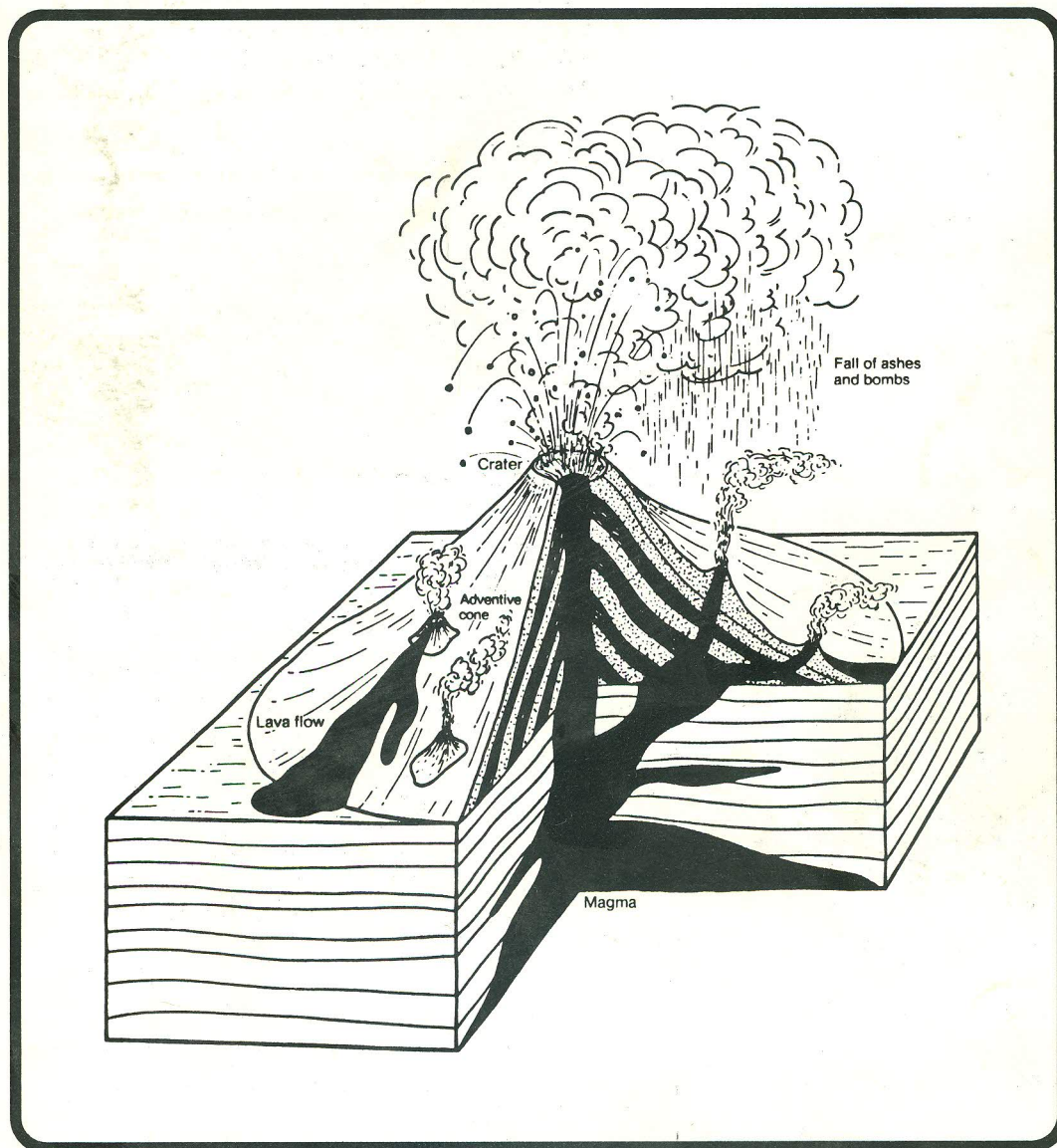


GEOS

UNION GEOFISICA MEXICANA

BOLETIN INFORMATIVO

EPOCA II



Volúmen 11

No.3

Julio de 1991

GEOS

Organo Informativo de la Unión Geofísica Mexicana.
(ISSN 0186-1891)

EDITORES: José Manuel Romo Jones y Francisco Medina

COMITE EDITORIAL: Juan M. Espíndola Castro, Carmen Marquez, Marcos Paulo
González Otero, Armando Reyes Serrato, Jaime Yamamoto.

(Esta edición ha sido diseñada y formada con ayuda del Instituto de Física de la
UNAM, Ensenada)

Toda correspondencia dirigirla a:

CICESE

At'n.: José Manuel Romo J.

Av. Espinoza #843,

Ensenada, B.C. C.P. 22830

FAX: 91-667-449-33 ó 607-61

Tel.: 91-667-449-66

UNION GEOFISICA MEXICANA*

Presidente:	Dr. Mario Martínez	(CICESE)
Vicepresidente:	Dr. Juan M. Espíndola	(IGF-UNAM)
Tesorero:	M.C. Francisco Medina	(IGF-UNAM)
Srio Gral.:	M.C. Francisco Suárez	(CICESE)
Srio. Difusión:	M.C. José M. Romo	(CICESE)
Srio. Educación:	Dr. Juan M. Barbarín	(FCT-UANL)
Srio. Investigación:	Dra. Silvia Bravo	(IFG-UNAM)

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

INDICE

Editorial	1
Nueva actividad del volcán de Colima en 1991 por: Francisco Medina	2
Dos modelos de radiación infraroja por Conde C., Gay C.	5
Gravimetría y Estructura del Valle de San Quitín, B.C. por J.M. Espinosa Cardeña, J.M. Romo Jones y M. Almeida Vega	10

EDITORIAL

Tal como se esperaba, PEMEX inició la contratación de diferentes empresas para realizar actividades de perforación y exploración de mantos petrolíferos en México. Dicha medida parece ser resultado de las negociaciones que se están llevando a cabo para poner en marcha el tratado de libre comercio. Diversos contratos por servicios serán comisionados por PEMEX a diversas compañías.

Esta medida nos hace recordar que México no cuenta con un Servicio Geológico Nacional, como los que existen en la mayoría de los países. Es lógico suponer que las compañías extranjeras que PEMEX contrate serán supervisadas por técnicos de la empresa, pero nuestro país siempre ha adolecido de un organismo que supervise, en forma global, los diferentes estudios que se llevan a cabo del subsuelo de México.

En muchos países nadie puede hacer un agujero de cierta profundidad sin dar aviso al servicio geológico a la vez que debe de proporcionar muestras de las rocas extraídas. La información se guarda y estudia puesto que sirve para muchos otros propósitos, estudios edafológicos, mantos acuíferos, recursos mineros, materiales no metálicos, materiales radioactivos, etc.

La necesidad de un organismo como el Servicio Geológico Nacional se hace cada vez más necesario debido al acelerado crecimiento en México; y nos parece indispensable ahora que sabemos que habrá compañías extranjeras perforando el suelo mexicano. ¿Debe la Unión Geofísica Mexicana impulsar la creación de este organismo en México? Este es sólo uno de los aspectos que consideramos conveniente discutir en nuestra próxima reunión anual.

NUEVA ACTIVIDAD DEL VOLCAN DE COLIMA EN 1991

Por Francisco Medina
Instituto de Geofísica - UNAM

Desde 1975 investigadores del Instituto de Geofísica de la UNAM, encabezados por Servando de la Cruz, han estado atentos a las manifestaciones eruptivas del Volcán de Colima. El Volcán representa un serio peligro potencial pues el domo ha crecido a un ritmo de 5 metros por año y desde 1965, fecha en que rebasó las paredes interiores del cráter, ha crecido casi 100 metros.

Durante 1975 presentó algunos derrames de lava y nuevamente derramó bloques de lava durante 1982. En febrero de este año inició nuevamente derrames de lava en bloques así como también actividad sísmica de consideración, llegando a registrarse más de 150 eventos por día durante el mes de febrero.

El derrame de lava alcanzó una longitud de casi dos kilómetros, estimándose en 1.5 millones de metros cúbicos la cantidad de lava derramada entre febrero y abril. Afortunadamente existe una red sismológica telemétrica en operación en la zona aledaña al volcán; dicha red es operada por el Centro Internacional de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Colima. Con la ayuda de la información sísmica se ha podido establecer un programa operativo para evacuar el área cercana al volcán en caso de presentarse una emergencia; este aspecto reviste mucha importancia pues se calcula que hay una población cercana a los cincuenta mil habitantes instalados a menos de 15 kilómetros del volcán.

El Sistema Estatal de Protección Civil, la Zona Militar de Colima así como diversas comisiones gubernamentales han estado trabajando en colaboración con los geofísicos del Instituto de Geofísica de la UNAM y de la Universidad de Colima para elaborar un plan operativo en caso de presentarse una emergencia.

La actividad eruptiva del Volcán de Colima ha sido estudiada por muchos autores; se conoce que una gran avalancha y colapso parcial del edificio volcánico ocurrió hace sólo 4300 años. Durante esta actividad se llegó a generar una inmensa avalancha de productos volcánicos de casi 20 kilómetros cúbicos, misma que cambió la topografía de toda la zona al sur del Volcán. Este aspecto es sólo uno de los indicadores que mantienen alerta a los investigadores pues se piensa que el Volcán de Colima puede presentar etapas explosivas en cualquier momento.

Durante los últimos 450 años el Volcán de Colima ha tenido más de 30 fases explosivas siendo notables por su tamaño las desarrolladas en los años 1576, 1585, 1606, 1611, 1623, 1690, 1806, 1818, 1869, 1879, 1886, 1889, 1890, 1903, 1904, 1908, 1909 y 1913.

Desde 1957 el domo volcánico empezó a rebasar las paredes internas del cráter presentando algunos derrames pequeños por el lado norte. Dichos derrames estaban acompañados por una actividad sísmica moderada y en 1982 casi no hubo actividad sísmica. Comparativa-

mente, la actividad sísmica presentada en 1991 puede calificarse de intensa.

El 16 de abril se desarrolló una explosión moderada misma que alcanzó a arrojar una cantidad de ceniza considerable y provocó alarma entre los habitantes de las zonas cercanas al volcán.

De llegarse a producir una explosión volcánica, lo cual es factible debido a las condiciones que guardará el actual cono volcánico que actúa como tapón en el cráter, podrá desarrollar emisiones de ceniza de gran intensidad. Este aspecto no necesariamente causará daños de consideración puesto que la ceniza se enfría en la atmósfera y cae a temperaturas bajas. En diversas ocasiones tanto la Ciudad de Colima como Ciudad Guzmán se han visto afectadas por este tipo de fenómenos.

Pero puede llegarse a colapsar la columna de emisión de productos volcánicos en la explosión, generándose así los llamados flujos o derrames de piroclastos los cuales sí representan un alto riesgo potencial para la zona cercana al volcán.

Actualmente el Centro Nacional de Prevención de Desastres, bajo la dirección del Dr. Servando de la Cruz, ha iniciado un proyecto de estudio para determinar los caminos más favorecidos, debido a la topografía de la zona, en caso de que llegaran a generarse dichos derrames piroclásticos. Los resultados de este proyecto podrán usarse para la elaboración de un mapa de riesgo volcánico de la zona y como base para un plan de desarrollo urbano del área.

Los flujos piroclásticos se forman cuando la columna eruptiva, formada por gases y magma fragmentado en suspensión, adquiere una alta densidad. Cuando la densidad de la columna es baja evoluciona convectivamente alcanzando grandes alturas y provocando la caída de ceniza; pero si la densidad es alta entonces puede colapsarse y formar los derrames de piroclastos los cuales se comportan como un fluido, de muy alta temperatura, y desciende

por las laderas del volcán a velocidades considerables. Debido a su densidad, velocidad y alta temperatura, los derrames de piroclastos pasan calcinando y destrozando todo lo que encuentran a su paso.

Estos derrames viajan siguiendo un patrón determinado por la topografía del área y su alcance puede estar determinado por la misma, llegándose a observar avances de hasta 12 ó 15 kilómetros. Estos derrames son los que representan una alta peligrosidad para el área aledaña al Volcán, por lo que los estudios del Centro Nacional de Prevención de Desastres resultan de gran importancia.

Derrames de este tipo son los que desarrolló el Volcán Vesubio, en Italia, hace casi 2000 años cuando sepultó las famosas ciudades de Pompeya y Herculano; el volcán Pele en las Antillas, los desarrolló en una erupción a principios de siglo destruyendo una ciudad de 30,000 habitantes y el Volcán Chichón, en México, los generó durante las erupciones de abril de 1982 sepultando las ciudades de Francisco León y El Naranjo entre otras.

Adicionalmente la sismicidad del área de Colima llega a ser de gran intensidad, uno de los sismos más grandes que se han observado en México durante este siglo ocurrió en 1932 y su epicentro fue reportado en la zona aledaña al graben de Colima, en cuyo centro se encuentra el volcán de Colima.

Otros eventos de gran magnitud han ocurrido en el pasado en dicha área y reportados por los cronistas de la conquista de México. Tal es el caso del evento que ocurrió hacia 1560 y en el cual se llegaron a abrir grietas de más de dos metros de ancho.

El vulcanismo y la sismicidad del área están relacionados con el proceso de subducción de la zona, sin embargo la geodinámica no es del todo clara pues se piensa que el graben de Colima pudiera ser el resultado de una incipiente zona de dispersión ligada a la dorsal del Pacífico del Este. Este aspecto ha sido postulado por

algunos investigadores americanos los cuales se han basado en la información geoquímica de los diferentes volcanes monogenéticos del área.

En algunas ocasiones se han podido observar la ocurrencia casi simultánea de grandes erupciones en el Volcán de Colima y eventos sísmicos de origen tectónico de gran magnitud, tal fue el caso del evento de 1806, el 25 de marzo, cuando un gran evento sísmico de magnitud 7.5 fue precedido por solo unas horas por

una erupción volcánica de gran intensidad.

Afortunadamente los esfuerzos que están realizando el Instituto de Geofísica de la UNAM y la Universidad de Colima para monitorear la actividad sísmica que precede a una erupción de tipo explosivo, nos permite pensar que la zona cuenta con una adecuada vigilancia por lo que habrá tiempo para tomar las precauciones necesarias en caso de que se presente una erupción de tipo explosivo.

EL ECLIPSE SOLAR DE 1991

El once de julio ocurrió un eclipse solar cuya sombra abarcó gran parte de la república mexicana. Entre los grupos de investigación que establecieron proyectos para observar el evento estuvo el grupo de Geomagnetismo del Instituto de Geofísica de la UNAM, encabezado por el Fis. Adolfo Orozco.

Diversos magnetómetros fueron instalados en Teoloyucan, Estado de México, sede del Observatorio Geomagnético de la UNAM; otros equipos fueron instalados en Guadalajara y en Teotihuacan así como en un área fuera de la zona de Eclipse la cual sirvió de referencia a las estaciones detectoras del evento en la zona de eclipse.

El proyecto consistió en medir el cambio de la conductividad de la ionósfera Terrestre durante el paso de la sombra del eclipse; dicho cambio altera las corrientes eléctricas de la zona ionosférica y se produce una variación en la componente horizontal del campo magnético terrestre.

Las determinaciones se llevaron a cabo cada 10 minutos y durante todo el lapso de totalidad lo hicieron cada minuto. Los resultados iniciales hacen ver una notable reducción de la componente horizontal del campo magnético. Las mediciones realizadas tardaron un poco en ser

analizadas en su totalidad, pero los resultados iniciales muestran un comportamiento esperado para la Ionósfera Terrestre.

El grupo de investigación está formado por investigadores alemanes, brasileños y mexicanos y es sólo uno de los muchos grupos que se formaron para estudiar el eclipse de julio de 1991 en México.

PROYECTO RIDGE

Recientemente la Universidad de California, EUA, puso en marcha el proyecto RIDGE (Ridge Interdisciplinary Global Experiments) con objeto de profundizar en el conocimiento de la transferencia de energía y calor desde el interior de la tierra a los océanos y, por medio de ellos, a la atmósfera.

Como parte del proyecto se van a obtener muestras del piso oceánico en algunos lugares de la Dorsal del Pacífico. Este proyecto constituye un estudio multidisciplinario de las cadenas montañosas centrooceánicas y su volcanismo asociado. Se estima tener resultados importantes al final de la década de los 90 respecto a las causas y consecuencias físicas, químicas y biológicas, del transporte de energía en estos sistemas submarinos de la corteza terrestre.

DOS MODELOS DE RADIACION INFRARROJA

Conde, C., Gay, C.

Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM. Ciudad Universitaria,
Circuito Exterior México 04510 D.F.

Se aplican dos modelos para el cálculo de radiación infrarroja en cinco niveles atmosféricos, utilizando los datos de radiosondeo de temperatura, presión y tasa de mezcla del vapor de agua. Dichos datos fueron proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y por el Observatorio de Radiación Solar (ORS) del Instituto de Geofísica de la UNAM (datos en superficie).

Los resultados en superficie de los dos modelos se comparan con las mediciones obtenidas en superficie con un pirgeómetro (PIR) tomando en cuenta los promedios mensuales de las 18 hrs, hora del radiosondeo en el Aeropuerto de la Ciudad de México.

Con la distribución de la temperatura y la presión, y la concentración de gases ópticamente activos, se resuelve la ecuación de Transferencia de Radiación en términos de emisividades o absortividades parametrizadas, según el gas o modelo a tratar. Los modelos considerados suponen que la atmósfera es plano paralela, no dispersora y en equilibrio termodinámico local, planteamientos comunes en la literatura para el análisis de la radiación infrarroja. En este trabajo incluimos el efecto de la nubosidad por lo que se supone una atmósfera despejada. De esta manera, las ecuaciones correspondientes a los flujos de radiación hacia arriba y hacia abajo al nivel atmosférico u ($g\text{rcm}^{-1}$) son (Liou, 1980):

$$F \uparrow(u) = \sigma T_s^4 t^f(u, T_s) + \int_0^u \sigma T^4(u') \frac{dt^f(u - u', T)}{du} du' \quad (1)$$

$$F \downarrow(u) = \int_u^\infty \sigma T^4(u') \frac{dt^f(u - u', T)}{du} du' \quad (2)$$

con

$$t^f(u, T) = \int_0^\infty \pi B_v(T) (T_v^f(u) dv / \sigma T^4) \quad (3)$$

siendo $T_v^f(u)$ la función de transmisión monocromática y t^f la transmisividad de flujo de banda ancha isotérmica, la emisividad de flujo correspondiente cumple la relación:

$$e^f = 1 - t^f.$$

En el primer modelo, basado en el trabajo de Cerni y Parish (1984), se utilizan relaciones empíricas para las emisividades de flujo del vapor de agua (bandas 6.3, 13-1000 μm y de 16.7 - 20.83 μm) y para el bióxido de carbono (centrado en 15 μm). Por ejemplo, para el CO_2 se usa la expresión:

$$E_c = (1.0 - |0.005T - 1.250|^{1.85}) * (8.2167 + 0.05505 \log u_c - 0.004189 \log^2 u_c - 0.001328 \log^3 u_c) \quad (4)$$

$$\text{siendo } u_c = \int_c^u \frac{P}{P_0} du_c u_c \geq 10^{-5} \text{grcm}^{-2}$$

Los resultados de la comparación entre el PIR y este primer modelo se discuten en Conde y Gay (1990), en donde observamos que

el modelo funciona correctamente para los años de 1980 a 1982.

En el segundo modelo, basado fundamentalmente en los trabajos de Ramanathan (1976, 1983), además de los gases mencionados anteriormente se incluye el efecto del ozono troposférico con un perfil constante y considerando el traslape de las bandas de vapor de agua con dicho gas. Cabe señalar que los traslapes entre bandas de diferentes gases surgen de expresiones independientes, a diferencia con el modelo anterior en donde el que corresponde al H_2O con CO_2 se calcula en la expresión de la emisividad del H_2O .

Para el bióxido de carbono se realizan los cálculos para 14 bandas (no sólo la fundamental) y además para 3 isótopos de este gas ($^{12}C^{16}O$, $^{12}C^{16}O^{17}O$, $^{12}C^{16}O^{18}O$).

Así, para las emisividades del vapor de agua en este modelo se utilizó:

para $6.3 \mu m$

(5)

$$E_1(U_1, T) = 0.59 [T/T_0]^{1/4} \left[1 - \sum_{n=1}^2 \frac{1}{1 + A_n(U_1)^{1/2}} \right]$$

con:

$A_1 = 19$ y $A_2 = 3.5$ definiéndose

$$U_1 = \int \frac{P}{P_0} \left[\frac{T_0}{T} \right]^{1/2} dU_1$$

Para el continuo, se tiene:

(8.3-12.5 μm)

(6)

$$E_2(U_2, T) = [0.272 + 8.76 \cdot 10^{-4} (T - T_0)] [1 - \exp(-20U_2)]$$

(16.7-20.83 μm)

(7)

$$E_3(U_3, T) = [0.124 + 4.92 \cdot 10^{-4} (T_0 - T)] [1 - \exp(-98U_3)]$$

con $Un[n = zya] = \int (e + \alpha n P) dU$, siendo α
 $z = 0.005$ y $\alpha a = 0.02$

La absorptividad de banda (Kiehl y Ramanathan, 1983) se calcula con: (8)

$$A = 2A_0 \ln \left[1 + \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^{14} \frac{u_{ij}}{4 + u_{ij}(1 + 1/\beta_j)^{1/2}} \right]$$

donde se realizan las sumatorias sobre los isótopos i , y sobre las bandas, j ($j=1$ la fundamental, $j > 1$ las bandas calientes). La expresión (8) supone que las bandas están completamente traslapadas.

En la expresión (8), u_i y β_j están representadas por:

(9)

$$u_i = q_i \int \frac{S_i(T)}{A_0(T)} P_0 dz \quad y \quad \beta_j = \frac{4}{d_j u_j} \int \gamma(T) P du_j$$

siendo A_0 (cm^{-1}), u_i y β_j siendo el parámetro de ancho de banda, el camino óptico y el parámetro de ancho de línea, respectivamente. También γ , D (cm^{-1}) y S ($cm^{-2} atm^{-1}$) son el ancho medio de la línea (que suponemos constante), el espaciamiento medio de la línea y la intensidad de la línea; q_i representa la abundancia relativa del isótopo.

Expresiones semejantes a (8) y (9) se utilizan para el ozono, considerando los siguientes parámetros:

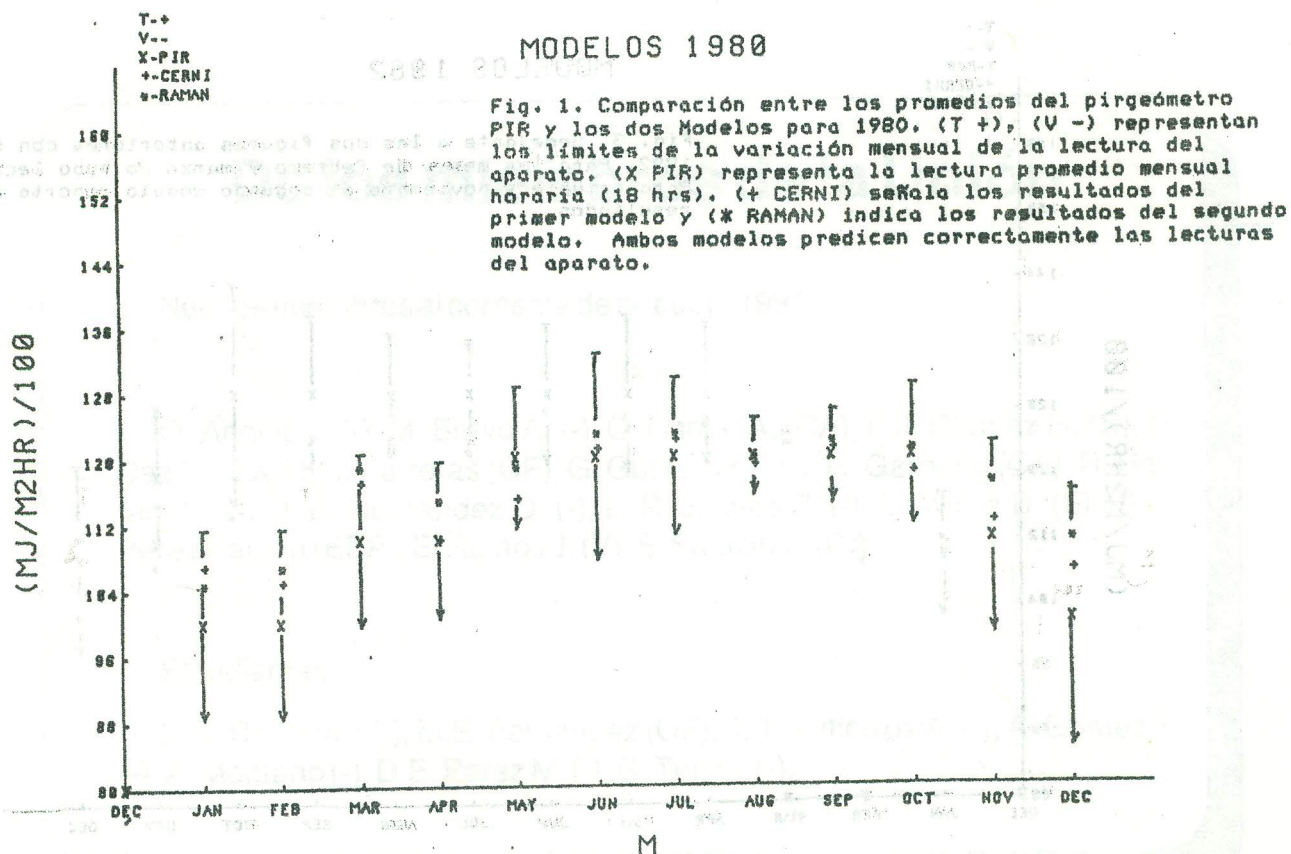
$$S = 387 \text{ cm}^{-2} \quad A_0 = 39D \quad y \quad \gamma = 0.076 \text{ cm}^{-1}$$

Finalmente, los traslapes entre las bandas del vapor de agua y el bióxido de carbono o el ozono se calculan con las expresiones de Rodgers (1967) y Rodgers y Walshaw (1966).

La ventaja del segundo modelo es que permite plantear la existencia de una estratósfera de gases radiativamente activos y generar eventualmente el perfil de temperatura con equilibrio radiativo convectivo en la tropósfera y equilibrio radiativo en la estratósfera. Podemos concluir, al comparar los modelos con los promedios del PIR (ver figuras 1, 2 y 3), que ambos nos permiten reproducir con bastante exactitud las variaciones mensuales y estacionales de la radiación infrarroja en superficie.

REFERENCIAS

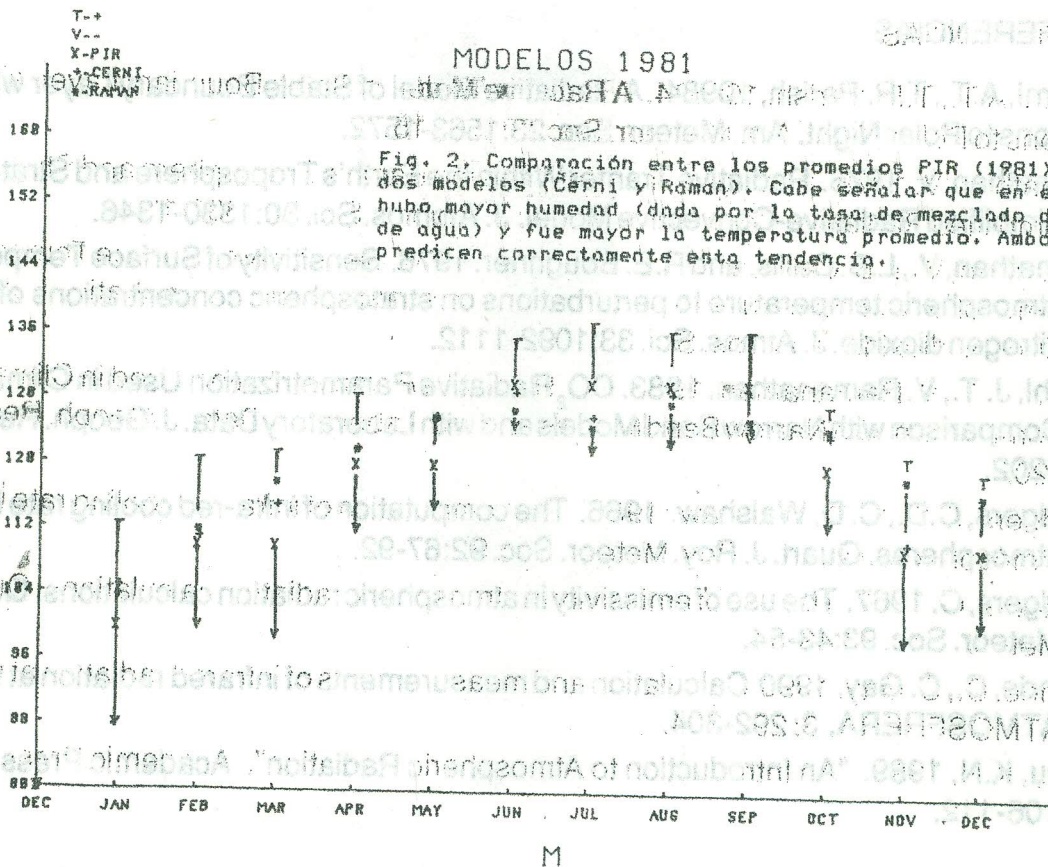
- 1.- Cerni, A.T., T.R. Parish, 1984. A Radiative Model of Stable Boundary Layer with Applications to Polar Night. Am. Meteor. Soc. 23:1563-1572.
2. Ramathan, V. 1976. Radiative Transfer Within the Earth's Troposphere and Stratosphere: A Simplified Radiative-Convective Model. J. Atmos. Sci. 30:1330-1346.
3. Ramathan, V., L.B. Callis, and R.E. Boughner. 1976. Sensitivity of Surface Temperature and atmospheric temperature to perturbations on stratospheric concentrations of ozone and nitrogen dioxide. J. Atmos. Sci. 33:1092-1112.
4. Kiehl, J. T., V. Ramanathan. 1983. CO₂ Radiative Parametrization Used in Climate Models: Comparison with Narrow Band Models and with Laboratory Data. J. Geoph. Res. 88:5191-5202.
5. Rodgers, C.D., C. D. Walshaw. 1966. The computation of infra-red cooling rate in planetary atmospheres. Quart. J. Roy. Meteor. Soc. 92:67-92.
6. Rodgers, C. 1967. The use of emissivity in atmospheric radiation calculations. Quart. J. Roy. Meteor. Soc. 93:43-54.
7. Conde, C., C. Gay. 1990 Calculation and measurements of infrared radiation at the surface. ATMOSFRERA. 3: 292-304.
8. Liou, K.N. 1989. "An Introduction to Atmospheric Radiation". Academic Press, New York. 106-112.



MODELOS 1981

Fig. 2. Comparación entre los promedios PIR (1981) y los dos modelos (Cerni y Raman). Cabe señalar que en este año hubo mayor humedad (dada por la tasa de mezcla del vapor de agua) y fue mayor la temperatura promedio. Ambos modelos predicen correctamente esta tendencia.

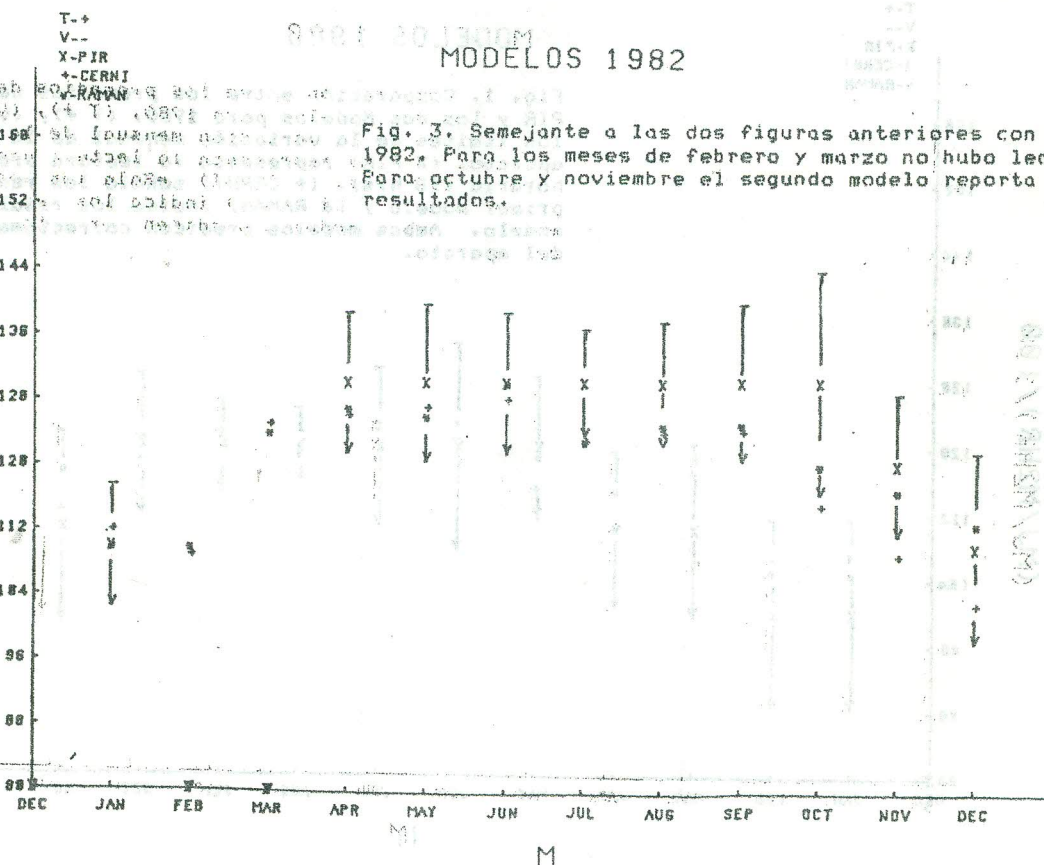
(MJ/M2HR)/100



MODELOS 1982

Fig. 3. Semejante a las dos figuras anteriores con datos de 1982. Para los meses de febrero y marzo no hubo lecturas. Para octubre y noviembre el segundo modelo reporta mejores resultados.

(MJ/M2HR)/100



GEOFISICA INTERNACIONAL

10 Volúmenes Publicados de 1981 a 1990

265 Artículos

23 Artículos de Vulcanología

39 Artículos de Exploración Geofísica

72 Artículos de Ciencias de la Atmosfera

14 Artículos de Oceanografía

38 Artículos de Sismología

51 Artículos de Física y Química del Int. de la Tierra

22 Artículos de Geología

6 Artículos de Est. Espaciales y Planetarios

De los miembros de la Unión

Nuevos miembros al corriente de su cuota 1991

Q. Angulo C. (-), M. Bravo A. (-), C. Conde A. (CA), F.J. Chavez G. (S), R. Daz N. (EXG), S. Farreras (OF), G. Gutierrez T. (-), R. Garduño (CA), R. Herrera H. (-), J. E. Hernandez Q. (-), L. R. Jaimes P. (-), L. Muñoz B. (EEP), J. Perez Peraza (EEP), E. Ramos J. (V), S. Salazar L. (CA).

Estudiantes:

L. E. De Davila (-), M.E. Fernandez (OF), J. J. Gutierrez A. (-), A. Gómez T. (-), X. Montaña (-), D.E. Pérez M. (-), G. Telson (-).

GRAVIMETRIA Y ESTRUCTURA DEL VALLE DE SAN QUINTIN, B.C.

J.M. Espinosa Cardeña, J.M. Romo Jones y M. Almeida Vega

Departamento de Geofísica Aplicada, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, CICESE

INTRODUCCION

A finales de 1988 y principios de 1989, se llevó a cabo un levantamiento de gravedad en el Valle de San Quintín como parte del proyecto "Estudios de Gravedad y Magnetismo en el Valle de San Quintín", que realizó el grupo de Exploración del Departamento de Geofísica Aplicada del CICESE. El objetivo del estudio es conocer la profundidad y estructura del basamento cristalino que subyace a los depósitos sedimentarios.

El Valle de San Quintín es la región de mayor producción agrícola del Municipio de Ensenada, su localización en la costa y la sobreexplotación de sus recursos hidráulicos ha conducido a un problema de contaminación de sus acuíferos con agua salada. Cualquier estudio geohidrológico o geofísico en el valle requiere del conocimiento de la geometría y profundidad de la cuenca, datos que se determinaron a partir de la interpretación del mapa de anomalías gravimétricas, los cuales se presentan y discuten en este trabajo.

MARCO GEOLOGICO

La región del Valle de San Quintín se localiza en la porción centro oriental del Estado de Baja California, y se encuentra comprendida entre los paralelos 30° 22'-30° 42' de Latitud Norte y los meridianos 115° 50'-116° 03' Longitud Oeste (Fig. 1).

La fisiografía de la región en la dirección Este-Oeste es fundamentalmente de tres tipos: (1) Planicie costera suave con alturas entre 0 y 30 m, interrumpida por volcanes recientes unidos por tómbolos y barras, que originalmente formaban islas. (2) Mesas y terrazas costeras con una altura media de 150 m y ligero buzamiento hacia el poniente, escalonadas y disectadas por arroyos de aguas intermitentes. (3) Pequeñas cadenas montañosas orientadas NW-SE que forman sierras con alturas promedio de 300 a 500 m.

Mejía (1990) describe la geología del Valle de San Quintín (Fig. 1) de la manera siguiente: En las partes altas afloran grandes cuerpos de rocas ígneas extrusivas ácidas y tobas reolíticas, volcánicas no diferenciadas de la Formación Alisitos (Cretácico Inferior), que en conjunto constituyen el basamento del área de estudio - cortado a 504 m por el pozo PBCESQ-8 (Fig. 1) en la parte norte central de la planicie (S.A.R.H., 1978) -. Las mesas y terrazas costeras están constituidas por un conglomerado heterogéneo continental formado por fragmentos de granito, basalto y caliza metamorfozada dentro de un cementante arcilloso y por rocas sedimentarias marinas (areniscas, arcillas arenosas y lutitas) del Grupo Rosario (Cretácico Superior y Terciario). La planicie es una antigua terraza cubierta por material granular sedimentario marino (areniscas), aluvión y depósitos fluviales, que presenta espesores de 50 a 250 m descansando

sobre una base de material arcilloso (Pleistoceno a Reciente).

Durante el Pleistoceno Tardío y a principios del Reciente, surgió una importante actividad ígnea al Oeste de la planicie costera, que produjo conos cineríticos basálticos con sus correspondientes flujos de lava (Woodford, 1928). Dichos edificios volcánicos están unidos a la costa por barras que han formado las corrientes oceánicas y que han protegido de la erosión marina a los sedimentos aportados por las corrientes de depositación. Esto permitió que la planicie se levantara sobre el nivel del mar.

El valle de San Quintín es una porción emergente del borde continental con una estructura simple, terrazas marinas alabeadas y fallas normales con pequeños desplazamientos. Al este del valle cruza la línea de Santillán y Barrera, una frontera estructural rectilínea del Cretácico que marca la terminación del borde continental (Gastil et al., 1975). El lineamiento de las terrazas marinas que se extiende 20 km en dirección NW-SE (Escarpe Cantú, Fig. 1) junto con la presencia de los volcanes, sugieren que el valle está controlado por fallas (Coleman, 1969).

El levantamiento del margen continental así como la actividad magmática que originó el campo volcánico, están vinculados con procesos tectónicos de subducción y post-subducción que afectan a todo lo largo de la península de Baja California (Rogers et al., 1985).

ANTECEDENTES GEOFISICOS

Actualmente, existen pocos estudios geofísicos que abarcan el área de estudio. En 1977 el Consejo de Recursos Minerales (C.R.M.) en cooperación con la Organización de las Naciones Unidas (O.N.U.), realizó un vuelo aeromagnético regional para prospección de yacimientos de hierro que abarcó el Valle de San Quintín. En el mapa aeromagnético co-

rrespondiente se observa un gradiente magnético regional (N 30° W), caracterizado por cuatro franjas magnéticas paralelas, cuya intensidad y extensión está controlada por la distribución relativa que guardan las unidades litológicas. La franja occidental, localizada paralelamente a la línea de costa y que incluye al Valle de San Quintín, se caracteriza por un gradiente suave con valores de intensidad que decrecen hacia la costa, las rocas que coinciden con esta franja son areniscas y conglomerados mal cementados de susceptibilidad magnética baja, por lo que se concluye que las anomalías magnéticas están directamente relacionadas con variaciones en la composición petrológica de las rocas del basamento y el gradiente magnético indica su relieve topográfico.

Con la finalidad de conocer las características geohidrológicas del Valle, la S.A.R.H. (1978) ha realizado campañas de sondeos eléctricos verticales. La composición arcillosa y alto contenido de sales de los estratos sedimentarios ha limitado la profundidad de exploración y no ha permitido conocer la estructura y profundidad del basamento cristalino resistivo.

COLECCION Y REDUCCION DE DATOS

Se establecieron un total de 300 estaciones con separaciones de 0.5 km a lo largo de perfiles separados a cada 2 km en las cuales se hicieron mediciones relativas de la atracción de la gravedad con un gravímetro Lacoste-Romberg y alturas del nivel medio del mar, cubriendo un área aproximada de 600 km².

La altura de las estaciones que se localizan en la planicie fueron obtenidas a partir de la interpolación de las alturas reportadas de los brocales de los pozos para riego agrícola que rebasan el número de 100. Para las estaciones que se localizan sobre las mesetas y los volcanes, se determinó su altura con un altímetro barométrico y un microbarógrafo para corregir

por variaciones de presión. Se considera un error de ± 3 m en las mesetas y volcanes y en la planicie de ± 1 m.

Los valores observados de la atracción de la gravedad se convirtieron a valores de anomalía de Bouguer, corrigiendo por efectos de deriva, altura, latitud y topografía (zonas C a I), utilizando densidades de reducción de 1.8, 2.1 y 2.4 gr/cm^3 (determinadas con perfiles de densidad), que representan a las principales unidades litológicas que afloran en el valle. Tomando en cuenta que la fuente principal de error en la reducción de datos gravimétricos proviene del control vertical, consideramos un error de ± 1 mgal en la estimación de la anomalía de Bouguer.

PROCESAMIENTO DE DATOS

Una vez reducidos los datos, se elaboró el mapa de anomalías de gravedad de Bouguer (Fig. 1). Los valores están referidos a la estación EBKM5 localizada al sur del poblado Lázaro Cárdenas. Comparándolo con el mapa geológico se observa lo siguiente: un intenso gradiente en dirección hacia la costa con rumbo aproximado $N 20^\circ E$ e intensidades que van de +20 a -12 mgal. En la zona de la Bahía este comportamiento está distorsionado por la presencia del derrame de rocas volcánicas, caracterizado por un mínimo abierto y alargado formado por la isolinéa de -12 mgal. De acuerdo a la información arrojada por los pozos PBCESQ-8 y PBCESQ-7 (Figs. 1 y 2), el gradiente gravimétrico indica engrosamiento de la secuencia sedimentaria de norte a sur y hacia la línea de costa.

Para conocer el espesor del relleno sedimentario, se realizó una interpretación cuantitativa del mapa de anomalías gravimétricas estimándose la profundidad al basamento mediante un proceso de inversión iterativo. El algoritmo supone un modelo de dos capas con un contraste de densidad $\Delta\rho$ que se mantiene constante. La interface entre ambos medios

está compuesta de un conjunto de prismas de espesor variable, que se estima iterativamente hasta que la diferencia entre la anomalía residual observada y la calculada satisface algún criterio de convergencia. La base o la cima (dependiendo del signo de la anomalía) de cada prisma se mantiene a una profundidad promedio (Z_p) que se proporciona como dato adicional.

El regional gravimétrico se consideró un plano horizontal con valor constante de 25 mgal en toda el área de estudio. La anomalía residual se obtuvo restando este valor de la anomalía de Bouguer.

Para diferentes contrastes de densidad y una profundidad promedio $Z_p = 500$ m, se estimó el espesor de los sedimentos después de 10 iteraciones o hasta obtener una diferencia menor de 1 mgal entre los valores observados y calculados. Se escogió un contraste $\Delta\rho = 0.6 \text{ gr/cm}^3$ de acuerdo a los siguientes factores: correlación entre el contorno de espesor mínimo (100 m) y los afloramientos de rocas metavolcánicas del Cretácico Inferior, correlación de la profundidad de basamento calculado (550 m) y la alcanzada por el pozo PBCESQ-8 (504 m, Fig. 2). El contraste de densidad encontrado que mejor explica los datos observados, indica que la columna de sedimentos que rellenan el valle son en general de baja compactación (no consolidados).

El mapa de profundidades al basamento obtenido (Fig. 2), muestra un basamento con pendiente suave (aprox. 6°) cayendo hacia la costa, en donde alcanza profundidades de 1.5 km, con ondulaciones y separación de sus contornos a la altura del derrame de rocas volcánicas, cambio del rumbo de la estructura al oeste de la Bahía de San Quintín, y profundidades de 0.5 a 1.0 km en el valle de San Simón (Fig. 1) - sitio donde se localizan los principales pozos actualmente productores de agua de buena calidad.

CONCLUSIONES

Los mapas de anomalías gravimétricas y de profundidades al basamento confirman que la estructura del valle de San Quintín es simple, y se caracteriza por un basamento metavolcánico de pendiente suave cubierto por un paquete de sedimentos no consolidados (Cuaternario ?) que se engruesa hacia el suroeste, formando un monoclinal con rumbo N 30° W que coincide con un lineamiento formado por tres volcanes. En términos generales,

el evento volcánico juega un papel importante en la configuración estructural del valle, produciendo un aterrazamiento del basamento en la zona del campo volcánico.

Los rasgos estructurales superficiales correspondientes al Escarpe Cantú y la falla normal asociada al valle San Simón, no se manifiestan en el basamento. Esto puede deberse a que son accidentes que afectan únicamente a la pila de sedimentos, o bien, son rasgos morfológicos como una antigua línea de costa y un cañón submarino, respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

Coleman, Virginia, 1969. Ground Survey and Air-Photo analysis of the Llano de San Quintín, Baja California del Norte, México. Technical Report O-72-2 Office of Naval Research U.S.A., 13 p.

Gastil, R.G., R.P. Phillips and E. C. Allison, 1975. Reconnaissance Geology of the State of Baja California, Mexico. Geol. Soc. Amer., Memoir 140. 170 pp.

Mejía, V.R., 1990. Modelo de simulación numérica de flujo dimensional del acuífero de San Quintín, B.C. 11vo. Congreso Nacional de Hidráulica, Octubre 2-5 de 1990, Zacatecas, Zac. Tomo II: 119-130 p.

Rogers, G., Saunders, A.D., Terrel, D.J., Verma, S.P. and Marriner, G.F., 1985. Geochemistry of Holocene volcanic rocks associated with ridge subduction in Baja California, Mexico. Nature, Vol. 315, No. 6018, pp. 389-392.

S.A.R.H.- Ingenieros Civiles y Geólogos Asociados, 1978. Estudio de Factibilidad Hidrológica en San Quintín y Maneadero, B.C. Reporte Técnico. 100 p.

UNITED NATIONS, 1969. Survey of metallic Mineral Deposits México, United Nations Development Programme. Technical Report, 72 p.

Woodford, A.O., 1928. The San Quintín volcanic Field, Lower California. Am. J. Sci. V. 15: 338-345 p.

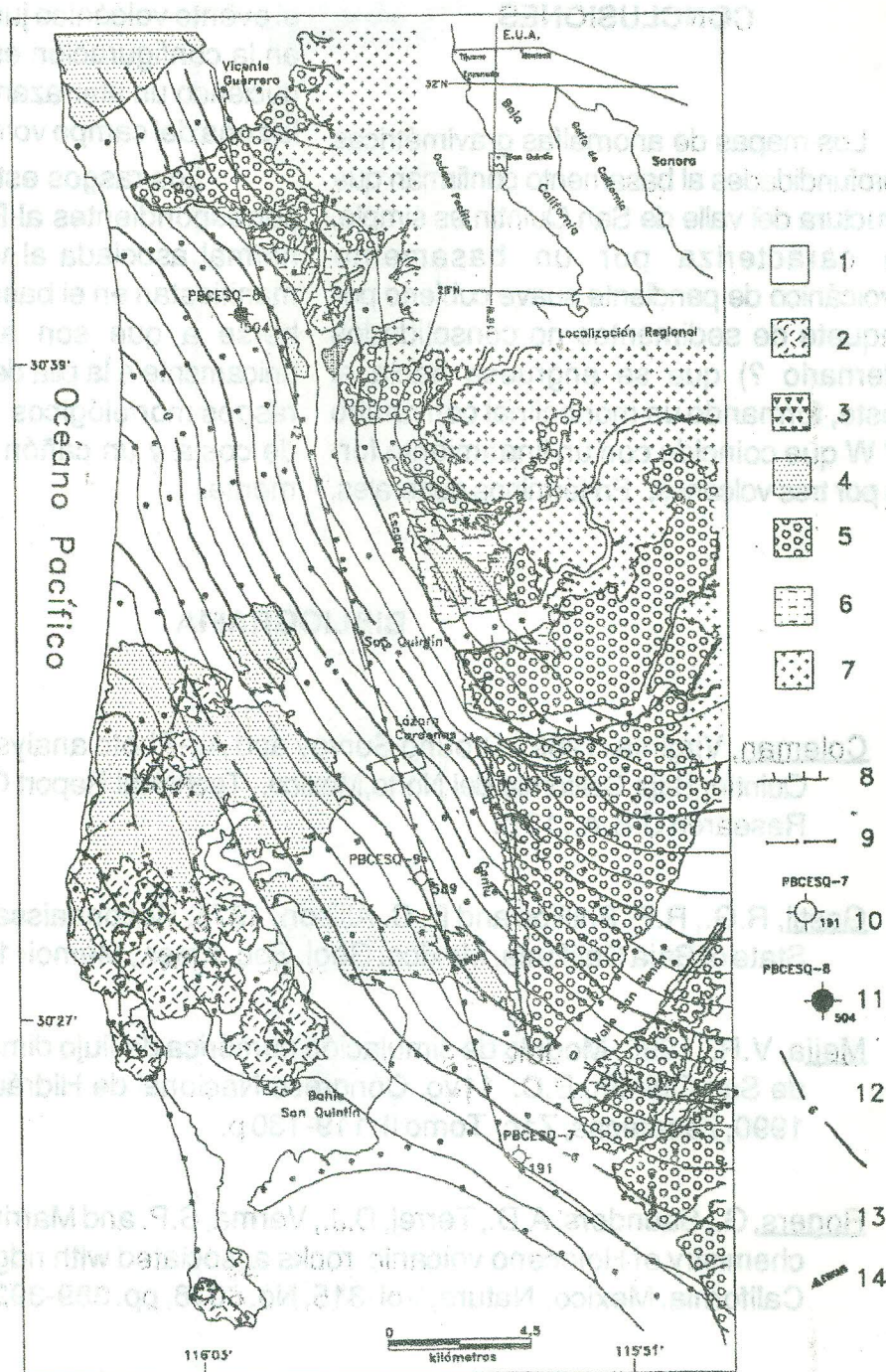


FIG. 1. MAPA GEOLÓGICO Y DE ANOMALÍAS GRAVIMÉTRICAS. CUATERNARIO: (1) ALUVIÓN Y DEPÓSITOS LACÚSTRES (RECIENTE); (2) DERRAMES BASÁLTICOS, (3) CONOS CINERÍTICOS (PLEISTOCENO TARDÍO); (4) ARENISCAS (PLIOCENO). TERCIARIO: (5) CONGLOMERADO HETEROGÉNEO CONTINENTAL (TERCIARIO INFERIOR), FRAGMENTOS DE GRANITO, BASALTO Y CALIZAS. CRETÁCICO: (6) ROCAS SEDIMENTARIAS MARINAS (CRETÁCICO TARDÍO), ARENISCAS, ARCILLAS ARENOSAS Y LUTITAS, (7) GNEAS EXTRUSIVAS ÁCIDAS Y VOLCÁNICAS NO DIFERENCIADAS (CRETÁCICO INFERIOR): (8) FALLA NORMAL; (9) LINEAMIENTO; (10) POZO; (11) POZO QUE CORTA BASAMENTO; (12) CONTORNOS GRAVIMÉTRICOS A CADA 2 MGAL.; (13) ESTACIÓN GRAVIMÉTRICA; (14) ESTACIÓN BASE GRAVIMÉTRICA.

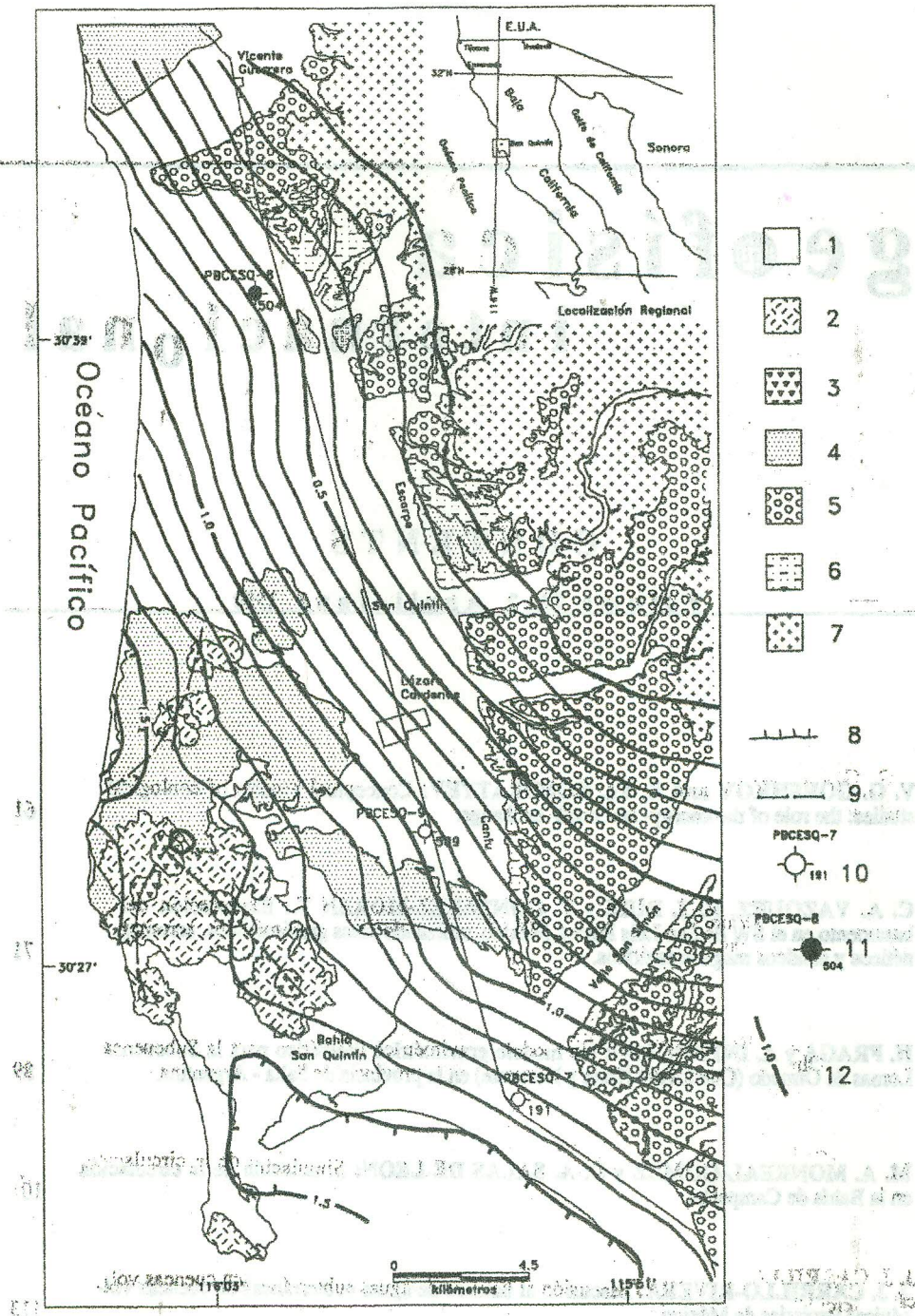


FIG. 2. MAPA GEOLÓGICO Y DE PROFUNDIDADES AL BASAMENTO PARA UN CONTRASTE DE DENSIDAD $\Delta\rho = 0.6$ GR/CM³ ENTRE BASAMENTO METAVOLCÁNICO Y SEDIMENTOS SUPRAYACENTES. LOS NÚMEROS DEL (1) AL (11) SON LOS MISMOS DE LA FIGURA 1. (12) CONTORNOS DE PROFUNDIDAD AL BASAMENTO A CADA 0.1 KM.

geofísica internacional

CONTENTS

Volume 29, 2, April-June 1990

- V. G. GORSHKOV and K. Ya. KONDRATYEV:** Conceptual aspects of ecological studies: the role of the energy- and mass-exchange. 61
- C. A. VAZQUEZ, R. J. RUIZ y T. GONZALEZ-MORAN T.:** Exploración del basamento en el SW de San Luis Potosí, México, utilizando datos gravimétricos, aeromagnéticos y sondeos magnetotelúricos. 71
- H. FRAGA y A. INTROCASO:** Un modelo gravimétrico litosférico para la Subcuenca Lomas de Olmedo (Cuenca del Norte y Noroeste) en la provincia de Salta - Argentina. 89
- M. A. MONREAL-GOMEZ y D. A. SALAS DE LEON:** Simulación de la circulación en la Bahía de Campeche. 101
- J. J. CARRILLO-RIVERA:** Discusión al balance de aguas subterráneas en cuencas volcánicas terciarias de México. 113

BOOK REVIEW

119

Recordamos a todos los miembros de la Unión que la cuota para 1991 es de \$60,000.00 (SESENTA MIL PESOS 00/100 M.N.), la cual dá derecho a recibir las revistas Geofísica Internacional y el Boletín GEOS.

Favor de hacer llegar su cuota a:

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

ó

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

Notificamos que a partir del Volúmen 29, correspondiente a 1990, la revista Geofísica Internacional cambiará de formato y que los editores serán Dr. Federico Sabina (IIMAS-UNAM) y Dr. Cinna Lomnitz (IGF-UNAM). Aprovechamos la oportunidad para alentarlos a enviar contribuciones, tanto a Geofísica Internacional como a nuestro Boletín Geos. Este último está abierto a toda información que deseen comunicar así como a sugerencias y comentarios que ayuden a fortalecer la Unión.

Con un cordial saludo.

M.C. Francisco Suárez
Secretario General.

RENOVACION MEMBRESIA UGM-1991

Nombre _____

Dirección _____

Institución _____

Tel.: _____

Adjunto ☐ Cheque pagadero a nombre de la Unión Geofísica Mexicana

☐ Giro Postal

MAESTRIA Y DOCTORADO EN GEOCIENCIAS

Los estudios de posgrado en Geociencias pueden llevarse a cabo en:

Mestría en Geofísica

Area: Tierra Sólida, Ciencias Atmosféricas y Espacio Exterior.
SEDE: Facultad de Ciencias, UNAM, Div. Estudios de Posgrado.
Requisitos: Grado de Licenciatura en el área de Ciencias o Ingeniería.
Duración: 4 semestres para cubrir 72 créditos.
Informes: División Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias UNAM
Cd. Universitaria, México 04510, D. F.

Maestría y Doctorado en Geofísica:

Areas: Oceanografía Física, Ecología Marina, Sismología, Exploración Geofísica.
SEDE: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B. C.
Requisitos: Licenciatura en el área de Ciencias o Ingeniería.
Duración: 4 semestres (maestría), 6 - 8 semestres (doctorado).
Informes: CICESE, Av. Espinoza #843, Ensenada 22800, B. C.
Tel.: 91(667) 44501 - 05, Télex: 056539 CICESE, Fax: 91(667) 60761 y 44933.

Maestría y Doctorado en Geofísica

Areas: Geohidrología, Exploración Geofísica, Sismología y Física del Interior de la Tierra, Estudios Espaciales.
SEDE: Instituto de Geofísica, UNAM
Requisitos: Licenciatura en el área de las Ciencias o Ingeniería
Duración: 4 semestres (maestría), 6 - 8 semestres (doctorado)
Informes: Instituto de Geofísica, UNAM, Unidad Académica y Posgrado
Cd. Universitaria, México 04510, D. F.
Tel.: 91(5)5505364 y Fax: 91(5)5502486
