

GEOS

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA

BOLETÍN INFORMATIVO

ÉPOCA II

UNICIT



Unidad en Ciencias de la Tierra
Campus Juriquilla, Qro.
Universidad Nacional Autónoma de México

Volumen 18

No. 2

Junio de 1998

GEOS

**BOLETÍN INFORMATIVO
DE LA
UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.
(ISSN 0186-1891)**

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.
Mesa Directiva 98-99

Dr. José Gómez Valdés
Presidente

Dr. Fernando García García
Vicepresidente

Dr. Edgar Pavía López
Secretario General

Dr. Josué Álvarez Borrego
Tesorero

Dr. Sóstenes Méndes Delgado
Secretario de Investigación

M.C. Luis Alberto Delgado Argote
Secretario de Difusión

Dr. Miguel Rodríguez González
Secretario de Educación

Dr. Julián Adem Chain
Presidente Honorario

GEOS, Boletín Informativo de la Unión Geofísica Mexicana, A.C. ISSN 0186-1891 (La Unión Geofísica Mexicana, UGM, es la Sociedad Civil no lucrativa de los profesionales de la Geofísica y Ciencias de la Tierra). **GEOS** es una publicación trimestral -apoyada por el CICESE (División de Ciencias de la Tierra y División de Oceanología), UNAM (Coordinación de la Investigación Científica; Institutos de Geofísica, Geología, Geografía, Ciencias del Mar y Limnología e Ingeniería; Centro de Ciencias de la Atmósfera; y Facultad de Ingeniería), Instituto de Investigaciones Eléctricas, Comisión Federal de Electricidad, Consejo de Recursos Minerales y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

GEOS, Boletín Informativo de la UGM publica artículos y notas de investigación, divulgación, comentarios, noticias, opiniones, anuncios y aspectos relevantes para la vinculación y difusión de la actividad científica y docente de las Ciencias de la Tierra. Los trabajos de investigación y divulgación enviados para publicación no deben de exceder 20 páginas (número de palabras por página 1050) en el formato de la revista. Los primeros serán arbitrados por duplicado, mientras que los de divulgación serán arbitrados por un especialista. Las figuras deben de ser en blanco y negro y de buena calidad.

En el caso de noticias, comentarios u otro tipo de escritos, los manuscritos no deben de exceder cuatro cuartillas. Todos los trabajos deberán ser enviados a los editores, quienes turnarán los documentos a los editores de área para su arbitraje.

Toda correspondencia dirigirla a:

Luis A. Delgado Argote
Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra
Km. 107 Carretera Tijuana-Ensenada,
Ensenada, 22860, Baja California, México
Tel. (61) 745-050, Ext. 26060
E-mail: ldelgado@cicese.mx

Luis A. Delgado Argote
y
Juan García Abdeslem
Editores

COMITE EDITORIAL

Harald Böhnelt, Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, UNAM
Silvia Bravo, Estudios Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM
Noel Carbajal Pérez, Oceanografía Física, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
Oscar Campos, Geofísica de Exploración, Instituto de Geofísica, UNAM
Gerardo Carrasco, Vulcanología, Instituto de Geología, UNAM
Ana Luisa Carreño, Paleontología, Instituto de Geología, UNAM
Carlos Flores, Métodos Eléctricos y Electromagnéticos, CICESE
José Luis Frias Salazar, Cartografía, INEGI
Juan García Abdeslem, Gravimetría y Magnetometría, CICESE
René Garduño, Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Manuel Grajales N., Estratigrafía, IMP
Margarita López Martínez, Geoquímica, CICESE
Alejandro Hinojosa Corona, Sistemas de Información Geográfica, CICESE
Miguel Lavín, Oceanografía, División de Oceanología, CICESE
Luis Munguía Orozco, Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Jorge Ledesma Vázquez, Sedimentología, Facultad de Ciencias Marinas, UABC
Guillermo Pérez, Exploración Petrolera, PEMEX
Domitilo Pereyra, Meteorología, Universidad Veracruz-Jalapa
Francisco José Sánchez Sesma, Ingeniería Sísmica, UNAM
Miguel Téllez, Sedimentología, UABC
Gustavo Tolson, Geología Estructural, Instituto de Geología, UNAM
Carlos Suárez Plascencia, Riesgo Geológico, Universidad de Guadalajara
Héctor Pérez de Tejada, Estudios Espaciales, Instituto de Geofísica, UNAM

Victor Manuel Frías Camacho
María Cristina Álvarez Astorga
APOYO TÉCNICO EDITORIAL

INDICE

EDITORIAL	95
ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN	
SEDIMENTACIÓN CONTINENTAL SOBRE LA SUPERFICIE DE EROSIÓN JACUMBA-LA RUMOROSA DEL PALEÓGENO EN EL NORTE DE SIERRA JUÁREZ, BAJA CALIFORNIA	96
<i>J.G.H. Romero-Espejel y A. Martín-Barajas</i>	
ARTÍCULOS DE DIVULGACIÓN	
MAPAS ANUALES DE SISMICIDAD PARA LA REGIÓN FRONTERIZA DE AMBAS CALIFORNIAS	112
<i>J. Frez C. y V.M. Frías-Camacho</i>	
EL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO: UN PROYECTO MULTIDISCIPLINARIO	131
<i>Gerardo J. Aguirre-Díaz, Luca Ferrari, Stephen A. Nelson, Gerardo Carrasco-Núñez, Margarita López-Martínez y Jaime Urrutia-Fucugauchi</i>	
NOTAS CORTAS	
CUARTA OLIMPIADA DE CIENCIAS DE LA TIERRA O LAS QUEJAS DE ATENEA	139
<i>Enrique Gómez Treviño</i>	
UNIDAD EN CIENCIAS DE LA TIERRA: UNICIT	145
- UNA BREVE PRESENTACIÓN - <i>Harald Böhnelt y Birgit Steinich</i>	
REPORTES	
SISMICIDAD DEL NOROESTE DE MÉXICO	148
<i>GRUPO RESNOM</i>	
ERRATA	151
NOTICIAS DE LA UGM	
DIRECTORIO DE MIEMBROS DE LA UGM 1998	152
COMUNICACIONES	
PRIMERA REUNIÓN NACIONAL DE CIENCIAS DE LA TIERRA	159
XIII CONGRESO NACIONAL DE POSGRADO	161
REUNIÓN ANUAL 1998, UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.	163
V REUNIÓN INTERNACIONAL SOBRE GEOLOGÍA DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA	165
INSTRUCCIONES PARA AUTORES DE ARTÍCULOS	170
FORMA DE ARBITRAJE	172

EDITORIAL

Parece que las cosas nos están saliendo bien con la Olimpiadas de Ciencias de la Tierra. Este año la UGM efectuó la cuarta en Ensenada, Baja California, la primera en Taxco, Guerrero, y se espera que también durante este año se puedan efectuar en Linares, N.L., Querétaro, Qro., Pachuca, Hgo. y en Guadalajara, Jal. A tres años de distancia de la primera olimpiada, este mes recordamos también el tercer aniversario del fallecimiento de Pancho Medina, a quien debemos gran parte de la realización del primer evento. La logística de la primera olimpiada quedó en manos del Colegio de Bachilleres, en cuyas instalaciones se hizo el evento. En ese primer ensayo se registró la mayor participación de estudiantes, mientras que en la segunda fue la menor, y en la tercera y la cuarta se mantuvo un nivel medio de participación. Interpretamos que al hacer la primera en las instalaciones de una preparatoria, tanto estudiantes como profesores encontraron un ambiente familiar y su participación fue mayor. Al trasladar el evento a las instalaciones del CICESE la población bajó. En las dos últimas ocasiones, hemos observado que los profesores han hecho una selección de estudiantes para prepararlos de acuerdo con sus participaciones anteriores. El resultado es que en algunas escuelas se han formado círculos de estudio sobre Ciencias de la Tierra para ser más competitivos en las olimpiadas. También se dan casos curiosos, como el de un estudiante de una preparatoria técnica en donde no se imparte ninguna materia relacionada con las Ciencias de la Tierra. Este estudiante, quien se enteró de la competencia el día anterior, y sin conocer la guía ni saber las características del evento, además de no tener un profesor que lo respaldara, obtuvo el segundo lugar en el concurso de 1997.

A tres años de la primera olimpiada, nos estimula saber que algunos participantes han iniciado licenciaturas relacionadas con las Ciencias de la Tierra y que ahora, algunas preparatorias del Estado están incluyendo dentro de su presupuesto de actividades extracurriculares la participación en nuestras olimpiadas anuales.

De seguir así, no se ve muy lejana la fecha en que podamos organizar olimpiadas nacionales y así contribuir en la divulgación y enseñanza de nuestras disciplinas de trabajo.

SEDIMENTACIÓN CONTINENTAL SOBRE LA SUPERFICIE DE EROSIÓN JACUMBA-LA RUMOROSA DEL PALEÓGENO EN EL NORTE DE SIERRA JUÁREZ, BAJA CALIFORNIA

J.G.H. Romero-Espejel y A. Martín-Barajas

Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

E-mail: hromero@cicese.mx

E-mail: amartin@cicese.mx

RESUMEN

Los depósitos terciarios sobre el basamento mesozoico en el norte de Baja California y sur de California representan un periodo de erosión continental del Cretácico Tardío al Oligoceno-Mioceno, que fue interrumpido por el volcanismo del Mioceno y por la extensión continental asociada al protogolfo de California.

La secuencia estratigráfica en el norte de Sierra Juárez está compuesta por tres unidades mutuamente discordantes de distribución irregular y espesores típicamente menores a 30 m. Una arcosa basal pobremente clasificada (grus) es producto de la desintegración mecánica de un plutón tonalítico y representa parte del periodo de exhumación del basamento cristalino. La arcosa subyace a una secuencia conglomerática fluvial en la parte norte y a una litarenita feldespática con pómez en la parte oriental. La litarenita se acumuló en depósitos aluviales locales incorporando pómez a los sedimentos retrabajados de la arcosa basal. La secuencia conglomerática es de origen fluvial y está compuesta predominantemente por clastos de rocas metasedimentarias y metavolcánicas exóticas procedentes de Sonora. Esta unidad incluye a un horizonte tobáceo en la cima que permite su correlación con la litarenita con pómez y ambas unidades subyacen a flujos basálticos del Mioceno temprano cortados por las fallas del Escarpe Principal del Golfo.

Con base en la similitud litológica y estratigráfica, además de la ausencia de clastos tipo Poway que caracterizan a los depósitos eocénicos, la secuencia conglomerática en el norte de Sierra Juárez se correlaciona con las gravas Table Mountain del sur de California. El contenido de volcánoclastos hacia la cima y la concordancia aparente de los estratos con los flujos basálticos del Mioceno temprano permiten sugerir una edad cercana, por lo que se propone que los depósitos continentales en el norte de Baja California y sur de California son más jóvenes hacia el oriente y que la paleosuperficie de erosión Jacumba-La Rumorosa se extendía a través del actual Escarpe Principal del Golfo.

INTRODUCCIÓN

Los depósitos clásticos que sobreyacen al basamento ígneo-metamórfico en el norte de Baja California y sur de California son esencialmente de tipo conglomerático y presentan edades del Cretácico tardío al Mioceno temprano (Gastil *et al.*, 1975; Yeo, 1984; Abbott *et al.*, 1989). La secuencia estratigráfica en las regiones de San Diego y Tijuana representan una sedimentación más o menos continua a través de la transición del Cretácico al Terciario (Gastil *et al.*, 1975; Yeo, 1984). Sin embargo, hacia el oriente y hasta el Escarpe Principal del Golfo (EPG), la edad de los depósitos no se conoce y las correlaciones se basan en el contenido ocasional de clastos exóticos a las Sierras Peninsulares (Minch, 1972; Gastil *et al.*, 1975; Abbott *et al.*, 1989) (Figuras 1-3).

Algunas implicaciones de la estratigrafía postbatolítica en la costa y en la vertiente del Pacífico de las Sierras Peninsulares son: 1) permite definir la duración del periodo de erosión entre el Cretácico tardío y el Paleógeno (Yeo, 1984); 2) registra la remoción de una potente sección de rocas prebatolíticas y el levantamiento que exhumó y removió parte de los granitoides

cretácicos (Gastil *et al.*, 1975; Romero-Espejel, 1997); 3) define la transición hacia el poniente de ambientes fluviales a ambientes parálcos y marinos del Cretácico Tardío (Bottjer y Link, 1984) y del Eoceno (Abbott *et al.*, 1983; 1989); 4) el drenaje se efectuó a través de sistemas fluviales provenientes de Sonora antes de la formación del EPG (Minch, 1972); 5) las características texturales y fosilíferas de los conglomerados permiten diferenciar distintos conjuntos litológicos y edades relativas de los depósitos cretácico-eocénicos en la región de San Diego (Peterson, 1970); 6) los depósitos permiten reconstruir la paleogeografía de la margen continental del Cretácico tardío (Bottjer y Link, 1984) y del Neógeno (Cole y Armentrout, 1979).

Varios trabajos han indicado la existencia de depósitos conglomeráticos sobre el basamento ígneo-metamórfico en la región norte de Baja California y sur de California (Figuras 1-3). Minch (1972) fue el primero que relacionó a todos estos afloramientos con remanentes de una superficie posiblemente continua, notando que las secuencias conglomeráticas están cubiertas por rocas volcánicas miocénicas en algunas localidades, por lo que su edad podría ser tan vieja como Cretácico tardío o tan joven como Mioceno temprano (Gastil *et*

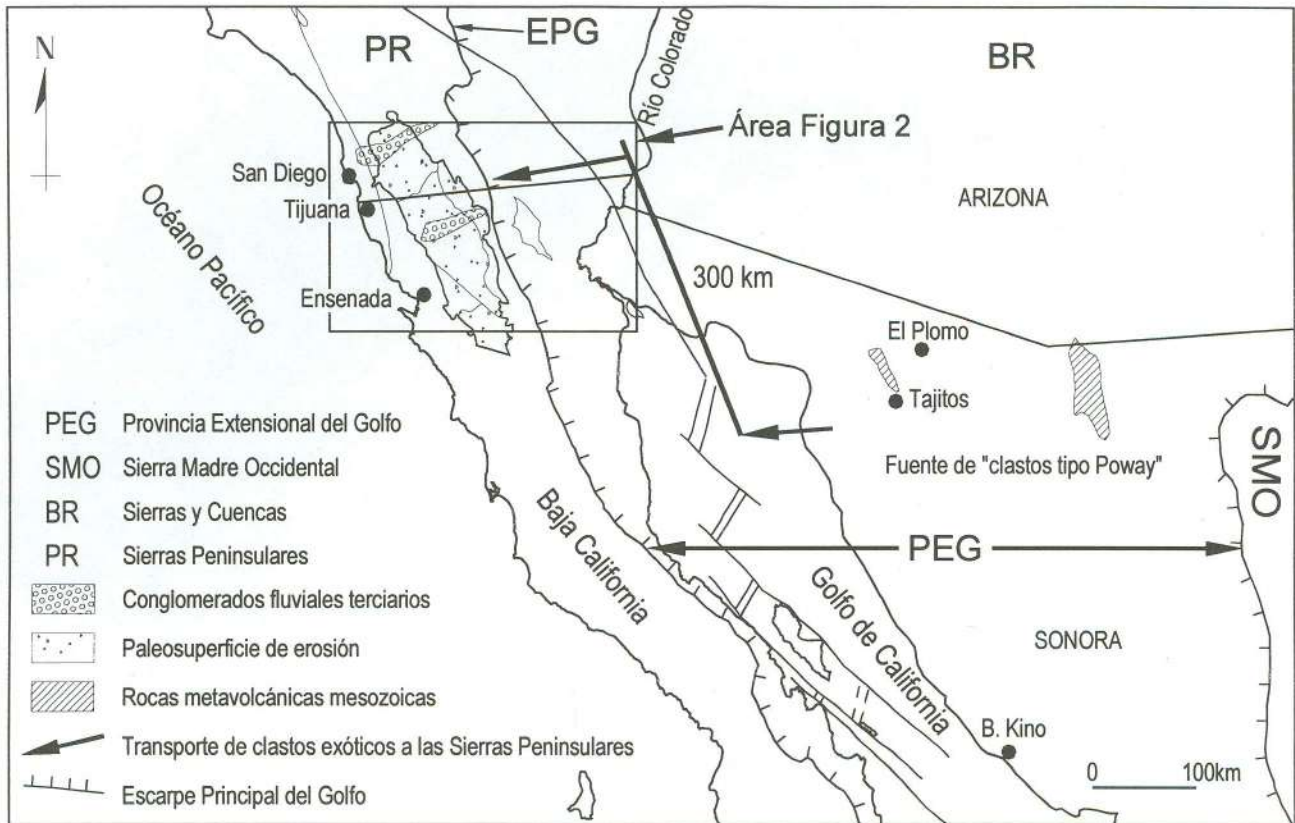


Figura 1. Mapa índice con el marco tectónico regional mostrando la ubicación de la paleosuperficie de erosión del Cretácico tardío al Mioceno temprano (?) y su relación con la posible fuente de proveniencia de los clastos exóticos "tipo Poway" a las Sierras Peninsulares.

al., 1975; Abbott *et al.*, 1989). Minch (1972) también propuso que la paleosuperficie de erosión durante el Terciario temprano descendía hacia el Océano Pacífico, pero fue dividida por el fallamiento en tres regiones: la paleosuperficie Ballena-Las Palmas en la parte occidental, San Rafael-El Rodeo en la parte sur, y Jacumba-La Rumorosa-Laguna Hansen, en el este. Esta última es paralela al escarpe y actualmente presenta un drenaje inducido hacia el Golfo de California (Figura 2).

Minch (1972) utilizó el nombre descriptivo "Gravels" para referirse a los depósitos conglomeráticos sobre el basamento y en este trabajo se utilizó su traducción literal a gravas, como el nombre informal y equivalente a conglomerado, ya que muchos de estos depósitos están bien consolidados. El tipo y la abundancia de los clastos en cada una de las superficies permiten sugerir cuencas independientes con secuencias conglomeráticas distintivas (Minch, 1972): 1) las gravas Ballena en la región de San Diego, California, 2) las gravas Las Palmas al sur de Tecate en Baja California, 3) las gravas Table Mountain entre La Rumorosa, Baja California y Jacumba, California y 4) las gravas El Rodeo en Santa Catarina, Baja California (Figura 2).

Las secuencias Table Mountain y El Rodeo subyacen a depósitos volcánicos del Mioceno temprano. Las gravas Ballena y Las Palmas representan depósitos de canal de un sistema fluvial del Eoceno tardío, mientras que en El Rodeo y Table Mountain las gravas se asocian a depósitos de pedimento, pero

su rango de edad puede ser más amplio y estar comprendido entre el Cretácico y el Mioceno temprano (Minch, 1970; McDonough y Abbott, 1989). La imbricación de clastos en los conglomerados Ballena y Las Palmas indica transporte hacia el oeste-suroeste, con el flujo subparalelo al eje este-oeste de los afloramientos.

La correlación de los depósitos continentales con las formaciones del Cretácico tardío al Mioceno temprano de la margen continental del Pacífico (Figura 3) es difícil de establecer debido a la falta de edades absolutas en las primeras. En la margen del Pacífico, las rocas conglomeráticas de las formaciones Redonda y Luzardi incluyen clastos de basamento que indican una superficie de erosión bien desarrollada y sujeta a procesos fluviales desde el Cretácico tardío (Gastil *et al.*, 1975; Yeo, 1984; Martín-Barajas y Delgado-Argote, 1995).

La presencia de clastos exóticos en la región peninsular, en especial los "clastos tipo Poway" (Abbott *et al.*, 1983; 1989), ha sido utilizada en reconstrucciones de fuente y para establecer desplazamientos a través del Golfo de California. El término "clastos tipo Poway" fue aplicado para identificar sólo a fragmentos de una metatoba riolítica color rojo a café, densamente soldada y de textura porfídica con fenocristales de plagioclasa y cuarzo. Estos clastos se presentan en el Grupo Poway y la Formación Mount Soledad del área de San Diego, California (Abbott *et al.*, 1983). La abundancia relativa y la

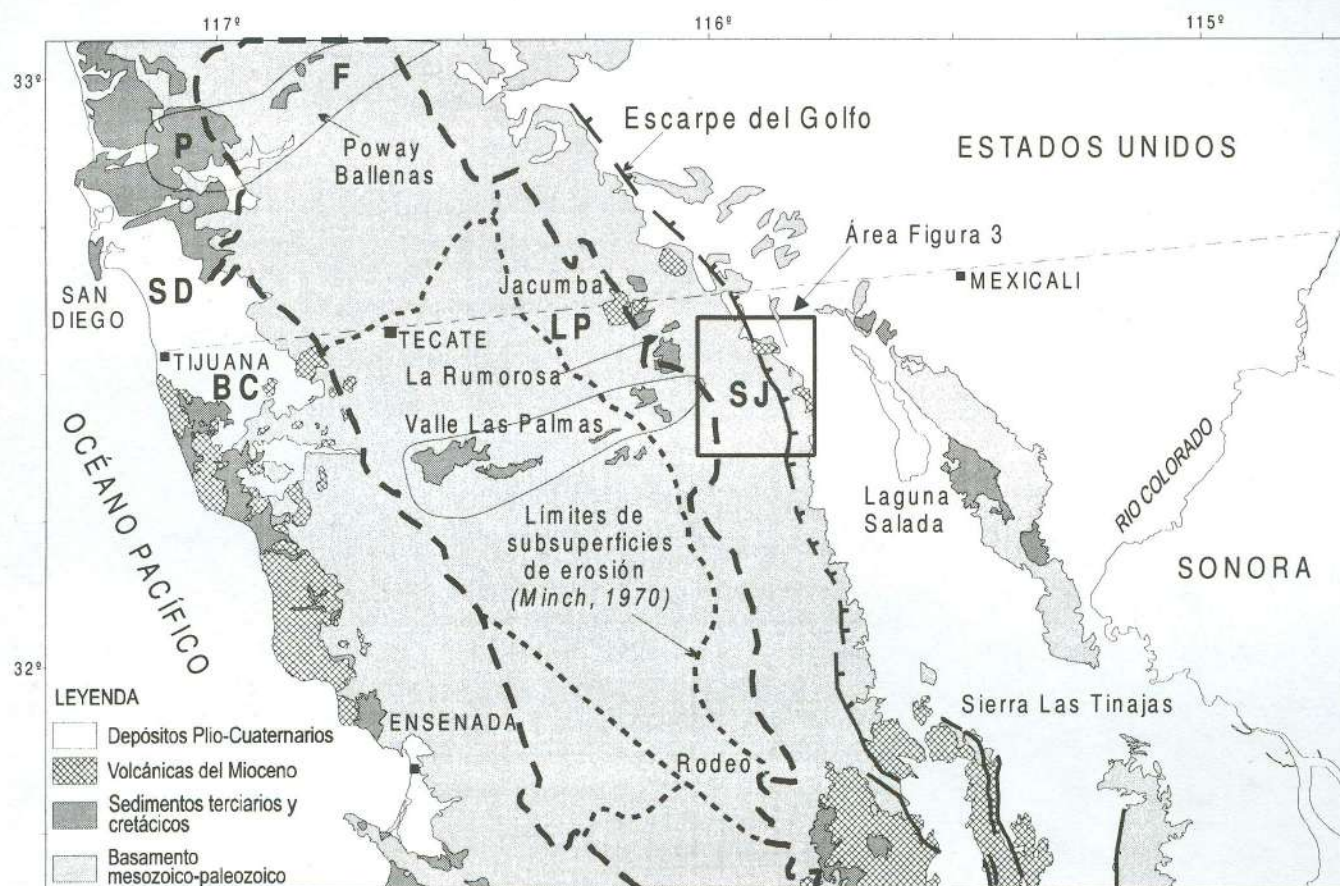


Figura 2. Mapa de ubicación de las localidades con depósitos continentales en el norte de Baja California y sur de California. La figura muestra el área de estudio en la parte norte de Sierra Juárez en el contexto de las subsuperficies de erosión definidas por Minch (1972). Las columnas estratigráficas para SD, BC, LP, P, F y SJ se muestran y correlacionan en la Figura 3. La distribución de unidades litológicas es de Martín-Barajas y Delgado-Argote (1995).

distribución restringida de este tipo de clastos se ha utilizado como marcador temporal para distinguir los conglomerados eocénicos de los cretácicos (Peterson, 1970). Sin embargo, en muchos autores han usado el término indiscriminadamente y lo extienden a cualquier fragmento rojizo de composición riolítica e incluso dacítica (Abbott *et al.*, 1983).

Las edades Pb- α obtenidas por DeLisle *et al.* (1965, en: Minch, 1972) en clastos de la metarriolita Poway indican una edad del Permo-Triásico, aunque otras edades obtenidas tienen un rango de variación más amplio (Abbott *et al.*, 1983). Otra edad para los clastos de metarriolita se obtuvo con diagramas de concordia de U/Pb en 155 ± 3.4 Ma (Jurásico tardío) (Abbott *et al.*, 1989). La edad de los afloramientos de la "roca fuente" en la región de Tajitos, Sonora varía entre 131 y 127 Ma (K/Ar) (Merriam, 1972; Abbott *et al.*, 1983) (Figura 1). Las edades K/Ar obtenidas en las riolitas de Sonora y las edades de 98 a 55 Ma obtenidas de los clastos en la región de San Diego, California, se interpretaron como la profundización del nivel de erosión, hasta denudar a rocas que proporcionaron edades de bloqueo más jóvenes (Abbott *et al.*, 1983; 1989). La diferencia litológica y el rango de edades K/Ar de 173 a 103

Ma (Abbott *et al.*, 1983) en clastos de las gravas Las Palmas del norte de Baja California permiten sugerir que los clastos de metarriolita en los conglomerados del sur de California y del norte de Baja California provienen de fuentes diferentes (Abbott *et al.*, 1983; 1989).

Las gravas Table Mountain y las volcánicas Jacumba que sobreyacen al basamento en la región de La Rumorosa, Baja California y Jacumba, California, fueron estudiadas por Minch (1972) y Gastil *et al.*, (1975). Sin embargo, no se han descrito los depósitos conglomeráticos entre el basamento y las rocas volcánicas terciarias en la región del escarpe de Sierra Juárez.

Este trabajo describe la distribución y las variaciones litológicas de la secuencia sedimentaria continental que cubre a las rocas del basamento Mesozoico en la región norte del escarpe de Sierra Juárez, con la finalidad de verificar la extensión de la paleosuperficie de erosión a través del escarpe, hasta la margen noroeste de Laguna Salada (Figura 2). Este objetivo también permitirá constreñir la edad de los depósitos fluviales y proponer su ubicación estratigráfica y su correlación con otras unidades descritas entre el EPG y la costa del Pacífico.

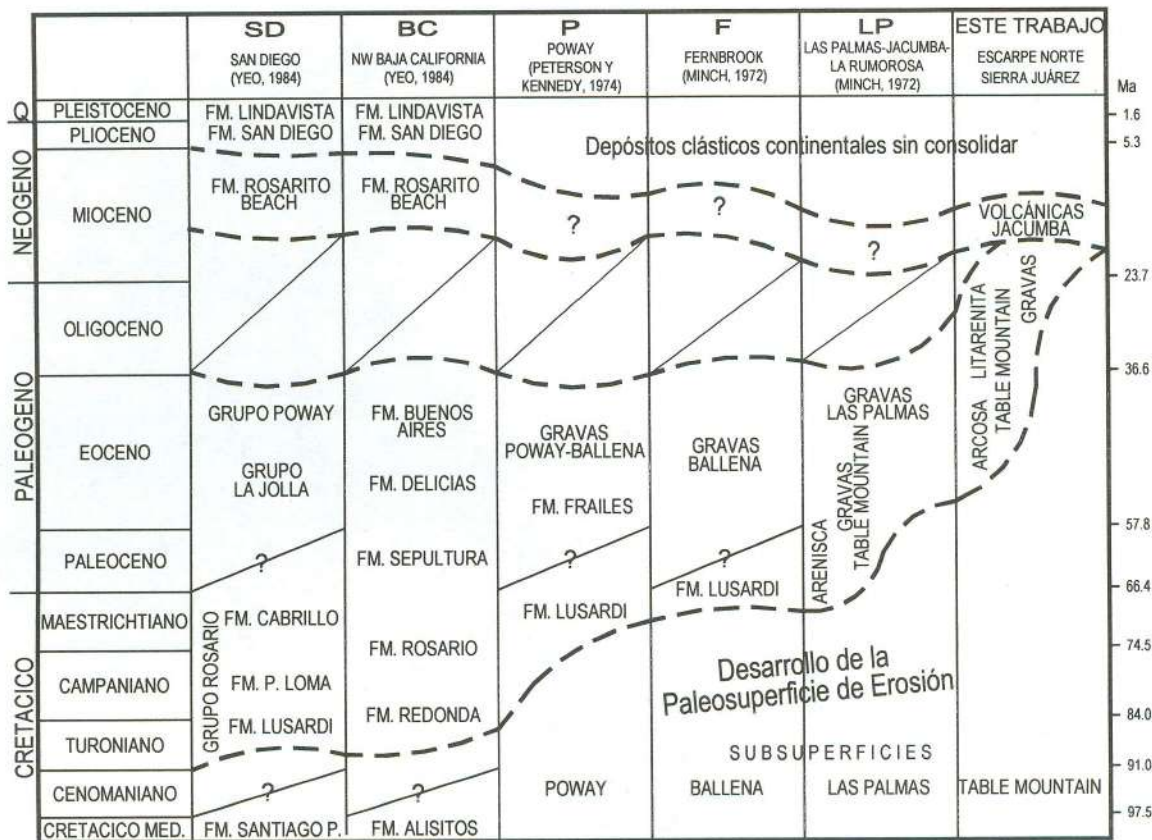


Figura 3. Compilación de la estratigrafía postbatolítica en la región norte de Baja California y sur de California. Esta tabla enfatiza la posible correlación de procesos y secuencias de oriente a poniente, a través de la Península de Baja California. La ubicación de estas columnas se muestra en la Figura 2. La línea discontinua indica discordancia.

METODOLOGÍA

La cartografía geológica se realizó a escala 1:25,000, utilizando como base las cartas topográficas escala 1:50,000 El Centinela (I11D64), La Poderosa (I11D74) y Neji (I11D73) (CETENAL, 1972-1980). En el campo se efectuaron 16 conteos de clastos *in situ* en los conglomerados. Los conteos se realizaron en tres fracciones principales: clastos mayores de 3 cm, guijarros entre 3 y 0.2 cm y matriz arenosa a la fracción menor a 2 mm (Tablas 1 y 2). Los clastos se agruparon según su composición litológica, color y textura a escala macroscópica. El conteo de los clastos >3 cm se realizó en una superficie de 1m² sobre una población de ~200 clastos. Para los clastos tamaño guijarro (<3 cm) se contaron ~300 puntos en superficies más pequeñas (<0.25 m²).

El análisis modal para las arenas se efectuó en nueve muestras representativas de las tres unidades de la secuencia, con un promedio de 300 puntos por lámina, según el método de Gazzi-Dickinson (Ingersoll *et al.*, 1984) (Tabla 2). La interpretación de la proveniencia de las areniscas se realizó según los diagramas de Dickinson y Suczeck (1979) y Dickinson (1988). La terminología para los conglomerados es la propuesta por Boggs (1992) y el término diamectita se refiere a rocas conglomeráticas con clastos soportados por matriz arenosa.

MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

La zona de estudio se ubica en el Cinturón Cordillerano, que tiene una historia común de procesos de acreción continental, magmatismo y levantamiento cortical durante el Mesozoico (Suppe, 1985). La parte oriental del Batolito Peninsular está constituida por granitoides de composición tonalítica con edades K/Ar menores a 70 Ma (Gastil *et al.*, 1991). La actividad orogénica asociada a una fase compresiva mesozoica, contemporánea al emplazamiento de los plutones, produjo un fuerte relieve y el levantamiento y erosión de la cubierta prebatolítica. Los fragmentos de rocas de basamento en las formaciones del Cretácico tardío que afloran en la costa del Pacífico sugieren que incluso parte de los granitoides fue removida para finales del Cretácico (Gastil *et al.*, 1975; Yeo, 1984). En este proceso, el relieve producido por el arco volcánico y la deformación compresiva se redujeron en forma considerable para el Eoceno, formando una paleosuperficie de erosión surcada por drenaje fluvial que transportó los sedimentos hacia la vertiente del Pacífico (Minch, 1972).

Entre el Eoceno y el Mioceno en el suroeste de Estados Unidos y noroeste de México se registra un proceso de extensión continental que provocó la formación de sierras y cuencas (Gans, 1997). Sin embargo, los estudios geológicos en Baja California

Tabla 1. Estimación macroscópica y conteos modales para las areniscas de la Secuencia Clástica Inferior en Sierra Juárez

					Proporciones modales normalizadas de arenas								
		Macroscópica (%)			Arena-Matriz (%)			Arena (%)			Líticos (%)		
Muestra	Unidad	>2mm	Matriz	Arena	Matriz	Lítico	Cristal	Q	F	Lt	Li	Lm	Lv
125-1	Litarenita	10	20	70	20	20	60	42.9	28.6	28.6	20.0	0.0	80.0
132-1	Litarenita	10	10	80	12	20	70	44.3	29.5	26.2	20.0	15.0	65.0
159-2	Litarenita	8	30	62	30	25	45	33.3	25.0	41.7	10.7	0.0	89.3
220-4	Litarenita	10	8	82	10	51	41	23.2	15.9	61.0	5.70	47.2	47.2
221-3	Arcosa	35	20	45	23	6	74	58.2	36.4	5.50	62.5	0.00	37.5
232-1	Arcosa	10	30	60	35	5	65	57.9	38.6	3.50	71.4	0.00	28.6
347-b	Conglomerado (base cg)	7	20	73	20	50	30	20.0	13.3	66.7	3.90	76.9	19.2
347-i	Conglomerado (media cg)	15	25	60	25	40	35	23.9	16.4	59.7	7.00	46.5	46.5
347-c	Conglomerado (cima cg)	8	25	67	25	40	35	26.9	13.4	59.7	4.80	35.7	59.5

Q = Cuarzo; F = Feldespatos; Lt = líticos totales; Li = líticos granitoides; Lm = líticos metamórficos; Lv = líticos metavolcánicos; conglomerado = matriz arenosa de la Unidad Conglomerática; Macroscópica = estimación visual; conteos modales con 200 < n < 400; cg = conglomerados.

Tabla 2. Estimación macroscópica y conteos modales de clastos conglomeráticos para la Unidad Conglomerática de la Secuencia Clástica Inferior en Sierra Juárez

Muestra	Facies	Normalizado a:										
		Macroscópica			Clastos <3 cm			Clastos >3 cm				
		%Mat	%<3	%>3	Ls	Li	Lv	Ls	Li	Lv	Qp	Ls
132-1	Cg	23	18	59	32.4	3.7	63.8	28.2	3.7	68.1	3.7	68.1
340-1	Cg	15	15	70	74.3	5.5	20.2	61.5	5.5	33.0	5.5	61.5
340-2	Cg	15	15	70	71.4	6.4	22.2	54.1	6.3	40.5	6.3	53.2
340-3	Cg	15	15	70	70.3	6.3	23.4	57.8	6.3	36.9	6.3	56.8
345-1	Cg	25	15	60	10.0	1.4	88.5	7.8	1.5	90.7	1.4	90.8
345-2	Cg	30	25	45	39.0	7.3	53.7	30.9	7.3	61.8	7.3	61.8
348-1	Cg	10	15	75	24.0	3.9	72.1	21.2	3.9	75.0	3.9	75.0
343-1	Ar-Cg	50	30	20	59.8	7.1	33.0	55.4	7.1	37.5	7.1	37.5
347-b	Ar-Cg	84	4	12	64.6	6.4	29.1	64.6	6.4	29.1	6.4	35.5
347-i	Ar-Cg	48	12	40	59.2	7.5	33.3	59.2	7.5	33.3	7.5	40.8
347-c	Ar-Cg	32	16	52	30.7	4.0	65.3	30.7	4.0	65.3	4.0	70.7
349-1	Ar-Cg	15	15	70	50.0	4.4	45.6	43.9	4.4	51.8	4.4	51.8
341-1	Dia	55	15	30	44.6	5.0	50.5	43.1	1.0	55.6	1.0	55.0
341-2	Dia	55	15	30	22.4	2.0	75.6	21.4	2.0	76.6	2.0	76.6
341-3	Dia	15	15	70	40.4	0.8	58.8	40.1	1.0	58.3	1.0	58.9
343-2	Dia	50	20	30	55.6	12.8	31.6	51.3	12.8	35.9	12.8	35.9

%Mat = matriz < 2mm; %<3 = Clastos 2mm < n < 3 cm; %>3 = Clastos > 3 cm; Li = Líticos granitoides; Lv = Líticos metavolcánicos; Qp = Cuarzo policristalino; Ls = Líticos metasedimentarios; Dia = Diamectita; Macroscópica = Estimación Visual; Conteos Modales con 200 < n < 400.

sugieren que el proceso de extensión se inició hasta el Mioceno medio (Lee *et al.*, 1995; Bryant, 1986; Stock y Hodges, 1989; Henry y Aranda-Gómez, 1992), durante y posteriormente a la actividad del arco volcánico miocénico. Este proceso de extensión debió interrumpir el transporte de sedimentos procedentes de Sonora-Sinaloa hacia la costa del Pacífico y favoreció la acumulación de terrígenos en las cuencas de la Provincia Extensional del Golfo (PEG).

Al parecer, este patrón de erosión y sedimentación es de alcance regional y se ha reconocido que los depósitos postbatolíticos al poniente del escarpe incluyen una unidad de areniscas feldespatíticas producto de la desintegración de los granitoides y su acumulación *in situ* a lo largo de la parte centro oriental de Baja California. Dorsey y Burns (1994) propusieron el nombre de Formación Mesa para los depósitos arcósicos que subyacen a las rocas volcánicas del Mioceno, las cuales se correlacionan con el Grupo Comondú en Baja California Sur (c.f. Hausback, 1984).

Aunque aún se desconocen los detalles de la evolución del Golfo de California y de la transferencia de la península a Placa

Pacífico, se sabe que el proceso de extensión siguió a la terminación de la actividad volcánica ligada a la subducción de la placa Farallón-Guadalupe bajo el continente hacia los ~16 Ma (Sawlan, 1991). Las primeras evidencias de extensión de la corteza se ubican en forma puntual en sitios de la actual PEG (ver Lee *et al.*, 1995 para una síntesis de éstas) y definen una edad de ~15 Ma que es consistente con la terminación del volcanismo orogénico del Mioceno en Baja California. Con base en la correlación de los depósitos conglomeráticos con los "clastos tipo Poway" en Baja California y California, y la posible fuente de los clastos en Sonora, el desplazamiento a lo largo del sistema de fallas transformes y los centros de dispersión del Golfo se estima en ~300 km hacia el N-NW (Figura 1) (Gastil *et al.*, 1975; Abbott *et al.*, 1983; 1989; Bryant, 1986; Powell, 1993).

El escarpe entre Sierra Juárez y Laguna Salada comprende una zona de fallas normales subparalelas de ~5 km de anchura (Romero-Espejel, 1997). Esta zona de falla marca el límite occidental de la PEG en esta latitud (Figuras 2 y 4). En la zona de estudio no se conoce la edad de las rocas volcánicas, pero por correlación con las rocas volcánicas del área de Jacumba,

al norte de la frontera con E.U., se infiere que los basaltos en la zona de estudio tienen una edad de ~18 Ma (Hawkins, 1970). Los basaltos de Jacumba sobreyacen a una toba dacítica con edad K/Ar de 18.5 ± 0.9 Ma a 18.6 ± 0.8 Ma (Minch, 1972). Las rocas volcánicas del extremo sur de Sierra Juárez incluyen basaltos y conglomerados en la base, depósitos volcanoclásticos con tobas riolíticas y traquibasaltos en la cima. La edad obtenida de los basaltos de la cima es de ~11 Ma y la edad de los depósitos epiclásticos (lahares) es de ~16 Ma (Mendoza-Borunda y colaboradores, datos no publicados). Los basaltos de la base en el extremo sur de Sierra Juárez podrían correlacionarse con los basaltos de La Rumorosa.

ESTRATIGRAFÍA EN EL NORTE DE SIERRA JUÁREZ

Las rocas sedimentarias terciarias en el área de estudio comprenden tres unidades litológicas distintas: una arcosa o grus, una litarenita y una secuencia con intercalaciones de arenisca, diamictita, brecha y conglomerado denominada informalmente secuencia conglomerática (Figura 4). Estas unidades sobreyacen en discordancia a las rocas del basamento Mesozoico y subyacen a las rocas volcánicas de composición basáltica del Mioceno.

Las rocas del basamento Mesozoico cubren más del 50% del área de estudio, comprenden rocas metamórficas de facies de anfibolita y granitoides cretácicos de composición esencialmente tonalítica (Figura 4). Las rocas metamórficas varían desde gneisses y esquistos en las inmediaciones del contacto con los granitoides, hasta cuarcitas y esquistos en las partes alejadas (Romero-Espejel, 1997). Los granitoides en el área de estudio forman dos cinturones composicionalmente diferentes: tonalítico en la parte oriental y granodiorítico en la parte occidental del área de estudio (Romero-Espejel y Delgado-Argote, 1997).

La secuencia volcánica del Mioceno temprano sobreyace discordantemente a los conglomerados e incluye dos o tres derrames de basalto o andesita basáltica y diques alimentadores que cortan a los granitoides. Los flujos de lava tienen un espesor total de hasta 40 m, aunque lateralmente es muy irregular. Están distribuidos en una franja de 5 km de anchura por 15 km de largo sobre el escarpe (Figura 4) y definen un desnivel máximo de casi 1600 m entre la base del escarpe y la parte alta de la sierra. Los flujos de lava protegen de la erosión a la secuencia sedimentaria clástica que está pobremente consolidada. La resistencia diferencial al intemperismo entre las dos secuencias provoca que gran parte de los afloramientos de rocas clásticas se encuentren cubiertos por depósitos de talud derivados de las rocas volcánicas (Figura 4).

En ningún caso se observó a las rocas volcánicas descansando directamente sobre el basamento. Dado que los depósitos de talud impiden seguir los contactos entre las rocas clásticas y las lavas, se desconoce el tipo de contacto y se infiere

que es discordante, aunque los flujos de lava son subparalelos a la estratificación (Figura 4).

Los sedimentos y las lavas en los bloques al pie del escarpe presentan buzamientos de hasta 30° hacia el oriente producidos por el fallamiento extensional, por lo que la deformación principal de la secuencia terciaria es postvolcánica y parece estar asociada al desarrollo de la cuenca Laguna Salada durante el Mioceno tardío-Plioceno (Axen y Fletcher, 1998).

La Secuencia Clástica Superior es postvolcánica e incluye depósitos continentales sin consolidar acumulados en los cambios de pendiente y en las partes bajas hacia la margen de Laguna Salada. También incluye depósitos de abanicos aluviales al pie de la sierra, depósitos eólicos y depósitos lacustres en las márgenes de Laguna Salada (Figura 4).

ESTRATIGRAFÍA DE LA SECUENCIA CLÁSTICA INFERIOR

La Secuencia Clástica Inferior (SCI) descrita en este trabajo incluye tres tipos de areniscas asociadas a las tres unidades principales. Los afloramientos de la secuencia sedimentaria son discontinuos a lo largo de un cinturón de ~5 km de anchura por 15 km de largo, ubicado hacia la parte media y baja del escarpe (Figura 4). En la parte alta de Sierra Juárez afloran dos remanentes de rocas terciarias cubriendo a granitoides en los cerros Teta de la India y La Plasta (Figuras 4 y 5), que corresponden a los afloramientos más meridionales del área estudiada por Minch (1972).

La SCI tiene un espesor muy variable, menor a los 30 m y está formada por tres unidades litológicamente distintas. En la base incluye una arenisca feldespática que subyace discordantemente en la parte norte a una unidad compuesta por la intercalación de areniscas de grano grueso, diamictitas y conglomerados pobremente estratificados (Figuras 6 y 7). La tercera unidad es una litarenita con clastos volcánicos y pómez, que sobreyace directamente a la arcosa en la parte oriental del área. Este depósito con lapilli pumicítico está interestratificado en la secuencia conglomerática (Figura 4, columnas b y c), por lo que la litarenita y la cima de la secuencia conglomerática serían contemporáneos, pero de ambientes de depósito distintos. Los fragmentos de pómez de la litarenita son similares a un depósito tobáceo de composición dacítica que aflora sólo localmente en el cerro Teta de la India en la parte alta de la sierra (Figura 4, columna a).

ARCOSA

La arcosa basal es predominantemente oligomictica de composición tonalítica, pobremente clasificada, con variaciones de arenisca de grano fino hasta conglomerática (Figura 7). Es de color amarillo ocre claro, presenta estructura masiva poco consolidada y espesores variables desde algunos centímetros hasta casi 10 m. La arcosa está constituida principalmente por cristales de plagioclasa y cuarzo, con hornblenda, biotita, clastos de tonalita y de rocas metavolcánicas en menor proporción

Sedimentación continental sobre la superficie de erosión Jacumba-La Rumorosa
del Paleógeno en el norte de Sierra Juárez, Baja California

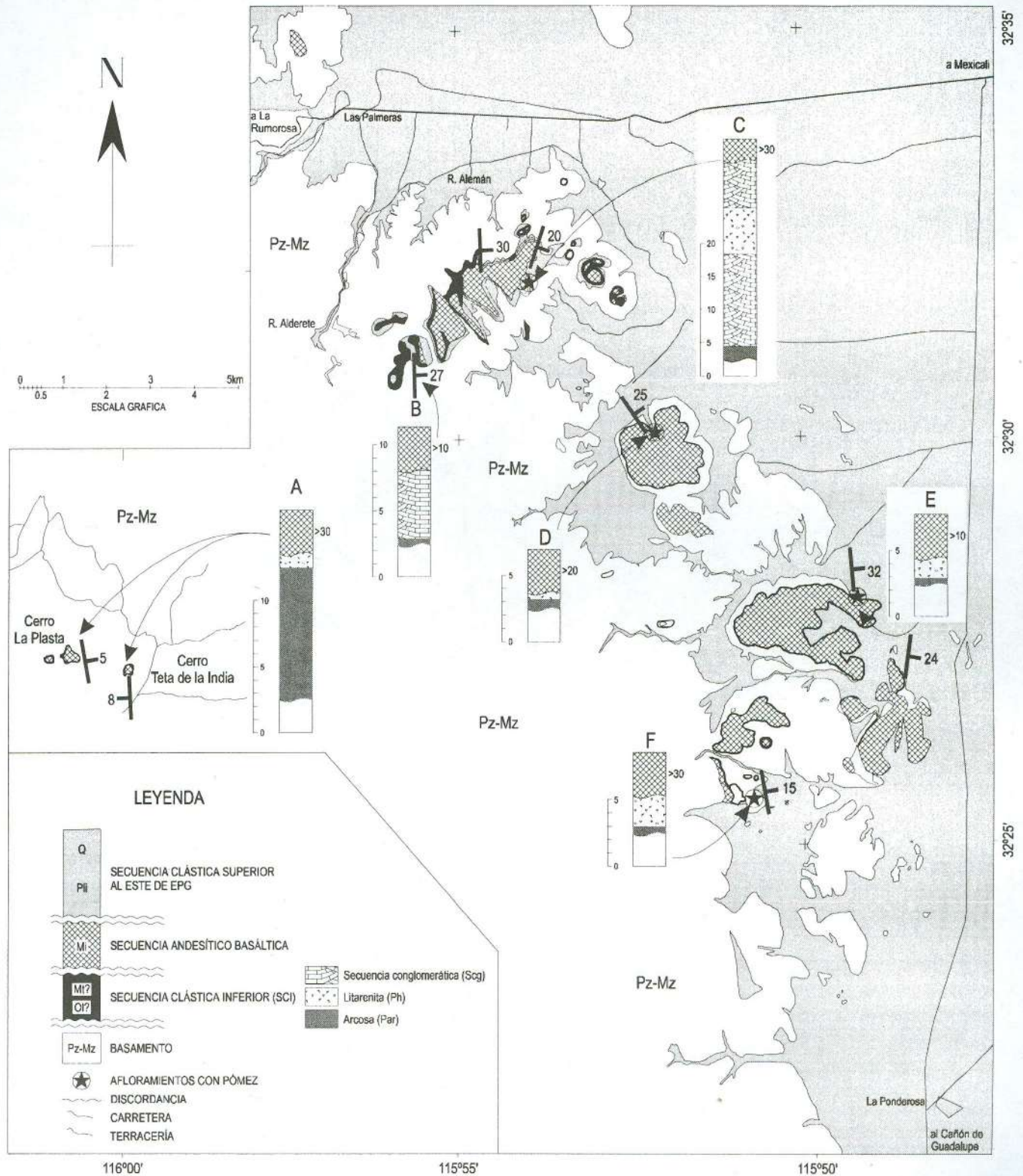


Figura 4. Mapa geológico simplificado de la región norte de Sierra Juárez y del Escarpe del Golfo. Las columnas estratigráficas corresponden a los afloramientos de la Secuencia Clástica Inferior (SCI). Los afloramientos se localizan principalmente en el Escarpe del Golfo, con dos pequeños afloramientos al sur de La Rumorosa, B.C. El desnivel topográfico a través del escarpe es de ~1600 m.

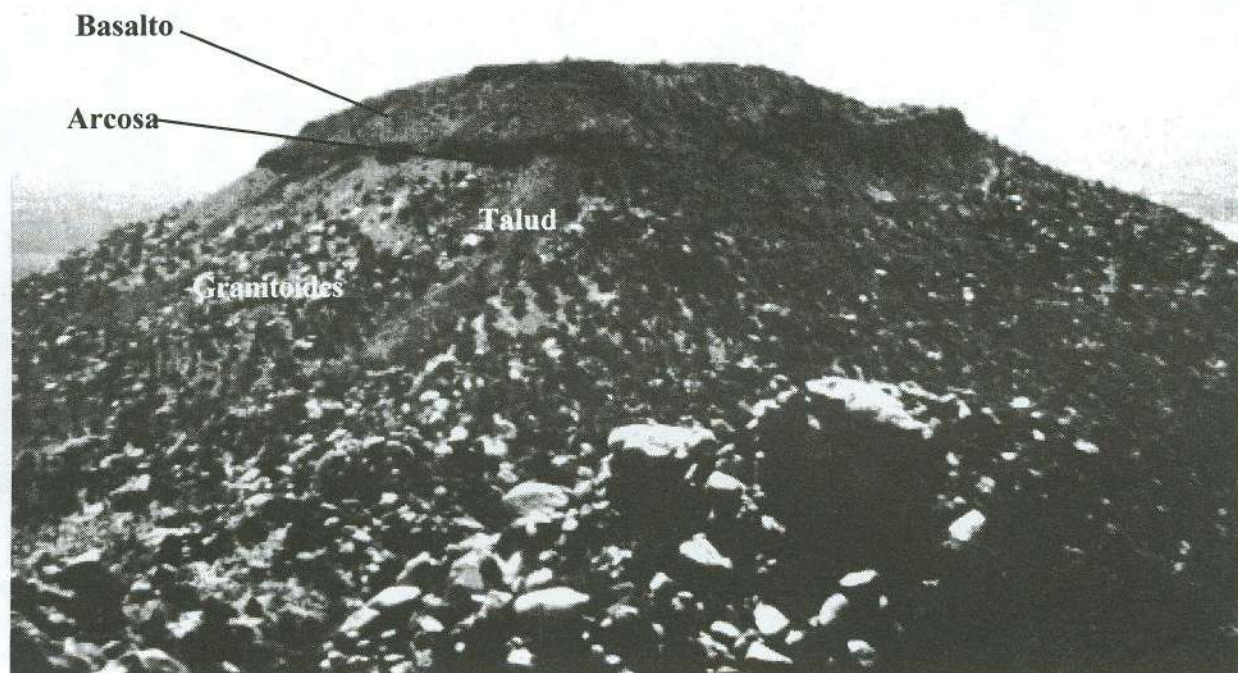


Figura 5. Cerro La Plasta (~1600 m sobre el nivel medio del mar) en la parte alta de Sierra Juárez. La figura muestra a los flujos de lavas basálticas de ~18 Ma sobreyaciendo a la arcosa o grus, ambas descansando sobre granitoides del basamento. La cobertura de los depósitos de talud sobre los contactos entre granitoides-arcosa y arcosa-basaltos.



Figura 6. Variaciones estratigráficas de la secuencia conglomerática de la parte norte de Sierra Juárez (~800 m s.n.m.), acumuladas en un canal fluvial entrecruzado con flujo hacia el occidente durante el Oligoceno-Mioceno temprano. Notar la falta de contactos regulares entre las unidades de areniscas (ar), diamectitas (dia), conglomerados (cg) y cuerpos lenticulares.

(Tabla 1, Figura 4a-c). Contiene hasta un 30% de matriz limo-arcillosa y localmente está cementada por carbonatos. Esta unidad subyace a las rocas volcánicas en el cerro Teta de la India y a los afloramientos de la secuencia conglomerática en la parte norte del área estudiada.

LITARENITA

La litarenita es una unidad que se diferencia de la arcosa por el contenido de fragmentos de pómez. Presenta variaciones texturales desde grano fino hasta conglomeráticas, es de color ocre, y su estratificación y consolidación son muy pobres. Los fragmentos de pómez alcanzan hasta el 25% del volumen total de la roca, aunque también presenta fragmentos de rocas graníticas y metamórficas. La pómez es de color beige y de forma subangulosa a subredondeada, con tamaños desde 0.1 a 10 cm y está soportada por una matriz areno-limosa constituida por cristales y fragmentos líticos sin clasificar. El espesor de esta unidad varía desde algunos centímetros hasta menos de 5 m. Esta litarenita sobreyace a la arcosa en la parte oriental del área y es equivalente a los depósitos de arenisca pumicitica intercalados hacia la cima de la secuencia conglomerática del norte.

SECUENCIA CONGLOMERÁTICA

La unidad de conglomerados es de color gris claro a ocre y está constituida por la alternancia de brechas y conglomerados polimícticos (55-69%), diamectitas (20-25%) y areniscas

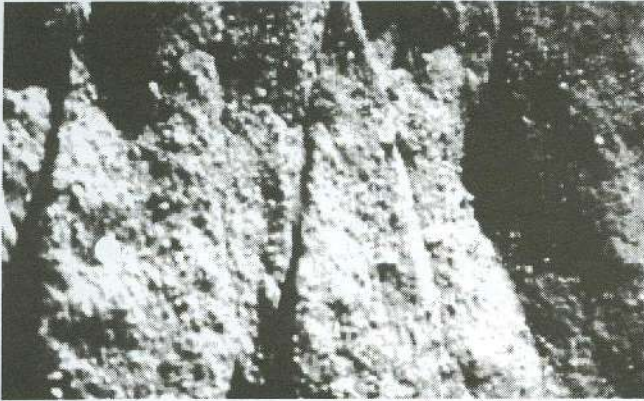


Figura 7. Arcosa mostrando su estructura masiva y variaciones texturales de arenisca a arenisca conglomerática. (escala de figura: moneda de NS1 en la parte izquierda media).



Figura 8. Base de la secuencia conglomerática en la parte norte del área mostrando las variaciones de areniscas masivas en la base a diamictitas y conglomerados en la cima. Notar la estratificación incipiente hacia el oriente (derecha de la figura).

(~20%), según el espesor de los estratos en los afloramientos. La sección contiene fragmentos gruesos hacia la cima y son más abundantes los estratos de areniscas y diamictitas en la base (Figuras 6, 8, 9 y 10). A nivel de estrato se observa gradación normal en las capas de arenisca, en las diamictitas y en los conglomerados, que podrían representar depósitos cíclicos de flujo intermitente. La sección presenta estratificación pobre, las capas de arenisca son de 0.5 a 1 m y los conglomerados tienen espesores de hasta 5 m, pero con abundantes cuerpos arenosos lenticulares o diamictíticos en la base (Figuras 6 y 8). En la parte media de la secuencia conglomerática se presenta un horizonte de hasta 7 m de espesor con fragmentos de pómez de tamaño lapilli (Figura 9). Los depósitos conglomeráticos y estratos de la cima están basculados $< 30^\circ$ al E en el escarpe (Figuras 9 y 10).

Los conteos de clastos en los conglomerados indican predominio de rocas metasedimentarias en la base y de rocas metavolcánicas hacia la cima. El contenido de clastos de rocas graníticas varía hasta en 50% en la fracción > 3 cm, y en la fracción < 3 cm es muy homogéneo y menor a 10% (Tabla 2). Los clastos de rocas metavolcánicas son de composición intermedia a félsica, son menores de 1 m y su forma es subangulosa. Los clastos de rocas metasedimentarias incluyen cuarcita, metarenisca, argilita, hornfels, esquisto y gneiss en menor proporción. No se identificaron "clastos tipo Poway" en los conglomerados, aunque las rocas metavolcánicas



Figura 9. Parte media de la secuencia conglomerática donde se observa la estratificación definida por el contacto de la areniscas conglomeráticas masivas en la base con el horizonte de arenisca pumicítico (coloraciones claras en la parte media de la fotografía).



Figura 10. Cima de la secuencia conglomerática, mostrando conglomerados soportados por clastos, con matriz areno-arcillosa interclástica y parcialmente cementados por caliche. Notar la falta de estratificación distintiva y las superficies definidas para los conteos modales de clastos.

observadas presentan una gran variedad textural y de color.

La fracción arenosa de los conglomerados es predominantemente lítica e incluye algo de matriz limo-arcillosa. En general, la matriz arenosa y los lentes y estratos arenosos de la unidad de conglomerados presentan mejor clasificación en comparación con la arcosa y la litarenita (Figuras 4, 6 y 9). En los conglomerados se observaron cuerpos lenticulares que podrían definir paleocanales y superficies discordantes, pero no se pudo identificar la imbricación de clastos o estructuras primarias en los depósitos arenosos.

DISCUSIÓN

La distribución de los afloramientos de la SCI está controlada por la cobertura volcánica, aunque es de resaltar la mayor distribución de la arenisca arcósica basal y la restricción de la secuencia conglomerática en la parte norte. En el cerro Teta de la India la arcosa se presenta como un *grus sensu strictu*, (Figura 7) compuesto por el material residual producto de la desintegración de granitoides y cubierto por las rocas volcánicas, mientras que en la parte norte el *grus* o arcosa subyace a los conglomerados. En la parte oriental la arcosa aflora sólo localmente y subyace a la litarenita que presenta abundante pómez hacia la cima y subyace a los flujos de lava basáltica (Figura 4, columnas c, d, e y f).

La estructura masiva de la litarenita es difícil de explicar, ya que la mezcla de sedimentos cuarzo-feldespáticos con líticos volcánicos implicaría transporte por tracción y mezcla, mientras que la arcosa o *grus* requiere muy poco transporte o la acumulación *in situ*, que es consistente con la estructura masiva

de la arcosa (Figura 7). Sin embargo, en la litarenita la incorporación de líticos volcánicos en el material arcósico requiere transporte por tracción, aunque también podrían explicarse como depósitos aluviales o coluviales, en donde el transporte es restringido porque aun no forma parte del drenaje principal.

Las variaciones texturales de los estratos conglomeráticos permite sugerir depósitos cíclicos durante avenidas. Los lentes y estratos conglomeráticos podrían representar las facies de canal y las diamectitas y areniscas representarían barras longitudinales y/o transversales como los descritos en sistemas fluviales entrecruzados (Boggs, 1992). En caso de flujos menos competentes, las facies de canal podrían ser también los lentes de diamectitas. El apilamiento vertical sugiere un aumento en el aporte de sedimentos o una subsidencia que permitió el incremento de los depósitos fluviales.

Los fragmentos pumicíticos permiten correlacionar la litarenita de la parte oriental con la cima de los conglomerados de la parte norte. Los clastos de pómez implican actividad volcánica sinsedimentaria cercana, ya que los fragmentos de pómez son inestables y muy frágiles al transporte prolongado. La pómez parece equivalente a la pómez de una toba dacítica que aflora localmente en el cerro Teta de la India bajo los flujos basálticos y la secuencia conglomerática de la parte norte contiene hacia la cima un estrato de hasta 7 m de espesor de arenisca con abundante material pumicítico. Este horizonte sería equivalente a la litarenita hacia el sur, y a la toba pumicítica, lo que permite la correlación de estas dos unidades en ambientes de depósito diferentes. Los conglomerados y sus depósitos arenosos asociados representan las facies de canal y la litarenita posiblemente corresponde a facies aluviales externas al canal.

La variación de espesores del *grus* sugiere una paleotopografía con poco relieve, donde los mayores espesores representarían las zonas topográficamente más bajas y de menor pendiente. En la sección del cerro Teta de la India aflora el mayor espesor (<10 m), pero hacia el escarpe esta unidad puede tener algunos centímetros o no estar presente. No podemos afirmar si la disminución de espesor del *grus* hacia el oriente estuvo relacionada al paleorrelieve diferencial más alto en esa dirección, pero el aumento de espesor hasta 30 m de los conglomerados en el norte define la zona de un sistema o valle fluvial.

La arcosa se localiza estratigráficamente bajo la litarenita, dado que la secuencia de casi 10 m de espesor que subyace al único remanente de la toba dacítica en el cerro Teta de la India indica que la actividad volcánica es posterior al desarrollo del *grus* en esta región. La arenisca lítica indica que el *grus* fue retrabajado durante o después del evento volcánico que depositó la toba dacítica y sugiere que su contacto es discordante y de edad Mioceno temprano (Figuras 4 y 9).

En la parte norte, el contacto entre la arcosa y los conglomerados es también discordante e implicaría un cambio de facies en ambiente continental. Estas relaciones también

fueron observadas por Minch (1972) en la región de Jacumba, California. En esa región las gravas Table Mountain fueron intensamente erosionadas antes del depósito de las brechas dacíticas y los basaltos. Las rocas volcánicas parecen haber rellenado una paleotopografía y, en varios lugares descansan sobre la misma superficie de erosión del basamento. En la región de Jacumba las lavas descansan sobre 75 m de gravas que se ubican a una elevación de 975 m, aproximadamente. En el extremo sur de la meseta las gravas están casi erosionadas y el basalto descansa cerca del nivel del valle a 870 m de elevación.

AMBIENTES DE DEPÓSITO

La arcosa representa un periodo de erosión prolongado sobre una extensa superficie con poco relieve que ocasionó la remoción de la cubierta prebatolítica y la denudación de los granitoides. Las características texturales de la arcosa corresponden a una arenisca inmadura formada por el producto residual del intemperismo mecánico de los granitoides, ya que tiene una composición similar a la roca fuente que es pobre en feldespato potásico. Esta unidad es similar a los depósitos modernos de grus generados por alteración del basamento granítico bajo el clima árido de la península. Pettijohn *et al.* (1987) indican que la arena arcósica, con poca o mucha matriz, es producto de la desintegración mecánica de granitoides y de la acumulación *in situ* o con escaso transporte. Esto ocasiona una pobre clasificación y los sedimentos presentan una granulometría y una composición similares a la composición de la roca madre triturada.

Blatt *et al.* (1980) denominan grus a la arcosa residual o "arcosa sedentaria", sin o con poco transporte, como producto de la desintegración fragmental *in situ* de granito, con poca influencia del intemperismo químico. Pettijohn *et al.* (1987) indican que en climas húmedos, los "granitos lavados" pueden generar caolín y cuando son re TRABAJADOS se presentan como las arcosas descritas por Gilbert (1954). Estas arcosas y arenas feldespáticas son depósitos de una distribución limitada, mas bien proximales, derivados de material continental y de composición predominantemente feldespática. Los depósitos pueden estar cementados, sin matriz, tener buena redondez y desarrollar estructuras sedimentarias que indican transporte por tracción (Pettijohn *et al.*, 1987).

Las arcosas residuales marcan una discordancia entre el granito y cualquier secuencia sobreyacente. Si los sedimentos arcósicos son re TRABAJADOS pendiente abajo o en movimientos masivos, forman abanicos de material residual ricos en matriz que se extienden hacia la cuenca y pueden intercalarse con sedimentos mejor clasificados y estratificados (Pettijohn *et al.*, 1987).

La composición mineralógica y la granulometría observadas en la arcosa de la SCI sugieren poco transporte y sepultamiento rápido. También sugieren que fueron formados en un clima seco que limitó el desarrollo de suelos y permitió preservar los fragmentos de biotita, hornblenda y plagioclasa

en el grus. El contenido de cristales (Figura 11a) de plagioclasa (Figura 12a) y la casi ausencia de feldespato potásico (Figura 12a) en el grus son consistentes con la composición del granitoide tonalítico padre y sugiere que hubo poca mezcla con sedimentos de otras fuentes.

La unidad conglomerática está compuesta por la alternancia e interdigitización de areniscas y conglomerados (Figuras 8, 9 y 10) que corresponden a los depósitos fluviales de un sistema de canales trenzados de baja profundidad. La repetición y alternancia de los estratos de arenisca y conglomerado sugiere variaciones periódicas en la energía del medio, posiblemente relacionados a eventos cíclicos de avenidas. Los cuerpos lenticulares indicarían cambios locales en el régimen de flujo, pero en general, la secuencia indica un aumento en el régimen de flujo, ya que los conglomerados predominan hacia la cima. Flujos con alta concentración de partículas posiblemente generaron las diamectitas en un medio con energía inestable que producen areniscas inmaduras.

Los líticos en la fracción arenosa de los conglomerados son predominantemente fragmentos de rocas metavolcánicas y metasedimentarias (Tabla 1). Los clastos de rocas metamórficas y plutónicas predominan en la base, los líticos metavolcánicos son más abundantes en la cima en donde también se observó una disminución relativa de fragmentos de rocas plutónicas (Figuras 4 y 11). Las rocas metavolcánicas comprenden una amplia variedad de texturas y coloraciones, pero en ningún caso se observaron fragmentos con las características distintivas de los "clastos tipo Poway"

El contenido de pómez en la litarenita y en la secuencia conglomerática sugieren actividad volcánica sinsedimentaria en esta región. El contenido de pómez en ambas unidades es cercano al 25% (Figura 9) y sugiere un transporte relativamente corto, ya que los fragmentos pumicíticos son química y mecánicamente inestables. Los afloramientos restringidos e irregulares de la litarenita impiden establecer si su acumulación, y la adición de pómez, ocurrió en un ambiente fluvial, pero indica el re trabajo de la arcosa basal y la adición posterior de pómez. La composición en ambos horizontes incluye cristales y líticos del basamento, además de lapilli pumicítico en una matriz limo-arcillosa.

PROVENIENCIA

La arcosa tiene una fuente local, continental y altamente feldespática (Figura 12), donde el relieve moderado y la denudación rápida parecen ser más importantes que el clima árido(?) para la conservación de las plagioclasas y desarrollo de suelo. La litarenita difiere de la arcosa por el contenido de pómez (Figura 12a) que se asocia a una actividad volcánica cercana y posiblemente al arco magmático miocénico en Baja California. El horizonte pumicítico de la secuencia conglomerática difiere de la litarenita por el contenido mayor de fragmentos de rocas metavolcánicas, lo que sugiere una fuente o sistema fluvial distinto (Figuras 2 y 12).

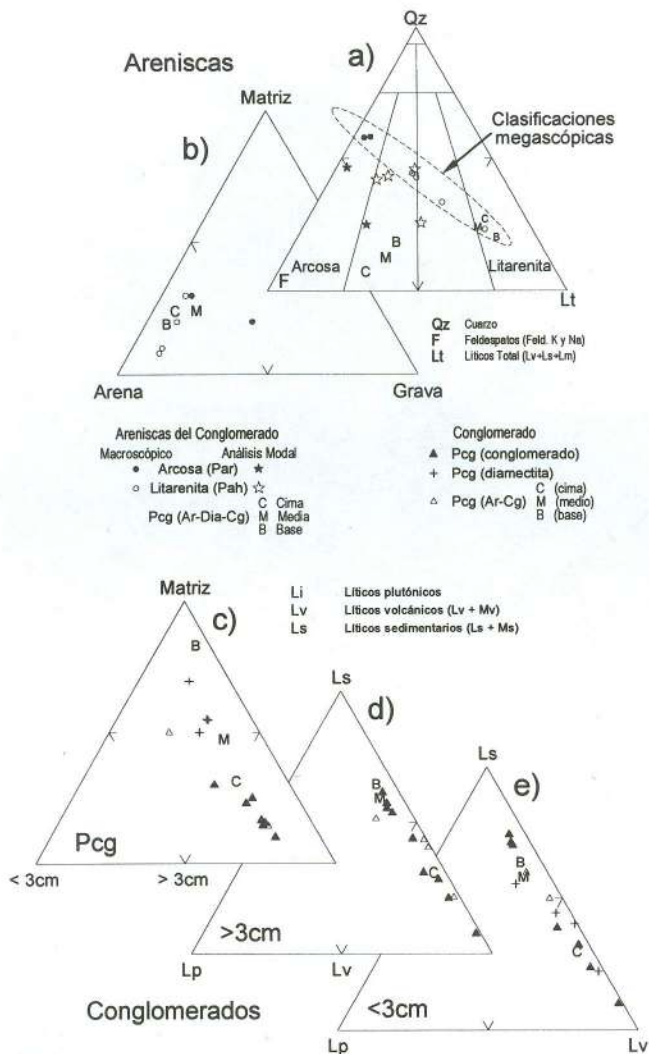


Figura 11. Diagramas ternarios con el resumen de las características megascópicas de las areniscas y los conglomerados de la SCI. a) Clasificación de areniscas (Folk, 1968). Las areniscas de la secuencia conglomerática indican el aumento de cristales de plagioclasas de la base a la cima. Las arcosas y las litarenitas indican la disminución de los líticos en los conteos modales al compararlos con las estimaciones megascópicas. b) Granulometría de las areniscas. La relación matriz-arena-grava muestra un aumento en el contenido de matriz y de líticos, que puede ser explicado por una tasa de erosión más rápida(?). c) Granulometría en la fracción gruesa de la secuencia conglomerática. La secuencia está caracterizada por diamectitas soportadas por matriz y conglomerados soportados por clastos; se observa un aumento en el contenido de clastos > 3cm de la base a la cima. d) Composición de los clastos > 3cm. En las dos últimas figuras se observa el predominio de fragmentos de rocas metavolcánicas y metasedimentarias sobre los de granitoides, el aumento relativo de los fragmentos de rocas metavolcánicas de la base a la cima.

EDAD Y CORRELACIÓN

La composición litológica de los conglomerados del área de estudio es similar a la reportada por Minch (1972) en el área de Jacumba, La Rumorosa y Las Palmas, con un marcado predominio de clastos metavolcánicos y metasedimentarios sobre clastos de granitoides (Tabla 3). Aunque Minch (1970) sugiere que estas tres localidades formaron parte de un paleorrió del Eoceno, la diferencia principal es que las gravas Table Mountain de Jacumba y los depósitos de La Rumorosa no contienen "clastos tipo Poway", mientras que las gravas Las Palmas contienen hasta un ~7% de estos clastos (Minch, 1970).

La característica distintiva de los "clastos tipo Poway" es la estructura de una metatoba soldada de color rojizo, con fenocristales de plagioclasa y cuarzo, clastos con esas características no fueron observadas en los clastos de las rocas metavolcánicas en el área de estudio, aunque sí se observó una variación importante en la textura y coloración en los líticos metavolcánicos (Tabla 2).

Las gravas Ballena contienen típicamente >65% de clastos de la metarriolita Poway, con otros tipos de rocas metamórficas y metavolcánicas subordinadas (Tabla 3) y se les asigna una edad Eoceno (Peterson, 1970). A la secuencia Las Palmas se le asigna esa misma edad (McDonough y Abbott, 1989) con base en la presencia de los escasos clastos de la metarriolita Poway, pero se consideran parte de un sistema fluvial diferente al de las gravas Ballena (Abbott y Smith, 1989).

Hacia el sur de Sierra Juárez, en El Rodeo y Campo Nacional, son predominantes los clastos de rocas metasedimentarias y son distintivos los de cuarcita negra a gris y argilita, posiblemente de origen local (Minch, 1972). Estos depósitos han sido explotados a pequeña escala por oro de placer (Martín-Barajas y Delgado-Argote, 1995).

En este trabajo se propone que la secuencia de las gravas Table Mountain en las áreas de La Rumorosa, Baja California

La Figura 12 muestra la ubicación de las areniscas de la Secuencia Clástica Inferior en los triángulos de Dickinson y Suczek (1979) y Dickinson (1988) para discriminar la proveniencia de las areniscas. Esta figura permite concluir que: 1) la arcosa proviene de una fuente de bloque continental con basamento levantado; 2) la fuente para la litarenita es muy similar, aunque la presencia de pómez evidencia volcanismo local y 3) la abundancia de líticos de rocas metavolcánicas en las areniscas de la secuencia conglomerática indica también una fuente posiblemente localizada en Sonora.

El análisis de proveniencia para la secuencia conglomerática permite proponer una serie vulcano-plutónica circumpacífica (Figura 12) que probablemente se acumuló en un paleorrió entrecruzado proveniente del oriente. La sucesión de intercalaciones, los cuerpos lenticulares y el aumento de la fracción gruesa en la sección registran las variaciones laterales de facies asociados a variaciones en el flujo y en el aporte de sedimentos. La variación de areniscas y diamectitas en la base, y de areniscas y conglomerados en la cima, podría representar un ritmo de erosión más acelerado en la fuente de rocas metavolcánicas alejadas de la cuenca y quizá algún tipo de inestabilidad en el continente.

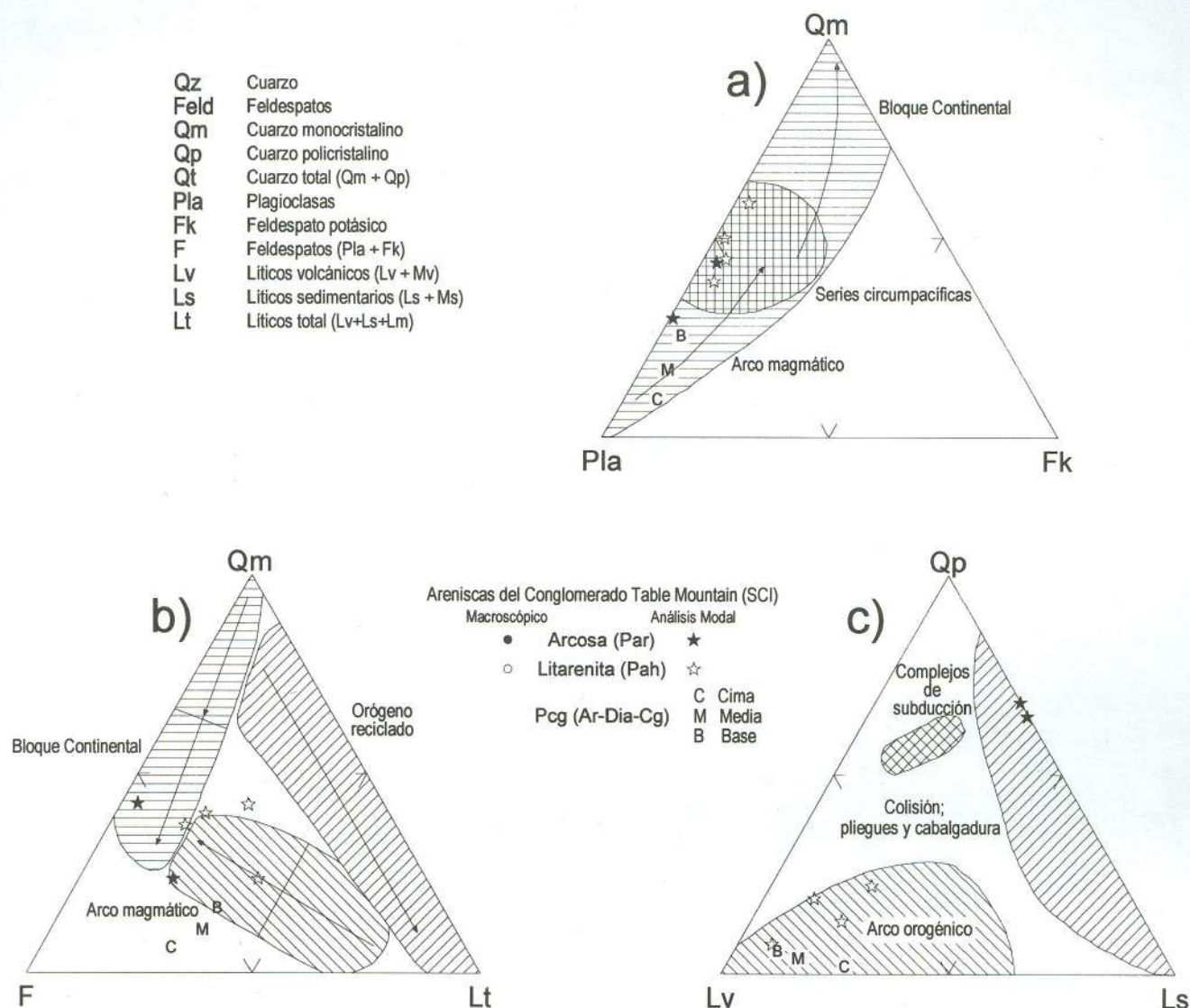


Figura 12. Análisis de Proveniencia de las areniscas de la SCI, (Mod. de Dickinson y Suczek (1979) y Dickinson (1988)). a) Las arcosas y las litarenitas indican una Serie Circumpacífica, mientras que las areniscas de los conglomerados muestran el aumento de las plagioclasas y la deficiencia de feldespato potásico, coincidente con la composición del granitoide. b) Las arcosas se ubican en el campo del Bloque continental y las litarenitas muestran la mezcla del Bloque continental y del Arco magmático, mientras que las areniscas de los conglomerados muestran el aumento de cristales de la base a la cima. c) Se muestran las variaciones similares a los análisis de a). De la base a la cima, se observa la transición del Bloque continental (arcosas) a mezcla con Arco orogénico (litarenitas) y Arco magmático (areniscas de los conglomerados).

y de Jacumba, California sean de edad más reciente, debido a la presencia de pómez hacia la cima de los conglomerados y la ausencia de "clastos tipo Poway". Los fragmentos de pómez incluidos en la litarenita y la secuencia conglomerática son una evidencia importante que sugiere una posible edad Oligoceno tardío o Mioceno temprano para estos depósitos. La actividad volcánica del Mioceno en la península de Baja California está relacionada al frente del arco volcánico en la fase terminal de la subducción de la placa Farallón-Guadalupe (Sawlan, 1991). La edad máxima reportada para el volcanismo de arco en Baja California se estima en ~23 Ma y las edades más jóvenes reportadas en el norte de la península son de ~16 Ma (Martín-Barajas *et al.*, en preparación). Estas edades sugieren que las

unidades con pómez y la toba pumicítica del cerro Teta de la India registran el volcanismo de arco en esta región y apoyan la idea de una edad más joven en comparación con la edad Eoceno propuesta para las gravas las Palmas y Ballena (Minch, 1972; Abbott y Smith, 1989).

Las edades de ~18 Ma de las rocas volcánicas Jacumba y la toba dacítica que subyace a los basaltos en esa zona (Hawkins, 1970; Minch, 1972) son consistentes con la interpretación de una edad Oligoceno-Mioceno temprano para la litarenita y la secuencia conglomerática de Sierra Juárez, ya que esos depósitos volcánicos son correlacionables con los flujos basálticos del área de estudio. En contraste, la edad de la arcosa basal está

Tabla 3. Distribución modal de los clastos en las unidades conglomeráticas del norte de Baja California y sur de California (Fuente: Minch, 1972)

	Ballena	Jacumba	Rumorosa- Las Palmas	Campo Nacional	El Rodeo	Sierra Juárez Este trabajo (n = 30)
Cuarzo	0.5	3.7	2.5	13.5	1.5	0.5
Granitoides	2.4	14.2	2.7	17.4	16.5	3.1
Gneiss	0.0	4.2	0.6	0.0	9.5	0.2
Esquisto	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	0.7
Metavolcánicas	15.0	48.6	39.4	0.0	0.0	60.5
Metarriolita Poway	66.5	0.0	6.9	0.0	0.0	0.0
Metasedimentarias	13.1	27.2	45.5	67.6	29.5	33.5
Pedernal Negro	0.0	0.0	0.0	0.0	22.5	0.0
Misceláneos	2.5	2.1	2.4	1.5	4.5	1.5
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Metavolcánicas: Coloraciones gris, gris verdoso, verdosa, rojiza a púrpura, con texturas afanítica, microlítica, microporfídica, porfídica, tobácea y brechoide, con metamorfismo de grado bajo.

Metasedimentarias: cuarcita, meta-arenisca roja, cuarcita feldespática, cuarcita negra, meta-arenisca, metaconglomerado con pedernal, argilita, hornfels, pizarra, gneiss cuarcífero, metabrecha-arenisca.

Misceláneos: Mármol, skarn, anfibolitas, etc.

pobremente definida y sólo puede considerarse como pre-Mioceno.

Los afloramientos de la SCI en el área de estudio son descritos aquí por primera vez, excepto los afloramientos al sur del poblado La Rumorosa, que fueron estudiados por Minch (1972). Estos afloramientos confirman que la subsuperficie Jacumba-La Rumorosa-Laguna Hansen se prolongaba hacia el oriente a través del actual EPG. Los clastos de rocas de basamento de edad Cretácico tardío de origen peninsular incluidos en las formaciones Redonda y Luzardi en la costa del Pacífico (Minch, 1970; Yeo, 1984) y la edad de ~18.7 Ma de las rocas volcánicas Jacumba sugieren que la superficie de erosión entre Sonora y la costa del Pacífico representa el período de denudación cortical del Cretácico tardío al Mioceno temprano.

Se concluye que los depósitos clásticos de origen continental descritos en este trabajo se correlacionan con las gravas Table Mountain de Jacumba, California (Minch, 1972) y que los depósitos conglomeráticos a través de la península son progresivamente más jóvenes hacia el oriente, conforme se incrementó la pendiente de la superficie de erosión.

CONCLUSIONES

Este trabajo confirma que la paleosuperficie de erosión se extendía hacia el oriente a través del actual escarpe del Golfo y fue interrumpida por el volcanismo y la tectónica extensional del Mioceno temprano. La cima de la Secuencia Clástica Inferior registra el inicio del volcanismo de arco en el norte de la península y permite proponer una edad Mioceno temprano a Oligoceno tardío(?) para la unidad de conglomerados y la litarenita descritos en este trabajo.

La litarenita representa depósitos aluviales generados por el retrabajo de la arcosa basal y la incorporación de volcanoclásticos en las partes topográficamente más bajas. La cima de la secuencia conglomerática es equivalente en tiempo

a la litarenita y representa las facies de canal de un sistema fluvial entrelazado con un aporte dominante de clastos de rocas metavolcánicas de Sonora, clastos de rocas metasedimentarias de origen desconocido y menor contribución de clastos de granitoides peninsulares. La arcosa basal representa la acumulación de terrígenos producidos por el intemperismo mecánico de los granitoides (tonalita-granodiorita) e incluye depósitos coluviales o aluviales de transporte restringido. Esta unidad representa un período de erosión prolongado sobre una extensa superficie con poco relieve que ocasionó la remoción de la cubierta prebatolítica y la denudación de los granitoides

La correlación litológica de la secuencia conglomerática con las gravas Table Mountain y el contenido de depósitos volcanoclásticos hacia la cima de la secuencia en el área de estudio, sugieren que los depósitos de Jacumba y La Rumorosa son de edad Oligoceno tardío(?) - Mioceno temprano, más jóvenes que la edad Eoceno-Oligoceno propuesta en trabajos previos. Se concluye que los depósitos continentales terciarios a través de la península son progresivamente más jóvenes hacia el actual escarpe del Golfo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos los comentarios y arbitrajes de Javier Helenes-Escamilla, Jorge Ledezma-Vázquez, Miguel Téllez-Duarte y José Luis Sánchez-Zavala. Las observaciones y comentarios de Luis A. Delgado-Argote durante la etapa de campo y las edades radiométricas facilitadas por Ramón Mendoza-Borunda que contribuyeron a las relaciones estratigráficas de la región. Este trabajo forma parte de la Tesis de Maestría de J.G.H. Romero-Espejel, que fue auspiciado por el Proyecto CONACyT "Evolución Tectónica del área de la Laguna Salada" (3250-T9308), otorgado a Gary J. Axen y Arturo Martín-Barajas. J.G.H. Romero-Espejel agradece el Apoyo de Investigación No. 5452-94 de la Geological Society of America y a Victor M. Frías Camacho por la edición de las figuras.

REFERENCIAS

- Abbott, P.L., and Smith, T.E., 1989, Sonora, Mexico: source for the Eocene Poway Conglomerate of Southern California, *Geology*, 17, 329-332.
- Abbott, P.L., Kies, R.P., Krummenacher, D., and Martin, D., 1983, Potassium-Argon ages of rhyolitic bedrock and conglomerate clasts in Eocene strata northwestern Mexico and southern California, *in*: D.W., Andersen, and M.J., Rymer, editors, *Tectonics and sedimentation along faults of the San Andres System*, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Pacific Section, Los Angeles, CA., 59-66.
- Abbott P.L., Link, M.H. and Nilsen, T.H., 1989, Sedimentation and Tectonics in Coastal Southern California. American Geophysical Union, Field Trip Guidebook T-110, 55.
- Axen, G. J., and Fletcher, J. M., 1998 (en prensa), Late Miocene-Pleistocene extensional faulting, northern Gulf of California, Mexico and Salton Trough, California: *International Geology Review*.
- Blatt, H., Middleton, G., and Murray, R., 1980, *Origin of sedimentary rocks*, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 782 pp.
- Boggs, S.Jr., 1992, *Petrology of Sedimentary Rocks*, Maxwell-Macmillan International, Co., New York, 210-260.
- Bottjer, D.J., and Link, M.H., 1984, A synthesis of Cretaceous Southern California and Northern Baja California paleogeography, *in*: Crouch, J.K., and S.B., Bachman, editors, *Tectonics and sedimentation along the California margin*, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Pacific Section, 38, 171-188.
- Bryant, B. A., 1986, *Geology of the Sierra Santa Rosa basin, Baja California, Mexico* [M.S. thesis]: San Diego, California, San Diego State University, 75 pp.
- Cole, M.R., and Armentrout, J.M., 1979, Neogene paleogeography of the western United States, *in*: J.M., Arme, M.R., Cole, and H., Ter Jr, editors, *Cenozoic Paleogeography of the Western United States*, Pacific Coast Paleogeography Symposium 3, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Pacific Section, 297-311.
- Dickinson, W.R., and Suczek, C.A., 1979, Plate Tectonics and Sandstones Compositions, *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin* 63, 12, 2164-2182.
- Dickinson, W.R., 1988, Provenance and sediment dispersal in relation to paleotectonics, and paleogeography of sedimentary basins. *in*: K. L. Kleinspehn, and K. Paola, editors, *New Perspectives in Basin Analysis*, Springer-Verlag, New York, 3-25.
- Dorsey, J.D. and Burns, B., 1994, Regional stratigraphy, sedimentology, and tectonic significance of Oligocene-Miocene sedimentary and volcanic rocks, northern Baja California, Mexico, *Sedimentary Geology*, 88, 231-251.
- Folk, R.L., 1968, *Petrology of sedimentary rocks*, Hemphills Bookstore, Austin, 170.
- Gans, P.B., 1997, Large Magnitude Oligo-Miocene extension in southern Sonora: Implications for the tectonic evolution of northwest Mexico. *Tectonics*, 16:3, 388-408.
- Gastil, R.G., Kimbrough, J., Tainosho, Y., Shimizu, M., and Gunn, S., 1991, Plutons of the eastern peninsular ranges, southern California, USA and Baja California, Mexico, *in*: M.J., Walawender, and Hanan, B.B., editors, *Geological excursions in southern California and Mexico*, Geological Society of America, Sand Diego State University, 1991 Guidebook, 319-331.
- Gastil, R.G., Phillips, R.P., and Allison, E.C., 1975, Reconnaissance Geology of the State of Baja California, *Geological Society of America, Memoir*. 140, 170 pp.
- Gilbert, C.M., 1954, *Sedimentary Rocks*, *in*: Williams, H., Turner, F.J. and Gilbert, C.M., eds. *Petrography*. W.H. Freeman and Co. 446 pp.
- Hausback, B.P., 1984. Cenozoic volcanism and tectonic evolution of Baja California Sur, Mexico. *in*: *Geology of the Baja California Peninsula*, edited by V.A. Frizzell, Jr.: Society of Economic Paleontologist and Mineralogist, Pacific Section, Publication v. 39, p. 219-236.
- Hawkins, J.W., 1970, Petrology and possible tectonic significance of Late Cenozoic volcanic rocks, Southern California and Baja California. *Geological Society of America Bulletin*, v. 81, 3323-3338.
- Henry, C. D., and Aranda-Gómez, J., 1992, The real southern Basin and Range: Mid to late Cenozoic extension in Mexico, *Geology*, 20, 701-704.
- INEGI (CETENAL), 1976, *Cartas Geológica y Topográfica El Centinela*, I11D64, esc. 1:50,000, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, D.F.
- INEGI (CETENAL), 1976, *Cartas Geológica y Topográfica La Poderosa*, I11D74, esc. 1:50,000, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, D.F.
- INEGI (CETENAL), 1976, *Cartas Geológica y Topográfica La Rumorosa*, I11D63, esc. 1:50,000, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, D.F.
- INEGI (CETENAL), 1976, *Cartas Geológica y Topográfica Mexicali*, I11-12, esc. 1:250,000, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, D.F.
- INEGI (CETENAL), 1976, *Cartas Geológica y Topográfica Neji*, I11D73, esc. 1:50,000, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México, D.F.
- Ingersoll, R.V., Bullard, T.F., Ford, R.L., Grimm, J.P., Pickle, J.D. and Sares, S.W., 1984, The effect of grain size on detrital modes: a test of the Gazzi Dickinson point-counting method. *Journal of Sedimentary Petrology*, 54, 103-116.
- Lee, J., Miller, M.M., Crippen, R., Hacker, B., and Ledesma-Vázquez, J., 1996, Middle Miocene extension in the Gulf Extensional Province, Baja California: Evidence from the southern Sierra Juarez. *Geological Society of America Bulletin*, v. 108, no. 5, p. 505-525.

- Martín-Barajas, A. y Delgado-Argote, L.A., 1995, Monografía Geológico-Minera de Baja California, Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno del Estado de Baja California, 112.
- McDonough, S.D., and P.L., Abbott, 1989, Paleohydrology of the Eocene Las Palmas Gravels, Baja California, Mexico, *in*: P.L., Abbott, editor, Geologic studies in Baja California, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Pacific Section, 63, 47-62.
- Mendoza-Borunda, R., Axen, G.J., Sandeman, H., Ortega-Rivera, A., and Grover, T.M., Stratigraphy and geochronology of the Tertiary volcanic and sedimentary rocks, in the southern Sierra Juárez and northern Sierra Las Tinajas area, in northeastern Baja California, Mexico. (en preparación).
- Merriam, R., 1972, Reconnaissance geologic map of the Sonoyta Quadrangle, northwest Sonora, Mexico, Geological Society of America, Bulletin 83, 3533-3536.
- Minch, J.A., 1970, Early Tertiary paleogeography of a portion of the northern Peninsular Range, *in*: E.C. Allison, M.G. Acosta, D.L. Fife, J.A. Minch, and K. Hishikawa, editors, Pacific Slope Geology of Northern Baja California and adjacent Alta California, A.A.P.G. S.E.P.M., and S.E.G., Pacific Sections, Field Trip, 83-87.
- Minch, J.A., 1972, The late Mesozoic-early Tertiary framework of continental sedimentation, northern Peninsular Ranges, Baja California, Mexico., Ph. D. Thesis, University of California, Riverside, Riverside, CA., 192 pp.
- Peterson, G.L., 1970, Distinctions between Cretaceous and Eocene conglomerates in the San Diego Area, southwestern California, *in*: E.C. Allison, M.G. Acosta, D.L. Fife, J.A. Minch, and K. Hishikawa, editors, Pacific Slope Geology of Northern Baja California and adjacent Alta California, A.A.P.G. S.E.P.M., and S.E.G., Pacific Sections, Field Trip, 90-98.
- Pettijhon, F.J., Potter, P.E., and Siever, R., 1987, Sand and Sandstones, Springer-Verlag, 2a. Ed., New York, 547.
- Powell, R.E., 1993, Balanced palinspastic reconstruction of pre-late Cenozoic paleogeology, southern California: Geologic and kinematic constraints on Evolution of the San Andreas Fault System. *in*: R.E., Powell, Weldon, R.J. II, and Matti, J.C., editors, The San Andreas fault system: Displacement, Palinspastic Reconstruction, and Geologic Evolution, Geological Society of America, Memoir 178, 1-106.
- Romero-Espejel, J.G.H., 1997, Estructura y Petrología en el norte de Sierra Juárez, Baja California, Tesis Maestría en Ciencias, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Ensenada, B. C., 157 pp.
- Romero-Espejel, J.G.H y Delgado-Argote, L.A., 1997, Granitoides en el noreste de Sierra Juárez, Baja California: una historia de emplazamiento para la parte norte del Batolito Oriental del Cretácico Tardío, GEOS, 3, 139-154.
- Sawlan, M. G. 1991. Magmatic evolution of the Gulf of California rift. *in*: J. P. Dauphin, and B. R. T. Simoneit. editors. The Gulf and Peninsular Province of the Californias. American Association of Petroleum Geologist, Memoir 47, 301-370.
- Stock, J.M., and Hodges, K.V., 1989, Pre-Pliocene extension around the Gulf of California and the transfer of Baja California to the Pacific Plate, Tectonics, 81, 99-115.
- Suppe, J., 1985, Principles of Structural Geology, Prentice Hall, 1st. Ed., New Jersey, 537 pp.
- Yeo, R.K., 1984, Sedimentology of Upper Cretaceous strata, northern Baja California, Mexico, *in*: V.A., Frizzell Jr., editor, Geology of the Baja California Peninsula, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Pacific Section, 39, 109-120.

MAPAS ANUALES DE SISMICIDAD PARA LA REGIÓN FRONTERIZA DE AMBAS CALIFORNIAS

J. Frez C.¹ y V.M. Frías-Camacho²

¹ Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

² Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Km. 107, Carret. Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., 22860, México

RESUMEN

En nuestro trabajo de docencia e investigación, usamos rutinariamente mapas consecutivos, anuales o semestrales, de la microsismicidad de la región fronteriza de ambas Californias y que ha sido registrada por más de 20 años. Estos mapas anuales se presentan aquí con la intención de que sean útiles a quienes desean visualizar la sismicidad de una región tectónicamente importante. La información proviene del Catálogo del Sur de California (SCC) y del Catálogo del Noroeste de México (CNOM) e incluye la sismicidad entre las latitudes 30.5° S y 33.5° S y longitudes 114.0° W y 118.0° W, desde julio de 1973 (SCC) y enero de 1983 (CNOM), hasta abril de 1998.

Se hace una descripción de las redes regionales de estaciones sísmicas, de los catálogos correspondientes y de las características de la sismicidad que se cartografía. También, se enfatiza en las limitaciones de los catálogos originales y de la información que se ilustra y se agrega algunas conclusiones acerca del peligro y riesgo sísmico de las ciudades más importantes del norte de Baja California.

INTRODUCCIÓN

Los mapas de sismicidad para períodos consecutivos y relativamente cortos de tiempo compactan la información original e ilustran la distribución de la actividad sísmica en las coordenadas geográficas, profundidad, tiempo y magnitud. Estos mapas son una herramienta rutinaria para el científico de la Tierra y son de fácil factura, pues la información está actualmente disponible electrónicamente y su visualización es estándar gracias al uso de programas de computación. Debido a ello, los boletines que incluían mapas de sismicidad han tendido a desaparecer o a tener un formato reducido. En el CICESE mantenemos una actualización de mapas anuales y semestrales de sismicidad para la región fronteriza de ambas Californias, tanto para sugerir problemas y soluciones en investigación y docencia, como para divulgación.

Para los propósitos de este artículo, la región fronteriza se define en forma relativamente arbitraria entre las latitudes 30.5° S y 33.5° S y las longitudes 114.0° W y 118.0° W. En esta región, se observa la actividad de parte del sistema transformante San Andrés-Golfo de California (Figura 1). Este sistema marca el límite entre las placas Pacífico y Norteamérica e incluye fallas de segundo orden que trasladan una parte menor del movimiento relativo entre las placas desde la Depresión del Salton hacia el Borde Continental en el Océano Pacífico. Las tres provincias geológicas más importantes de la región son: Borde Continental, Cordillera Peninsular y Depresión del Salton. El Borde Continental corresponde a la plataforma continental del Océano Pacífico y a un sector pequeño al este de la costa correspondiente. La Cordillera Peninsular está formada por las sierras que se levantan al oriente de la costa del Océano Pacífico hasta una

altura de 1500 a 1700 m sobre el nivel del mar. La Depresión del Salton se interpreta como una continuación estructural del Golfo de California en el continente y se sigue hasta el Mar Salton, en California; su altitud es cercana y aún menor que la del nivel del mar. El Valle Mexicali-Imperial se encuentra en el centro de la Depresión del Salton. Una revisión del conocimiento del marco tectónico regional se puede encontrar en Suárez *et al.* (1991).

En este trabajo agregamos comentarios y antecedentes que, esperamos, ayuden a valorar los mapas, principalmente en cuanto a la sismicidad del norte de Baja California. Se entrega información complementaria consistente en el marco tectónico y la sismicidad con magnitud (M) mayor que 5.0, pero no se pretende presentar una descripción exhaustiva de la sismicidad del área de estudio. Una revisión de este tipo hasta 1987 está incluida en Frez y González (1991), de tal forma que el presente artículo ayudará a poner al día la información ahí publicada.

CATÁLOGOS DE SISMICIDAD REGIONAL

Los datos que se grafican provienen de dos catálogos regionales de sismos: el Catálogo del Sur de California (SCC) y el Catálogo del Noroeste de México (CNOM). Éstos resultan, a su vez, de las correspondientes redes regionales, la Red Sismológica del Sur de California (SCSN), operada conjuntamente por el United States Geological Survey (USGS) y el California Technological Institute (CalTech), y la Red Sismológica del Noroeste de México (RESNOM), operada por el CICESE. Las estaciones comprendidas en la región de estudio se muestran en la Figura 2. La Figura 1, además del marco

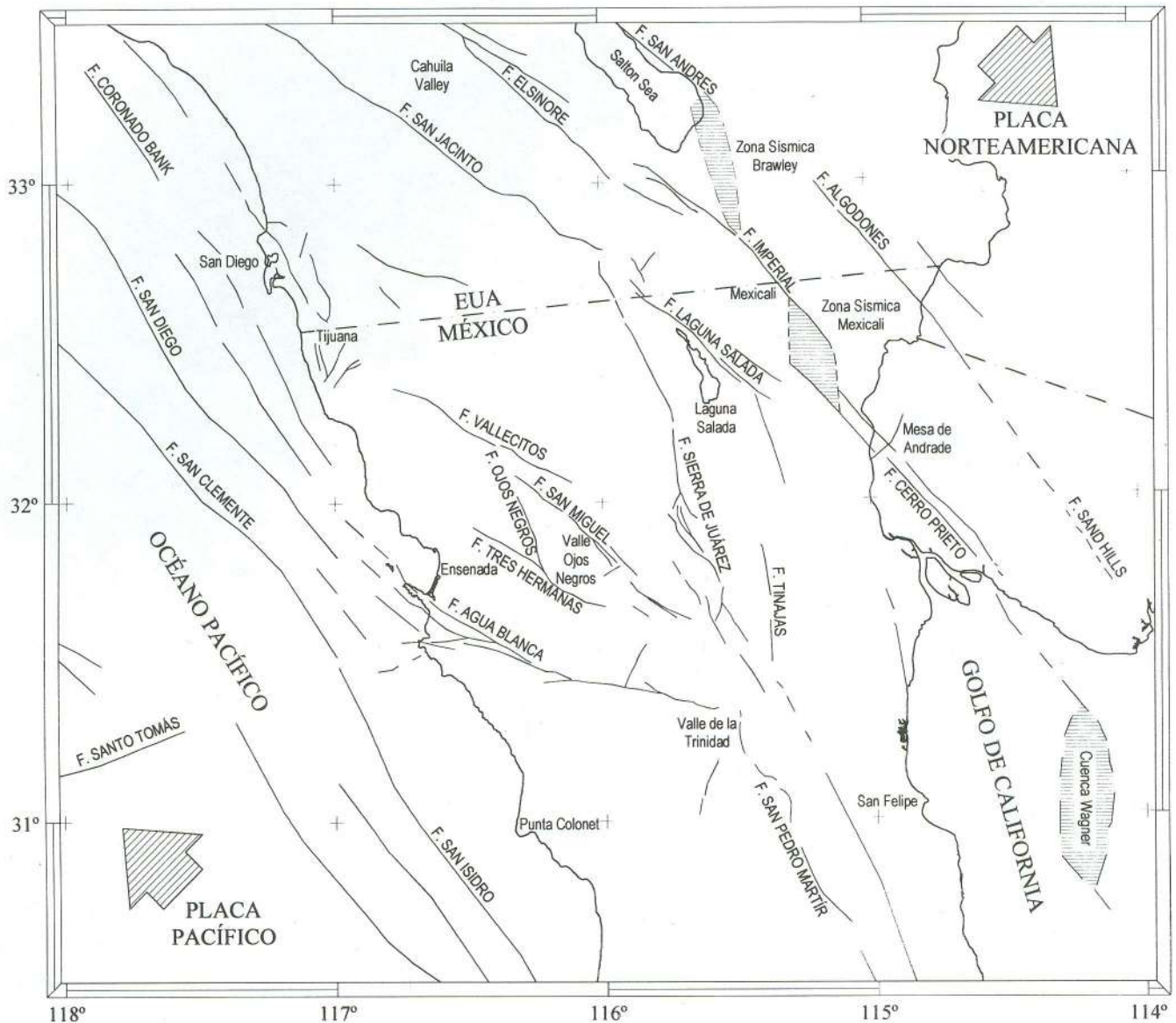


Figura 1. Marco tectónico y nombres geográficos mencionados en el texto; basada en Frez y González (1991). Para los nombres de las estaciones sismológicas de RESNOM, vea la Figura 2.

tectónico, muestra la localización de los nombres geográficos mencionados en este artículo.

El catálogo SCC contiene hipocentros que datan de 1932. La red SCSN ha tenido diversas ampliaciones siendo, la realizada en 1973, quizás, la más importante. El número de estaciones aumentó de 39 que tenía a comienzos de 1973, a 241 en 1986. Actualmente, la red procesa la información de alrededor de 400 estaciones. La mayor parte de estas estaciones graban sólo la componente vertical del movimiento sísmico. Referencias que describen el SCC y la SCSN son Nordquist (1964), Hileman *et al.* (1973), Hill *et al.* (1975), Johnson (1979), Hutton *et al.* (1985) y boletines de la red, como en Norris *et al.* (1986). En este artículo, nos concentraremos sólo en sismos con hipocentros determinados a partir del segundo semestre de 1973. La magnitud mínima a partir de la cual el catálogo es completo varía entre 2.1 y 2.5 en el sur de California.

El registro de sismos en el norte de Baja California se inició a partir de algunas de las estaciones de la Red del Golfo de California que operaron entre 1969 y 1978 (Lomnitz *et al.*, 1970; Brune *et al.*, 1976). Desde 1976, se instalaron estaciones para registrar eventos que ocurrieran entre los extremos de las fallas Cerro Prieto e Imperial. La extensión de esta red constituyó RESNOM, que comenzó a operar en diciembre de 1978. Los mapas originados por la información del CNOM que aquí presentamos comienzan en 1982 debido a que los epicentros del catálogo cubren en forma demasiado parcial la región de estudio para los años anteriores. El punto crítico en el funcionamiento de RESNOM es la estación repetidora que se encuentra en San Pedro Mártir (estación SPX), que recibe la información que proviene de las estaciones ubicadas en la Depresión del Salton y la transmite al laboratorio central que se ubica en Ensenada. Las instalaciones de San Pedro Mártir se

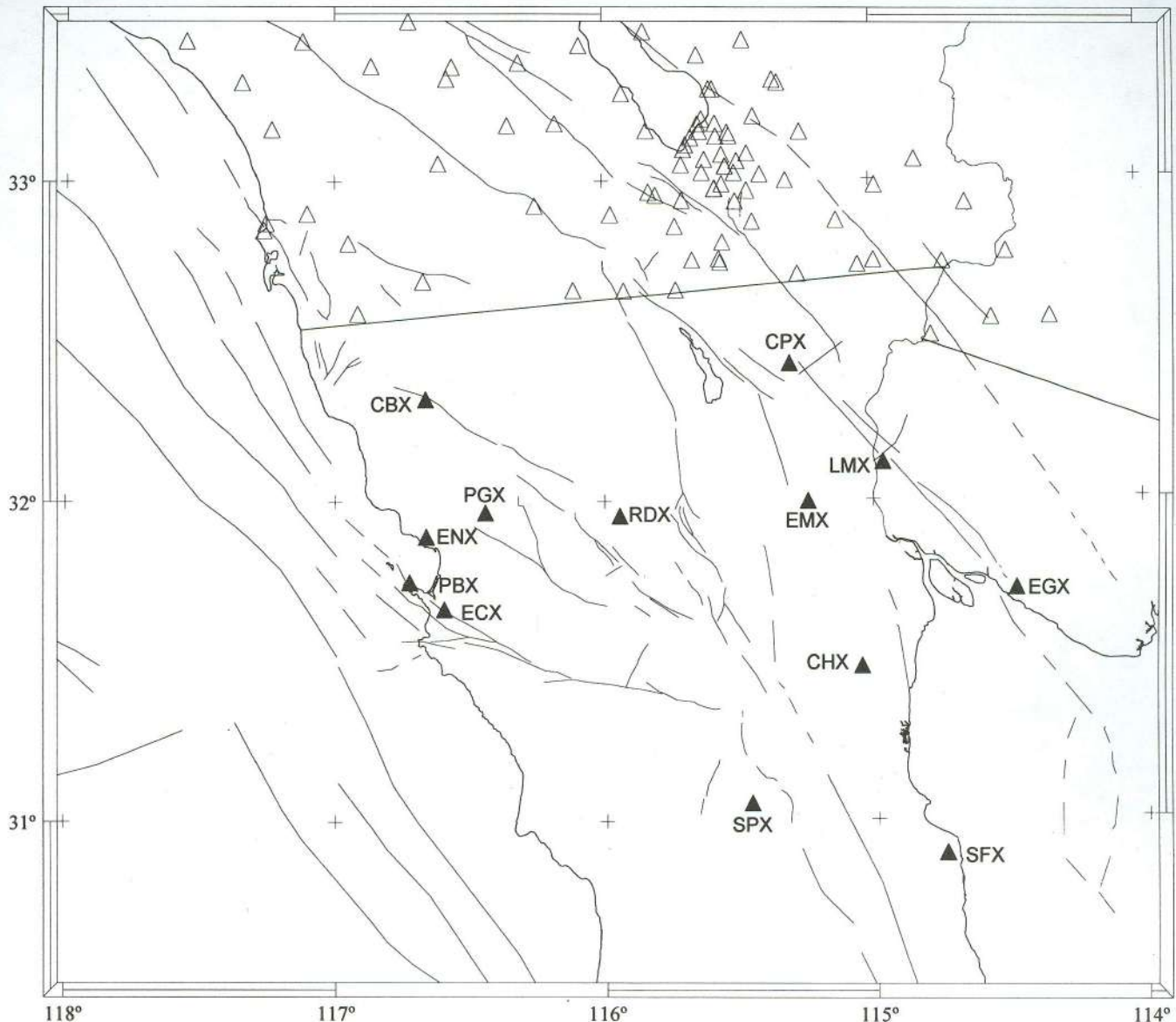


Figura 2. Estaciones sismológicas de la Red del Sur de California (SCSN) y de la Red Noroeste de México (RESNOM); la estación PPX de RESNOM, que está en Sonora, no alcanza a aparecer en el mapa. No todas las estaciones han funcionado al mismo tiempo.

han dañado varias veces por la ocurrencia de tormentas eléctricas por lo que, en varios intervalos de la historia de la Red, la información procesada consiste sólo de las estaciones localizadas en la costa y en la Cordillera Peninsular. En consecuencia, la homogeneidad del CNOM es variable, tanto temporal como espacialmente. La magnitud mínima para formar un subcatálogo homogéneo puede ser de 2.1 para sismos que ocurren en el centro de la red y de 2.5 en los extremos de la red durante un período tan largo como el de 1987 a 1992. Los epicentros determinados para lugares como Mesa de Andrade, al sur del Valle de Mexicali, pueden ser muy inexactos ya que no se pudo integrar la información de las estaciones ubicadas en la Depresión del Salton. La historia de RESNOM y una descripción de sus instalaciones puede encontrarse en Medina y Duarte (1979), Hinojosa (1988) e Hinojosa (1990). Sus boletines, que listan la sismicidad más importante e incluyen mapas de sismicidad, se

publican regularmente en GEOS. Ambas redes regionales tienen una fluida comunicación e intercambio de datos por vía electrónica, particularmente para los sismos que hayan sido sentidos por la población.

La magnitud umbral mínima para un subcatálogo homogéneo obtenido del SCC y para las regiones ubicadas cerca de la frontera internacional varía entre 2.1 y 2.5; este parámetro sube a 3.0 para latitudes cercanas a 30.0° S. Sin embargo, el número de sismos con $M_L > 3.0$ es relativamente pequeño. Dado esto y la fuerte inhomogeneidad del CNOM, no es posible presentar mapas desde 1973 (SCC) o 1982 (CNOM) que sean completos desde una magnitud umbral mínima y que tengan a la vez el número suficiente de determinaciones epicentrales como para apreciar características de la actividad microsísmica. Como un compromiso entre ambos propósitos, hemos optado por mapas

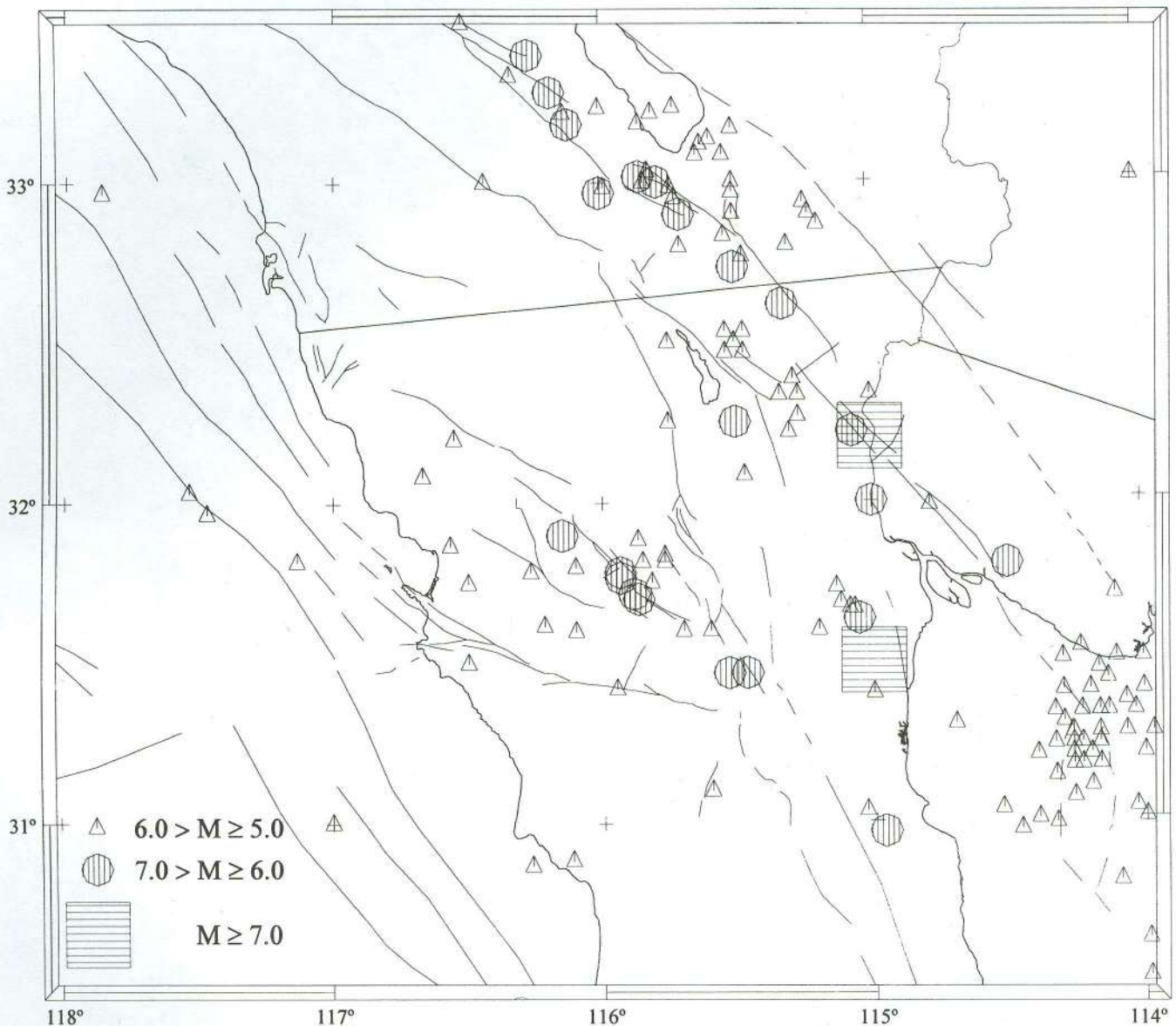


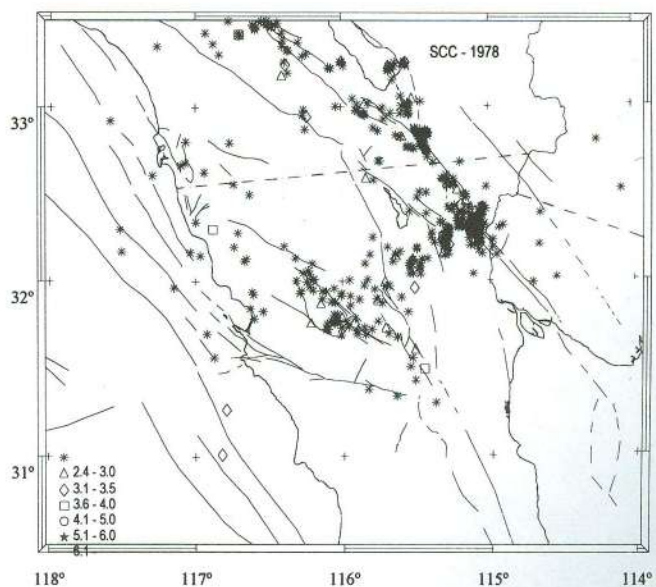
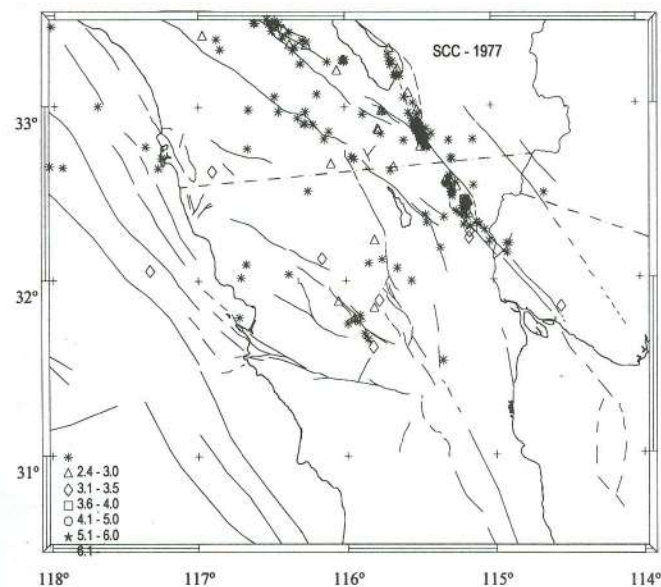
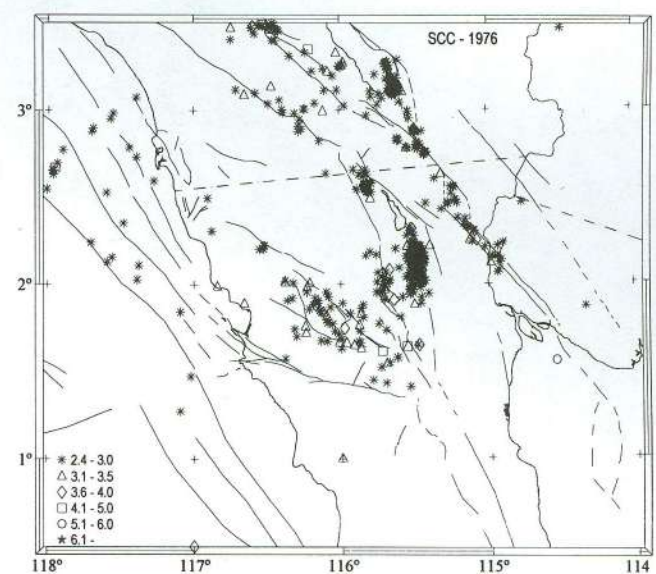
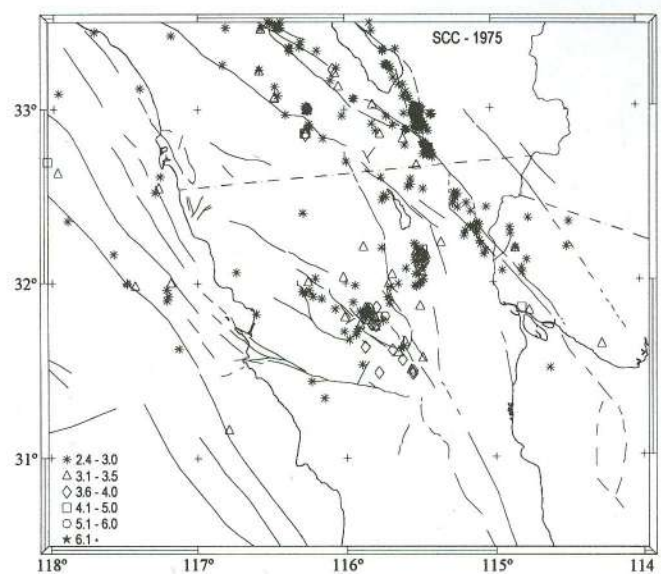
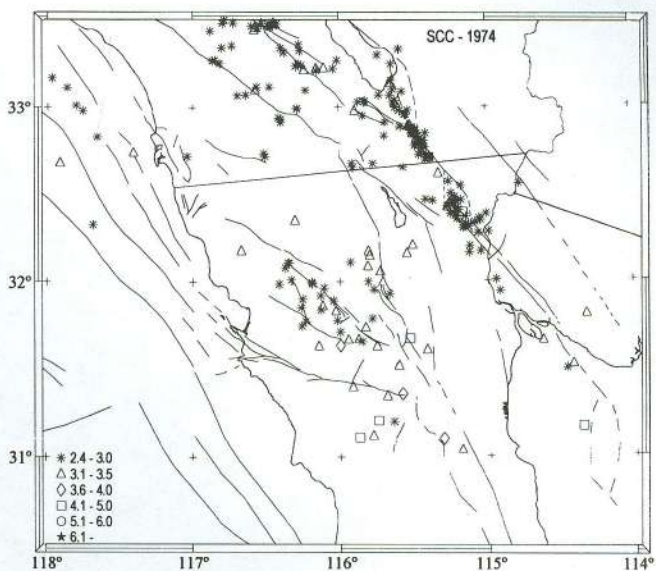
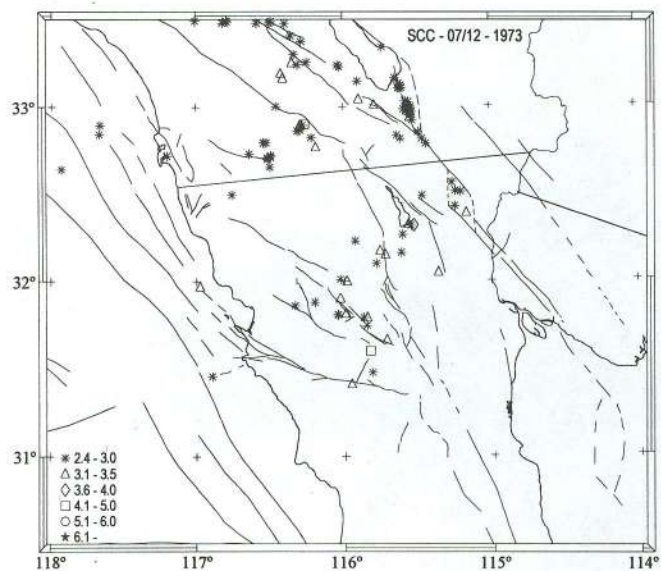
Figura 3. Sismos con $M \geq 5.0$ actualizados de una figura similar de Frez y González (1991) donde aparecen las referencias. No se incluyen réplicas; se incluyen sismos del mismo enjambre.

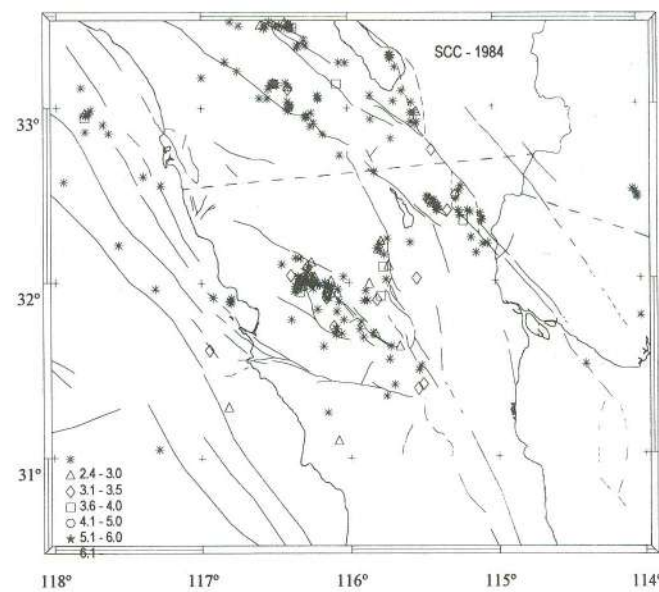
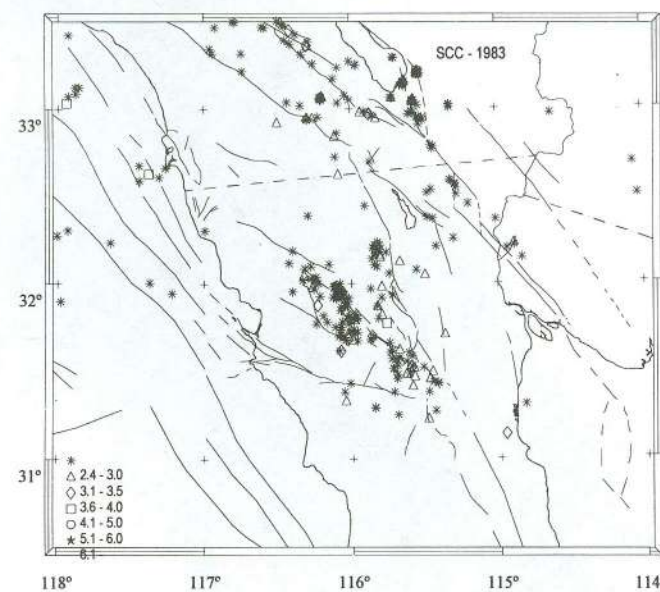
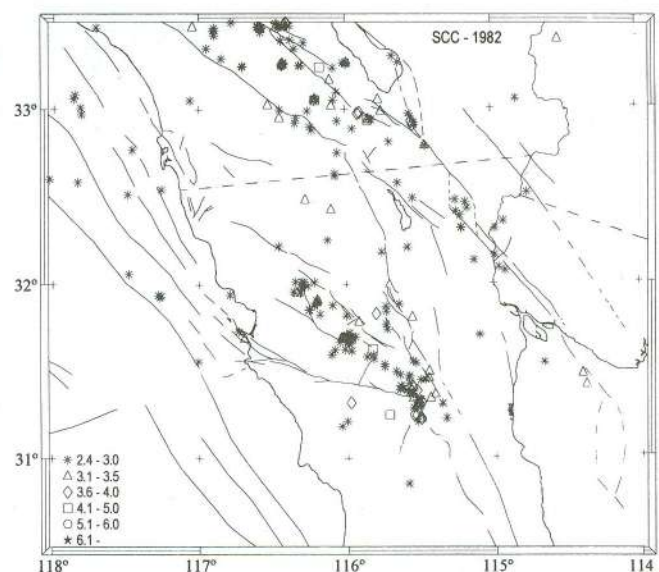
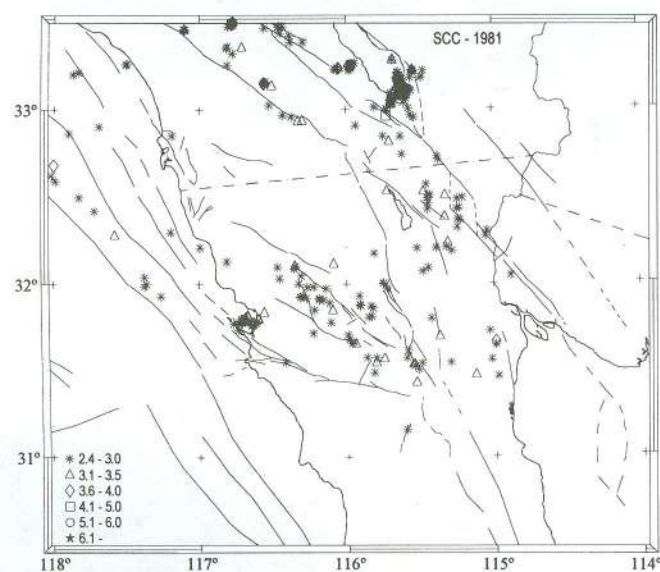
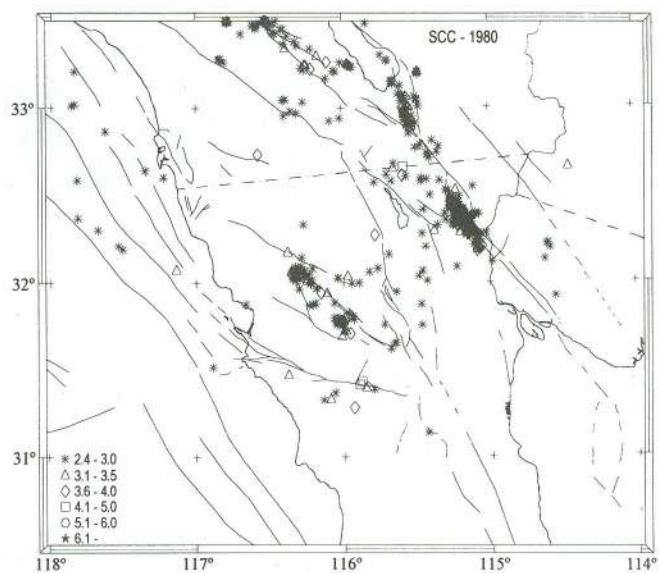
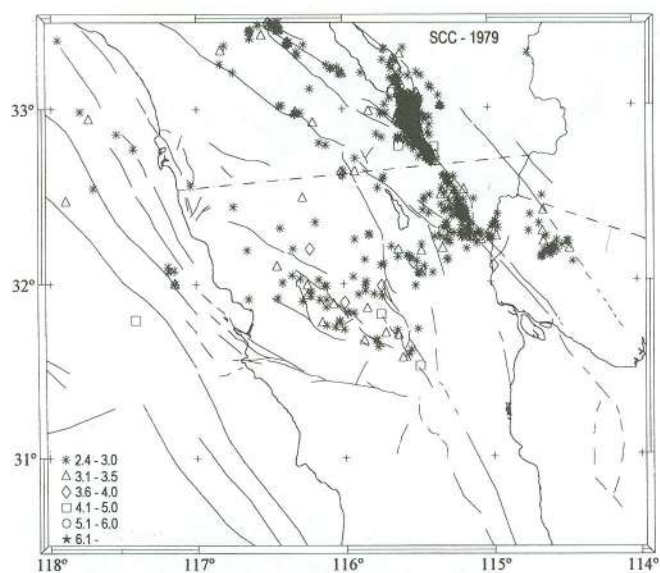
que incluyen los sismos de incluidos en el SCC y de todos los sismos cuyos hipocentros fueron determinados por RESNOM. El personal del USGS/CalTech clasifica parte de las determinaciones hipocentrales del norte de Baja California como "regionales", que son catalogados aparte. Los mapas corresponden a la suma de estas determinaciones con la de sismos considerados como "locales".

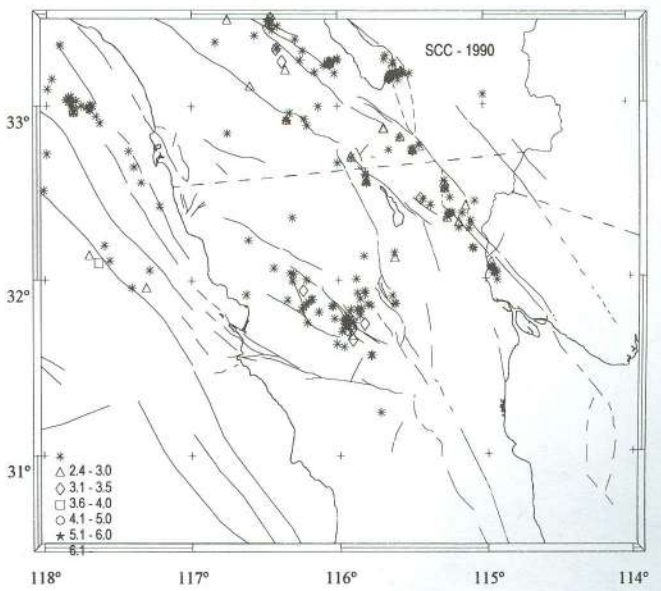
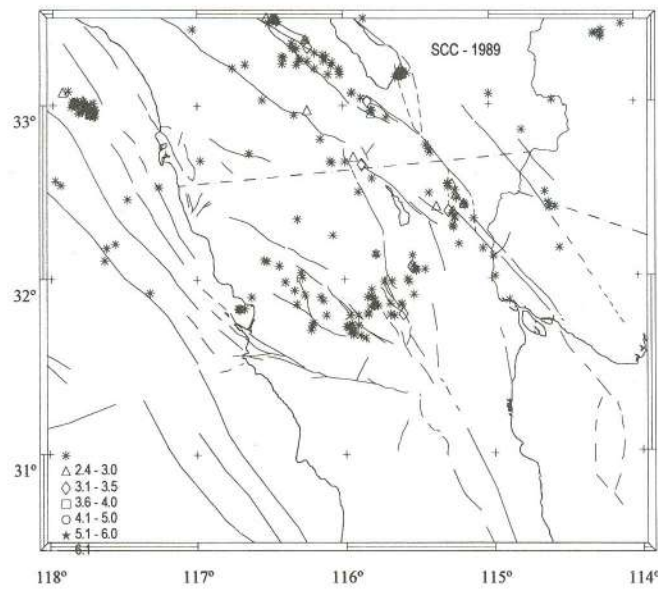
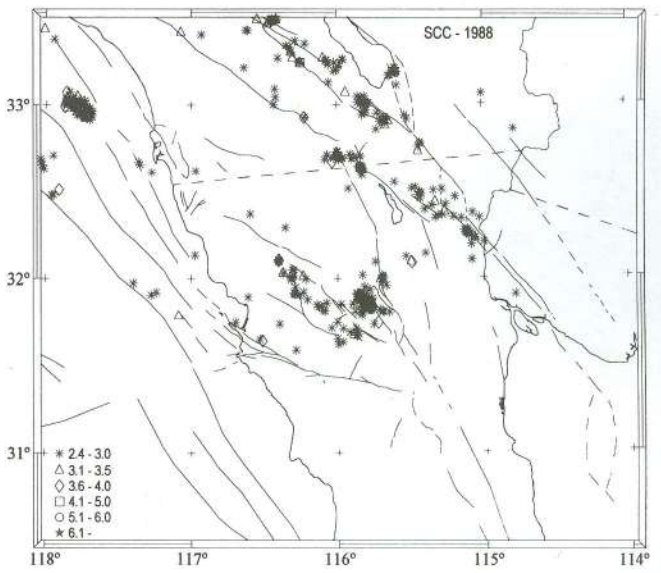
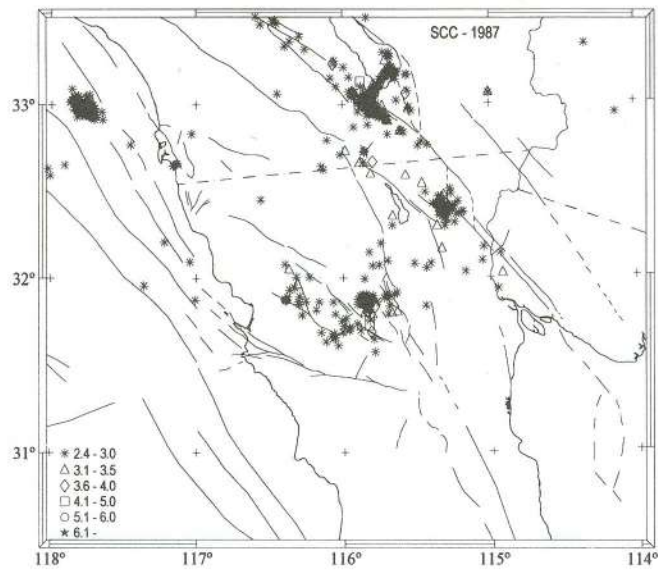
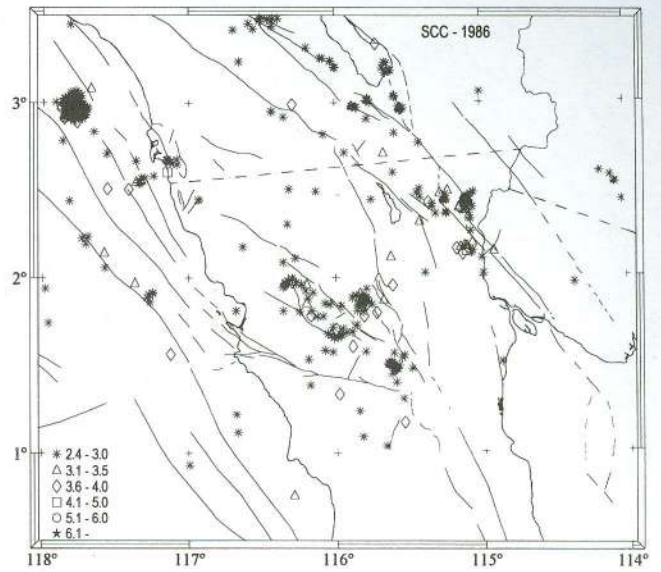
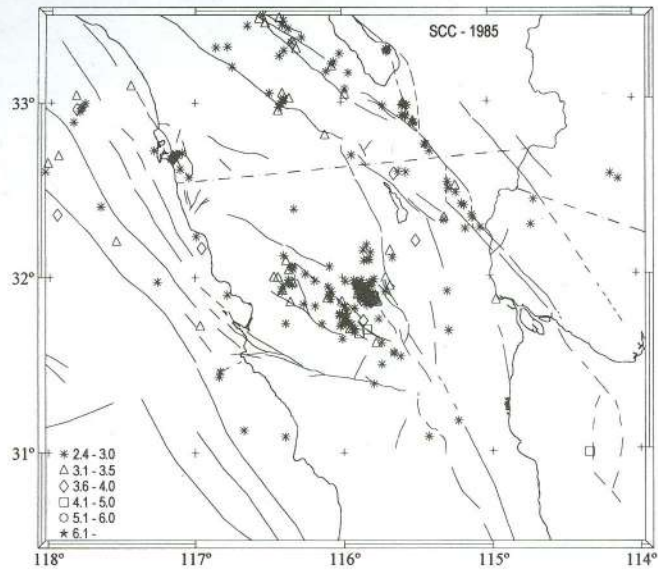
PRECISIÓN Y EXACTITUD DE LOS PARÁMETROS HIPOCENTRALES

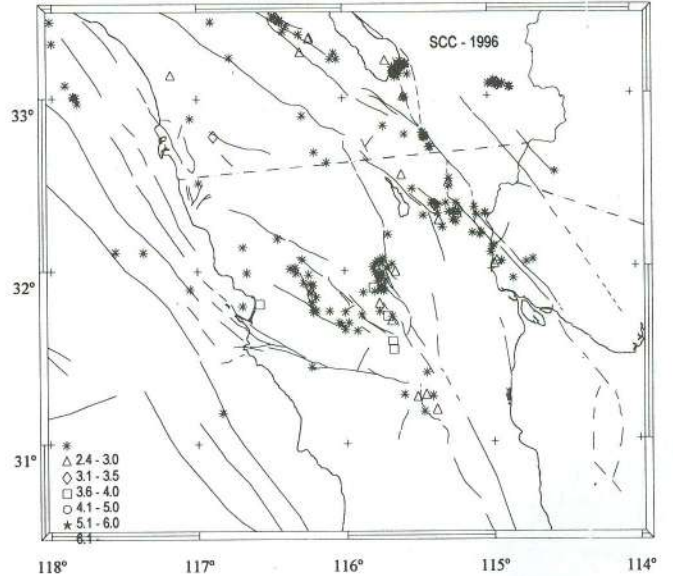
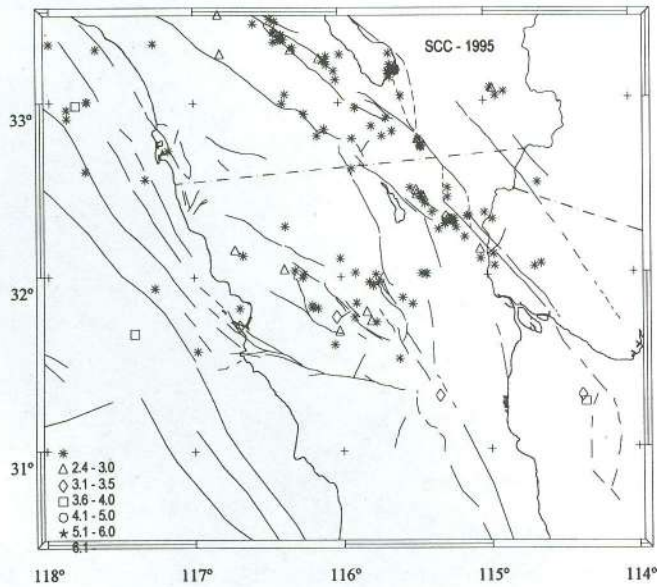
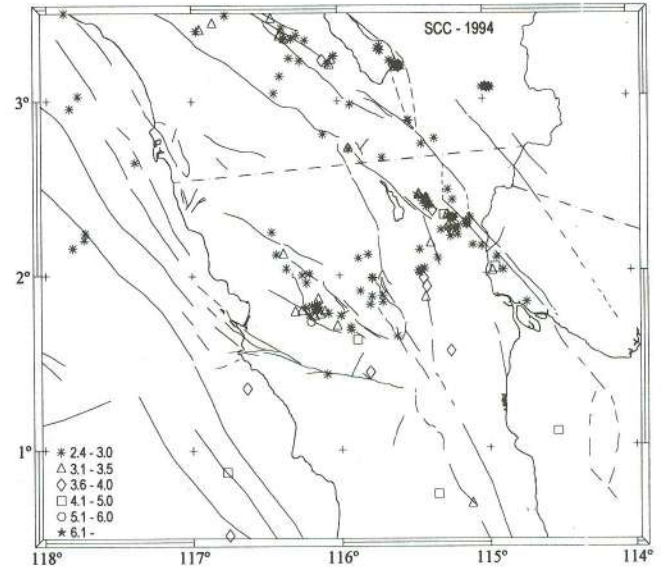
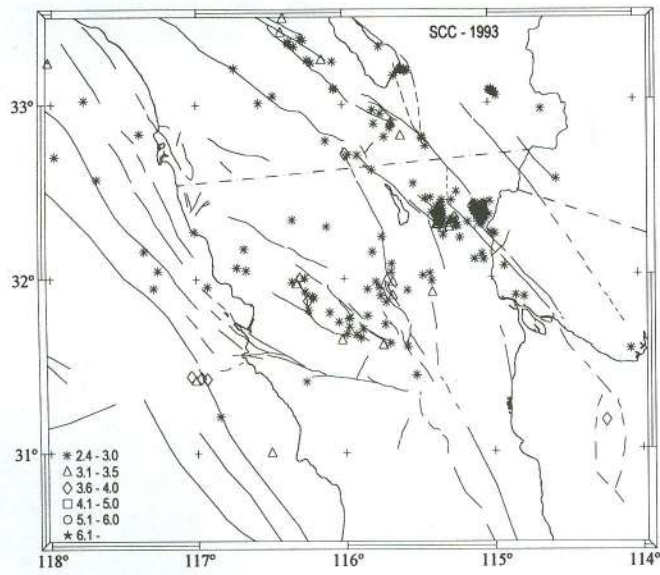
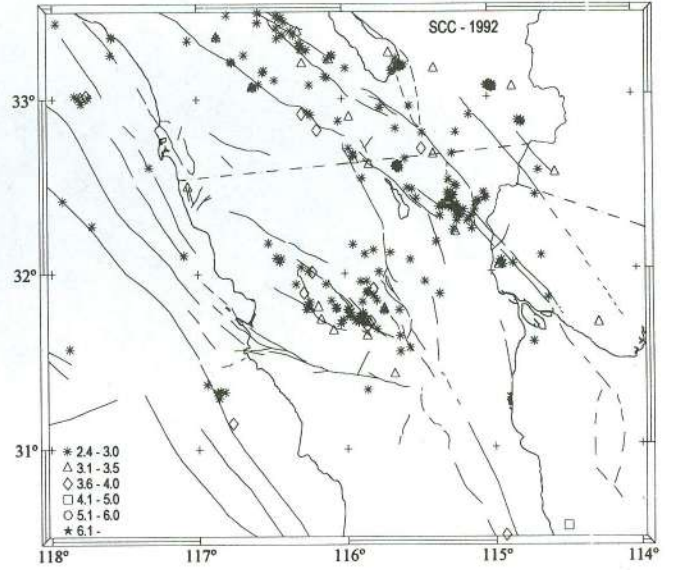
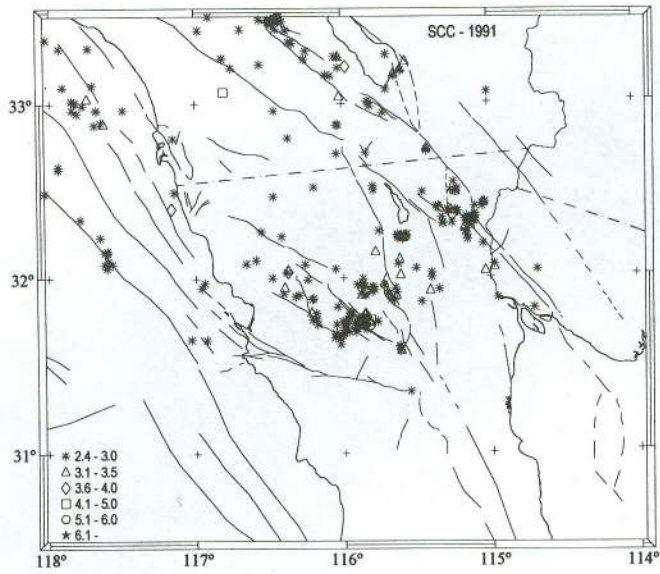
Los parámetros que aparecen en los catálogos son: tiempo origen (fecha, hora, minuto y segundo en que ocurrió el sismo), latitud y longitud del epicentro, profundidad del foco sísmico, magnitud y algunos otros que indican la precisión de la

determinación. Los cuatro primeros parámetros son las incógnitas para el problema numérico de la determinación hipocentral. Los datos para este problema son: a) las lecturas de los tiempos de arribo de las ondas P y S en las estaciones que tienen buenos registros del sismo, b) un modelo de la estructura sísmica de la región que, en trabajos de rutina, se supone unidimensional y c) las coordenadas espaciales (latitud y longitud) de las estaciones de la red sísmica. El sistema de ecuaciones que relacionan incógnitas y datos es no lineal. La mayor parte de los programas computacionales de uso rutinario que resuelven este problema numérico utilizan un método de linealización en donde la solución se busca por aproximaciones sucesivas desde el entorno de una solución inicial. Para redes regionales que cubren estructuras sísmicas muy variadas, como es el caso del norte de Baja California, se utiliza un modelo de corteza para cada provincia. En el caso de RESNOM, se tiene









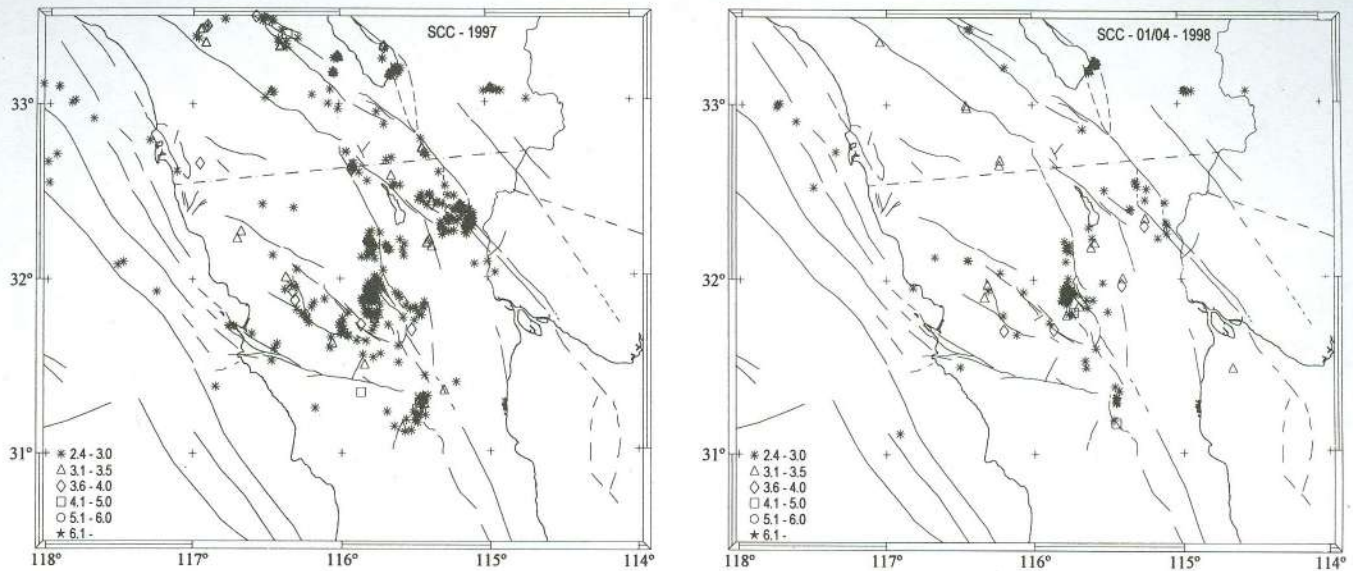


Figura 4. Sismicidad anual desde julio de 1973 hasta abril de 1998; tomada del Catálogo del Sur de California y para sismos con $M \geq 2.4$.

un modelo promedio para la Cordillera Peninsular y otro para el Valle Mexicali-Imperial. Al contrario de lo que pasaba hasta hace algunas décadas, hoy existe gran confianza en cuanto a las coordenadas de las estaciones y a la medición de los tiempos de los arribos que están bien definidos e identificados en los sismogramas. No obstante, es menester insistir en que todavía existen importantes fuentes de error en el cálculo de los parámetros hipocentrales. Aún suponiendo que la estructura sísmica sea aproximadamente unidimensional en la región de estudio, una buena determinación epicentral necesita que las estaciones que reportan tiempos de arribo rodeen homogéneamente al epicentro en un número que no puede ser menor que 4 y es deseable que sea mayor que 6. Tomemos un ejemplo en el que las estaciones se distribuyen sólo en 180° alrededor del epicentro, como cuando el epicentro está fuera de la red. En este caso, podemos dibujar una recta que pasa por el epicentro y que separa al área donde existen estaciones de aquella donde no las hay. Dada la falta de información que esto implica, las coordenadas epicentrales resultantes tendrán un gran error en la dirección perpendicular a dicha recta. La determinación correcta de la profundidad necesita tiempos de estaciones ubicadas a una distancia no mucho mayor que la profundidad del sismo. Esta condición no se cumple en el norte de Baja California, donde la profundidad de los focos sísmicos está típicamente entre los 5 y 15 km y la distancia entre las estaciones de RESNOM es mucho mayor que estos valores (Figura 2). Debido a esta indeterminación, los investigadores utilizan redes locales con espaciamiento entre estaciones menor a unos 10 km para investigar las profundidades de los sismos.

Como conclusión, se puede asegurar que las profundidades de los sismos determinadas por redes regionales son poco confiables; el procedimiento computacional asigna valores fijos de estas profundidades, cuando no hay información suficiente para determinarlas, en 6 km (SCC) o 9 km (CNOM). Obviando una discusión más técnica, digamos que los errores de las

estimaciones epicentrales "buenas" en los catálogos son de unos dos a tres minutos, y que pueden subir a unos cinco a siete minutos si no existe una distribución adecuada de estaciones alrededor del epicentro. Los errores son más grandes a medida que disminuye la magnitud del temblor, ya que el número de estaciones que reportan tiempos disminuye y la precisión de la lectura de estos tiempos se deteriora.

Debemos distinguir entre errores sistemáticos y aleatorios. Los errores sistemáticos indican alguna desviación sistemática en algunos de los datos del problema de la determinación epicentral; estos grupos pueden ser amplificados por una mala distribución de las estaciones alrededor del epicentro. Por ejemplo, la inadecuación del modelo de estructura sísmica usado en los cálculos aumenta a medida que el epicentro se aleja de la red de estaciones. Esto es importante para interpretar los epicentros de sismos que ocurren en territorio mexicano y que han sido obtenidos del SCC. Errores sistemáticos de este tipo han sido reportados, por ejemplo, en Frez y González (1989), Frez y González (1991) y Wong *et al.* (1997). Se debe notar que errores sistemáticos significativos pueden estar acompañados por errores aleatorios pequeños, donde estos últimos se deben a lecturas muy exactas de los tiempos de llegada; lo anterior puede producir alineaciones espurias de epicentros.

El cálculo de magnitudes (una medida de la energía o intensidad del sismo) presenta también complicaciones. Los dos métodos más en boga utilizan la amplitud máxima y la duración del sismograma, ya que puede considerarse que la energía es aproximadamente proporcional al cuadrado de la amplitud y es función positiva de la duración. La calibración de las curvas que permiten pasar de estos datos al valor de la magnitud es complicada, ya que hay demasiados factores, además de la energía liberada en el foco sísmico, que determinan la amplitud del movimiento en el sismograma. Por otro lado, el

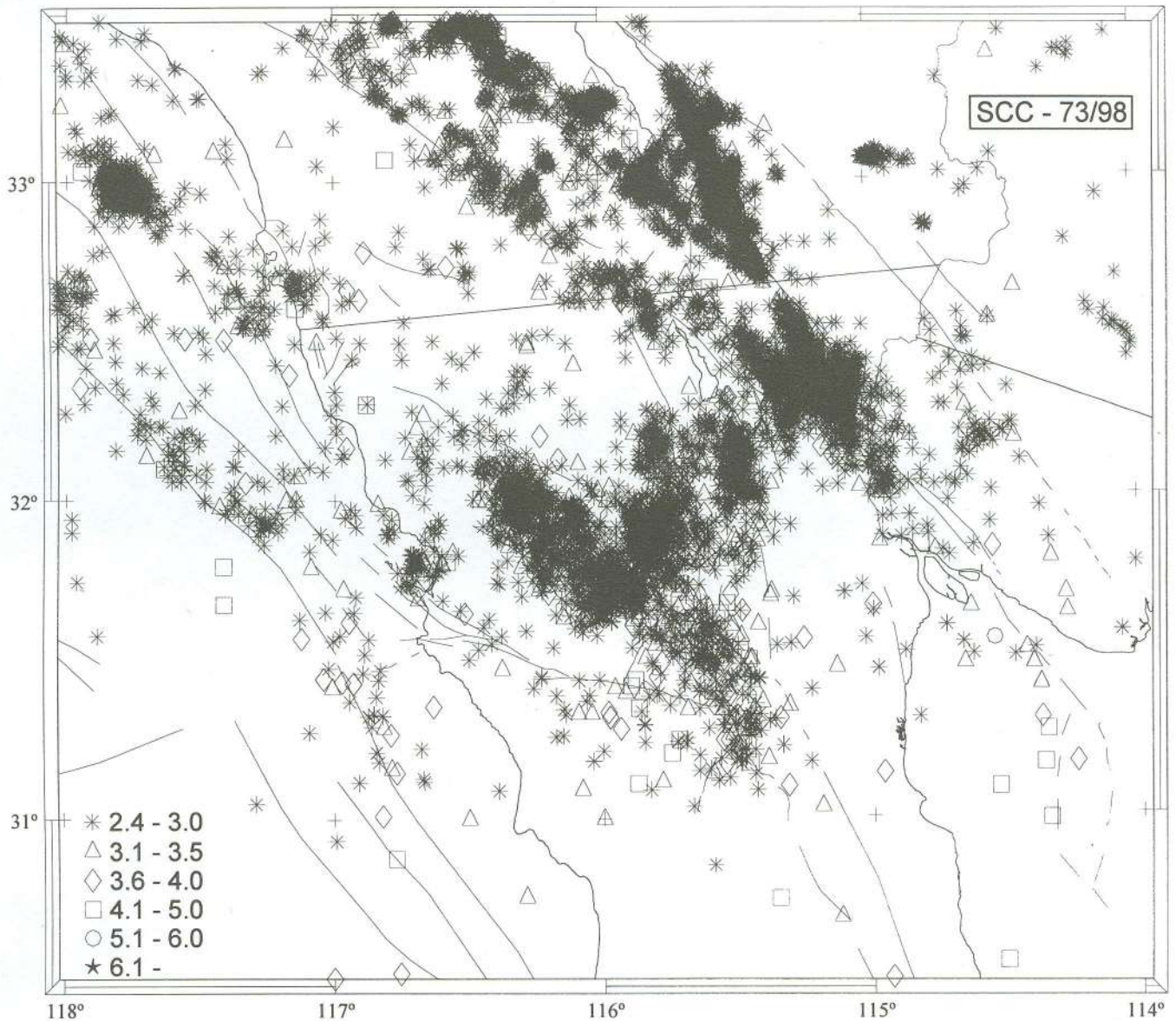


Figura 5. Sismicidad acumulada desde julio de 1973 hasta abril de 1998; tomada del Catálogo del Sur de California para $M \geq 2.4$.

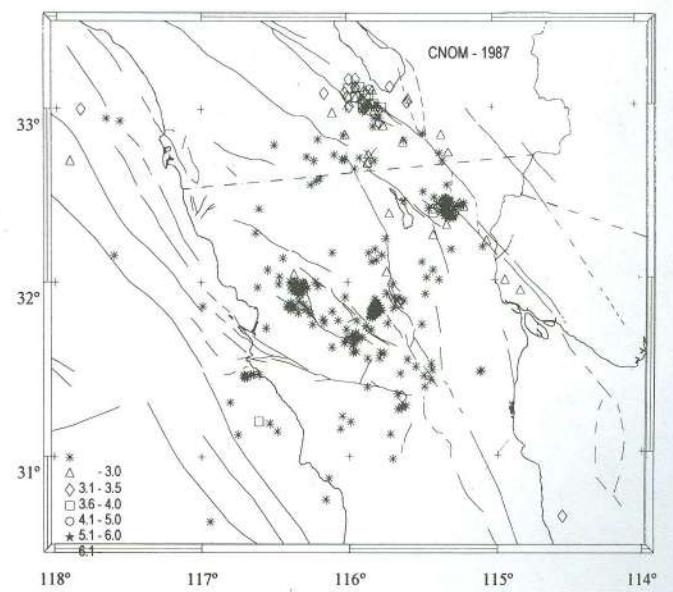
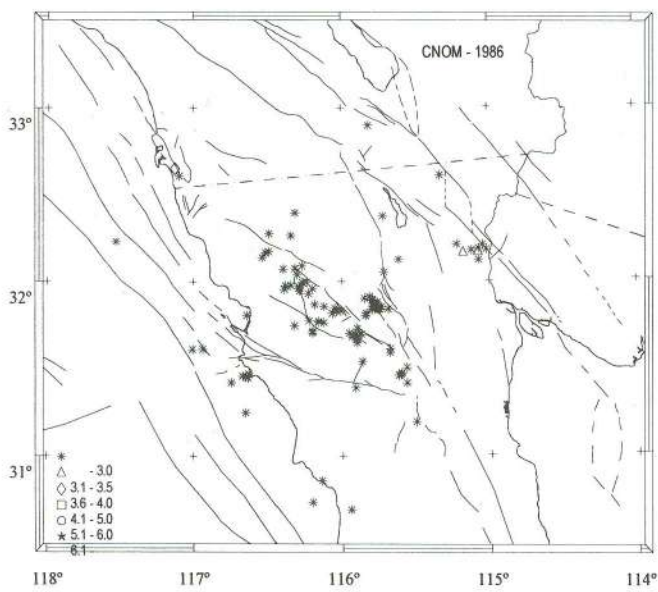
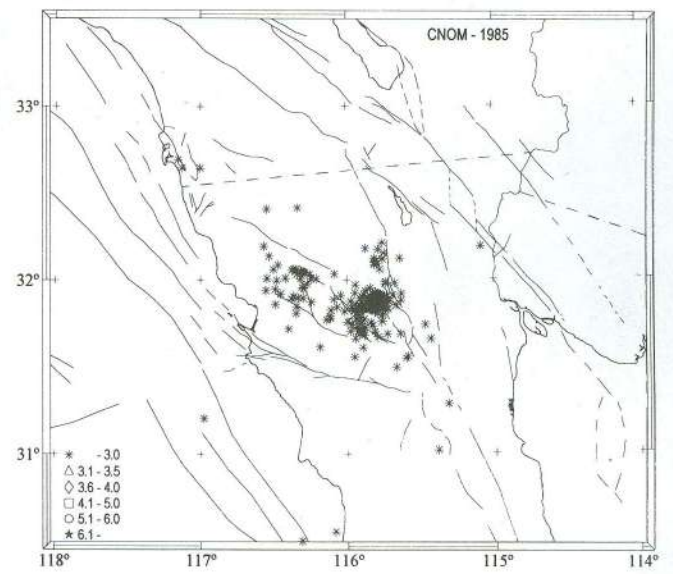
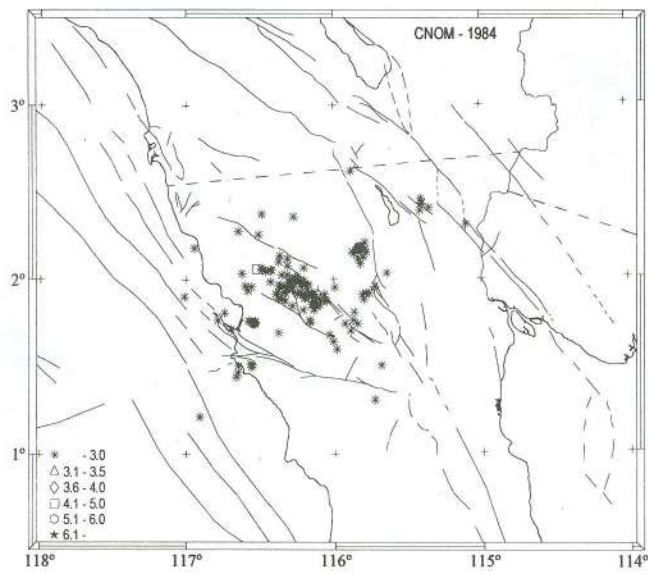
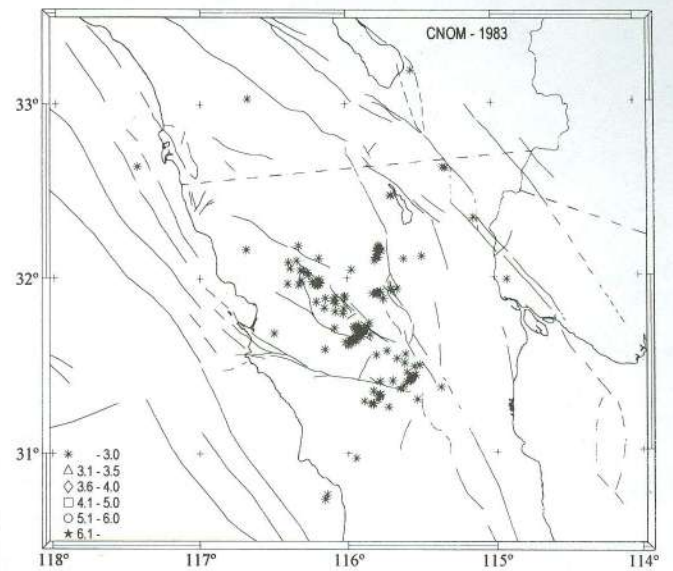
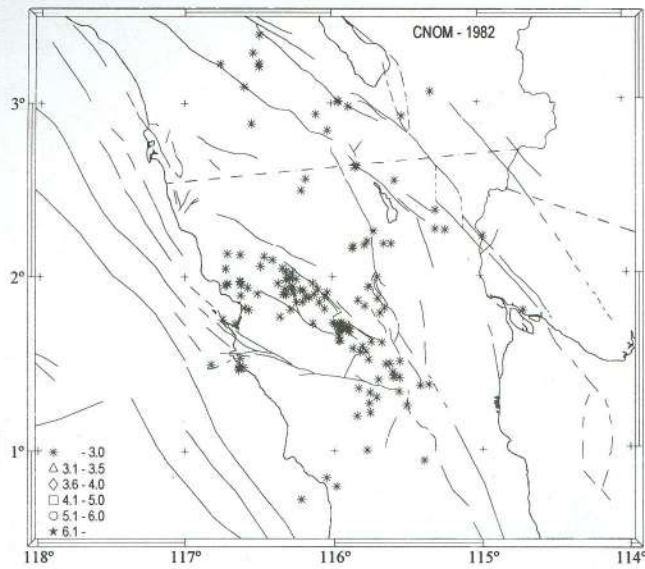
número de estaciones que reportan datos para calcular magnitudes es generalmente más pequeño que el que reporta tiempos. Para el caso de RESNOM, se utiliza la estación más estable instrumentalmente (Cerro Bola: CBX). Esta estación es representativa para los recorridos a lo largo de la Cordillera Peninsular. Para los sismos que ocurren en la Depresión del Salton, el uso de esta estación introduce una variabilidad menor que si se usaran estaciones de la Depresión del Salton. Otra complicación consiste en la calibración de las dos escalas de magnitudes (por amplitud y duración) y que sea consistente con los resultados de ambos catálogos. Lo que debe preocupar al usuario es que la metodología para calcular magnitudes ha cambiado en el tiempo. Para el caso de RESNOM, Vidal y Munguía (1998) analizan gran parte de este problema.

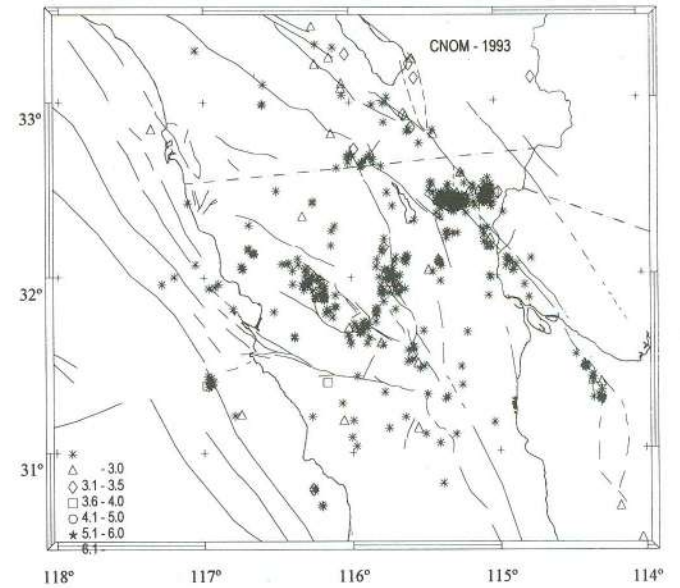
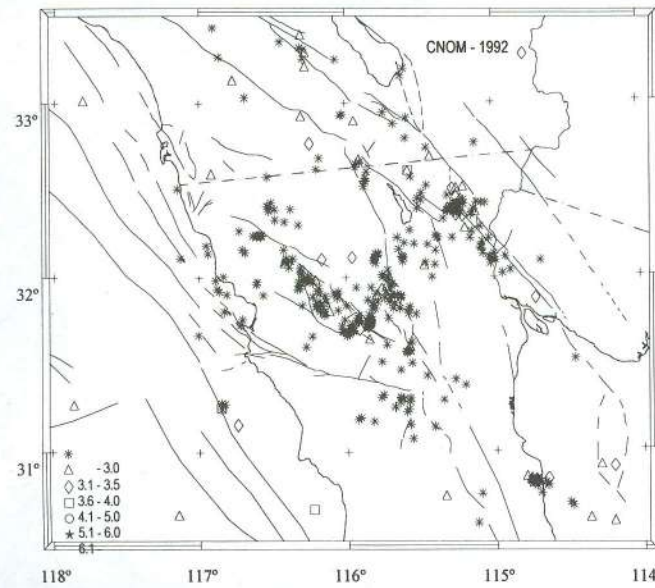
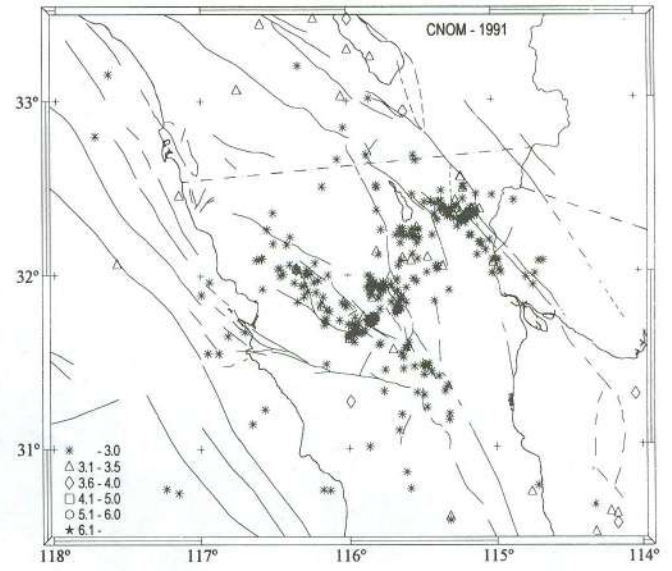
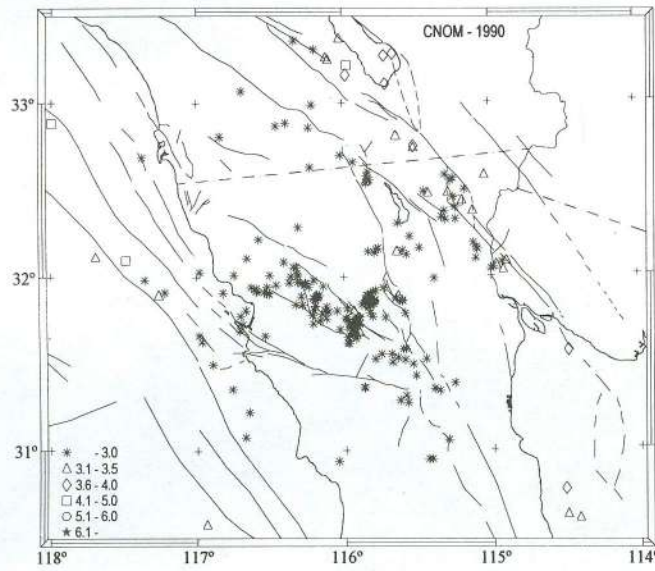
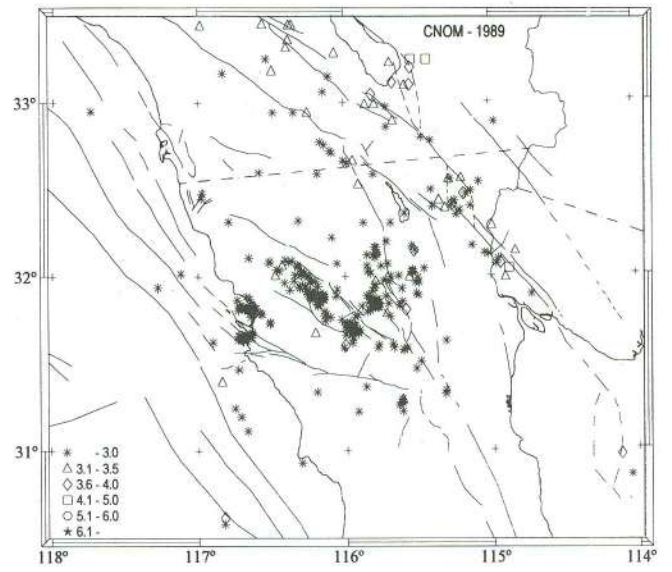
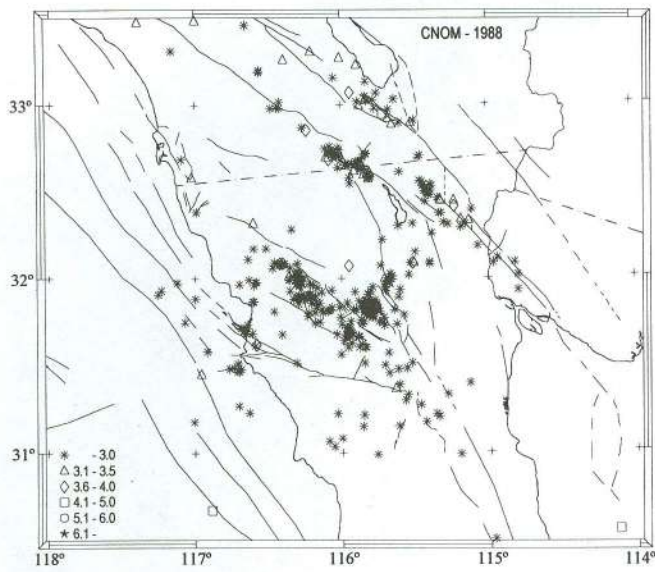
Como conclusión, casi nunca tenemos estimaciones confiables de la profundidad cuando ellas se obtienen de los catálogos regionales. Los errores en las coordenadas epicentrales

son difíciles de apreciar pero podemos considerarlos del orden de 3 a 5 minutos (o, equivalentemente, de 5 a 8 km) en promedio, mientras que los errores en las magnitudes son del orden de dos décimas de la unidad de magnitud. Los errores sistemáticos existen y su cuantificación es materia de investigación; en los mapas, se distinguen a veces por diferencias sistemáticas entre las determinaciones hechas por ambas redes, mientras que, en otros casos, se sospecha que producen alineaciones espúrias de epicentros.

UNA BREVE DESCRIPCIÓN DE LA SISMICIDAD CARTOGRAFIADA

Para propósitos de comparación entre la actividad micro y macrosísmica y por las implicaciones en estudios de riesgo y peligro sísmico, presentamos también un mapa con la sismicidad





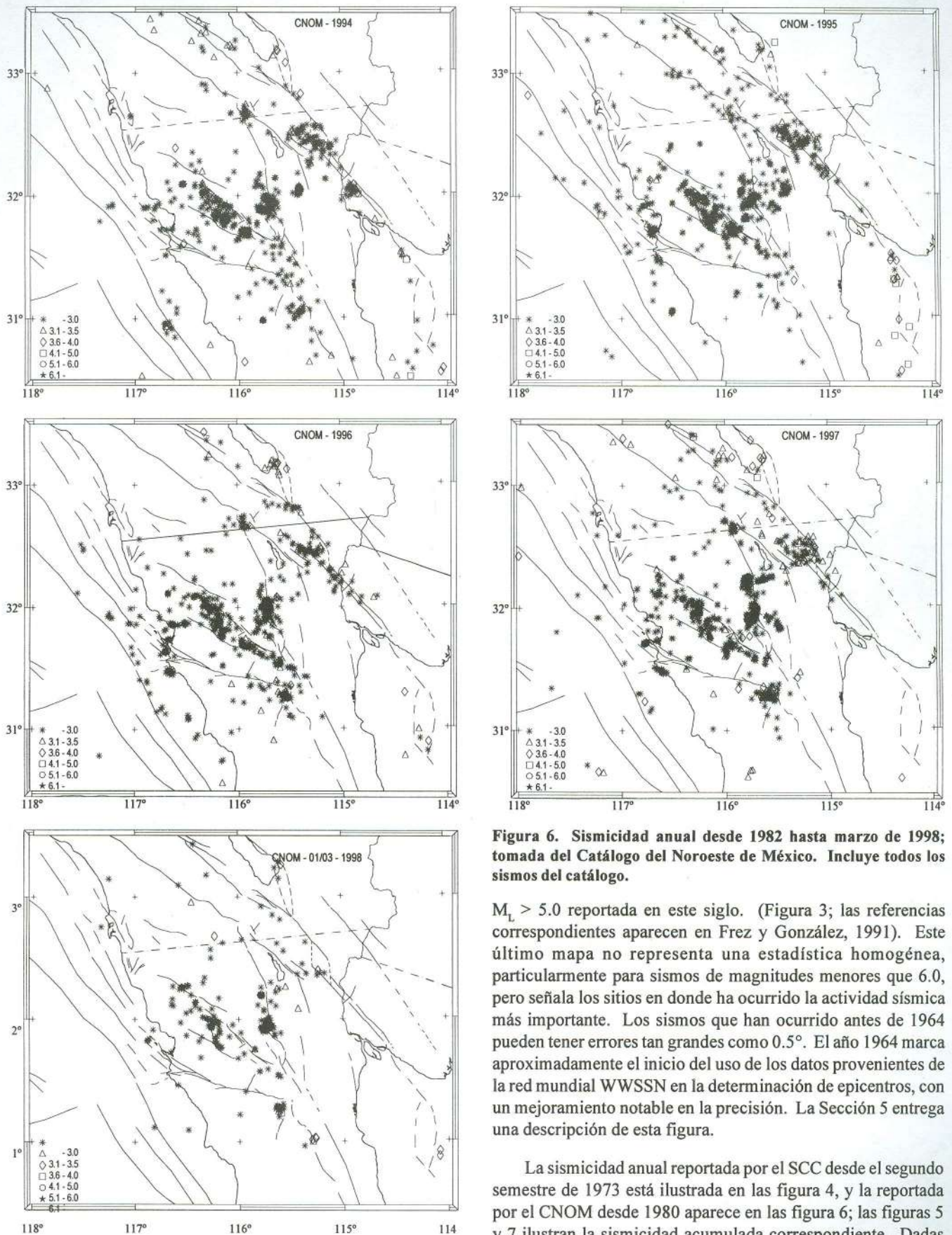


Figura 6. Sismicidad anual desde 1982 hasta marzo de 1998; tomada del Catálogo del Noroeste de México. Incluye todos los sismos del catálogo.

$M_L > 5.0$ reportada en este siglo. (Figura 3; las referencias correspondientes aparecen en Frez y González, 1991). Este último mapa no representa una estadística homogénea, particularmente para sismos de magnitudes menores que 6.0, pero señala los sitios en donde ha ocurrido la actividad sísmica más importante. Los sismos que han ocurrido antes de 1964 pueden tener errores tan grandes como 0.5°. El año 1964 marca aproximadamente el inicio del uso de los datos provenientes de la red mundial WSSN en la determinación de epicentros, con un mejoramiento notable en la precisión. La Sección 5 entrega una descripción de esta figura.

La sismicidad anual reportada por el SCC desde el segundo semestre de 1973 está ilustrada en la figura 4, y la reportada por el CNOM desde 1980 aparece en la figura 6; las figuras 5 y 7 ilustran la sismicidad acumulada correspondiente. Dadas

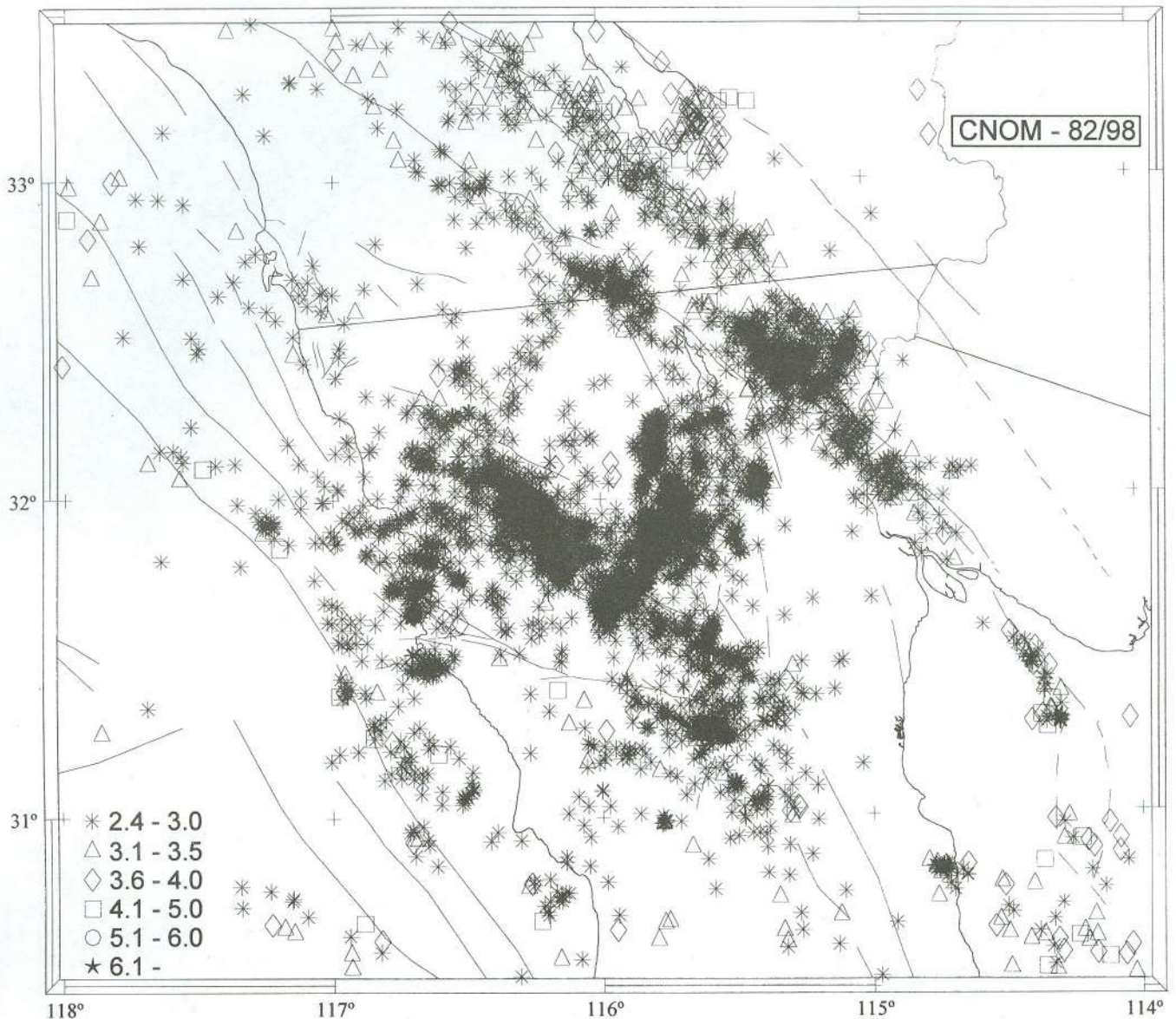


Figura 7. Sismicidad acumulada entre 1982 hasta marzo de 1998; tomada del Catálogo del Noroeste de México. Incluye todos los sismos del catálogo.

las limitaciones ya discutidas en cuanto a la sensibilidad de las redes, no es sorpresa encontrar que, para ambos catálogos, las magnitudes de los sismos aumenta en la periferia de la región de estudio (Figuras 5 y 7). Algunas características interesantes son las siguientes:

a) La mayor parte de la actividad sísmica reportada está asociada a sistemas de fallas, tanto a aquellas que marcan el límite entre placas (C. Prieto, Imperial, Brawley y San Andrés), como a las que cruzan o limitan la Cordillera Peninsular (San Miguel, Sierra Juárez, Elsinore/Laguna Salada y San Jacinto). Una menor actividad se aprecia asociada a las fallas del Borde Continental. Se observa, además, que la sismicidad asociada a algunos sistemas de fallas no ocurre necesariamente sobre las trazas cartografiadas de las fallas individuales. La mayor parte de la actividad se aglomera espacial y temporalmente

definiendo poco a poco distribuciones principalmente lineales o lenticulares.

b) Los casos más evidentes de fallas con poca sismicidad registrada son la de Agua Blanca, donde no se presenta microsismicidad significativa en su sector central, y la de Vallecitos.

c) Se puede apreciar que hay epicentros que no están asociados a sistemas cartografiados de fallas. Un ejemplo es la sismicidad pequeña que se localiza entre los sistemas de fallas Elsinore y San Miguel y la costa; dada la posición de sus epicentros con respecto a las estaciones de la SCSN, no creemos que ellos tengan un error grande; esta actividad "intra-bloque" no ha sido estudiada. En otro tipo de ejemplos, los mapas indican sismicidad con epicentros que tienden a

conectar diversos sistemas de fallas en diversas provincias geológicas. Parte de esta actividad es esporádica (generalmente dura semanas o pocos meses). Un ejemplo de agrupamiento de sismos (cúmulos) que se encuentra entre las fallas Cerro Prieto y Sierra Juárez, es el nido sísmico con distribución NS notable en los mapas de los años 1975 y 1976. Distribuciones epicentrales de menor tamaño sin asociación aparente a fallas cartografiadas se encuentran también entre las fallas Sierra Juárez y San Miguel, en donde la región de Pino Solo tuvo una actividad fuerte en 1975, 1985 y 1988, asociada a sismos con magnitud poco mayor que 5.0. Un ejemplo de actividad difusa que conecta provincias geológicas es la que parte de la confluencia de las fallas Sierra Juárez, San Miguel, San Pedro Mártir y Laguna Salada y que se dirige hacia la costa del Pacífico. Otro ejemplo es la distribución que une el extremo norte de la Falla San Miguel y la costa, al norte de Ensenada. Los ejemplos indicados son más fácilmente observados en los mapas de sismicidad acumulada (Figura 5 y 7).

d) Otras áreas donde se observan epicentros entre fallas cartografiadas son la Zona Sísmica de Mexicali, entre los extremos de las fallas Cerro Prieto e Imperial; la Zona Sísmica Brawley, entre la falla Imperial y la Brawley (o San Andrés); el Valle Ojos Negros entre las fallas San Miguel y Tres Hermanas, y el Valle Trinidad, ubicado al sur del extremo SE de la Falla Agua Blanca. La sismicidad asociada al Valle Ojos Negros parece extenderse hacia el NW, más allá de la traza de la Falla Ojos Negros (Figuras 5 y 7).

e) Se pueden hacer varias conjeturas (hipótesis de trabajo) con respecto a huecos de actividad que unen distribuciones de sismicidad bien establecidas. Una hipótesis bastante arriesgada es la siguiente: El sistema de fallas de San Miguel tiene una clara dirección NW-SE que se alinea hacia el NW con el sitio del temblor de Oceanside de 1986 y sus réplicas (SCC: 1985, 1986 hasta 1991); las réplicas de los años 1987 y 1988 se distribuyen preferentemente con acimut NW-SE. Si este alineamiento de epicentros fuera real pasaría por las ciudades de Tijuana y San Diego.

f) Existen cúmulos en las junturas de fallas, sistemas de fallas o alineamiento de sismicidad. Un ejemplo importante se localiza en la Bahía de Ensenada (González y Suárez, 1984). Existe también microsismicidad relativamente alta en los contactos entre las fallas San Miguel y Vallecitos, entre las fallas Elsinore y Laguna Salada y entre los segmentos de la Falla Sierra Juárez.

g) La distribución de epicentros en el tiempo también forma agrupamientos o secuencias. La distribución de sismos en el tiempo puede formar secuencias del tipo "premonitores-sismo principal-réplicas" o de "enjambre sísmico". En el segundo caso, no hay un temblor principal muy separado en magnitud de la réplica más grande, mientras que en el primer tipo de secuencia la diferencia entre las magnitudes del temblor principal y de la réplica es un poco más grande que una unidad de magnitud. Los sismos de $M_L > 6.0$ (Figura 3) que aparecen en los mapas de microsismicidad son los de 1979 (Valle

Imperial), 1980 (Victoria) y 1987 (Superstition Hill); todos generaron zonas de réplicas bien definidas. Lo mismo sucede con algunos sismos cuya magnitud varía entre 5.0 y 5.9. El sismo de Oceanside ($M_L=5.4$; en el Borde Continental, 33°N) de 1986 (Hauksson y Jones, 1988) produjo una secuencia desproporcionadamente larga de "réplicas" (ver mapas desde 1985 a 1991) que no se compadece con la magnitud del sismo principal. La ocurrencia de enjambres es generalizada en la región, y la mayor parte de ellos tiene duraciones que varían desde unas pocas horas hasta unos pocos meses. Una excepción curiosa la constituye el enjambre que aparece en el extremo SE del Mar Salton que ha estado activo continuamente desde 1986. Un caso no tan extremo pero también muy persistente, es el cúmulo que está ubicado en la Falla Sierra Juárez, al sur de la latitud 32°S y que aparece activo en los mapas de 1996, 1997 y 1998.

h) La sismicidad ilustrada en los mapas contiene una crisis sísmica de importancia y varias menores. La importante, que ocurrió en el Valle Mexicali-Imperial entre 1973 y 1981, se inició con numerosos enjambres, culminó con los temblores del Valle Imperial y de Victoria, y terminó con el sismo de Westmoreland (note las réplicas al SE del Mar Salton) en abril de 1981. Los mapas señalan un incremento paralelo de la actividad en la conexión entre la Depresión del Salton y la Cordillera Peninsular, y en la Cordillera Peninsular misma, lo que se puede apreciar particularmente en los años 1976 y 1980. Algo semejante sucede en 1987, cuando ocurrió el temblor de Superstition Hill (la ortogonalidad de la distribución epicentral de sus réplicas, en el extremo SE del Mar Salton, es notable), el temblor $M_L=5.4$ que ocurrió en el flanco occidente del Valle Mexicali y, paralelamente, actividad en la Cordillera Peninsular. La sismicidad reportada para el año 1997 (la mayor parte de ella corresponde al segundo semestre) se incrementa también en todas las áreas señaladas. Por otro lado, durante los años 1983, 1984 y 1985 hubo actividad fuerte en la Cordillera Peninsular y muy débil en la Depresión del Salton. En 1993 (SCC), sucede lo contrario.

i) La actividad en el Borde Continental indica alineaciones a través de una distribución difusa de epicentros que puede deberse a la inhomogeneidad en los catálogos y a poca precisión de sus coordenadas geográficas. La bahía de Ensenada tiene actividad esporádica en forma de enjambres. Dos alineaciones NW-SE parecen llegar a las ciudades de San Diego y Ensenada. La alineación que llega a la bahía de Ensenada cambia de dirección y continúa por el mar hacia el sur, paralelamente a la costa. Una actividad difusa, posiblemente debida a errores en las coordenadas epicentrales, parece conectar la actividad que existe en el vértice común de las fallas San Miguel, Sierra Juárez, San Pedro Mártir y Agua Blanca, con la costa, a la latitud aproximada de 31°S (Punta Colonet), donde también han ocurrido enjambres.

j) La mayor parte de la Falla San Miguel tiene fuerte actividad, exceptuando su extremo SE. Esta poca actividad se puede correlacionar con el sector de la falla que rompió con el temblor ($M_L=6.6$) de 1956 (Shor y Roberts, 1958). La Falla

- Vallecitos no tiene actividad significativa, excepto en la parte en que se conecta con la de San Miguel (1984, 1986) o en el sector donde una prolongación de la Falla San Miguel la tocaría (1984, mapas de sismicidad acumulada). La Falla Tres Hermanas tampoco tiene gran actividad, excepto en su rama (Falla Ojos Negros) que tiene un acimut casi NS (v. gr., 1996). Gran parte de la sismicidad asociada al sistema San Miguel se encuentra en el Valle Ojos Negros y en la juntura San Miguel/Vallecitos/Ojos Negros (1984, 1987, 1988, 1990, 1996).
- k) El sistema Elsinore/Laguna Salada muestra su actividad más alta en la juntura entre ellas y la Falla Sierra Juárez (1976, 1987, 1988; mapas CNOM: 1994, 1995 y 1996).
- l) El sistema de fallas Sierra Juárez es particularmente activo en su segmento central con dos cúmulos localizados en los extremos de este segmento. El más persistente es el más meridional (1997).
- m) El vértice donde confluyen las fallas San Miguel, Sierra Juárez, Agua Blanca y San Pedro Mártir tiene gran actividad (mapas de sismicidad acumulada); dado el carácter difuso de la distribución epicentral, es difícil asignar únicamente esta actividad a unidades estructurales. Hacia el sur, la falla San Pedro Mártir parece tener microsismicidad asociada; ya mencionamos que la Figura 7 indica una conexión de dicho vértice con la costa del Pacífico, en Punta Colonet.
- n) En el Valle Mexicali-Imperial, la mayor parte de la actividad microsísmica se encuentra en las zonas sísmicas y alrededores. El flanco occidental del Valle es mucho más activo que el oriental; su actividad forma alineaciones que conectan o se confunden con los sistemas de fallas de la Cordillera Peninsular. La Cuenca Wagner, en el alto del Golfo, puede considerarse semejante a las zonas sísmicas Mexicali y Brawley en cuanto a que conecta fallas transformes y contiene una alta actividad sísmica, compuesta principalmente por enjambres (Figura 3 y CNOM; 1993 a 1996). Posteriormente a la crisis entre 1973 y 1981, la Depresión del Salton tuvo varios años con poca actividad (1981 a 1986). Desde 1987 (temblor de Superstition Hill y otro, al oeste de la estación CPX), el número de sismos aumentó. Parte de esta sismicidad indica una extensión de la actividad asociada a la Falla Cerro Prieto hacia el NW y una conexión entre la actividad del Valle Imperial con la del sistema de fallas San Jacinto. La Depresión del Salton es la región que ha tenido más sismos con $M_L > 6.0$ (Figura 3). Además de los ya nombrados, tenemos los sismos de El Golfo (1966), El Centro (1940) y, el mayor de todos ($M=7.1$), que ocurrió en 1934 cerca del epicentro del sismo Victoria de 1980. El sismo de 1934 produjo desplazamientos documentados en la superficie a lo largo de toda la Falla Cerro Prieto (Biehler *et al.*, 1964). Los temblores con $M_L > 6.0$ tienen sus epicentros en los extremos de las zonas sísmicas. La Falla Cerro Prieto tiene muy poca microsismicidad reportada después de 1981 y algo semejante sucede con la Falla Imperial. El extremo meridional de la Falla San Andrés parece activo en 1975 y está señalado por las réplicas del temblor del Valle Imperial de 1979. Posteriormente, un enjambre que aparece persistentemente desde 1986 parece indicar el extremo SE de esta falla.
- o) El alto del Golfo de California tiene sismicidad esporádica de la cual es ejemplo la que ocurre entre los años 1990 y 1995 (CNOM). Parte de esta sismicidad define el extremo SE de la Falla Cerro Prieto al llegar a la Cuenca Wagner. Los extremos norte y sur de la Cuenca parecen también haber estado activos en estos años. La actividad registrada más al sur tiene por lo menos dos explicaciones compatibles: o representa una extensión de la actividad de la Cuenca Wagner, lo que está sugerido por las curvas batimétricas, o representa una extensión de la sismicidad que se distribuye en dirección NW-SE en la Cordillera Peninsular y que se puede prolongar hasta el Golfo por un vacío de actividad que terminará con el cúmulo que se aprecia en la costa del sur de San Felipe (CNOM, 1992, Figura 7).
- p) El sistema de fallas San Jacinto tiene una actividad significativamente más alta que la del sistema Elsinore y muestra una compleja conexión con el sistema Imperial/San Andrés/Brawley.
- q) La sismicidad asociada al sistema de fallas Agua Blanca define tres segmentos en éste. El extremo NW, donde existen varias ramificaciones que cubren la península Punta Banda, es activo (1985, 1988, 1989, 1995, 1996). También parece ser activo el segmento SE que es el límite norte del Valle Trinidad (1983, 1996). El segmento central no muestra actividad significativa (mapas de sismicidad acumulada).
- r) Ficticio o no, el rasgo que más llama la atención en los mapas globales (Figura 5 y 7) es la aproximada perpendicularidad entre algunas alineaciones de epicentros. Globalmente, la Figura 7 indica, por ejemplo, que la sismicidad asociada a la Falla San Miguel, extendida hasta tocar la Falla Vallecitos, parece conectarse con la costa del Pacífico, al norte de la bahía de Ensenada, y a la intersección de las fallas Elsinore y Laguna Salada por líneas, o cintas, de sismicidad. La sismicidad, compuesta por muchos cúmulos generalmente en dirección NS, que va desde la Zona Sísmica Mexicali hasta la parte central de la Falla San Miguel, parece distribuirse perpendicularmente a la serie de sismos asociados a la Falla San Miguel. Finalmente, la difusa sismicidad que parte del vértice donde están extremos de la Falla San Miguel, Sierra Juárez, Agua Blanca y San Pedro Mártir y llega a la costa del Pacífico cerca de Punta Colonet también tiene dirección perpendicular con respecto a la falla San Miguel. Pasando de la escala regional a la local, están las ya mencionadas, perpendicularidades relacionadas con las réplicas de los temblores de Westmoreland (1981) y Superstition Hill (1987). Además, también existe perpendicularidad entre la distribución de réplicas de sismos que ocurren entre las fallas Sierra Juárez y San Miguel; en este caso, las longitudes de las alineaciones son de aproximadamente 15 km (Frez, González, en preparación).

En conclusión, la existencia de alineaciones perpendiculares de epicentros está establecida a escala local en varios casos y puede ser extrapolada a escala regional.

MAPA DE SISMOS CON $M \geq 5.0$

La sismicidad $M > 5.0$, entre 1903 y 1998 se ilustra en la Figura 3. Se han eliminado las réplicas de sismos. El catálogo es completo sólo para los últimos 50 años; Anderson y Bodin (1987) opinan que la información es completa desde 1906 para el Valle Mexicali-Imperial a partir de una magnitud mínima de 5.8. Existen referencias de fracturas superficiales para los siguientes sismos con $M > 6.0$: Cerro Prieto de 1934 (Biehler *et al.*, 1964), El Paso de 1940 (Sylvester, 1979), San Miguel de 1956 (Shor y Roberts, 1958) y del Valle Imperial de 1979 (Youd y Wiczorek, 1982, entre otros).

En caso de interpretarse los mapas de sismos en términos de energía liberada en el foco, se debe tomar en cuenta que la magnitud es proporcional al logaritmo de la energía. Aunque los factores de las relaciones empíricas varían para diversos autores, se puede decir que una diferencia en una unidad de magnitud local equivale a un factor de 50 a 100 en la razón de energías correspondientes. Con este criterio, el enjambre que ocurre en la Cuenca Wagner en 1969 equivale a un sismo de magnitud del orden de 6.0. Para el resto del mapa, los sismos con $6.0 > M \geq 5.0$ contribuyen poco a la energía disipada regionalmente entre 1903 y 1998.

De la comparación de la Figura 3 con los mapas que ilustran microsismicidad, concluimos que hay una correlación positiva entre ambos tipos de sismicidad para el Valle Mexicali-Imperial, para la conexión de éste con el sistema San Jacinto y para la Falla San Miguel. En el Valle, la posición de los sismos de 1934, 1940, 1979 y 1980 marca los límites de las zonas sísmicas que tienen alta concentración de microsismicidad. Para la Falla San Miguel, los epicentros de los sismos de 1954 y 1956 parecen marcar los límites entre los cuales hubo fractura superficial y donde hay ahora poca sismicidad.

Los sismos con $5.0 \leq M < 6.0$ que ocurrieron en el Borde Continental y la Costa del Pacífico en 1934, 1935, 1937, 1939 (2), 1951, 1954, 1975 (2, en Punta Colonet) y 1986 (Oceanside); la mayor parte de ellos - y los más antiguos- ocurren alrededor de Ensenada ($\pm 0.5^\circ$). Entre las fallas Sierra Juárez y San Miguel ocurren cuatro del mismo tipo entre 1975 y 1991. En el Valle Mexicali Imperial, gran parte de esta sismicidad corresponde a enjambres, particularmente a los ocurridos en las décadas de los 50's y 60's.

DISCUSIÓN Y APLICACIÓN ELEMENTAL A PELIGRO Y RIESGO SÍSMICO

Dejamos al observador interesado el descubrimiento e interpretación de otras características que pueden estar indicados

o sugeridos en los mapas. Parte del propósito de este trabajo es encontrar particularidades y plantear hipótesis de trabajo que guíen la investigación futura. Debe tenerse presente que parte de lo dicho en la Sección 4 consiste en ofrecer un juicio relativamente general y, enseguida, destacar excepciones. Esto obedece al simple hecho de que el conocimiento sismotectónico es aún muy fenomenológico. La falta de comprensión acerca de la dinámica de la ocurrencia de los temblores hace, por ejemplo, que una definición básica como la de "réplica" no sea clara, ya que operacionalmente consiste en la adjudicación de ventanas empíricas en tiempo, espacio y magnitud a la actividad reportada, sin que se le pueda asociar un mecanismo físico y un criterio operacional a la vaga definición de "producido por el temblor principal". La escala de tiempo de observación es otra gran limitante debido a que los temblores ocurren en tiempo a escala geológica, mientras que la Sismología Instrumental cubre un tiempo demasiado corto.

Con estas limitaciones, sin embargo, es necesario tomar responsabilidades particularmente en lo que se refiere a prevenir el daño que producen los terremotos. La región del norte de Baja California tiene, como hemos visto, alta sismicidad, semejante a la del sur de California y Golfo de California. Sin duda que la ciudad de Mexicali, es la zona urbana que presenta el más grande potencial de pérdidas a causa de dos factores: uno corresponde al hecho de que en sus alrededores han ocurrido varios sismos destructivos (Figura 3) lo que, a su vez, se debe a que está prácticamente construida en un límite entre placas. En otras palabras, Mexicali está sujeto a recibir el efecto de temblores $M_L > 6.0$ cada pocas decenas de años. El segundo factor importante es que parte de la ciudad está asentada sobre una secuencia sedimentaria sin consolidar y rica en fluidos. Esta estructura amplifica grandemente la intensidad del movimiento sísmico. Un efecto semejante produjo destrucción en la Ciudad de México en 1985 por un terremoto localizado a una distancia relativamente lejana.

La ciudad de Tijuana no tiene asociada actividad microsísmica significativa en la cercanía de unas pocas decenas de kilómetros, sin embargo, el sistema San Miguel puede continuar hacia esta región. Aunque Tijuana está asentada en unidades sedimentarias relativamente delgadas (Delgado-Argote *et al.*, 1996), la presencia de cañones puede producir efectos de amplificación.

La ciudad de Ensenada, por otro lado, está asentada en suelo rocoso y relativamente alejada de las fallas que aparecen como potencialmente más peligrosas. En sus cercanías, han ocurrido varios temblores con $6.0 > M \geq 5.0$ (Figura 3). La posibilidad de que las dos últimas ciudades mencionadas reciban un maremoto a consecuencia de un sismo grande que ocurra en el Borde Continental es pequeña.

Desde un punto de vista más general, el lector debe entender que la ausencia o presencia de microsismicidad no necesariamente implica la ocurrencia futura de un temblor de gran magnitud. La ausencia de sismicidad en una falla o en la conexión entre dos fallas puede indicar que ya hubo un sismo

grande, tal como lo sugiere la poca sismicidad en el sector de la Falla San Miguel, donde se observó desplazamiento superficial asociado al temblor $M_L=6.6$ de 1956. Otro ejemplo notable lo ofrece la poca actividad en el Valle Mexicali después de la ocurrencia del temblor de Victoria de 1980. Por otro lado, los temblores del Valle Imperial de 1979 y de Victoria de 1980 fueron precedidos por una actividad alta que duró varios años; sin embargo, hubo actividad alta de enjambres en el Valle Mexicali-Imperial en los 60's que no fue seguida por ningún sismo de $M > 6.0$. La mayoría de los sismólogos piensa que una vacancia sísmica sobre una falla indica que ésta se romperá con un sismo grande, pero los cálculos de periodos de recurrencia de temblores destructivos están sujetos a muchas indeterminaciones, incluyendo la existencia de fallas no cartografiadas.

En resumen, existen muchas indeterminaciones en esta área del conocimiento sismológico. En todo caso, creemos que el alto peligro sísmico de la ciudad de Mexicali está bien fundamentado. Para las demás ciudades, incluyendo San Diego, California, no hay suficiente información y las normas de construcción más sanas deben, conservadoramente, corresponder con el hecho de vivir en una región de alta sismicidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al personal del USGS, CalTech y SCEC (Southern California Earthquake Center), en sus laboratorios ubicados en Pasadena, California, por permitirnos en utilizar sus bases de datos, específicamente del Catálogo del Sur de California; L. Jones, J. Mori y K. Hafner han sido siempre atentos en atender nuestras solicitudes. Del mismo modo, agradecemos al personal de RESNOM del CICESE por su ayuda y colaboración, en particular, a F. Farfán, I. Méndez y L. Orozco. La compilación de estos mapas es una etapa en la preparación y realización de una investigación financiada por CONACYT (No. 25309-T). Los comentarios de J. Acosta, J. González, A. Martín, A. Nava, F. Suárez, A. Vidal y los revisores fueron de gran ayuda. R. Eaton ayudó a preparar el manuscrito.

REFERENCIAS

- Anderson, J. G. y P. Bodin, 1987, Earthquake occurrence models and historical seismicity in the Mexicali-Imperial Valley: *Seismological Society of America Bulletin*, v. 77, p. 562-578.
- Biehler, S., R. L. Kovach y C. R. Allen, 1964, Geophysical framework of northern end of Gulf of California structural province, en T. H. Van Andel y G. G. Shor, eds., *Marine Geology of the Gulf of California: American Association Of Petroleum Geologists Memoir 3*, pp. 126-143.
- Brune, J. N., C. Lomnitz, C. Allen, F. Mooser, F. Lehner y A. Reyes, 1976, A permanent seismograph array around the Gulf of California: *Seismological Society of America Bulletin*, v. 66, p. 969-978.
- Delgado-Argote, L. A., Hinojosa-Corona, A., Aragón-Arreola, M. y Frías-Camacho, V. M., 1996, Estudio de riesgo geológico en Tijuana, Baja California, con base en rangos estructurales y la respuesta del terreno: *GEOS*, vol. 16, no.2, pp. 57-89.
- Frez, J. y J. J. González, 1991, Crustal structure and seismotectonic of northern Baja California, cap. 15 de *American Association of Petroleum Geologists Memoir #47, The Gulf and Peninsular Province of the Californias*, B. Simoneit y J. P. Dauphin, ed., pp. 261-283, Tulsa, Oklahoma, EEUU.
- González, J. J. y F. Suárez, 1984, Geological and seismic evidence of a new branch of the Agua Blanca fault: *Geophysical Research Letters*, v. 11, p. 42-45.
- Hauksson, E. y L. M. Jones, 1988, The July 1986 Oceanside ($M_L=5.3$) earthquake sequence in the Continental Borderland, southern California: *Seismological Society of America Bulletin*, v. 78, p. 1885-1906.
- Hileman, J. A., C. R. Allen y J. M. Nordquist, 1973, Seismicity of the Southern California region. 1 January 1932 to 31 December 1972: *Seismological Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, California*, 490 p.
- Hill, D. P., P. Mowinckel y L. G. Peake, 1975, Earthquakes, active faults, and geothermal areas in the Imperial Valley, California: *Science*, v. 88, pp. 1306-1308.
- Hinojosa, A., 1988, Sistema de captura y detección de eventos sísmicos para la red sismológica de RESNOR, se basa en una computadora personal IBM-PC, Tesis de Maestría, CICESE, Ensenada, B. C., México, 119 p.
- Hinojosa, A., 1990, Procesado de archivos sísmicos RESNOR en estaciones de trabajo SUN, Reporte técnico interno, CIST9001, CICESE, Ensenada, B. C., México, 25 p.
- Johnson, C. E., 1979, CEDAR $\frac{3}{4}$ an approach to the computer automation of short-period local seismic networks; seismotectonics of the Imperial Valley of Southern California: Ph. D. dissertation, California Institute of Technology, Pasadena, California, 343 p.
- Lomnitz, C., F. Mooser, C. R. Allen, J. N. Brune y W. Thatcher, 1970, Seismicity and tectonics of the northern Gulf of California region, Mexico: preliminary results: *Geofísica Internacional*, v. 10, pp. 37-48.
- Medina, M. y C. Duarte, 1979, Red sismológica de telemedición digital del campo geotérmico de Cerro Prieto, Mexicali: Second Symposium on the Cerro Prieto Geothermal Field proceedings, Comisión Federal de Electricidad, Mexicali, México, pp. 355-368.
- Nordquist, J. M., 1964, A catalogue of southern California earthquakes and associated electronic data processing programs: *Seismological Society of America Bulletin*, 54, pp. 1003-1011.
- Norris, R., C. Johnson, L. Jones y K. Hutton, 1986, The southern California Network Bulletin: *USGS Open-File Report 86-96*, 32 p.
- Shor, R. R. y E. Roberts, 1958, San Miguel Baja California Norte earthquakes of February 1956, A field report: *Seismological Society of America Bulletin*, vol. 48, pp. 101-116.

- Suárez-Vidal, F., R. Armijo, G. Morgan, P. Bodin y R. G. Gastil, 1991, Framework of recent and active faulting in Northern Baja California: Cap. 15 de American Association Of Petroleum Geologists Memoir #47, The Gulf and Peninsular Province of the Californias, B. Simoneit y J. P. Dauphin, ed., pp. 285-300, Tulsa, Oklahoma, EEUU.
- Sylvester, A. G., 1979, Earthquake damage in the Imperial Valley California, May 18, 1940, as reported by T. Clark: Seismological Society of America Bulletin, vol. 69, pp. 74-568.
- Vidal, A. y L. Munguía, 1998, The M_L scale in northern Baja California, México: Seismological Society of America Bulletin (sometida).
- Wong, V., J. Frez y F. Suárez, 1997, The Victoria México, earthquake of June 9, 1980: Geofísica Internacional, vol. 36-3, p. 139-159.

EL CINTURÓN VOLCÁNICO MEXICANO: UN PROYECTO MULTIDISCIPLINARIO

Gerardo J. Aguirre-Díaz¹, Luca Ferrari¹, Stephen A. Nelson², Gerardo Carrasco-Núñez³, Margarita López-Martínez⁴ y Jaime Urrutia-Fucugauchi⁵

¹ Unidad de Investigación en Ciencias de la Tierra, Campus Juriquilla, UNAM

² Tulane University, New Orleans

³ Instituto de Geología, UNAM

⁴ Depto. Geología, División Ciencias de la Tierra, CICESE

⁵ Instituto de Geofísica, UNAM

RESUMEN

El Cinturón Volcánico Mexicano (CVM) es uno de los arcos volcánicos de margen continental más complejos y variados del mundo. Algunos de los rasgos peculiares de este arco son: su posición oblicua con respecto a su trinchera, la coexistencia en tiempo y espacio de volcanismo alcalino y calcoalcalino, la gran variabilidad de estructuras volcánicas y su composición química, la notable variación en la distribución espacial del volcanismo, la sectorización en un mosaico de varias subprovincias cada una con sus propias características, y la ocurrencia de una tectónica extensional intra-arco contemporánea al volcanismo sin desarrollo de una región de trasarco (backarc) propiamente dicha. Se han publicado un gran número de trabajos sobre el CVM en diferentes disciplinas, sin embargo, hace falta un trabajo que permita visualizar el CVM en su conjunto y que revise algunos de los problemas que aún no han sido explicados de manera satisfactoria. En particular, no se ha definido claramente la extensión en el espacio y en el tiempo del CVM, ya que aún no se tiene una cartografía geológica y estratigrafía regional desarrollada de manera sistemática. En lo que se refiere al límite en el tiempo, se han propuesto varias edades para el inicio de la actividad del CVM, desde el Oligoceno tardío hasta el Cuaternario. La única compilación con carácter geoquímico a todo lo largo del CVM fue publicada hace ya 10 años. De esta compilación queda claro que el CVM varía químicamente en el espacio, pero no existe un compendio que identifique la variación geoquímica del CVM en el tiempo. Es necesario entonces realizar estas tareas, e incluso, generar nueva información geológica, geoquímica, geocronológica y geofísica en donde sea necesario y actualizar la base de datos existente. Se presenta aquí un nuevo proyecto multidisciplinario en el que se desarrollarán diferentes estudios, compilaciones y un mapa geológico escala 1:500,000 del CVM, que será continuamente actualizado.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo se define al Cinturón Volcánico Mexicano (CVM) como una provincia volcánica cenozoica de margen continental localizada en el centro de México que se extiende de costa a costa, con una orientación este-oeste, entre los paralelos 19° y 21° (Figura 1). Sus dimensiones varían entre 20 y 200 km de anchura y aproximadamente 1000 km de longitud. Miles de estructuras volcánicas, tales como conos cineríticos, domos de lava, maars, volcanes escudo, volcanes compuestos y calderas, han sido identificados en esta provincia.

Es generalmente aceptado entre la comunidad científica que el magmatismo de esta provincia está relacionado a la subducción de las placas de Cocos y Rivera a lo largo de la Trinchera Mesoamericana, por debajo del sur de México (Figura 2) (e.g. Molnar y Sykes, 1969; Mooser, 1972; Urrutia-Fucugauchi y Del-Castillo, 1977; Karig et al., 1978; Demant, 1978, 1981a; Moorbath et al., 1978; Menard, 1978; Robin, 1982a; Nixon, 1982; Suárez y Singh, 1986; Urrutia-Fucugauchi y Böhnell, 1987; Pardo y Suárez, 1993, 1995; Nelson, 1997). La trinchera forma, en promedio, un ángulo de 15° con respecto al frente volcánico de la provincia, por lo que la distancia entre ambos varía de 200 km en el extremo occidental a 400 km en el extremo oriental.

Ha existido polémica en torno a la distribución geográfica del CVM, inicio de su actividad volcánica y bajo qué régimen tectónico ha ocurrido. Mucho de este debate es especulativo, por lo que es fundamental determinar, con evidencias estratigráficas, cartografía geológica y edades isotópicas, el límite espacio-temporal del CVM y sus variaciones composicionales desde su origen.

En este trabajo se resumen las características principales del CVM, enfatizando aquellos aspectos que faltan por aclararse para el entendimiento del origen y subsecuente evolución del CVM presentamos un nuevo proyecto multidisciplinario que se aboque precisamente a lograr este entendimiento entre cuyas metas estarán realizar un mapa geológico escala 1:500,000 del CVM, un mapa gravimétrico y otro aeromagnético escala 1:1,000,000 y establecer un banco de datos geocronológicos, geoquímicos y geofísicos.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CVM

El CVM es una región con alto flujo de calor (Polyak et al., 1985; Prol y Juárez, 1985), y con fallamiento activo (Suter et al., 1995a, b). El volcanismo en el CVM es predominantemente calco-alcalino y varía en composición desde basáltico a riolítico,

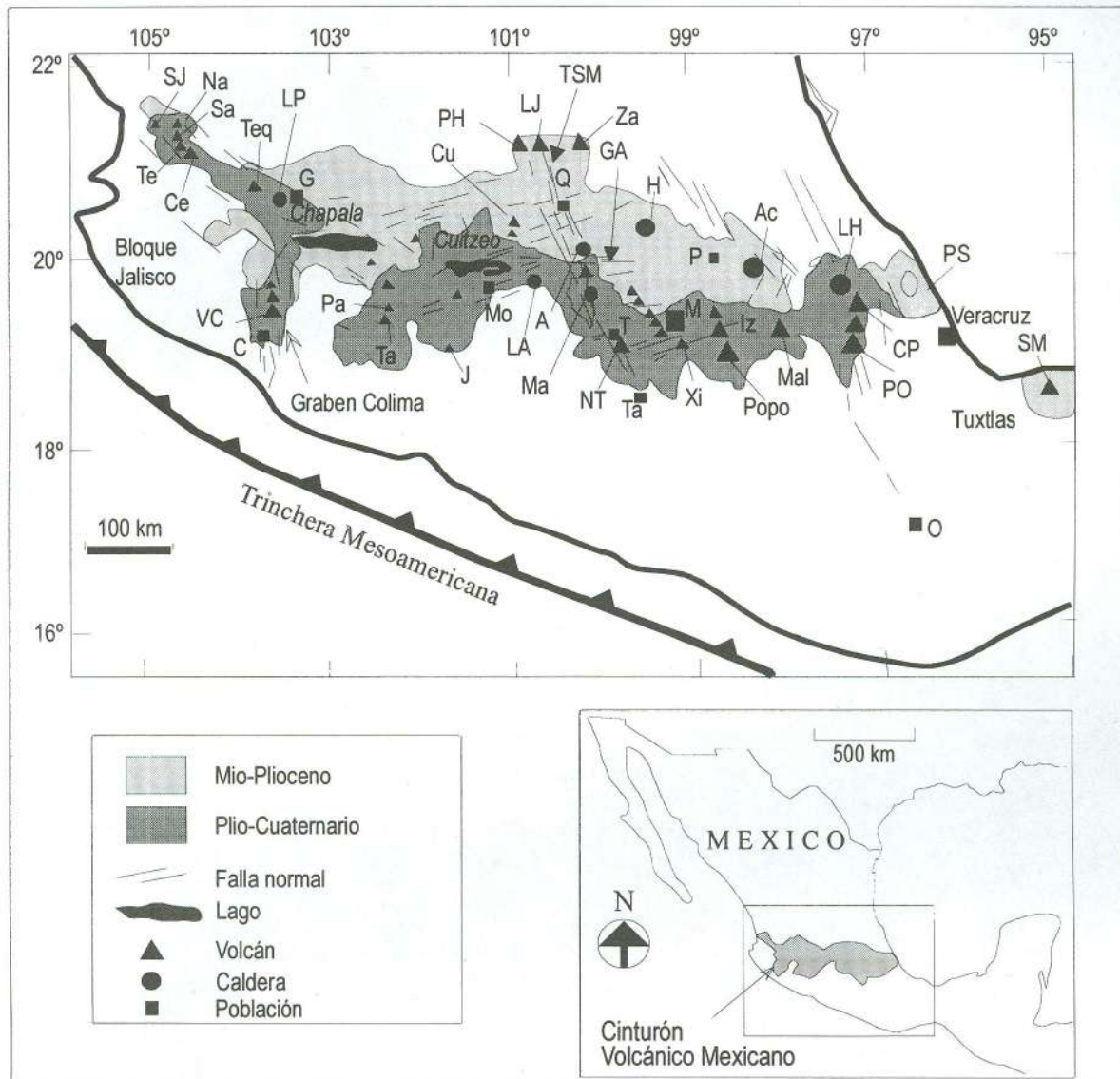


Figura 1. El Cinturón Volcánico Mexicano (CVM) mostrando el dominio de rocas volcánicas del Mio-Plioceno al norte y el de rocas volcánicas del Plio-Cuaternario al sur (modificado de Nixon et al., 1987). Se muestran los principales sistemas de fallas, TSMA: Taxco-San Miguel de Allende con una orientación NW, y el sistema ENE que incluye los grabens de Chapala, Cuitzeo y Acambay (GA), a lo largo del CVM. Los volcanes señalados son: SJ: San Juan, Na: Las Navajas (Nay.), Sa: Sangangüey, Te: Tepetitit, Ce: Ceboruco, Teq: Tequila, VC: Volcán Colima, Pa: Parícutín, Ta: Tancitaro, J: Jorullo, Cu: Culiacán, PH: Palo Huérano, LJ: La Joya, NT: Nevado de Toluca, Xi: Xitle, Popo: Popocatepetl, Iz: Iztaccihuatl, Mal.: Malinche, CP: Cofre de Perote, PO: Pico de Orizaba (Citlaltépetl), SM: San Martín. Las calderas indicadas son: LP: La Primavera, LA: Los Azufres, A: Amealco, Ma: Mazahua, H: Huichapan, Ac: Acapulco, LH: Los Hornos. Las poblaciones señaladas son: C: Colima, G: Guadalajara, Mo: Morelia, Q: Querétaro, T: Toluca, Ta: Taxco, M: Cd. de México, P: Pachuca, O: Oaxaca.

aunque las rocas más abundantes son de composición intermedia (Demant, 1978, 1981b; Robin, 1982a; Nixon et al., 1987; Aguilar-Vargas y Verma, 1987). Sin embargo, rocas alcalinas con nefelina normativa y también rocas peralcalinas han sido reportadas, especialmente en los extremos oriental y occidental del CVM (Robin y Nicolas, 1978; Robin, 1982b; Mahood, 1980; Nelson y Carmichael, 1984; Luhr y Carmichael, 1985; Negendank et al., 1985; Nieto et al., 1985; Nelson y Livieres, 1986; Aguilar-Vargas y Verma, 1987; Besch et al., 1988; Nelson y Hegre, 1990; Nelson y González-Cáver, 1992; Nelson et al., 1995). El volcanismo alcalino y calco-alcalino sucede

contemporáneamente en varios lugares a lo largo del CVM (Nelson, 1997). Sin embargo, según Nelson (1997), el volcanismo máfico alcalino presenta también señales de magmatismo generado en zonas de subducción y la diferencia de composición entre ambos se debe probablemente a un menor grado de fusión de manto metasomatizado por los procesos de subducción en la generación de magmas alcalinos con respecto a los calco-alcalinos.

Ha existido polémica sobre los límites geográficos de esta provincia. Generalmente este debate es de carácter



Figura 2. Esquema tectónico regional del CVM indicando algunos de los volcanes más conocidos (1: Ceboruco, 2: Volcán Colima, 3: Parícutín, 4: Jorullo, 5: Xitle, 6: Popocatepetl, 7: Pico de Orizaba, 8: San Martín, 9: El Chichón), e incluyendo la región de Los Tuxtlas (8) y el Arco Volcánico Chiapaneco (9) (modificado de Thorpe, 1977). Se muestra también la distribución aproximada de las otras dos provincias magmáticas de México además del CVM, la Sierra Madre Occidental y la Provincia Alcalina Oriental, según Robin (1976). ZFT: Zona de Fractura de Tamayo, DPO: Dorsal Pacífico Oriental, ZFR: Zona de Fractura de Rivera.

interpretativo. Por ejemplo, se ha discutido si las rocas calcoalcalinas y alcalinas plio-pleistocenas al nororiente del Pico de Orizaba (área de Palma Sola, Veracruz) deben ser o no consideradas como parte del CVM. Algunos autores proponen que las rocas alcalinas de esta región pertenecen a la Provincia Alcalina Oriental y el límite oriental del CVM es la cadena Cofre de Perote-Pico de Orizaba (Robin y Nicolas, 1978; Robin y Cantagrel, 1982). Por otro lado, Thorpe (1977), Damon y Montesinos (1978), Negendank et al. (1985), y Besch et al. (1989) argumentan que el CVM se extiende hasta la costa de Veracruz, y simplemente no reconocen a la Provincia Alcalina Oriental. De hecho, Thorpe (1977), Damon y Montesinos (1978), y Nelson y González-Cáver (1992) incluyen al volcanismo de Los Tuxtlas, Veracruz en el CVM, donde se localiza el volcán San Martín, cuya última actividad fue en 1773. Además, Damon y Montesinos (1978) consideran que el Arco Volcánico de Chiapas, que incluye al volcán El Chichón, es parte del CVM (Figura 2). Una situación menos polémica se tiene en el occidente y porción central del CVM, donde el límite espacial y temporal del CVM con la Sierra Madre Occidental y con el Bloque Jalisco están más claramente definidos.

El CVM es una provincia geológica compleja. Esto se debe en parte a que es un mosaico de varias subprovincias, cada una con sus propias características, morfológicas, estructurales y/o químicas (Demant, 1978, 1981a; Pasquaré et al., 1987, 1988; Aguilar-Vargas y Verma, 1987). El origen de estos sectores o subprovincias ha sido atribuido a una respuesta tectónica variable de los bloques del basamento, que están cubiertos por el CVM y a la evolución del campo de esfuerzos que ha ocurrido desde hace 30 Ma (Pasquaré et al., 1987). Es decir, el CVM fue desarrollado sobre un complejo basamento constituido por varias

provincias geológicas que generalmente coinciden con bloques corticales discretos con edad, estratigrafía y espesor cortical propios. En su parte norte, el CVM cubre parcialmente, de oeste a este, a la Sierra Madre Occidental, a la Provincia de Sierras y Cuencas (incluye parte de la Mesa Central), a la Sierra Madre Oriental (incluye otra parte de la Mesa Central), y a las secuencias del Mesozoico y Cenozoico de la planicie costera del Golfo de México. Xenolitos de la base de la corteza y del manto encontrados en basaltos miocenos y maars de la Mesa Central, indican la presencia de un basamento precámbrico y paleozoico en esta zona (Schaaf et al., 1995). El CVM cubre en su parte sur a la Sierra Madre del Sur, cuyo origen es actualmente interpretado como terrenos de varias edades y composiciones que fueron acrecionados durante el Paleozoico y Mesozoico (Coney y Campa, 1984; Ruiz et al., 1988), y que posteriormente fueron afectados en su parte sur por plutonismo cuya edad es progresivamente más joven de oeste a este, desde 100 Ma en lo que corresponde al Bloque Jalisco hasta 20 Ma cerca del Istmo de Tehuantepec (Schaaf et al., 1995). Algunos de estos terrenos se extienden al norte del CVM (Coney y Campa, 1984; Ruiz et al., 1988), pero en su mayor parte están cubiertos por rocas del Mesozoico tardío y Cenozoico. Lo interesante que cabe resaltar es que el CVM se ubica precisamente en donde todas estas provincias confluyen.

Se ha documentado que el volcanismo del CVM migró hacia el sur a partir del Plioceno (Robin y Cantagrel, 1982; Hasenaka y Carmichael, 1985; Nixon et al., 1987; Delgado-Granados et al., 1995). Estos estudios se han desarrollado a escala de sector o de una cadena volcánica particular (e.g. Campo Volcánico Michoacán-Guanajuato, Cofre de Perote-Pico de Orizaba), pero aún falta documentar otros sectores del CVM para visualizar esta migración a todo lo largo del CVM desde el Mioceno tardío y explicar sus causas. Esto permitirá inferir cuáles fueron los cambios geodinámicos que estuvieron relacionados con el desarrollo del CVM.

ORIGEN DEL CVM

Se han propuesto varias edades para el inicio de la actividad del CVM, desde el Oligoceno tardío (Mooser, 1972; Negendank, 1972), Mioceno (Nixon et al., 1987), Plioceno tardío (Robin, 1982a), o el Cuaternario (Demant, 1978; 1981a). Basándose en una recopilación de las edades isotópicas disponibles a la fecha, Ferrari et al. (1994, 1997), proponen que el CVM se desarrolló de manera gradual desde el Mioceno medio. Como otros autores (Nixon et al., 1987; Pasquaré et al., 1988; Ferrari et al., 1994), inferimos que el volcanismo Oligoceno es propio de la Sierra Madre Occidental, y que hubo una etapa de transición entre el arco de la Sierra Madre Occidental y el del CVM (entre el Oligoceno y el Mioceno medio), presumiblemente debido a cambios importantes en la geometría de las placas Pacífico, Farallón (y su posterior segmentación), Cocos, Rivera y Norteamérica, ya existiendo un arco orientado E-W a partir del Mioceno tardío (Nixon et al., 1987; Ferrari et al., 1994, 1997).

En los últimos 30 años se han propuesto varios modelos para explicar el origen del CVM y su posición oblicua con respecto a la trinchera. Por ejemplo, se ha relacionado al CVM con una zona de debilidad cortical que resultó de un sistema de fallas laterales de grandes dimensiones también conocidas como megacizallas (Gastil y Jensky, 1973; De Cserna, 1958, 1976). También se ha postulado que el CVM es la extensión continental de la falla transformante oceánica Clarion (Mooser y Maldonado, 1961). Por último ha sido considerado una zona de geosutura entre dos bloques continentales (Mooser, 1968, 1972). Sin embargo, el modelo más ampliamente aceptado es el que explica al CVM como una provincia volcánica de margen continental relacionada a la subducción a lo largo de la Trinchera Mesoamericana (e. g. Molnar y Sykes, 1969; Urrutia-Fucugauchi y Del Castillo, 1977; Thorpe, 1977; Menard, 1978; Moor bath et al., 1978; Dean y Drake, 1978; Demant, 1978, 1981a, Nixon, 1982; Robin, 1982a, 1982b; Negendank et al., 1985; Hasenaka y Carmichael, 1985; Luhr et al., 1985; Urrutia-Fucugauchi y Böhnell, 1987; Pardo y Suárez, 1993, 1995). La posición oblicua de la trinchera con respecto a la faja volcánica es atribuida por Nixon (1982) y Urrutia-Fucugauchi y Böhnell (1987) al resultado de cambios en el ángulo de inclinación de la placa subducida. Otros modelos combinan la zona de debilidad cortical con la subducción. Johnson y Harrison (1990) y Pasquarè et al. (1986, 1988) proponen que el CVM tuvo su origen en un régimen tectónico de transtensión lateral izquierdo, que desarrolló una zona de extensión continental y que, a su vez, ha controlado el magmatismo generado en la zona de subducción para finalmente formar una cadena volcánica oblicua con respecto a su trinchera.

La geometría detallada de la zona de Benioff por debajo de México ha sido recientemente reconstruida por Pardo y Suárez (1993, 1995). De acuerdo con estos autores, la placa Rivera subduce con un ángulo de aproximadamente 45° , mientras que en el extremo occidental de la placa de Cocos el ángulo es de aproximadamente 30° , disminuyendo su inclinación hacia el oriente hasta ser subhorizontal en el segmento correspondiente al estado de Guerrero y aumentando su inclinación a 20° cerca del Istmo de Tehuantepec. Pardo y Suárez (1995), sugieren que casi todo el frente del CVM se ubica sobre la cota de 100 km de profundidad del plano de Benioff. De este modo, estos autores confirman la idea de que las placas oceánicas presentan diferentes ángulos de subducción, lo que explica la oblicuidad del CVM con respecto a la trinchera, sin necesidad de invocar una zona de debilidad cortical por debajo del CVM.

VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DEL CVM

Otro tema importante que no ha sido desarrollado hasta la fecha es el estudio de la variación en el espacio y en el tiempo de la tasa de efusión magmática y del grado de diferenciación magmática observados en el CVM, así como sus relaciones con la evolución del sistema de subducción. De hecho, el CVM es uno de los pocos arcos en el mundo producido por la subducción

de dos diferentes placas (Nixon, 1982). Estudios más recientes han demostrado que la separación entre las placas de Rivera y Cocos fue un proceso complejo que ocurrió durante varios millones de años contemporáneamente al desarrollo del CVM (DeMets y Stein, 1990; Bandy, 1992; Lonsdale, 1995; Kostoglodov y Bandy, 1995; Bandy et al., 1995). Estos importantes cambios geodinámicos deben haber afectado la tasa de producción magmática y, considerando a las variaciones de las características de la corteza por donde ascendió el magma, deben haber influido en la variación del grado de diferenciación magmática a lo largo del CVM. Lo anterior fue confirmado de manera preliminar por Nelson (1997).

La única compilación con carácter geoquímico a todo lo largo del CVM fue publicada ya hace 10 años por Aguilar-Vargas y Verma (1987). De esta compilación queda claro que el CVM varía químicamente en el espacio, pero no existe un compendio que identifique la variación geoquímica del CVM en el tiempo. Es necesario entonces realizar esta tarea, e incluso, generar nueva información geoquímica en donde se necesite. De esta manera, se actualizará la antigua compilación de Aguilar-Vargas y Verma (1987) y además se tratará de que esta nueva base de datos incluya elementos traza y mayores para determinar ambientes geodinámicos. Al respecto, Nelson (1997) hace mención a una nueva base de datos químicos de rocas máficas que incluyen elementos mayores, traza e isótopos y, por otra parte, Ferrari et al. (1997) presentan una versión preliminar de la variación química del CVM en el tiempo.

PLANTEAMIENTO DEL NUEVO PROYECTO CVM

El objetivo principal de este nuevo proyecto es lograr un mejor entendimiento del origen y evolución volcánica del CVM, así como de la evolución geodinámica de las placas relacionadas a la formación y evolución del CVM durante el Neogeno. Para esto, es fundamental contar con una cartografía geológica a escala regional (e.g. 1:500,000), y con una base de datos geocronológicos, geoquímicos y geofísicos lo más amplia posible. Ya existe abundante información que será necesario recopilar, filtrar e integrar. Sin embargo, aunque existen datos geológicos, geocronológicos, geoquímicos y geofísicos del CVM, será necesario recabar más información.

Una vez integrada toda la información, podremos determinar las relaciones importantes entre subducción y volcanismo, las variaciones geoquímicas en el espacio y tiempo y las tasas de efusión y su relación con la geodinámica. La integración de esta información también permitirá relacionar los cambios en la geología y geoquímica superficial con cambios en la estructura de la corteza a escala regional, ya que aparentemente el CVM se desarrolla sobre varios tipos de basamento.

En el marco del proyecto se preveé la realización de las siguientes metas:

- 1) *Carta geológica.*- Realización de una carta geológica del CVM en cuatro hojas escala 1:500,000 con los siguientes límites (Figura 3): Hoja occidente: entre el Golfo de California y la margen oriental de la Laguna de Chapala (106° - 102°30'). Hoja centro: entre la margen occidental de la Laguna de Chapala y la Sierra de Las Cruces (103° - 99°30'). Hoja oriente: entre las fallas Taxco-San Miguel de Allende y el Golfo de México (100° - 96°30') y la Hoja Los Tuxtlas (95°30' - 94°45').
- 2) *Geocronología.*- Realización de un banco de datos de edades isotópicas para las rocas Cenozoicas de la provincia geológica CVM.
- 3) *Geoquímica.*- Realización de un banco de datos de análisis geoquímicos para las rocas del CVM y establecer la variación geoquímica y petrológica del CVM en el espacio y en el tiempo.
- 4) *Geofísica.*- Realización de un mapa gravimétrico y aeromagnético del CVM, escala 1:1,000,000.

SISTEMA DE INFORMACIÓN VIRTUAL

El proyecto se desarrollará a través de diferentes metodologías, que incluyen, cartografía geológica, geocronología, geoquímica y geofísica. Sin embargo, las diferentes disciplinas estarán constantemente integradas por medio de un sistema informático accesible por red (Internet). De esta manera se pretende contar con archivos actualizados, tanto de mapas como de base de datos que se manejarán mediante un sistema de información geográfica (GIS). Para este fin contamos con una estación de trabajo (*SparcStation Sun*), una tableta digitizadora (90 x 120 cm) y una impresora a color para impresión de mapas (90 x 90 cm).

AGRADECIMIENTOS

Nuestro más sincero agradecimiento a la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la UNAM que, por medio de su programa PAPIIT, financia parte de este proyecto con número IN108196; a la Comisión Federal de Electricidad por su apoyo para este estudio. Asimismo, agradecemos al Ing. Jorge Nieto Obregón (Facultad de Ingeniería, UNAM) y al Dr. Dante

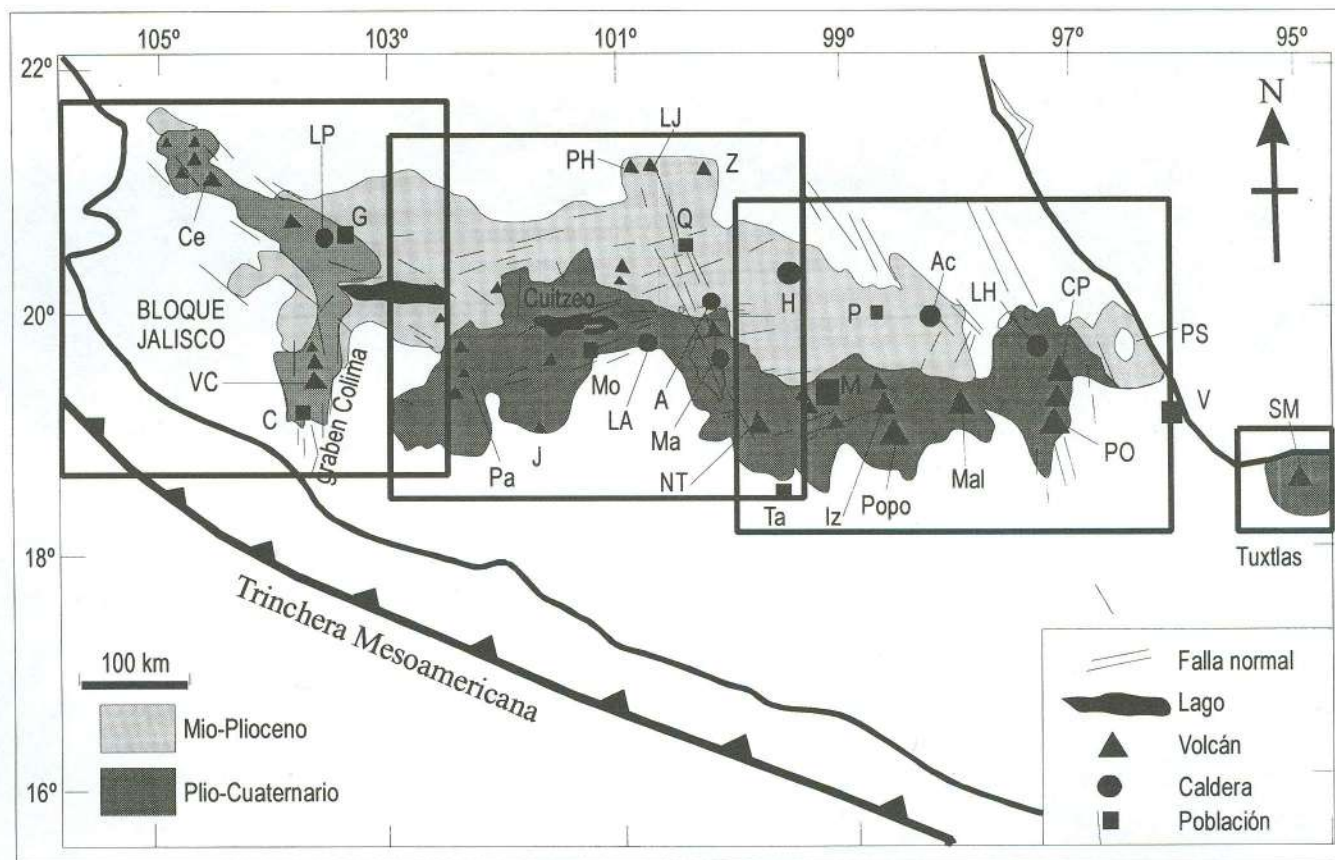


Figura 3. Proyecto CVM que incluye entre sus metas la elaboración de cuatro mapas geológicos escala 1:500,000, cuyos límites se indican en la figura. Los límites de los tres mapas principales se sobreponen por ser conveniente en su manejo, ya sea individualmente o en su conjunto.

Morán Zenteno (Instituto de Geología, UNAM), por haber revisado este trabajo y habernos proporcionado importantes sugerencias y comentarios para mejorarlo.

REFERENCIAS

- Aguilar-Vargas, V.H. y Verma, S.P., 1987, Composición química (elementos mayores) de los magmas en el Cinturón Volcánico Mexicano: *Geofísica Internacional*, v. 26, p. 273-290.
- Bandy, W.L., 1992, Geological and Geophysical investigation of the Rivera-Cocos plate boundary: Implications for plate fragmentation: Ph. D. dissertation, Texas A&M University College Station, 1995p.
- Bandy, W.L., Morrer-Gutiérrez, C., Urrutia-Fucugauchi, J., Hilde, T.W.C., 1995, The subducted Rivera-Cocos plate boundary: Where is it, what is it, and what is the relationship to the Colima Rift?: *Geophysical Research Letters*, v. 22, p. 3075-3078.
- Besch, T., Negendank, J.F.W., Emmermann, R., 1988, Geochemical constraints on the origin of calc-alkaline and alkaline magmas of the eastern Trans-Mexican Volcanic Belt: *Geofísica Internacional*, v. 27, p. 641-663.
- Coney, P.J. and Campa, M.F., 1984, Lithotectonic terrane map of Mexico: U.S. Geol. Survey Open-File Report 84-523, p. D1-D14.
- Damon, P.E. and Montesinos, E., 1978, Late Cenozoic volcanism and metallogenesis over an active Benioff zone in Chiapas, Mexico: *Arizona Geological Society Digest*, v. 11, p. 155-168.
- Dean, B.W. and Drake, C.L., 1978, Focal mechanism solutions and tectonics of the Middle America Arc: *Journal of Geology*, v. 86, p. 111-128.
- Delgado-Granados, H., Urrutia-Fucugauchi, J., Hasenaka, T., Ban, M., 1995, Southwestward volcanic migration in the western Trans-mexican Volcanic Belt during the last 2 Ma: *Geofísica Internacional*, 34, 341-352.
- Demant, A., 1978, Características del Eje Neovolcánico Transmexicano y sus problemas de interpretación: Universidad Nacional Autónoma México, Instituto de Geología, Revista, v.2, p. 172-187.
- Demant, A., 1981a (1984), Interpretación geodinámica del volcanismo del Eje Neovolcánico Transmexicano: Universidad Nacional Autónoma México, Instituto de Geología, Revista, v. 5, p. 217-222.
- Demant, A., 1981b, L'Axe Néovolcanique Trans Mexicain etude volcanique et pétrographique signification géodynamique: Docteur ès Sciences Thèse, Faculté des Sciences et Techniques de St. Jérôme, Université de Droit, d'Economie et des Sciences D'Aix-Marseille, France, 259 p.
- DeMets, C. and Stein, S., 1990, Present-day kinematics of the Rivera plate and implications for tectonics in southwestern Mexico: *Journal Geophysical Research*, v. 95, p. 21,931-21,948.
- De Cerna, Z., 1958, Notes on the tectonics of southern Mexico: in *Habitat of Oil*, American Association Petroleum Geologists, p. 523-532.
- De Cerna, Z., 1976, Geotectonics and mineral deposits: New Mexico Geological Society Special Publication, 6, p. 18-25.
- Ferrari, L., Aguirre-Díaz, G.J., López-Martínez, M., 1997, Space-time patterns of Cenozoic arc volcanism in central Mexico: Insights from the geochronologic database. IV Simposio sobre tectónica y volcanismo cenozoico en México, II Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados, Pachuca, Hgo., 1997, Instituto Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM, Libro de Simposia y Coloquio, sin # p.
- Ferrari, L., Garduño, V.H., Pasquaré, G., Tibaldi, A., 1994, Volcanic and tectonic evolution of central Mexico: Oligocene to Present: *Geofísica Internacional*, v. 33, p. 91-105.
- Gastil, R.G. and Jensky, W., 1973, Evidence for strike-slip displacement beneath the Trans-Mexican Volcanic Belt: In *Proceedings of the conference on tectonic problems of the San Andreas fault system*, Kovach, R.L. and Nur, A., eds., Stanford University Publications, Geological Sciences, v. 13, p. 171-18.
- Hasenaka, T. and Carmichael, I.S.E., 1985, A compilation of location, size, and geomorphological parameters of volcanoes of the Michoacán-Guanajuato volcanic field, central Mexico: *Geofísica Internacional*, v. 24, p. 577-608.
- Johnson, C.A. and Harrison, C.G.A., 1990, Neotectonics in central Mexico: *Physics Earth Planetary Interiors*, v. 64, p. 187-210.
- Karig, D.E., Cardwell, R.K., Moore, G.F., Moore, D.G., 1978, Late Cenozoic subduction and continental margin truncation along the northern Middle America Trench: *Geological Society America Bulletin*, v. 89, p. 265-276.
- Kostoglodov, V. and Bandy, W.L., 1995: Seismotectonic constraints on the convergence rate between the Rivera and North American plates. *Journal Geophysical Research*, v. 100, p. 17,977-17,989.
- Lonsdale, P., 1995, Segmentation and disruption of the East Pacific Rise in the mouth of the Gulf of California. *Marine Geophysical Research*, v. 17, p. 323-359.
- Luhr, J.F. and Carmichael, I.S.E., 1985, Contemporaneous eruptions of calc-alkaline and alkaline magmas along the volcanic front of the Mexican Volcanic Belt: *Geofísica Internacional* v. 24, p. 203-216.
- Luhr, J.F., Nelson, S.A., Allan, J.F., Carmichael, I.S.E., 1985, Active rifting in southwestern Mexico: manifestations of and incipient eastward spreading-ridge jump: *Geology*, v. 13, p. 54-57.
- Mahood, G.A., 1980, Geological evolution of a Pleistocene rhyolitic center - Sierra La Primavera, Jalisco, Mexico: *Journal Volcanology Geothermal Research*, v. 8, p. 199-230.
- Menard, H.W., 1978, Fragmentation of the Farallon plate by pivoting subduction: *Journal of Geology*, v. 86, p. 99-110.
- Molnar, P. and Sykes, L.R., 1969, Tectonics of the Caribbean and Middle American region from focal mechanisms and seismicity: *Geological Society America Bulletin*, v. 80, p. 1639-1684.
- Moorbath, S., Thorpe, R.S., Gibson, I.L., 1978, Strontium isotope evidence for petrogenesis of Mexican andesites: *Nature*, v. 271, p. 437-438.

- Mooser, F., 1968, The Mexican Volcanic Belt structure and development, formation of fractures by differential crustal heating: Mexico, D.F. Pan American Sym. on the Upper Mantle (1968), p. 15-22.
- Mooser, F., 1972, The Mexican Volcanic Belt: Structure and tectonics: *Geofísica Internacional*, v. 12, p. 55-70.
- Mooser, F. and Maldonado, K.M., 1961, Penecontemporaneous tectonics along the Mexican Pacific coast: *Geofísica Internacional* v. 1, p. 1-20.
- Negendank, J.F.W., 1972, Volcanics of the Valley of Mexico: description of some Mexican volcanic rocks with special consideration of the opaques: *N. Jb. Mineral. Abh.*, v. 116, p. 308-320.
- Negendank, J.F.W., Emmermann, R., Krawczyk, Mooser, F., Tobschall, H., Werle, D., 1985, Geological and geochemical investigations on the eastern Trans-Mexican Volcanic Belt: *Geofísica Internacional*, v. 24, p. 477-575.
- Nelson, S.A., 1997, Spatial and geochemical characteristics of basaltic to andesitic magmas in the Mexican Volcanic Belt: IV Simposio sobre tectónica y volcanismo cenozoico en México, II Convención sobre la Evolución Geológica de México y Recursos Asociados, Pachuca, Hgo., 1997, Instituto Investigaciones en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología, UNAM, Libro de Simposia y Coloquio, sin # p.
- Nelson, S.A. and Carmichael, I.S.E., 1984, Pleistocene to recent alkalic volcanism in the region of Sanganguey volcano, Nayarit, Mexico: *Contributions Mineralogy Petrology*, v. 85, p. 321-335.
- Nelson, S.A. and González-Cáver, E., 1992, Geology and K-Ar dating of the Tuxtla Volcanic Field, Veracruz, Mexico: *Bulletin Volcanology*, V. 55, p. 85-96.
- Nelson, S.A. and Hegre, J., 1990, Volcán Las Navajas, a Pliocene-Pleistocene trachyte/peralkaline rhyolite volcano in the northwestern Mexican Volcanic Belt: *Bulletin Volcanology*, v. 52, p. 186-204.
- Nelson, S.A. and Livieres, R.A., 1986, Contemporaneous calc-alkaline and alkaline volcanism at Sanganguey Volcano, Nayarit, Mexico: *Geological Society America Bulletin*, v. 97, p. 798-808.
- Nelson, S.A., Gonzalez-Cáver, E., Kyser, T.K., 1995, Constraints on the origin of alkaline and calc-alkaline magmas from the Tuxtla Volcanic field, Veracruz, Mexico. *Contributions Mineralogy Petrology*, v. 122, p. 191-211.
- Nieto, J., Delgado-Argote L., Damon, P.E., 1985, Geochronologic, petrologic and structural data related to large morphologic features between the Sierra Madre Occidental and the Mexican Volcanic Belt: *Geofísica Internacional*, v. 24, p.623-664.
- Nixon, G.T., 1982, The relationship between Quaternary volcanism in central Mexico and the seismicity and structure of subducted ocean lithosphere: *Geological Society America Bulletin*, v. 93, p. 514-523.
- Nixon, G.T., Demant, A., Armstrong, R.L., and Harakal, J.E., 1987, K-Ar and geologic data bearing on the age and evolution of the Trans-Mexican Volcanic Belt: *Geofísica Internacional* v. 26, p. 109-158.
- Pardo, M. and Suárez, G., 1993, Steep subduction geometry of the Rivera plate beneath the Jalisco Block in western Mexico: *Geophysical Research Letters*, v. 20, p. 2391-2394.
- Pardo, M. and Suárez, G., 1995, Shape of the subducted Rivera and Cocos plates in southern Mexico: Seismic and tectonic implications: *Journal Geophysical Research*, v. 100, p. 12,357-12,373.
- Pasquarè, G., Garduño, V.H., Tibaldi, A., Ferrari, M., 1988, Stress pattern evolution in the central sector of the Mexican Volcanic Belt: *Tectonophysics*, v. 146, p. 353-364.
- Pasquarè, G., Forcella, F., Tibaldi, A., Vezzoli, L., Zanchi, A., 1986, Structural behaviour of a continental volcanic arc: The Mexican Volcanic Belt: in Wezel, F.C., ed., *The Origin of Arcs, Developments in Geotectonics* 21, Elsevier, p. 509-527.
- Pasquarè, G., Vessoli, L., Zanchi, A., 1987, Morphological and structural model of Mexican Volcanic Belt, *Geofísica Internacional* v. 26, p. 159-176.
- Polyak, B.G., Kononov, V.I., Prasolov, E.M., Sharkov, I.V., Prol-Ledesma, R.P., González, A., Razo, A., Molina-Berbeller, R., 1985, First estimations of terrestrial heat flow in the TMVB and adjacent areas based on isotopic composition of natural helium: *Geofis. Inter.*, v. 24, p. 465-476.
- Prol, R.M. and Juárez, G., 1985, Silica geotemperature mapping and thermal regime in the Mexican Volcanic Belt: *Geofísica Internacional* v. 24, p. 609-622.
- Robin, C., 1976, Présence simultanée de magmatismes de significations tectoniques opposées dans l'Est du Mexique: *Bull. Soc. géol. France*, (7), v. 18, no. 6, p. 1637-1645.
- Robin, C., 1982a, Mexico: in Andesites, Thorpe, R.S., ed., John Wiley & Sons, p. 137-147.
- Robin, C., 1982b, Relations volcanologie-magmatologie-geodynamique: application au passage entre volcanismes alcalin et andésitique dans le sud Mexicain (Axe Trans-mexicain et Province Alcaline Orientale): *Annal. Sci. l'Univ. Clermont-Ferrand II*, 30, 503 p.
- Robin, C. et Cantagrel, J.M., 1982, Le Pico de Orizaba (Mexique): structure et evolution d'un grand volcan andésitique complexe: *Bulletin Volcanology*, v. 45, p. 299-315.
- Robin, C. et Nicolas, E., 1978, Particularities geochemiques des suites andésitiques de la zone orientale de l'axe transmexicain, dans leur contexte tectonique: *Bull. Soc. Geol. France*, v. 20, p. 193-202.
- Ruiz J., Patchet, J.P., Ortega-Gutiérrez, F., 1988, Proterozoic and Phanerozoic basement terranes of Mexico from Nd isotopic studies: *Geological Society America Bulletin*, v. 100, p. 274-281.
- Schaaf, P., Morán-Zenteno, D., Hernández-Bernal, M.S., 1995, Paleogene continental margin truncation in southwestern Mexico: Geochronological evidence. *Tectonics*, v. 14, p. 1339-1350.
- Suárez, G. and Singh, S.K., 1986, Tectonic interpretation of the Trans-Mexican Volcanic Belt- Discussion: *Tectonophysics*, v. 127, p. 155-160.

- Suter, M., Quintero-Legorreta, O., López-Martínez, M., Aguirre-Díaz, G., Farrar, E., 1995a, The Acambay graben: Active intraarc extension in the trans-Mexican volcanic belt: *Tectonics*, v. 14, p. 1245-1262.
- Suter, M., Carrillo, M., López-Martínez, M., Farrar, E., 1995b, The Aljibes half-graben active extension at the boundary between the trans-Mexican volcanic belt and the southern Basin and Range: *Geological Society America Bulletin*, v. 107, p. 627-641.
- Thorpe, R.S., 1977, Tectonic significance of alkaline volcanism in eastern Mexico: *Tectonophysics*, v. 40, p. T19-T26.
- Urrutia-Fucugauchi J. and Böhnel, H., 1987, Tectonic interpretation of the Trans-Mexican Volcanic Belt -Discussion: *Tectonophysics*, v. 138, p. 319-323.
- Urrutia-Fucugauchi J. y Del Castillo, L., 1977, Un modelo del Eje Volcánico Mexicano: *Boletín Sociedad Geológica México* v. 38, p. 18-28.

CUARTA OLIMPIADA DE CIENCIAS DE LA TIERRA O LAS QUEJAS DE ATENEA

Enrique Gómez Treviño

CICESE, División de Ciencias de la Tierra, Ensenada, Baja California, 22860 México

Correo electrónico: egomez@cicese.mx

El 9 de mayo de 1998 se llevó a cabo la Cuarta Olimpiada Estatal de Ciencias de la Tierra en Baja California. El evento se efectuó en el auditorio de Oceanología, del CICESE, contándose con la participación de estudiantes de preparatorias de Ensenada, Rosarito y Tijuana. Se aplicaron dos exámenes, uno eliminatorio de 100 preguntas y otro de 30 para los 20 estudiantes finalistas. Como en años anteriores, se contó con el patrocinio de la Unión Geofísica Mexicana, A.C. y del CICESE.

El evento fue inaugurado por el Dr. Javier Mendieta Jiménez, Director General del CICESE. También participaron en la ceremonia de inauguración los Drs. José Gómez Valdez, Presidente de la UGM; Luis Munguía Orozco, Director de la División de Ciencias de la Tierra del CICESE; Josué Álvarez Borrego, Tesorero de la UGM; Luis Delgado Argote, Secretario de Difusión de la UGM, José M. Romo Jones, investigador del CICESE y Enrique Gómez Treviño, Coordinador de la Olimpiada. Para la realización del evento cooperaron varios investigadores, estudiantes de posgrado y personal técnico y administrativo del CICESE.

Los ganadores, del primero al tercer lugar fueron: Oscar Osuna Sánchez, inscrito en el equipo del profesor Pedro Martínez del COBACH de Ensenada, Abel Castillo, del profesor Luis Antonio Zumbarda del COBACH de Tijuana y Marisol Sánchez Magdaleno, de la profesora Georgina Muñoz García del COBACH de Ensenada. A los ganadores y a sus profesores se les obsequiaron ejemplares de GEOS y de la Monografía No. 4 de la UGM y además, se premió con \$1,000.00 al primer lugar, \$750.00 al segundo y \$500.00 al tercero y, a sus respectivos profesores, se les otorgó la mitad de esas cantidades.

El examen general de 100 preguntas se basó en exámenes anteriores, de los cuales se enviaron copias, sin respuestas, a las escuelas preparatorias del Estado. El segundo examen consistió de 30 preguntas nuevas. En la medida de lo posible, estamos tratando de incrementar el contenido de información en el enunciado mismo de las preguntas, para que, independientemente de la calificación que se obtenga, el solo hecho de participar en la olimpiada represente una experiencia de aprendizaje, tanto informativo como formativo.

Entre el primero y segundo examen hay un receso de dos horas. Es el periodo reservado para la comida y para el recorrido por algunas instalaciones del CICESE, en las que previamente se prepararon presentaciones y demostraciones de laboratorio. Después de la aplicación del segundo examen y de las premiaciones, en esta ocasión se realizó la presentación de un documental sobre vulcanología y geofísica. El costo de esta cuarta olimpiada fue de \$7,000.00 entre premiaciones y comida.

Como una forma de autocrítica sobre este tipo de actividades educativas, así como a la forma en que las estamos realizando, al final del presente escrito se presenta un diálogo entre Palas Atenea, la diosa mitológica de las artes y la sabiduría, y Zeus, padre de todas las deidades de la Grecia antigua. Palas Atenea desea volver a la Tierra para seguir tutelando a los humanos, a quienes ve que cada día olvidan más y más sus enseñanzas. Zeus, un Zeus incrédulo y cansado, trata de entender el problema de su hija. Sus discusiones nos invitan a reflexionar sobre un problema que a todos nos preocupa: el de la motivación por el conocimiento. A continuación se presenta el examen de 30 preguntas que se aplicó a los finalistas de la olimpiada.

CUARTA OLIMPIADA ESTATAL DE CIENCIAS DE LA TIERRA UGM - CICESE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MAYO 9 DE 1998 (SEGUNDO EXAMEN)

1.- Desde el punto de vista económico, los depósitos de caolín son importantes porque con este mineral se fabrican:

- a) Catalizadores para autos
- b) Pantallas de computadora
- c) Vajillas de porcelana
- d) Microcircuitos para computadora

2.- Desde el punto de vista económico, el mineral bauxita es importante porque de él se extrae:

- a) aluminio
- b) boro
- c) cobre
- d) oro

3.- El petróleo que utilizamos actualmente se originó hace millones de años, a partir de la maduración térmica de materia orgánica proveniente principalmente de:

- a) algas marinas
- b) grasas de dinosaurios
- c) hojas de árboles
- d) peces y moluscos

4.- En la mayor parte de los Estados de la República se desarrolla algún tipo de actividad minera. Considerando a Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa, el que tiene mayor actividad de este tipo es:

- a) Baja California
- b) Baja California Sur

- c) Sonora
- d) Sinaloa

5.- La presencia de dióxido de carbono en la atmósfera es altamente beneficiosa para la Tierra debido a que es un gas que atrapa calor. Si en el aire no existiera dióxido de carbono, la Tierra sería mucho más fría. El problema que se plantea actualmente con relación a este gas es que, en los últimos años, ha aumentado su concentración en la atmósfera debido a la combustión de carbón e hidrocarburos. Antes de la era industrial el aire contenía 275 ppm de dióxido de carbono. En la actualidad esta cantidad ha aumentado en un:

- a) 30%
- b) 60%
- c) 90%
- d) 120 %

6.- Debido al aumento de dióxido de carbono en la atmósfera, se teme que la temperatura de la Tierra aumente en promedio uno o dos grados en los próximos 100 años. Aunque este aumento sería pequeño, podría tener consecuencias para las que no estamos aun preparados. Por esta razón se están elaborando tratados internacionales para limitar la producción de dióxido de carbono y otros gases que, por su efecto de atrapar calor, se conocen como gases de invernadero. El gas que le sigue en importancia al dióxido de carbono es el metano, el cual si bien existe en menores cantidades, es 20 veces más poderoso, molécula por molécula, que el dióxido de carbono. El metano que llega a la atmósfera proviene principalmente de:

- a) Los criaderos de ganado y los campos de arroz
- b) Los basureros
- c) Derrames de petróleo
- d) Emisiones de las plantas termoeléctricas

7.- Antes de la era industrial la cantidad de metano en el aire era de 0.75 ppm. En la actualidad esta cantidad se ha incrementado en un:

- a) 100%
- b) 200%
- c) 300%
- d) 400%

8.- El país que más gases de invernadero emite a la atmósfera es:

- a) México
- b) Estados Unidos
- c) Brazil
- d) China

9.- Existen propuestas para remover el exceso de dióxido de carbono de la atmósfera. Una de ellas es la de estimular el crecimiento de fitoplancton en los océanos mediante fertilizantes. El fitoplancton es el primer eslabón de la gran cadena alimenticia del mundo acuático. Lo componen bacterias, algas y hongos microscópicos. Se estima que el 90 % del total

de la fotosíntesis y del aporte de oxígeno a la atmósfera, así como de la remoción de dióxido de carbono de la atmósfera, tiene lugar en los océanos y se debe al fitoplancton. Para estimular la producción de fitoplancton se está proponiendo fertilizar lugares estratégicos en el océano con:

- a) Hierro
- b) Aluminio
- c) Calcio
- d) Manganeseo

10.- Se piensa que el océano es una fuente inagotable de recursos que contiene camarones y atunes por doquier. Sin embargo, si aplicamos los mismos criterios que utilizamos en tierra para clasificar los paisajes, llegaríamos a la conclusión que el océano es un vasto desierto. La producción de fitoplancton se ve severamente limitada por la escasez de nutrientes. Se estima que más del 60% del fitoplancton se desarrolla en un área tan pequeña que apenas si representa el 2% de la superficie del océano. El fitoplancton aprovecha que en determinadas condiciones, llegan a la superficie nutrientes desde el fondo marino a través del fenómenos conocidos como:

- a) avalanchas
- b) avenidas
- c) bonanzas
- d) surgencias

11.- Después del lanzamiento de los primeros satélites se observó que éstos se desviaban de una manera extraña mientras giraban alrededor de la Tierra. Se evaluaron varias hipótesis y se llegó a la conclusión de que tales efectos se deben a que la Tierra tiene una forma no tan perfecta como se creía. Lo que produce las perturbaciones de los satélites es la atracción gravitacional irregular de la Tierra, debida precisamente a su forma geométrica también irregular. El resultado de las observaciones fue que más que a una esfera o a un elipsoide, la Tierra se parece mucho más a:

- a) un limón
- b) una pera
- c) una manzana
- d) una cabeza de ajo

12.- El fértil valle de Mexicali formó parte del delta del Río:

- a) Yuma
- b) Imperial
- c) Colorado
- d) San Luis

13.- Los puntos más altos en la península de Baja California se encuentran en la Sierra de San Pedro Mártir. Uno de estos puntos es conocido como El Picacho del Diablo. Se cree que se trata de:

- a) un volcán inactivo
- b) un volcán activo

- c) parte de un plutón
- d) nadie lo ha estudiado

14.- Hace más de 20 años, el Dr. Mario Molina, Premio Nobel de Química, descubrió que los compuestos conocidos como clorofluorocarbonos (CFC), eran potencialmente dañinos para la capa de ozono de la atmósfera. Hace algunos años se comprobó, sin lugar a dudas, que esto era efectivamente cierto, por lo que la producción y el uso de los CFC ha venido reduciéndose y dejarán definitivamente de producirse para el año 2000. Los CFC se utilizan principalmente en:

- a) la industria del papel
- b) equipos de refrigeración
- c) aviones supersónicos
- d) plantas nucleares

15.- La cantidad de lluvia generalmente se mide en mm. Por ejemplo, se dice que en la región del Amazonas, en el Brasil, la precipitación anual es de 2,500 mm. Esta cantidad se refiere a lo que llueve en:

- a) un metro cuadrado
- b) un milímetro cuadrado
- c) una hectárea
- d) cualquier área

16.- El promedio de precipitación anual en la región de Ensenada, Rosarito, San Quintín y Tijuana es de:

- a) 2.5 mm
- b) 25 mm
- c) 250 mm
- d) 2,500 mm

17.- Una de las fallas geológicas que podría generar un sismo con consecuencias graves para Ensenada, se localiza a lo largo de la península de Punta Banda. Esta falla se conoce con el nombre de:

- a) Agua Marina
- b) Agua Prieta
- c) Agua Blanca
- d) Agua Caliente

18.- Actualmente en la atmósfera existe una concentración de clorofluorocarbonos (CFC) de 650 ppb (partes por billón). Aunque ésta es una cantidad muy pequeña comparada con la que existe de dióxido de carbono y metano, su potencial como gas de invernadero es grande, ya que una sola molécula de CFC es capaz de absorber tanto calor como 20,000 de dióxido de carbono. Sin embargo, su principal característica, es que puede ascender hasta la capa de ozono entre los 20 y 50 km de altura, y una vez ahí disociar las moléculas de ozono, las cuales nos protegen de las radiaciones ultravioletas. En relación con su valor actual, la concentración de CFC antes de la aparición de la industria era de:

- a) la mitad
- b) la cuarta parte

- c) cero
- d) la décima parte

19.- En la preparación del cemento para construcción se utiliza principalmente:

- a) caliza
- b) arcilla
- c) yeso
- d) sílice

20.- La actividad minera en Santa Rosalía, Baja California, a finales del siglo pasado y principios del presente, y aún incluso en la actualidad, se debe a que de sus minas se extrae:

- a) plata
- b) aluminio
- c) oro
- d) cobre

21.- La actividad minera en San Felipe, Baja California, se debe a que de sus minas se extrae:

- a) plata
- b) aluminio
- c) oro
- d) cobre

22.- Algunos países industrializados tienen el problema ambiental de la lluvia ácida. Este tipo de lluvia es igual a la normal excepto que contiene pequeñas cantidades de ácido, el cual se forma en la atmósfera al combinarse el agua con gases que contienen azufre. Las chimeneas que más contaminan en este sentido están asociadas con la industria de:

- a) cemento
- b) energía eléctrica
- c) fierro y acero
- d) llantas

23.- La mayor parte de los sismos que ocurren en Mexicali se originan en la falla:

- a) Calabazas
- b) Laguna Salada
- c) Cerro Prieto-Imperial
- d) Yuma-Calexico

24.- Se celebra el día de la Tierra, el:

- a) 9 de junio
- b) 22 de abril
- c) 15 de octubre
- d) 29 de febrero

25.- Cuando en el centro del Océano Pacífico hay marea alta, en el centro del Océano Atlántico hay marea:

- a) alta
- b) mediana

- c) baja
- d) no hay marea

26.- ¿Has observado la salida de la Luna en días sucesivos? Cada día la Luna sale:

- a) más tarde
- b) más temprano
- c) a la misma hora
- d) por el lado opuesto

27.- ¿Has observado si existe alguna relación entre la hora de la salida de la Luna y la hora de la marea alta? ¿En el sur de California y norte de Baja California, cuántas horas después de que sale la luna se alcanza la marea alta?:

- a) tres horas
- b) seis horas
- c) cero horas
- d) doce horas

28.- La aparición de aguas cálidas en las costas occidentales de América fue identificada por los pescadores peruanos siglos atrás, quienes le dieron el nombre de El Niño en referencia a la llegada del Niño Dios, porque se observaba a finales de Diciembre, cerca de la Navidad. El fenómeno se presenta a intervalos de dos a siete años. La aparición de éstas aguas cálidas se debe a:

- a) vulcanismo submarino
- b) alta radiación solar
- c) contaminación
- d) fluctuaciones atmosféricas

29.- Demostró por primera vez la composición del aire. Demostró además que el agua se compone de oxígeno e hidrógeno:

- a) Lavoiser
- b) Newton
- c) Gay-Lussac
- d) Galileo

30.- En un máximo de diez renglones explica lo que entiendes por fenómeno El Niño (Utiliza tu hoja de respuestas).

LAS QUEJAS DE ATENEA ("MANUSCRITO")

Palas Atenea.- ¡Oh destino infausto, puedo ir a todos lados, mas no a donde está mi deseo! Los humanos me necesitan. ¡Habré de regresar!. ¡Regresaré!

Zeus.- ¿Qué pues? ¿Acaso el navegante cuando la tormenta lo azota, halla recurso de salvación corriendo de la popa a la proa? Tú mejor que nadie lo sabe: nuestro trabajo en la Tierra terminó. Hay poderes superiores que nos impiden a tí y a mí, y a todos los dioses del Olimpo, intervenir en las cuestiones humanas. Se nos da una sola oportunidad. Otros fueron enviados después de nosotros, porque...

P.A.- Padre, espera. Yo enseñé a los humanos sus artes y oficios. Yo los inicié en la sabiduría, en el conocimiento, y aun en el uso de poderes insospechados por ellos. Y ya lo ves.

Z.- Hija, ¿De qué hablas? Los humanos siguen con sus artes y oficios y no valoran menos el conocimiento y la sabiduría. Existen incluso ejércitos de científicos dedicados a la búsqueda de nuevos conocimientos. La Tierra está llena de escuelas de todos los tipos. Y todo se debe a lo que sembraste. ¿De qué te quejas?

P.A.- Me quejo de que han perdido el rumbo.

Z.- No lo creo. Nunca antes su producción material de bienes había sido tan grande, ni su conocimiento de la realidad tan extenso y profundo.

P.A.- No me refiero a eso.

Z.- Tal vez te refieras a los problemas del cambio global y la contaminación.

P.A.- Tampoco. Lo que quiero decir es que han perdido el rumbo interno de sus vidas.

Z.- Tal vez. Pero si así fuera, ni tú ni yo seríamos los responsables. Otro fue enviado después de nosotros para la parte espiritual. Además...

P.A.- Padre, por supuesto que no me refiero a la parte espiritual. Estás yendo demasiado lejos. Antes de eso están las funciones internas primarias. Para que cualquier actividad o manifestación externa resulte en su beneficio, y no en su perjuicio, forzosamente la tienen que hacer de cierta manera y no de otra. Hay reglas que los humanos no pueden violar sin sufrir las consecuencias. Y no es que las deidades vayamos a castigarlos por no seguirlas. Simplemente su organización interna para funcionar adecuadamente así lo requiere. Por ejemplo, para que comer resulte en una completa alimentación se requiere sentir plenamente el deseo de comer. Solo así se recibe energía en lo físico, en lo emocional y en lo intelectual, y solo así se conservará el equilibrio en sus presencias. Asimismo, para adquirir verdadero conocimiento sobre cualquier aspecto de la realidad se requiere sentir plenamente el deseo de adquirirlo. De lo contrario...

Z.- Creo saber hacia dónde vas. Estás considerando que los humanos ya no desean con suficiente intensidad. Que son muy débiles.

P.A.- No exactamente. ¿Recuerdas aquello de: "No cometerás adulterio"?

Z.- Por supuesto que lo recuerdo. Los celos de Hera y todo lo demás. Lo que no recuerdo es cuantos hijos dejé en la Tierra, ni con cuantas mujeres.

P.A.- Creo que ahora sí nos vamos a entender. Los humanos han perdido el rumbo interno de sus vidas porque adulteran muchas de sus funciones internas primarias.

Z.- Yo nunca perdí el rumbo.

P.A.- De acuerdo. Pero tú no eres humano. Además, no estoy hablando de adulterio en el sentido que tú estás pensando, sino en el hecho de mezclar o sustituir unas funciones por otras. En los humanos, cada manifestación externa o actividad debe de ser acompañada por su propia sensación o deseo. De lo contrario, funestas consecuencias...

Z.- No necesariamente. Podría incluso resultar al revés. En el caso de la adquisición de conocimientos los humanos nunca habían sido tan productivos. Por todas partes exploran nuevos aspectos de la realidad. Nunca habían estado tan activos. A mí me parece que esta sustitución o adulteración de deseos de la que hablas les está permitiendo adquirir conocimientos a un ritmo acelerado, lo cual no puede ser sino de beneficio para ellos.

P.A.- En el mejor de los casos el beneficio es relativo. Sin embargo, creo que ahora sí nos estamos entendiendo. Ya estás de acuerdo en una posible adulteración de sus deseos o funciones. A cada tipo de manifestación externa le corresponde una y solo una función interna o deseo. Ambas, manifestación externa y función interna habrán de ser del mismo tipo. Si no son del mismo tipo entonces existe la adulteración de la que hablo. La manifestación externa es la adquisición de conocimientos, y la función interna que le corresponde no es otra cosa que el deseo de adquirir conocimientos. Cuando función y manifestación se corresponden, se produce lo que se tiene que producir, en cantidad y calidad de acuerdo a principios homeostáticos universales, los cuales permiten la autorregulación del proceso. Haciendo una analogía...

Z.- Déjame a mí hacer la analogía. Me dirás si entendí bien. La función interna de un conejo que quiere correr le proporciona la energía necesaria para la manifestación externa de correr. De igual manera la función interna de un caballo que quiere correr le proporciona la energía necesaria para la manifestación externa de correr. En cada caso la cantidad y la calidad de la energía proporcionada corresponde apropiadamente a los requerimientos y a la capacidad que tiene cada animal para utilizar esa energía. Si el conejo de alguna manera pudiera adulterar la energía que le corresponde usurpando la del caballo, sin duda que correría mucho más rápido, pero perdería todo control de sí mismo. Su vida, sus manifestaciones externas así como también sus funciones internas buscarían algún nuevo equilibrio. En el mejor de los casos este equilibrio sería inestable porque la autorregulación de conejo dejaría de servirle. Tendría que ocuparse él mismo, día y noche, en vigilar y controlar el nuevo sistema.

P.A.- Padre, eso estuvo muy bien. Te felicito.

Z.- Gracias. Sin embargo, déjame decirte que lo que tú estás elucidando para mí, ya lo saben los humanos. Ellos lo llaman la ciencia por la ciencia. Esto corresponde a lo que tu llamas la adquisición de conocimiento motivado solamente por eso, por el deseo de conocimiento. Ellos también saben que, adulterando el proceso mediante el uso de motivaciones menos

intelectuales, con la condición de que produzcan adrenalina, logran acelerar la producción de resultados. Ellos mismos ponen el ejemplo de los desarrollos logrados en tiempos de guerra. Así es que no tienes por que preocuparte. Tu presencia en la Tierra es completamente innecesaria.

P.A.- Padre, mi querido Padre. ¡No has entendido nada! Y pensar que yo nací de tu cerebro.

Z.- Yo mismo te hice nacer de mi cerebro para que te ocuparas de estas cosas.

P.A.- Pues entonces escúchame con atención. Lo que ellos llaman ciencia por la ciencia o ciencia pura, hace mucho tiempo que no es tan pura. Te agradezco que hayas sacado a relucir esta actividad de los humanos, porque con este ejemplo me será más fácil hacerte entender la necesidad de que regrese por un tiempo a la Tierra. La misión que se me encargó desde lo Alto, consistía en hacer que la actividad de conocer que se produce en ellos quedase bajo su completo control. Para lograrlo implanté en ellos el deseo de conocer, con el cual se genera la energía para la manifestación de la actividad correspondiente. Como te explicaba anteriormente, a cada actividad le corresponde su propio deseo. Para lograr esta correspondencia se sintonizan el mecanismo que realiza la actividad y la energía que lo alimenta. La sintonización se realiza de forma parecida a la que ellos utilizan en sus aparatos de comunicación a distancia. En ambos casos la fuente emite la energía en la forma de vibraciones a una determinada frecuencia. Por su parte, el mecanismo receptor está construido especialmente para responder solamente a vibraciones de la misma frecuencia. No hay lugar para equivocaciones. Diferentes tipos de deseos producen vibraciones de diferente frecuencia, de tal manera que un deseo determinado sólo podrá alimentar a la actividad que le corresponde, pues ambos operan a la misma frecuencia. Las actividades y sensaciones físicas operan a bajas frecuencias, las emociones a frecuencias intermedias y en la escala más alta se encuentran las actividades intelectuales. Además, se tiene que las vibraciones asociadas con las actividades y sensaciones físicas poseen amplitudes que son un orden de magnitud mayores que las asociadas con las emociones y, a su vez, éstas poseen amplitudes que son también un orden de magnitud mayores que las asociadas con actividades intelectuales. Resulta que este último tipo de vibraciones posee las amplitudes más pequeñas de entre todas las que se producen en el cuerpo de los humanos. Este solo hecho hace que el problema que me preocupa sea de difícil solución. En realidad...

Z.- No puedo ni siquiera imaginar cual podría ser el problema. Si bien no recuerdo los detalles, lo que sí recuerdo perfectamente es el plan general que decidimos para los humanos. Los principios de sus funcionamientos eran los más simples y seguros, de tal forma que había poca o ninguna posibilidad de comportamientos no deseados. Lo que has estado explicando confirma mis recuerdos.

P.A.- Yo creo saber lo que está pasando, aunque todavía no comprendo cómo y por qué se inició su caída. Yo misma

tomé precauciones más allá de lo necesario. Comprendiendo lo delicado de mi tarea, en el sentido de que se me encargaba el manejo de las vibraciones de menor magnitud, consideré prudente instalar mecanismos de rechazo de señales de frecuencias extrañas, sobre todo de aquellas de frecuencia menor que, según el plan general, están asociadas a funciones físicas y emocionales. De esta manera estaba protegiendo las actividades mentales de posibles interferencias extrañas, ya que según el plan general todas estas funciones tendrían el carácter de ser independientes unas de otras. Con ésto se pretendía implantar la imparcialidad en los humanos. Sus razonamientos o decisiones no estarían sujetos a estados físicos como cansancio o hambre, ni a estados emocionales como alegría o tristeza. Tampoco los estados físicos afectarían a las emociones. En fin, los tres tipos de actividades serían independientes, sin que por ello se convirtieran en autómatas, sino todo lo contrario.

Z.- Ahora también recuerdo lo del coordinador general. Eso era lo que los convertiría plenamente en seres humanos, con control de todas sus manifestaciones externas mediante el control interno de sus funciones. Una voluntad muy parecida a la de nosotros.

P.A.- Padre, todo eso ya no existe. Todo es a la vez lo mismo, pero al mismo tiempo no es lo mismo. Ellos siguen creyendo que tienen voluntad, que pueden controlar sus manifestaciones. Algunos consideran que tienen mucha voluntad, otros que tienen poca, pero a lo que se refieren no es a lo que nosotros llamamos voluntad. Y así con todo lo demás.

Z.- No te sigo muy bien, pero no importa. Explícame por lo menos aquello del adulterio, personalmente me interesa.

P.A.- Es muy simple y además estamos en el tema. De acuerdo al plan original, las diferentes funciones internas deberían de ser independientes. El coordinador general sería el encargado de activar las funciones necesarias para la realización de algún objetivo en particular. Actualmente los humanos han olvidado la existencia de este coordinador, aunque se encuentra dentro de ellos mismos.

Z.- ¿Y cómo es que siguen funcionando? Yo ahora los veo más activos que nunca.

P.A.- Siguen funcionando mediante un procedimiento a la vez burdo e ingenioso. Utilizan las vibraciones de los primeros dos tipos de funciones para activar el tercero.

Z.- Ahora entiendo. Están adulterando sus funciones primarias a pesar de todas las prevenciones que tomamos en el plan original, y a pesar de las precauciones que tú misma tomaste. Eso sí que es gravísimo. Mis aventuras en la Tierra y todos los hijos que tuve entre los humanos no representan...

P.A.- Tienes razón. Se trata de algo muy grave porque además, para que el procedimiento realmente les funcione, requiere que se destruyan a sí mismos. ¿Cómo crees que logren que una vibración determinada llegue a activar un mecanismo delicado que fue inicialmente diseñado para responder a una

frecuencia diferente? Pues a fuerza de alimentarlo constantemente por largos periodos de tiempo con vibraciones de amplitud desproporcionadamente grande. Tarde o temprano el mecanismo cede y la energía termina por entrar, activando de algún modo sus delicadas funciones.

Z.- ¿Tienen acaso talleres especiales en donde se someten a tales torturas?

P.A.- Sí los llaman escuelas y universidades. Sin embargo, no son los únicos lugares, en realidad toda su organización social, empezando por el ámbito familiar, utiliza los mismos principios. La idea general es inducir el deseo por conocer diferentes aspectos de la realidad utilizando como medio las otras dos funciones primarias, las cuales por su propia naturaleza pueden tener amplitudes mucho mayores. Por ejemplo, para producir el deseo de aprender las tablas de multiplicar, se les amenaza con que no pasarán al siguiente nivel en la escuela. Esto generalmente les causa gran angustia, produciéndose amplitudes muy grandes en las vibraciones de frecuencia intermedia. Estas impactan los delicados mecanismos que generan el interés por conocer y, de alguna manera se logra lo que ellos llaman conocimiento. Te admirarías de la diversidad de combinaciones que forman con los primeros dos tipos de funciones para lograr mover las funciones del tercer tipo.

Z.- Ahora entiendo el poco equilibrio que tienen estos desdichados. Literalmente *se les cruzan las líneas* a todos, aunque sólo a algunos se les note.

P.A.- No importa cuan altruista parezca la combinación, de cualquier manera se trata de una usurpación de funciones. El único recurso que tienen para realmente comprender algo, es...

Z.- ¿No comprenden lo que aprenden?. ¿Es eso?.

P.A.- Sí, así es. Para hacer pan se requiere harina, agua y fuego. A ellos les falta el fuego. Lo que se produce en su interior no tiene consistencia, no es pan. El conocimiento entra en ellos y se queda en ellos, pero no cristaliza. No forma parte de ellos. Siguen siendo como eran, excepto que tienen más cosas dentro.

Z.- Pero aun así, de algo les sirve. Lo que logran lo utilizan para vivir mejor exteriormente. Algo es mejor que nada.

P.A.- Bonito consuelo, pero el problema es que fueron creadas para ambas cosas, internas y externas. De alguna manera ellos lo saben, o por lo menos lo intuyen, pero no pueden hacer nada para apropiarse de ese conocimiento, aunque externamente lo utilicen. Si por lo menos una sola de sus múltiples actividades hubiese escapado a esta trampa, entonces se...

Z.- ¿Tampoco escapa lo que ellos llaman la ciencia por la ciencia?

P.A.- Tampoco, pues sus motivaciones en realidad ...

(aquí termina el manuscrito).

UNIDAD EN CIENCIAS DE LA TIERRA: UNICIT - UNA BREVE PRESENTACIÓN -

Harald Böhnel¹ y Birgit Steinich²

¹ Unidad en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica,

² Unidad en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geología,
Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Qro., México
C.P. 76001, Apartado Postal 1-742

INTRODUCCIÓN

Recientemente se iniciaron las actividades académicas en la UNICIT, ubicada en el Campus Juriquilla, uno de los nuevos polos de desarrollo de la UNAM. El personal académico de la UNIDAD en Ciencias de la Tierra proveniente de los institutos de Geología y de Geofísica de esta Universidad enfoca sus investigaciones sobre los más diversos aspectos de nuestro planeta.

El Campus se encuentra a 8 km al norte de la Ciudad de Querétaro, sobre la carretera federal a San Luis Potosí. El Campus Juriquilla es un proyecto en común entre la UNAM y la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ). En su cercanía, se localiza el Campus Querétaro de la Universidad del Valle y pronto también se contarán con instalaciones del CINVESTAV. Se está observando la creación de un centro universitario que, seguramente, estará entre los más importantes del país.

En el campus Juriquilla está funcionando actualmente el Centro de Neurobiología y la UNICIT, mientras que las construcciones de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, así como la de Contabilidad se terminarán próximamente. Se prevé a mediano plazo un total de siete centros en el Campus Juriquilla, así como algunas instalaciones centrales (parcialmente compartidas con la UAQ) tales como un auditorio, una biblioteca, una cafetería, entre otras.

El edificio de la UNICIT tiene un área de 4000 m² y alberga 45 oficinas para investigadores, 8 para técnicos y ofrece espacio para más de 25 estudiantes. Cuenta con espacio para 8 laboratorios así como para una biblioteca local, además de las aulas para exposiciones y cursos; amplios almacenes para equipos y muestras, área administrativa, salas de reunión, cafetería, etc.

Aunque todavía no se ha inaugurado oficialmente la UNICIT, el personal académico y administrativo inició sus

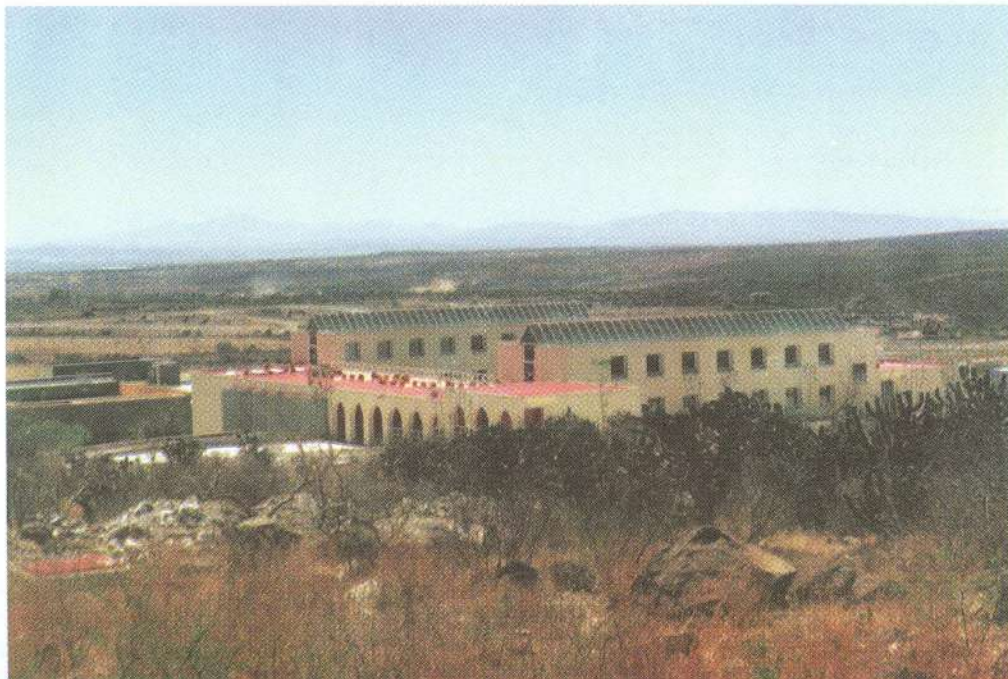


Tabla 1: Investigadores de la UNICIT

Nombre	Líneas de Investigación	Teléfono ⁽¹⁾	E-mail
Luca Ferrari Pedraglio ⁽¹⁾	Tectónica	103	luca@servidor.unam.mx
F. Ramón Zúñiga Davila-M. ⁽²⁾	Sismología	106	ramon@ollin.igeofcu.unam.mx
Gerardo Aguirre Díaz	Vulcanología, Geocronología	109	gjad@servidor.unam.mx
Susana Alaniz Álvarez	Geología estructural	118	alaniz@servidor.unam.mx
J. Jorge Aranda Gómez	Petrología ígnea	123	jjag@servidor.unam.mx
Jorge A. Arzate Flores	Exploración Geofísica	112	arzatej@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
Harald Böhnelt	Paleomagnetismo	113	harald@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
Oscar Carranza Castañeda	Paleontología	112	oscarc@servidor.unam.mx
Dora Carreón Freyre	Mecánica de suelos	111	freyre@servidor.unam.mx
Alejandro Carrillo	Geoquímica ambiental	108	
Marco Guzmán Speziale	Sismología	119	marco@ollin.igeofcu.unam.mx
Gilberto Hernández Silva	Edafología	117	ghsilva@servidor.unam.mx
Juventino Martínez Reyes	Tectónica	110	jmr@servidor.unam.mx
Luis Miguel Mitre Salazar	Geología ambiental	110	mitre@servidor.unam.mx
Angel Nieto Samaniego	Geología estructural	118	afns@servidor.unam.mx
M. Adrián Ortega Guerrero	Hidrogeología	111	maog@servidor.unam.mx
Román Pérez Enriquez	Relación Sol-Tierra	108	roman@tonatiuh.igeofcu.unam.mx
José Gregorio Solorio Munguía	Edafología, Mineralogía	122	
Birgit Steinich	Hidrogeología, Geofísica de Exploración	107	birgit@steinich.unicit.unam.mx
Luis F. Vasallo Morales	Yacimientos minerales	122	

⁽¹⁾ Coordinador Geología⁽²⁾ Coordinador Geofísica⁽³⁾ Se dan las extensiones únicamente. Se completan estas extensiones con los prefijos (5)6234 o (42)381 para números telefónicos de la Ciudad de México o de Querétaro, respectivamente.

actividades en las nuevas instalaciones a finales del año pasado. Las actividades en algunos de los laboratorios, han iniciado y en otros están por iniciar en un futuro próximo, igual que su biblioteca.

PERSONAL ACADÉMICO Y LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

El personal académico proviene, como ya se ha mencionado, de los institutos de Geología y de Geofísica de la UNAM. Cabe mencionar, que la anterior Estación Regional del Centro del Instituto de Geología (ERCE), con sede en Guanajuato cerró sus puertas y se integró a la UNICIT, vistas las excelentes condiciones de trabajo que ofrece esta última.

El personal académico se desempeña en las siguientes especialidades:

- Geología estructural
- Vulcanología
- Geocronología
- Tectónica
- Yacimientos minerales
- Petrología ígnea
- Mineralogía
- Hidrogeología
- Geología ambiental
- Geoquímica ambiental
- Mecánica de suelos, geomecánica
- Paleontología
- Edafología

- Sismología
- Geofísica de exploración
- Paleomagnetismo
- Procesamiento de datos
- Física interplanetaria

Los investigadores de la UNICIT funcionan como responsables en numerosos proyectos de investigación y estudios en toda la República y en el extranjero, con financiamiento del CONACyT, del PAPIIT (DGAPA, UNAM) así como externo. La diversidad de las líneas de investigación del personal académico permite la realización de estudios interdisciplinarios relacionados con temas de gran relevancia para este país, como son el estudio de la geodinámica del centro de México, estudios del medio ambiente, de riesgo sísmico y volcánico, entre otras.

INFRAESTRUCTURA

La UNICIT cuenta con instalaciones especializadas y modernas y ofrece espacio para numerosos laboratorios. Aunque los laboratorios de edafología, geomecánica, paleomagnetismo y geoquímica están parcialmente equipados, se requerirá un fuerte esfuerzo de inversión a corto plazo con el fin de crear óptimas condiciones para realizar de las actividades de investigación. Se cuenta con algunos equipos de geofísica de exploración, de computación y existe la conexión a internet. La UNICIT tiene a disposición del personal académico, varios vehículos para facilitar el trabajo de campo. Especialmente en esta fase inicial, el personal de la UNICIT considera como una de sus mayores prioridades la masiva ampliación de su infraestructura, tanto en equipos científicos y de computación, como en equipos de apoyo al trabajo de campo.



POSIBILIDADES PARA ESTUDIANTES Y PROFESORES VISITANTES

El personal académico de la UNICIT ofrece a los estudiantes interesados estudios a nivel de maestría y de doctorado en el Posgrado en Ciencias de la Tierra, en las especialidades de geología, física del interior de la tierra, recursos naturales, sismología y edafología. Se les ofrece a los estudiantes la participación en proyectos de investigación de alta relevancia científica así como la dirección de tesis en todos los niveles (licenciatura, maestría y doctorado). Se está colaborando con la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) para la implementación de carreras relacionadas con las líneas de investigación de la UNICIT en sus Casas de Estudios.

Por otro lado, se considera de gran importancia contar con la estancia de profesores visitantes por períodos cortos o largos, para enriquecer el ambiente académico y desarrollar metodologías aún no implementadas en la UNICIT. Para este fin se están reservando varias oficinas y se ofrece el acceso a los diversos laboratorios.

CONTACTOS

En la Tabla 1 se da una relación de los investigadores de la UNICIT con el fin de facilitar el contacto de personas interesadas con nuestro centro.

SISMICIDAD DEL NOROESTE DE MÉXICO

GRUPO RESNOM

Depto. de Sismología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Apartado Postal #2732, Ensenada, Baja California, México
E-mail: resnor@cicese.mx

Este Boletín de Información Sísmica tiene como objetivo difundir las localizaciones de los sismos registrados por la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM), en la región norte de Baja California y áreas adyacentes con magnitudes $M \geq 3.5$ en el período comprendido de Enero a Abril de 1998.

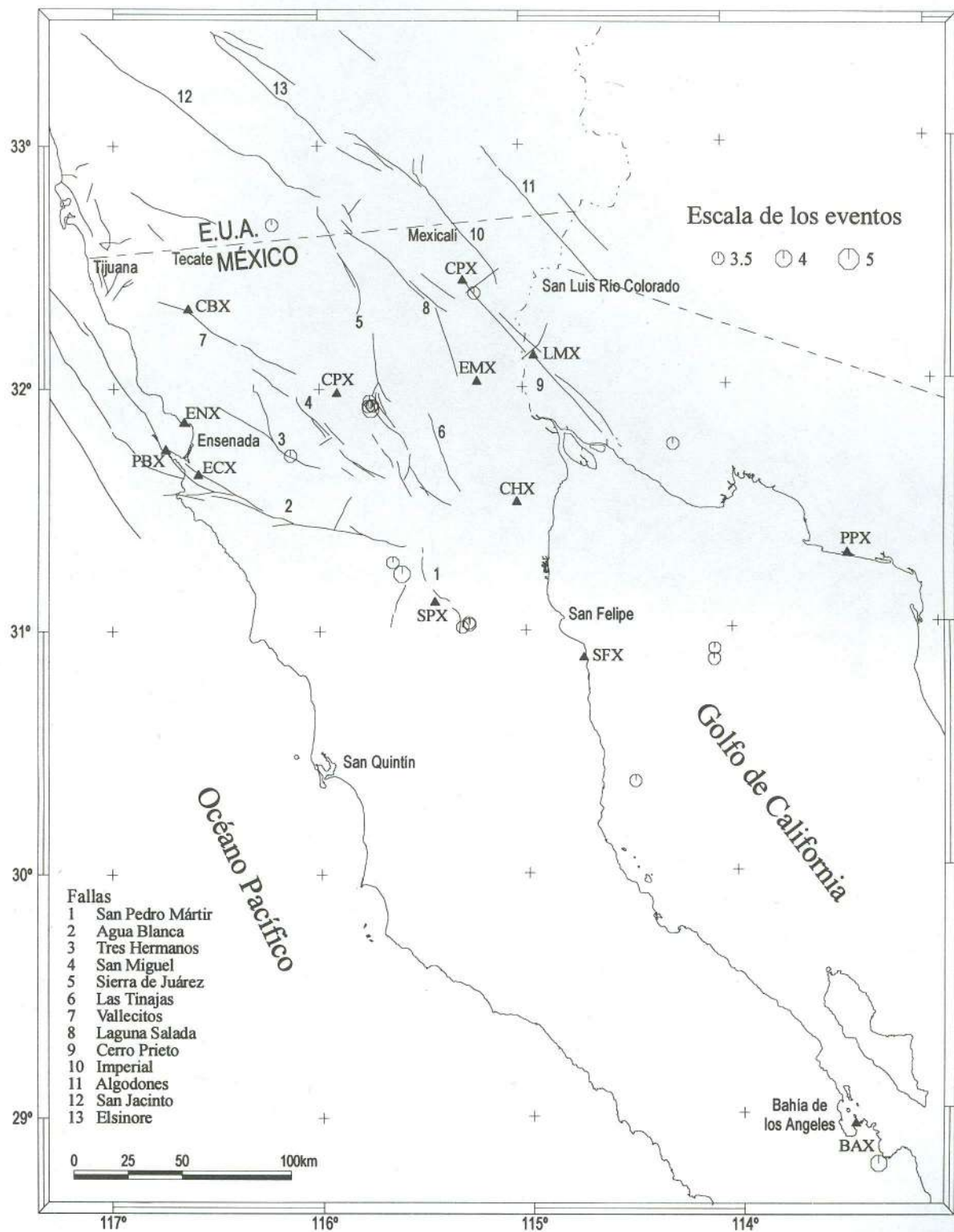
La localización de los temblores se realiza con el programa HYPO71 (Lee y Lahr, 1995), en combinación con los modelos de corteza propuestos por Reyes (1979) para el Valle de Mexicali y por Nava y Brune (1982) para el Macizo Roco en Baja California Norte. La profundidad de los eventos (PROF) se reporta en kilómetros y cuando la fija el operador se indica con un asterisco. El error cuadrático medio (RMS) lo calcula el programa HYPO71 con los residuales de los tiempos de viaje. En la tabla de coordenadas epicentrales también se indica el número de lecturas empleadas para la localización de los eventos. La magnitud MD se estima con la duración del registro usando las relaciones empíricas propuestas por González y García (1986).

REFERENCIAS

- González-G., J.J. y García-A. R., 1986, Escala de magnitud-coda para estaciones sismográficas en el norte de Baja California, Resumen extenso en Memorias de la Reunión 1986 de la Unión Geofísica Mexicana, A.C., p. 399-406.
- Lee, W.H. and Lahr J.C., 1975, HYPO 71 (revised): A computer program for determining hypocenter, magnitude, and first motion pattern of local earthquakes, U. S. Geological Survey, Open-file rept., 75-311.
- Nava, F.A. and Brune J.N. 1982, An earthquake-explosion reversed refraction line in the peninsular ranges of Southern California and Baja California, Bulletin of the Seismological Society of America, 72, 1195-1206.
- Reyes A., 1979, Estudio de microsismicidad del sistema de fallas transformadas Imperial-Cerro Prieto, Informe Técnico GEO79-01, CICESE, 114 p.

GRUPO RESNOM: Cecilio J. Rebollar Bustamante, Luis Orozco León, Julia del Carmen Sánchez Rodríguez, Oscar Gálvez Valdéz, Francisco J. Farfán Sánchez, Ignacio Méndez Figueroa, Luis Inzunza Romero, Ruth Eaton Montaña.

TIEMPO				COORDENADAS		PROF.	M _b	RMS	NO	REGIÓN
DIA	HR	MN	SEG	LAT. N	LON. O					
ENERO 1998										
07	07	19	12.77	32°23.40'	115°13.78'	14.99	3.9	0.26	21	Localizado a 8 km al este de CPX. (entre las Fallas norte Cerro Prieto y sur Imperial, sentido en la Planta Geotérmica de Cerro Prieto, el Valle y sur de Mexicali, B.C.).
25	00	21	33.82	31°55.73'	115°44.41'	8.00*	3.6	0.15	14	Localizado a 19 km al este de RDX. (Falla Sierra de Juárez).
27	00	03	30.10	32°40.58'	116°13.60'	4.88	3.6	0.22	16	Localizado a 57 km al noroeste de CBX.
FEBRERO 1998										
03	06	06	13.02	30°54.67'	114°05.19'	8.00*	3.6	0.12	10	Localizado a 62 km al este de SFX. (Norte del Golfo de California).
03	06	26	31.64	30°52.09'	114°05.38'	8.00*	3.7	0.07	8	Localizado a 63 km al este de SFX. (Norte del Golfo de California).
06	15	53	48.42	28°46.56'	113°24.84'	5.00*	4.4	0.25	11	Localizado a 23 km al sureste de BAX. (Sentido al sureste de Bahía de los Angeles).
09	13	19	6.72	31°56.83'	115°45.22'	10.89	3.5	0.14	12	Localizado a 18 km al este de RDX. (Falla Sierra de Juárez).
13	10	19	28.85	31°00.80'	115°18.45'	8.00*	3.6	0.25	13	Localizado a 15 km al este de SPX. (sentido en el Observatorio de San Pedro Mártir).
18	14	29	34.74	31°54.88'	115°44.76'	3.00*	4.4	0.27	19	Localizado a 19 km al este de RDX. (Falla Sierra de Juárez, sentido en La Ventana, El Faro, La colonia Sansón Flores y sur de Mexicali, B.C.).
19	00	38	21.31	31°55.66'	115°44.22'	3.12	3.6	0.13	14	Localizado a 20 km al este de RDX. (Falla Sierra de Juárez).
24	06	00	35.85	31°01.84'	115°16.62'	8.00*	3.6	0.19	12	Localizado a 19 km al este de SPX. (sentido en el Observatorio de San Pedro Mártir).
24	11	31	48.78	31°14.08	115°36.04	12.00*	4.7	0.19	14	Localizado a 27 km al noroeste de SPX. (norte de la Falla San Pedro Mártir y sentido en San Matías, Valle de la Trinidad, Héroes de la Independencia y Colonia Vicente Guerrero, B.C.).
26	04	32	39.71	31°55.56'	115°45.56'	3.90	3.5	0.21	14	Localizado a 17 km al este de RDX. (Falla Sierra de Juárez).
26	06	27	27.98	31°01.50'	115°16.37'	8.00*	3.6	0.19	12	Localizado a 18 km al este de SPX. (sentido en el Observatorio de San Pedro Mártir, B.C.).
MARZO 1998										
09	09	38	05.39	31°16.97'	115°38.72'	12.00*	3.5	0.25	14	Localizado a 29 km al noroeste de SPX. (sur de la Falla Agua Blanca).
ABRIL 1998										
08	12	02	57.16	30°22.34'	114°28.95'	9.52	6.8	0.06	12	Localizado a 60 km al sur de SFX. (frente a las costas del Golfo de California).
15	00	42	46.97	31°43.49'	116°08.43'	19.27	3.8	0.10	13	Localizado a 17 km al este de RDX. (Falla Sierra de Juárez).
24	01	27	8.54	31°45.35'	114°15.76	10.00*	3.5	0.08	8	Localizado a 75 km al noroeste de PPX.



ERRATA

En el Vol. 18, No.1 de GEOS, publicamos en la sección de Artículos de Divulgación, el trabajo intitulado "Mecanismo de emplazamiento de las mesetas basálticas gigantes continentales estudiado a través de mediciones de anisotropía de susceptibilidad magnética" por Edgardo Cañón Tapia y George P.L. Walker. Esta contribución, a criterio de los dos árbitros y de los editores, fue calificado como Artículo de Investigación por presentar datos originales y presentar una forma de investigación novedosa.

Por lo anterior, los editores ofrecemos una disculpa a los autores.

DIRECTORIO DE MIEMBROS DE LA UGM 1998

La base de datos de la Unión Geofísica Mexicana, A.C., contiene información general de los miembros así como la información de la antigüedad de sus membresías. En ella, se ha asignado a cada miembro un número de afiliación que permitirá efectuar búsquedas más eficientes acerca de su status. La base de datos permitirá tener, también, un historial por miembro de la asistencia a las reuniones.

Con base en este directorio se efectuarán los envíos de los números de las revistas **GEOS** y **GEOFÍSICA INTERNACIONAL**. Por lo anterior, los invitamos a que verifiquen si sus datos están correctos y completos y, en caso de que exista algún error u omisión, nos lo hagan saber vía correo electrónico ugm@cicese.mx o por medio de nuestra página (<http://www.ugm.org.mx>), para evitar cualquier anomalía. Junto con el primer número de **GEOS** de cada año estaremos enviando una credencial de afiliación, la cual le permitirá identificarse para recibir precios especiales en la adquisición de los libros y revistas que la UGM edita; así como obtener precios especiales en la Reunión Anual.

Finalmente, agradeceremos que divulgue la existencia de este directorio entre sus compañeros de institución, con el fin de que aquellas personas que por algún error no hayan recibido las revistas puedan conocer su situación.



Rolando Labacha
Miembro # 999

Reunión Anual 1998
Puerto Vallarta, México
9-13 de Noviembre

E-mail: ugm@cicese.mx
Internet: <http://www.ugm.org.mx>

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 1998

No.	Miembro	97	98	Nombre	Institución	División ó Instituto	Departamento ó Facultad	E-mail
1	678	X		Aceves Quesada Fernando	UNAM	Geofísica	Vulcanología	
2	20	X	X	Aguirre Díaz Gerardo J.	UNAM	Geología	Estación Regional del Centro	giad@servidor.unam.mx
3	16	X	X	Alaniz Alvarez Susana A.	UNAM	Geología	Estación Regional del Centro	alaniz@servidor.una.mx
4	279		X	Alatorre Zamora Miguel Angel	IPN	CICIMAR		
5	19	X	X	Alatriste Vilchis David Rey	IMP	Exploración y Producción	Prospección Geofísica	adavid@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx
6	668	X	X	Alba Valdivia Luis Manuel	UNAM	Geofísica	Paleomagnetismo	lalva@tonatihu.igeofcu.unam.mx
7	4	X	X	Alvarez Borrego Josué	CICESE	Física Aplicada	Óptica	josue@cicese.mx
8	3	X	X	Alvarez Borrego Saúl	CICESE	Oceanología	Ecología	saúl@cicese.mx
9	676	X		Alvarez Manilla Alfonso				
10	267	X		Alvarez Sánchez Luis G.	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	lalvarez@cicese.mx
11	8	X	X	Aragón Arreola Manuel de Jesús		Canteras El Taco	Geología	
12	18	X		Arellano Gómez Víctor Manuel	IIIE	Geotermia		vag@axp2.iiie.org.mx
13	278		X	Arellano Guadarrama José Fco.	CFE	Residencia de Estudios	Exploración	
14	287	X	X	Axen Gary	UCLA		Earth and Space Sciences	gaxen@ess.ucla.edu
15	296	X	X	Bandy William L.	UNAM	Geofísica	Exploración Geofísica	bandy@tonatihu.igeofcu.unam.mx
16	28	X	X	Barajas Díaz Pablo	ITESO		Habitat y Desarrollo Urbano	
17	30	X		Barragan Reyes Rosa María	IIIE	Geotermia		
18	305	X		Beier Emilio	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	Ebeier@cicese.mx
19	26	X	X	Bermúdez Angulo María Luisa	UNAM	Ingeniería	Ingeniería Sismológica	maria@gea.ingen.unam.mx
20	711		X	Bernal Franco Gladys	UABC	Investigaciones Oceanológicas	Geoquímica Ambiental	gberna@bahia.ens.uabc.mx
21	37	X	X	Böhnel Norbert Harald	UNAM	Geofísica	Exploración Geofísica	harald@tonatihu.igeofcu.unam.mx
22	34		X	Brasseea Ochoa Jesús	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	jbrasseea@cicese.mx
23	27	X		Bravo Cabrera José Luis	UNAM	Geofísica	Radiación Solar	jbravo@tonatihu.igeofcu.unam.mx
24	24	X		Brito Castillo Luis	CIBNOR	Unidad Guaymas	Hidrología	lbrito@cibnor.mx
25	32	X	X	Buendía Carrera Enrique	UNAM	Ciencias de la Atmósfera	Teoría del Clima	
26	632	X	X	Bulgakov Sergey N.	UDG	Astronomía y Meteorología	Física	sbulgano@udg.serv.cencar.udg.mx
27	536	X	X	Burrola Sánchez María Sara	CIBNOR	Zona Costera		sburrola@cibnor.mx
28	324	X		Caballero Miranda Cecilia	UNAM	Geofísica	Exploración Geofísica	maga@tonatihu.igeofcu.unam.mx
29	51		X	Calmus Thierry	UNAM	Geología	ERNO	tcalmus@servidor.unam.mx
30	325	X	X	Campos Enriquez Oscar	UNAM	Geofísica	Exploración Geofísica	ocampos@tonatihu.igeofcu.unam.mx
31	581	X	X	Cañón Tapia Edgardo	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	ecanon@cicese.mx
32	52	X	X	Carbajal Pérez Noel	UNAM	Ciencias del Mar y Limnología	Est. Inv. Marinas Mazatlán	noelc@ola.icmyl.unam.mx
33	557	X		Carbonell Ramón	CSIC	Ciencias de la Tierra	Geofísica	rcarbonell@ija.csic.es
34	54		X	Carcone José M.		Osservatorio Geofisica Sperimentale		
35	321	X		Cárdenas Soto Martín	UNAM	Ingeniería	Ingeniería Sismológica	martin@hermes.ingen.unam.mx
36	331	X		Carrasco Núñez Gerardo	UNAM	Geología	Geología Regional	gerardoc@servidor.unam.mx
37	330	X	X	Carreño Ana Luisa	UNAM	Geología	Paleontología	anacar@servidor.unam.mx
38	663	X	X	Castrejón Israel				
39	645	X		Castrejón Pineda Hector Ricardo	UNAM	Ciencias de la Tierra	Ingeniería	root@sacbe.fi-a.unam.mx
40	47	X	X	Castro Escamilla Raúl	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	raul@cicese.mx
41	45	X		Castro Gorea Renato	UNAM	Geofísica	Vulcanología	
42	49		X	Castro Leyva Teresa	IMP		Exploración y Producción	
43	53		X	Cerca Martínez Luis Mariano	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	mcerca@cicese.mx
44	664	X	X	Charré Meza Adolfo Salomé	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	acharre@cicese.mx
45	68		X	Chávez Pérez Sergio	UNAM			
46	624	X		Cifuentes Gerardo	UNAM	Geofísica	Geomagnetismo y Exploración	gercifeu@tonatihu.igeofcu.unam.mx
47	726		X	Cisneros Stolanowski Gerardo	SILICON GRAPHICS			gerardo@cray.com
48	558	X	X	Córdoba Barba Diego	UCM	Ciencias de la Tierra	Geofísica	dcordoba@eucum.sim.ucm.es
49	58	X		Corona Ruiz Martín	CFE	Campo Geotérmico Cerro Prieto		
50	566	X		Correa Mora Francisco	UNAM	Geofísica	Geoquímica y Exploración	pancho@tonatihu.igeofcu.unam.mx
51	723		X	Cortés Cortés Abel	UCOL	Observatorio Vulcanológico		cortes@cgic.ucol.mx
52	59	X	X	Cruz Castillo Manuel	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	mcruz@cicese.mx
53	686		X	Cupul Magaña Amílcar Levi	UDG		Recursos Naturales	cmagana@vallarta.cuc.udg.mx
54	559	X	X	Dañobeitia Juan José	CSIC	Ciencias de la Tierra	Geofísica	jdanoebitia@ija.csic.es
55	342	X		Davydova Belifskaya Valentina	UDG	Astronomía y Meteorología	Física	vdavidov@udg.serv.cencar.udg.mx
56	69	X	X	De Cserna Gömbös Zoltan	UNAM	Geología	Geología Regional	
57	82	X	X	Delgado Argote Luis Alberto	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	ldelgado@cicese.mx
58	75	X		Delgado Contreras Juan Antonio	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	jdelgado@cicese.mx
59	454	X	X	Diego Orozco Arturo	IMP	Exploración y Producción	Geofísica	arturo@orion.explimp.mx
60	718		X	Douglas William				
61	341	X	X	Dworak R. Juan A.	SEP	Tecnológico del Mar		
62	573	X		Elias Herrera Mariano	UNAM	Geología	Geología Regional	elias@servidor.unam.mx
63	86	X	X	Esparza Hernández Francisco	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	fesparz@cicese.mx
64	87	X	X	Espindola Castro Juan Manuel	UNAM	Geofísica	Vulcanología	jme@tonatihu.igeofcu.unam.mx
65	88	X	X	Espinosa Cardaña Juan Manuel	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	jespinos@cicese.mx
66	92	X		Fabriot Beauville Hubert	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	hfabriot@cicese.mx
67	346	X	X	Farreras Sanz Salvador	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	sfarrera@cicese.mx
68	91	X	X	Ferrari Pedraglio Luca	UNAM	Geología	Estación Regional del Centro	luca@servidor.unam.mx
69	137	X	X	Filonov Anatoly E.	UDG		Fisico Matemáticas	afilonov@udg.serv.cencar.udg.mx
70	97	X	X	Fletcher John M.	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	jfletche@cicese.mx
71	679	X		Flores Cruz Fernando				
72	348	X	X	Flores Luna Carlos Francisco	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	cflores@cicese.mx
73	675	X	X	Forsythe Lance	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	forsythe@cicese.mx
74	96	X	X	Frez Cárdenas José	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	jofrez@cicese.mx
75	680	X	X	Fuentes Vargas Carlos	UNAM	Geofísica	Sismología	carlos@ollin.igeofcu.unam.mx
76	108	X	X	García Pérez Marco Antonio	UCOL	Oceanografía Física	Ciencias Marinas	galicia@volcan.ucol.mx
77	578	X	X	Gallegos Cruz Apolonio	IPN	Ciencias Básicas	Física	
78	101	X	X	García Abdeslem Juan	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	lgarcia@cicese.mx
79	104	X	X	García Arthur Rosalia	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	arthur@cicese.mx
80	368	X	X	García García Fernando	UNAM	Ciencias de la Atmósfera	Metereología General	dire@mvica.atmosfev.unam.mx
81	100	X	X	Garduño Monroy Víctor Hugo	UMICH	Investigaciones Metalúrgicas	Ingeniería Química	vgmonroy@zeus.cci.umich.mx
82	358		X	Garduño Rene	UNAM	Ciencias de la Atmósfera		
83	724	X	X	Gavilanes Ruiz Juan Carlos	UCOL	Observatorio Vulcanológico		gavilan@cgic.ucol.mx
84	119	X	X	Gavino Rodríguez Juan Heberto	UCOL	Oceanografía Física	Ciencias Marinas	gavinoh@volcan.ucol.mx
85	366		X	Gay Carlos	UNAM	Ciencias de la Atmósfera		
86	122	X	X	Glowacka Ewa	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	glowacka@cicese.mx
87	121	X	X	Gómez Treviño Enrique	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	egomez@cicese.mx
88	112	X	X	Gómez Valdés José	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	lgomez@cicese.mx
89	672	X	X	González Fernández Antonio	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	mindundi@cicese.mx
90	113	X	X	González García José Javier	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	javier@cicese.mx

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 1998 (continuación)

No.	Miembro	Calle	Colonia	Ciudad	Estado	País	C.P.	A.P.
1	678	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
2	20	Balcones de Gto. #4	Arquitectos	Gto.	Gto.	México	36000	376
3	16	Balcones de Gto. #4	Arquitectos	Gto.	Gto.	México	36000	376
4	279	Juárez #90-3		La Paz	B.C.S.	México		
5	19	Temaca #6241	Aragón Inguarán	México	D.F.	México	7820	
6	668	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
7	4	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
8	3	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
9	676	Circuito Jardín #356-3	Alamos 3ª	Qro.	Qro.	México	76160	
10	267	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
11	8	2170 SE 17th Street Suite 202		Fl. Lauderdale	Florida	USA	33316	
12	18	Reforma #113	Palmira	Temixco	Mor.	México	62490	1-475
13	278	C. Pascualitos-Pescaderos Km. 26.5		Mexicali	B.C.	México		3636
14	287	UCLA - Box 951567		Los Angeles	CA	USA	90095-1567	
15	296	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
16	28	Periférico Sur #8585		Tlaquepaque	Jal.	México	45090	31-175
17	30	Reforma #113	Palmira	Temixco	Mor.	México	62490	1-475
18	305	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
19	26	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	70472
20	711	Villa de San Miguel #36	San Miguel	Ensenada	B.C.	México	22760	
21	37	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
22	34	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
23	27	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
24	24	Km. 2.35, Camino al Tular	Estero de Bacochibampo	Guaymas	Son.	México	85465	349
25	32	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
26	632	Av. Vallarta #2602	Sector Juárez	Guadalajara	Jal.	México	44130	
27	536	Km. 2.35, Camino al Tular	Estero de Bacochibampo	Guaymas	Son.	México	85465	349
28	324	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
29	51	Blvd. L.D. Colosio s/n		Hermosillo	Son.	México	83000	1039
30	325	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
31	581	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
32	52	Apartado Postal No. 811		Mazatlán	Sin.	México	82000	811
33	557	Lluis Solé i Sabaris s/n		Barcelona	Barcelona	España	8028	
34	54			Trieste		Italia	34016	2011
35	321	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	70472
36	331	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
37	330	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
38	663	Callejón de la Garfía #14	Centro	Taxco	Gro.	México	40200	
39	645	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
40	47	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
41	45	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
42	49	Apdo. Postal 224	Oficina Correo	Cd. del Carmen	Camp.	México	24101	224
43	53	Km. 107, Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
44	664	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
45	68	Shetland # 348	Cosmopolita	Atzacapozalco	D.F.	México		
46	624	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
47	726	Av. Vasco de Quiroga #3000	Santa Fe	México	D.F.	México	01210	
48	558	Av. Complutense s/n		Madrid	Madrid	España	28040	
49	58	C. Pascualitos-Pescaderos Km. 26.5	Cerro Prieto	México	B.C.	México	21100	
50	566	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
51	723	Av. 25 de Julio #965	Villas San Sebastián	Col.	Col.	México	28045	
52	59	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
53	686	Av. Universidad #203	Delegación Ixtapa	Puerto Vallarta	Jal.	México		
54	559	Lluis Solé i Sabaris s/n		Barcelona	Barcelona	España	8028	
55	342	Av. Vallarta #2602	Sector Juárez	Guadalajara	Jal.	México	44421	
56	69	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
57	82	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
58	75	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
59	454	Eje Central Lázaro Cardenas #152	San Bartolo Atepehuacan	México	D.F.	México	7730	
60	718							
61	341	Km. 4, Carret. a Varadero Nacional	Sector Playitas	Guaymas	Son.	México	85480	742
62	573	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
63	86	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
64	87	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
65	88	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
66	92	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
67	346	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
68	91	Balcones de Gto. #4	Arquitectos	Gto.	Gto.	México	36090	376
69	137	Rio Audán #2180-34	Altas	Guadalajara	Jal.	México	44421	
70	97	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
71	679	Antonia Nava s/n Esc. Pri. Makarenko	Carmen Serdán	México	D.F.	México	4910	
72	348	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
73	675	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22830	2732
74	96	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
75	680	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
76	108	Apartado Postal 275	Zona Centro	Manzanillo	Col.	México	28200	275
77	578	Té #950	Iztacalco	México	D.F.	México	8400	
78	101	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
79	104	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
80	368	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
81	100	Av. Rey Taricuri #374-D	Villabell	Morelia	Mich.	México	58090	
82	358		Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
83	724	Av. 25 de Julio #965	Villas San Sebastián	Col.	Col.	México	28045	
84	119	Apartado Postal 275	Zona Centro	Manzanillo	Col.	México	28200	275
85	366	Circuito Exterior, Cd.Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
86	122	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
87	121	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
88	112	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
89	672	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
90	113	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 1998

No.	Miembro	97	98	Nombre	Institución	División ó Instituto	Departamento ó Facultad	E-mail
91	118		X	González Morales Carlos Alberto	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	cgonzale@cicese.mx
92	99		X	González Morán Tomás	UNAM	Geofísica	Recursos Naturales	tglez@tonatuh.igeofcu.unam.mx
93	690		X	Gorsline Donn S.	USC		Earth Sciences	gorsline@earth.usc.edu
94	370	X	X	Graef Ziehl Federico	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	fgrae@cicese.mx
95	388	X	X	Grales Nishimura Manuel	IMP	Exploración	Geociencias	grales@geologia.unam.mx
96	570	X	X	Green Ruiz María de Jesús	UNAM	Ciencias del Mar y Limnología	Geología Marina	mgreen@ola.icm.unam.mx
97	111	X	X	Guerrero García José C.	UNAM	Geología	Gequímica	josec@servidor.unam.mx
98	126	X		Helenes Escamilla Javier	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	jhelenes@cicese.mx
99	125		X	Herguera García Juan Carlos	CICESE	Oceanología	Ecología	herguera@cicese.mx
100	572	X	X	Hernández Bernal María del Sol	UNAM	Geología	Geología Regional	msol@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx
101	582	X		Hernández Guerrero Joel	PEMEX	Integración e Interpretación	Activo Macspana	zyanya@hotmail.com
102	564	X		Hernández Treviño Teodoro	UNAM	Geofísica	Exploración y Geomagnetismo	tht@tonatuh.igeofcu.unam.mx
103	689		X	Herrera Charles Roberto	IPN	CITEDI		charles@citedi.mx
104	387		X	Hinojosa Corona Alejandro	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	alhinc@cicese.mx
105	669	X		Hughes Simon	UNAM	Geofísica	Vulcanología	shughes@tonatuh.igeofcu.unam.mx
106	127	X	X	Huidobro González Adolfo	UNAM	Ingeniería	Ingeniería Sismológica	lermo@inti.ingen.unam.mx
107	128		X	Huizar Álvarez Rafael	UNAM	Geología	Geología Regional	huizar@servidor.unam.mx
108	719		X	Hutton Wallis	U. WISCONSIN	Geophysical		wallis@geology.wisc.edu
109	722		X	Israde Alcantara Isabel	UMICH	Investigaciones Metalúrgicas	Ingeniería Civil	aisrade@zeus.ccu.umich.mx
110	131		X	Jacques Ayala Cesar	UNAM	Geología	Estación Regional del Noroeste	jacques@servidor.unam.mx
111	130		X	Jáuregui Ostos Ernesto	UNAM	Ciencias de la Atmósfera	Meteorología General	ejos@mvica.atmosfcu.unam.mx
112	133	X		Jiménez Illescas Angel R.	IPN	CICIMAR	Oceanología	ajimenez@ipn9021.ipn.mx
113	132	X		Jiménez Jiménez Zenon	UNAM	Geofísica	Sismología	zenon@igeofcu.unam.mx
114	395		X	Juárez Sánchez Faustino	UNAM	Geofísica	LUGIS	fino@tonatuh.igeofcu.unam.mx
115	135	X	X	Kostoglodov Vladimir	UNAM	Geofísica	Sismología	vladimir@collin.igeofcu.unam.mx
116	640	X		Kotsarenko Nikola Y.	UNAM	Geofísica	Física Espacial	kotsaren@tonatuh.igeofcu.unam.mx
117	136	X		Kouzoub Nikolai	UANL	Ciencias de la Tierra		nkouzoub@ccr.dsi.uanl.mx
118	655	X		Kuraica Ogie	KINEMATRICS	Sales Manager		sales@kmi.com
119	598	X		Lares Reyes María Lucila	CICESE	Oceanología	Ecología	llares@cicese.mx
120	141	X	X	Lavin Peregrina Miguel F.	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	mlavin@cicese.mx
121	399	X	X	Lázaro Mancilla Octavio	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geofísica Aplicada	olazaro@cicese.mx
122	483	X	X	Ledesma Vázquez Jorge	UABC	Geología	Ciencias Marinas	ledesma@bahia.ens.uabc.mx
123	404	X		Lermo Samaniego Javier Francisco	UNAM	Ingeniería	Ingeniería Sismológica	lermo@inti.ingen.unam.mx
124	602	X		Lira Herrera Héctor	CFE	Residencia Gral. Cerro Prieto	Estudios	
125	730		X	Lluch Cota Daniel Bernardo	CIBNOR		Biología Marina	dblluch@cibnor.mx
126	731		X	Lluch Cota Salvador Emilio	CIBNOR		Biología Marina	sluch@cibnor.mx
127	146	X		López Mariscal Juan Manuel	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	malope@cicese.mx
128	145	X	X	López Martínez Margarita	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	marlope@cicese.mx
129	398	X		Lozada Zumeta Manuel	IMP	Exploración Geofísica		manuel@orion.explimp.mx
130	615	X	X	Machain Castillo María Luisa	UNAM	Ciencias del Mar y Limnología	Geología Marina	machain@ola.icm.unam.mx
131	653	X		Magaña Rueda Victor Orlando	UNAM	Ciencias de la Atmósfera	Meteorología General	victor@belenos.atmosfcu.unam.mx
132	175	X		Marinone Moschetto Silvio Guido L.	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	marinone@cicese.mx
133	677	X	X	Márquez González Alvaro	UCM	Petrología y Geoquímica	Ciencias Geológicas	alvaromg@eucmax.sim.ucm.es
134	673	X	X	Martin Alianza Beatriz	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	mindund@cicese.mx
135	2	X	X	Martin Barajas Arturo	CICESE	Ciencias de la Tierra	Geología	amartin@cicese.mx
136	408		X	Martínez García Mario	CIBNOR	Dirección General		mmartine@cibnor.mx
137	156	X		Martínez Serrano Raymundo G.	UNAM	Geofísica	Exploración Geofísica	rms@tonatuh.igeofcu.unam.mx
138	630	X		Martínez Zatarain Alejandro	UDG	Astronomía y Meteorología	Física	amartine@udgserv.cencar.udg.mx
139	667	X	X	Mathes Miguel	APASCO			
140	436	X		Mejía Trejo Adán	UABC	Investigaciones Oceanológicas	Oceanografía Física	amejia@bahia.ens.uabc.mx
141	164	X	X	Méndez Delgado Sostenes	UANL	Ciencias de la Tierra		ssomendez@ccr.dsi.uanl.mx
142	631	X		Meulener Peña Angel R.	UDG	Astronomía y Meteorología	Física	ameulene@udgserv.cencar.udg.mx
143	95	X		Michaud Francois	U. PARIS VI			micho@ccrv.obs-vlfr.fr
144	167	X	X	Montesinos Silva Genaro	UGTO	Ciencias Agrícolas	Agronomía	genaros@dulcinea.ugto.mx
145	414	X		Monzón C.O.	UDG	CUCEI	Física Matemáticas	monzon@quantum.ucting.udg.mx
146	421	X		Morán Zenteno Dante Jaime	UNAM	Geología	Geoquímica	dirigil@servidor.unam.mx
147	173	X	X	Morandi Soana María Teresa	U. DE LOS ANDES	Laboratorio de Geofísica	Ciencias	maria@ciens.ula.ve
148	619	X	X	Moriera Gutiérrez Carlos A.	UNAM	Geofísica	Sismología y Vulcanología	carlosm@din.igeofcu.unam.mx
149	608	X		Moya Juan Carlos	U. COLORADO		Geological Sciences	moya@creep.colorado.edu
150	160	X	X	Munguía Orozco Luis	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	lmunguia@cicese.mx
151	434	X	X	Murrieta José Luis	UNAM			
152	176		X	Natividad Baizabal Miguel Angel	UVER	Meteorología Aplicada	Instrumentación Electrónica	
153	177	X	X	Nava Pichardo Alejandro	CICESE	Ciencias de la Tierra	Sismología	fnava@cicese.mx
154	670	X	X	Nava Sánchez Enrique H.	IPN	CICIMAR	Oceanología	enava@vmredipn.ipn.mx
155	181	X	X	Nieto Samaniego Angel Francisco	UNAM	Geología	Estación Regional del Centro	afns@servidor.unam.mx
156	696		X	Norzagay Campos Mariano	IPN	CIDIR	Ingeniería y Tecnología	cidirax@vmredipn.ipn.mx
157	182	X	X	Núñez Cornú Francisco Javier	UDG	CUC, Vallarta	Geografía y Organización Terr.	fcornu@vallarta.cuc.udg.mx
158	183	X	X	Ocampo Torres Francisco Javier	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	ocampo@cicese.mx
159	452	X		Ochoa De la Torre José Luis	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	jchoa@cicese.mx
160	455	X	X	Oda Noda Bertha	UNAM	Ciencias de la Atmósfera	Teoría del Clima y Predicción	
161	714		X	Oleschko Klaudia	UNAM	Geología	Edafología	siebe@servidor.unam.mx
162	568	X	X	Orozco Esquivel María Teresa	UANL	Ciencias de la Tierra		morocho@ccr.dsi.uanl.mx
163	665	X	X	Orta Francisco	APASCO			
164	713		X	Ortiz Aleman Carlos	CISAC	Fundación J. Barros Sierra, A.C.	Sismología	
165	191	X	X	Pacheco Alvarado Francisco Javier	UNAM	Geofísica	Sismología	javier@collin.igeofcu.unam.mx
166	549	X		Padilla Arredondo Gustavo	CIBNOR	Unidad Guaymas	Geología	gpadilla@cibnor.mx
167	189		X	Palma Guzmán Sergio Hugo	CFE	Geotermia		
168	190		X	Palma Pérez Oswaldo	CFE	Geotermia		
169	201	X		Pavia López Egdar	CICESE	Oceanología	Oceanografía Física	epavia@cicese.mx
170	205		X	Payero De Jesús Juan S.	UASD		Física	jpayero@tricom.net
171	202	X		Paz Moreno Francisco A.	USON	Geología		paz@geologia.uson.mx
172	86	X		Pedrin Aviles Sergio	CIBNOR	Zona Costa	Geología Marina y Geoquímica	spedrin@cibnor.mx
173	706		X	Peraza Vizcarra Ramón	UAS		Ciencias del Mar	
174	200	X		Pereyra Díaz Domitilo	UVER	Meteorología Aplicada	Instrumentación Electrónica	dpereyra@speedy.coacadu.uv.mx
175	457		X	Pérez de Tejada Hector	UNAM	CECIMAC	Física Espacial	hector@ifunae.ifisicaen.unam.mx
176	463		X	Pérez Enriquez Román	UNAM	Geofísica	Física Espacial	roman@tonatuh.igeofcu.unam.mx
177	195		X	Pérez Rocha Luis Eduardo	CISAC	Fundación J. Barros Sierra, A.C.	Geofísica	
178	197	X	X	Pérez Venzor José Antonio	UABCS	Ciencias del Mar	Geología	japerez@calafia.uabcs.mx
179	788	X	X	Peterson Villalobos Héctor	LIBRA			libra@telnor.net
180	671	X		Prieto Mendoza Jesús José	UABCS			jprieto@calafia.uabcs.mx

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 1998 (continuación)

No.	Miembro	Calle	Colonia	Ciudad	Estado	País	C.P.	A.P.
91	118	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
92	99	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
93	690			Los Angeles	CA	USA	90089-0740	
94	370	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
95	388	Tokio #921-202B	Portales	México	D.F.	México	3300	
96	570	Explanada de la Azada y Crestón		Mazatlán	Sin.	México	82040	
97	111	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
98	126	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
99	125	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
100	572	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
101	582	Av. Sitio Grande #2000 Edif 3 1Piso	Fracc. Camizal	Villahermosa	Tab.	México	86035	270
102	564	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
103	689	Av. del Parque #1310	Mesa de Otay	Tijuana	B.C.	México	22510	
104	387	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
105	669	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
106	127	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
107	128		Cd. Universitaria	México	D.F.	México		
108	719	1215, West Dayton St.		Madison	Wisconsin	USA	53706	
109	722	Edif. "U" Universidad Michoacana	Cd. Universitaria	Morelia	Mich.	México	58070	
110	131	De la Rivera #21		Hermosillo	Son.	México	83288	
111	130		Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
112	133	Colegio Militar #192	Estero	La Paz	B.C.S.	México	23020	592
113	132	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
114	395	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
115	135	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
116	640	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
117	136	Pedro Noriega #569 Sur		Linares	N.L.	México	67700	
118	655	222 Vista Avenue		Pasadena	CA	USA	91107	
119	598	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
120	141	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
121	399	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
122	483	Km. 106, Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22800	453
123	404	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
124	602	C. Pascualitos-Pescadores Km. 26.5	Cerro Prieto	Mexicali	B.C.	México	21100	
125	730	Km. 0.5 al Conchalito		La Paz	B.C.S.	México	23000	128
126	731	Km. 0.5 al Conchalito		La Paz	B.C.S.	México	23000	128
127	146	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
128	145	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
129	398	Eje Central Lazaro Cardenas #152	San Bartolo Atepehuacán	México	D.F.	México	7730	
130	615	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	70305
131	653	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
132	175	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
133	677	Av. Complutense s/n		Madrid	Madrid	España	28040	
134	673	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
135	2	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
136	408	Km. 1, Carret. San Juan de la Costa	"El Comitán"	La Paz	B.C.S.	México	23000	128
137	158	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
138	630	Av. Vallarta #2602	Sector Juárez	Guadalajara	Jal.	México	44100	
139	667	Campos Eliseos #345, Piso 16	Polanco	México	D.F.	México	11550	
140	436	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	453
141	164	Carret. Cerro Prieto Km. 8	Hacienda de Guadalupe	Linares	N.L.	México	67700	104
142	631	Av. Las Praderas #320	Prados Vallarta	Zapopan	Jal.	México	45020	
143	95	La Darse B-P #48		Paris	Paris	France		
144	167	Apartado Postal #311		Irapuato	Gto.	México	36500	311
145	414	M. García Barragan y Corregidora		Guadalajara	Jal.	México	44421	
146	421	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
147	173	Yagrumo, Quinta Frailejón	Santa María Sur	Merida	Merida	Venezuela	5101	
148	619	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
149	608	1300, 30th, A1-24		Boulder	Colorado	USA	80303	
150	160	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
151	434	Nogueira #1		Jalapa	Ver.	México	91000	
152	176	Zona Universitaria s/n	Zona Universitaria	Jalapa	Ver.	México	910290	136
153	177	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
154	670	Apdo. Postal 592		La Paz	B.C.S.	México	23000	592
155	181	Targanitos #1		Gto.	Gto.	México	36000	
156	696	Av. Hornos #1003	Ampliación Indeco	Xoxocotlán	Oax.	México	71230	
157	182	Gelati #99-1001	San Miguel Chamapa	México	D.F.	México	11850	
158	183	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
159	452	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
160	455	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
161	714	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	004510	
162	568	Carret. Cerro Prieto Km. 8	Hacienda de Guadalupe	Linares	N.L.	México	67700	104
163	665	Campos Eliseos #345, Piso 16	Polanco	México	D.F.	México	11550	
164	713	Carret. al Ajusco #203	Héroes de Padierna	México	D.F.	México	01400	
165	191	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
166	549	Km. 2.35, Camino al Tular	Estero de Bacochibampo	Guaymas	Son.	México	85465	349
167	189	Lic. Angel Compers #65	Dr. Miguel Silva	Morelia	Mich.	México	58120	
168	190	El Greco #5181	Real Vallarta	Zapopan	Jal.	México	45020	
169	201	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
170	205	Ciudad Universitaria		Santo Domingo		Rep. Dominicana		
171	202	Apartado Postal No. 847		Hermosillo	Son.	México	83000	847
172	66	Km. 2.35, Camino al Tular	Estero de Bacochibampo	Guaymas	Son.	México	85465	349
173	706			Mazatlán	Sin.	México		
174	200	Zona Universitaria s/n	Zona Universitaria	Jalapa	Ver.	México	91090	136
175	457	Km. 107, Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	
176	463		Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
177	195	Santa María #214	Maninac	Azcapotzalco	Edo. Mex.	México		
178	197	Km. 5.5 Carretera al Sur	Universitaria	La Paz	B.C.S.	México	23000	19-B
179	788	Blvd. Cuauhtemoc #3078-16	Gabilondo	Tijuana	B.C.	México	22420	
180	671	Retorno Mango #1855	Infonavit	La Paz	B.C.S.	México	23070	

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 1998							
No.	Miembro	97	98	Nombre	Institución	División ó Instituto	E-mail
181	207	X		Quintero Legorreta Odranoel	UNAM	Geología	odranoel@servidor.unam.mx
182	674	X	X	Ramírez Hernández Jorge	UABC	Ingeniería	jramirez@csiam1.mdx.uabc.mx
183	638		X	Ramírez Herrera María Teresa	UNAM	Geografía	mteresa@igiris.igeograf.unam.mx
184	496	X		Ramírez Ruiz Juan José	UCOL	Observatorio Volcanológico	
185	211	X	X	Ramírez Trejo Ana Rosa			
186	212	X		Ramírez Vázquez Carlos Ariel	UCOL	CICBAS	carlosr@cgic.ucol.mx
187	693		X	Ramos Leal José Alfredo	IPN	CIIDIR	
188	208	X	X	Randall Roberts John	UGTO		
189	213	X		Rebollar Bustamante Cecilio J.	CICESE	Ciencias de la Tierra	rebollar@cicese.mx
190	215	X		Reyes Dávila Gabriel Angel	UCOL	CICBAS	gabrielr@cgic.ucol.mx
191	717		X	Rocha Fernández José Luis	UVER	Ciencias Atmosféricas	hromero@speedy.coacadu.uv.mx
192	482	X		Rodríguez Castillo Ramiro	UNAM	Geofísica	rrdz@tonatihu.igeofcu.unam.mx
193	579	X		Rodríguez González Miguel	UNAM	Ingeniería	mmrod@gea.iingen.unam.mx
194	225		X	Rodríguez Ramírez Joel	CICESE	Ciencias de la Tierra	
195	698		X	Rodríguez Zúñiga José Luis	CISAC	Fundación J. Barros Sierra, A.C.	sanaz@mpsnet.com.mx
196	497	X	X	Romero Espejel J.G. Héctor	CICESE	Ciencias de la Tierra	hromero@cicese.mx
197	560	X		Romero Pascual Mercedes	UCM	Ciencias de la Tierra	romero@eucmos.sim.ucm.es
198	218	X	X	Romo Jones José Manuel	CICESE	Ciencias de la Tierra	jromo@cicese.mx
199	475	X		Ronquillo Jarillo Gerardo	IMP	Estudios Geológicos	gerardo@orion.expl.IMP.mx
200	611	X		Rosales Álvarez Julio	CFE	Campo Geotérmico Cerro Prieto	
201	610	X		Rosales Grano Pedro	SEP	Tecnológico del Mar	
202	575	X		Rosas Elguera José	UDG	Ciencias de la Tierra	jrosas@quantum.ucting.udg.mx
203	639	X		Rubio Culebras Eduardo	ICT-CSIC	Jaime Almera	erubio@ja.csic.es
204	242	X	X	Sabina Ciscar Federico	UNAM	IIMAS	fjs@uxmym1.iimas.unam.mx
205	228	X	X	Saldaña Flores Ricardo	IIE	Fuentes Alternas de Energía	rsf@p.ie.org.mx
206	472	X		Saldívar Medina Eric	UMICH	Ingeniería Química	
207	712		X	Sánchez Gómez Rubén	UDG	CUCEI	rubens@udgserv.cencar.udg.mx
208	226	X	X	Sánchez Monclú Alfredo	IMP	Exploración y Producción	alfredo_sanchez@hotmail.com
209	227		X	Sánchez Zamora Osvaldo	UNAM	Geofísica	osvaldo@ollin.igeofcu.unam.mx
210	241	X		Santamaría Saldaña Dora Elva	CFE		
211	527	X		Samiento López Citlali	IMP	Proceso Registros Geofísicos	
212	230	X	X	Schaaf Peter	UNAM	Geofísica	pschaaf@tonatihu.igeofcu.unam.mx
213	727		X	Schultz David M.	NSSL	NOAA	Schultz@nssl.noaa.gov
214	233	X		Silva García José Teodoro	IPN	CIIDIR	tsilva@vmredipn.ipn.mx
215	1	X	X	Singh Shri Krishna	UNAM	Geofísica	krishna@ollin.igeofcu.unam.mx
216	232		X	Skiba Yuri N.	UNAM	Ciencias de la Atmósfera	skiba@servidor.unam.mx
217	512		X	Soler Archalde Ana María	UNAM	Geología	anesoler@tonatihu.igeofcu.unam.mx
218	235	X	X	Steinich Birgit	UNAM	Geología	birgit@trex.igeofcu.unam.mx
219	519	X	X	Stock Joanne M.	CALTECH	Seismology	jstock@gps.caltech.edu
220	634	X		Suárez Arriaga Mario Cesar	CFE	Exploración	geoexpl@morelia.teesa.mx
221	231		X	Suárez Plascencia Carlos	UDG	Geografía y Ordenación Territorial	csuarez@udgserv.cencar.udg.mx
222	515	X		Suárez Reynoso Gerardo	UNAM	Geofísica	gerardo@ollin.igeofcu.unam.mx
223	236	X		Suárez Vidal Francisco	CICESE	Ciencias de la Tierra	fsuarez@cicese.mx
224	502	X		Suter Cargnelli Max	UNAM	Geología	sutermx@aol.com.us
225	705		X	Tapia Armenta Juan José	IPN	CITEDI	jitapia@citedi.mx
226	249	X		Taran Yuri	UNAM	Geofísica	taran@tonatihu.igeofcu.unam.mx
227	245	X	X	Tereshchenko Irina E.	UDG	CUCEI	itereshc@udgserv.cencar.udg.mx
228	532	X	X	Tolson Jones Gustavo	UNAM	Geología	tolson@servidor.unam.mx
229	604	X	X	Torres Orozco Ernesto	UCOL	Oceanografía Física	etorres@cgic.ucol.mx
230	528	X	X	Trasviña Castro Armando	CICESE	Oceanografía Física	trasvi@cicese.mx
231	622	X	X	Urrutia Fucugauchi Jaime	UNAM	Geofísica	juf@tonatihu.igeofcu.unam.mx
232	138	X	X	Valenzuela Wong Raúl	UNAM	Geofísica	raul@ollin.igeofcu.unam.mx
233	254	X	X	Vázquez González Rogelio	CICESE	Ciencias de la Tierra	rvazquez@cicese.mx
234	695		X	Vázquez Jaimes Ma. Elena	CICESE	Ciencias de la Tierra	
235	725	X		Vega Granillo Ricardo	USON	Geología	rickvega@geologia.uson.mx
236	545	X		Velasco Climaco Nector	IMP		nvelasco@cicese.mx
237	543	X		Verma Jaiswal Mahendra Pal	IIE	Geotermia	
238	171	X		Victoria Morales Alfredo	UNAM	Ingeniería	victoria@servidor.unam.mx
239	540	X	X	Vidal Villegas Antonio	CICESE	Ciencias de la Tierra	vidalv@cicese.mx
240	547	X	X	Villanueva Urrutia Elba Elsa	UNAM	Ciencias de la Atmósfera	eevu@mvica.atmosfscu.unam.mx
241	648	X		Villegas García Cesar José	SCINTREX	Servicios Geofísicos Especializados	
242	255	X		Villicaña Cruz Francisco Javier	UNAM	Ciencias de la Atmósfera	
243	259	X	X	Wong Ortega Víctor	CICESE	Ciencias de la Tierra	vwong@cicese.mx
244	376	X	X	Yussim Guarneros Sergio	UNAM	Geología	yussim@servidor.unam.mx
245	262	X	X	Zarate Del Valle Pedro F.	UDG	Ciencias de la Tierra	pzarate@quantum.ucting.udg.mx
246	707		X	Zarate Vázquez María	UNAM	Ingeniería	mariaz@servidor.unam.mx
247	93	X		Zavala Jorge	UNAM		lgs@servidor.unam.mx
248	261	X	X	Zobin Vyacheslav M.	UCOL	Observatorio Volcanológico	vzobin@cgic.ucol.mx

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C. - MIEMBROS 1998 (continuación)

No.	Miembro	Calle	Colonia	Ciudad	Estado	País	C.P.	A.P.
181	207	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
182	674	PO Box 1136		Calexico	CA	USA	92232	
183	638	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
184	496	Av. 25 de Julio #965	Villa San Sebastián	Col.	Col.	México	28045	
185	211	Apartado Postal #343		Ajijic	Jal.	México	45920	
186	212	Av. 25 de Julio #965	Villa San Sebastián	Col.	Col.	México	28045	21694
187	693	Av. Hornos #1003	Ampliación Indeco	Xoxocotlan	Oax.	México	71230	
188	208	Mineral de Valenciana #2	Marfil	Gto.	Gto.	México	36250	42
189	213	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
190	215	25 de Julio #965	Villa San Sebastián	Col.	Col.	México	28045	21694
191	717	Altamirano #99	Centro	Jalapa	Ver.	México	91000	628
192	482	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
193	579	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	70472
194	225	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
195	698	Carret. al Ajusco #203	Héroes de Padierna	México	D.F.	México	01400	
196	497	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
197	560	Av. Complutense s/n		Madrid	Madrid	España	28040	
198	218	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
199	475	Eje Central Lazaro Cardenas #152	San Bartolo Alepuhuacán	México	D.F.	México	7730	
200	611	C. Pascualitos-Pescadores Km. 26.5		Mexicali	B.C.	México	21100	
201	610	Km. 4, Carret. a Varadero Nacional	Sector Playitas	Guaymas	Son.	México	85480	742
202	575	Av. Revolución #1500	Sector Reforma	Guadalajara	Jal.	México	44840	
203	639	Lluís Solé i Sabarís s/n		Barcelona	Barcelona	España	8028	
204	242	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	20726
205	228	Reforma #113	Palmira	Temixco	Mor.	México	62490	1475
206	472	Ganadería La Laguna #38	Jardines del Toreo	Morelia	Mich.	México		
207	712	M. García Barragán y Corregidora		Guadalajara	Jal.	México	44421	
208	226	Apdo. Postal 224	Oficina Correo	Cd. del Carmen	Camp.	México	24101	224
209	227		Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
210	241	Zaragoza #17	Tulyehaulco	México	D.F.	México		16700
211	527	Calle 42 #28	Tacubaya	Cd. del Carmen	Camp.	México		
212	230	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	70472
213	727	1313 Halley Circle		Norman	Oklahoma	USA	73069	
214	233	Justo Sierra #28		Jiquilpan	Mich.	México		
215	1	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
216	232	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
217	512	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
218	235	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
219	519	2824 Shakespeare Drive		San Marino	CA	USA	91108	
220	634	Alejandro Volta #655	Electricistas	Morelia	Mich.	México	58290	7-31
221	231	Kilimanjaro #1727	Independencia	Guadalajara	Jal.	México	44240	
222	515	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
223	236	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
224	502	1650 West Chimayo Place		Tucson	AZ	USA	85704	
225	705	Av. del Parque #1310	Mesa de Otay	Tijuana	B.C.	México	22510	
226	249	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
227	245	Rio Autlán #2180-34	Atías	Guadalajara	Jal.	México	44421	
228	532	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	99074
229	604	Constitución #37	Mor.	Manzanillo	Col.	México	28217	
230	528	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
231	622	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
232	138	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
233	254	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
234	695			Ensenada	B.C.	México	22860	2732
235	725	Blvd. Transversal y Rosales	Centro	Hermosillo	Son.	México	83000	
236	545	Calle 42 #28	Tacubaya	Cd. del Carmen	Camp.	México		
237	543	Reforma #113	Palmira	Temixco	Mor.	México	62001	1-475
238	171	Luis Martínez del Campo #39	R. de Terreros	México	D.F.	México	4310	
239	540	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
240	547	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
241	648	Sierra Nevada #207	Villas del Valle	Garza García	N.L.	México	66288	
242	255	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	04510	
243	259	Km. 107 Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	B.C.	México	22860	2732
244	376	Alotónico #88	Felipe de Jesús	México	D.F.	México	07510	
245	262	Av. Revolución #1500		Guadalajara	Jal.	México	44410	4021
246	707	Circuito Exterior, Cd. Universitaria	Coyoacán	México	D.F.	México	00510	
247	93	Parque del Conde #12	San José Insurgentes	México	D.F.	México	03900	
248	261	Av. 25 de Julio #965	Villa San Sebastián	Col.	Col.	México	28045	

PRIMERA REUNIÓN NACIONAL DE CIENCIAS DE LA TIERRA

SIMPOSIA REGIONALES XIV CONVENCION GEOLÓGICA NACIONAL VIII CONGRESO NACIONAL DE GEOQUÍMICA V REUNIÓN NACIONAL DE GEOMORFOLOGÍA V COLOQUIO DE MINERALOGÍA

21 AL 25 DE SEPTIEMBRE DE 1998

Sede: Conjunto Académico Amoxcalli
Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.

CONVOCAN:

- SOCIEDAD GEOLÓGICA MEXICANA
- SOCIEDAD MEXICANA DE GEOMORFOLOGÍA
- INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM
- INSTITUTO DE GEOFÍSICA, UNAM
- INSTITUTO NACIONAL DE GEOQUÍMICA
- SOCIEDAD MEXICANA DE MINERALOGÍA
- INSTITUTO DE GEOGRAFÍA, UNAM
- FACULTAD DE INGENIERÍA, UNAM

OBJETIVO

Las sociedades geocientíficas GEOLÓGICA MEXICANA, MEXICANA DE GEOMORFOLOGÍA y MEXICANA DE MINERALOGÍA, y el INSTITUTO NACIONAL DE GEOQUÍMICA celebrarán conjuntamente sus congresos correspondientes a 1998 en el marco de la Primera Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra, con el fin de ofrecer una visión integradora de los avances técnicos y académicos que nuestra comunidad ha logrado, esta iniciativa de la Sociedad Geológica Mexicana, ha sido recibida con beneplácito por distintas entidades de investigación, educativas y de aplicación.

La Primera Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra será el primer eslabón de una cadena de intercambio de conocimientos y experiencias, que pretenden las sociedades organizadoras. Se desea fortalecer la vida académica y científica en el ámbito de Ciencias de la Tierra y buscar una vinculación más estrecha con las actividades productivas de los distintos sectores.

En la Reunión convergeremos profesionistas, profesores, investigadores y estudiantes en las diversas ramas de las Ciencias de la Tierra en el Conjunto Académico "AMOXCALLI" de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México, en donde se celebrarán simultáneamente del 21 al 25 de septiembre de 1998, en sesiones matutinas, la XIV Convención Geológica Nacional, el VIII Congreso Nacional de Geoquímica, la V Reunión Nacional de Geomorfología y el V Coloquio de Mineralogía, dentro de los Simposios Regionales: Noroeste, Este, Centro y Sur; en las sesiones vespertinas se presentarán los trabajos específicos de cada congreso y las mesas redondas.

SESIONES TÉCNICAS

Las ponencias que se reciban dentro del plazo convenido serán sometidas al comité de arbitraje correspondiente de acuerdo al tema tratado; aquellos resúmenes que aborden un tema de carácter teórico, serán programados para su presentación en las sesiones específicas.

Las ponencias se presentarán en cualquiera de las modalidades: Exposición oral o Cartel.

Para ser consideradas en la publicación de los Resúmenes de la Reunión (Los cuales contendrán todos los trabajos aprobados), es necesario que los expositores entreguen al Comité Organizador el resumen en un archivo de texto, elaborado en cualquier procesador de textos para sistemas operativos D.O.S. o Windows, en disquete de 3.5" y que además hagan llegar el original impreso en una cuartilla y tres copias. La entrega deberá ser hasta el día 30 de abril de 1998. La notificación de aceptación y la modalidad en que deberán ser presentados los trabajos se hará antes del 15 de junio. Los autores tendrán un plazo de 15 días para informar su conformidad con la modalidad y el foro en que será programado su trabajo. Se aceptará la entrega de resúmenes a través del correo electrónico.

Los trabajos deberán ser enviados a:

Luca Ferrari Pedraglio
Instituto de Geología, UNAM
Circuito Exterior, Ciudad Universitaria
Coyoacán, 04510, México, D.F.

Vía correo electrónico:

luca@servidor.unam.mx
sgm@geol-sun.igeolcu.unam.mx

FECHA LÍMITE PARA LA RECEPCIÓN DE TRABAJOS (IMPRORROGABLE): 30 DE ABRIL DE 1998

PUBLICACIONES

La Reunión publicará en un ejemplar el texto **Resúmenes de la Primera Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra**.

Cada una de las Sociedades convocantes publicará los trabajos en extenso que elijan sus comités editoriales, en sus respectivos medios: **Actas INAGEQ, Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Boletín de Mineralogía y Memorias de la Sociedad Mexicana de Geomorfología**.

TEMARIO DE LA REUNIÓN

- | | | | |
|--|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| • Educación | • Geohidrología | • Geofísica | • Geología Ambiental |
| • Geología del Petróleo | • Geología Estructural y Tectónica | • Geología General | • Geotecnia |
| • Paleontología | • Sedimentología y Estratigrafía | • Vulcanología | • Geoquímica Ambiental |
| • Geoquímica Analítica | • Geoquímica de Isótopos | • Geoquímica Marina | • Geoquímica del Petróleo |
| • Hidrogeoquímica | • Geotermoquímica | • Biogeoquímica | • Exploración de Geoquímica |
| • Interacción Fluido-roca | • Química de la Atmósfera | • Geomorfología Aplicada | • Geomorfología Fluvial |
| • Geomorfología Glacial | • Procesos Gravitacionales | • Karst | • Intemperismo y Suelos |
| • Impacto Ambiental | • Morfotectónica y Neotectónica | • Cristalografía | • Gemología |
| • Mineralogía Económica | • Mineralogía y Arqueología | • Mineralogía y Educación | • Mineralogía y Paleontología |
| • Petrología | • Técnicas Analíticas | • Yacimientos Minerales | • Geomorfología Volcánica |
| • Edafología | • Geomorfología Litoral y Marina | • Geomorfología de Zonas Áridas | |
| • Cartografía y Sistemas de Información Geográfica | | | |

EXPOSICIONES

- Científica
- Académica
- Técnica

EXCURSIONES

Se programarán dos excursiones pre-Reunión, una intermedia y dos post-Reunión.

MESAS REDONDAS

- Educación en Ciencias de la Tierra
- Cambio Global

CURSOS ABIERTOS

INFORMES:

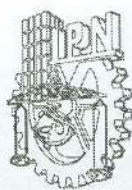
al teléfono **541-0879**

Jéssica Ortega

ó con el

COMITE ORGANIZADOR

Emiliano Campos Madrigal	
camposm@servidor.unam.mx	622-0851
José Lugo Hupb	
lugoh@servidor.unam.mx	622-4335
Gilberto Silva Romo	
silvarg@servidor.unam.mx	622-0854
Luca Ferrari Pedraglio	
luca@servidor.unam.mx	623-4056
Claudia C. Mendoza Rosales	
claus@servidor.unam.mx	622-0854
Guadalupe Villaseñor Cabral	
mgvc@servidor.unam.mx	622-4283
Gabriela Guzy Arredondo	622-4283



Convocan al:
XIII CONGRESO NACIONAL DE POSGRADO
"LA CONSOLIDACIÓN DEL POSGRADO ANTE LA GLOBALIZACIÓN"



14, 15 Y 16 DE OCTUBRE DE 1998

SEDE:
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
CAMPUS MAZATLÁN

El Congreso Nacional de Posgrado, es sin duda, el foro por excelencia para el análisis de la problemática de este nivel de estudios en México.

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 1995-2000 enfoca la globalización como un fenómeno que ofrece oportunidades, a la vez que implica nuevos desafíos para el país. En forma general, convoca a una cruzada permanente por la educación en la que converjan los esfuerzos y las iniciativas de todos los órdenes de gobierno y de los diversos grupos sociales.

En este contexto, el XIII Congreso, al igual que los doce anteriores, propugna por la identificación de vías de desarrollo para que el posgrado sea de beneficio a la sociedad mexicana y que en el marco del PND analice estrategias para consolidar el posgrado en el contexto de la globalización.

La consolidación del posgrado podrá identificarse por una dinámica académica que se traduzca en la cantidad, calidad y pertinencia de sus productos, así como de la eficacia y eficiencia en el uso de su presupuesto y particularmente por la presencia de fuentes alternas de financiamiento.

Es claro que la actividad que primordialmente caracteriza al posgrado es la investigación y que el elemento fundamental es la planta de académicos productivos, quienes soportan las actividades de investigación y de formación de recursos humanos. La planta académica de tiempo completo ideal es aquella en la que todos sus integrantes ostentan el grado de doctor. Actualmente la planta docente de tiempo completo del posgrado nacional contiene sólo el 13% (4500) de doctores y quienes en la década de 1984 a 1994 formaron aproximadamente 3000 doctores.

La pertinencia de las actividades de investigación y de los programas de posgrado se expresa a través de los productos: egresados y solución a problemas de los sectores productivos. Por lo que deben abordarse, conjuntamente, los problemas de la producción, así como de la formación de recursos humanos.

Es así que el Comité Organizador del XIII Congreso Nacional de Posgrado, adopta como tema "LA CONSOLIDACIÓN DEL POSGRADO ANTE LA GLOBALIZACIÓN".

SUBTEMAS

- a. PROGRAMAS DE POSGRADO INTERINSTITUCIONALES,
- b. PRESENCIA DE LOS EGRESADOS DEL POSGRADO EN LA SOCIEDAD,
- c. DIVERSIFICACIÓN DE LAS FUENTES DE FINANCIAMIENTO DEL POSGRADO, Y
- d. PARÁMETROS QUE DETERMINAN LA COMPETITIVIDAD DEL POSGRADO.

PROGRAMA GENERAL:

INAUGURACIÓN
CONFERENCIAS MAGISTRALES
FOROS DE DISCUSIÓN
PRESENTACIONES ORALES EN LOS FOROS POR INVITACIÓN
CARTELES
EXPOSICIÓN DE TRABAJOS LIBRES
CONCLUSIONES

COMITÉ ORGANIZADOR

Dr. Enrique Piña Garza
Dr. J. Enrique Villa Rivera
M.C. Jaime Muñoz Flores
Dr. Rafael Valdéz Aguilar

UNAM
IPN
UAM
UAS

REGISTRO DE TRABAJOS LIBRES

La fecha límite improrrogable, para la recepción de los resúmenes de las propuestas de trabajos libres será el 7 de agosto de 1998. El título es importante ya que permitirá la comisión de evaluación ubicar el trabajo respecto de la temática del congreso. Incluya los datos de identificación: nombre de autor(es), domicilio (calle, colonia, ciudad, código postal), institución de procedencia, teléfono(s) de oficina y domicilio y correo electrónico, para mayor detalle consulte las páginas web. Enviar los documentos a la Universidad Nacional Autónoma de México, directamente por fax o por correo.

EXPOSICIÓN DE LOS TRABAJOS LIBRES

Las bases para la presentación de los trabajos se detallan a continuación:

- El área disponible para cada trabajo será de 0.80m. x 0.80m y el montaje será responsabilidad del autor debiendo hacerlo al menos una hora antes de la inauguración.
- Incluir título, autor(es) e institución de procedencia.
- El Comité Organizador no proporcionará apoyo para la elaboración de los trabajos.

Para considerar la publicación del trabajo en la Revista OMNIA, se deberá entregar en extenso durante el Congreso. La extensión máxima será de 7 cuartillas a doble espacio, incluyendo material gráfico.

INFORMES Y RECEPCIÓN DE TRABAJOS UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Dirección General de Estudios de Posgrado. Dra. Ma. Dolores Ramírez González. Edificio Administrativo No. 2, C.U., Av. Universidad No. 3000 México, D.F. C.P. 04510. Tels: (01-5) 622-23-40 y 622-23-42, Fax: 616-22-97. Apdo. P. 70-508.

E-mail: mdrg@servidor.unam.mx

INFORMES: INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Dirección de Estudios de Posgrado e Investigación. M. en C. Eduardo Meza Olvera. Edificio de la Secretaría Académica, 2º piso, Av. Luis Enrique Erro s/n, México, D. F. C.P. 07738. Tel: Conmutador (01-5) 729-60-00 Exts: 50492, 50493 y Fax: 50496.

E-mail: villa@vmredipn.ipn.mx

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

Coordinación General de Investigación y Posgrado. M. en C. Ramón Medina Sánchez. Angel Flores No. 335 Pte. Culiacán Rosales, Sinaloa. C.P. 80000. Tels. y Fax: (01-67) 13-02-32, 13-65-02

E-mail: cgip@uas.uasnet.mx

INFORMES, PAGOS E INSCRIPCIONES UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Dirección de Planeación y Desarrollo Institucional. M. en C. Graciela Sánchez Guevara. Joselillo 6-A, 10º piso, Col. El Parque, Naucalpan de Juárez, Estado de México, C.P. 53390. Tels: (01-5) 724-41-10 y 724-41-11, Fax: 557-68-85.

E-mail: gcg@correo.uam.mx

Cuota de Inscripción \$500.00

**PAGO DE INSCRIPCIÓN A LA
CUENTA No. 271 DE BANAMEX,
SUCURSAL NO. 4346, TOREO
GRACIELA SÁNCHEZ GUEVARA**

NOTA: SÓLO SE DARÁ CONSTANCIA DE PRESENTACIÓN DE TRABAJOS A LOS AUTORES INSCRITOS



UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.

REUNIÓN ANUAL 1998 Puerto Vallarta, Jal., México 9 - 13 de Noviembre



La reunión anual de la UGM proporciona un foro donde los estudiantes, académicos y profesionales de las Ciencias de la Tierra presentan y discuten los resultados de la investigación que se realiza en o acerca de México, así como otros tópicos de interés actual para nuestra comunidad.

Las ponencias tendrán una duración de 15 minutos, incluyendo tiempo para discusión, en sesiones regulares y sesiones especiales sobre los siguientes temas:

- | | | | |
|----------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------|
| • Ingeniería Sísmica | • Geología Estructural | • Sismología | • Climatología |
| • Geofísica Matemática | • Vulcanología | • Paleomagnetismo Terrestre | • Cambio Global |
| • Geofísica de Exploración | • Geoquímica | • Ciencias del Mar | • Física Espacial |
| • Tectónica | • Geohidrología | • Ciencias de la Atmósfera | • Planetología |
| • Estratigrafía | • Petrología | • Sensores Remotos | |

El formato del resumen está disponible vía Internet en la siguiente dirección: <http://www.ugm.org.mx>
Favor de enviar su resumen en disquete o por E-mail a:

Victor M. Frías Camacho
Geología/CICESE
Km. 107, Carret. Tijuana-Ensenada,
Ensenada, B.C., 22860, México
Tel: 01(61) 744-501 al 08, Ext: 26035
Fax: 01(61) 750-559
E-mail: ugm@cicese.mx

En caso de dificultad para enviar su resumen en el formato y forma mencionada, puede hacerlo por correo. No se aceptarán resúmenes enviados por FAX.

Fecha límite para recibir resúmenes - Agosto 31, 1998

Sede: Hotel Camino Real Puerto Vallarta
Puerto Vallarta, Jal., México

Reservaciones:

Tel: 01 (322) 15-000
Fax: 01 (322) 16-000

Costo por habitación doble o sencilla:
\$ 550.00 + impuestos y propinas

Para reservaciones llenar el formato anexo y enviar vía fax directamente al hotel.

Las cuotas, incluyendo el libro de resúmenes son:

Inscripción	{	Miembros UGM o AGU	\$ 600.00
a la		No miembros	\$ 850.00
Reunión	{	Estudiantes	\$ 300.00
		Costo de resumen	\$ 100.00
		Membresía Investigador	\$ 200.00
		Membresía Estudiante	\$ 150.00

Registro en el hotel sede desde el 8 de Noviembre a partir de las 16:00 hrs.

Todos los pagos se efectuarán durante el registro en el hotel.



UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.
REUNIÓN ANUAL 1998
9 - 13 de Noviembre
HOTEL CAMINO REAL PUERTO VALLARTA



FORMA PARA RESERVACIÓN

Nombre del participante: _____
Fecha de llegada: _____ Fecha de salida: _____
Dirección: _____ Ciudad: _____
Teléfono: _____ Fax: _____

Categoría de habitación solicitada:

Torre Principal () \$550.00 + IVA + 2% impuesto hospedaje
Camino Real Club () \$1,000.00 + IVA + 2% impuesto hospedaje
(incluye frutero a la llegada, desayuno continental, 1 hora de coctel c/canapés 5-6 pm).
Solicitud especial de habitación: KING: () DBL-DBL: ()
(esta será asignada en base a disponibilidad)

Cargos adicionales:

Propina a Botones \$32.00 pesos por persona, entrada y salida
Propina a Camaristas \$16.00 pesos por habitación por noche
(los cuales serán cargados a su cuenta individual)

Garantía de pago: Importe de 1 noche

Depósito a Banco Banamex, cuenta 73667-4, Suc. 34, en Puerto Vallarta, Jal. México.

Favor de enviar copia de ficha de depósito con este formato de reservación directamente al Hotel Camino Real Puerto Vallarta al Fax: (322)16000.

Las cancelaciones recibidas después del 01 Septiembre de 1998, estarán sujetas a un cargo por concepto de una noche de renta más impuestos.

HOTEL CAMINO REAL PUERTO VALLARTA
PLAYA LAS ESTACAS S/N
PUERTO VALLARTA, JAL., MÉXICO, 48300
TEL.: (322)15000 FAX: (322)16000

V REUNIÓN INTERNACIONAL SOBRE GEOLOGÍA DE LA PENÍNSULA DE BAJA CALIFORNIA

**LA PAZ, B.C.S., MÉXICO
14 - 17 DE FEBRERO DE 1999**

La Universidad Autónoma de Baja California Sur a través del Depto. de Geología Marina y la Sociedad Geológica Peninsular

CONVOCAN

A la Comunidad Científica Internacional y a todos los Sectores Públicos y Privados relacionados con la Geología de La Península de Baja California, a participar en la V Reunión Internacional sobre la Geología de La Península de Baja California que se realizará en La Ciudad de La Paz, Baja California Sur, del 14 al 17 de febrero de 1999, con el objetivo de analizar los avances y conocimientos relativos a la geología de La Península de Baja California.

ÁREAS TEMÁTICAS

Todas las relacionadas con la geología peninsular que coadyuven a enriquecer el conocimiento de la evolución geológica de La Península de Baja California.

RESUMEN

El resumen deberá contener un máximo de 300 palabras, indicando: título, autores, instituciones que participan en el trabajo, direcciones, correo electrónico y hasta cinco palabras clave. Debe incluir: objetivo, metodología, resultados y discusión. El resumen deberá enviarse en formato Word o WordPerfect para Windows, por medio de diskette de 3½ HD, o bien mediante correo electrónico.

Los resúmenes deberán ser enviados a la Dra. Ana Luisa Carreño al Instituto de Geología de la UNAM, Circuito Interior, CU., Delegación Coyoacán, CP 04510, México D.F., Tels: 01 (5)622-4312; 622-4280. Fax: 01 (5)550-6644; 548-0772.

Correo Electrónico: anacar@servidor.unam.mx

Fecha límite para recepción de resúmenes - Noviembre 18, 1998

COSTO DE LA INSCRIPCIÓN

El costo de la inscripción temprana (hasta el 15 de noviembre de 1998) es de US \$ 80.00, para profesionales y de US \$ 40.00 para estudiantes con credencial vigente. Para las personas que se inscriban después de la fecha de inscripción temprana, el costo será de US \$ 140.00, para profesionales y de US \$ 90.00, para estudiantes con credencial vigente. Precios en dólares ó su equivalente en moneda nacional a la fecha de pago. Los miembros de la Sociedad Geológica Peninsular que se encuentren al corriente en sus cuotas tendrán un descuento de \$100.00 m.n. (cien pesos moneda nacional).

INSCRIPCIONES TEMPRANAS

Las inscripciones tempranas podrán ser depositadas a la siguiente cuenta en Banamex, S.A. (Cta. No. 203535-0, Sucursal 545) de La Paz, B.C.S. Para mayor seguridad envíe el recibo de su depósito vía Fax al 01(112)128-01, del Área Interdisciplinaria de Ciencias del Mar con atención al M.C. José Isidoro Peredo Jaime.

MODALIDADES DE PRESENTACIÓN

Los trabajos podrán ser presentados en forma oral o en cartel. El Comité Organizador se reserva el derecho de asignar la forma de presentación para las modalidades de presentación.

INFORMACIÓN Y REGISTRO

Comité Organizador:

Universidad Autónoma de Baja California Sur
Depto. de Geología Marina
Km. 5.5 Carretera al Sur, La Paz, B.C.S., México
Tels: 01(112)128-01 Fax: 01(112)128-01

Correos Electrónicos:

lrsegura@calafia.uabcs.mx
lavarez@calafia.uabcs.mx
isidoro@calafia.uabcs.mx



SERVICIO ANALÍTICO DEL LABORATORIO DE RAYOS X
INSTITUTO DE GEOLOGÍA, UNAM
LISTA DE PRECIOS 1997-98



RESPONSABLE: QUÍM. RUFINO LOZANO SANTA CRUZ
DEPTO DE GEOQUÍMICA
Cd. Universitaria, C.P. 04510, México, D.F.
Fax: (5)622-4317
E-mail: rufino@servidor.unam.mx

FLUORESCENCIA DE RAYOS X
ANÁLISIS CUANTITATIVO DE ROCA TOTAL Y DE MINERALES
(ESPECTRÓMETRO SECUENCIAL SIEMENS 3000 AUTOMATIZADO)

25 Elementos Mayores y Traza

(Si, Ti, Al, Fe total, Mn, Mg, Ca, Na, K, P, Rb, Sr, Ba, Y, Zr, Nb, Ga, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb, Sc y Th) + (Pérdida por calcinación)

Precio Comercial	\$480.00/muestra (60 USCy)
Instituciones de Investigación	\$320.00/muestra (40 USCy)
Precio por muestras urgentes en lotes de <20	\$720.00/muestra
Muestras de difícil proceso (carbonatos, arcillas, sulfuros >2%)	\$100.00 por hora adicional preparación

10 Elementos Mayores y Pérdida por Calcinación o 15 Elementos Traza

Precio Comercial	\$260.00/muestra
Instituciones de Investigación	\$180.00/muestra

Determinaciones Complementarias

Pérdida por calcinación	\$60.00/muestra
Fe ⁺²	\$80.00/muestra
Análisis semicuantitativo reportando hasta 62 elementos	\$220.00/muestra

ANÁLISIS POR DIFRACCIÓN DE RAYOS X
IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES CRISTALINOS
(DIFRACTÓMETRO PHILIPS)

Tiempo de Haz	\$160.00/hora
Tiempo de Haz con nuestro operador	\$320.00/hora

Favor de enviar las muestras y la solicitud de servicio a:
Rufino Lozano y/o Patricia Girón
Instituto de Geología, UNAM
Laboratorio de Rayos X
Circuito de la Investigación Científica
Cd. Universitaria, D.F., 04510, México
Tel.: (5) 622-4319

Nota: Sin la solicitud de análisis y la lista de muestras no se iniciará ningún estudio.

Las muestras deberán ser enviadas en polvo molido (al menos 20 g), aproximadamente a 200 mallas, en caso de requerir del uso del taller de molienda del IGLUNAM, el cargo será de \$75.00/ hora.



Posgrado

Maestría y Doctorado

en Ciencias de la Tierra

GEOLOGÍA

Geología Estructural
Geología Marina
Geocronología
Vulcanología
Estratigrafía
Petrología
Tectónica
Geoquímica
Sensores Remotos

GEOFÍSICA APLICADA

Exploración Geofísica
Simulación Numérica
Problemas Inversos
Electromagnetismo
Geofísica Marina
Geohidrología

SISMOLOGÍA

Estudios de Microsismicidad
Peligro y Riesgo Sísmico
Problemas Inversos
Sismología Teórica
Fuentes Sísmicas
Sismotectónica

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

Para mayores informes dirigirse a:

CICESE

Dirección de Estudios de Posgrado

Apartado Postal 2732

Km. 107 Carretera Tijuana-Ensenada

Ensenada, Baja California

C.P. 22860, México

Tel. 01(61)745-050 Ext. 23001

Fax: 01(61)744-880

<http://www.cicese.mx>



Maestría y Doctorado en Ingeniería Hidráulica



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

Las asignaturas que se imparten son, entre otras:

Hidráulica General
Métodos Matemáticos
Mecánica de Fluidos
Hidrología de Superficie

Irrigación y Drenaje
Geohidrología
Métodos Numéricos
Obras Hidráulicas

La maestría y el doctorado están dirigidos a egresados de Ingeniería Civil, Ciencias Agropecuarias y carreras afines. Estos cursos están apoyados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua a través de becas, biblioteca, computadoras y laboratorios.

Informes al Tel. (73) 194-049 o 194-000, Ext. 532 con el Dr. Alvaro Muñoz en Paseo Cuaunáhuac #8532, Progreso, Morelos, México. C.P. 62550.



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

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

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

Física del Mar

Un programa de posgrado

CICESE



Departamento de Oceanografía Física
Apartado postal #2732. Ensenada, B.C., México
Tel. 52 (667) 450-50 Ext. 4010. Fax 52 (667) 451-54



ASOCIACION
GEOTERMICA
MEXICANA

Información:

M.C. Alfonso Aragón Aguilar
Depto. de Geotermia
IIE
e-mail: aaaron@iie.org.mx

Dr. Alfonso García Gutiérrez
Depto. de Geotermia
IIE
e-mail: aggarcia@iie.org.mx

Dra. Rosa María Barragán
Depto. de Geotermia
IIE
e-mail: rmb@iie.org.mx

M.C. José Manuel Romo Jones
Depto. de Geofísica Aplicada
CICESE
e-mail: jromo@cicese.mx

Asociación Geotérmica Mexicana

La Asociación Geotérmica Mexicana (AGM) es una sociedad civil, no lucrativa, formada por profesionistas dedicados a los diversos aspectos relacionados con el aprovechamiento de la energía geotérmica. Fue fundada en 1992 para reforzar la colaboración académica, científica, industrial y tecnológica entre la comunidad geotérmica nacional y entre sus nexos internacionales. Su objetivo es difundir y promover las actividades de investigación, desarrollo y explotación de la energía geotérmica en México y en el extranjero, estableciendo un foro de análisis y discusión que permita intercambiar los conocimientos y experiencias de sus miembros. La AGM agrupa especialistas en diversas disciplinas, como: Física, Geología, Geoquímica, Geofísica, Ingeniería de Yacimientos, Ingeniería Industrial, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica, etc. Actualmente es una organización miembro de la International Geothermal Association (IGA).

La Asociación Geotérmica Mexicana, invita a todos los profesionales y académicos relacionados con la Geotermia, a formar parte de nuestra asociación, contribuyendo así al fortalecimiento de nuestra comunidad.

INSTRUCCIONES PARA AUTORES DE ARTÍCULOS

POLÍTICA EDITORIAL

GEOS es el boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana. Se publica trimestralmente y en él caben artículos y notas de investigación, comentarios, noticias opiniones, anuncios y aspectos relevantes para la vinculación y difusión de las actividades científicas y docentes de las Ciencias de la Tierra. Los manuscritos de investigación publicados en *GEOS* deberán ser originales y podrán estar relacionados con cualquier área de las Ciencias de la Tierra, donde son particularmente bienvenidas todas aquellas contribuciones que coadyuven a su enseñanza.

Para facilitar su arbitraje, todos los manuscritos de investigación sometidos a *GEOS* deberán ser enviados en original y dos copias, escritos a doble espacio con un tipo de 12 puntos. Todas las contribuciones deberán ser sometidas en Español y dirigidas al Editor de *GEOS*. Si el manuscrito sometido es relevante, el Editor Principal lo enviará a un miembro del Comité Editorial del boletín, quien seleccionará dos o tres especialistas para revisar el manuscrito. Los revisores remitirán sus comentarios al editor de área, quien los enviará al Editor Principal, junto con su recomendación. El Editor Principal puede rechazar, aceptar, o solicitar modificaciones al manuscrito, para lo cual remitirá a los autores los comentarios de los revisores y del editor de área.

Publicar en Geos es gratis, sin embargo, se recomienda que los manuscritos no excedan 12 páginas en el formato de la revista (una página es equivalente a aproximadamente 3 cuartillas a doble espacio). Todas las contribuciones deberán incluir: título, resumen, introducción, una sección de métodos, una sección de resultados y una sección de discusión y conclusiones.

Cuando el autor reciba la notificación de aceptación, se le solicitará que envíe su manuscrito en disquette. Sugerimos que se utilicen los procesadores de textos WORD o WORD PERFECT, aunque también se aceptarán en ASCII. Las ilustraciones que acompañen el manuscrito podrán ser enviadas en disquette, en cualquiera de los siguientes formatos: TIF, EPS, BMP, PS, DXF, DWG y WMF.

RESUMEN

Al preparar su resumen tome en cuenta que éste deberá marcar los objetivos de la investigación, los resultados más importantes y las conclusiones alcanzadas. En el resumen no se deberán incluir citas bibliográficas.

INTRODUCCIÓN

En la introducción se deberá presentar la naturaleza del problema, incluyendo una revisión adecuada de los antecedentes sobre el tema. El objetivo de la introducción es enmarcar el problema dentro del estado general del conocimiento en el área que le corresponde, y su función es la de motivar al lector en cuanto a la importancia del trabajo.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en el trabajo deberá ser descrita con suficiente detalle, para que otros miembros de la comunidad puedan asimilar la metodología presentada. Secciones de interés marginal deberán ser diferidas a un apéndice.

RESULTADOS

Usualmente, los resultados de la aplicación de cualquier metodología, pueden ser presentados en forma de tablas o figuras. Evite la redundancia mediante una adecuada selección

de sus resultados. Los pies de figura deberán ser lo suficientemente explicativos para resaltar la importancia de los resultados sin necesidad de referirse al texto.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta sección deberá incluir los principios, relaciones y generalizaciones inferidas a partir de los resultados. En esta sección se discutirán acuerdos y desacuerdos con trabajos publicados previamente, así como las implicaciones teóricas y las aplicaciones prácticas del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Todas las referencias deberán ser agrupadas en orden alfabético de autores, bajo el encabezado REFERENCIAS. Si un autor es referenciado más de una vez el mismo año, utilice el sufijo, a, b, etc. para distinguir referencias. Aquellos manuscritos que no han sido aceptados para publicación no deberán incluirse en las referencias. Solamente cuando el manuscrito sea de divulgación, se permitirá utilizar referencias no citadas en el texto.

Formato para citas

Para cada autor o co-autor, escriba con mayúscula únicamente la primera letra de los apellidos y después las iniciales. Utilice letras mayúsculas sólo en la primera letra del título y para los nombres propios. Incluya el nombre completo de la revista o editorial que la publicó, volumen y páginas. Por ejemplo:

Alvarez-Borrego, S., 1996, Satellite derived photosynthetic pigment surveys: A review of marine phytoplankton biomass and productivity, *Geofísica Internacional*, 35, 51-61.

Lomnitz, C., 1995, Diez años después: Una reinterpretación de la catástrofe de 1985, *en*: F. Medina-Martínez, L. A. Delgado-Argote y G. Suárez-Reynoso, editores, *La Sismología en México: 10 años después del temblor de Michoacán del 19 de Septiembre de 1985 (M=8.1)*, Unión Geofísica Mexicana, Monografía No. 2, 61-67.

Ripa, P., y Velázquez, G., 1993, Modelo unidimensional de la marea en el Golfo de California, *Geofísica Internacional*, 32, 41-56.

Sánchez-Sesma, F.J., and Luzón, F., 1994, Seismic response of three-dimensional alluvial valleys for incident P, S, and Rayleigh waves, *Bulletin of the Seismological Society of America*, 85, 269-284.

Unidades

Con algunas excepciones, todas las unidades físicas deberán expresarse en el Sistema Internacional de unidades (SI). Las siguientes excepciones son aceptables:

densidad en g/cm³

presión en bar

intensidad del campo magnético en gammas

Expresiones matemáticas

Escriba sus ecuaciones en la forma más simple posible, utilizando signos de puntuación. Utilice itálicas para todos los símbolos, exceptuando las letras griegas. Vectores y matrices se escribirán con tipo resaltado. Numere en forma consecutiva y utilice paréntesis para todas las ecuaciones que aparezcan en el texto.

Figuras

Por consideraciones de costo, únicamente se publicarán figuras en blanco y negro. Si las ilustraciones son elaboradas a mano, utilice tinta negra sobre papel albanene o mylar. Si las ilustraciones son elaboradas en computadora utilice una impresora láser.

Una vez concluido el proceso de arbitraje, el manuscrito será devuelto al primer o único autor con los comentarios de los árbitros y del editor de área. El manuscrito corregido en forma final será editado por el Editor Técnico de *GEOS*. No se enviarán pruebas de galera.

Cualquier cambio a la política editorial de *GEOS* se publicará en el primer número del año.

GEOS

FORMA DE ARBITRAJE (cualquier tipo de trabajo)



AUTOR (ES): _____

TITULO: _____

	1	2	3
1.- ¿Contiene el trabajo datos o ideas originales que ameriten su publicación en una revista especializada? ¿Como la clasificaría? 1) Investigación, 2) Divulgación, 3) Noticia	☐	☐	☐
	SI	NO	
2.- ¿Son válidas las observaciones y conclusiones?	☐	☐	
3.- ¿Son pertinentes y comprensibles el título y el resumen?	☐	☐	
4.- ¿Son necesarias y adecuadas las tablas y figuras presentadas?	☐	☐	
5.- ¿Son buenas la organización y presentación del trabajo?	☐	☐	
6.- ¿Es correcto el lenguaje científico?	☐	☐	
Sugerencias al (los) autor (es):	☐	☐	
a) Indicadas en hoja aparte	☐	☐	
b) Anotadas sobre el manuscrito	☐	☐	
Recomendación al Editor:	☐	☐	
a) El trabajo es aceptable en su forma actual	☐	☐	
b) El trabajo es aceptable con correcciones menores	☐	☐	
c) El trabajo puede ser aceptable después de ser corregido y evaluado de nuevo	☐	☐	
d) Comentarios confidenciales al editor en hoja aparte	☐	☐	

NOMBRE Y FIRMA
(opcional)

**Recordamos a todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.
que la cuota para 1998 es de \$200.00 para investigadores
y \$150.00 para estudiantes.**

página internet: www.ugm.org.mx

Favor de hacer llegar su cuota a:

María Guadalupe Martínez Vázquez
Depto. de Geología,
División de Ciencias de la Tierra,
CICESE
Km. 107, Carret. Tijuana-Ensenada,
Ensenada, 22860, Baja California, México

Araceli Chaman
Depto. de Posgrado,
Instituto de Geofísica,
UNAM
Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán,
04510, México, D.F.

Con un cordial saludo

**Luis A. Delgado Argote
Secretario de Difusión**

GEOS

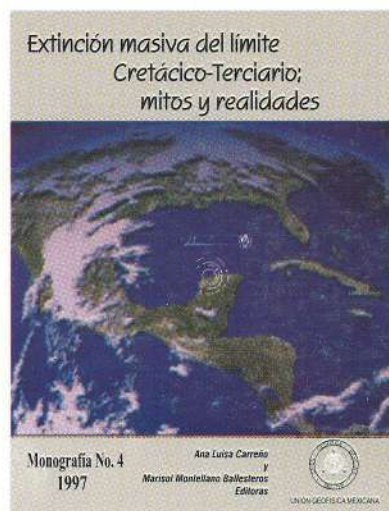
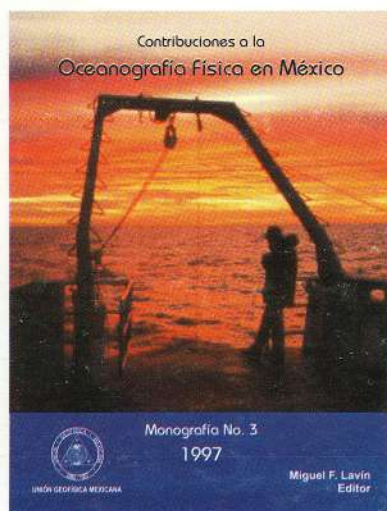
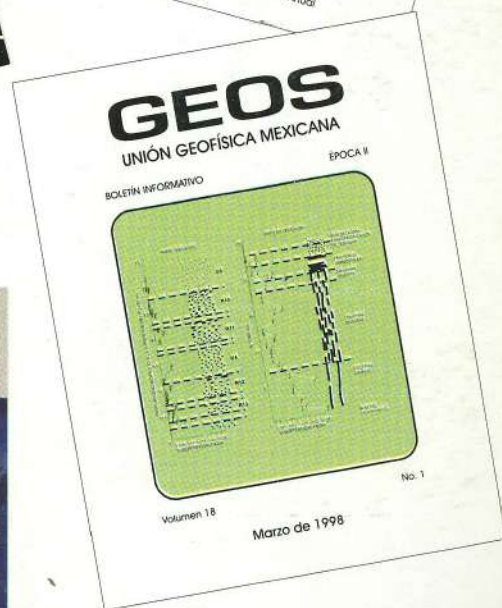
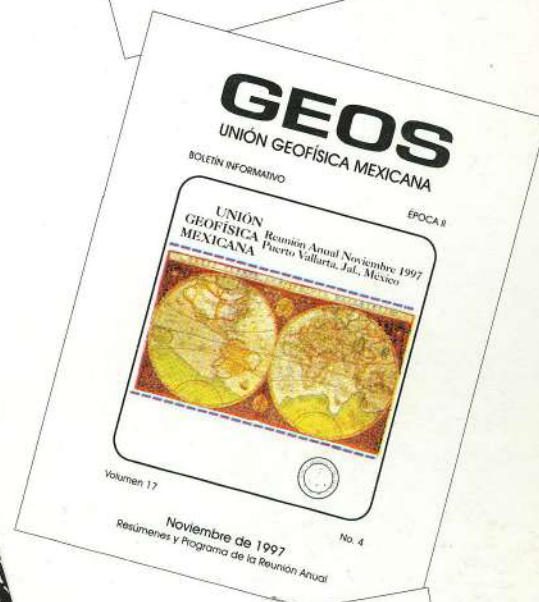
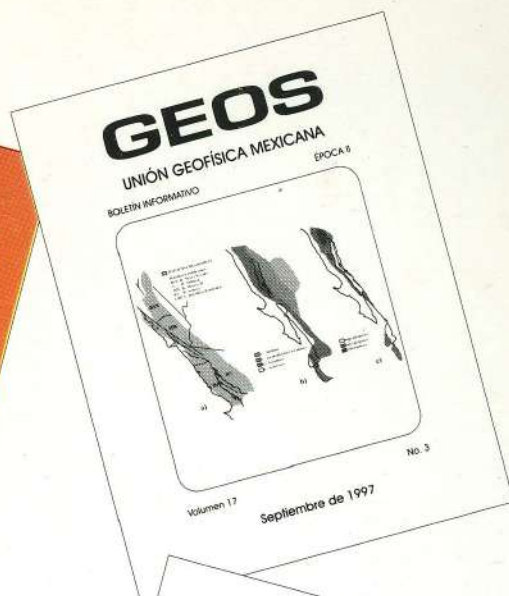
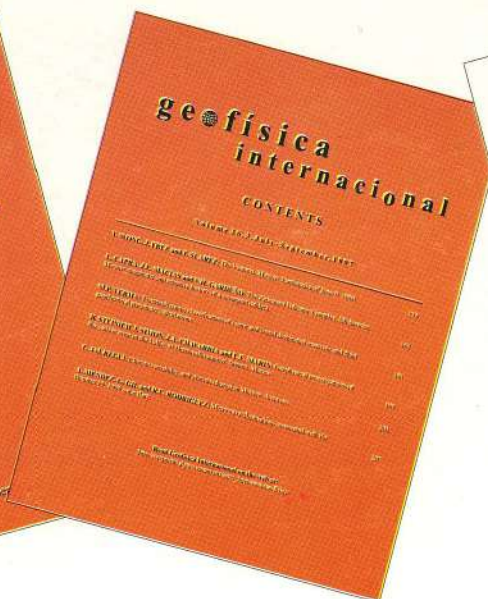
Revista a la venta con:

María Guadalupe Martínez Vázquez
Depto. de Geología,
División de Ciencias de la Tierra
Tel: 01(61)744-501 al 08
Ext: 26035
E-mail: gmartine@cicese.mx

Costo del ejemplar \$50.00

Araceli Chaman
Depto. de Posgrado
Instituto de Geofísica
Tel: 01(5) 622-4130 y 622-4137
E-mail: achaman@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx





Tus trabajos de investigación y divulgación tienen cabida en estos foros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.