ V.*
FAZ PEREZ P.*

* Departamento de Geotermia, División Fuentes de Energía, Instituto de Investigaciones Eléctricas, A.P. 475, Cuernavaca, Mor., 62000, México.

ABSTRACT

Hydrothermal alteration observed in the Los Azufres geothermal field is equivalent to the basic type of regional progressive, low grade lithostatic metamorphism, except for the absence of the prehnite + pumpellyite facies. We propose that at the low pressures prevailing in the hydrothermal system (below 200 bars), such facies is replaced by the facies prehnite + wairakite or calcite + quartz + prehnite + wairakite.

Opaque hydrothermal alteration minerals are constituted by iron oxides (hematite, rutile) and sulfides (pyrite, marcasite), copper sulfides (chalcopyrite, bornite, digenite, idaite and covellite). The iron minerals reflect changes in thermodynamic conditions mainly related with boiling processes. Presence of marcasite indicates conditions of low permeability, relatively acid medium, and temperatures of 240 - 260 °C. The copper species are formed through the influence of the activity of iron in the system.

The observed fluid inclusions provide information on the thermodynamic conditions prevailing in the process of water-rock interaccion. The brine of the deepest drilled zone is relatively dilute, homogeneous. The occurrence of boiling at a shallower level is indicated by the presence fluid inclusions with a wide range of salinities, some up to an order of magnitude above that of the deeper, original fluid. Local boiling in the pore or fracture leads to entrapment of this concentrated brine. Positive freezing points, observed in fluid inclusions from upper zones of the reservoir, are interpreted as resulting from the high concentrations of volatile components. These high concentrations are the result of a reflux process which transports the volatile components upwards.

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA CARACTERIZACION DE YACIMIENTOS GEOTERMICOS.

Para poder efectuar la evaluación del potencial de un campo geotérmico, se requiere del conocimiento realista tanto de las propiedades petrofísicas de las formaciones del yacimiento (permeabilidad, porosidad, etc.), como de la detección y localización de accidentes hidrológicos los cuales pueden actuar como barreras o como regiones de recarga de fluidos. Esta valiosa información se obtiene del análisis de pruebas de presión en pozos. En este trabajo se describe la tercer versión del sistema experto ANAPPRES, el cual tiene la capacidad de analizar cualquier tipo de prueba de presión realizada en yacimientos de tipo homogéneo, saturados con líquido. En ANAPPRES se acoplaron con éxito modelos matemáticos, técnicas de optimización y conocimientos heurísticos, lo que es inusual en la mayoría de los sistemas expertos publicados en la literatura. ANAPPRES es una poderosa herramienta tecnológica del estado del arte, la cual provee a los especialistas en ingeniería de yacimientos de una ventajosa alternativa en el análisis de pruebas de presión. Este sistema experto cuenta con cuatro importantes ventajas sobre los métodos convencionales de análisis: 1) maneja gasto variable, 2) es capaz de determinar de cuatro a cinco parámetros de la formación (transmisividad, coeficiente de almacenamiento, tipo de frontera hidrológica, distancia y localización de la frontera), en una sola corrida de computadora, 3) le toma significativamente menos tiempo que a un experto humano efectuar el análisis de una prueba determinada y 4) puede analizar pruebas con cualquier número de pozos de producción y cualquier número de pozos de observación, lo que es prácticamente imposible sin una técnica computarizada.

DETAILED STUDY OF FLUID INCLUSIONS IN THE ACTIVE
HYDROTHERMAL SYSTEM OF LOS AZUFRES GEOTHERMAL
FIELD

GONZALEZ PARTIDA E.*
NIEVA GOMEZ D.*
BARRAGAN REYES R.M.*

* Departamento de Geotermia, División Fuentes de Energía, Instituto de Investigaciones Eléctricas, A.P. 475, Cuernavaca, Mor., 62000, México.

ABSTRACT

Systematic study of 15 wells every 100 m. of depth at Los Azufres Mich. geothermal field allowed to define the physio-chemical characteristics of primary fluid as well as its evolution in space and time.

Deep brine trapped into the cristaline nets of the newly formed minerals such as: quartz, epidote, calcite, wairakite, prehnite and anhidrite is low in ion concentrations and the melting points are in agreement with the calculated theoretical value from the actual brine, these range from -0.1°C to 0.5°C ; the depression of the melting points is affected by chlorides and dissolved volatile elements in the liquid phase.

Boiling occurs at temperatures ranging between 260°C - 270°C and pressures between 95 - 100 bars depending on the well and depths between 1100 - 1300, this phenomena provokes a disturbance in the chemical species activity, modifying basicaly the volatile behavior that migrate preferently toward the vapor phase, the carry as consequence a enrichment of the liquid brine in chloride species and depleted in volatiles; the capture of this in the inclusions, is reflected by melting points that range from -1.1°C to -5°C , with temperatures that reach 220°C . Surficial brine shifts drastically in composition with melting temparatures from -1°C to $+8^{\circ}\text{C}$; the downflow of recondensated vapor could be the responsible of this behavior. cristallization of different paragenetic successions of minerals in equilibria involve a brine that presumably originated those minerals, its evolution in space and time remains in the newly formed minerals.

FECHAMIENTO RADIOMETRICO DEL VULCANISMO EN LA
ISLA CLARION, ARCHIPIELAGO REVILLAGIGEDO.

DAVID J. TERRELL; SUBDIRECCIÓN DE EXPLORACIÓN
INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO

EL ARCHIPIELAGO REVILLAGIGEDO CONSTITUYE LA PORCIÓN MÁS OCCIDENTAL DEL TERRITORIO MEXICANO. SU ORIGEN GEOLÓGICO ESTÁ RELACIONADO CON LOS MOVIMIENTOS CORTICALES DEL PACÍFICO Y POR CONSIGUIENTE SON DE GRAN INTERÉS PARA EL ESTUDIO DEL MARGEN PACÍFICO MEXICANO. EN EL PRESENTE TRABAJO SE PRESENTAN ALGUNOS RESULTADOS DEL FECHAMIENTO K-AR DE ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS DE LA ISLA CLARIÓN. LAS EDADES FUERON MEDIDAS EN ROCA TOTAL SIN TRATAMIENTO QUÍMICO ALGUNO, EN ALGUNOS CASOS SE UTILIZÓ UN PEQUEÑO FRAGMENTO DE ROCA Y ALGUNOS PROBLEMAS CON LA LIMPIEZA DEL GAS EXTRAÍDO IMPIDIERON EN ESTE MOMENTO OBTENER UNA RESOLUCIÓN SUPERIOR AL 10% DE ERROR EN LA FECHA MEDIDA. POR LO QUE SE SUGIERE QUE LAS MUESTRAS HAN SUFRIDO ALGO DE ALTERACIÓN, POSIBLEMENTE HIDROTHERMAL, QUE INTRODUCE ESTE ERROR EN LA MEDICIÓN. LOS RESULTADOS SE AGRUPAN AL REDEDOR DE DOS EVENTOS MAGMÁTICOS, UNO APROXIMADAMENTE HACE 5 A 4 MA Y UNO MUY RECIENTE DE MENOS DE 1 MA.

ESTAS EDADES PUEDEN SER CORRELACIONADAS A EVENTOS SIMULTANEOS EN EL CONTINENTE MEXICANO Y POSIBLEMENTE ASOCIADOS A CAMBIOS DE DIRECCIÓN EN EL MOVIMIENTO DE LAS PLACAS PACÍFICO-COCOS-AMERICANA. LOS DATOS OBTENIDOS ESTÁN DE ACUERDO A LA ESTRATIGRAFÍA POR LO QUE SE DESCARTA LA PRESENCIA DE ARGÓN INICIAL, CUANDO MENOS EN CANTIDADES SIGNIFICATIVAS.

UN MODELO DEL TRANSPORTE NATURAL DE CALOR EN EL
CAMPO GEOTERMICO DE LOS AZUFRES

E. IGLESIAS, V.M. ARELLANO, D. NIEVA

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS
DEPARTAMENTO DE GEOTERMIA
APARTADO POSTAL 475, CUERNAVACA, MOR.

En este trabajo revisamos y expandimos nuestro modelo "vapliq" del sistema hidrotermal de Los Azufres, Mich. Presentamos datos que delinear las distribuciones verticales de conductividad térmica y densidad de las formaciones. Ambas distribuciones indican un cambio brusco de las propiedades de las formaciones en la frontera entre la zona predominada por líquido y la predominada por vapor. Esto apoya nuestra inferencia previa de que debe de existir un contraste substancial de permeabilidad entre las capas predominadas por líquido y por vapor del sistema. Presentamos también la distribución vertical de saturación de líquido, inferida a partir de las composiciones químicas de fluidos del yacimiento y de registros de pozos; usamos esta distribución conjuntamente con el perfil vertical de presión observado, para calibrar los parámetros termofísicos del campo geotérmico. Esta calibración contra ambos perfiles aumenta significativamente la confiabilidad del modelo. El nuevo modelo predice valores de permeabilidad vertical de aproximadamente 0.1 E-18 y 80 E-18 m^2 para las capas predominadas por líquido y por vapor respectivamente. La baja permeabilidad de la zona predominada por líquido y el contraste de permeabilidad aparecen como las razones principales de las características "vapliq" que presenta el campo geotérmico Los Azufres. Además de la distribución de permeabilidad vertical, el modelo prevee estimaciones de los flujos de masa y calor, y de las funciones de permeabilidad relativa del sistema. El nuevo modelo representa consistentemente un enorme conjunto de datos multidisciplinarios.

EQUILIBRIO FLUIDO-MINERAL EN YACIMIENTOS GEOTERMICOS

R.M. Barragán R., E. González P.
D. Nieva G. y D. Solís B.

Instituto de Investigaciones Eléctricas
Departamento de Geotermia
Apdo. Postal 475
62000, Cuernavaca, Mor.
RESUMEN

Con el objeto de estudiar fenómenos de interacción agua-roca en yacimientos geotérmicos se emplearon dos programas de cómputo que consideran el equilibrio fluido-mineral para datos del pozo AZ-13 del campo geotérmico de Los Azufres, Mich. Los programas utilizados son los siguientes: WATCH (Arnórsson, et al, 1982) y SOLMNEQF (Aggarwal, et al, 1987), éstos parten de la composición química de los fluidos de pozo colectados en la superficie para calcular el equilibrio químico del fluido a las condiciones del yacimiento y además calcular el grado de saturación de los minerales característicos de los yacimientos geotérmicos. Se describen las bases de los programas y se presentan los resultados considerando que existe fase líquida en el yacimiento así como considerando mezcla bifásica. Para tomar en cuenta la existencia de dos fases en el yacimiento se calculó el exceso de vapor utilizando un tercer programa denominado EQQVAC (Barragán y Nieva, 1989), el cual emplea un método de equilibrio gaseoso y resulta ser aplicable al yacimiento de Los Azufres, Mich.

Barragán R. M. y Nieva D., (1989), EQQVAC: Modelo de equilibrio químico del fluido geotérmico a condiciones de yacimiento, Geotermia, Rev. Mex. de Geoenergía, v. 5, n. 1, p. 53-64.

TERMINACION DE POZOS; ETAPA DECISIVA EN LA EXPLORACION DE RECURSOS GEOTERMICOS.

J. Manuel Morales R., Ricardo Oliver H.
y Socrates Santoyo Gutierrez.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ELECTRICAS.
Apartado 475, Cuernavaca Mor. C P 62000.

Se presenta un breve resumen describiendo las operaciones de cementación que se realizan en cada etapa constructiva de los pozos geotérmicos conforme a las formaciones perforadas y el tipo de yacimiento por alcanzar.

Tubería Conductora, Tubería Superficial, Tubería intermedia, Tubería corta ó "Liner".

Como ejemplo se presenta un pozo de cada campo geotérmico de México.

Se describen las actividades que se realizan durante la Inducción de los pozos y operaciones de mantenimiento y reparación que requieren los pozos durante su vida productiva.

COMPORTAMIENTO QUIMICO DEL FLUIDO DEL POZO
H-16 EN EL GEOTERMICO DE LOS HUMEROS, (MEXICO)

R.M. Barragán R., D. Nieva G., E. González P.,
y J. M. López M.

Instituto de Investigaciones Eléctricas
Departamento de Geotermia
Apdo. Postal 475
62000, Cuernavaca, Mor.

Comisión Federal de Electricidad
Residencia de Perforación
Campamento Mastaloya
Los Humeros, Pue.

RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio del comportamiento químico del fluido del pozo H-16 en el campo geotérmico de Los Humeros el cual se localiza en el Colapso Central y cuya profundidad de terminación fué de 2048 m. El pozo producía típicamente 48 ton/hr de vapor y 3.6 ton/hr de líquido a una presión de cabezal de 1.5 mPa abs. con una entalpía de 2606 kJ/kg. La temperatura del fluido en el yacimiento aplicando geotermómetros de fase gaseosa se calculaba por encima de los 300 °C. Por estas características, este pozo fué seleccionado tentativamente para alimentar una unidad turbogeneradora de 5 MW. Sin embargo, el fenómeno de corrosión e incrustación en la tubería hizo necesario efectuar estudios geoquímicos detallados encontrándose que en el fondo el pozo se alimentaba de un yacimiento de vapor con posible aportación de HCl. El pozo fué cementando hasta una profundidad de alrededor de 1400 m., en virtud de la evidencia existente de un yacimiento dominado por fase líquida que alimenta al pozo H-1 localizado en la Falla Mastaloya y cuya profundidad es de 1458 m. El fluido que produce el pozo H-16 actualmente, presenta predominio de fase líquida y sus características químicas son similares al que produce el pozo H-1. El estudio efectuado para el pozo H-16 y los resultados obtenidos después de cementarlo dilucidan el proceso de mezcla evidenciado anteriormente en el campo.

COMPOSICION QUIMICA E ISOTOPICA DEL AGUA DE LOS
MANANTIALES DE LA ZONA GEOTERMICA DE
ACOCULCO, PUEBLA.

Ing. Enrique Tello Hinojosa

Comisión Federal de Electricidad
Gerencia de Proyectos Geotermoeléctricos
A. Volta 655 Col. Electricistas
Morelia, Mich.

RESUMEN

La zona geotérmica de la Caldera de Acoculco se localiza 85 km. al noreste de la Ciudad de Puebla. Geomorfológicamente se ubica en la Provincia Fisiográfica de la Faja Volcánica Mexicana, en sus límites con la Sierra Madre Oriental.

Para el estudio geoquímico a detalle se muestrearon en total 39 manantiales, con temperaturas que varían de 130C a 490C. El carácter geoquímico del agua de los manantiales termale ubicados dentro de lo que es la Caldera de Acoculco, es sulfatado-ácido; el cual es adquirido al interaccionar agua de reciente infiltración con gases de probable origen geotérmico. El geotermómetro de Na/K da temperaturas del orden de 2450C, como promedio.

La composición química de los gases de la Caldera de Acoculco corresponde a la esperada en un ambiente geotérmico, debido a que el CO_2 es el mas abundante. La temperatura máxima estimada por medio del geotermómetro de gases (D'Amore and Panichi, 1980), es de 1730C y corresponde al manantial de La Alcaparroza (M-14).

La composición isotópica del agua de los manantiales, reafirma que la zona de la caldera de Acoculco presenta condiciones favorables para la generación de energía eléctrica a partir de vapor endógeno; debido a que las muestras de Los Azufres (Quatelolulco) (M-22) presenta un enriquecimiento de oxígeno-18 producto de la interacción agua-roca a altas temperaturas.

CONCEPTOS DE LA PÉRDIDA DE CIRCULACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS GEOTÉRMICOS.

Santoyo-Butlérrez S., Domínguez A.B¹.,
y Morales R.M.

Instituto de Investigaciones Eléctricas
¹Comisión Federal de Electricidad

Se presenta un panorama actual sobre las pérdidas de circulación de los fluidos de perforación y lechadas cementantes durante el proceso de construcción de los pozos geotérmicos, así como de las actividades de investigación y desarrollo relacionadas con este tema. Lo anterior tiene su origen en la necesidad de la industria de perforación geotérmica y de los organismos gubernamentales responsables de la explotación de los recursos geotérmicos, debido a que la pérdida de circulación repercute como un factor de costo elevado en el desarrollo de los pozos geotérmicos.

Son discutidos conceptos específicos como la definición de la pérdida tal como se presentan en el campo, identificando el tipo de formaciones en que ocurren con mayor frecuencia y los mecanismos que la originan, así como los materiales, equipo y métodos para el control de ésta.

COMPLEJO INTRUSIVO EL PICACHO, SIERRA DE TAMAULIPAS;
¿UN COMPLEJO CARBONATÍTICO?

Mariano Elías-Herrera
INSTITUTO DE GEOLOGIA, UNAM

Los complejos carbonatíticos están constituidos de carbonatitas, rocas ígneas ricas en carbonatos, apatita y minerales raros, y de rocas ultra-alcalinas subsaturadas, tipo melilitita, ijolita, urtita y nefelinita, con metasomatismo alcalino. Invariablemente todas estas rocas están enriquecidas en elementos incompatibles, predominantemente lantánidos, el mayor enriquecimiento se da precisamente en las carbonatitas.

Estos complejos ígneos son raros, están asociados a arqueamientos litosféricos producidos por anomalías térmicas y geoquímicas en el manto superior. Actualmente existe un consenso general de que los complejos carbonatíticos se generan a partir de un manto metasomatizado enriquecido en volátiles y elementos incompatibles. Es decir, representan condiciones muy especiales del manto.

En México, hasta ahora, no se han encontrado carbonatitas, sin embargo, el complejo intrusivo El Picacho con una edad probable del Terciario Medio, localizado en la porción centro-occidental de la Sierra de Tamaulipas, presenta las siguientes características petrográficas y geoquímicas que sugieren la presencia de una carbonatita y/o fenómenos de carbonatización: roca ultra-alcalina ijolítica rica en nefelina, metasomatismo alcalino rico en CO_2 y mineralización de tierras raras en vetas apatíticas con carbonatos.

Se postula y evalúa un modelo petrogenético de inmiscibilidad líquida, en niveles someros dentro de la corteza, para la roca ijolítica y un cuerpo de carbonatita aún no reconocido en el área. Por medio de este modelo carbonatítico, se puede visualizar coherentemente una relación genética entre la roca ijolítica, el metasomatismo alcalino y las vetas apatíticas. La primera como la fracción silicatada separada del líquido inmiscible carbonatítico, el metasomatismo como la pérdida de álcalis de este líquido, y las vetas ricas en tierras raras como la fase más tardía, hidrotermal, en la evolución de este mismo líquido.

CUITZEO LAKE ORIGIN TRANSTENSIONAL TECTONIC MOVEMENT

V.H. GARDUÑO-MONROY*
I. ISRADE-ALCANTARA**

*IIE, GEOTHERMIE, APT. POST. 475 CUERNAVACA, MORELOS, MEXICO
** APT. POST. 574, C.P. 58000, MORELIA, MICH. MEXICO.

SUMMARY

In the Lago de Cuitzeo a structural-geologic study was accomplished to define the origin of its distensive tectonic; the results demonstrated that this depression of more than 1000 m. in the central sector, is in an evolutive stage less developed than the Lago de Chapala.

In this study, the existence of the active fault Cuitzeo-Santa Ana Maya, has been detected for the very first time, which has damaged the last location. The faulting system is NE-SW with falls toward NW, these ones originated the Lago de Cuitzeo.

With the microtectonic analysis two distension stages are found, one during the Miocene with NW-SE structures and the other one bound to the Cinturón Volcánico Mexicano with NE-SW faults, the last ones reactivating the first ones.

Since the geothermic point of view the conclusion is that there are better possibilities toward the orient of the lake since the tendencies of the Units of Heat Flow (UFC) demonstrate increase toward that sector.

EXTENTION OF THE RIO GRANDE RIFT INTO MEXICO

V.H. GARDUÑO-MONROY*

H. VARGAS-LEDEZMA

*IIE, GEOTHERMIE, APT. POST. 475 CUERNAVACA, MORELOS, MEXICO
 ** APT. POST. 574, C.P. 58000, MORELIA, MICH. MEXICO.

SUMMARY

In the area of San Antonio el bravo (Ojinaga) Chihuahua, a lithologic column outcrops, which goes from the cretaceous to the reciente. The lower part of mesozoic rocks is mainly composed by a packet that characterizes a continental margin affected by an intracontinental tectonic distension, this one is controlled by big lineaments that control the platforms El Diablo and Coahuila. The upper packet is characterized by a diachronous bed of volcanic rocks and sediments of the tertiary: that cover the mesozoic rocks in a discordant way. The column is finished by two packets of sediments from the plio-quaternary.

Since the structural point of view, a superposed tectonic was identified, which affects the area from the paleozoic superior to the reciente. The laramide phase was divided in two stages associated to the change of direction from the maximum of compression.

The origin of the Rio Grande's rift took place associated to the tectonic of basin and range, that rift is supposed to be extended to Mexico in a NW - SE direction having its last frons at the Ojinaga's area.

The magmatic rocks associated to the rift were divided in four stages; in the last one (quaternary) the center has acid magmatic rocks (caldera valleys), and basic magmatic rocks in its borders with Mexico (El Volcan in the area of Ojinaga).

EL CAMPO VOLCANICO DE MICHOACAN-GUANAJUATO, MEXICO:
EVIDENCIA ISOTOPICA DE ND Y SR

SURENDRA P. VERMA (Max-Planck-Institut für Chemie, Abteilung Geochemie, Mainz, F.R. Germany and Depto. de Geotermia, Instituto de Investigaciones Eléctricas, Cuernavaca, Mor. 62000, México).

TOSHIAKI HASENAKA (Inst. of Minerology, Petrology and Economic Geology, Tohoku University, Sendai, Japan).

En el campo volcánico de Michoacán-Guanajuato existen más de 900 centros, principalmente conos cineríticos, pero también algunos maares y pequeños volcanes de escudo. El campo abarca un área de ~40,000 km² y se encuentra entre 190 km y 440 km de la trinchera Meso-Americana. En los últimos 3 m.a. se han erupcionado desde basaltos hasta dacitas, pertenecientes a ambas series volcánicas tanto alcalino como calco-alcalino.

Se analizaron 30 muestras seleccionadas para su composición isotópica de Nd y Sr. Las razones $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ y $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ varían entre 0.51271-0.51295 y 0.70320-0.70439, respectivamente, pero no demuestran ninguna correlación sistemática con la edad, localidad (p.e., distancia de la trinchera), morfología, volumen de emisión, o con el índice de diferenciación. Sin embargo en el diagrama isotópico de Sr-Nd, los datos forman un arreglo paralelo al "Arreglo del Manto". Cabe señalar que los basaltos con alto-Mg son indicadores de las fuentes magmáticas. De ellos los de tipo alcalino se caracterizan por bajos valores de $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ y altos $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ en comparación con los de tipo calco-alcalino, mientras que las muestras transicionales contienen valores intermedios. Esto significa que los magmas estudiados se derivan de, por lo menos, dos distintas fuentes sub-corticales. Los datos isotópicos señalan además que la contaminación en la corteza superior juega un papel muy restringido durante la evolución de los magmas silícicos; apoyo adicional consiste en la ausencia de las cámaras magmáticas someras en el área estudiada.

SUCESION ESTRUCTURAL, CONDICIONES DE PALEOESFUERZO
Y SUS RELACIONES CON LA MINERALIZACION EN EL
DISTRITO MINERO DE NAICA, CHIHUAHUA.

Manuel de J. Aragón-Arreola. Compañía Fresnillo.

Se muestra la sucesión y condiciones cualitativas de paleoesfuerzo de los eventos estructurales que afectaron la secuencia sedimentaria de plataforma de la Sierra de Naica. La mineralización de sulfuros en mantos y chimeneas se relaciona con el tercer evento estructural provocado por un intrusivo -probablemente de tipo stock- que no se conoce en superficie ni en los niveles inferiores de la mina, pero que se infiere por la presencia de diques aplíticos, mineralogía de la mena y de la roca encajonante y por estudios geofísicos realizados anteriormente.

Se colectaron más de 1,800 datos de rasgos estructurales, levantándose relaciones geométricas de familias de fracturas, composición del relleno de fracturas, rumbos de fallas y la relación de los datos con la litología. La información se manejó mediante estereogramas equiangulares y con técnicas estadísticas de conteo.

Se reconocen cinco eventos estructurales que afectan la zona: 1. Esfuerzos compresivos con σ_1 (sigma uno) horizontal -- que pliegan la secuencia y provocan fallas de bajo ángulo con escaso desplazamiento y juntas vacías asociadas al eje del plegamiento. 2. Una etapa de relajamiento de los esfuerzos anteriores que genera fracturamiento perpendicular al plegamiento. 3. Intrusión que trae consigo un σ_1 casi vertical y provoca un fracturamiento paralelo a los sistemas anteriores, principalmente a N45W/80SW con fracturas asociadas N75E/80SE, que son los canales que utiliza la mineralización y es el sistema principal de emplazamiento de los diques aplíticos y produce combamiento del anticlinal previamente formado que le imprime una morfología doblemente buzante. Los diques se han fechado en 26 m.a., edad que se considera de la mineralización y que puede relacionarse con los últimos eventos magmáticos que dieron origen a la Sierra Madre Occidental. 4. Relajamiento de esfuerzos relacionado al enfriamiento del intrusivo y que está representado por fracturamiento disperso con relleno de calcita. 5. Fallamiento en bloques y generación de juntas de orientación paralela a las fallas, asociada con la abertura de la provincia de Cuencas y Sierras (Basin and Range).

ANISOTROPIA DE SUSCEPTIBILIDAD MAGNETICA E INDICADORES DE PALEOCORRIENTES EN LA FORMACION TECOMAZUCHIL, ESTADOS DE PUEBLA Y OAXACA

Cecilia I. Caballero Miranda & J. Urrutia Fucugauchi

Laboratorio de Paleomagnetismo y Geofísica Nuclear, Instituto de Geofísica, UNAM, Del. Coyoacan 04510, D.F. MEXICO

En los estudios paleogeográficos se emplean tradicionalmente diversos indicadores potenciales del tipo de ambiente y direcciones de paleocorrientes, para interpretar las condiciones prevalecientes durante el depósito. Para ello se requiere gran esfuerzo y tiempo pues deben realizarse un número considerable de diversas mediciones, tanto en campo como bajo el microscopio (de acuerdo a la granulometría de la roca), para obtener las tendencias regionales y evitar los resultados sesgados por factores locales. La anisotropía de susceptibilidad magnética desde que es posible su medición, se ha utilizado como otro indicador en estos estudios, pues guarda una relación con la petrofábrica, con la ventaja que permite la medición de un mayor número de muestras en menor tiempo y, en materiales de diferente granulometría. Además, ofrece la posibilidad de documentar eventos posteriores a la depositación.

En este trabajo se utiliza la secuencia jurásica continental constituida por la Formación Tecomazuchil para efectuar un análisis paralelo de anisotropía magnética y de indicadores de paleocorrientes. Ello permite evaluar ambos tipos de métodos y determinar el origen de la anisotropía magnética.

El análisis se efectuó en diferentes niveles estratigráficos para obtener una tendencia general, o en su caso, documentar cambios temporales. Los resultados de ambos análisis coinciden en la mayoría de los sitios investigados, lo que apoya un origen primario de la fábrica magnética. Las direcciones de paleocorrientes estimadas en los diferentes sitios no muestran con claridad la existencia de una única tendencia general para toda la Formación, en cambio si indican variaciones espaciales y temporales, lo que sugiere un paleosistema fluvial meándrico para el depósito de la Formación Tecomazuchil.

MAPA GRAVIMETRICO DE MEXICO

Mauricio De la Fuente D., Instituto de Geología

Manuel Mena, Instituto de Geofísica

Carlos Aiken, The University of Texas at Dallas

En este trabajo se presentan tres mapas gravimétricos realizados a partir de los valores de gravedad observados en más de 300 000 estaciones establecidas en las zonas costera y continental, además de la información obtenida por satélite para cubrir las áreas marítimas.

El primero de estos mapas corresponde a la carta gravimétrica de México que comprende las isoanómalas de Bouguer completa para la parte norte de la República Mexicana y Sur de los E.U. y de Bouguer Simple para el resto de la porción terrestre del país y Centro América de acuerdo a la convención internacional en la parte oceánica se muestran las isoanómalas de Aire Libre.

El segundo mapa corresponde al plano de Isoanómalas de Aire libre para Tierra y Mar.

Y Finalmente el tercer plano muestra la anomalía Isostática Residual en base al cual se establece una discusión sobre las anomalías más significativas de amplitud ≤ 200 km.

MODELO COMPUTACIONAL DE LA CUENCA DE MEXICO

por

G. Hernández
I. Herrera
R. Martínez

Instituto de geofísica, U. N. A. M.

En este trabajo se implantó el modelo tridimensional del Sistema Acuífero de la Cuenca de México y las subrutinas de acoplamiento para simular el efecto de recarga del acuitardo tanto desde el punto de vista de un cuerpo transmisor como del de su almacenamiento propio. Se parametrizó el acuitardo y el acuífero granular, con datos como transmisividad, almacenamiento, conductividad vertical, datos iniciales de piezometría y datos de flujo en la frontera. El modelo del Sistema Acuífero de la Cuenca de México está constituido por cuatro cuerpos, con características y funcionamiento hidráulico diferentes. Este sistema se modeló en tres dimensiones con cuatro capas y 1344 celdas por capa, simulándose el acuitardo a través de una formulación integrodiferencial, cuya aportación vertical se expresa por una modificación del coeficiente de almacenamiento específico de las celdas vecinas inferiores y la incorporación de una fuente que depende de la función Ds_n .

SOLUCION POR ELEMENTOS FINITOS AL TRANSPORTE DE CONTAMINANTES

R. Vega*, R. Vázquez*, J. Ramírez**

*Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

** Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C.

En el presente trabajo se presenta un algoritmo para resolver el problema de transporte y dispersión de contaminantes en medios porosos. El programa de computadora resuelve en forma numérica por el método Galerkin de elementos finitos la ecuación diferencial parcial que describe el transporte de soluto.

El modelo es general y flexible de manera que es posible aplicarlo a diferentes tipos de problemas. Es aplicable a problemas de transporte de una y dos dimensiones en flujo estacionario y transitorio.

El modelo calcula los cambios en la concentración de soluto en función del tiempo y la posición causados por transporte convectivo, mezclado y dispersión hidrodinámica.

Se presentan algunos ejemplos de la utilidad del método y se discute la aplicación a casos reales.

IMPLEMENTACION DE ELEMENTO FINITO PARA LA ECUACION DE STOKES

David Mondragón Vargas

Instituto de Geofísica UNAM

04510, Del, Coyoacán México D.F.

Este trabajo esta enfocado básicamente a la solución numérica de la ecuación lineal y homogénea de Navier-Stokes, para fluidos viscosos laminares y rotacionales. El modelo físico estudiado corresponde al de conducción de flujo en un pozo cuadrado con las hipótesis siguientes: el flujo es laminar rotacional e incompresible en estado estable con baja velocidad. En seguida se describe el modelo matemático con sus correspondientes valores a la frontera. Se explican brevemente los diferentes principios variacionales que pueden ser asignados a este problema, "Problema de Stokes". Se da la formulación variacional en términos de multiplicadores de Lagrange, y se estudia en forma extensa la formulación variacional penalizada, así como la existencia y unicidad de la solución discreta, la estimación del error es calculada. Se usa la técnica de Elemento Finito, para aproximar los espacios discretos encontrados y se deduce la matriz de Stokes en términos de Elemento Finito. Se presentan los resultados numéricos encontrados, con el algoritmo de Penalty, las gráficas del campo de velocidades y la presión son mostradas para el problema físico inicialmente planteado. En seguida son cambiadas las condiciones a la frontera así como la viscosidad del fluido, y un total de cinco problemas físicos son estudiados y analizados:

- 1).- Conducción de flujo en un pozo cuadrado bidimensional.
- 2).- Conducción de flujo en la intersección de dos tubos. bidimensionales.
- 3).- Conducción de flujo en la intersección de dos tubos, (diferentes valores a la frontera).
- 4).- Conducción de flujo en un hueco bidimensional cuadrado.
- 5).- Conducción de flujo en la intersección de cuatro tubos en un hueco cuadrado.

El modelo computacional así como el programa de graficación fue totalmente desarrollado en el sistema HP-9000 serie 500 del Instituto de Geofísica; el primer modelo esta hecho en FORTRAN 77, mientras que el segundo usa la biblioteca de graficación "STARBASE" y esta hecho en "C". Este modelo también esta funcionando en el sistema HP-9000 serie 800 de la Facultad de Ciencias.

"Modelado Bidimensional del Potencial Piezométrico del acuífero DEL Valle de Mexicali en el Area del Campo Geotérmico de Cerro Prieto"

Ramirez, J. *, Huerta, G. *, Vazquez, R. **, Vega, R. **

*Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C., México.

**Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C., México.

El Valle de Mexicali está ubicado al Norte de Baja California y forma parte del delta del río Colorado, está compuesto por sedimentos de origen aluvial. Posee un acuífero somero ubicado a 2 m. de profundidad y se extiende hasta 600 m. En la región central oeste del Valle se encuentra el Volcán Cerro Prieto y al sur de éste el campo geotérmico de Cerro Prieto.

En este trabajo se modela el potencial piezométrico, el flujo y el campo de velocidades del acuífero, mediante un esquema numérico de diferencias finitas en dos dimensiones. El modelo abarca un área aproximada de 1000 km². El área se discretizó en cuadros de 1 km. por lado y se supone un grosor del acuífero constante. Se consideran que las propiedades geohidrológicas a profundidad permanecen constantes y son conocidas. Así pues, se consideran sólo variaciones en la horizontal.

El área esta limitada al Oeste por la Sierra de los Cucapah que constituye una frontera impermeable. La frontera norte se estableció sobre un parteaguas natural en la cual se consideró flujo perpendicular nulo. Las fronteras Este y Sur se consideraron con potencial piezométrico conocido, establecido con el promedio de diez años de registros mensuales.

Se proponen difentes patrones de distribución espacial de conductividades hidráulicas. Se encuentra que el flujo es regionalmente dominante en dirección NE-SW de tal manera que se forma un acanalamiento en la parte SW de la Sierra de los Cucapah.

COMPARACION DE METODOS ANALITICOS PARA LA DETERMINACION DE Cr EN AGUAS NATURALES

A. Aguayo R., M. A. Armienta H.

Laboratorio de Química Analítica, Instituto de Geofísica, UNAM, D. Coyoacan 04510, D.F. México

La determinación colorimétrica de Cr (VI) se realiza haciendo reaccionar el Cr con difenilcarbazida en solución ligeramente ácida, obteniéndose un color púrpura-rojizo que se mide fotométricamente a 540 nm. Por ser ésta una determinación colorimétrica se requiere que la muestra a cuantificar se encuentre perfectamente clara. La presencia de color en muestras de aguas provoca una interferencia que es conocida como "de matriz".

Una técnica recomendada cuando se presenta este problema es la denominada "Método de adiciones patrón", la cual se adoptó con el propósito de poder trabajar muestras coloridas.

Con objeto de establecer una alternativa analítica se puso en marcha la técnica polarográfica para el elemento en cuestión. Como electrolito soporte fue utilizado NaOH (0.1 M) en un rango de operación de -0.650 V a -1.6 V.

A partir de los resultados obtenidos se establece la factibilidad de emplear cualquiera de los dos procedimientos para el análisis de muestras con este tipo de interferencia.

UBICACION Y NIVELES DE CONTAMINACION POR CROMO EN
EL ACUIFERO DE LEON, GTO.

M. A. Armienta, A. Aguayo, F. Juárez, N. Cenicerós

Laboratorio de Química Analítica, Instituto de Geofísica,
UNAM, D. Coyoacán 04510, D.F. México

El cromo, en particular el Cr (VI) es un elemento tóxico, por lo que su concentración permisible en el agua potable está reglamentada. En 1983 se detectó por primera vez la presencia de cromo en algunos pozos del valle de León, Gto., aunque se carecía de datos exactos respecto a su concentración, así como del área contaminada. La existencia de cromo en el acuífero se había atribuido a las descargas de las curtidurías.

Se presentan los resultados analíticos de un muestreo de 97 pozos diseminados por todo el valle. Con base en los mismos se definieron dos zonas con diferentes niveles de cromo. Alrededor de la empresa productora de cromatos "Química Central" ubicada a aproximadamente 13.5 km de León, la cantidad de Cr (VI) llega a ser dos órdenes de magnitud superior a la norma para agua potable (0.05 mg/l). Al sur y suroeste de la ciudad se detectan bajas concentraciones en un total de 40 pozos.

La interpretación hidrogeoquímica de los resultados analíticos indica la existencia de oxi-hidróxidos de Fe en el acuífero, lo que posibilita la atenuación del movimiento del cromo en el agua subterránea debida a procesos de adsorción.

POSIBILIDADES DEL RADON-222 COMO TECNICA HIDROGEOLOGICA

A. Cortés* R.N. Farvolden** C. Pitre** R. Rocha*

*Instituto de Geofísica UNAM, 04510, México, D.F.
**Waterloo Centre for Groundwater Research,
Waterloo, Ontario, Canada, N2L 3G-1

RESUMEN

Se midió la actividad del Radón-222 (gas, vida media 3.8 días) disuelto en el agua de cuatro manantiales y 42 pozos profundos de la Cuenca de México y 18 pozos en San Luis Potosí, realizándose dos pruebas de bombeo. Se utilizó un instrumento prototipo portátil de medición rápida, que consta de dos unidades básicas, una desgasificadora y otra de detección. Se presentan la técnica de medición, actualmente en etapas de prueba y calibración, y los criterios de muestreo. El estudio se enfoca a examinar, la factibilidad del radón como indicador de ciertos aspectos hidrogeológicos y su potencialidad como herramienta de estudio en los procesos donde los niveles freáticos y estáticos responden rápidamente a las alteraciones de la recarga-descarga de acuíferos, típicos en cuencas de montaña y en zonas de abatimiento piezométrico. No obstante, los resultados indican variaciones, los que por ahora sólo tienen validez de intercomparación.

NIVELES DE RADÓN Y URANIO Y COCIENTE DE ACTIVIDADES $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ EN AGUA SUBTERRÁNEA.

M. T. Olguín*, N. Segovia*, J. Carrillo**,
E. Ordoñez*, J. L. Iturbe*, S. Bulbulian*.

* ININ, Ap. Post. 18-1027, 11801, México, D.F.

**IGFUNAM, Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F.

La presencia de ciertos isótopos radiactivos en agua subterránea es una función del tipo de rocas presentes en el acuífero, de las condiciones de transferencia de la roca al fluido, de los patrones de recarga o del tiempo de residencia del agua. La determinación de concentraciones de uranio y sus productos de decaimiento en muestras de agua puede, por lo tanto, dar información referente a la naturaleza física del acuífero.

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio de niveles de radón y uranio, así como de los cocientes de actividad $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ en muestras de aguas de pozos de San Luis Potosí.

Los resultados obtenidos mostraron concentraciones relativamente bajas de uranio (< de 1 $\mu\text{g/l}$) y de radón (100 pCi/l máximo) y cocientes de actividad $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ cercanos al equilibrio. Estos resultados son consistentes con el tipo de movimiento del flujo subterráneo el cual, en el Valle de San Luis Potosí presenta un esquema con una marcada componente anisotrópica debido al fracturamiento del medio y con la cercanía de la zona de recarga. En el caso del Valle de Villa de Reyes los valores de radón un poco mayores sugieren un enriquecimiento por migración de las aguas profundas más antiguas.

EL DESPLAZAMIENTO DE FLUIDOS EN MEDIOS POROSOS FRACTURADOS COMO UN PROCESO DE CONVECCION-DISPERSION

Cruz Hernández, J., Inst. Mex. del Petróleo.

Pérez Rosales, C., Inst. Mex. del Petróleo.

RESUMEN

El desplazamiento de fluidos a través de medios porosos es un proceso que tiene gran importancia en áreas como Geotermia, Aguas Subterráneas y Recuperación de Hidrocarburos. Numerosos son los estudios realizados sobre el flujo de fluidos en medios homogéneos, pero no es así en el caso de medios fracturados, donde la literatura existente es escasa.

En este trabajo se describe un dispositivo para estudiar el desplazamiento de fluidos en rocas porosas fracturadas y se presentan los resultados obtenidos con una muestra de arenisca Berea. Los resultados experimentales concuerdan con el modelo propuesto por Pérez Rosales y Pérez Cárdenas. Este modelo considera que en un medio fracturado, las fracturas actúan como canales de flujo y la matriz de roca es esencialmente un elemento de almacenamiento de fluidos; además, utiliza una relación lineal para explicar el intercambio de fluidos entre fracturas y matriz de roca.

El excelente ajuste entre teoría y experimento indica que se tiene una valiosa metodología que puede ser de utilidad práctica tanto a nivel de laboratorio como de campo.

CALCULO DE PROFUNDIDAD DE ACUIFEROS POR ANALISIS DE CURVAS DE POTENCIAL ESPONTANEO.

Randall Roberts, John A.

Apdo. # 168 , CP 36000 Guanajuato, Gto.

El desarrollo de confianza en la interpretación de curvas obtenidas por mediciones de potencial espontáneo se basa en la acumulación de datos empíricos. Se hace prospección para agua con una serie de líneas a través del área, eliminando ciertas zonas; a continuación desarrollan más líneas con mayor detalle, es posible determinar un punto favorable (cualificación del área) y después analizar los perfiles para calcular la profundidad de la señal, o sea el acuífero. (cuantificación).

Se ha experimentado con muchos modelos propuestos por investigadores en el ramo de yacimientos minerales, mayormente con masas de sulfuros. Varias formas han sido propuestas como modelos; esferas, cilindros y hojas de básicamente dos dimensiones. Lo último se ha asemejado más a un acuífero, aunque hay casos de agua en grietas donde el modelo de un cilindro es aplicable. Un reciente trabajo por Ram Babu y Atchuta Rao (1938) , es especialmente útil.

Los resultados han sido variables, pero en muchos casos existe bastante coincidencia en la profundidad del acuífero, al hacer el pozo, con lo predecido por el estudio previo. Es razonable pensar el poder hacer una especie de catálogo de curvas o perfiles empíricos.

La ventaja de potencial espontáneo sobre resistividad eléctrica es más que nada su habilidad al distinguir movimiento de agua. Su principal desventaja ha sido tradicionalmente la dificultad de cuantificación, tal vez se está logrando vencer esto.

Evolución de los niveles freáticos en el Valle de Mexicali

Autor: Huerta, G.*, Ramírez, J.*, Vazquez, R. **, Vega, **

* Instituto de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California.

**Centro de Investigaciones Científicas y de Educación Superior de Ensenada.

El Valle de Mexicali se encuentra ubicado en la parte norte de Baja California, sobre la depositación aluvial que se — llevó a cabo en el delta del río Colorado.

Esta zona considerada como netamente agrícola, ha iniciado un crecimiento industrial importante en los últimos años, — gracias al aprovechamiento de una fuente de energía geotérmica, localizada en el campo de Cerro Prieto.

Para lograr este desarrollo agrícola e industrial se utilizan las aguas del río Colorado, las cuales se conducen por medio de canales hasta las áreas de cultivo y de tratamiento. Una fuente adicional que aporta agua tanto para el consumo agrícola como para el industrial, la representa el — acuífero de este Valle, del cual se capta mediante bombeo. Es importante señalar, que la fuente de recarga del acuífero la representa el mismo río Colorado mediante flujo subterráneo.

En este trabajo, se estudia el comportamiento de los niveles del agua en el acuífero del valle, basados en una historia cronológica de registros, además de observar el efecto que producen los parámetros geohidrológicos en la distribución de los niveles freáticos del valle.

UN ESTUDIO GEOBOTANICO-GEOFISICO PRELIMINAR DEL
EFECTO DE LA INTRUSION SALINA EN EL ACUIFERO -
DEL VALLE DE GUAYMAS SON.

Díaz García P. (*), García del Valle L. (**)

* Departamento de Aguas Subterráneas, Área de Recursos Naturales
Instituto de Geofísica, UNAM, Delegación Coyoacán, C.P. 04510
México, D.F.

**Escuela Nacional Preparatoria No. 2, "Erasmus Castellanos Quinto"
UNAM, Delegación Iztacalco, C.P. 08900, México D.F.

RESUMEN

El acuífero del valle de Guaymas Son. ha venido sufriendo un deterioro en la calidad de su agua a causa de la intrusión salina provocada por la sobreexplotación de este acuífero, ocasionando que el agua de mar ocupe, en forma gradual, el lugar dejado por el agua dulce del acuífero.

El avance progresivo del agua de mar tierras adentro, a ocasionado cambios en las propiedades físico-químicas del suelo, estos cambios afectan de una manera directa a la vegetación, provocando el aumento de vegetación resistente a altas concentraciones salinas, conociéndose a este tipo de vegetación como "Halofita". Utilizando técnicas de geobotánica y geofísica se pretende zonificar el avance de la intrusión salina en el acuífero antes mencionado.

Hidrogeología de las Sierras de Las Cruces y Monte Alto: Unidades Hidrogeológicas y una estimación de la infiltración

L.R. Jaimes-Palomera*, A. Cortés-Silva* y R.N. Farvolden**

* Instituto de Geofísica Universidad Nacional Autónoma de México

** Waterloo Centre for Groundwater Research University of Waterloo. Waterloo, Ontario, N2L 3G1.

RESUMEN

Las Sierras de las Cruces y Monte Alto, constituyen una las principales zonas de recarga del sistema acuífero de la Cuenca de México. Con base en los datos geológicos se proponen 5 unidades hidrogeológicas principalmente en rocas volcánicas. Todas las unidades se consideran permeables con excepción de algunas capas piroclásticas intercaladas en algunas unidades que se consideran poco permeables. Se plantea una hipótesis sobre el posible flujo considerando las características de algunos manantiales.

Se propone un método para estimar la cantidad de agua que se infiltra en dichas sierras anualmente, empleando para demostrar su uso, el cálculo aproximado de la infiltración en una cuenca de la parte alta de la Sierra de Monte Alto, partiendo de los datos climatológicos, geológicos e hidrogeológicos de que se dispone, considerando también un experimento efectuado en la parte alta de dicha sierra que en este caso se adapta para evaluar el coeficiente de escurrimiento.

CONCENTRACIONES ISOTOPICAS REPRESENTATIVAS DE LA PRECIPITACION EN LA CUENCA DE MEXICO

R.D. Arizabalo, A. Cortés, J. Durazo
Instituto de Geofísica, UNAM.
04510 México, D.F.

Existe una serie de estudios isotópicos puntuales sobre la lluvia en la Cuenca de México, todos de corta duración para ser estadísticamente representativos. Estos resultados, publicados principalmente con fines hidrogeológicos, difieren entre sí apreciablemente debido a que, como se sabe, los valores medios anuales en esta región solo pueden inferirse promediando lapsos del orden de lustros. En este trabajo se discute la variabilidad en las concentraciones isotópicas estables de la precipitación, tomando en cuenta que la temperatura ambiental media en las regiones montañosas está predominantemente controlada por el enfriamiento adiabático de masas de aire saturadas, lo que es congruente con la tendencia del fraccionamiento isotópico medido. Las concentraciones isotópicas se han relacionado con la altitud en los alrededores de la zona: Apan, Puebla, Toluca, Tula, Cuernavaca y Distrito Federal. Las correlaciones son:

$$\overline{\delta^{18}\text{O}} = -2.2 \times 10^{-3}h - 3.6; \overline{\delta\text{D}} = -17.6 \times 10^{-3}h - 17;$$

(δ 's : ‰ versus V-SMOW; h: elevación orográfica en metros sobre el nivel del mar).

Estas correlaciones dan estimaciones aceptables con las observadas en el agua subterránea de las zonas altas montañosas en la Cuenca de México y también con los promedios de precipitación en Chihuahua y Veracruz (determinados en un período de 26 años) y de la precipitación estival de Nuevo México, E.U.. Entonces los procesos de recarga hacia los acuíferos sobre la región pueden ser relacionados con los valores que se consideran representativos de la precipitación, por lo que es posible inferir áreas preferenciales de recarga. Se presenta un mapa orográfico-isotópico de la precipitación en la zona.

PRECIPITACION DE MINERALES EN LAS TUBERIAS DE
PRODUCCION DE LOS POZOS DEL CAMPO
GEOTERMICO DE CERRO PRIETO

Roberto Hurtado Jiménez

Instituto de Investigaciones Eléctricas
Herreros Sur # 2098, Mexicali, B.C.

El reservorio hidrotermal de Cerro Prieto ubicado en el valle de Mexicali, B.C., se caracteriza por tener temperaturas de 260-360 °C a una profundidad que varía entre 1500 y 4000 m. La salmuera del reservorio, cuyo origen corresponde a mezclas de agua de mar y agua del Río Colorado, se encuentra saturada de minerales de muy baja solubilidad además de sílice (cuarzo). Durante la extracción de la salmuera se presenta el fenómeno de ebullición isoentálpica de la misma, por lo que hay una disminución progresiva de la temperatura proporcional a la separación del vapor. Este desequilibrio ocasiona la precipitación de minerales y compuestos amorfos los cuales se depositan en las tuberías de los pozos restringiendo su productividad, lo cual se traduce en pérdidas económicas de considerable magnitud. Durante la limpieza de los pozos se recuperan muestras de las incrustaciones a lo largo de la tubería las cuales han sido analizadas químicamente por difracción de rayos X, absorción atómica y microscopía electrónica de barrido (SEM) con el fin de identificar los minerales formados. Los principales minerales identificados han sido: Calcita, Esfalerita, Galena, Luzonita, Cuarzo y otros en menor proporción. Se ha observado cantidades importantes de silicatos amorfos. Se discuten los mecanismos que ocasionan estos procesos.

"CONVECCION LIBRE EN UN SISTEMA HIDROTHERMAL FRACTURADO"

Se está desarrollando un modelo conceptual cuantitativo del sistema hidrotermal Los Azufres, México. Efectuamos simulaciones numéricas del yacimiento con el propósito de investigar algunos aspectos particularmente importantes de ese campo. Presentamos aplicaciones del mecanismo de contraflujo líquido-vapor en "calorducto" (heat pipe) para explicar el estado inicial y la transferencia de calor dentro del reservorio en zonas bifásicas de líquido o vapor dominante respectivamente durante diferentes estados "naturales" de una sección simétrica idealizada de falla. Se incluyen efectos de bióxido de carbono y de difusión binaria en la fase gaseosa. Exhibimos soluciones para un "estado natural en equilibrio" entre el líquido, el vapor y el CO_2 , balanceados por una inyección constante de calor proveniente de las profundidades del sistema; así como para un sistema con pequeñas descargas por fracturas y fisuras a través de la capa sello. Este último caso incorpora la recarga de fluido multicomponente desde el fondo de la falla. Finalmente mostramos la reproducción por el modelo de los perfiles verticales de presión, temperatura y contenido másico relativo de CO_2 observados en Los Azufres. De ahí deducimos un perfil de saturación del vapor y presión parcial del bióxido de carbono para la zona sur de este yacimiento.

Por: Mario César Suárez Arriaga.
C.F.E.

CORRIENTES Y DISPERSION DE LARVAS DE BIVALVOS
EN BAHIA DE LOS ANGELES, B. C.

Alberto Amador B.

Saúl Serrano G.

CICESE

Ave. Espinoza No. 843,

Ensenada, B. C., México

Se predice la circulación inducida por la marea y vientos dominantes en Bahía de Los Angeles B. C., con la ayuda de un modelo numérico hidrodinámico. Los resultados del modelo concuerdan con los datos hidrográficos y la medición de marea. Se encuentra que el esfuerzo del viento tiene una dominancia sobre la circulación en la Bahía ya que las corrientes residuales provocadas por mareas son de un orden menor que las provocadas por el viento. Los patrones de circulación predichos se utilizan de base para analizar las distribuciones de larvas de bivalvos obtenidos en 7 muestreos realizados en la bahía, de febrero 1986 a noviembre 1986.

Se observa que las zonas de alto reclutamiento de larvas están asociadas a la presencia de giros en la circulación, los cuales contrastan con el pobre reclutamiento observado en las zonas de corrientes intensas.

Aparentemente el fuerte intercambio de aguas de la bahía con el Canal de Ballenas origina que las larvas en estadio de asentamiento estén relacionadas con poblaciones externas a la bahía y por otro lado el que las larvas de las poblaciones nativas al ser exportadas en estadios tempranos no ocurra su reclutamiento dentro de la bahía.

MODELO INVERSO Y SU APLICACION AL CALCULO DE
SISTEMAS OSCILATORIOS DE MAREAS EN LA COSTA
DE LA PATAGONIA.

Dr. Saul Miranda Alonso

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM.

Se resuelve el problema para ondas largas de un modelo-inverso con valores iniciales (problema de Cauchy). Se utiliza una aproximación en diferencias finitas para las ecuaciones hidrodinámicas lineales aplicadas a un área rectangular limitada en un lado por la línea de costa y en las otras tres por el mar abierto. Los cálculos se efectúan en forma inversa partiendo de información medida en la costa, amplitudes y fases que definen los valores iniciales y continuando hacia mar abierto sin hacer uso de valores a la frontera creados artificialmente (o en su mejor caso interpolados).

Para verificar los resultados del modelo inverso, un modelo clásico fue iniciado con los resultados del modelo inverso para los límites en mar abierto. El modelo clásico reprodujo con buena aproximación al sistema oscilatorio calculado con el modelo inverso.

MODELACION NUMERICA DEL CANAL DE INFIERNILLO

M. en C. Raúl E. Ocampo Torrea*

M. en C. Angel R. Jiménez Illescas

CICIMAR-IPN

* Becario COFAA

El Canal de Infiernillo es un cuerpo de agua estrecho localizado entre Isla Tiburón y la costa del Estado de Sonora, en el Golfo de California.

En este trabajo se simula el movimiento de las aguas por medio de un modelo hidrodinámico numérico bidimensional explícito, barotrópico y verticalmente integrado, que utiliza ecuaciones diferenciales parciales de momentum y continuidad, considerando variaciones en el tiempo y espacio, con movimiento turbulento promediado, fricción con el fondo, arrastre de viento, efecto de la gravedad por pendiente del fondo e incluye el efecto de rotación de la Tierra.

Con este modelo se calcula, para cada octavo de período de la marea, el estado de las corrientes de marea y su gasto. Se hace una evaluación de la energía de la corriente para su posible utilización como una fuente alterna para la generación de electricidad.

RESPUESTA NUMERICA EN AMPLITUD Y FASE DE ISLA
GUADALUPE A ONDAS DE TSUNAMI.

Jorge Reyes Rodriguez de la Gala

y
Salvador F. Farreras.

Centro de Investigación Científica y de
Educación Superior de Ensenada , B.C. CICESE

Se utiliza el modelo numérico de Vastano y Reid para calcular la amplitud relativa y el desfase de ondas de tsunami a lo largo del contorno de Isla de Guadalupe. El modelo consiste en un esquema a diferencias finitas centrales de la ecuación de ondas largas. Para facilitar la aplicación de las condiciones de frontera, se trabaja en un sistema ortogonal de coordenadas que reproduce el contorno de la isla cerca del origen y se aproxima a un sistema polar ordinario en la frontera externa. El rango en los periodos y las direcciones de incidencia de los tsunamis modelados co-rresponden a los casos más probables de acuerdo a los registros históricos.

Las amplificaciones máximas (400%) corresponden a tsunamis de periodo corto, 10 min, en zonas donde la convergencia de energía ocasionada por la refracción de la onda es importante. Para periodos largos, 30 minutos, la difracción se convierte en el proceso dominante, pero los valores de amplificaciones asociadas son menores al 25%.

Se discute la zona óptima para la ubicación de un sensor de nivel de mar integrado a los sistemas regional e internacional de alarma contra maremotos. Con base a los resultados de la simulación numérica y a consideraciones de accesibilidad y protección contra oleajes de tormentas, se propone instalar el sensor analógico y el equipo de transmisión-recepción por satélite requeridos por los sistemas en el extremo SW de la isla, donde actualmente se ubican los mareógrafos.

PROPAGACION DE EVENTOS EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC

M.C. Isabel Ramírez Aguilar

C.I.C.E.S.E., Ensenada, B. C.

Ing. Francisco Grivel,

U.N.A.M., México, D. F.

El Golfo de Tehuantepec es una región de mucha importancia debido a la situación especial del forzamiento por viento que ocurre en esa zona.

La variabilidad del nivel del mar es un registro muy completo de la interacción de fenómenos locales y remotos. En ellos queda grabado el efecto del viento, presión atmosférica y eventos que puedan ocurrir también en otras zonas.

En la actualidad la U.N.A.M., tiene dos estaciones mareográficas en el Golfo de Tehuantepec, Puerto Madero (14 42 N, 92 25 W) desde 1985 y Salina Cruz (16 09 N, 95 12 W) desde 1952. Desafortunadamente la estación de Puerto Angel (15 39 N, -- 96 29 W) dejó de funcionar en 1986. Aún así tenemos aproximadamente dos años de registro simultáneo en estas tres estaciones que abarcan los extremos y el centro del Golfo de Tehuantepec.

Por medio de análisis espectral y funciones empíricas ortogonales se examinan los registros disponibles del nivel del mar buscando las características de los eventos que se propagan en la zona.

**CONDICIONES HIDROGRAFICAS A LO LARGO DE UNA LINEA
ENTRE EL GOLFO DE TEHUANTEPEC Y EL GOLFO DE
CALIFORNIA.**

**J.M. FIGUEROA Y J. MA. ROBLES
CICESE, DPTO. DE OCEANOGRAFIA FISICA
ENSENADA, B.C**

En invierno de 1989 se colectaron datos de temperatura y salinidad (lances de CTD hasta 1000 db en promedio) a lo largo de la costa occidental de México, entre el Golfo de Tehuantepec y Cabo San Lucas. Estos datos son utilizados para describir las condiciones hidrográficas y para hacer una estimación de la razón de mezcla entre las diferentes masas de agua presentes en el área de estudio. Se hace además, en base a sus características T-S, un seguimiento de la penetración hacia el Norte de la Corriente Costera de Costa Rica. Asimismo se presenta el campo de corrientes geostróficas en la boca del Golfo de California.

PROPAGACION DE ONDAS DE PLATAFORMA A TRAVES DEL
GOLFO DE TEHUANTEPEC

A. Martínez

P. Ripa

Cicese, Oceanología

Ave. Espinoza 843,

Ensenada, B. C. 22830, México

Una de las características más sorprendentes de las fluctuaciones subinerciales del nivel del mar en las costas del Pacífico Occidental es la presencia de ondas largas, atrapadas a la costa, que se propagan hacia el norte.

Estas señales encuentran en el Golfo de Tehuantepec una discontinuidad, ya que la línea de costa forma un escalón y la plataforma continental se angosta de 140 km a 40 km. Esto produce reflexión en ondas cortas, y algo de la energía puede propagarse hacia el norte en otras ondas largas. Para estudiar estos efectos, desarrollamos un modelo numérico, en el cual se resuelven por diferencias finitas las ecuaciones lineales para un océano de dos capas, sobre un plano-f, sin viscosidad y con topografía no homogénea. Calculamos los flujos de energía en cada capa para diferentes modos y frecuencias incidentes, encontrando que los modos bajos de frecuencias altas, poseen menor disponibilidad para transportar energía hacia el norte. Los resultados muestran también la importancia de los modos baroclínicos para la propagación de estas señales.

FOSFORITAS EN EL GOLFO DE TEHUANTEPEC

Arturo Carranza Edwards

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología,
Cd. Universitaria, México D.F., 04510, México.

A partir de la campaña oceanográfica MIMAR III, se descubre una gran fractura, conocida como Fractura de Tehuantepec, la cual se ubica entre los 80 y 100 m de profundidad. Su longitud es de aproximadamente de 200 km y corre paralela a la línea de costa y a otras fracturas que aparecen en la zona costera. Aparentemente esta fractura podría continuarse hacia el curso bajo del Río Tehuantepec, en cuyo caso sería una continuación de la Gran Falla de Chilpancingo.

Como resultado de las campañas MIMAR III, IV y V (esta última forma parte del Proyecto UNAM-CONACYT 0148) se descubrieron también dos sitios ricos en P_2O_5 , a los que aquí se les denomina Banco Oaxaqueño y Banco Chiapaneco. Ambos están asociados con la parte superior de la capa de oxígeno mínimo, la cual en ocasiones se presenta en profundidades del orden de 60 m. como resultado de las surgencias que ahí se presentan.

La isobata que define la parte superior de estos bancos es la de 200 m.. Estos bancos recuerdan a los que se ubican al W de la Península de Baja California, pudiendo corresponder a un Borderland.

Es de llamar la atención que los valores de P_2O_5 detectados hacen que estos bancos constituyan un recurso potencial de una de las materias primas más importantes para la elaboración de fertilizantes.

CIRCULACION ANUAL Y MAREAS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

P. Ripa,
Oceanología, CICESE
Espinoza 843,
22830, Ensenada, B.C.
México

El Golfo de California, con dimensiones medias del orden de $10^6 \times 10^5 \times 10^3$ m³, constituye una atractiva "caja azul" para el estudio de la dinámica oceánica. Su estado físico está continuamente alterado por las acciones de la atmósfera y del Océano Pacífico.

A través de su superficie, el golfo pierde medio metro anual de agua dulce y gana calor a una razón media del orden de los 100 W/m² (suficientes para calentar 1 °C por mes a unos 60 metros de agua). El viento superficial produce un arrastre de la capa superior, en un sentido que oscila estacionalmente y con una amplitud similar a la de los Alisios (0.01 N/m²). Por otra parte, el Océano Pacífico lo pone en contacto con aguas de origen boreal o ecuatorial, lo bombardea con ondas largas, y lo sacude con mareas que, ayudado por el fenómeno de resonancia, llegan a tener un rango de varios metros cerca de la cabeza.

Existen modelos relativamente complejos que reproducen estos fenómenos en forma bastante detallada. Es importante que sigan desarrollándose más modelos del mismo estilo, con una complejidad limitada solo por las posibilidades del cálculo electrónico y de la paciencia humana.

Pero también es posible desarrollar modelos tan sencillos que su justificación ponga a prueba el pudor del investigador, y que, sin embargo, permitan aprender algo sobre la física de este hermoso geosistema; éste es el objeto de esta plática. Los resultados obtenidos hasta el momento, que serán detallados durante la exposición, son alentadores.

CORRIENTES DE MAREA EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

Francisco Grivel

Secretaría de Marina, Estación Ensenada,
Estudiante de Maestría CICESE.
Antoine Badán-Dangón, Dr.
José Ma. Robles Pacheco, M.C.
CICESE

A partir de 39 series de tiempo de corriente distribuidas en 22 anclajes de configuración superficial y sub-superficial ubicadas a lo largo de las regiones media y superior del Golfo de California, se estudió la señal de marea utilizando métodos de análisis armónico - tradicional y de admitancia.

La señal de marea constituye más del 80% de la varianza de las series medidas, de la región de las grandes islas hacia la cabeza. Las máximas amplitudes de la corriente de marea se encuentran en el umbral entre las San Esteban y San Lorenzo con 0.75 m/seg y en el Canal de Ballenas con 0.6 m/seg. Se observa una reducción en la amplitud de más del 50% en la región del umbral al norte del Canal de Ballenas, indicando una considerable pérdida de energía cinética.

El campo de velocidad muestra un comportamiento básicamente semidiurno. El armónico M2 es el más energético y es el representativo de la banda semidiurna y de la corriente de marea; lejos de los efectos de fricción del fondo el M2 muestra un comportamiento eminentemente barotrópico. Su contribución a la señal de corriente de marea es del 30% de la región de las grandes islas hacia la cabeza del golfo y en la región restante es del 11%.

El campo de velocidad puede ser representado por la combinación de ondas de Kelvin y topográficas.

CORRIENTES DE MAREA Y ESTRATIFICACION EN LA ZONA
ADYACENTE A LAS ISLAS SAN ESTEBAN, TIBURON Y AN-
GEL DE LA GUARDA.

Dra. María Luisa Argote
Oc. Carolina Morales Zúñiga
Oceanología/Cicese
Ave. Espinoza 843,
Ensenada, B.C. 22830, México

Se estima la disipación media de energía de ma-
rea en la zona central del Golfo de California -
aplicando un modelo numérico bidimensional con alta
resolución espacial (3.3×3.3 km): Los resultados
indican la presencia de regiones de máxima disipa-
ción en los flancos de Isla San Esteban (0.7 Wm^{-2})
y sobre los umbrales (0.3 Wm^{-2}) (norte y sur) del -
Canal de Ballenas, el valor promedio para toda el
área modelada (0.75 Wm^{-2}) es aproximadamente 3 ve-
ces mayor que el estimado para todo el golfo con el
mismo modelo. Estas áreas de alta disipación coin-
ciden con zonas de baja temperatura superficial ob-
servadas durante todo el año en imágenes de satéli-
te, lo cual sugiere que la reducción de temperatura
superficial es debida a la intensa mezcla vertical
de marea.

CORRIENTES DE MAREA Y ESTRATIFICACION EN LA ZONA
ADYACENTE A LAS ISLAS SAN ESTEBAN, TIBURON Y AN-
GEL DE LA GUARDA.

Dra. María Luisa Argote
Oc. Carolina Morales Zúñiga
Oceanología/Cicese
Ave. Espinoza 843,
Ensenada, B.C. 22830, México

Se estima la disipación media de energía de ma-
rea en la zona central del Golfo de California -
aplicando un modelo numérico bidimensional con alta
resolución espacial (3.3×3.3 km): Los resultados
indican la presencia de regiones de máxima disipa-
ción en los flancos de Isla San Esteban (0.7 Wm^{-2})
y sobre los umbrales (0.3 Wm^{-2}) (norte y sur) del -
Canal de Ballenas, el valor promedio para toda el
área modelada (0.75 Wm^{-2}) es aproximadamente 3 ve-
ces mayor que el estimado para todo el golfo con el
mismo modelo. Estas áreas de alta disipación coin-
ciden con zonas de baja temperatura superficial ob-
servadas durante todo el año en imágenes de satéli-
te, lo cual sugiere que la reducción de temperatura
superficial es debida a la intensa mezcla vertical
de marea.

GIROS GEOSTROFICOS EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

J.M. Figueroa y J. Ma. Robles
CICESE, DPTO. DE OCEANOGRAFIA FISICA
ENSENADA, B.C.

Datos hidrográficos de varios cruceros realizados en el Golfo de California indican la presencia de estructuras -en la topografía dinámica (0/500 db) y en los campos de salinidad, temperatura y salinidad- asociadas con giros de escala horizontal del orden del ancho del golfo. Tales giros son coherentes en la vertical hasta los 500 db como lo muestra el campo de velocidad geostrofica calculado para secciones transversales y longitudinales. Evidencias de estructuras similares han sido obtenidas de otras fuentes, tales como imágenes de satélite, trazadores lagrangeanos y distribución de larvas de peces. Los remolinos pueden estar forzados por una combinación de influencias atmosféricas y topográficas.

EL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA EN INVIERNO

POR: M.F. LAVIN, V. GODINEZ y S. SANCHEZ

Departamento de Oceanografía Física
C. I. C. E. S. E.
Ensenada, B. C.

Se describe la hidrografía del alto Golfo de California en el invierno de 1987-1988, con énfasis en la -- distribución de la masa de agua que se forma allí en invierno debido a enfriamiento y evaporación. La distribución de la salinidad indica que en este invierno la convección vertical fue extensa. En la parte sur del alto Golfo, la salinidad disminuyó de 35.25 ups -- en la superficie a 34.90 ups a 200 m; en contraste, -- en la mitad norte la salinidad aumentó con la profundidad, de 35.30 ups en la superficie a 35.55 ups en -- el fondo de la cuenca de Wagner. Una capa de salinidad máxima (35.55 a 35.60 ups), de 40 m de grosor, se extendía desde las zonas someras hasta el fondo de la cuenca de Wagner. La frontera entre los dos regímenes hidrográficos tenía unos 18 Kms. de ancho, con -- frentes de fondo claramente marcados y evidencias de intrusiones laterales.

BALANCE DE ENERGIA EN EL GOLFO DE CALIFORNIAFrancisco GrivelSecretaría de Marina, Estación Ensenada
Estudiante de Maestría CICESE

A partir de las constantes armónicas del constituyente M2, resueltas por métodos de análisis armónico y de admitancia, aplicados a 39 series de corrientes distribuidas en 22 anclajes de configuración superficial y subsuperficial, ubicados a lo largo de las regiones media y superior del Golfo de California, se estudiaron las características energéticas de la columna de agua y se obtuvo el balance de energía, para todo el Golfo y por regiones topográficas.

Los cálculos de densidad de energía, para la columna de agua indican que los máximos de energía cinética, se encuentran entre Islas San Lorenzo y San Esteban y en el Canal de Ballenas, disminuyendo notablemente hacia el umbral del norte.

El Golfo de California disipa 5.19×10^{16} ergs/seg, que representan el 72% de la energía que el armónico M2 sólo introduce. La variabilidad de los coeficientes de fricción calculados para las distintas regiones topográficas muestra la no conveniencia de utilizar un coeficiente constante para todo el golfo. El coeficiente calculado para la región del umbral norte es un orden de magnitud mayor que para el resto del golfo; en esta región (que representa tan sólo el 2% del área total) se disipa el 28% de la energía.

Por otro lado, la dirección de los vectores de flujo de potencia se invierte justamente en el umbral norte, obteniéndose ahí líneas de flujo que se encuentran; tal que se puede considerar a esta región como un sumidero de energía.

Análisis Cuasi-Geostrófico del Sistema de la Corriente de California. (SCC)

Guillermo Auad (CICESE)

Alejandro Pares-Sierra (Scripps Institution)

Empleando los datos de un modelo Cuasi-Geostrófico (CG) de 8 capas y forzado por vientos reales se estudia la dinámica del SCC.

El modelo simula las principales características del SCC (de gran y mesoescala), como la Corriente de California, la Corriente de Davidson, etc.

El papel desempeñado por el forzante es indirecto, pues esta prácticamente limitado a distribuir la masa en la cuenca. El giro del Pacífico Norte se extiende hasta la termoclina, en tanto que por debajo de ella los flujos son débiles y prevalece el balance turbulento de Sverdrup.

En todas las áreas analizadas la circulación superficial esta dominada energeticamente por el flujo medio, en tanto que la circulación profunda esta controlada por las perturbaciones.

En general, la energía es entregada por el viento al flujo medio y transformada por este en energía potencial. Luego actúan los procesos de inestabilidad baroclínica para producir ondas altamente energéticas. Las fricciones lateral y de fondo y el flujo a través de las fronteras abiertas de cada zona cierran el recorrido principal de la energía.

Se obtuvo en base al análisis energético y a un análisis de estabilidad lineal que el SCC es una fuente de ondas que propagan su energía al oeste y suroeste, siendo las mismas posibles candidatas para explicar parte de la variabilidad observada en el Pacífico Norte.

La topografía del fondo tiene un papel de gran importancia en la determinación de los patrones de la circulación profunda y en la determinación cualitativa y cuantitativa del transporte de masa integrado verticalmente.

ESTUDIO TERMICO DE LA COLUMNA DE AGUA EN UN PUNTO AL NORTE DE LA PENINSULA DE YUCATAN A PARTIR DE TRES PERIODOS DE MUESTREO DURANTE 1988.

Javier Aldeco y José Hernández-Tellez. Estación de Investigación Oceanográfica Veracruz. Dirección General de Oceanografía. Secretaría de Marina.

A partir de tres series de tiempo (del 11 al 21 de marzo, del 19 de mayo al 5 de junio, del 24 de septiembre al 24 de octubre de 1988) obtenidas en un punto, con profundidad de 50m, entre el Arrecife Alacranes y Puerto Progreso, Yuc. ($22^{\circ}11'N$ y $89^{\circ}41'W$), se realizó el estudio térmico de la columna. Las temperaturas usadas fueron de los niveles 0, 10, 20, 30, y 40m. tomadas cada 3 hrs. La primera y la segunda serie están cortadas debido a "nortes" y a ondas del este, respectivamente.

Las velocidades de calentamiento superficial fueron -0.12 , 0.07 y 0.03 $^{\circ}C/día$ para cada serie. En la última serie es aún observado un pequeño calentamiento en época de enfriamiento.

Los grosores de la capa de mezcla fueron determinadas a partir de los perfiles de temperatura (45, 31 y 26.5m. respectivamente), y con esto se calculó el contenido de calor para cada período. Los resultados fueron 105.3, 116.9 y 125.0 $Kcal/cm^2$, respectivamente. La termoclina estuvo ausente en la primera serie. El almacenamiento de calor para cada serie fue -260 , 48.5 y 38.8 W/m^2 , respectivamente.

Finalmente, utilizando diagramas T-S de la última serie, fue detectado el reemplazamiento de agua del Caribe ($S=36.0$ ‰) por agua del Banco de Campeche ($S=36.4$ ‰).

GENESIS DE LA ERGOCLINA AL SUR DE LA
BAHIA DE CAMPECHE

M.A. MONREAL GOMEZ, A.R. PADILLA PILOTZE
D.A SALAS de LEON y M.A. ALATORRE MENDIETA

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
Apdo. Postal. 70-305 Mexico. D.F.

Durante la campaña OGMEX-III efectuada en el mes de diciembre de 1987, en la Bahía de Campeche se tomaron datos hidrográficos con CTD a bordo de B/O Justo Sierra.

Se analizaron patrones de temperatura salinidad y densidad, encontrándose una gran similitud entre estos dos últimos campos. Los resultados muestran la presencia de un frente halino inducido por la descarga del sistema Grijalva-Usumacinta; dicho frente está ubicado desde la costa hasta 30 Mn. mar adentro y entre las longitudes 92° y 93.5° W. coincidente con el observado en abril de 1984 por Czitrom et. al., (1986).

TRANSPORTES Y ESTRUCTURA DE LA CORRIENTE CERCA DEL ESTRECHO DE YUCATAN, A MEDIADOS DEL VERANO DE 1984.

M.E. CABELLO ESPINOSA Y F.G. RUIZ RENTERIA
(ICMyL de la UNAM. Apdo. Postal 70-305, México, D.F.)

Datos hidrográficos (CTD) de un crucero en mayo-junio de 1984 sirven como base para obtener corrientes de velocidad geostrofica referidas a 1000 metros de profundidad. Con ello se calculan los transportes de masa y calor (sensible) para todos los datos de niveles disponibles y promediados en capas de 100 metros de profundidad. Sin embargo, algunos valores del total de agua entrante al Golfo de México difieren de los encontrados en la literatura. Un grado considerable de la estructura de la corriente se presenta en ese tiempo en el área estudiada. Los resultados obtenidos muestran la existencia de tres sistemas diferentes de corriente en el Estrecho de Yucatán.

**ENERGIA TURBULENTA Y MEDIA EN PROCESOS
BAROCLINICOS EN EL GOLFO DE MEXICO**

D. A. SALAS de LEON, M.A. MONREAL GOMEZ

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
Apdo postal 70-305, México, D.F.

Se desarrolla el sistema de ecuaciones para la energía media y turbulenta en procesos baroclínicos en el Golfo de México, con condiciones tales como: corrientes inducidas por vientos y por flujo a través de fronteras abiertas, las cuales generan meandros y giros.

Los resultados muestran la evolución espacio-temporal de la energía del sistema.

PRESENTACION DE UN ATLAS OCEANOGRAFICO DEL GOLFO DE MEXICO

V.M.V. VIDAL (Instituto de Investigaciones Eléctricas, Apdo. Postal 475, - Cuernavaca, Morelos C.P. 62000)

F.V. VIDAL, J.M. PEREZ-MOLERO, y A.F. HERNANDEZ (Instituto de Investigaciones Eléctricas, Apdo. Postal 475, Cuernavaca, Morelos C.P. 62000)

Hemos publicado los volúmenes 1 y 4 de la serie ATLAS OCEANOGRAFICO DEL GOLFO DE MEXICO. La base de datos hidrográficos que se ha analizado para integrar estos volúmenes provienen de los cruceros oceanográficos ARCOS, realizados en enero de 1984 y octubre-noviembre de 1986. Los principales aspectos oceanográficos físicos del Golfo de México que se analizan en los ATLAS son:

1. HIDROGRAFIA DEL GOLFO DE MEXICO (GDM)
 - 1.1. Distribución espacial de los principales parámetros físico-químicos (temperatura, salinidad, oxígeno y micronutrientes disueltos).
 - 1.2. Distribución espacial de las masas de agua someras y profundas.
2. CIRCULACION GEOSTROFICA EN EL GDM
 - 2.1. Interacción entre la circulación costera y la oceánica.
 - 2.1.1. Intercambio de masas de agua costeras y oceánicas.
 - 2.1.2. Flujo baroclínico y transporte.
3. INFLUENCIA DE LOS GIROS DE LA CORRIENTE DEL LAZO EN LA CIRCULACION GENERAL DEL GDM.
 - 3.1. Hidrografía de giros ciclónicos y anticiclónicos.
 - 3.2. Propiedades cinemáticas de estos giros.
 - 3.3. Interacciones de giros ciclónicos y anticiclónicos.
 - 3.4. Colisión de estos giros contra la frontera occidental del GDM.
4. DATOS HIDROGRAFICOS
 - 4.1. Perfiles hidrográficos por estación.
 - 4.2. Listados de datos hidrográficos por estación.

CONTRIBUCION AL ESTUDIO DEL GOLFO DE MEXICO

PADILLA A.R., D.A. SALAS, M.A. ALATORRE, M.A.

MONREAL, S.P.R. CZITROM, F.G. RUIZ, y

B. SHIRASAGO

Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM

Apdo. Postal. 70-305 México D.F.

A partir de 1970, dentro del grupo de Oceanografía Física de la UNAM se han realizado investigaciones al sur del golfo de México. Efectuandose estudios de las variaciones espacio-temporales de las características físicas mediante mediciones sistemáticas de temperatura y salinidad, así como mediciones de corrientes oceánicas y de algunos parámetros meteorológicos.

Los resultados muestran que la región sur del Golfo de México es afectada por algunos fenómenos físicos, tales como: un frente halino costero, así como la existencia de giros ciclónicos.

SOBRE LA GENERACION DE TSUNAMIS DESTRUCTIVOS POR
SISMOS EN LA TRINCHERA MESOAMERICANA.

Antonio J. Sanchez D.

Secretaria de Marina
Dirección General de Oceanografía Naval
Estación de Investigación Oceanográfica de Ensenada, B.C.

RESUMEN

El principal propósito de los Sistemas de Alarma contra tsunamis existentes en la cuenca del Pacífico, es determinar inmediatamente después de que se produce un sismo fuerte bajo el lecho marino o cerca de las costas, si se genera un tsunami potencialmente destructivo, para alertar a las comunidades en riesgo de la posible amenaza del tsunami.

En este trabajo, se revisan los factores asociados al sismo que influyen determinantemente en la generación del tsunami: magnitud, profundidad focal, mecanismo focal, area de ruptura, velocidad de ruptura, etc,

Se discute la capacidad de los sismos que ocurren en la zona de subducción de la trinchera mesoamericana para generar tsunamis destructivos. Se comparan los parámetros tectónicos de los sismos tsunamigénicos mexicanos con los correspondientes a los macrosismos de Chile (mayo de 1960) y de Alaska (marzo de 1964). Estos macrosismos de magnitud $M_s=8.5$ y $M_s=8.4$, respectivamente, generaron los tsunamis mas destructivos, a escala Oceano Pacífico, en la presente centuria. Considerando que el momento sísmico, el área de generación y el desplazamiento vertical de los sismos tsunamigénicos mexicanos son menores comparados con los sismos de Chile y Alaska, se concluye que los sismos tsunamigénicos mexicanos no tienen el potencial ni la eficiencia para generar y distribuir suficiente energía por todo el Oceano Pacífico en la forma de macrotsunamis. La información histórica, al menos hasta ahora, confirma esta conclusión. Sin embargo, contrario a la creencia popular generalizada, los sismos mexicanos pueden generar tsunamis destructivos en las costas mexicanas cercanas a su origen.

SISTEMAS ESTRUCTURALES Y VOLCANOS SEDIMENTARIOS
DE LA CUENCA DE MEXICO Y SU RELACION CON LAS
ZONAS DE MAYOR AFECTACION SISMICA

Salvador Marín-Córdova*

Joaquín Eduardo Aguayo-Camargo**

*Facultad de Ingeniería, Div. Estudios Superiores, UNAM.

**Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

En la Cuenca de México han ocurrido varios episodios volcánicos por la influencia de la subducción de la placa oceánica de la Provincia del Pacífico, desde el Oligoceno hasta el Cuaternario. En la cuenca, los esfuerzos tectónicos generaron 16 fallas distensivas transcurrentes identificadas en este trabajo, orientadas NE 45° - 55° SW. La separación entre ellas es de 6 Km y afectan a otras oligomiocénicas (N-S y NW-SE), y a sedimentos y rocas volcánicas del Plio-Cuaternario. Los bloques estructurales resultantes están escalonados, destacándose dos depresiones mayores, una de ellas corresponde al Valle de Tepexpan-Otumba y la otra, al de Tizayuca-Pachuca. Otras fosas se localizan al poniente y al sur de la cuenca, o sea, adyacentes a la Sierra de las Cruces y a la del Ajusto-Chichinautzin, respectivamente. Existen además dos sistemas distensivos (NW 35° SE) dentro de la Cuenca: 1) Amecameca-Chalco-Lago de Texcoco-Lago de Zumpango-Tajo de Nochistongo, y 2) Apan-Pachuca; ambos ejes son activos, lo que se manifiesta por los manantiales termales asociados con fracturamiento y zonas mineralizadas recientes. Otro eje paralelo a los descritos es el de Toluca-Malinalco. La conjugación entre las estructuras mencionadas con los espesores máximos de rocas sedimentarias de diferente origen y no exclusivamente lacustres del Cuaternario, delimitan los sectores de mayor afectación urbana, lo que fué evidente durante el sismo de 1985.

**PRECURSORES Y REPLICAS DEL TERREMOTO DE OAXACA (29 NOV.
1978, $M_s=7.8$): UN ANALISIS ACTUAL.**

Lautaro Ponce¹, Luis Sansores^{1,2}

1 Instituto de Geofísica, UNAM, 04510 México, D.F.

2 Facultad de Ingeniería, UNAM, 04510 México, D.F.

Actualmente en México se realizan observaciones detalladas de la microsismicidad en la región de la brecha de Guerrero; uno de sus objetivos es el estudio del régimen sísmico y los parámetros del medio como indicador de los procesos focales precedentes al terremoto principal.

En 1985 se realizó un estudio de refracción sísmica en el sur de Oaxaca cuyos resultados muestran una estructura de velocidades lateralmente heterogénea en la corteza y el manto superior.

En años recientes se han desarrollado teorías y programas de computación para calcular hipocentros en medios lateralmente heterogéneos y para encontrar el tensor de esfuerzos compatible con una familia amplia de mecanismos de foco. También se presta especial atención a la variación temporal de Q -coda como un probable signo precursor a un gran terremoto.

Los datos de sismicidad local registrados 3 semanas antes y después del terremoto de Oaxaca son analizados haciendo uso de las ideas y facilidades antes descritas. Se destaca su probable utilidad en el análisis sistemático de la información generada por la red sismológica telemétrica de la brecha de Guerrero.

SISMO DEL 30 DE MAYO DE 1989 ($M=5.3$)
ACELEROGRAMAS OBTENIDOS EN LA PRESA PEÑITAS, CHIAPAS

Mario González Escobar
Comisión Federal de Electricidad

El 30 de mayo de 1989 ocurrió un sismo de magnitud $M_c=5.3$, la información preliminar proporcionada por el Servicio Sismológico Nacional lo sitúa en la región del Istmo de Tehuantepec, aproximadamente 130 Km al oeste de la presa Peñitas.

Dicho sismo fue registrado en 5 acelerógrafos digitales instalados en el cuerpo de la presa (2 equipos), las margenes derecha e izquierda y en Subestación. La máxima aceleración registrada fue de 27.75 gals y la mayor longitud de registro de 27.93 segundos, correspondiendo éstas dos características a la estación localizada en la Corona Centro de la presa. Se ilustran algunas de las características de los registros. Mostrando en la componente transversal de las estaciones Corona Centro y Base Cortina la gran influencia de los efectos de sitio en el tren de las máximas amplitudes.

La Brecha Sísmica De La Costa Grande, Guerrero: Una Brecha Madura

Tony Monfret & Gerardo Suárez

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

A partir de septiembre de 1987, se inicio la operación de una red permanente de 9 estaciones telemétricas que detectan la microsismicidad en la Costa Grande del estado de Guerrero. Esa región es considerada como zona de alto riesgo sísmico, después de los eventos de Michoacán en 1985.

De una manera general, la actividad microsísmica diaria es de 5-7 eventos de magnitud $M \leq 3$. Sin embargo, desde el principio de 1989, se ha observado un aumento notable del número de sismos y de la ocurrencia de temblores de magnitud mayor de 4. La mayoría de ellos se localizan a los dos límites de la brecha sísmica, siguiendo un patrón de comportamiento de actividad del tipo "doghnut pattern".

Además, en la parte noroeste de la red, se detectó un nido de microsismos a una profundidad promedio de 20 kilómetros. Si tomamos en cuenta que esta zona representa la parte sur de la región involucrada en el terremoto de Petatlán ocurrido en 1979, entonces, estamos observando probablemente las primeras manifestaciones de un temblor de importancia, aunque su magnitud no debería ser mayor de 8. Dado que la distribución de la microsismicidad dentro de la resolución de la red (lat. 16.7° - 17.5° N, long. 99° - 101.4° W) ha mostrado que el contacto sismogénico entre la placa de Cocos y la de Norte America tiene un tamaño reducido, no se pueden generar temblores de magnitud muy importante ($M > 8.2$) como se ha observado en algunos países de America Latina.

ESTIMACION DEL PARAMETRO DE ATENUACION
USANDO ESPECTROS DE MOVIMIENTOS FUERTES
EN LA COSTA DE GUERRERO MEXICO

Rosa Adriana Anguiano-Rojas
Shri Krishna Singh

Instituto de Ingenieria
Instituto de Geofísica

RESUMEN

Se estimó el parámetro de atenuación para la zona de Guerrero a partir de los espectros de los acelerogramas obtenidos por la red acelerográfica de Guerrero para sismos ocurridos en 1985, 1986 y 1987. Dicha estimación se obtuvo relacionando la parte de la atenuación independiente de las frecuencias con un parámetro de decaimiento espectral llamado kappa (k) para el modelo de espectro de amplitud $A(f) = A_0 \exp(-\pi k f)$.

k es relacionado con la distancia a la que ocurre el sismo, $k(r) = k_0 + \mu r$, de manera que el valor de kappa para una distancia $r=0$, representa la atenuación debida a la estructura subyacente al sitio donde se encuentra ubicada la estación acelerográfica, y la pendiente μ representa la atenuación asociada con la estructura regional a profundidad.

En este trabajo se obtuvieron valores de k_0 y μ para la mayoría de las estaciones que constituyen la red de Guerrero, y se encontraron valores promedio para la zona de Guerrero de $k_0 = 0.034$ seg y $\mu = 1.82 \times 10^{-4}$ seg/km.

Los valores de atenuación encontrados se complementan con los valores de atenuación promedio dependiente de la frecuencia ($Q_0 = 100$ seg) obtenidos para la misma zona.

**ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD SISMICA REGISTRADA EN EL
AREA DE SAN CARLOS, BAJA CALIFORNIA SUR
DURANTE ABRIL Y MAYO DE 1989**

**Victor Wong Ortega y Luis Munguia Orozco
Centro de Investigación Científica y de
Educación Superior de Ensenada, B.C.
Av. Espinoza # 843, Ensenada, Baja California**

**Javier Gaitán Morán y Sergio Mayer Geraldo
Universidad Autónoma de Baja California Sur
Apartado Postal # 219, La Paz, Baja California Sur**

**Eduardo Rojas y Carlos Talavera Gameros
Centro Iberoamericano de Investigación Ambiental y
Desarrollo Tecnológico, A.C.,
La Paz, Baja California Sur**

Durante la noche del 30 de marzo de 1989 (20:25 tiempo local), la población de San Carlos, B.C.S., reportó un temblor que provocó alarma entre los moradores. En los días posteriores, varios sismos continuaron ocurriendo provocando preocupación tanto a autoridades locales como federales, principalmente el del día 4 de abril (9:45 tiempo local), que fue el que se notificó con mayor intensidad. Desafortunadamente, ninguno de estos sismos fueron registrados instrumentalmente, perdiéndose la oportunidad de hacer un estudio detallado de estos sismos.

Días después, del 14 de abril al 11 de mayo, el CICESE instaló y operó una red portátil de 6 estaciones sismológicas con el propósito de registrar la actividad sísmica de la región.

En este trabajo, se presentará una descripción de los resultados logrados al analizar la información registrada en el área circunvecina a San Carlos, B.C.S.

**ANÁLISIS DE LA SISMICIDAD REGISTRADA EN AGOSTO DE
1989 EN EL ÁREA DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA,
MÉXICO**

Luis Munguía Orozco y Roberto Gómez Rincón
Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, B.C., Av. Espinoza # 843,
Ensenada, B. Cfa., México

A principios del mes de agosto de 1989, las estaciones de la Red Sísmica del Norte de Baja California (RESNOR) empezaron a registrar una serie de sismos de magnitud baja. Al momento de preparación de este resumen, los epicentros determinados en forma preliminar para esos sismos se agrupan en dos áreas diferentes, ubicadas al sur de la Península de Punta Banda y en el interior de la Bahía de Todos Santos. Temporalmente, los sismos de la primera de las agrupaciones indicadas ocurrieron durante los primeros días del mes; los del interior de la bahía fueron detectados en la segunda mitad del mes. Aún cuando los centroides de las dos áreas epicentrales están separados por alrededor de 20 km, al parecer los sismos correspondientes fueron generados por fallas distintas de la región.

**ESTUDIO DE LA SISMICIDAD REGISTRADA EN LA ZONA DE
FALLA LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO**

Luis Munguía Orozco y Victor Wong Ortega
Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, B.C., Av. Espinoza # 843,
Ensenada, B. C., México

Javier Gaitán Morán y Sergio Mayer Geraldo
Universidad Autónoma de Baja California Sur
Apartado Postal # 219, La Paz, Baja California Sur,
México

Eduardo Rojas y Carlos Talavera Gameros
Centro Iberoamericano de Investigación Ambiental y
Desarrollo Tecnológico, A. C.,
La Paz, Baja California Sur, México

Los datos sísmicos en que se basa este análisis fueron obtenidos mediante la instalación de una red temporal de cinco sismómetros analógicos en el área de estudio. Esta red se mantuvo en operación durante un mes y medio, período durante el cual se logró registrar un número considerable de microsismos. Entre los resultados que se describirán se incluye una descripción sobre la distribución espacial y temporal de los epicentros y su relación con segmentos tectónicos de la región y un análisis de las profundidades y magnitudes de los sismos registrados y localizados.

ESTUDIOS REGIONALES SISMICOS EN BAJA
CALIFORNIA NORTE

J. Frez y M. Murillo, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada B.C., Espinoza 843, Ensenada, Baja California C.P. 22830

Durante los últimos cinco años se ha ido formando una base de datos sismológicos que es ta compuesta de catálogos, tiempos de arribos, sismogramas correspondientes a sismos y estaciones ubicados alrededor de la frontera internacional entre ambas Californias. En esta presentación, se resumen los resultados respecto a mecanismos focales y arribos de ondas Pn. Para lo segundo, tambien se utilizan los registros en estaciones mexicanas de explosiones --atómicas hechas en Nevada.

Los 117 mecanismos focales estudiados corresponden al período entre junio de 1982 y -diciembre de 1987. Se obtuvieron 83 soluciones de buena calidad y 34 de calidad moderada. El análisis de datos y de resultados se hace en -las tres regiones fisiográficas del área de estudio: el Borde Continental Interno, la Cordillera Peninsular y la Cuenca Salton.

Los arribos de Pn corresponden a trayectorias a lo largo de la Cordillera Peninsular y a la Cuenca Salton. Un modelado preliminar basado en estructuras lateralmente homogéneas es utilizado generándose sismogramas sintéticos -que ayuda a una interpretación de los sismogramas observados.

Los resultados se discuten en términos de la Sismotectónica del área.

ACTIVIDAD MICROSISMICA EN EL AREA DE CANATLAN, DURANGO Y SU RELACION CON LA GEOLOGIA REGIONAL

Jaime Yamamoto
Instituto de Geofísica, UNAM
Cicuito Exterior, C.U.
México, D.F. 04510, MEXICO

Hipocentros de 22 microsismos ($-0.09 \geq M_c \leq 1.1$) que ocurrieron en el área de Canatlán, Durango ($24^{\circ}38'N$, $105^{\circ}W$) del 30 de abril al 2 de mayo de 1972 fueron determinados. Los eventos se localizan entre la Laguna de Santiaguillo y el flanco oriental de la Sierra de la Magdalena perteneciente a la Sierra Madre Occidental. La distribución espacial de los epicentros presenta dos tendencias lineales de sismicidad orientadas $N21^{\circ}W$ y $N71^{\circ}E$ de longitud 7.2 y 5.4 km respectivamente, que sugiere la existencia de un sistema de fallas conjugadas sísmicamente activas. La tendencia $N21^{\circ}W$ coincide con la dirección de las antiguas fallas normales longitudinales asociadas con la Sierra Madre Occidental.

SISMICIDAD REGISTRADA EN LA REGION DE COLIMA
EN NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DE 1988.

Jiménez, Z., F. Nínez-Cornú
Instituto de Geofísica. UNAM.

Castellanos, G., G. Ornelas, A. Ramírez, G.
Reyes y H. Taméz.
CICBAS, Universidad de Colima.

Se instaló un arreglo de 4 estaciones portátiles con sismómetros Ranger y registradores MQ-800 en las cercanías de la ciudad de Colima, del 25 de noviembre al 18 de diciembre de 1988. De los registros obtenidos de este arreglo de estaciones y los de la estación de Colima de tres componentes de período corto (sismómetros S-13 y registradores Teledyne), se seleccionaron los eventos registrados con intervalos de $S-P \leq 10$ seg con el fin de determinar sus hipocentros, distribución geográfica y magnitudes. Se obtuvo y analizó una muestra de 56 eventos, de magnitud $1.5 \leq M_c \leq 3.0$. La mayoría de ellos fueron localizados al suroeste del volcán de Colima. Los epicentros se alinearon en dirección este-oeste, probablemente sobre una falla activa perpendicular al borde occidental del graben de Colima. Los eventos analizados tienen carácter tectónico y por su lejanía al volcán parece no tener relación con este.

ESTIMACION DE ESPECTROS DE ACELERACION A PARTIR DE MICROTREMORES EN LA ZONA DEL LAGO DEL D.F.

Díaz de León, J., Lermo, J. y Singh, S. K.

Instituto de Ingeniería, UNAM, C.U., 04510 Mexico, D.F.

Kobayashi, et al, (1986), estimó espectros de respuesta con registros de microtremores, utilizando una curva de escalamiento, para el temblor del 19 de Septiembre de 1985 en el D.F., sin considerar la variación temporal de la amplitud de los microtremores.

En este trabajo se reevalua esta técnica con las siguientes consideraciones: i) registrar microtremores en 2 sitios simultaneamente; ii) que el valor del periodo dominante para estos sitios sean similares. Con estas consideraciones se espera hacer válidas las condiciones propuestas por Singh, et al., (1986) (que las amplitudes de los microtremores sean constantes y que las funciones de transferencia (FT) de microtremores y de aceleración sean similares).

Se analizaron 5 estaciones acelerográficas que registraron el sismo del 8 de Febrero de 1988. Se tomó como base a la estación de Alameda que tiene una periodo dominante (T) de 2.0 s, y las siguientes 4 estaciones:

CI05 T=2.0 seg DIST A LA BASE 2900 m (FICA)

D58 T=2.3 seg DIST A LA BASE 1700 m (FBS)

D62 T=2.4 seg DIST A LA BASE 600 m (FBS)

CI45 T=2.5 seg DIST A LA BASE 1250 m (FICA)

A las que se les estimó es espectro de amplitud de aceleración utilizando la siguiente relación:

$$A_i(w) = (N_i(w)/N_b(w)) * A_b(w)$$

Donde: $N_i(w)/N_b(w)$, FT del los registros de microtremores de la estación entre la base; $A_b(w)$, espectro de amplitud de aceleración de la base; $A_i(w)$, espectro de amplitud de aceleración estimado de la estación.

Al compararlos con los espectros de aceleración reales, se observa lo siguiente: 1) los 4 espectros estimados mantienen la forma respecto al los reales; 2) en cuanto a los niveles de las amplitudes, la estimación en CI05 (del mismo periodo que la base) es aproximadamente igual al real, mientras que para las tres restantes sobrevalúa este nivel en menos de 2 ordenes, incrementándose a medida que nos alejamos del periodo dominante de la base.

Respuesta Sísmica de la Estructura Profunda de la Ciudad de México

Sergio Chávez-Pérez (Centro de Investigación Sísmica, A.C., Carretera al Ajusco 203, Tlalpan 14200, México, D.F.) y Gerard T. Schuster (Department of Geology and Geophysics, University of Utah, Salt Lake City, Utah 84112, USA)

Petróleos Mexicanos (PEMEX) realizó en 1987 un estudio geofísico de sismología de reflexión y perforó cuatro pozos profundos en la Ciudad de México con el fin de conocer su estructura geológica profunda y litología del subsuelo. Para iniciar el estudio de la respuesta sísmica de dicha estructura ante excitaciones diversas, simplificamos dos secciones geológicas basadas en la interpretación sísmica de los datos de reflexión y calculamos sismogramas sintéticos para fuentes lineales explosivas e incidencia normal de ondas planas P y SV. Nuestro algoritmo de modelado directo está basado en el esquema de diferencias finitas propuesto por Virieux y utiliza una formulación de rejilla alternada de segundo orden para esfuerzos y velocidades. Además, el algoritmo es más eficiente que los esquemas tradicionales y posee gran estabilidad en sus fronteras absorbentes y frontera libre. Las velocidades de onda compresional en nuestros modelos varían de 1.1 km/seg en las unidades superficiales de arcilla a 6.0 km/seg en el basamento cretácico. Resultados preliminares sugieren que la respuesta sísmica de la estructura profunda es importante (genera ondas superficiales e incrementa la duración del movimiento del terreno) solo para frecuencias mayores que 0.5 Hz. Esto conduce a implicaciones importantes ya que, de acuerdo con la experiencia del terremoto de Michoacán del 19 de septiembre de 1985, el daño a las construcciones de la ciudad y las máximas amplificaciones relativas del movimiento del terreno ocurren en aquella frecuencia en la que la respuesta del subsuelo profundo parece ser irrelevante (0.5 Hz).

Monitoreo sísmico en la parte central de la Faja Volcánica Trans-Mexicana, resultados preliminares.

Reynaldo Mota, Instituto de Geología, UNAM.
Jaime Yamamoto. Instituto de Geofísica, UNAM.

La parte central de la Faja Volcánica Trans-Mexicana está caracterizada por fallas normales sísmicamente activas de dirección oeste-este. El sismo más reciente ocurrió en esta zona en 1979, cuando se rompió el segmento Maravatío-Tlalpujahua con un evento de $m_b = 5.3$.

Presentamos resultados preliminares de un monitoreo sísmico de la parte occidental de ese segmento. La adquisición de los datos se realizó del 20 de marzo al 8 de abril de este año con tres sísmógrafos portátiles MEQ-800, con sismómetros Ranger SS-1 de un segundo de período. Las estaciones estuvieron en Maravatío, Venta de Bravo y Tlalpujahua, Michoacán.

Durante el tiempo de operación se registraron doce eventos y se localizaron por medio del programa Hypo 71PC. Los epicentros de esta actividad se ubican sobre la misma falla que el evento principal y la réplica mayor de la serie de 1979. El rango de magnitudes de coda de la microsismicidad registrada va del 1.5 al 3.7, lo que nos hace pensar que la actividad de la zona es importante y requiere atención en toda su longitud para detallar mejor sus diferencias.

ATENUACION SISMICA EN LA ZONA DE CHILA DE LAS FLORES PUEBLA

Guillermo J. González Pomposo *

Patricia G. Juárez Serrano *

Jorge A. de Gante González *

Ana Lillian Martín del Pozzo **

* ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, UNIVERSIDAD
AUTONOMA DE PUEBLA

** INSTITUTO DE GEOFISICA, U. N. A. M.

RESUMEN

De acuerdo con el análisis de sismogramas provenientes de cuatro estaciones de la Red Sísmica del Estado de Puebla (RESEP), ubicadas en la zona sur del mencionado estado, se observa una marcada atenuación de las ondas sísmicas en los registros obtenidos en tres de ellas con respecto a la cuarta, localizada en la población de Chila de las Flores, cuando los sismos tienen un arribo con azimut de 15° a 90° o de 220° a 270° , con respecto a esta estación de referencia.

Según un trabajo reciente (Caballero, C., et al, 1988), se ha reportado la existencia de dos fallas activas de tipo normal en la zona aledaña a Chila de las Flores. De acuerdo con dicho trabajo, la falla más importante está situada al oriente de la población, corriendo de noreste a sureste.

En el presente trabajo, se determina la correlación existente entre la atenuación de las ondas sísmicas en los registros y la presencia de estas fallas; asimismo se establecen las direcciones preferentes de las ondas de acuerdo con la ubicación tanto de las fallas como de las estaciones sísmicas. Finalmente, se infiere la existencia de otras fallas en la zona.

SISMICIDAD EN LA MIXTECA POBLANA

Guillermo J. González Pomposo *

José P. García Hernández *

Jorge A. de Gante González *

* ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE PUEBLA

RESUMEN

De acuerdo con estudios realizados acerca de la sismicidad en el estado de Puebla (González y Gómez, 1983; y González y De Gante, 1986), la zona sur de este estado resulta ser la de mayor actividad sísmica del mismo. Esta actividad es el resultado de los movimientos recientes y actuales que se desarrollan en la zona y que son altamente complejos. Algunos autores consideran que en esta área se encuentra el límite entre las placas Norteamericana y la de Cocos, y que la interacción entre ellas es la fuente de la actividad sísmica observada; mientras que otros autores consideran que la mencionada actividad se debe fundamentalmente a movimientos de tipo cortical.

En este trabajo se hace un estudio de la actividad sísmica en la región delimitada entre los $17^{\circ} 20'$ y $18^{\circ} 40'$ Lat. N, y los $96^{\circ} 20'$ y $99^{\circ} 20'$ Long W. El período de observación sísmológica fue de diciembre de 1985 a marzo de 1988. El catalogo esta compuesto de 77 eventos con un residual menor de 1 seg. Con base en la localización hipocentral se ha inferido la actividad reciente de fallas existentes en el área, asimismo, con base en la correlación entre geología y sismicidad se ha inferido la probable existencia de otras fallas hasta ahora no consideradas. Finalmente, se han estudiado algunos perfiles sísmicos que demuestran que la actividad sísmica de la zona esta asociada a movimientos de tipo cortical.

ESTRUCTURA EXTERNA Y SISMICIDAD DEL SURESTE DE MEXICO

Alfredo Cervantes Sánchez
Balcones de Guanajuato N° 5
Inst. de Geología, Estación Regional del Centro
A.P. 376 Guanajuato, Gto. 36000

En este trabajo se trata: la distribución espacial de los sismos en relación a las formas estructurales orogénicas del Sureste de México; algunos parámetros que caracterizan a los eventos sísmicos (densidad, energía liberada); así como la relación entre la distribución espacial de los sismos y la intensidad de fracturamiento.

El análisis comparativo preliminar entre la información macrosísmica, y microsísmica permite considerar que en el Sureste de México existe una congruencia entre las zonas de alta densidad epicentral y las zonas de mayor intensidad sísmica las cuales coinciden: con variaciones morfológicas y morfométricas (orientación e hipsometría) de las estructuras neotectónicas perioceánicas; y las fronteras entre los levantamientos y hundimientos del relieve terrestre.

La estadística preliminar de la profundidad de los focos permite considerar que la génesis de la actividad sísmica en el Sureste de México podría estar relacionada a dos horizontes uno de ellos localizado en la corteza terrestre y el otro de ellos estrechamente relacionado con la parte superior del manto.

El presente trabajo permite establecer la importancia que tienen los estudio de la estructura externa en la comprensión de la actividad sísmica y la dinámica global.

SISMICIDAD LOCAL DE 1988 ENTORNO A LA C. H. CARLOS RAMIREZ ULLOA
"EL CARACOL", GUERRERO.

La Central Hidroeléctrica Carlos Ramírez Ulloa, se encuentra situada en una de las zonas de más alta actividad sísmica de la República Mexicana, provocada por la subducción de la placa de Cocos bajo la placa de Norteamérica.

Es de interés para C. F. E. observar el comportamiento sísmico de las presas antes y después del llenado del embalse para determinar un probable cambio en el comportamiento sísmico, debido a la inyección de fluidos en el subsuelo. En México esta presa ha sido instrumentada antes y después del llenado del embalse, por lo que es de interés analizar los rasgos del comportamiento sísmico.

En éste trabajo se da a conocer la actividad sísmica registrada por la red de cinco estaciones sísmológicas autónomas de período corto, durante el año 1988. En donde se pone mayor atención a los temblores cercanos, dentro de una radio menor o igual a 30 km de distancia, tomando como centro la cortina de la presa, y con la finalidad de observar una probable sismicidad, la cual ocasione efectos en la Central.

Fueron localizados 120 temblores, el mayor ocurrió el 15 de marzo a las 22:45 hrs. con una $M_c=3.69$ y una distancia epicentral de 22 km al sureste de la cortina. Una concentración importante de temblores ocurrió entre los 40 y 60 km de profundidad y entre $1.0 < M_c < 3.69$. De los 120 eventos sólo 8 fueron superficiales presentando una profundidad menor a los 10 km. La distribución epicentral se concentró hacia el norte y noroeste de la presa.

Dentro de la red se localizaron 18 temblores. El mayor ocurrió el día 17 de octubre a las 18:09 hrs. presentando una $M_c=3.25$, ubicándose a 8 km hacia el NNW de la cortina.

El cambio en el nivel de agua del embalse no provocó alguna sismicidad en la región.

SEISMICITY MONITORING MODEL FOR THE APPRAISAL OF ENERGY POTENTIALITY OF LARGE EARTHQUAKES AT SUBDUCTION ZONES

Vladimir Kostoglodov

**Institute of Physics of the Earth, USSR Academy of Sciences, B.
Gruzinskaya 10, Moscow D-242, USSR.**

The model is based on the assumption of elastic strain energy balance (elastic rebound theory). It differs from the TP- or SP- models (Shimazaki & Nakata 1980) in the sense that only seismicity observations directly related to the megathrust fault zone are used, instead of the data on vertical crustal movement which have no clear quantitative relations to the fault zone processes.

A simple computer program monitors seismicity events with a magnitude $M_s > 6.0$ in space and time. All those earthquakes retrieved from a catalog by the program are of the thrust type and belong to the interface zone between the two lithospheric plates.

A cumulative seismic energy release and elastic strain energy recovery are evaluated for each narrow (10–15 km width) segment along trench strike against time. The areas with a high level of strain energy accumulation can be easily recognized on the Energy–Time–Space plots. Thus the locus and approximate energy release of anticipated earthquake are estimated.

This model was tested with the data on Guerrero, Mexico subduction zone. Preliminary estimates for the future great earthquake are $M_w > 8.0$, rupture dimensions $l \sim 150$ km, $w \sim 70$ km, and epicenter coordinates $\text{lat} = 17.2 \div 17.5$ N, $\text{lon} = 100.8 \div 101.0$ W.

FIRST RESULTS OF HIGH FREQUENCY SEISMIC NOISE INVESTIGATION IN KAMCHATKA

Genadii I. Gordeev

**Institute of Vulcanology, Far East Branch of the Academy of
Sciences, USSR B.I. Piip 9, Petropavlosk-Kamchatskii, USSR**

Continuous recording of high frequency seismic noise (HFSN) was carried out in Kamchatka during August-October, 1988.

A portable seismic station was used as recorder; it was matched to a vertical narrow band piezoelectric seismometer with a resonance frequency of 30 Hz. Our first results show a relationship between high frequency noise and precipitation. Also, the lunar-solar tides cause a HFSN modulation.

EL TERREMOTO DEL 3 DE MARZO DE 1985 EN CHILE CENTRAL DISTRIBUCION DE ASPEREZAS EN LA ZONA

Mario Pardo,¹ Diana Comte¹ & Lautaro Ponce²

¹Departamento de Geología y Geofísica, División de Geofísica,
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile,
Santiago, Chile.

²Instituto de Geofísica, UNAM, Cd. Universitaria, México, D.F.,
04510

Se analiza la secuencia espacio-temporal de los precursores y réplicas del sismo del 3 de marzo de 1985 ($M_s=7.8$) que afectó Chile Central, con determinaciones hipocentrales precisas obtenidas relocalizando dicha actividad con eventos maestros.

Se genera un catálogo completo para los precursores y réplicas con magnitud $m_b \geq 4.0$, a partir del cual se calcula la energía sísmica disipada por los eventos de la secuencia para diferentes periodos. Esta información se presenta en gráficos tridimensionales, obteniéndose la distribución de las asperezas en la región y la secuencia temporal en que se activaron.

Consideraciones sobre modo de ruptura variable, áreas de ruptura de los grandes eventos en la región y el proceso de ruptura iniciado con el terremoto de 1971 ($M_s=7.5$), migrando hacia el sur: 1973 ($M_s=6.5$), 1981 ($M_s=6.2$), 1985 ($M_s=7.8$), indican que al sur de la ruptura de 1985 existe un "gap" sísmico capaz de generar un evento de magnitud $M_s \geq 7.0$ en las próximas décadas.

ANÁLISIS DEL RUIDO SÍSMICO EN GRANADA (ESPAÑA)

J. Morales, F. Vidal, G. Alguacil, J.M. Guirao
Instituto Andaluz de Geofísica y
P.D.S. Observatorio de Cartuja
Universidad de Granada. España

Se ha analizado el ruido de 60 emplazamientos homogéneamente distribuidos por la Ciudad de Granada, una de las de mayor riesgo sísmico de España, para determinar las frecuencias propias dominantes (f_p) de cada lugar, teniendo en cuenta que los picos espectrales del ruido concuerdan con los que pueden obtenerse con los registros de aceleración, (Lermo et al., 1988).

Las medidas se han efectuado con un equipo de tres componentes ($T_0=1s.$) y con un sistema de adquisición de datos digitales del Observatorio de Cartuja. Cada muestra tiene 5 minutos de duración y los emplazamientos están situados sobre materiales cuaternarios y pliocuaternarios. Las muestras se han tomado durante la noche para eliminar ruidos procedentes del tráfico.

El espectro de potencia promedio de estas muestras tienen sus picos más significativos entre las frecuencias de 2.5 y 4 Hz. Con estos datos se ha trazado un mapa de isofrecuencias predominantes (de 2.0 a 4.0 Hz. con 0.1 Hz de intervalo), en el que quedan caracterizadas las frecuencias propias de cada lugar, lo que será una ayuda en el conocimiento de la respuesta local y por tanto en futuros diseños arquitectónicos.

SISMICIDAD DE MAYO DE 1988 AL SUR DE LA CIUDAD
DE GUATEMALA: SU RELACION CON LA GEOLOGIA LOCAL

Molina E.*, Ligorría J.P.*, Ponce L.**

*Sección de Sismología, Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) Guatemala,

**Instituto de Geofísica, UNAM; México D.F. 04510

En mayo de 1988 ocurrió un enjambre al sur de la Ciudad de Guatemala. Este comenzó el 19 de mayo y duró hasta los primeros días de junio. La mayor frecuencia de sismos se presentó entre el 19 y 25 de mayo (2000 eventos aprox.). Esta sismicidad fue registrada por la Red Sismográfica Nacional - (INSIVUMEH); la localización preliminar de los eventos mayores ($2.0 < M_d < 4.0$) no parece sugerir un alineamiento preferencial.

En este estudio se relocaliza en forma relativa dicha sismicidad con el fin de reconocer alineamientos o planos asociables con las estructuras geológicas de la zona; asimismo se espera obtener algunos mecanismos focales.

Los primeros resultados muestran un aumento gradual en la profundidad de los hipocentros con dirección SW-NE. Las profundidades varían entre 3.0 y 15.0 kms a lo largo de un perfil de 9.0 kms. definiendo un probable plano de falla con buzamiento de 45° .

ESTRUCTURA CORTICAL EN LA BRECHA DE GUERRERO USANDO ONDAS REFRACTADAS

José Pablo Ligorria, Gerardo Suárez, & Lautaro Fonce

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

Utilizando datos recopilados por la red telemétrica de Guerrero, se intentó definir la estructura de la corteza en dicha zona. La definición se hace a partir de la aplicación del Método de Velocidad Aparente Mínima, utilizando los primeros arribos. Estos últimos deben ser claros. Los resultados del análisis muestran una estructura de corteza que concuerda con su situación de vecindad a una zona de subducción activa. El valor estimado de espesor de corteza es de aproximadamente 34 km con una distribución media de velocidad de 6.75 km/seg (ver detalles de la estructura en la figura 1). El patrón general de estructura cortical es, en términos generales muy semejante al modelo de velocidad de Valdéz et al. (1982), el cual ha sido utilizado hasta la fecha para la localización de eventos en la Brecha de Guerrero.

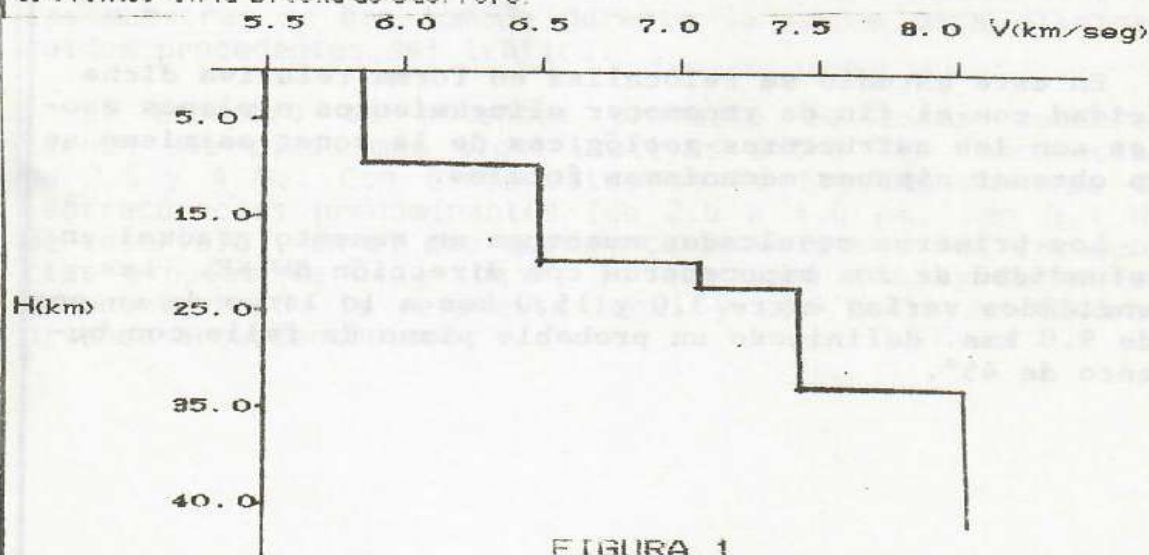


FIGURA 1

Función Velocidad-Profundidad para la Estructura Cortical en la Brecha de Guerrero obtenida aplicando el Método de Velocidad Aparente Mínima.

KINEMATIC MODELING OF CROSS-SECTIONAL DEFORMATION SEQUENCES BY COMPUTER SIMULATION; II. CODING AND IMPLEMENTATION OF THE ALGORITHM

J. Contreras (Institute of Geology, National University of Mexico, Apartado 70-296, Mexico DF 04510)

The above presented algorithm for the kinematic simulation of structural deformation was coded in Turbo-Pascal and implemented on a 640k memory/80287 microprocessor IBM-PC. Commercial subroutines were used for graphical displays, windowing, and numerical analysis. The program generates a mesh of up to 40 rows and 200 columns, which occupies 150k of memory. The execution of the algorithm is controlled by a main menu and various hierarchically related submenus used for the input and output of the processing parameters.

The algorithm executes displacements, including a component of simple shear, for a given structural geometry and stratigraphic layering. These input parameters are defined interactively by the user. The results are graphed in several overlapping windows. Display is possible with a CGA as well as a Hercules graphics card. The frames can be saved on disk, which allows animation of the deformation sequence, or displayed as a hard copy with a dot matrix printer.

KINEMATIC MODELING OF CROSS-SECTIONAL DEFORMATION SEQUENCES BY COMPUTER SIMULATION; I. FORMULATION AND TESTING OF THE ALGORITHM

J. Contreras, and M. Suter (both at: Institute of Geology, National University of Mexico, Apartado 70-296, Mexico DF 04510)

We have developed a kinematic algorithm to simulate cross-sectional deformation sequences in rocks affected by faulting and fault-related, angular, parallel folding. The transformation from the undeformed to the deformed state is formulated analytically in terms of the undeformed configuration (Lagrangian description). The medium is subdivided into domains of constant dip and homogeneous displacement vector fields which are delimited by the axial planes of the fault inflections. Displacement is by rigid-body translation; the displacement trajectory is of constant length for all the displaced particles throughout the medium and parallel to the underlying active fault segment. Additionally, a component of homogeneously distributed simple shear is applied to the upper plate. The displacement of the particles across axial planes causes longitudinal and angular shear strains, whereas the area of the medium remains constant.

The undeformed medium is represented by an approximating body of finite quadrilateral elements and the analytically defined displacement functions are then evaluated for the grid nodes.

In sedimentary rocks the algorithm permits to test the validity of postulated deformation sequences from the depositional layering to the final deformed geometry which is constrained by experimental data and map patterns. Discrepancies between the simulation result and the real data are eliminated by modifying iteratively either the deformation path or the initial geometry.

ACTIVE FAULTING, STATE OF STRESS, AND SEISMICITY IN THE CENTRAL PART OF THE TRANS-MEXICAN VOLCANIC BELT
 M. Suter, R. Mota, O. Quintero (all at: Institute of Geology, National University of Mexico, Apartado 70-296, México DF 04510)

Image analysis, structural field work, and analysis of the historic and instrumental seismic record indicate that the central part of the trans-Mexican Volcanic Belt is being deformed by seismically active, west-east trending normal faults that cause pronounced scarps. Structural and seismic along strike discontinuities allow the following segmentation: (1) The centrally located 45 km long Tlalpujahua-Maravatio segment ruptured in 1735, 1854, and 1979 (recurrence interval 122 ± 3 a; magnitude of the 1979 event $m(b) = 5.3$) with an aftershock activity extending typically over several months. This segment is also characterized by microseismicity. (2) In the east follows the 30. km long southern flank of the Acambay graben (Pastores fault) which is separated from (1) by a dilational jog. The most recent rupture of this segment occurred in 1912 ($M = 7.0$) with a vertical component of up to 50 cm. The large magnitude of this event as well as the apparent lack of historic seismicity suggest a recurrence time > 350 a for this segment. The area west of the Tlalpujahua-Maravatio segment is composed of various 5-10 km long normal fault scarps between Los Azufres and Morelia. Local seismicity occurred in this area in 1845 (Araró), 1858 (Charo), and 1872/74 (Ucareo-Zinapécuaro). We hypothesize that the crestal normal faults trending parallel to the axis of the arc are the result of flexural stresses caused by the topographic load of the arc. Stress determinations based on Quaternary cinder cone alignments, focal mechanisms, and the inversion of striation measurements indicate a stress field with $S(v) > S(E) > S(N)$. A minor left-lateral strike-slip component is indicated by the striations, focal mechanisms, and morphological evidence such as displaced drainage, and sag ponds at left-stepping fault jogs.

STATE OF STRESS IN SOUTHEASTERN MEXICO AND WESTERN
CENTRAL AMERICA AS INFERRED FROM STRESS-INDUCED
BOREHOLE ELONGATIONS

Max Suter, Institute of Geology, National
University of Mexico, Apartado 70-296, México DF
04510

Borehole elongations from 23 wells (depth < 6.4 km) in the seismically active Chiapas-Petén fold belt and in the adjacent foreland (Comalcalco and Macuspana basins, Gulf of Campeche, and Yucatan platform) indicate an S(H) azimuth of $28 \pm 7^\circ$. A subset of 12 wells closest to the left-lateral Motagua-Polochic transform system has an S(H) azimuth of $33 \pm 4^\circ$, resulting in an angle of 30° to 60° counter-clockwise with respect to this plate boundary. Based on the left-lateral strike-slip focal mechanisms in the Chiapas-Petén fold belt and along the Motagua fault, the stress field of this region is most likely characterized by $S(NE) > S(v) > S(SE)$ near the transform system on its northern side, and $S(NE) > S(SE) > S(v)$ in the NOAM plate interior. A different stress field can be expected for the Caribbean plate south of the Motagua-Polochic transform system, where the seismically active Guatemala City and Ipala grabens trend perpendicularly to the trace of the Motagua fault.

The stress field north of the Motagua-Polochic transform is most likely controlled by loads at the plate boundary. The stress field south of the plate boundary is explained by flexural stresses caused by bending around a vertical axis as a geometrical adjustment to the horizontal relative movement along this arcuate transform fault.

STATE OF STRESS IN THE GULF OF CALIFORNIA AND ALONG THE SAN ANDREAS FAULT; A COMPARISON

Max Suter, Institute of Geology, National University of Mexico, Apartado 70-296, México DF 04510

Stress measurements available for northwestern Mexico include (i) the inversion of fault striation data from the Baja California Peninsula (Angelier et al., 1981, J. Struct. Geol. 3, 347-357) and northwestern Sonora (Colletta and Ortlieb, 1984, UNAM, Inst. Geol. symp. proc. 31-53). The S(H) azimuth compiled for 19 measurement stations of these authors is $166 \pm 10^\circ$. (ii) new breakout data from five wells (depth < 4.2 km) in Baja California and the Gulf of California (S(H) azimuth: $166 \pm 13^\circ$). These data indicate independently that S(H) is oriented 35° clockwise from the direction of relative plate motion which is constrained by focal-plane solutions of strike-slip events in the Gulf of California ($131 \pm 8^\circ$, Goff et al. 1987, JGR 92, 10485-10510), geodetic measurements in the central part of the gulf (134° , Kasser et al. 1987, GRL 74, 5-8), and the general strike of transform segments of the Gulf of California plate boundary ($130 \pm 5^\circ$).

In central California, on the other hand, S(H) is oriented $44 \pm 2^\circ$, or at 85° clockwise to the San Andreas Fault within a zone of approximately 100 km on either side of the fault (Mount and Suppe, 1987, Geology 15, 1143-1146; Zoback and others, 1987, Science 238, 1105-1111). We would therefore expect a higher resolved shear stress along the transform segments of the Gulf of California plate boundary than along the San Andreas Fault, if the magnitudes of the far-field stresses are equal at the two positions. Furthermore, this higher resolved shear stress may be caused by a higher coefficient of friction at the Gulf of California plate boundary as compared to the San Andreas Fault.

ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA FALLA SAN MIGUEL EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA,
MEDIANTE USO DE IMAGENES DE SATELITE

Francisco Suárez Vidal y Alejandro Hinojosa Corona

División de Ciencias de la Tierra
C.I.C.E.S.E.

El norte de Baja California, estructuralmente está caracterizado por un sistema de fallas de rumbo, activas; las cuales están ubicadas en la región de la depresión de Salton (Valles Imperial y Mexicali), Escarpe principal del Golfo, Sierras Peninsulares y margen continental del Pacífico.

De las fallas transpeninsulares más activas, está la Falla de San Miguel, que en 1954 generó dos temblores de magnitud mayor a 6. Esta estructura en realidad está constituida por una serie de fallas, que aparentemente están dando lugar a un sistema de fallas. Sin embargo, lo que consideramos es que San Miguel se encuentra en una etapa evolutiva próxima a generar una sola falla continua.

Mediante el uso de imagenes tomadas por los Satélites Landsat, Skylab y Spot, se han identificado y analizado sectores en donde la Falla San Miguel, se manifiesta a través de un sistema de riedels y anti-riedels, lo - que se considera la última etapa en la evolución de una falla de rumbo.

ANALISIS DE UNA IMAGEN DEL SATELITE SPC T QUE CUBRE UNA REGION DEL NORTE
DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA

Alejandro Hinojosa Corona

División de Ciencias de la Tierra
C.I.C.E.S.E.

La imagen digital cubre una área aproximada de 60 por 60 Km., con una resolución en cada elemento de imagen de 20 por 20 metros. Dentro de esta área se localiza la Sierra de Juárez y el Valle de Ojos Negros en el Norte de la península de Baja California, donde coexisten zonas de sierra, chaparral, agrícola y desierto.

La fecha en que fue capturada la imagen, fue el 8 de Enero de 1987 - que coincide con la época de lluvias en la región.

En el análisis se utilizaron tres bandas (imagenes) espectrales -- ($.50 \mu\text{m} - .59 \mu\text{m}$, $.61 \mu\text{m} - .68 \mu\text{m}$, $.79 \mu\text{m} - .89 \mu\text{m}$).

Se analizó: la cobertura de nieve, área cultivada, rasgos geológicos más importantes, zonas afectadas por incendios e índices de vegetación.

El presente trabajo es el umbral de un incipiente grupo interdisciplinario cuya intención es utilizar técnicas de percepción remota y procesamiento digital de imagenes como herramientas de apoyo para las investigaciones que se llevan a cabo en este Centro.

APLICACION DEL PROCESAMIENTO DE IMAGENES DE SATELITE AL ESTUDIO DEL VOLCAN DE FUEGO, COLIMA

Alcántara E. A., Del Pozzo A. L., Chávez C. M.,
Juarez M. G. y Sainz H. F.
INSTITUTO DE GEOFISICA UNAM

En el presente trabajo mostramos la capacidad del procesamiento de imágenes de satélite e información auxiliar para proporcionar evidencia geomorfológica, litológica y estructural que habrán de servir de base para una futura evaluación del riesgo volcánico. Basados en la integración de planos cartográficos e imágenes infrarrojo cercano, fué posible determinar un cuadro de lineamientos que de confirmarse como fallamientos y fracturamientos ofrecen un cuadro de la asociación entre la actividad tectónica y la activación volcánica. Por otro lado la integración multiespectral basada en los procedimientos de falso color del filtrado de frecuencias y la clasificación por máxima verosimilitud ofrecen un mayor detalle de la litología que, relacionada a fuentes de datación, permitirá reconocer su probable secuencia en el tiempo. La integración de ambos aspectos forma la base de un modelo, actualmente en desarrollo, de reconstrucción de episodios volcánicos. Los mejores resultados los obtuvimos de la aplicación de las técnicas y modelos integración de las fuentes cartográfica y espectral. Concluimos con un examen de las condiciones que en dichas fuentes y tratamientos digitales determinaron el éxito o menoscabo en la apreciación y registro de rasgos estructurales y litológicos. Particularmente se pondera la confiabilidad-coste de los modelos espectrales (firmas espectrales), se espera en un futuro cercano poner a prueba el grado de generalización de estos modelos en otros volcanes activos comparables en el resto de la faja volcánica transmexicana.

ASPECTOS GENERALES DE LA TECTONICA DEL GRABEN DE COLIMA, MEXICO.

F.MEDINA⁺, J.M.ESPINDOLA⁺, S.AYALA⁺⁺, M.MENA⁺, y T.GONZALEZ-MORAN⁺.

⁺ Instituto de Geofísica, UNAM. A. Postal 2681-Ensenada 22800

⁺⁺ Esc. Sup. Ciencias, UABC. A. Postal 877-Ensenada 22800 B.C.

Estudios recientes muestran que el graben de Colima es tá localizado entre dos posibles puntos triples. 170 Km. ha cia el SW del graben se localiza la unión de la fractura Ri vera, la Trinchera mesoamericana y la coordillera este del Pacífico ó punto postulado como frontera entre las placas Rivera, Cocos y Pacífico^{1,2}. 80 Km. al norte del graben se lo caliza la unión de las fosas tectónicas Tepic-San Marcos, Chapala y Sayula; dicha unión parece conformar una unión tri ple^{3,4}.

Adicionalmente, el graben de Colima tiene una marcada orientación N-S, la cual contrasta fuertemente con la direc ción de la Trinchera de subducción en el área y con la direc ción general del eje volcánico mexicano. Su origen pudiera estar relacionado con la subducción de la placa Rivera, para la cual no se ha reportado un patrón sísmico de subducción. Por esta razón algunos autores postulan la ausencia de subducción en la placa Rivera y otros postulan una subducción asísmica¹. Por otro lado, otros autores son de la opinión de que el graben corresponde a la formación de una incipiente zona de dispersión, la cual representa una extensión hacia el NW de la coordillera este del Pacífico

En el presente trabajo se reporta y analiza la informa ción sísmica y gravimétrica del área del graben con objeto de establecer un posible esquema geodinámico de esta comple ja zona del eje volcánico mexicano.

¹ Reis (1976). Ph.D. Tesis UCSD, USA.

² Eissler y McNally (1984). J. Geophys. Res. 89

³ Luhr. et.al. (1985). Geology 13.

EL FRENTE CORDILLERANO EN LA SIERRA DE
PENON BLANCO
ESTADOS DE SAN LUIS POTOSI Y ZACATECAS

Arellano-Gil, Javier & Silva-Romo, Gilberto.
Facultad de Ingeniería, UNAM. Cd. Universitaria,
CP 04510.

Se reconocen rasgos estructurales que corresponden a una franja de pliegues y cabalgaduras: fallas inversas de tercer orden imbricadas en abanico y pliegues cerrados y recostados con rumbos generales sureste 250 noroeste, todos con vergencia hacia el oriente; además, la carpeta sedimentaria post-Jurásico Superior, está deslizada sobre las rocas más rígidas de la Formación Nazas (rocas volcánicas y conglomerados del Triásico Superior? - Jurásico Medio?), dicho deslizamiento está expresado por un horizonte de mármol cataclástico en la base de la Formación Zuloaga (calizas de plataforma del Jurásico Superior). Todos estos rasgos permiten proponer una cabalgadura mayor, que sobrepone la facies interna de la Secuencia Parrense sobre la Secuencia de la Plataforma de Valles - San Luis, al oriente del Área de Penón Blanco; este estilo de deformación coincide con el del Frente Cordillerano, por lo que se incluye el área analizada dentro de dicho frente. La secuencia involucrada en la deformación tiene un espesor de aproximadamente 1500 m.

La conformación actual de la Sierra de Penón Blanco está regida por una dislocación según pilares y cuencas, de acuerdo a dos sistemas de fallas normales; uno con rumbo suroeste 200 noreste y otro con rumbo sureste 600 noroeste.

ESTUDIO NEOTECTONICO EN LA REGION SUR OCCIDENTAL DEL ESTADO
DE HIDALGO

CARRILLO M.M., INSTITUTO DE GEOLOGIA, UNAM

En la región al norte de Tecozautla, Hidalgo, se estudia-
ron en el campo lineamientos observables en imágenes de saté-
lite. El fallamiento regional ocurre en segmentos que afec-
tan a rocas continentales volcánicas y sedimentarias clásti-
cas del Cenozoico Superior, así como a depósitos marinos me-
sozoicos.

En el sector Higuera-Extorax aflora un pilar tectónico
de dirección EW-NE, con una anchura y desplazamiento mínimo
deca métrico y longitud hectométrica; las fallas afectan a las
capas jurásicas, no obstante ellas están relacionadas con -
coladas basálticas cenozoicas.

En la confluencia de los ríos Tula y San Juan, un plano
de falla de dirección E-W, inclinado fuertemente hacia el -
sur, exhibe estrías subverticales y yuxtapone a capas calcá-
reas cretácicas subhorizontales contra rocas volcánicas y se-
dimentarias clásticas del Cenozoico Superior inclinadas entre
0 y 55° preferentemente hacia el norte, y de dirección subpa-
ralela a la falla. Al oeste, los basaltos de la Mesa de León
no parecen ser afectados por esta falla; al sur, donde la me-
sa termina en un escarpe, los basaltos de la mesa descansan
en discordancia angular sobre areniscas y conglomerados ceno-
zoicos que se inclinan más suavemente pero en la misma direc-
ción e igualmente antitéticos a la falla de la confluencia
de los ríos Tula y San Juan. En la parte baja de ese esca-
rpe, afloran mesas basálticas. Como este escarpe es el mismo
visto en otro segmento del mismo lineamiento y que en San Pe-
dro exhibe algunos planos de falla con estrías subverticales,
se interpreta que es una falla normal.

En el arroyo que corre paralelo al rancho Las Palmas, un
lineamiento de dirección cercana a la N-S afecta con varias
fallas normales a brechas andesítico-basálticos cenozoicas,
que soportan con discordancia angular a las mesetas cenozoi-
cas que se extienden por varios kilómetros en la región cerca
na a Tecozautla; no obstante varias fallas de desplazamiento
centimétrico exhiben fallamiento transcurrente.

ESTRUCTURA CORTICAL EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC USANDO ONDAS CONYERTIDAS

Juan Pablo Ligerria, & Lautaro Ponce

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

A partir de los registros analógicos en papel ahumado, obtenidos de un estudio de microsismicidad realizado en el Istmo de Tehuantepec en 1986, se intenta conocer los espesores de la corteza terrestre en dicha zona. En los sismogramas se observan claramente fases convertidas S_p (S convertida a P), y a partir de dicha observación se infiere la posición de la interfase que produjo las conversiones. Asimismo, se hace la observación de las amplitudes de las fases S_0 y S, con el objeto de estimar el valor de los coeficientes Q_s y Q_p , coeficientes de calidad del medio ($Q_p = 2Q_s$).

En el estudio se logra definir una estructura de corteza típicamente continental con un grosor aproximado de 34 ± 2.5 km y que posee una discontinuidad intermedia definida a una profundidad media de 21 ± 1.9 km. Los valores del factor de calidad Q del medio para las ondas convertidas en la base de la corteza (discontinuidad de Mohorovičić), son de $Q_s = 130$ y $Q_p = 260$.

COMPARACION DE SISMOGRAMAS OBSERVADOS Y
COMPUTADOS PARA DOS TEMBLORES.

J. Frez y J. Carlos, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C., Espinoza 843, Ensenada, Baja California, C.P. 22830

Se eligieron dos sismos de profundidad intermedia que ocurrieron en el Océano Pacífico noroccidental en un estudio que compara sismogramas observados con calculados. Los sismogramas sintéticos provienen de dos técnicas. Una de ellas corresponde a la sumatoria de modos normales (sólo para ondas SH); la otra, al método WKBJ (caso P-SV y SH). Para el caso SH, se eligieron estaciones en que una componente horizontal es aproximadamente paralela a la polarización de la onda de arribo. En total se utilizan seis sismogramas para el caso SH y 18 para P-SV. Se reporta resultados respecto a la validación de los métodos de cálculo de los sismogramas sintéticos, comparación de ambos métodos para el caso SH y conclusiones respecto a los mecanismos focales y a las estructuras de recorrido.

ELASTODYNAMICS IN MEDIA BOUNDED BY NONPARALLEL SURFACES

Pratap N. Sahay, Division Ciencias de la Tierra, CICESE,
Espinoza 843, Ensenada, B.C.

A. Z. Capri, Department of Physics, University of Alberta,
Edmonton, Canada, T6G 2J1

Elastodynamics in media bounded by nonparallel surfaces belong to the class of nonseparable boundary-value problems. The nonseparability arises from the fact that individually for each of the level-surfaces constituting the boundary wave equation may be separable, however, when the boundary taken as a whole the problem is nonseparable. Due to the nonseparability we do not have a separation constant. This leads to the lack of a necessary parameter for labeling the solutions. This is the inherent difficulty in these problems.

We have tried to address this question in the context of the simplest nonparallel geometry, a wedge. Here we have developed an appropriate set of labels and have constructed a set of analytical solutions.

UN METODO DE SUAVIZACION DE FUNCIONES EMPIRICAS BIVARIANTES.

G. Diaz de Cossio y J. Frez, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior en - Ensenada, B. C., Espinoza 843, Ensenada, Baja - California, C.P. 22830.

Dado en valores de una función empírica en puntos de una malla, a pasos no necesariamente regulares, se resuelve el problema de suavizarla tomando en cuenta el carácter aleatorio de los errores de observación. La función incógnita es supuestamente suave. El procedimiento que se aplica es de regularización; en particular, se minimiza la norma cuadrática del vector de residuales regularizando a través de la minimización de la norma cuadrática del laplaciano de la función incógnita. Se toma en cuenta, además la contribución del espacio nulo del operador de regularización.

Se discute las propiedades del procedimiento y los problemas relacionados con la discretización, todo a través de ejercicios de validación con funciones matemáticas a las que se les agrega una componente de error, al mismo tiempo que con funciones empíricas. Se discute, además la generalización al problema de estimación.

DEFORMACIONES CUASI-PERMANENTES: UNA VISION

CO- Y POST-SISMICA DE TERREMOTOS

S. Barrientos

Depto. de Geología y Geofísica, Universidad de Chile
Casilla 2777, Santiago, Chile.

Cambios de elevación observables en la costa y a través de una línea de nivelación, sumados a mediciones de deformación horizontal, permiten establecer la distribución de desplazamientos co-sísmicos en la zona de ruptura del terremoto de 1960 en el sur de Chile.

La mayor parte de la liberación de momento co-sísmico se encuentra en una zona elongada, de 900 kms. de longitud y 150 kms. de ancho,, ubicada entre la fosa y la costa. El (lineamiento) de la falla es de 20°E y el momento total alcanza a 9.3×10^{22} Nm. El desplazamiento promedio es de 8m y localmente alcanza 38m. Este corresponde a caídas de esfuerzo de 8.5 bares y 633 bares respectivamente.

Aparentemente los terremotos del tipo de 1960 no son característicos del ciclo de 128 ± 31 años que afecta la región, sino que representan un modo de ruptura variable que se completa cada 4 o 5 eventos.

Registros de un mareógrafo, ubicado en el centro de la zona de ruptura muestran que entre 1964 y 1968 hubo un levantamiento de 4.5cm/año, disminuyendo a 2.2cm/año entre 1980 y 1986. Esta observación se puede interpretar como un deslizamiento post-sísmico en la proyección en profundidad del plano de ruptura con una velocidad del orden de 5km/año.

PELIGRO SISMICO CAUSAL EN LA TRINCHERA MEXICANA

V.H.Espindola y F.A.Nava

ISE UNAM

Un catálogo para sismos ocurridos a lo largo de la Zona de Benioff del Pacífico Mexicano fue compilado para elaborar un modelo estadístico para el cálculo del peligro sísmico en esa región.

Se muestra que un modelo estadístico de Poisson es inadecuado para fines prácticos de evaluación de peligro e incompatible con la causalidad implícita en el modelo del rebote elástico y el de los gaps o brechas sísmicos.

Por lo tanto, procurando aprovechar al máximo la información contenida en el catálogo de sismicidad, se estudia el comportamiento temporal de la distribución de magnitudes para gaps individuales, y se propone un modelo probabilístico que permite hacer evaluaciones realistas de peligro sísmico calibradas mediante simulaciones estocásticas.

UN SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS SISMICOS PARA
EL ESTUDIO DE AMPLIFICACION RELATIVA
EN EL VALLE DE MEXICO

Lermo, J., Torres, M., Mijares, H. y Vazquez, R.
Instituto de Ingenieria, UNAM, CU, 04510, Mexico, DF

En este trabajo se describe un sistema de adquisición de datos sísmicos para registrar digitalmente temblores pequeños, simultaneamente en Ciudad Universitaria (CUIP) y en diversos sitios donde se obtuvieron acelerogramas durante el temblor de Michoacán, usando sismómetros de 5 s de periodo natural. Se utilizó como condición de disparo la señal telemétrica de la estación Iguala (III) del Sistema de Información Sísmica de México (SISMEX). El objeto principal es comparar las funciones de transferencia obtenidas para el temblor del 19 de septiembre de 1985, con las obtenidas apartir de registros de temblores pequeños; para observar el comportamiento dinámico de las arcillas.

La factibilidad de este sistema se probó en la estación acelerográfica de la Central de Abastos Frigorífico (CDAF) de la zona del lago, registrandose 4 temblores con magnitudes locales entre 3.9 y 4.3 en un lapso de 3 meses a fines de 1987.

Como un resultado preliminar se muestra las funciones de transferencia obtenidas para estos 4 temblores pequeños, junto con las obtenidas a partir de los temblores del 19, 21 de septiembre de 1985 y 30 de abril de 1986, con magnitudes (Ms) 8.1, 7.6 y 7.0 respectivamente.

REGISTROS SIMULTANEOS DE ACELERACION
A TRES NIVELES DE PROFUNDIDAD
EN LA CIUDAD DE MEXICO

Acosta J., Mendoza L., Huerta C., Reyes A.

C.I.C.E.S.E.
División Ciencias de la Tierra
Departamento de Sismología

Se describen resultados del análisis de registros de aceleración de ruido ambiental y del evento sísmico del 12 de Agosto de 1989 tomados en los tres acelerógrafos que componen la estación PCCI de la Red de Acelerómetros FICA del Valle de México.

La estación PCCI se compone de un acelerómetro de superficie y dos de pozo a profundidades de 16 y 40 mts.

Todos los registros, de tres componentes ortogonales cada uno, se sometieron al procesamiento estándar de acelerogramas y se comparan los resultados de amplitudes espectrales y de respuesta, así como correlaciones en tiempo, entre los tres niveles. Se presenta una interpretación preliminar de los resultados obtenidos y la descripción litológica del sondeo geotécnico, del sitio instrumentado, que probablemente pueda explicar las diferencias observadas en la comparación relativa entre los tres niveles de observación.

SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS PARA REDES SISMICAS BASADO EN PC

J.M. Guirao, G. Alguacil, F. Vidal, J. Morales
Instituto Andaluz de Geofísica y
P.D.S. Observatorio de Cartuja
Universidad de Granada, España

Hemos desarrollado un sistema de adquisición de datos disparado por eventos, para el registro digital de sismogramas en ordenadores compatibles PC.

El sistema de adquisición consiste en una batería de filtros anti-aliasing para acondicionar las señales desde la telemetría, un sistema de tiempo formado un receptor de señales horarias y un oscilador termostatzado, y un ordenador compatible PC, al que se le han añadido tres placas que se insertan en las ranuras de expansión: un conversor analógico-digital de 16 canales, 12 bits, un reloj de tiempo real, y una placa de entradas-salidas digitales que se usa para sincronizar el reloj con el receptor de señales horarias.

Los algoritmos de detección y corte estan instalados en una interrupción que se ejecuta cada periodo de muestreo. En cada interrupción se hacen las conversiones en todos los canales, se pasan a un bufer que ocupa toda la RAM libre en el sistema y se ejecuta el algoritmo de adquisición o el de corte. Cuando se declara evento se vuelca el bufer de ram en el disco duro durante el tiempo que queda libre fuera de la interrupción, de manera que el sistema es capaz de adquirir, procesar y grabar simultáneamente los datos.

SITIO EXPERIMENTAL PCC

M.C. Fernando Favela Vara
M.C. Luis Mendoza Garcilazo
ING. Ernesto Rocha Guerrero

C.I.C.E.S.E.
División Ciencias de la Tierra
Departamento de Sismología

En el presente trabajo se describe el diseño y la implantación de una estación de observación acelerométrica múltiple que hemos llamado Sitio Experimental PCC.

El Sitio Experimental PCC es una plataforma de observación acelerométrica con un registro triaxial en superficie y dos de pozo a profundidades de 20 y 40 m respectivamente.

El objetivo de esta estación es el de obtener datos experimentales acerca del comportamiento de las señales sísmicas desde la capa dura (40m) hasta la superficie y poder correlacionar esos datos con los modelos existentes.

En las observaciones superficiales, generalmente la sensibilidad está restringida por el ruido sísmico ambiental. En observaciones de pozo, el ruido sísmico decrece a medida que aumenta la profundidad, esto permite aumentar la sensibilidad. Sin embargo, el uso de estos instrumentos presenta retos tecnológicos de diferente naturaleza a los generados por instrumentos de superficie.

En este tipo de instalaciones es necesario tomar en cuenta las condiciones de presión y temperatura a las que pueden estar sometidos los instrumentos. Es de suma importancia asegurar la integridad del sensor y dotarlo de la mayor confiabilidad posible ya que el sensor al instalarse dentro de un pozo hace difícil si no imposible en algunos casos recuperar los instrumentos para servicio.

ESTACION SISMOLOGICA DIGITAL EN BASE DE UN MICROCONTROLADOR.

Se da una explicación de la diferencia entre un microprocesador, el cual es la base de cual quier microcomputadora y la de un microcontrolador, ha partir de esto se presenta los conceptos básicos de una estación sismológica y como por medio del microcontrolador, se puede hacer tomando en cuenta que la señal sismológica es del tipo analógico y que el microcontrolador responde exclusivamente a señales digitales, así mismo se da una explicación de como puede entregarse esta información a una computadora ó microcomputadora para usar esta última como una estación central para procesamiento de datos, todo esto sin la necesidad de grandes arreglos de circuitos, así --- como la variedad de opciones con las que se pueden contar; siendo entre ellas el control sobre el convertidor analógico digital, ganancia variable, selección de uno ó tres canales, generación de pulso de calibración etc,

Ademas se deja entrever la cantidad de opciones para poder hacer otro tipo de estación ó el manejo de otro tipo de señal geofísica, siendo el microcontrolador un dispositivo muy versátil y de un costo sumamente bajo.

ISOSISTAS DEL MACROSISMO DEL 25 DE ABRIL DE
1989, EN LAS COSTAS DE GUERRERO, MEXICO. *

Martínez Bringas A.
Javier Castro C.
Instituto de Ingeniería, UNAM

El 25 de abril del año en curso, a las 142900.4 (TMG), a los 16.812°N y 99.384°W y a 20 km de profundidad ocurrió un temblor cuya magnitud Mb fue de 6.3 .

El temblor se manifestó con intensidades (MM) entre I y VI en una porción territorial entre Michoacán y Oaxaca, incluyendo algunas poblaciones de la parte central de la República Mexicana.

En este trabajo se presenta el mapa de isosistas, el cual se elaboró mediante el análisis de cuestionarios preparados con anterioridad para estos casos y enviados a las autoridades municipales además de las noticias de prensa y telegramas que se recibieron.

FAJA VOLCANICA TRANSMEXICANA:
MORFOESTRUCTURA, VULCANOTECTONICA Y SU RELACION CON LA SIS-
MICIDAD

* MA. TERESA RAMIREZ HERRERA

** FEDERICO MOOSER

* Investigadora, Geografía.

Universidad Autónoma del Estado de México.

** Asesor Técnico, Comisión Federal de Electricidad.

Este es el estudio de la manifestación geomorfológica de las estructuras a lo largo de la Faja Volcánica Transmexicana, un gran arco complejo relacionado a la Placa de Cocos que atravieza a México de Oeste a Este. Los rasgos lineales-arcos, ramales, grabenes en echelon- y circulares han sido relacionados genéticamente a fuerzas tectónicas y vulcanotectónicas. Los rasgos lineales relevantes que cortan a la Faja en dirección SE son interpretados como elementos reactivados de una subducción previa de la Placa Farallon. Un cizalleo pulzante, a la izquierda, se imprime en la corteza rígida superior de la Faja; lo produce la Placa de Cocos en subducción al NE y el graben de Colima expandiéndose recientemente al E. La actividad sísmica, exclusivamente superficial, está ligada a grabenes que se expanden y a esfuerzos de cizalleo y movimientos producidos en la intersección de rasgos lineales y circulares.

Nombre: Rafael Hernández Walls

Dirección: CICESE, Espinoza No. 384, 22830 Ensenada

Adjunto Giro Postal por la cantidad de: \$25,000 pesos. SO. I/1

LA REFLEXIÓN DIFUSA DE LAS MICROONDAS AL INCIDIR SOBRE LA SUPERFICIE DEL MAR

Francisco Javier OCAMPO TORRES

Rafael HERNANDEZ WALLS

CICESE, División de Oceanología, Ensenada, B.C.

Se elabora un modelo simple e intuitivo, para explicar la reflexión difusa de las microondas al incidir sobre la superficie del mar. La superficie contiene todas las componentes de onda posibles, con energía que corresponde con el espectro de oleaje propuesto por Donelan y Pierson.

El modelo se basa en la estimación de la energía de las microondas, que es reflejada difusamente en la dirección del radar o emisor puntual, al considerar la adición coherente (constructiva) de aquellos frentes de onda que recorren una misma "distancia" en términos de fracciones de la longitud de las microondas, y que fueron reflejados por todos y cada uno de los puntos (elementos) que constituyen la superficie. No considera restricciones de rugosidad, ni se hace necesaria la separación en dos escalas de las ondas componentes de la superficie.

Los resultados presentan la sensibilidad del modelo a variaciones en el ángulo de incidencia, y al de la orientación del radar con respecto a la dirección predominante del oleaje, y se comparan con los resultados publicados por otros autores que provienen de algunos experimentos tradicionales (AAFE RADSCAT, NASA/MSC, por ejemplo).

La discusión se presenta dentro del contexto de la aplicación a mediciones de oleaje y de viento por instrumentos de microondas que pueden funcionar desde aviones o satélites.

OCEANOGRAFIA E HIDROLOGIA

Para presentarse en el simposio especial sobre oleaje.

Nombre: Marco Julio Ulloa.

Dirección: CICESE, Espinoza No. 843, 22830 Ensenada

Adjunto Giro Postal por la cantidad de: \$20,000 pesos.

SO. 1/2

REFRACCION DEL OLEAJE FRENTE
AL PUERTO DE ENSENADA, B.C., MEXICO

Marco Julio ULLOA

Cuauhtémoc NAVA

CICESE, División de Oceanología, Ensenada, B.C.

Utilizando técnicas computacionales para el cálculo de la refracción del oleaje se determinaron las direcciones con las que puede arribar el oleaje al rompeloas del Puerto de Ensenada.

Se encontró que la Bahía de Todos Santos presenta rasgos batimétricos que modifican notoriamente la trayectoria de los rayos. Estos rasgos son: 1) los bordes de la depresión submarina y los bordes de las Islas de Todos Santos; 2) el bajo San Miguel; y 3) los bajos ubicados frente a Punta el Sauzal, Punta Morro y al rompeolas. Asimismo éstos, junto al resto de la batimetría, también determinan el siguiente comportamiento del oleaje: 1) olas de diferente período que en aguas profundas provienen de distintas direcciones pasan con la misma dirección en aguas someras; 2) olas de diferente período que en aguas profundas proceden de la misma dirección pasan con distintas direcciones en aguas someras; y 3) las olas que arriban al rompeolas son las que tiene direcciones entre 230° y 310° en aguas profundas.

OCEANOGRAFIA E HIDROLOGIA

Para presentarse en el simposio especial sobre oleaje.

DESCRIPCION DIRECCIONAL DEL OLEAJE EN LA COSTA
NOROESTE DE BAJA CALIFORNIA DURANTE
OTOÑO-INVIERNO DE 1985

Oscar E. Delgado G.¹ y J. Ochoa²
¹Instituto de Investigaciones Oceanológicas
Universidad Autónoma de Baja California
Apartado Postal # 453 Ensenada, B.C.

²C.I.C.E.S.E. Apdo. Postal 2732, Ensenada, B.C.

Con triadas puntuales de información de las fluctuaciones en la velocidad horizontal y la presión, registradas durante los meses de octubre de 1985 a enero de 1986 en Rosario, B.C., se obtienen estimaciones del espectro del oleaje empleando diferentes modelos unidireccionales.

Se encuentra que los ángulos estimados por los modelos ajustados tienen valores numéricos similares. Las bandas de frecuencia con mayor contenido energético provienen de la región noroeste, detectándose eventos de swell provenientes del suroeste. Las bandas de frecuencia correspondientes al oleaje local tienen predominancia norte.

Espectros de oleaje a partir de imágenes fotográficas de la superficie del mar.

Josué Alvarez Borrego.

Eugenio R. Méndez M.

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior
de Ensenada, B. C.

Ave. Espinoza No. 843 22830 Ensenada, B. C.

Resumen

Superficies marina al azar con información estadística de espectros de potencia Gaussianos isotrópicos, son simuladas con la ayuda de una computadora. Las superficies están de tal manera que ellas constituyen aproximaciones de procesos al azar Gaussianas. Suponiendo que las superficies son iluminadas por una fuente de una cierta extensión angular dada, calculamos sus imágenes, como ellas deberían ser formadas, por ejemplo, por una cámara fotográfica. Esto define un parámetro llamado una "función de brillo", la cual actúa en la distribución de pendientes de la superficie.

El objetivo de esta simulación es investigar la relación entre el espectro de potencia de la intensidad de la imagen y la de las alturas de la superficie. Nuestro objetivo final es obtener tanta información como sea posible acerca de la superficie, y su dinámica, a partir de fotografías aéreas las cuales son analizadas en un Sistema Optico Coherente.

Los resultados muestran una gran similitud de la teoría con los experimentos. Se concluye que, a partir de las funciones de correlación obtenidas de las imágenes fotográficas, es posible obtener información del espectro de potencia de las alturas de la superficie del mar.

TRANSPORTE LITORAL EN UNA ZONA DE LA BAHIA DE TODOS SANTOS, B. C. DURANTE ABRIL, AGOSTO Y OCTUBRE DE 1985.

Carlos R. Torres N.

Instituto de Investigaciones Oceanológicas
Universidad Autónoma de Baja California
Apartado Postal # 453 Ensenada, B. C.

RESUMEN

Con datos de oleaje registrado mediante dos sensores de presión durante abril, agosto y octubre de 1985 en La Barra del Estero de la Bahía de Todos Santos, se calcula el ángulo de incidencia del oleaje, α , y el transporte litoral, Q , asociado. Se obtuvieron períodos entre 6 y 16 s con α predominantemente del NW. Los cálculos de α fueron verificados con los obtenidos mediante un programa de refracción, encontrándose un buen acuerdo entre ambos. El transporte Q , se calculó con el Método de Flujo de Energía, obteniéndose valores del orden de $10^2 \text{ m}^3 \text{ día}^{-1}$ en dirección a la Boca del Estero. Los resultados anteriores muestran buen acuerdo con los reportados previamente.

POTENCIA Y DIRECCION DEL OLEAJE EN LA COSTA NOROESTE
DE LA PENINSULA DE BAJA CALIFORNIA Y SU
APROVECHAMIENTO

Oc. Roberto Padilla Hernández¹
M.C. Oscar E. Delgado González²

¹Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada.

²Instituto de Investigaciones Oceanológicas.

Se emplea una base de datos de seis meses de información de octubre de 1985 a marzo de 1986, consistente de datos de presión y las componentes de la velocidad u y v del oleaje, en Rosarito, B.C., México, para calcular la potencia y alturas significantes, se identifica la banda de frecuencia más energética y sus características empleando un método espectral, además se estiman las direcciones principales de arribo por medio del método de Nagata (1964).

La mayor potencia se registra en el mes de febrero con un promedio de 25.51 Kw/m. La frecuencia más energética corresponde a la banda de 0.0625 Hz, que contribuye con el 36.56% del total de la energía, su longitud de onda, considerando teoría lineal, es de 154.2 metros.

Existe un dominio mínimo del oleaje proveniente del suroeste, sin embargo, en los días donde el oleaje es más energético su dirección principal de arribo es noroeste.

En base a las características del oleaje más energético, se calculan las dimensiones de un aparato de extracción de energía del oleaje, para una zona de profundidad de 25 metros.

**Un Modelo Numérico Para la Predicción del Espectro
Direccional del Oleaje en el Golfo de California**

Asdrubal Martínez Díaz de León¹

Francisco Javier Ocampo Torres²

1 Instituto de Investigaciones Oceanológicas

Universidad Autónoma de Baja California

Apdo. Postal 453

Ensenada, Baja California, México

2 CICESE, División de Oceanología

Ensenada, Baja California, México

Se ha implementado un modelo para la predicción del espectro direccional del oleaje, basado en la integración numérica de la ecuación de conservación de energía, el cual considera en su función fuente los procesos lineal y exponencial de crecimiento del oleaje, así como el de pérdida de energía por efecto de rompiente.

Como primer paso para probar la efectividad del modelo, los resultados de cinco casos diferentes de viento son comparados con los de algunos de los modelos del grupo SWAMP (1980), para probar la efectividad del modelo. En todos los casos los resultados del modelo son comparables a los resultados de los modelos considerados como de primera generación, ya que son estos modelos los que al igual que este no contemplan en su función fuente los efectos no lineales al interactuar las olas entre si. Los resultados de las pruebas muestran que el modelo puede ser utilizado para simular eventos reales. Los cuales podran ser comparados con mediciones simultaneas existentes de viento y oleaje en el Golfo de California.

SIMULACION DEL ESPECTRO DE IMAGENES
ADQUIRIDAS MEDIANTE RADARES DE MICROONDAS EN LAS QUE
SE DETECTAN OLAS

Francisco Javier OCAMPO TORRES

CICESE, División de Oceanología, Ensenada, B.C.

Algunas comparaciones recientes entre espectros de oleaje estimados a partir de mediciones in situ, con aquellos estimados a partir de imágenes de radares de microondas, revelan que las imágenes contienen espectros cuyos picos se encuentran desplazados con respecto a los de las mediciones in situ, representando campos de oleaje que viajan en una dirección diferente a la real. En imágenes de radares de apertura sintética, este fenómeno se explica parcialmente mediante el efecto que producen las partículas en la superficie del mar al moverse por la acción de las olas (Brüning et al., 1988).

Sin embargo, mediante simulación numérica de espectros de imágenes supuestamente adquiridas con radares de apertura real (el movimiento de las partículas no influye), también se detectan desviaciones en el pico espectral. En estos casos este efecto se le atribuye a la direccionalidad de las olas pequeñas, las olas Bragg, quienes son los reflectores importantes, y también a la dirección relativa entre el viento y la orientación del radar.

El modelo para simular el espectro de la imagen considera las funciones de transferencia debidas a: 1) la interacción hidrodinámica entre olas largas y cortas, y 2) la inclinación producida por las olas largas. Se demuestra mediante la adopción de un método sencillo para estimar la función de transferencia por la inclinación, que ésta es predominante. En las simulaciones realizadas se consideran los parámetros del instrumento activo de microondas del satélite ERS-1, que la Agencia Espacial Europea pondrá en órbita en 1990.

SO. 11/9

**LA RELACION ENTRE EL OLAJE Y EL VIENTO A PARTIR
DE OBSERVACIONES EN SAN FELIPE, B.C.**

Sergio Ignacio Larios Castillo

Instituto de Investigaciones Oceanológicas
Universidad Autónoma de Baja California
Apartado Postal # 453 Ensenada, B. C.

RESUMEN

Durante 26 días de los meses de mayo y junio de 1984 se llevaron a cabo mediciones de oleaje e intensidad y dirección del viento, en Punta Machorro, B.C. Se hizo una estimación de las alturas significantes del oleaje a partir de los espectros de las fluctuaciones de presión con los métodos de Esteva y Harris (1970) y de Kim y Simons (1974), y se encontró que con éste último se obtienen alturas significantes 13% mayores a las calculadas con el primero.

Utilizando una relación teórica dada por Bretschneider (1954), se estiman las alturas significantes esperadas para el viento medido y se comparan con la observada.

Se encuentra que los datos de las alturas significantes estimadas se ajustan con la relación teórica para velocidades de vientos entre 4.5 y 6.5 m/s, por existir suficiente área para su generación. Para las velocidades de vientos menores de 4.5 m/s, las alturas significantes estimadas son mayores que las alturas teóricas; el oleaje registrado es swell. Para velocidades de viento mayores de 6.5 m/s, no se tienen condiciones espaciales suficientes para alcanzar las alturas significantes teóricas.

EFFECTOS DEL TRANSPORTE DE SEDIMENTOS SOBRE LA CARA DE LA PLAYA Y ATRAS DE LA ZONA DE ROMPIENTE, AL -- SUR DEL ESPIGON DEL ARROYO EL GALLO, ENSENADA, B.C.

CRUZ FALCON ARTURO. ESTACION DE INVESTIGACION OCEANOGRAFICA DE ENSENADA. SECRETARIA DE MARINA. VICENTE GUERRERO 133-ALTOS FRACC. BAHIA, ENSENADA, B.C.

Se realizaron cuatro series de perfiles sobre la cara de la playa y levantamientos batimétricos simultaneos mensuales, con la finalidad de obtener una serie de perfiles continuados desde la berma hasta aproximadamente los 10 m de profundidad. Los meses que presentaron mayor variación en el año fueron; Marzo, Mayo, Septiembre y Diciembre. Las cotas de estos perfiles se interpolaron a un metro de intervalo por polinomios de Lagrange. Esto mejoró el cálculo de áreas que se realizó por la suma del área de varios trapezoides (Mc Cracken y Darn, 1984). Se cálculo el volumen para cotas positivas y negativas (La cota 0 es al N.M.M.). Con la suma algebraica de los volúmenes se obtuvo la erosión o depositación ocurrida al año. Se verificó el avance de la línea de costa y el movimiento cíclico de sedimentos perpendicular a la orilla.

"EL ESTADO DEL ARTE" EN EL PRONOSTICO DEL OLEAJE.

RAFAEL VAZQUEZ DE LA CERDA. *
ARIADNA PRECIADO TENORIO. * *

EL OLEAJE COMO MANIFESTACION DE LA ENERGIA EN LA NATURALEZA, SIEMPRE A IMPRESIONADO A LA HUMANIDAD DESDE TIEMPOS REMOTOS. UNA DE LAS PRIMERAS REFERENCIAS SE TIENE EN EL FILOSOFO HERACLITO "MUERTE DEL VIENTO, ES NACIMIENTO DEL AGUA". LA CUAL SE DEBE TOMAR COMO UNA ALUCION A LA ACCION OCEANO-ATMOSFERA QUE DA LUGAR LAS ONDAS DE VIENTO, LLAMADO OLEAJE.

DEACUERDO AL ESPECTRO DE ONDAS OCEANICAS, LAS GENERADAS POR EL VIENTO, TIENEN UN RANGO SIGNIFICANTE EN LA CONCENTRACION DE ENERGIA. LA DETERMINACION DE SUS CARACTERISTICAS SE HA PROBADO CON BASTANTE APROXIMACION UTILIZANDO EL METODO "SMB". ESTE PROCEDIMIENTO ES CORRECTO, CUANDO SE UTILIZAN LOS PARAMETROS EN FORMA APROPIADA, PERO LA DETERMINACION DEL FETCH DESDE LAS CAPTAS METEOROLOGICAS: ES UN PUNTO CON UN GRAN NUMERO DE INCERTIDUMBRES. POR LO QUE ES NECESARIO COMPARAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS, CON ESTADISTICAS QUE SE TENGAN DE LA ZONA, PARA LOGRAR RESULTADOS CONGRUENTES CON LOS PROPOSITOS DE APLICACION.

POCAS SON LAS ZONAS EN EL MUNDO CON UNA ESTADISTICA COMPLETA DEL COMPORTAMIENTO DEL OLEAJE. POR LO TANTO, EN 1978 DURANTE LA CONFERENCIA DE ING. DE COSTAS EN HAMBURGO, ALEMANIA FEDERAL; SE HIZO UN LLAMADO A INICIAR ESTAS MEDIDAS EN FORMA SISTEMATICA, EN TODAS LAS REGIONES CON POSIBILIDADES DE DESARROLLO.

CUANDO SE TENGAN REGISTROS CON UN PERIODO MINIMO DE 18 ANOS SERA POSIBLE PROYECTAR Y CONSTRUIR OBRAS EN EL MAR CON UNA MAYOR CERTIDUMBRE EN TODAS SUS PARTES.

ROCAS KOMATITICAS DEL MACIZO DE TEZIUTLAN-SANTA-ANA Y SU
RELACION LITOESTRATIGRAFICA CON EL PRECAMBRICO DE MEXICO

Por: Sergio D. Bazán-Perkins Industria Minera Indio, S.A.
Sergio Bazán B.

Recientes investigaciones del Precámbrico de la parte oriental de México, identificaron varios afloramientos a 3, 10 y 20 Km al noroeste de Teziutlán; hacia la Sierra de Chignautla-Tezompan y sobre la carretera a la Presa Mazatepec. También, al sur de Tlapacoyan y Río Bobos de Altotonga para definir el extenso Macizo de Teziutlán-Santa Ana de Puebla y Veracruz.

Estas rocas precámbricas consisten de anfibolitas y esquistos de tono verde oscuro y verde amarillento al intemperismo; son compactas y afaníticas, en ocasiones ligeramente foliadas y con textura lepidoblástica que incluye hilos de pirita, calcita y cuarzo. Petrograficamente definen un agregado de hornblenda, plagioclasa, epidota, clorita, apatita, ilmenita, magnetita y circón, con algo de hematita. Análisis químicos parciales reportan: menos del 0.30% de K_2O ; más de 12% MgO ; menos del 50% de SiO_2 y una relación de CaO/Al_2O_3 mayor a 1, que define a las típicas komatitas de Sudáfrica y análogas a las reportadas para el Supergrupo Pápaló, unidad basal del Complejo Oaxaqueño, expuestas en la Sierra de Juárez y Tehuantepec, Oaxaca.

Las rocas ultramáficas del Macizo de Teziutlán-Santa Ana subyacen en discordancia, a escasos remanentes de paragneises cuarzofledepáticos y de hornblenda; bien bandeados y muy semejantes al Grupo El Trapiche de la secuencia huroniana del Proterozoico Temprano, bien expuestos a lo largo de la carretera: Teotitlán del Camino a Huautla de Jiménez, parte septentrional de la Sierra de Juárez. Como ambas secuencias están separadas por el rift jurásico de la Cuenca de Zongolica, se infiere que se trata de su prolongación. En consecuencia, los "greenstone belts" komatíticos del Macizo de Teziutlán (Grupo Mazatepec) constituyen la unidad basal del Gneis de Huiznopala. También identificados como secuencia basal al norte y nororiente del Gneis Novillo, Tamaulipas.

Estas relaciones litoestratigráficas y químicas, establecen que los "greenstone belts" del Macizo de Teziutlán-Santa Ana se extienden hasta los macizos del Golfo de México y de los Tuxtlas, Ver., para integrar una de las provincias volcánicas más extensas de México formada por numerosos bloques fraccionados del protocontinente arqueano del oriente, con edad probable de $\pm 2,600$ m.a. que en promedio fechan estas rocas. Las edades isotópicas de K-Ar fechadas entre 276 y 207 m.a. que reportan los plutones granodioríticos, tonalíticos y anortosíticos emplazados en estas rocas precámbricas, corresponden a episodios de la tectónica Ouachitana del Pérmio-Triásico, relacionados con un arco insular originado por la subducción de la Placa Nuxiño, desde el occidente y bajo la Faja Estructural Oaxaqueña, desde Chihuahua hasta Chiapas.

Se concluye que las fosas y pilares basales de las cuencas de Tampico-Misantla y de Veracruz, de característico estilo germánico; se relacionan con la extensión del referido macizo precámbrico. La profunda disección cortical del rift jurásico el Golfo de México, expuso la parte basal de la corteza arqueana dispersa en varios bloques, trasladados y rotados en la plataforma continental. El control litoestratigráfico de estos bloques precámbricos, se define por su mismo desgaste erosivo; al yacer bajo los Lechos Rojos del Jurásico Medio. La presencia de este escudo arqueano al oriente de México, anula la presencia de la "faja estructural huastecana". Su importancia económica se relaciona con los hidrocarburos, donde los distritos principales se distribuyen sobre pilares (atolones e islas) que en estructuras arrecifales, bordeaban las plataformas antiguas de estos macizos de la planicie costera del Golfo.

SUBDUCTION RELATED MAGMATISM IN SOUTHERN MEXICO SINCE CRETACEOUS TIMES

J.F.W. Negendank, et al.
Universität Trier

A comparison of several geochemical parameters, especially the trace element pattern (negative Nb-Ta-Ti-anomaly) demonstrates that since Cretaceous times the magmatism in southern Mexico predominantly is subduction related and typical for an active continental margin association.

Most volcanic products show geochemically a typical slab signature, the Eocene-Oligocene volcanics of the Sierra Madre del Sur as well as the volcanics of the Trans Mexican Volcanic Belt (TMVB) which extend to the Gulf coast.

However, in the western part of the TMVB alkaline volcanism (with positive Nb-Ta-Ti-anomaly) occurs and is due to an incipient rifting of the Rivera Plate association whereas the alkaline volcanism of the Tuxtlas in the east seems to be of back arc type.

The alkaline rocks of the eastern Trans Mexican Volcanic Belt (from Basin of Oriental down to Massif de Palma Sola) are of transitional character (with negative Nb-Ta-Ti-anomaly) and exhibit geochemical signatures much more similar to arc than intraplane volcanics.

This slab derived signature again is typical for the trachyandesitic rocks of volcan 'El Chichon' in the mountain chain of Tuxtlas Gutierrez being the connecting link to the volcanism of Central America.

SIGNIFICADO TECTONICO DE ALGUNAS ROCAS GRANITICAS MEXICANAS.

Luis Silva-Mora.

Diego A. Córdoba M.

Los trabajos relacionados con los granitos mexicanos son raros o muy locales, de tal manera que podemos decir que actualmente no existen trabajos sistemáticos que señalen el papel tectónico-geológico que tales cuerpos ígneos tienen, respecto a la evolución de esta parte del Continente Americano.

Su localización a lo largo y ancho del país, permite deducir algunas de las relaciones que tales cuerpos ígneos guardan con las rocas que conforman la corteza en México. Sin embargo, su clasificación en relación con las ideas dinámicas que maneja la petrología moderna no se han establecido, excepto para una parte del sur de México (Sierra Madre del Sur), en particular en los complejos de Acapulco, Xaltianguis y El Ocotito (Negendank *et al.*, 1987). En la mayoría de los casos son consideradas las raíces de arcos magmáticos, cuya actividad tuvo un carácter migratorio hacia el interior del continente (Dumont *et al.*, 1981; Clark *et al.*, 1979, 1982; Bagby *et al.*, 1981) como es el caso de los granitoides asociados al vulcanismo de la Sierra Madre Occidental.

El uso y aplicación de la clasificación de Chappel-White, 1974 a estas rocas, así como el diagrama de discriminación propuesto por Pearce *et al.*, 1984, ha permitido definir las como de tipo "I". De acuerdo con la más reciente clasificación de Maniar-Piccolli, 1989, corresponden a cuerpos graníticos de arco continental. Los datos recabados en el área de Revolución y la Hoja San Juan del Río, Estado de Durango (en preparación), y los datos publicados de la región de Batopilas, Estado de Chihuahua (Bagby *et al.*, 1981) al introducirlos en los diagramas de discriminación ponen en evidencia una población de puntos que se ubican en el campo de los granitos meta-luminosos. Aspecto que permite detectar que dichas rocas no sólo están asociadas a los eventos de un arco continental, sino también, es evidente que algunas se asocian a mecanismos tensionales que fracturaron la corteza continental o bien su carácter fue definido por movimiento epirogénicos.

En concreto, el uso de dichos métodos permitirán conocer mejor a los granitos mexicanos que hasta hoy son desconocidos

CRATERES DE IMPACTO EN EL VALLE DEL MEZQUITAL?

Silva-Romo Gilberto, Arellano-Gil Javier,
Hernández-Trevino Teodoro, Mendoza-Rosales
Claudia, Román-Erigoyén Enrique, Uribe-Cifuentes
Rosa María. Facultad de Ingeniería, UNAM. Cd.
Universitaria, CP 04510.

Hasta la fecha, no se ha confirmado el origen por impacto meteórico de ningún cráter en el territorio mexicano. Este hecho se puede explicar por la dinámica transformación del relieve de este sector del Continente Americano. A través del Fanerozoico, principalmente en el borde austral del Cratón Norteamericano, se han acumulado y deformado unidades rocosas que conforman nuestro territorio: Las aisladas secuencias precámbricas del noroeste, oriente y sur de México, atestiguan una compleja evolución geológica. Por otro lado, las deformaciones neotectónicas han dislocado profundamente a las estructuras mesozoicas y a las acumulaciones volcánicas cenozoicas. Además, la actividad volcánica Plio-Cuaternaria ha modificado sustancialmente el relieve.

Ante este panorama de evolución geomorfológica. Los antiguos cráteres de impacto impresos en el relieve de México, fueron deformados, dislocados o simplemente erosionados; de tal forma el registro de tales estructuras es exiguo. Así, la probabilidad de reconocer cráteres de impacto anteriores al Cenozoico, es escasa. Las regiones mas propicias para conservar las huellas de impacto, son aquellas conformadas por depósitos continentales sin deformar y con poca disección; como es el caso del Valle del Mezquital, en donde está expuesta la secuencia fluvio-lacustre de la Formación Tarango.

Se reportan tres cráteres de probable origen por impacto; los cuales presentan parámetros morfológicos similares a los propuestos para dichas estructuras por Grieve (1987); los probables cráteres de impacto se localizan en: a) el poblado de El Cubo (al noreste de Ixmiquilpan rumbo a Tolantongo), b) una localidad situada al norte del Gumbo y c) en Apaxco Mex.; las características geológicas de las localidades mencionadas, permiten descartar un origen volcánico; ya sea por erupción freatomagmática o por cualquier otra manifestación ígnea.

Reconnaissance study of Cretaceous rocks in central Colima, Mexico: A volcanic arc deformed by right-lateral transpression

Stacy A. Smith, R.F. Sloan, T.L. Pavlis, and L.F. Serpa, Dept of Geology and Geophysics, Univ. of New Orleans, New Orleans, LA, 70148 USA

Reconnaissance studies south of Colima, Colima suggest that a NNW striking, right-lateral strike-slip faulting played a major role in the structural history of this region, and that movement is presumably related to well-documented Cenozoic strike-slip truncation of the western Mexico margin, although field relationships do not clearly establish an absolute age for the event. Structural mapping together with stratigraphic studies of 8 measured sections establish an abrupt juxtaposition of sedimentary facies across a high-angle fault system. Rocks to the west show a characteristic succession from: 1) thinly bedded deep marine carbonates (U. Jurassic-L. Cretaceous) at the base; 2) a vari-colored shale and gypsum unit (Aptian?); 3) a rudist-bearing platform carbonate (Aptian-Albian); and 4) a conglomeratic red sandstone (Turonian) that unconformably overlies the platform carbonates. In contrast, rocks to the east show a different succession with a thick marine volcanoclastic pile that is interbedded with the rudist-bearing Aptian-Albian carbonates. The juxtaposition of diverse sedimentary facies along with other structural relationships indicates the presence of a prominent dextral fault system. The oldest structural features in the region are NW-SE trending thrust faults and folds that apparently pre-date the strike-slip fault system and may be related to compression accompanying emplacement of the Puerto Vallarta batholith to the west. These older structures are overprinted by NNW striking transpressional features that emanate from a central braided fault zone across which sedimentary facies are juxtaposed. Evidence for transpression includes: 1) mapped dextral offsets; 2) increased compression in direct relation to the proximity of the central fault zone; 3) reorientation of older folds to parallelism with the central slip zone; and 4) evidence of a positive flower structure on the regional scale. An initial picture of basin evolution is presented based on the relationships seen in the vertical succession of facies. In the Neocomian, deep marine carbonate production was inhibited by increased amounts of siliciclastic sediments as a direct results of volcanism and tectonism within an ancient volcanic arc. Later basin restriction occurred causing evaporite deposits which soon ceased after widespread transgression in the Aptian. The thick platform carbonates were deposited during the transgression where areas of volcanic activity probably enhanced reefal development. Tectonic uplift in the Turonian(?) led to regional erosion and subsequent deposition of conglomeratic sandstone. Upper Cretaceous-Paleogene compression and transpression deformed this sedimentary section.

ESTRUCTURA Y FORMACION DE LA CALDERA "LA PRIMAVERA"

M. Mena e I. Yokoyama, Instituto de Geofísica, UNAM.

La Caldera de "La Primavera", situada en la parte Occidental de la ciudad de Guadalajara ha sido definida por los geólogos como una caldera resurgente; formada hace aproximadamente 95000 años, mide 13 km de diámetro aunque sus bordes no están claros debido a la extrucción de domos postcaldera.

A partir de 1980 se han perforado pozos de 2 a 3 km de profundidad con fines de exploración geotérmica habiéndose localizado el basamento granítico a 2.8 km de profundidad.

Las anomalías gravimétricas locales muestran 2 mínimos dentro de la caldera, reflejando la configuración del basamento andesítico a una profundidad promedio de 700m acorde con las perforaciones.

Las anomalías sugieren que existieron dos centros de explosión durante la erupción que forma la caldera y que cada centro de explosión formó una depresión tubular, similar al de otras calderas. La deficiencia de masa dentro de la caldera estimada a partir del teorema de Gauss es de 1.3×10^{10} ton. La relación entre la deficiencia de masa $\Delta M(\text{ton})$ y el diámetro de la caldera $D(\text{km})$ está dada por la expresión

$$\Delta M = 2.0 \times 10^6 D^{3.3}$$

deducida por Yokoyama (1987) a partir de los datos de varias calderas con anomalías gravimétricas negativas. Esta relación entre el largo en diámetro y la profundidad en depresión muestra que la estructura de la caldera es aproximadamente tridimensional; si por ejemplo, la caldera hubiera sido formada por un colapso tipo pistón que produce una depresión vertical equivalente del orden de 100m, la estructura sería bidimensional.

UNA ESCALA DE MAGNITUDES VOLCANICAS
Servando De la Cruz-Reyna*

Se propone una escala de magnitudes M_c para cuantificar erupciones volcánicas explosivas en base a dos parámetros aparentemente independientes: La energía total (térmica y mecánica) disipada por la erupción y la razón de erupción. El primer parámetro se calcula a partir de observables de la actividad volcánica como son: volumen, densidad emitidos, temperatura y calor específicos, dispersión y alcance de los materiales. El segundo parámetro es una medida de la probabilidad de ocurrencia de un evento con esa energía en base a estadísticas globales. La expresión para la magnitud en términos de la energía es:

$$M_c = 1.27 \log E - 26.6$$

Se demuestra que esta expresión es consistente con las razones de erupción globales correspondientes a distintas energías. De esta manera es posible expresar a la misma magnitud en términos del parámetro de razón de erupción media λE a través de la expresión:

$$M_c = 4.43 - 1.27 \log \lambda E$$

Esta magnitud continua es además compatible con la escala VEI.

*Instituto de Geofísica, UNAM

PRECURSORY EARTHQUAKES OF THE 1943 ERUPTION OF
PARICUTIN VOLCANO, MICHOACAN, MEXICO

YOKOYAMA, I. and DE LA CRUZ-REYNA, S.

Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de
Mexico, Ciudad Universitaria, 04510 Mexico, D.F.

The present paper aims to fully analyze the available seismological data of Paricutin volcano which is a unique monogenetic volcano observed by the eyes of modern volcanology from its birth to growth. Actually only the Tacubaya station provides us with the seismograms of the Paricutin eruptions. Though there are limits to the accuracy of the data, the available seismic data furnish the basis for quantifying energy release and the magma ascent process related to the Paricutin eruption of 1943. These data help define some characteristics of monogenetic volcanic eruptions from the viewpoint of seismic activity as follows :

- 1) The precursory activity continued for a long period, more than 45 days. This is because for monogenetic volcanoes the crust beneath must be extensively fractured first before magma can ascend upwards to the earth surface.
- 2) The precursory earthquakes were characteristic of tectonic signatures, and kept the same features through the whole period of activity suggesting relatively constant hypocentral parameters.
- 3) Some of the precursory earthquakes were larger than 4 in magnitude and the maximum was 4.5. The cumulative seismic energy release reached 2×10^{19} ergs before the outbreak, larger than those obtained statistically at andesitic and dacitic volcanoes ranging from 10^{17} to 10^{18} ergs. The reasoning is same as in (1).
- 4) After the outbreak, volcanic earthquakes continued to occur and their magnitudes are similar as the precursory ones.
- 5) The precursory seismic activity of Paricutin volcano is interpretable by a model of magma ascent through a crack, approximately by about an order of magnitude. The field observations are consistent with the model.

ALGUNOS ASPECTOS DE LA ACTIVIDAD SISMICA EN ERUPCIONES EXPLOSIVAS

Juan M. Espíndola y Francisco Medina
Instituto de Geofísica, UNAM

Con base en una revisión de la literatura sobre erupciones explosivas en el planeta, presentamos una tabla que sintetiza la información sobre la evolución de la sismicidad en erupciones de tipo explosivo. Se destacan las características con valor predictivo y se presenta un modelo cualitativo que las relaciona con los parámetros físicos que caracterizan el magma y la matriz rocosa circundante. Entre dichas características sobresalen: la presencia de tremor volcánico, y/o los sismos de baja frecuencia, la acumulación de energía sísmica, la migración de los focos sísmicos y los cambios en la orientación de los esfuerzos elásticos definidos por las soluciones de mecanismo focal.

ANÁLISIS ESPECTRAL DEL TREMOR VOLCANICO MEDIANTE EL METODO DE MAXIMA ENTROPIA (M.E.M.) EN EL VOLCAN CHICHON.

E. A. Muñoz, R. Martínez, J. M. Espíndola, S. de la Cruz

Instituto de Geofísica, U.N.A.M.

Se presenta un análisis espectral de periodos de tremor volcánico registrados en estaciones cercanas de la red per tatil establecida por el Servicio Sismológico antes y después de las erupciones del 2 y 3 de abril de 1982 en el volcán Chichón. Encontrándose las frecuencias fundamentales así como su variación en el tiempo con el transcurso de la actividad volcánica.

También se discute el empleo del método de máxima entropía (M.E.M) en relación con el análisis espectral mediante la transformada rápida de Fourier (F.F.T.), esto es, niveles de ruido, resolución, ventana de tiempo empleada en el muestreo, así como tiempo de cómputo; en especial para señales con características como las del tremor volcánico. Así mismo, se señala la importancia que tiene el estudio de los parámetros espectrales del tremor volcánico en la predicción de posibles erupciones.

Variaciones en la atenuación (Q) de señales sísmicas en el área del Volcán El Chichón, Chiapas.

Laura Elena Díaz Flores

Fco. Ramón Zúñiga D.-M.

Instituto de Geofísica, U.N.A.M.

Se investigó la variación de la atenuación de señales sísmicas en la zona del volcán Chichonal en Chiapas. La atenuación es medida por medio del factor de calidad Q , utilizando el decaimiento de la coda sísmica. El objetivo fundamental es investigar las diferencias en la atenuación (Q) de la coda para determinar de manera preliminar la estructura del cuerpo magmático asociado a dicho volcán.

El primer paso consistió en relocalizar los eventos mayores ocurridos en el periodo de Abril de 1982, que fueron registrados por las estaciones autónomas de SIP, LIB, ARL, y PEN instaladas por los Institutos de Geofísica e Ingeniería de la UNAM, así como los registros de la red de Chicoasén operada por la Comisión Federal de Electricidad constituida por seis estaciones telemétricas y tres de papel ahumado. Todos los detectores son sismómetros a 1 Hz y componente vertical.

El segundo paso involucra la medición del decaimiento de las amplitudes de la coda utilizando una envolvente a dichas amplitudes de acuerdo a la teoría de Sato (1977).

También se investigó la influencia de la localización de la red, de manera que se contará con una estimación más del error epicentral. Las localizaciones se obtuvieron con un error menor a los dos kilómetros. Los resultados nos permitirán conocer la utilidad del método para casos donde se cuente con una información apropiada y para aquellos, en que se disponga de poca información.

Otro objetivo que se contempla es investigar la posibilidad de determinar las variaciones del factor de calidad Q con respecto al tiempo y su asociación con la actividad P volcánica

NOMBRE: Ana María Soler Arechalde

Dirección: Posgrado en Geofísica, Instituto de Geofísica,
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria,
México, D.F.

V.II/8

RESULTADOS DEL MONITOREO DE MANANTIALES DE LOS VOLCANES POPOCATEPETL Y DE COLIMA

Soler A, A.M.*, Martín D, A.L.*, Prol L, R.M.,
Armienta H, M.A.*, Aguayo R, A.*, Ceniceros B, N.*.

Los volcanes Popocatepetl y de Colima, miembros activos de la Faja Volcánica Transmexicana son de gran interés debido a su ubicación cercana a grandes centros poblacionales.

Dadas sus historias eruptivas de alto riesgo es necesario conocer sus patrones de actividad, siendo el monitoreo de manantiales un constituyente de los mismos.

Aquí se presentan los resultados de tres etapas sucesivas de monitoreo, analizando las posibles causas de las diferencias: variaciones estacionales (antes y después de la época de lluvias), cambios en actividad y comparación en el caso del Popocatepetl con un manantial del Iztaccíhuatl, ambos provenientes de agua de deshielo.

Se muestran los resultados de cuatro manantiales de Colima, siete del Popocatepetl y uno del Iztaccíhuatl, con determinaciones de PH, alcalinidad y temperatura en campo y análisis en laboratorio de los iones más comunes (CO_3^{2-} , HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , F^- , S^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , Fe , B y SiO_2).

Los resultados analíticos se graficaron en diagramas triangulares, lo que mostró que las aguas de ambos volcanes son predominantemente carbonatadas, y en cuanto a cationes, la mayoría son de tipo mixto.

LISTA DE PARTICIPANTES

ACOSTA J.	SIS.VIII/2
AGUALLO A.	H.I/5
	H.I/6
AGUAYO J.	SIS.I/2
AGUAYO R.	VUL.II/8
AIKEN C.	FQIT.IV/7
AMADOR A.	OF.I/1
ANGUIANO R.	SIS.II/1
ALGUACIL G.	SIS.IV/5
	SIS.VIII/3
ALVAREZ J.	SO.I/4
ALVAREZ M.	AEE/5
ALANIZ S.	FQIT.I/2
ALATORRE M.	SGM.2
	SGM.6
ALCANTARA E.	SIS.VI/3
ALDECO J.	SGM.1
ARELLANO J.	SIS.VI/5
	VUL.I/4
ARAGON J.	FQIT.IV/5
ARELLANO J.	FQIT.II/6
ARELLANO V.	FQIT.II/6
	FQIT.III/1
ARGOTE M.	OF.II/11
ARIZABALO R.	H.II/14
ARMIENTA H.	VUL.II/8
ARMIENTA M.	H.I/5
	H.I/6
AUAD G.	OF.II/15
AYALA S.	SIS.VI/4
BADAN A.	OF.II/10
BALCAZAR M.	FQIT.II/2
	FQIT.II/3
BARAJAS C.	EG.II/3
BARRADAS V.	CA.I/4
BARRAGAN R.	FQIT.I/8
	FQIT.II/5
	FQIT.II/7
	FQIT.III/2
	FQIT.III/5
BARRIENTOS S.	SIS.VII/5
BAZAN S.	EG.III/3
	VUL.I/1
BRANDI J.	EG.III/4
BRAVO S.	AEE/3
BUENDIA E.	CA.II/2
BULBULIAN S.	H.I/8
CABALLERO C.	FQIT.IV/6
CABELLO M.	SGM.3

CATHENEAU M.	FQIT.I/7
CABRERA R.	EG.III/2
CAPRI A.	SIS.VII/2
CARRANZA A.	OF.I/8
CARRILLO M.	SIS.VI/6
CASTELLANOS G.	SIS.II/7
CASTILLO R.	FQIT.I/1
CASTRO C.J.	SIS.C/1
CASTRO J.	CA.I/3
CARLOS J.	SIS.VII/1
CARRERA J.	CA.II/6
CARRERA L.	CA.II/6
CARRILLO J.	H.I/8
CENICEROS B.	VUL.II/8
CERVANTEZ A.	SIS.III/6
CHAVEZ C.	SIS.VI/3
CHAVEZ S.	SIS.III/2
COMPTE D.	SIS.IV/4
CONTRERAS E.	FQIT.I/4
CONTRERAS J.	SIS.V/2
	SIS.V/3
CONTRERAS R.	EG.II/6
CORDOBA D.	VUL.I/3
CORTES A.	H.I.7
	H.II/13
	H.II/14
CRUZ A.	SO.II/10
CRUZ J.	H.II/9
CZITROM S.	SGM.6
DE GANTE J.	SIS.III/4
	SIS.III/5
DE LA CRUZ S.	VUL.II/2
	VUL.II/3
	VUL.II/5
DE LA FUENTE R.	FQIT.IV/7
DEL CID R.	EG.III/2
DEL POZO A.	SIS.VI/3
DEL VALLE E.	CA.II/1
DEL VALLE R.	EG.II/4
DELGADO O.	SO.I/3
	SO.I/6
DIAZ G.	SIS.VII/4
DIAZ J.	SIS.III/1
DIAZ L.	VUL.II/6
DIAZ P.	H.II/12
DOMINGUEZ A.	FQIT.III/7
DURAZO J.	H.II/14
ELIAS M.	FQIT.IV/1
ESPARZA F.	EG.I/7
ESPINDOLA J.	SIS.VI/4
	VUL.II/4
	VUL.II/5

ESPINDOLA V.
ESPINOSA J.

SIS.VII/6
EG.IV/4
EG.IV/5
EG.C/1

FARVOLDEN R.

H.I/7
H.II/13

FARRERAS S.

OF.I/4

FAVELA F.

SIS.VIII/5

FAZ P.

FQIT.I/3

FQIT.II/1

FQIT.II/5

FERNANDEZ R.

EG.II/5

EG.III/5

EG.IV/1

EG.IV/3

FIGUEROA J.

OF.I/6

OF.II/12

FLORES C.

EG.II/3

FREZ J.

SIS.II/5

SIS.VII/1

SIS.VII/4

GARCIA A.

EG.II/1

GARCIA C.

SIS.VIII/6

GARCIA E.A.

FQIT.I/4

GARCIA F.

CA.I/2

GARCIA J.

SIS.III/5

GARCIA L.

H.II/12

GARDUÑO V.

FQIT.IV/2

FQIT.IV/3

GAYTAN J.

EG.IV/5

GODINEZ V.

OF.II/13

GOMEZ E.

EG.I/6

EG.I/7

EG.II/1

EG.II/2

GOMEZ L.

CA.II/2

GOMEZ R.

SIS.II/3

GONZALEZ E.

FQIT.I/3

FQIT.I/8

FQIT.II/1

FQIT.II/5

FQIT.II/7

FQIT.III/2

FQIT.III/5

GONZALEZ G.

SIS.III/4

SIS.III/5

GONZALEZ J.

EG.C/1

GONZALEZ M.

SIS.I/5

SIS.III/7

GONZALEZ T.

SIS.VI/4

GORDEEV G.

SIS.IV/2

GRIVEL F.	OF.I/5
	OF.II/10
	OF.II/14
GUERRERO J.	FQIT.II/4
GUIRAO J.	SIS.IV/5
	SIS.VIII/3
HERNANDEZ A.	SGM.5
HERNANDEZ G.	H.I/1
HERNANDEZ J.	CA.III/1
HERNANDEZ R.	SO.I/1
HERNANDEZ T J.	SGM.1
HERNANDEZ O.	FQIT.II/1
HERNANDEZ T.	VUL.I/4
HERRERA I.	H.I/1
HINOJOSA A.	SIS.VI/1
	SIS.VI/2
	SIS.VIII/2
HUERTA C.	H.I/4
HUERTA G.	H.II/11
IGLESIAS E.	FQIT.II/6
	FQIT.III/1
ITURBE J.	H.I/8
IZQUIERDO G.	FQIT.1/7
JAVIER C.	SIS.C/1
JIMENEZ A.	OF.I/3
JIMENEZ Z.	SIS.II/7
JIRACEK G.	EG.III/6
	EG.IV/2
JUAREZ F.	H.I/6
JUAREZ M.	SIS.VI/3
JUAREZ P.	SIS.III/4
KONONOV V.	EG.IV/3
KOSTOGLODOV V.	SIS.IV/1
KUTORSKOY M.	EG.III/5
LARIOS S.	SO.II9
LATORRE C.	CA.I/1
LAZARO O.	EG.III/2
	EG.III/7
LAVIN M.	OF.II/13
LERMO J.	SIS.III/1
	SIS.VIII/1
LIGORRIA J.	SIS.IV/6
	SIS.V/1
	SIS.VI/7
LOMAS E.	SIS.III/7
LONDSDALE P.	EG.IV/1
LOPEZ M.	FQIT.III/5

LUGO E.

EG.II/5

MAGAÑA R.
MANRIQUEZ F.
MARIN S.
MARTIN A.
MARTIN D.
MARTINEZ A.

CA.I/5
CA.II/6
SIS.I/2
SIS.III/4
VUL.II/8

MARTINEZ B A.
MARTINEZ M.
MARTINEZ R.

OF.I/7
SO.II/7
SIS.C/1
EG.III/6
EG.I/4
EG.I/5

MEDINA F.

H.I/1
SIS.VI/4
VUL.II/4
SIS.VI/4
VUL.II/1
FQIT.IV/7

MELENDEZ E.
MENDOZA B.

SO.I/4
AEE/4
AEE/5
AEE/6

MENDOZA C.
MENDOZA L.

VUL.I/4
SIS.VIII/2
SIS.VIII/5

MENDOZA V.
MERCADO S.
MIJARES H.
MIRANDA F.
MIRANDA S.
MOLINA E.
MONDRAGON D.
MONFRET T.
MONREAL A.

CA.II/3
FQIT.I/5
SIS.VIII/1
CA.III/4
OF.I/2
SIS.IV/6
H.I/3
SIS.I/7
SGM.2
SGM.4
SGM.6

MONTANEZ R.
MOOZER F.
MORALES C.
MORALES J.

CA.I/2
SIS.C/2
OF.II/11
SIS.IV/5
SIS.VIII/3
FQIT.III/3
FQIT.III/7

MORALES M.

MOTA R.

SIS.III/3
SIS.V/4

MUNGUIA L.

SIS.II/2
SIS.II/3
SIS.II/4

MUNOZ A.

EG.I/4
EG.I/5
VUL.II/5
SIS.II/5

MUNOS E.
MURILLO M.

NAVA C.
NAVA F.
NAVARRO J.
NEGENDANK J.
NIETO J.

NIEVA D.

NUNEZ F.

OCAMPO F.

OCAMPO R.
OCHOA J.
OLGUIN M.
OLIVER R.

ORDONEZ E.
ORNELAS G.
ORTEGA F.
OTAOLA J.

PADILLA A.

PADILLA R.
PALOMERA J.
PARDO M.
PARES A.
PASTRANA E.
PAVLIS T.
PEREZ C.
PEREZ F.
PEREZ H.
PEREZ J.
PEREZ M.
PEREZ R.

PEREYRA D.
PITRE C.
POLYAK B.

PONCE L.

PRECIADO A.

SO. I/2
SIS. VII/6
EG. III/4
VUL. I/2
FQIT. II/2
FQIT. II/3
FQIT. II/5
FQIT. II/7
FQIT. III/1
FQIT. III/E
FQIT. III/4
FQIT. III/5
SIS. II/7

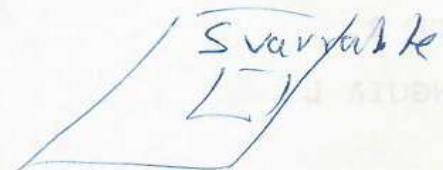
SO. I/1
SO. II/7
SO. II/8
OF. I/3
SO. I/3
H. I/8
FQIT. I/3
FQIT. III/3
H. I/8
SIS. II/7
FQIT. I/2
AEE/4

SGM. 2
SGM. 6
SO. I/6
H. II/13
SIS. IV/4
OF. II/15
EG. II/2
VUL. I/5
H. II/9
EG. III/2
AEE/1
SGM. 5
EG. I/6
AEE/3
AEE/4
AEE/5
AEE/6
CA. III/2
H. I/7
EG. III/5
EG. IV/1
SIS. I/3
SIS. IV/4
SIS. IV/6
SIS. V/1
SIS. VI/7
SO. II/11

Salvador Belmonte
Trabajar en la anomalía
magnética de un listón
dentro del proyecto de
Software de Método de
Potencial

Velocidades espaciales
Baja-Golfo
Errores de posiciona-
miento menores a
los 500m.
Errores típicos
de 150-300m.

Modelaje con
placas de Salton



Preguntar Buces
Regalo Tia Luz

QUINTERO O.
QUINONES J.

RAMIREZ A.
RAMIREZ I.
RAMIREZ J.

RAMIREZ L.
RAMIREZ T.
RAMOS V.
RANDAL J.

REYES A.
REYES G.
REYES J.
REYES S.
RIPA P.

ROBLES J.

ROCHA E.
ROCHA R.
RODRIGUEZ R.

ROMAN E.
ROMO J.

RUIZ A.
RUIZ F.

SAHAY P.
SAINZ H.
SALAS D.

SALAZAR S.
SANCHEZ A.
SANCHEZ J.

SANCHEZ S.
SANROMAN M.
SANSORES L.
SANTAMARIA D.
SANTOYO S.

SCHUSTER G.
SEGOVIA N.
SERPA L.

SIS.V/4
EG.C/1

SIS.II/7
OF.I/5
EG.I/3
EG.III/6

H.I/2
H.I/4
H.II/11

EG.II/4
SIS.C/2
CA.III/3

EG.I/1
H.II/10
SIS.VIII/2

SIS.II/8
OF.I/4
CA.III/4

OF.I/7
OF.II/9
OF.I/6

OF.II/10
OF.II/12
SIS.VIII/5

H.I/7
EG.I/4
EG.I/5

VUL.I/4
EG.III/6
EG.IV/2

FQIT.I/3
SGM.3
SGM.6

SIS.VII/2
SIS.VI/3
SGM.2

SGM.4
SGM.6

CA.II/6
SIS.I/1
CA.III/5

AEE/2
OF.II/13
CA.II/5

SIS.I/3
SIS.III/7
FQIT.III/3

FQIT.III/7
SIS.III/2
H.I/8

VUL.I/5

SERRANO S.
SHIRASAGO B.
SILVA G.

SILVA L.
SINGH S.

SLOAN R.
SMITH S.
SOLER A.
SOLIS D.
SUAREZ F.
SUAREZ G.

SUAREZ M.
SUTER M.

TABACO F.
TAMEZ H.
TELLO E.
TERRELL D.
TORRES C.
TORRES M.
TORRES V.
TRASLOSHEROS C.
TREVINO A.

ULLOA M.
URIBE R.
URRUTIA J.

URTADO R.

VALDES A.
VALDES J.
VALERO A.

VARGAS A.
VARGAS H.
VAZQUEZ J.
VAZQUEZ R.

VAZQUEZ E.R.
VAZQUEZ DE LA C.
VAZQUEZ R.

OF.I/1
SGM.6
SIS.VI/5
VUL.I/4
VUL.I/3
SIS.II/1
SIS.III/1
VUL.I/5
VUL.I/5
VUL.II/8
FQIT.III/2
SIS.VI/1
SIS.I/7
SIS.V/1
H.II/16
SIS.V/3
SIS.V/4
SIS.V/5
SIS.V/6

FQIT.III/4
SIS.II/7
FQIT.III/6
FQIT.II/8
SO.I/5
SIS.VIII/1
FQIT.II/5
EG.I/2
FQIT.II/2
FQIT.II/3

SO.I/2
FQIT.I/6
VUL.I/4
FQIT.I/6
FQIT.IV/6
H.II/15

CA.III/6
AEE/4
FQIT.II/2
FQIT.II/3
FQIT.II/1
FQIT.IV/3
CA.I/6
EG.I/2
EG.I/3
H.I/2
H.I/4
H.II/11
FQIT.II/1
SO.II/1
SIS.VIII/1

VEGA R.

EG.I/3

H.I/2

H.I/4

H.II/11

VERMA M.

FQIT.III/4

VERMA S.

FQIT.I/1

FQIT.IV/4

VIDAL F.

SIS.IV/5

SIS.VIII/3

VIDAL F.V.

SGM.5

VIDAL V.

SGM.5

VILLANUEVA E.

CA.II/4

WONG V.

SIS.II/2

SIS.II/4

YAMAMOTO J.

SIS.II/6

SIS.III/3

YOKOYAMA I.

VUL.II/1

VUL.II/3

ZUÑIGA F.

VUL.II/6

GEOS

Órgano informativo de la Unión Geofísica Mexicana
(ISSN 0186-1891)

Editor: *Sonia Salazar Lizán*

Apoyo técnico:

Ma. Paulina Salas Ríos
Juan Manuel Pérez Céspedes
Ela Molina Sevilla
Leticia Elizalde Camacho

UNION GEOFISICA MEXICANA*

Mesa Directiva (1987-1989)

Presidente	<i>David J. Terrell (IMP)</i>
Vicepresidente	<i>Mario Martínez (CICESE)</i>
Tesorero	<i>Nuria Segovia (ININ)</i>
Srio. General	<i>José Francisco Valdés (IGF)</i>
Srio. Difusión	<i>Sonia Salazar (IGF)</i>
Srio. Educación	<i>Javier González (CICESE)</i>
Srio. Investigación	<i>Héctor Pérez de Tejada (IGF)</i>
Vocal Norte	<i>José Luis Comparán (UANL)</i>
Vocal Noroeste	<i>José M. Romo (CICESE)</i>
Vocal Centro	<i>Jorge Nieto (FI)</i>
Vocal Sur	<i>J. Romeo León Vidal (CFE)</i>

* La Unión Geofísica Mexicana (UGM) es la sociedad civil no lucrativa de los profesionales de la Geofísica y ciencias relacionadas.

COMITE ORGANIZADOR

MANUEL ESPINDOLA	LETICIA ELIZALDE
RENE GARDUÑO	ADELA MONREAL
DAVID SALAS	FRANCISCO NUÑEZ
SONIA SALAZAR	NURIA SEGOVIA
DAVID TERRELL	FRANCISCO VALDEZ

COMITE ORGANIZADOR LOCAL

PRESIDENTE: ROSA MARIA BARRAGAN

ARTURO CERVANTES	CARLOS CASTILLO
CECILIA SILVA	VICTOR ARELLANO
DONACIANO BARRAGAN	EDUARDO GONZALEZ
VICTOR GARDUÑO	VICENTE TORRES
RICARDO OLIVER	

