

SYMPOSIUM ON NEOTECTONICS AND SEA LEVEL VARIATIONS IN THE GULF OF CALIFORNIA AREA

(Hermosillo, Sonora, April 21-23, 1984)

SYMPOSIUM SOBRE NEOTECTONICA Y VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR EN EL AREA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

(Hermosillo, Sonora, 21 a 23 de abril, 1984)

ABSTRACTS VOLUME

VOLUMEN DE RESUMENES

Editorial

Comité

Committee

Editorial

Socorro CELIS-GUTIERREZ

Víctor MALPICA-CRUZ

Luc ORTLIEB

HERMOSILLO

Published

Publicado

by

por

INSTITUTO DE GEOLOGIA

U.N.A.M.

México, D. F.

1984



Este Symposium fue organizado por el Instituto de Geología de la Universidad Nacional Autónoma de México, bajo los auspicios de las comisiones de Líneas de Costa y de Neotectónica, de la Unión Internacional para el Estudio del Cuaternario (INQUA), con la colaboración de las siguientes instituciones:

This Symposium has been organized by the Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, under the auspices of the Shorelines and Neotectonics Commissions of the International Union for Quaternary Research, and in collaboration with the following institutions:

- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)
- Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM, Francia)
- Centro de Investigaciones Científicas y de Enseñanza Superior de Ensenada (C.I.C.E.S.E.)
- Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, U.N.A.M.
- Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.)
- Dirección de Geología, Minas y Energéticos del Gobierno del Estado de Sonora
- Dirección General de Oceanografía. Secretaría de Marina
- Junta para el Progreso y Bienestar de Hermosillo

SYMPOSIUM ON NEOTECTONICS AND SEA LEVEL VARIATIONS IN THE GULF OF CALIFORNIA AREA

(Hermosillo, Sonora, April 21-23, 1984)

SYMPOSIUM SOBRE NEOTECTONICA Y VARIACIONES DEL NIVEL DEL MAR EN EL AREA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

(Hermosillo, Sonora; 21 a 23 de abril, 1984)

ABSTRACTS VOLUME

VOLUMEN DE RESUMENES

Editorial

Committee

Comité

Editorial

Socorro CELIS-GUTIERREZ

Víctor MALPICA-CRUZ

Luc ORTLIEB

Published

by

INSTITUTO DE GEOLOGIA

U.N.A.M.

México, D. F.

1984

Publicado

por



All rights reserved. No. parts
of this book may be reproduced
without written consent of the
publisher.

Derechos reservados. Prohibi-
da la reproducción parcial o
total sin autorización escrita.

Copies of this volume can be purchased by writing to;
Ejemplares de este volumen pueden comprarse, escribiendo a:

Departamento de Publicaciones
Instituto de Geología
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria
Apartado Postal 70-296
México, D.F. C.P. 04510

Foreword

This volume contains the abstracts of the communications presented in the Symposium on Neotectonics and sea level variations in the Gulf of California area, held in Hermosillo, on April 21-23, 1984.

The abstracts are published as they have been written by their authors. In most cases the abstracts have been received in only one of the two requested languages. The Editorial Committee decided to translate those abstracts in the other language; in this matter it was efficiently helped by several investigators of the Instituto de Geología, and particularly Leticia Alba-Aldave, Jaime Barceló-Duarte, Enrique Rivera-Carranco, Rafael Rodríguez-Torres, who are deeply thanked for their efforts.

When the abstracts were sent in both language, they generally have been reproduced without any alteration.

The Editorial Committee thanks for their technical cooperation the following secretaries of the Instituto de Geología: Aurora Manzanares-T., Rebeca Romano-S., Evangelina Gutiérrez-Q., Isabel González-V.

EDITORIAL COMMITTEE

April 2, 1984

Prefacio

Este volumen contiene los resúmenes de las ponencias presentadas en el Symposium sobre Neotectónica y variaciones del nivel del mar en el área del Golfo de California, celebrado en Hermosillo, Sonora, del 21-23 de abril de 1984.

Los resúmenes están publicados tal como fueron escritos por sus autores. En muchos casos los resúmenes fueron recibidos solamente en uno de los dos idiomas requeridos. El Comité Editorial decidió traducir esos resúmenes al otro idioma; en esta actividad el comité fue ayudado eficientemente por varios investigadores del Instituto de Geología, y particularmente por: Leticia Alba-Aldave, Jaime Barceló-Duarte, Enrique Rivera-Carranco y Rafael Rodríguez-Torres, a quienes se les agradece profundamente sus esfuerzos.

Los resúmenes que fueron recibidos en los dos idiomas se reprodujeron sin alteración alguna.

El Comité Editorial agradece la ayuda técnica de las siguientes personas del Instituto de Geología: Aurora Manzanares-T., Rebeca Romano-S., Evangelina Gutiérrez-Q., Isabel González-V.

COMITE EDITORIAL

2 de abril de 1984

II

INDICE

Por orden alfabético de Autores

(See below Index in English)

	Página
AGUAYO-CAMARGO, E. Evolución tectónico-sedimentaria de la Cuenca de Guaymas, Golfo de California.....	1
ARAUJO-MENDIETA, J. Estudio de ambientes sedimentarios recientes en Bahía de Ballenas y Laguna San Ignacio, Baja California Sur.....	3
CELIS-GUTIERREZ, S. y MALPICA-CRUZ, V. M. Interpretación paleoecológica de los foraminíferos pleistocénicos de la costa de Sonora.....	5
CHOROWICZ, J. y LYBERIS, N. Significado estructural de un encostramiento carbonatado similar en el Golfo de California al del Golfo de Suez.....	7
COLLETTA, B. y ORTLIEB, L. Deformaciones de depósitos deltaicos del Pleistoceno Medio y Tardío en la desembocadura del Río Colorado, en la extremidad noroccidental del Golfo de California.....	9
COLLETTA, B., ANGELIER, J., ROLDAN, J., ARRIAGA, H. y MONTAÑO, T. R. Tectónica de fallas cenozoica en el noroeste de México en relación con la abertura del Golfo de California.....	11
CONNALLY, G. G. y SULLIVAN, J. T. Historia tectónica inferida de la llanura costera del oeste de México; de Mazatlán a San Blas..	13
DEMANT, A. La Caldera de la Sierra La Reforma, Baja California, México. Características principales y significado geodinámico.....	15
EINSELE, G. Interrelaciones entre sedimentos y crecimiento cortical en un centro de dispersión joven (Cuenca de Guaymas, Golfo de California).....	17
EINSELE, G. y NIEMITZ, J. Interrelación de los sedimentos de post rifting en el Golfo de California y tasas de denudación en las áreas terrestres adyacentes.....	19

III

	Página
ESTAVILLO-GONZALEZ, C. Evolución sedimentaria de la provincia del Río Colorado en el Golfo de California, NW de México.	21
FAIRBRIDGE, R. Espectro de las mareas: Lunar-Solar en las fluctuaciones relativas del nivel del mar.....	23
FERNANDEZ DE LA GARZA, M., SOURS-RENFREW, E. y HERNANDEZ DEL OLMO, R. Las implicaciones sismológicas y de áreas geotérmicas en el ordenamiento ecológico del territorio.	25
FREZ, J. y GONZALEZ, J. Análisis de datos recientes relacionados con la sismotectónica del Valle Imperial-Mexicali.....	27
GONZÁLEZ, J., NAVA, A. y REYES, A. Actividad premonitoria y réplica del sismo Mesa de Andrade, México, de 1976.....	29
GUTIERREZ-ESTRADA, M. y CASTRO DEL RIO, A. Terrazas pleistocénicas en el área de Mazatlán, Sinaloa, México.....	31
INGLE, J. C. Estratigrafía e historia tectónica del Neogeno en el Golfo de California.....	33
KEENAN, E. M., ORTLIEB, L. y WEHMILLER, J. F. Datación por medio de amino-ácidos de terrazas marinas cuaternarias de Bahía Asunción, Baja California Sur, México.....	35
LIRA-HERRERA, H., RAMIREZ-SILVA, G., HERRERA-FRANCO, J. y VARGAS-LEDEZMA, H. Estudio geológico de la zona geotérmica de Las Tres Vírgenes, Baja California Sur, México.....	37
MALPICA-CRUZ, V. M. y CELIS-GUTIERREZ, S. Interpretación de los procesos de disolución y precipitación observados en el estudio de microfacies de depósitos litorales en la costa occidental de Baja California Sur.....	39
MARTIN, L., DA SILVA PINTO BITTENCOURT, A. C., FLEXOR, J. M., SUGIO, K. y LANDIM-DOMINGUEZ, J.M. Movimientos neotectónicos sobre una margen continental pasiva de la región de Salvador (Brasil)..	41
MARTINEZ-HERNANDEZ, E. Palinoestratigrafía de sedimentos continentales en el Estado de Sonora, México.....	43

IV

	Página
MARTINEZ-HERNANDEZ, E., HERNANDEZ-CAMPOS, H. y VILLASEÑOR-MARTINEZ, A. B. Distribución de dinoquistes en sedimentos recientes en el Golfo de California, México.....	45
MENDOZA-GARCILAZO, L., REYES-ZAMORA, A., REICHLE, M. y BRUNE, J. La Geofísica del Golfo. Una revisión.....	47
MOLINA-CRUZ, A. Evolución oceanográfica del Golfo de California..	49
MORNER, N. A. Interacción y complejidad de los cambios del nivel del mar, movimientos verticales de la corteza y deformaciones del geóide.....	51
ORTLIEB, L. Altos niveles del mar en el Pleistoceno y movimientos verticales en la región del Golfo de California.....	53
ORTLIEB, L. Fecha y radiométrico y por medio de aminoácidos fósiles del Pleistoceno Superior en la región del Golfo de California: Resultados disponibles y problemas de interpretación.....	55
PADILLA-ARREDONDO, G., DIAZ-RIVERA, E. y PEDRIN-AVILES, S. Aspectos de sedimentación durante el Cuaternario en el área de Balandra, Baja California Sur, México.....	57
PEREZ-GUZMAN, A. M. Biostratigrafía y Paleooceanografía del Mioceno Tardío en Baja California y las Islas Marías, basado en el estudio de los radiolarios.....	59
REBOLLAR-BUSTAMANTE, C. y MENDOZA-GARCILAZO, L. Análisis de la sismicidad registrada en 1983 en el Macizo Rocoso de Baja California.....	61
ROLDAN-QUINTANA, J. y VASSALLO, L. F. Abertura continental neógena en el noroeste de México y depósitos minerales asociados.....	63
RUEDA-GAXIOLA, J. y TRINIDAD-REYES, R. La historia sedimentaria y climática de la secuencia cortada por el Pozo Extremeño 301, en el delta del Río Colorado.....	65

SHLEMON, R. J.

Evaluación geomórfica y estratigráfica de suelos de la neotectónica en el área costera de San Onofre, Condados de Orange y San Diego, California.....

Página

67

SIRKIN, L.

Estratigrafía y medios ambientes pleistocénicos avanzados de la llanura costera del México Occidental.....

69

SIRKIN, L., PADILLA-ARREDONDO, G., PEDRIN-AVILES, S., DIAZ-RIVERA, E., GAITAN-MORAN, J. & STUCKEN-RATH, R.

Depósitos marinos cuaternarios, terrazas marinas elevadas y tectonismo en Baja California Sur, México: Un informe de investigación en proceso..

71

VINAS-GOMEZ, F.

Estudio biostratigráfico basado en el nanoplanc-ton calcáreo del Pozo Extremeño N° 301, en el Golfo de California.....

73

WOODS, A. J.

Geomorfología, deformación y cronología de las terrazas marinas entre Playa Marrón y Arroyo El Saltito, en el SO de Baja California Norte.....

75

VI

INDEX

in alphabetical order of authors

	Page
AGUAYO-CAMARGO, E. Sedimentary and tectonic evolution of the Guaymas Basin, Gulf of California.....	79
ARAUJO-MENDIETA, J. Study of recent sedimentary environments in Bahia de Ballenas and Laguna San Ignacio, Baja California Sur.....	81
CELIS-GUTIERREZ, S. & MALPICA-CRUZ, V. M. Paleoecologic interpretation of the Pleistocene foraminifera from the Sonoran coast.....	83
CHOROWICZ, J. & LYBERIS, N. Structural signification of a similar carbonate crust lying along the Gulf of California and along the Gulf of Suez.....	85
COLLETTA, B. & ORTLIEB, L. Deformations of Middle and Late Pleistocene deltaic deposits at the mouth of the Rio Colo- rado, northwestern Gulf of California.....	87
COLLETTA, B., ANGELIER, J., ROLDAN-QUINTANA, J., ARRIAGA, H. & MONTAÑO, T. R. Cenozoic fault tectonics in northwestern Mexico and the opening of the Gulf of California.....	89
CONNALLY, G. G. & SULLIVAN, J. T. Inferred tectonic history of the west Mexican Coastal Plain; Mazatlan to San Blas.....	91
DEMANT, A. The Reforma Caldera, Baja California, Mexico, principal characteristics and geodynamic signi- fication.....	93
EINSELE, G. Interrelationship between sediments and crustal growth in a young spreading center (Guaymas Basin, Gulf of California).....	95
EINSELE, G. & NIEMITZ, J. Budget of post-rifting sediments in the Gulf of California and denudation rate in neighboring land areas.....	97

VII

	Page
ESTAVILLO-GONZALEZ, C. Sedimentary evolution of the province of the Colorado River in the Gulf of California NW of Mexico.....	99
FAIRBRIDGE, K. Spectrum of Lunar-Solar tides in relative sea level fluctuations.....	101
FERNANDEZ DE LA GARZA, M., SOURS-RENFREW, E. & HERNANDEZ DEL OLMO, R. The implications of seismology and geothermic- al zones in environmental planning.....	103
FREZ, J. & GONZALEZ, J. Analysis of recent data related with seismo- tectonics in the Imperial-Mexicali Valley.....	105
GONZALEZ, J., NAVA, A. & REYES, A. Foreshock and aftershock activity in the 1976 Mesa de Andrade, Mexico, earthquake.....	107
GUTIERREZ-ESTRADA, M. & CASTRO DEL RIO, A. Pleistocene terraces in the Mazatlan area, Si- naloa, Mexico.....	109
INGLE, J. C. Neogene stratigraphy and tectonic history of the Gulf of California.....	111
KEENAN, E. M., ORTLIEB, L. & WEHMILLER, J. F. Amino acid dating of quaternary marine ter- races at Bahia Asuncion, Baja California Sur, Mexico.....	113
LIRA-HERRERA, H., RAMIREZ-SILVA, G., HERRERA- FRANCO, J. & VARGAS-LEDEZMA, H. Geological study of the Tres Virgenes geo- thermal area, Baja California Sur, Mexico.....	115
MALPICA-CRUZ, V. M. & CELIS-GUTIERREZ, S. Interpretation of dissolution and precipitation process observed in the littoral deposits mi- crofacies study at the western coast of Baja California Sur.....	117
MARTIN, L., DA SILVA PINTO BITTENCOURT, A. C., FLEXOR, J. M., SUGIO, K. & LANDIM-DOMINGUEZ, J. M. Neotectonic movements on a passive continental margin: Salvador Region, Brazil.....	119

VIII

	Page
MARTINEZ-HERNANDEZ, E. Palynostratigraphy of continental sediments in Sonora State, Mexico.....	121
MARTINEZ-HERNANDEZ, E., HERNANDEZ-CAMPOS, H. & VILLASEÑOR-MARTINEZ, A. B. Dinocyst distribution in recent sediments from the Gulf of California, Mexico.....	123
MENDOZA-GARCILAZO, L., REYES-ZAMORA, A., REICHLE, M. & BRUNE, J. The Gulf geophysics. A review.....	125
MOLINA-CRUZ, A. The oceanographic evolution of the Gulf of California.....	127
MÖRNER, N. A. Interaction and complexity of sea level changes, vertical crustal movements and geoid deformations.....	129
ORTLIEB, L. Pleistocene high stands of sea level and ver- tical movements in the Gulf of California area.....	131
ORTLIEB, L. Radiometric and amino acid dating of Late Pleistocene results and problems of interpre- tation.....	133
PADILLA-ARREDONDO, G., DIAZ-RIVERA, E. & PEDRIN-AVILES, S. Aspects of sedimentation during the Quaternary in the area of Balandra, Baja California Sur, Mexico.....	135
PEREZ-GUZMAN, A. M. Late Miocene biostratigraphy and paleoceanog- raphy, based on radiolarians study, in Baja California and Islas Marias.....	137
REBOLLAR-BUSTAMANTE, C. & MENDOZA-GARCILAZO, L. Analysis of the seismicity detected in 1983 in the northern peninsular ranges region of Baja California.....	139
ROLDAN-QUINTANA, J. & VASALLO, L. F. Neogene continental opening in northwestern Mexico, and related mineral deposits.....	141

IX

	Page
RUEDA-GAXIOLA, J. & TRINIDAD-REYES, R. Sedimentary and climatic history of the sedimentary sequence crossed by the Well Extremeño 301, in the Colorado River Delta.....	143
SHLEMON, R. J. Geomorphic and soil-stratigraphic assessment of neotectonics in the San Onofre coastal area, San Diego and Orange Counties, California.....	145
SIRKIN, L. Late Pleistocene stratigraphy and environments of the west Mexican coastal plain.....	147
SIRKIN, L., PADILLA-ARREDONDO, G., PEDRIN-AVILES, S., DIAZ-RIVERA, E., GAITAN-MORAN, J. & STUCKENRATH, R. Quaternary marine deposits, raised marine terraces, and tectonism in Baja California Sur, Mexico: A report on research in progress.....	149
VINAS-GOMEZ, F. Calcareous nannoplankton in the Well Extremeño 301.....	151
WOODS, A. J. Geomorphology, deformation, and chronology of marine terraces between Playa Marron and Arroyo El Salinito, SW Baja California Norte, Mexico.....	153

EVOLUCION TECTONICO-SEDIMENTARIA DE LA CUENCA DE GUÁYMAS, GOLFO DE CALIFORNIA.

AGUAYO-CAMARGO, Eduardo.

Instituto Mexicano del Petróleo.
Av. Eje Central Lázaro Cárdenas # 152.
Col. San Bartolo Atepehuacán
07730 México D.F.

RESUMEN

La Cuenca de Guaymas, en la parte central del Golfo de California, es una cuenca oceánica activa en proceso de expansión, con tres subprovincias mayores de sedimentación, caracterizadas de acuerdo a su posición estructural y a las secuencias sedimentarias que contienen: (1) Valles por deriva activos: con una secuencia de arenas limosas, finas a muy finas, pobremente clasificadas y con fuerte tendencia hacia los tamaños finos; intercaladas con limos finos derivados del continente y mezclados con sedimentos pelágicos, formados por fangos diatomáceos. (2) Fondo oceánico: es un lugar de alta sedimentación, por lo que la frecuencia del depósito de los sedimentos terrígenos, es mas fuerte que en las otras dos provincias sedimentarias; esto se observa principalmente en la parte mas inferior de la columna estratigráfica, ya que la porción superior es litológicamente mas uniforme y consiste mayormente de fangos diatomáceos y de una menor proporción de sedimentos terrígenos interlaminados. (3) Talud: es una provincia en la que hay una zona de oxígeno mínimo, por lo que los sedimentos contienen estructuras laminares de tipo rítmico, o varvas, compuestas por fangos diatomáceos y terrígenos, con laminación gradual y cruzada.

Los terrígenos depositados durante el Holoceno y el Pleistoceno tardío, están interestratificados con laminaciones rítmicas de fangos diatomáceos, y coinciden con las épocas interglaciales, o sea, durante los episodios de ascenso del nivel del mar, quedando impresos los rasgos superficiales de origen fluvio-glacial en las partículas individuales de cuarzo, posiblemente provenientes de la alta cuenca del río Colorado.

ESTUDIO DE AMBIENTES SEDIMENTARIOS RECIENTES EN BAHIA DE BALLENAS Y LAGUNA SAN IGNACIO, BAJA CALIFORNIA SUR.

ARAUJO-MENDIETA, Juan

Instituto Mexicano del Petróleo
Av. Eje Central Lázaro Cárdenas
152
Col. San Bartolo Atepehuacán
07730 México, D. F. MEXICO

R E S U M E N

Las facies sedimentarias de este modelo, caracterizan a los ambientes de depósito recientes con precipitación de evaporitas asociadas a planicies algáceas de gran extensión y sedimentos terrígenos, en una zona tectónicamente activa.

Este modelo sedimentario se encuentra en una región que fisiográficamente es casi plana, con mínimos accidentes topográficos, clima árido con escasa precipitación anual. Los ambientes sedimentarios recientes en el área de estudio son litorales y se encuentran gobernados por procesos físico-químicos y en menor grado, por los biológicos.

La formación de grandes planicies algáceas, así como la precipitación de evaporitas se encuentran en la zona de intermarea y supramarea de las lagunas San Ignacio y la Escondida, estas planicies son inundadas por las aguas durante las mareas vivas o de primavera, las planicies algáceas están cubiertas casi totalmente por carpetas algáceas cianofícias, ya que estas plantas son las únicas que pueden resistir los cambios de salinidad y humedad existentes en la región.

La precipitación de evaporitas se localiza en las partes marginales de las planicies norte y oriental de la laguna San Ignacio y en la Salina del Cuarenta.

En los análisis de la distribución estadística de las arenas, donde se tomaron en cuenta tres parámetros estadísticos: promedio gráfico, desviación gráfica estándar inclusiva y grado de asimetría gráfica inclusiva; los ambientes sedimentarios se traslapan, por lo que el análisis solo de parámetros estadísticos, no es suficiente para discriminar ambientes sedimentarios, siendo necesario tomar otros criterios como son: estructuras sedimentarias primarias, el marco geológico regional y la geometría de los cuerpos sedimentarios.

Las evaporitas en el área pertenecen a depósitos de laguna marginal y planicies de mareas ampliamente distribuidas, así como de sabka marginal, donde solamente se precipitan minerales de cloruro de sodio y no carbonatos y sulfatos, como en los modelos del mar rojo y del Golfo Pérsico, debido a las características climáticas, fisiográficas y geológicas propias de la región.

INTERPRETACION PALEOECOLOGICA DE LOS FORAMINIFEROS
PLEISTOCENICOS DE LA COSTA DE SONORA

CELIS-GUTIERREZ, Socorro

MALPICA-CRUZ, V. M.

Instituto de Geología
Universidad Nacional Autónoma
de México
Ciudad Universitaria
Delegación Coyoacán
04510 México, D. F. MEXICO

RESUMEN

En la costa de Sonora, situada en la margen oriental del Golfo de California, varias terrazas de abrasión marina y depósitos paleolitorales fueron observados a diferentes alturas. Al norte de Punta Chueca los cortes presentan desde +1 m hasta +6 m, sobre el nivel medio del mar, siete niveles diferentes que incluyen arenas gruesas a muy finas, un conglomerado, un horizonte muy rico en algas calcáreas y dos niveles de coquina. Se identificaron 34 especies de Foraminíferos y 18 de Ostrácodos. La abundancia de Quinqueloculina viennensis, Elphidium tumidum y Textularia cf. candeiana indican un medio ambiente litoral, poco profundo y de mar abierto.

En el sur de Punta Onah el corte tiene una altitud de 3 m, donde se presentan cuatro niveles constituidos de arenas finas a medias, arenas biódetriticas y limos arcillosos rojizos. La microfauna comprende 20 especies de Foraminíferos y tres de Ostrácodos. Especies como Textularia cf. candeiana y Ammonia tepida sugieren un ambiente de zonas litorales, de aguas tranquilas y ricas en carbonatos.

En Puerto Libertad el corte estudiado presenta una altura de +6 m, con siete niveles constituidos por conglomerados marinos, areniscas, arenas y una coquina de Tagelus sp. y Chione sp.; se identificaron 29 especies de Foraminíferos y 9 de Ostrácodos. La presencia de Elphidium tumidum, Ambostracon sp. y Orionina sp., muestran un ambiente de poca profundidad, de aguas tranquilas y cálidas.

**SIGNIFICADO ESTRUCTURAL DE UN ENCOSTRAMIENTO CARBONATADO SIMILAR
EN EL GOLFO DE CALIFORNIA Y AL DEL GOLFO DE SUEZ.**

CHOROWICZ, Jean
LYBERIS, Nicolas

Département de Géotectonique
Université Pierre et Marie
Curie
4, Place Jussieu
75230 Paris Cédex 05
FRANCIA

RESUMEN

Se ha observado el mismo tipo de encostramiento carbonatado a lo largo de la costa suroccidental del Golfo de California, cerca de Santa Rosalía, y a lo largo de la parte suroeste del Golfo de Suez, cerca de Port Safaga.

En Baja California este encostramiento fue descrito primero por Wilson (1948). Aparece como una formación sedimentaria continua, con un espesor constante de 1 a 2 metros, cubriendo todos los detalles y asperezas, aun verticales, de la superficie erosional que corta la Formación Comundu. Es básicamente un depósito color marrón calcáreo-dolomítico, enriquecido en óxidos de hierro y manganeso, contiene algunos fósiles marinos y algunos guijarros volcánicos. Sepulta una estructura tectónica de bloques inclinados, indistintamente de planos de falla y superficies erosionales. Siendo cubierta discordantemente por el conglomerado de la Formación Boleo que corresponde al Mioceno superior - Pleistoceno temprano.

A lo largo del Golfo de Suez aparece en algunos lugares un encostramiento de 1 m de espesor del mismo carbonato, cargado con óxidos de hierro y manganeso dándole una coloración marrón. Está compuesta parcialmente por Estromatolitos, conglomerados y nódulos. Se encuentra pegada a todas las asperezas de una superficie erosional y localmente cubre las grandes corrugaciones verticales de un espejo de falla normal, dando la falsa apariencia de ejes verticales de pliegues. Hacia arriba, pasa a arrecifes subhorizontales de edad Mioceno Medio (ROUCHY et. al., 1983) sobre un basamento precámbrico. Arriba de este encostramiento descansan discordantemente conglomerados miocénicos.

Estos dos encostramientos son similares en naturaleza y en situación estructural. En ambos casos sepultan bloques inclinados, limitados por grandes fallas normales. Están más o menos afectadas ligeramente por pequeños movimientos normales de edad más reciente. Su posición en tiempo y espacio, para cada una de las dos áreas, Mioceno Superior - Plioceno Tardío y Mioceno Medio, muestra que fueron depositadas inmediatamente,

después de la mayor subsidencia del rift. Siguiendo precisamente al principal evento de apertura, las aguas marinas invaden las proto-rift y mientras los conglomerados son depositados en el fondo, y eventualmente se construyen arrecifes a lo largo de los bancos, localmente un encostramiento del tipo de superficie endurecida se sobrecargó de hierro y manganeso de los manantiales calientes (FREIBERG, 1983) adheriéndose a lo largo de las paredes sumergidas hasta el momento en que los conglomerados rellenan toda la depresión.

DEFORMACIONES DE DEPOSITOS DELTAICOS DEL PLEISTOCENO MEDIO Y
TARDIO EN LA DESEMBOCADURA DEL RIO COLORADO, EN LA EXTREMIDAD
NOROCCIDENTAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA.

COLLETTA, Bernard

Institut Francais du Pétrole,
1 et 4 avenue de Bois-Préau, B.P.311
92506 Rueil Malmaison (FRANCE)

ORTLIEB, Luc

ORSTOM (Institut Francais de Re-
cherche Scientifique pour le Dé-
veloppement en Coopération)
24 rue Bayard, 75008 Paris (FRANCE)

R E S U M E N

Los márgenes meridional y suroccidental de la Mesa de Sonora, al este de la desembocadura del Río Colorado, están formados por potentes secuencias de sedimentos deltaicos. En los alrededores del Golfo de Santa Clara, casi la totalidad de estas arenas y limos conglomeráticos de origen fluvial, son atribuibles al Pleistoceno Medio. La parte meridional de la Mesa de Sonora, entre Punta Gorda y Bahía Adair, está constituida por unidades interestratificadas de sedimentos marinos, estuarinos y fluvio-deltaicos; se correlaciona la unidad más reciente con testigos del máximo nivel del mar durante el último período interglacial, que se observan en varias localidades del norte del Golfo de California.

Estas secuencias deltaicas pleistocénicas han sido falladas y levantadas. Dos fases de fallamiento pueden ser distinguidas: una más antigua durante la cual fueron asociadas fallas normales y de rumbo, y una más reciente y más débil en la cual se produjeron solamente fallas normales. La disposición de las fallas más antiguas, atribuidas al final del Pleistoceno Medio, se interpreta como una red de fallas de segundo orden asociadas con la Falla de Cerro Prieto, la cual corre con rumbo NW-SE en el actual estuario del Río Colorado. La deformación de edad Cuaternario Tardío en el área ha sido puramente distensiva.

Los movimientos laterales entre las placas de Norte América y del Pacífico, en esta región, han sido concentrados en la Falla de Cerro Prieto. En alguna época al final del Pleistoceno Medio, la zona de Falla de Cerro Prieto abarcó un área de varios kilómetros de ancho, pero desde el principio del Pleistoceno Tardío, el fallamiento a rumbo ha estado restringido en la traza principal de la Falla de Cerro Prieto.

También los movimientos verticales de la parte surocciden-

tal de la Mesa de Sonora se relacionan con la actividad del fallamiento a rumbo de la Falla de Cerro Prieto. El levantamiento en forma de domo de la mesa, cerca del Golfo de Santa Clara, se produjo antes del Pleistoceno Tardío y probablemente es contemporáneo al episodio de mayor actividad tectónica en el área, del final del Pleistoceno Medio; esta surrección se ha prolongado durante el Cuaternario Tardío. La altura creciente a partir de Bahía Adair y hacia el NW, en la que se observan las capas marinas atribuidas al principio del Pleistoceno Tardío permiten determinar un levantamiento reciente (Cuaternario Tardío) del borde suroccidental de la Mesa de Sonora. Así se estimaron tasas de levantamiento de cerca de 130 mm/1000 años en el área de Punta Gorda. Estos movimientos verticales que son de una amplitud inferior a la que se suponía anteriormente (Merriam, 1965), se localizan en una pequeña área cercana a la traza de la Falla de Cerro Prieto.

TECTONICA DE FALLAS CENOZOICA EN EL NOROESTE DE MEXICO EN RELACION CON LA ABERTURA DEL GOLFO DE CALIFORNIA.

COLLETTA	Bernard	Institut Français du Pétrole 1 et 4 av. de Bois Préau 92506 Rueil Malmaison, FRANCE
ANGELIER	Jacques	Département de Géotectonique Université P. et M. Curie 4, Place de Jussieu 75230 Paris Cedex 05, FRANCE
ROLDAN	, Jaime	Estación Hermosillo Instituto de Geología, UNAM Apartado Postal 1039 Hermosillo, Sonora, MEXICO
ARRIAGA	, Hilario	Departamento de Estudios Especiales Consejo de Recursos Minerales Morelos 502. Magdalena, Sonora, MEXICO
MONTAÑO	, Tito Rey	Cobre de Hércules, S.A. Apartado Postal A 70 Hermosillo, Sonora, MEXICO

R E S U M E N

Análisis detallados del fallamiento en rocas del Neogeno y Cuaternario de Baja California y Sonora nos condujeron a distinguir dos regímenes tectónicos principales desde el Mioceno, resultando en la abertura del Golfo de California.

El más antiguo, de edad miocena media o tardía (de 10 a 8 millones de años) es de tipo puramente distencial y produce importantes basculamientos de bloques, asociado con fallas normales N-S y NW-SE. El basculamiento puede alcanzar los 45° y secciones transversales balanceadas, en las áreas de Santa Rosalía (B.C.) y Tubutama (Son.), indican una cantidad local de extensión de cerca del 40%. El esfuerzo mínimo principal (σ_3) está orientado N 060 E hasta N 080 E. Este evento tectónico está relacionado con una extensión cortical importante en la totalidad de la Provincia de Cuencas y Sierras y produce cuencas subsidentes, siendo el Golfo de California la más oriental y profunda de ellas.

El régimen tectónico más joven, el cual comenzó hace 6 m.a. está todavía activo y está caracterizado por la asociación de fallas de rumbo y movimientos distensivos. El mecanismo de las fallas de rumbo está relacionado con un esfuerzo principal pro-

medio horizontal, N-S (σ_1) y un esfuerzo mínimo horizontal E-W (σ_3) mientras que los mecanismos distensivos están relacionados con un esfuerzo principal, vertical (σ_1) y un esfuerzo mínimo principal horizontal (σ_3) orientado de E-W a WNW-ESE.

Los movimientos de rumbo importantes están confinados al Golfo de California y a sus márgenes, mientras que el fallamiento normal ocurre principalmente en Sonora, produciendo fosas elongadas N-S.

La sucesión de distintos regímenes tectónicos sugieren dos cambios principales en los esfuerzos: uno entre 10 y 8 m.a. y el otro cerca de los 6 m.a. Estos cambios pueden estar correlacionados con el movimiento de reorganización de placas observado en el noreste del Pacífico.

HISTORIA TECTONICA INFERIDA DE LA LLANURA COSTERA DEL OESTE DE MEXICO; DE MAZATLAN A SAN BLAS

CONNALLY, G. Gordon

Department of Geology
Vassar College
Poughkeepsie, NY 12601 USA

SULLIVAN, J. Timothy

5 Soth Yarrow
Lakeland, CO 80226 USA

RESUMEN

La historia reciente de la llanura costera del oeste de Mexico la cual se extiende desde Mazatlán, Sinaloa hasta San Blas, Nayarit, está relacionada al Golfo de California por una característica tectónica linear extendiéndose desde la costa pacífica de Baja California hasta la Faja Volcánica Trans-Mexicana, cerca de San Blas. Por los últimos 9,000 años o probablemente los últimos 14,500 esta llanura costera ha estado alternativamente sumergida y emergida. Durante ese tiempo el nivel del mar se elevó constantemente por los 60 metros, pero la llanura costera nunca estuvo muy lejos, arriba o abajo del nivel del mar de ese tiempo. A partir de los 14,500 (?) hasta los 8,700; 6,300 a los 5,400; 3,600 a los 1,500 y 1,200 hasta hace unos 500 años, la llanura costera estuvo escasamente sumergida. Durante estos cuatro episodios, la progradación litoral formó las unidades: Playa Inicial, Temprana, Media y Tardía, respectivamente. Los eventos progradacionales sumergentes fueron puntuados por cuatro episodios; de 8,700 a 6,300; 5,400 a 3,600; 1,500 a 1,200 y por los últimos 500 años, cuando la llanura costera estaba justo arriba del nivel del mar. Durante estos cuatro episodios los suelos: Cañas, Teacapán, Los Angeles y la Tambora fueron formados, en ese orden, sobre las cuatro unidades de playa. El levantamiento tectónico debe haber sido responsable del levantamiento gradual de la costa, con relaciones que fueron alternativamente ligeramente menores y ligeramente mayores que el del nivel del mar que avanzaba.

LA CALDERA DE LA SIERRA LA REFORMA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO. CARACTERISTICAS PRINCIPALES Y SIGNIFICACION GEODINAMICA

DEMANT, Alain

Laboratoire de Pétrologie
Faculté des Sciences et Techniques
de St-Jérôme
13397 MARSEILLE CEDEX 13 - FRANCE

RESUMEN

La Sierra de La Reforma es una amplia estructura volcánica, ubicada a 20 km al noroeste de Santa Rosalia B.C.S. Se reconoce claramente en las imágenes ERTS-LANDSAT. Esta estructura fué interpretada primero como un sistema complejo de bloques tectónicos relacionados con la apertura del Golfo de California (SCHMIDT, 1975). Estudios posteriores (DEMANT y ORTLIEB, 1979 ; DEMANT, 1981) demostraron que se trata en realidad de una típica estructura en caldera, resultando de importantes emisiones ignimbríticas de caracter comendítico. Esta estructura cuaternaria cubre las rocas volcánicas andesíticas y dacíticas de la Formación Comondú así como una secuencia pliocénica submarina constituida por pomex riolíticas en la base, basaltos y lavas intermediarias en la parte superior. Esta secuencia se acaba con emisiones aéreas de basaltos y dacitas. El volcanismo de La Reforma s.s. es posterior a la Formación Santa Rosalia, que corresponde a una terraza marina Cuaternaria, definida por WILSON (1948) en la parte alta de la Cuesta del Infierno. Una edad de ≈ 1 m.a. puede ser así atribuida a las primeras erupciones de la caldera de La Reforma. Se pueden resumir las principales fases del desarrollo de ésta de la manera siguiente : (1) las erupciones anteriores al hundimiento en caldera han producido dos tipos de lavas : extensos derrames ignimbríticos alrededor de la caldera y tambien flujos andesíticos que cubren en muchas partes las ignimbritas. Estas últimas se encuentran tambien recortadas por las fallas que limitan la parte central hundida de modo que andesitas e ignimbritas pueden ser consideradas como contemporaneas. (2) hundimiento de la parte central lo que produjo una caldera de 10 km de diametro. (3) emisiones de riolitas las cuales construyeron domos riolíticos en la parte central de la caldera. (4) levantamiento de gran magnitud de la parte central y noroeste de la caldera debido probablemente a una nueva fase de actividad en la cámara magmática. La parte levantada se encuentra limitada por fallas. El movimiento vertical alcanzó cerca de 800 metros de amplitud provocando tambien el levantamiento del margen norte-oriental de la caldera lo que es subrayado por la altura de las terrazas marinas en este sector.

Conos escoriaceos y lavas basálticas recientes se observan en las faldas orientales y meridionales de la caldera ; estas manifestaciones son claramente relacionadas con las fallas de distension que pertenecen al sistema del Golfo de California.

Del punto de vista petrográfico y mineralógico las lavas basálticas e intermediarias de La Reforma pertenecen a la serie calci-alcalina, mientras que los productos riolíticos muestran afinidades ipercalcínicas.

con la presencia de acmita normativa. Sin embargo la composición mineralógica no coincide exactamente con dicha tendencia puesto que hay plagioclasas en estas lavas y que no aparecen minerales típicamente hipercalinos como aegirina o aenigmatita.

Las lavas de la caldera de La Reforma no son las únicas rocas calcialcalinas en la región de Santa Rosalía. El estrato-volcán Cuaternario del Tres Virgenes es también calcialcalino (DEMANT, 1981 ; SAWLAN, 1981). Este vulcanismo no es típico del sistema distensivo del Golfo de California ; representa probablemente las últimas manifestaciones de la subducción miocénica de la Placa de Farallon.

DEMANT, A. and ORTLIEB, L., 1979, Plio-pleistocene volcano-tectonic evolution of La Reforma caldera, Baja California, Mexico : Intern. Union Geodesy & Geophysics, 17th Gen. Ass., Canberra, Abstr. and Tectonophysics, v. 71, p. 194.

DEMANT A., 1981, Plio-Quaternary volcanism of the Santa Rosalía area, Baja California, Mexico : In Geology of Northwestern Mexico and Southern Arizona, Field guides and papers, ORTLIEB, L. and ROLDAN, J. (Eds), p. 295-307.

SAWLAN, M.G., 1981, Late cenozoic volcanism in the Tres Virgenes area : In Geology of Northwestern Mexico and Southern Arizona, Field guides and papers, ORTLIEB, L. and ROLDAN, J. (Eds), p. 309-319.

SCHMIDT, E.K., 1975, Plate tectonics, volcanic petrology and ore formation in the Santa Rosalía area, Baja California, Mexico : Univ. Arizona, Unpubl. M.S. thesis, 197 p.

WILSON, I.F., 1948, Buried topography, initial structures and sedimentation in Santa Rosalía, Baja California, Mexico : Amer. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 32, p. 1762-1807.

INTERRELACIONES ENTRE SEDIMENTOS Y CRECIMIENTO CORTICAL EN UN
CENTRO DE DISPERSION JOVEN (CUENCA DE GUAYMAS, GOLFO DE CALIFOR-
NIA)

EINSELE, Gerhard

Geologisches Institut
der Universität Tübingen
Sigwartstraße 10
7400 Tübingen, F.R. Germany

RESUMEN

En contraste con las crestas oceánicas, donde la actividad magmática es difícilmente afectada por la lenta deposición de sedimentos, en los centros de dispersión jóvenes (tales como el de la Cuenca de Guaymas) una marcada inter-relación entre sedimentos rápidamente depositados y el magma que asciende puede ser observada. Aún cuando la carga de presión del magma basal tipo parece ser similar al de las crestas oceánicas actualmente activas (cerca de 2,500 m bajo el nivel del mar), en un centro de esparcimiento del tipo golfo, el magma raramente extruye al piso marino. En su lugar forma piques y mantos dentro de los sedimentos. El espesor de esta zona transicional entre rocas basálticas (Capa 2) y sedimentos puros (Capa 1) está principalmente controlado por la razón de sedimentación (siendo fuertemente debido a una gran proporción de material transportado por la gravedad) y la relación de esparcimiento. Puesto que la razón media de esparcimiento es aproximadamente una orden de magnitud más grande que la razón de sedimentación la zona transicional de diques-sedimentos puede alcanzar un espesor de únicamente unos cientos de metros. Esta situación es demostrada para la Cuenca de Guaymas usando los resultados de las perforaciones del Leg 64 del Programa del Glomar Challenger.

INTERRELACION DE LOS SEDIMENTOS DE POST-RIFTING EN EL GOLFO DE CALIFORNIA Y TASAS DE DENUDACION EN LAS AREAS TERRESTRES ADYACENTES.

EINSELE, Gerhard

Geologisches Institut
der Universität Tübingen
Sigwarstrabe 10
7400 Tübingen, F. R. Germany

NIEMITZ, Jeffrey

Department of Geology
Dickinson College
Carlisle, PA 17013
U. S. A.

RESUMEN

Basado en los registros sísmicos y en las curvas a profundidad de porosidad de las localidades D.S.D.P. (leg 64 + 65) se han calculado el volumen y la tasa media de sedimentación (2.8 cm/1000 años para material sólido seco) de sedimentos post-riftin en las porciones central y sur del Golfo de California de antigüedad de 4 millones de años. Investigaciones previas en los sedimentos superficiales y en los resultados obtenidos en pozos perforados, nos permite estimar la contribución de los tipos principales de sedimentos, su textura y los componentes de la interrelación de los sedimentos. Incluyendo las plataformas del protogolfo, los siguientes resultados nos pueden indicar el orden correcto de magnitud: arena 13% (!sorprendentemente bajos!), limos 48%, fracción arcillosa 39% (peso). Las tasas promedio de sedimentación (material sólido seco) son: sedimento total 3.6, material terrígeno 2.5, sílice biógeno (ópalo) 0.5, carbonato biógeno 0.25, y materia orgánica 0.35 cm/1000 años. La contribución de la plataforma, talud y sedimentos de cuenca (22, 37, 41%) al volumen total de sedimento no corresponde con la presente extensión aérea de estas zonas morfológicas (28, 51, 21%). Procesos redeposicionales han transportado los sedimentos de los taludes hacia las cuencas (produciendo turbiditas lodosas), lo que explica esta discrepancia. Si consideramos el crecimiento de un golfo post-rift de 4 millones de antigüedad hasta su presente extensión, su tasa media de sedimentación (5cm/1000 años) es aproximadamente la misma que aquella de la plataforma del protogolfo (5.8 cm/1000 años). En base al material terrígeno que ha sido introducido en el golfo, la tasa media de denudación de las áreas montañosas que drenan en las porciones sur y central del golfo, fue notablemente baja: 2 cm/1000 años para los últimos 4 m.a.

EVOLUCION SEDIMENTARIA DE LA PROVINCIA DEL RIO COLORADO EN
EL GOLFO DE CALIFORNIA, NW DE MEXICO.

ESTAVILLO-GONZALEZ, César

Instituto Mexicano del Petróleo.
Av. Eje Central Lázaro Cárde-
nas # 152
Col. San Bartolo Atepehuacán
07730 México, D.F.

RESUMEN

El complejo fluvial deltaico del Río Colorado ha depositado una secuen-
cia de sedimentos terrígenos con un espesor aproximado de 6,000 m; este es-
pesor tan potente se encuentra controlado por el rompimiento de bloques re-
gionales de basamento a profundidad, debido a la separación de la Península
de Baja California.

Del complejo deltaico se establecieron los ambientes de planicie deltaica,
frente deltaico proximal, distal y prodelta, en base a sus atributos texturales,
rasgos superficiales de granos de cuarzo, estructuras sedimentarias prima-
rias, registros eléctricos, reflejos sísmicos y variaciones de las facies sedi-
mentarias, tanto vertical como horizontalmente.

EL ESPECTRO DE LAS MAREAS SOLARES Y LUNARES EN RELACIÓN A LAS FLUCTUACIONES RELATIVAS DEL NIVEL DEL MAR

FAIRBRIDGE, Rhodes

Dept. of Geological Sciences
Columbia University
New York, N.Y. 10027, U.S.A.

RESUMEN

Las importantes fluctuaciones de largo término del nivel del mar relacionadas a mareas lunares fueron propuestas por Pettersson (1914), notablemente en la progresión del Perigeo Lunar (PPL) cada 556 años (así llamada: "Ciclo de Pettersson") la última de la cual fue observada en 1433 de nuestra era. Stacey (1963, 1967) extendió el concepto, por inclusión, con cada tercer PPL, al lineamiento de la Cuadratura de los Planetas Exteriores (1,112 años) para generar su: "Ciclo de Coincidencia Cero" de 1,668 años, usando la curva del nivel del mar, de Fairbridge, como evidencia.

Estos modelos fenomenológicos adolecían de cualquier forma de mecanismos cuantitativos explicatorios. Actualmente pueden ser adicionados algunos indicadores útiles. Currie (1975, 1976) ha demostrado periodicidades lunares en los movimientos polares y en la intensidad geomagnética. Ya que esta última modula el arribo de radiación particular solar y al mismo tiempo es responsable ante la torsión planetaria (Landscheidt, 1979, 1983), puede esperarse que sea un componente solar en la dinámica océano-atmosférica terrestre.

Las secuencias de cordones litorales tales como aquellas de Nayarit, México (Curry et al., 1967); Cabo Krusenstern,

Alaska (Moore and Giddings, 1962); Bahía de Hudson, Canada (Fairbridge y Hillaire-Marcel, 1977) y Punta Perón, Australia Occidental (Fairbridge, 1950), descubren, todas ellas, periodicidades regulares y con sugerencias luno-solares: 11.12, 18.6, 19.8, 22.24, 31, 45, 79, 89.5, 100, 178 y 556 años. En particular, los términos lunar modal y mutación-precesión (18.6) se reconocen también tanto en marcas atmosféricas como oceánicas, en la presión de la atmósfera, la temperatura y en la precipitación pluvial (Currie, 1981, 1982 y 1984) así como en los parámetros neotectónicos tales como: frecuencia sísmica, erupciones volcánicas y actividad de geysers. Las discontinuidades de los cordones litorales descubren cambios sistemáticos en los sistemas de vientos y por lo tanto en las celdas de presión global; además las mareas son aumentadas también por ciclos tormentosos, efectos estériles (temperatura del agua) y otras variables.

LAS IMPLICACIONES SISMOLOGICAS Y DE AREAS GEOTERMICAS EN EL ORDENAMIENTO ECOLOGICO DEL TERRITORIO.

FERNANDEZ DE LA GARZA, MARIO

SOURS-RENFREW, EDWIN

HERNANDEZ DEL OLMO, ROBERTO

SEDUE
DIRECCION GENERAL DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO E IMPACTO AMBIENTAL

Av. Constituyentes No. 947,
Col. Belen de las Flores
01110, México, D. F. MEXICO

RESUMEN

El Ordenamiento Ecológico del Territorio orienta sus esfuerzos hacia el uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales, incluyendo el suelo. Esto implica el estudio de factores del medio ambiente natural, social y económico dentro de un marco integral de planeación, mismo que puede ser regional en unos casos y local en otros, dependiendo del factor que se aborda.

Entre estos, los aspectos sismológicos resultan de especial importancia en los usos del suelo, especialmente en lo referente a las actividades humanas intensivas tal como áreas para asentamientos humanos, obras de gran infraestructura (presas por ejemplo), áreas industriales, etc. Los indicios de actividad sísmológica en estos casos resulta en una limitante de primer orden, ya que difícilmente tienen medidas apropiadas de mitigación.

Otro aspecto se refiere al uso de los recursos energéticos de las áreas del Mar de Cortés, mismos que son muy diversos. Van desde los tradicionales - leña y petróleo - hasta los novedosos en nuestro país - eólicos, solares, geotérmicos, etc. Entre los más interesantes en la zona son los geotérmicos que producen energía para fines urbanos, industriales y turísticos. La importancia de la energía geotérmica es su factibilidad técnica y económica demostrada, conjuntamente con su baja afectación ambiental.

Finalmente es oportuno mencionar que estos aspectos son de peso determinante en el ordenamiento ecológico de la región del Mar de Cortés, mismos que facultarán el desarrollo sostenido del área.

ANALISIS DE DATOS RECIENTES RELACIONADOS CON LA
SISMOTECTONICA DEL VALLE IMPERIAL-MEXICALI

FREZ, José

GONZALEZ, Javier

Centro de Investigación
Científica y de Educación
Superior de Ensenada, B. C.
Apdo. Postal 2732, Ensenada,
B. Cfa., 22830, México.

RESUMEN

El aumento de estaciones y de sismicidad a ambos lados de la frontera en los últimos ocho años ha permitido mejorar el estudio sismológico del Valle Imperial-Mexicali.

La sismicidad se caracteriza por ocurrir en acumulaciones, tanto en tiempo como en espacio, las que se alternan con zonas y períodos de quietud o cuasi-quietud. Durante los últimos diez años, la mayor parte de estas acumulaciones han sido enjambres que ocurren cerca de los extremos y en las zonas en que se conectan las fallas Cerro Prieto, Imperial y Brawley. En profundidad, los sismos ocurren generalmente en la capa metasedimentaria. La sismicidad menor rehuye el centro de fallas y forma nidos de actividad sísmica. Los sismos destructores, en cambio, han ocurrido alejados de los extremos de las fallas, a donde, sin embargo, las réplicas emigran rápidamente dejando un vacío de actividad en las inmediaciones de la posición de los sismos principales. La constante b de la relación Gutenberg-Richter se estima en 1.01 ± 0.10 en el rango de magnitudes 2.5 a 6.5 y en el período 1973 a 1982.

Con la estructura del Valle Imperial constreñida por los resultados de refracción sísmica, se han mejorado las determinaciones hipocentrales y, consecuentemente, las de los residuos de los primeros arribos de las ondas P y S. Se ha concluido que la razón V_p/V_s en los sedimentos difiere del valor estándar de 1.73, alcanzando un promedio de 2.0 en la parte norte de la falla Imperial y 2.2 en su conjunción con la de Cerro Prieto. Se observa la presencia de otros arribos secundarios y se discute su identificación y posible aplicación en estudios de estructura. Se describen y discuten diversos experimentos numéricos hechos con sismogramas sintéticos, con modelos de estructuras y focos sísmicos apropiados para la región; en especial, se presentan resultados relacionados con el modelado de los arribos secundarios y de la coda en la presencia de gruesos sedimentos, con bajos valores de la velocidad de onda S y mostrando el efecto de la atenuación.

Se presenta gráficamente un catálogo de mecanismos focales. Las soluciones son de dos tipos, correspondientes ya sea a fallas de rumbo o normales. Se discute la significación tectónica de la distribución de los mecanismos focales y se resume las evidencias respecto a la propagación de las fracturas en los tres sismos destructivos ocurridos últimamente en el Valle Imperial-Mexicali.

Se discute la conexión entre los resultados sobre sismicidad y mecanismos focales; en particular, se analiza las características de los enjambres, haciéndose una comparación de ellos con los que ocurren en otros lugares de ambas Californias y el Golfo. También se recalca la posibilidad de completar estudios de microzonificación, siendo uno de los más interesantes el que corresponde a la zona de yuxtaposición entre las fallas Imperial y Cerro Prieto.

ACTIVIDAD PREMONITORIA Y REPLICA DEL SISMO MESA DE ANDRADE,
MEXICO, DE 1976

GONZALEZ , Javier

CICESE
Apdo. Postal 2732
Ensenada, B. C. 22000 MEXICO

NAVA , Alejandro

IIMAS, UNAM
Ciudad Universitaria
04510 México, D. F., MEXICO

REYES , Alfonso

CICESE
Apartado Postal 2732
Ensenada, B. C. 22000 MEXICO

RESUMEN

El estudio de las réplicas del sismo de Mesa de Andrade del 7 de Diciembre de 1976 ($M_s=5.3$, $M_s=5.7$) ocurrido en la falla de Cerro Prieto en el Delta del Río Colorado, indica un mecanismo de falla transcurrente simple. El plano de falla definido por las réplicas es esencialmente vertical con una proyección superficial 1.5 km al suroeste de la traza superficial de la falla de Cerro Prieto. El evento principal fue complejo y consistió de dos eventos grandes. Los hipocentros de las réplicas están distribuidos en 2 agrupamientos separados por un hueco que sugiere una barrera sin romper.

Localizaciones basadas en tiempos de arribo, usando estaciones situadas tanto en los sedimentos deltaicos como en los afloramientos del basamento, indican correcciones por estación del orden de 0.7 segundos (asumiendo un modelo de velocidades de capas planas). Se encuentran diferencias de 10-15 km entre epicentros obtenidos usando solo estaciones estadounidenses y los obtenidos incluyendo datos de estaciones mexicanas.

La actividad premonitora, registrada por una red portátil, se localiza en una zona que coincide con el agrupamiento de réplicas situado al norte. El comienzo abrupto de la actividad de preeventos enfatiza la importancia del continuo monitoreo del área del Delta del Río Colorado en cualquier plan de estudios de riesgo sísmico.

TERRAZAS PLEISTOCENICAS EN EL AREA DE MAZATLAN, SINALOA, MEXICO

GUTIERREZ-ESTRADA, Mario

CASTRO DEL RIO, Alberto

Instituto de Ciencias del Mar
y Limnología, UNAM
Estación Mazatlán
Explanada de la Azada y Cerro
del Crestón
Apartado Postal 811
Mazatlán, Sinaloa 82240 MEXICO

RESUMEN

Se presentan las características petrográficas, sedimentológicas y morfológicas de antiguos ambientes litorales cercanos al área de Mazatlán, Sinaloa. Estos depósitos corresponden a estadios del nivel del mar superiores al actual y están constituidos de areniscas, areniscas conglomeráticas y conglomerados. La asociación faunística debido al clima extremoso no permite establecer una identificación adecuada. Su edad relativa está asociada a eventos climáticos, que motivaron una cobertura de caliche y disolución de carbonato de calcio. Se presentan en la descripción algunos casos de estructuras secundarias, así como los basamentos que las sostienen y las relaciones con procesos de aluviación y "antigua" y "reciente". Se compara la evolución geológica que han sufrido durante el Cenozoico tardío las costas de Sinaloa, Sonora y Baja California.

ESTRATIGRAFÍA E HISTORIA TECTÓNICA DEL NEOGENO EN EL GOLFO DE CALIFORNIA

INGLE, James C.

Department of Geology
School of Earth Sciences
Stanford University
Stanford, California 94305
U. S. A.

RESUMEN

Sedimentos marinos y terrestres que abarcan del Oligoceno al Pleistoceno y que afloran en las márgenes del Golfo de California y la adyacente Cuenca de Salton registran la extensión inicial y la posterior evolución tectónica, depostacional y oceanográfica de estas cuencas juveniles.

Algunas de las áreas con secuencias estratigráficas importantes en este respecto son, de norte a sur: San Gorgonio Pass y Fish Creek Mountains en California, E.E.U.U., además de San Felipe, Isla Angel de la Guarda, Isla Tiburón, Santa Rosalía, Bahía Concepción, Loreto, Isla del Carmen, San Juan de la Costa, Istmo de la Paz, Cuenca de San José del Cabo, Isla María Madre y Punta Mita en México. Se encuentra información adicional en perfiles sísmicos de reflexión, muestra de fondo y núcleos dentro del Golfo, pozos exploratorios y geotérmicos en tierra, además de análisis detallados de las localidades del D.S.D.P. 474, 475, y 476 en textremo sur del Golfo y la 479 en la región central mismo. Las características faunísticas y estratigráficas de todas estas secuencias documentan varios episodios de extensión, subsidencia marginal, separación, plegamiento y sedimentación. Discordancias regionales indican eventos tectónicos regionales durante el Mioceno temperano, Mioceno tardío, Plioceno medio y Pleistoceno.

Las fases más tempranas de extensión y formación de la cuenca se hallan registradas en unidades de capas rojas terrestres y lacustres con interestratificaciones volcánicas, abarcando del Oligoceno al Mioceno medio (?). Las historias paleobatimétricas y la información faunística disponible indican una invasión marina de la boca del Proto-Golfo a principios del Mioceno tardío (ca. 9 Ma). Posteriormente (hace 7-7 Ma), la transgresión marina se extendió aproximadamente 1800 km hacia el norte. Los depósitos marinos y terrestres del Proto-Golfo fueron afallados y deformados al finalizar el Mioceno tardío (ca. 5 Ma), conforme las márgenes subsidan y se creaban cuencas or la acción de dilatación de la nueva Cresta del Golfo; creándose el sistema de fallas de transformación durante el Plioceno. La extensión del fondo marino a lo largo del sistema de cuencas y fallas de transformación origino un evento tectónico regional durante el Plioceno medio (ca. 3.2 Ma) y otro al final del Pleistoceno medio que levantó varias islas

dentro del Golfo y deformó grandes áreas del oriente de Baja California y la Cuenca de Salton. Secuencias marinas deformadas que abarcan del Mioceno al Pleistoceno inferior están cubiertas por capas Pleistocénicas marinas y aluviales que presentan poca o ninguna deformación.

DATAACION POR MEDIO DE AMINO-ACIDOS DE TERRAZAS MARINAS CUATERNARIAS DE BAHIA ASUNCION, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO

KEENAN, Everly M.

Shell Development Co.
P. O. Box 481
Houston, Texas
77001, U.S.A.

ORTLIEB, Luc

Office de la Recherche
Scientifique et Technique
Ouvre-Mer
24, Rue Bayard
75008 Paris, France

WEHMILLER, John F.

Department of Geology
University of Delaware
Newark, Delaware
19711, U.S.A.

RESUMEN

En el área de Bahía Asunción, en la costa pacífica de la Península de Baja California, dataciones por raceminización de aminoácidos han sido usados para estimar edades de moluscos provenientes de terrazas marinas cuaternarias. Dieciocho muestras de moluscos (de los géneros Tivela, Saxidomus, y Chione) provenientes de diez localidades han sido analizadas. La temperatura alta de esta región (media anual más grande que 20° C) ha provocado una raceminización importante en localidades que son consideradas del Pleistoceno tardío.

La raceminización para la mayoría de los aminoácidos, llega a ser completa alrededor de los 300,000 años. Dos aminoácidos, leucina y valina, demuestran bastante "poder de resolución" para ser usados para delinear diferentes grupos de edades entre las terrazas. Si se toman en cuenta los datos estratigráficos y geomorfológicos disponibles las terrazas perteneciendo a es-

tos grupos aparecen en orden de edad creciente. Las edades estimadas para los tres grupos amino-estratigráficos reconocidos en este estudio son aproximadamente 120,000; 200,000 y 300,000 años.

ESTUDIO GEOLOGICO DE LA ZONA GEOTERMICA DE LAS TRES VIRGENES,
BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO

LIRA-HERRERA, Héctor	Comisión Federal de Electricidad
RAMIREZ-SILVA, Germán	Gerencia de Proyectos Geotermo- eléctricos
HERRERA-FRANCO, Juan	Departamento de Exploración
VARGAS-LEDEZMA, Héctor	Centro Financiero de Michoacán Av. Las Camelinas # 3527 Morelia, Michoacán, MEXICO

RESUMEN

Aparatos volcánicos de edad cuaternaria y composición andesítica, conocidos como Las Tres Vírgenes y El Azufre, se localizan al noroeste de la población de Santa Rosalía, B.C.S., a la altura del paralelo 27°30'. Nueve zonas de manifestaciones termales con una temperatura promedio de 90°C, se localizaron en la porción noreste del volcán El Azufre asociadas a un sistema de fallas de orientación NW-SE que se intersecta con un sistema NE-SW. Los análisis geoquímicos de dos manifestaciones permiten inferir la existencia de un reservorio de vapor dominante a profundidad.

La base de la secuencia geológica en el área está representada por una brecha volcánica que forma parte de la Formación Comondú, la cual se encuentra cubierta por los derrames andesíticos Santa Lucía y los basaltos La Esperanza. Areniscas conglomeráticas y fosilíferas, probablemente del Plioceno, afloran al noreste del volcán El Azufre. Sobreyaciéndolas, se presenta el complejo volcánico de la sierra de El Aguajito, que varía de basaltos a andesitas, con un alcance del Plioceno Medio al Superior. Al sureste del volcán Las Tres Vírgenes se presentan los depósitos piroclásticos (ash flow tuff) y basaltos del complejo La Reforma. Casi contemporáneamente, aparecen las rocas del Complejo Tres Vírgenes, extruidas por los volcanes Las Tres Vírgenes y El Azufre y por conos satélites que presentan una alineación predominante norte-sur. El volcán El Azufre está constituido por rocas dacíticas y andesíticas, que a su vez son la base del vulcanismo cuaternario. El volcán Las Tres Vírgenes, por su parte, presenta en su base basaltos de olivino, pero en su gran mayoría está compuesto por derrames andesíticos que han sido extruidos en diferentes etapas, siendo su composición muy semejante.

El principal sistema de fracturamiento regional está caracterizado por fallas y fracturas normales de rumbo predominante NW-SE, representado por la falla Tres Vírgenes la cual,

junto con el sistema de fallas normales que dan origen al cañón del Azufre, conforma un graben. La fractura regional inferida de rumbo N-S, si intersectarse con el sistema NW-SE, creó zonas de debilidad favorables para el ascenso del magma, lo cual dio origen al Complejo Volcánico de Tres Vírgenes.

Como remanente de los últimos eventos volcánicos, parece haberse originado un sistema geotérmico activo a profundidad con temperaturas probablemente superiores a los 200°C -según los análisis geoquímicos-, cuyas manifestaciones superficiales incluyen manantiales, suelos vaporizantes y zonas de alteración hidrotermal (silicificación, caolinización). Estas manifestaciones terminales están controladas por la intersección de las estructuras del sistema NW-SE con las del sistema NE-SW, de edad más reciente.

**INTERPRETACION DE LOS PROCESOS DE DISOLUCION Y PRECIPITACION
OBSERVADOS EN EL ESTUDIO DE MICROFACIES DE DEPOSITOS LITORALES
EN LA COSTA OCCIDENTAL DE BAJA CALIFORNIA SUR**

MALPICA-CRUZ, Víctor M.

CELIS-GUTIERREZ, Socorro

Instituto de Geología
Universidad Nacional Autónoma
de México
Ciudad Universitaria
Delegación Coyoacán
04510 México, D. F., MEXICO

RESUMEN

La región estudiada se encuentra localizada en la costa occidental de Baja California, en su porción central-sur, donde existen a diversas altitudes y con espesores variables, diversos afloramientos de depósitos marinos bien conservados atribuidos a diversas transgresiones marinas cuaternarias. Los depósitos paleolitorales se presentan en forma de cordones paralelos a la costa actual, llegando a presentarse hasta nueve de éstos en algunos lugares, cuyas alturas varían entre 5 y 90 m.

El estudio de las microfacies permitió conocer diferentes procesos diagenéticos que han actuado sobre estos depósitos constituidos principalmente por areniscas y conglomerados de playa bien consolidados, con abundante macrofauna y escasa microfauna, presentándose ésta muy retrabajada o rota. Estos procesos diagenéticos se han efectuado en un medio subaéreo. La litificación principia generalmente en un medio marino poco profundo y se desarrolla marcadamente después de la emersión de los sedimentos debido a la circulación de agua meteórica y a las variaciones del nivel freático, que provocan una disolución de carbonatos orgánicos, principalmente en las conchas fósiles.

En los depósitos más antiguos se pusieron en evidencia diversas disoluciones y recristalizaciones sucesivas del cementante, epigénesis de granos de cuarzo y feldespato y enalichamientos relacionados con cambios climáticos cuaternarios.

MOVIMIENTOS NEOTECTONICOS SOBRE UNA MARGEN CONTINENTAL PASIVA
DE LA REGION DE SALVADOR (BRASIL)

MARTIN, Louis	Mission ORSTOM, CNPq Observatório Nacional, Rua General Bruce 586 Rio de Janeiro, BRESIL
DA SILVA PINTO BITTENCOURT, Abilio Carlos	Programa de Pesquisa e Pós-Graduacao em Geofísica e Instituto de Geociencias, Universidade Federal de Bahia, Salvador, BRESIL
FLEXOR, Jean-Marie	CNPq Observatório Nacional, Rua General Bruce, Rio de Janeiro, BRESIL
SUGUIO, Kenitiro	Instituto de Geociencias, Universidade de Sao-Paulo, C. P. 20899, Sao Paulo, BRESIL
LANDIM-DOMINGUEZ, José María	Programa de Pesquisa e Pós-Graduacao em Geofísica e Instituto de Geociencias, Universidade Federal de Bahia, Salvador, BRESIL

RESUMEN

Los márgenes continentales del tipo atlántico se consideran generalmente como estables y sísmicamente inactivos. Sin embargo, la morfología actual de algunas partes de la costa del Estado de Bahía, situadas sobre la cuenca sedimentaria de Reconcavo, muestran una actividad neotectónica reflejada en el descenso de antiguas líneas de costa. Esta actividad está relacionada con la reactivación, durante el Cuaternario, de fallas que limitan distintos bloques corticales que conforman la cuenca sedimentaria y cuyos movimientos no son uniformes dentro de ella.

PALINOESTRATIGRAFIA DE SEDIMENTOS CONTINENTALES EN EL
ESTADO DE SONORA, MEXICO

MARTINEZ-HERNANDEZ, Enrique

Instituto de Geología
Universidad Nacional Autónoma
de México
Ciudad Universitaria
Delegación Coyoacán
04510 México, D. F. MEXICO

RESUMEN

Este trabajo está basado en el estudio palinológico de muestras colectadas en la formación Baucarit, al NE de Hermosillo, y la Formación Tubutama; también se estudian los aluviones de los alrededores de la ciudad de Hermosillo.

La naturaleza del muestreo, aunada a la falta de reconocimiento geológico, no permite establecer una bioestratigrafía definida, por lo que en esta primera fase se dan únicamente a conocer las polen esporas que están presentes y que potencialmente pueden ser importantes en la datación y palinoestratigrafía informal de las rocas de facies continentales en el estado de Sonora.

En la Cuenca Tubutama, la existencia de granos de polen tricolporados y triporados, mas *Proteacedites* sp. y *Mumipites* sp., señalan que durante el Mioceno, el clima era más húmedo la mayor parte del año en esta parte del desierto sonorense; pero la presencia de granos de polen chenopodiáceas y compuestas evidencia ya el desarrollo de un clima con veranos cálidos y secos. Desde el punto de vista fitogeográfico, estas evidencias corroboran la presencia de elementos xerofíticos en la flora Madro-Terciaria, desde el Oligo-Mioceno en Sonora.

En la Formación Baucarit, la mayoría de las unidades estudiadas - de probable edad pliocénica o pleistocénica - los conjuntos palinológicos más frecuentes son los granos de Compositae, Gramíneas y Chenopodiáceas; junto con la esporádica presencia de granos de polen de Liliáceas, Aráceas, Selicáceas y Nictagináceas y la *Alnus* sp.

En las muestras de probable edad holocénica, Pb-2380 al 2390 - la persistencia del grupo de las Chenopodiáceas, compuestas y gramíneas va aunada a una gran diversificación en el tipo y número de taxa con la desaparición de *Alnus* sp.; lo

que nos indica el aumento de aridez climática durante el Holoceno en la región del desierto sonorense y el establecimiento de comunidades de vegetación xerófila.

Se concluye que los aluviones de gran diversidad palinológica son de edad holocénica por la abundancia y diversificación de los grupos de Chenopodiaceas, Compuestas, Gramíneas y árboles, lo que va aunada a la desaparición de Alnus sp. y Pinus sp. en la lluvia polínica; lo que contrasta con las muestras de la Formación Baucarit, donde en ocasiones aparece Alnus sp. y no existe la diversidad de los grupos mencionados.

DISTRIBUCION DE DINOQUISTES EN SEDIMENTOS RECIENTES EN EL GOLFO DE CALIFORNIA, MEXICO

MARTINEZ-HERNANDEZ, Enrique
HERNANDEZ-CAMPOS, Héctor
VILLASENOR-MARTINEZ, Ana B.

Instituto de Geología, UNAM
Ciudad Universitaria
04510 México, D. F.
MEXICO

RESUMEN

Los resultados preliminares presentados en esta investigación, se basan en el estudio palinológico de 47 muestras de sedimentos superficiales colectadas en el crucero BAP 83 que abarcó desde los 30° latitud N (cuenca Salsipuedes) hasta los 23° 41' latitud N (Boca del Golfo de California). Al analizarse las muestras se encontró que la mayoría de éstas presentaban dinoquistes.

En total se recuperaron 29 morfotipos de dinoquistes. Entre los taxa, hasta ahora identificados, se encuentran: Achomosphaera ramulifera, Achomosphaera spp., Hemicystodinium spp., Lingulodinium spp., Nemathosphaeropsis labyrinthea, Operculodinium centrocarpum, Operculodinium israelianum, Operculodinium spp., Protoperidinium conicum, Protoperidinium stellatum, Spiniferites bentori, Spiniferites mirabilis, Spiniferites ramosus, Spiniferites scabrata, Stelladinium reidi, Tuberculodinium vancampoe, y los dinoquistes tipo B, C y D de Reid & Harland (1977). Examinando la sistemática de las especies mencionadas, se concluye que en el área del golfo predominan los dinoquistes de afinidad goniatolacaceae sensus Wall & Dale (1968).

Los dinoquistes están presentes en número variable, tanto en sedimentos laminados como sedimentos no laminados, sin estar restringidos a ningún tipo particular de facie sedimentaria; si bien los conjuntos de dinoquistes más diversos y abundantes se encuentran en sedimentos no laminados.

En cuanto a la cantidad de dinoquistes por gramo de sedimento, la distribución es aleatoria, no encontrándose relación entre la cantidad absoluta de dinoquistes y la batimetría. Tampoco se encontró ninguna tendencia a la disminución en la cantidad de dinoquistes hacia las costas. Por último en las zonas de surgencia, no existe un aumento significativo en el número de dinoquistes, manteniéndose el patrón de abundancia que existe en el resto del golfo.

En conclusión, los patrones de distribución masiva de dinoquistes no puede ser generalizada, probablemente debido a los complejos sistemas hidrológicos que operan en el golfo, los cuales influyen en la transportación y la depositación de los dino-

quistes, dando como resultado que los conjuntos originales de estos microorganismos se mezclen secundariamente, constituyéndose así por fenómenos tafonómicos -tanatocenosis alóctonas de dinoquistes.

En el Golfo de California, la mayor parte de las especies tienen una amplia distribución, sin embargo algunas especies en determinadas áreas llegan a presentarse en un porcentaje elevado, por lo que en este tipo de situaciones los conjuntos dinoquísticos dominados por algunas especies, podrían estar reflejando las condiciones oceanográficas de la región. Así por ejemplo los conjuntos de dinoquistes en fosforita se caracterizan por la abundancia de Spiniferites ramosus, Nematosphaeropsis labyrinthica, Operculodinium centrocarpum y Lingulodinium spp.; mientras que en sedimentos limo-arcillosos en la cuenca de Guaymas, los conjuntos se distinguen por frecuencias altas del dinocisto tipo C de Reid & Harland (1977).

Se resalta la importancia en el conocimiento de los dinoquistes recientes del Golfo de California, para que en un enfoque interdisciplinario contribuir al conocimiento en el origen del golfo, la génesis de las fosforitas presentes en el golfo, de los cambios climáticos durante el Neogeno y contribuir a la determinación de cambios de productividad en la evolución del Golfo de California.

Considerando que el muestreo en el que se basa esta investigación, estuvo limitado a ciertas profundidades, los resultados aquí expresados de ninguna manera son definitivos por lo que futuros trabajos complementarán o modificarán los planteamientos propuestos.

LA GEOFISICA DEL GOLFO. UNA REVISION.

MENDOZA-GARCILAZO, Luis

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

REYES - ZAMORA, Alfonso

Espinoza No. 843
22800 Ensenada, B.C. México.

REICHLÉ, Michael

Institute of Geophysics and
Planetary Physics, Scripps
Institution of Oceanography
University of California, S.D.
La Jolla, Calif. 92093, USA.

BRUNE, James

RESUMEN

Los rasgos batimétricos más sobresalientes en el Golfo de California lo constituyen los escarpes de falla. Estos escarpes se encuentran separados entre sí por depresiones submarinas, formando un arreglo en echelón (en escalón) típico de fallas transformes. Las depresiones han sido interpretadas como centros de acreción de corteza oceánica.

En la parte norte del Golfo, debido a la alta razón de sedimentación estas fallas transformes y centros de acreción no se encuentran bien definidas. Moore (1973) supone que esta gran cantidad de sedimentos depositados tienen influencia sobre la estructura que se ha formado desde el inicio de la apertura del Golfo. En la parte central y sur del Golfo, Sharman (1976) en un intento de explicar algunas complejidades encontradas en la fisiografía de los centros de acreción propone un modelo en el que supone que estos centros están sujetos a migraciones o "saltos" en tiempo y espacio.

Los estudios de Larson (1968, 1972) en la boca del Golfo registrando el magnetismo remanente en las rocas del piso oceánico lo llevan a concluir que la apertura del Golfo se inició hace 4 millones de años, a una razón promedio de 6 cms. por año. Estudios de flujo de calor fueron conducidos por Lawver sobre las depresiones submarinas, encontrando que los valores más altos de calor ocurren al alejarse de los centros de acreción, concluyendo que la mayor parte de calor escapa a través de las fallas transformes por circulación hidrotermal.

A la fecha, los estudios sismológicos han dado la mayor

información para confirmar la evolución tectónica propuesta para el Golfo. La mayoría de la sismicidad ocurre en el Golfo en forma de enjambres de eventos sísmicos y ellos están asociados a los grabens dentro de las depresiones submarinas, confirmando la hipótesis que este tipo de actividad se encuentra asociada a centros de acreción o dispersión de corteza oceánica. La ocurrencia de fuertes terremotos, como ha sido demostrado por las localizaciones de sus réplicas, está asociada con los escarpes de falla. Sus planos de falla indican movimiento de deslizamiento entre bloques en una dirección paralela a la falla.

Algunas complicaciones se encontraron al no coincidir exactamente las localizaciones y planos de falla con la batimetría de los escarpes de falla lo cual refleja el hecho de que la tectónica del Golfo de California no se encuentra completamente estabilizada. Reichle (1976) examinó el deslizamiento sísmico histórico en el Golfo, para el período de 1918 a 1974 usando el método de momento sísmico de Brune (1968). Toda la sismicidad registrada es equivalente a una razón de deslizamiento sísmico de 6.1 cm/año, sobre una longitud aproximada de falla de 880 kms. y 3 kms. de ancho, consistente con las mediciones mencionadas anteriormente hechas en la boca del Golfo. Por supuesto, existen incertidumbres en estos cálculos y el error puede ser hasta de más ó menos un factor de dos.

El hecho que el Golfo de California sea una cuenca oceánica relativamente joven y en evolución, ofrece una oportunidad casi única de investigación en materia de tectónica de placas.

EVOLUCION OCEANOGRAFICA DEL GOLFO DE CALIFORNIA

MOLINA-CRUZ, Adolfo Instituto de Ciencias del Mar y
Limnología, UNAM
Ciudad Universitaria
04510 - México, D. F.

RESUMEN

De acuerdo a datos micropaleontológicos y sedimentológicos, el Golfo de California es una cuenca oceánica "joven" que inició su formación hace aproximadamente 5 millones de años. Durante ese tiempo, su régimen climático-oceanográfico fue subtropical como lo es en el presente. Sin embargo, las incursiones de la Corriente de California y los procesos de surgencias costeras, que "hoy" son comunes, no fueron establecidos sino hasta el Pleistoceno temprano.

Las surgencias costeras ocurren tanto en el margen occidental (en verano) como en el margen oriental (en invierno) del Golfo. En el lado occidental, cerca de la boca del Golfo, hay una influencia más directa de la Corriente de California en los procesos de surgencias, formando "frentes oceánicos" e incrementando la productividad primaria. Este hecho, acoplado a condiciones de gran preservación de materia orgánica en los sedimentos (la capa mínima de oxígeno incide sobre el fondo del talud continental), así como también a una dilución mínima por clásticos terrígenos, ha inducido a la acumulación de nódulos de fosforita en varias localidades.

Las deducciones hechas han sido desarrolladas analizando la distribución geográfica y estratigráfica de conjuntos de radiolarios, definidos mediante modelos matemáticos.

**INTERACCION Y COMPLEJIDAD DE LOS CAMBIOS DEL NIVEL DEL MAR,
MOVIMIENTOS VERTICALES DE LA CORTEZA Y DEFORMACIONES DEL
GEOIDE**

MÖRNER, Nils-Axel

Geological Institute
S-10691 Stockholm, SUECIA

RESUMEN

La deformación del geoide con el tiempo - tanto en los océanos como en los continentes - es un nuevo factor (Mörner, 1976) en la geofísica y geodinámica de la tierra. Los cambios del paleo-geoide han alcanzado grandes proporciones (10 mm/año parecen haber ocurrido comúnmente) y significantes gradientes (algunos metros por km parecen comunes).

La antigua teoría de la eustasia implica que el nivel oceánico eustático fue desplazado simultáneamente, tanto hacia arriba como hacia abajo, en todo el globo. Debido a las deformaciones del geoide, sin embargo, dos niveles eustáticos nunca son completamente paralelos (pero pueden diferir significativamente y a veces ser de signo opuesto).

La antigua teoría de movimientos verticales de la corteza implica que siempre fue ésta la que se movió (elevó o bajó). Debido a las deformaciones del geoide, no obstante, un movimiento vertical de ella pudo también originar un cambio del nivel de referencia, por ejemplo el geoide.

Los cambios del nivel en áreas costeras son el resultado de la compleja interacción entre las variaciones de los niveles de la superficie del mar y la superficie de la tierra, los cuales son controlados por distintos procesos (como se ilustra abajo). Lo que se observa es sólo el efecto neto de estas variables, por ejemplo, los cambios relativos del nivel del mar.

Cambios en nivel

Tectono-eustasia			Tectónica
Eustasia glacial			Isostasia
Eustasia geoidal	Mar	Tierra	Deformación del geoide
Superficie dinámica del mar			



Cambios en el nivel relativo observado

Para mayores discusiones, ver Mörner (1976, 1980, 1981a, 198ab, 1983a, 1983b, 1984).

Los cambios en el nivel de la tierra o del nivel de la corteza ocurren ya sea por elevación o descenso de la última, o por elevación y descenso del nivel de referencia (el geoide), o bien, una combinación de ambos (como se ilustra abajo). Un levantamiento (o hundimiento) de la corteza siempre es relacionado con un descenso (o elevación) del geoide. Una rápida deformación del geoide (debido a rápidos cambios subcrustales en la distribución de densidad) afectarán primero y directamente al geoide, o sea, el nivel de referencia (posteriormente es probable se produzcan ajustes menores de la corteza). Para mayores discusiones, ver Mörner (1976, 1980, 1983a, 1983b, 1984).

Cambios en el nivel de la corteza

Elevación de la corteza	Elevación	Descenso	Elevación del geoide
Descenso de la corteza	Elevación	Descenso	Descenso de la corteza

↓
Cambios absolutos en el nivel de la corteza
con respecto al nivel de referencia

↓
Interacción con los cambios del nivel del mar

↓
Cambios relativos observados en el nivel del mar

Los análisis del paleo-geoide han demostrado que es necesario abandonar el viejo concepto de un interior de la tierra convertido muy lento a favor de un nuevo concepto de una tierra "altamente dinámica"; en la cual los procesos internos son capaces de cambiar mucho más rápidamente que lo que se pensaba y donde varios procesos y fuerzas geofísicos son interrelacionados en un sistema complejo de interacción (Mörner, 1978, 1984b). Después de sustraer o considerar los efectos tectónicos y los cambios en el volumen del agua oceánica (eustasia glacial) y en el volumen de la cuenca oceánica (tectono-eustasia), el análisis del paleonivel del mar ofrece un nuevo - y muy poderoso - medio de estudio del interior de la tierra (Mörner, 1984a).

ALTOS NIVELES DEL MAR EN EL PLEISTOCENO Y MOVIMIENTOS
VERTICALES EN LA REGION DEL GOLFO DE CALIFORNIA

ORTLIEB, Luc

ORSTOM (Institut de Recherche
Scientifique pour le Develop-
pement en Cooperation)
24 rue Bayard
75008 Paris, FRANCIA

RESUMEN

Un estudio general de las terrazas marinas pleistocénicas a lo largo de las costas del Golfo de California y de la península de Baja California, proporciona datos útiles para interpretar los movimientos verticales relativos que han actuado durante el Cuaternario en esta región en el límite entre las placas del Pacífico y de América del Norte.

Si se considera que la diferencia de altura entre una línea de costa antigua y el nivel del mar actual resulta esencialmente de movimientos verticales (ausencia de cambios paleogeoidales, validez de la comparación de las posiciones de niveles marinos interglaciales, etc.), y si se conoce la edad de la paleo-línea de costa, es posible estimar la amplitud y la tasa promedio de levantamiento de la zona estudiada. Desafortunadamente la edad de las líneas de costa pleistocénicas, particularmente de las que son anteriores al último período interglacial, casi nunca puede ser determinada con precisión. Para enfrentar estas dificultades, se han usado dos metodologías: el estudio de la terraza marina más reciente y el estudio de series de líneas de costa.

El primer tipo de estudio consiste en comparar las alturas en donde se observan testigos del nivel del mar más alto contemporáneo al último período interglacial; estos restos están mejor preservados que las líneas de costa pleistocénicas más antiguas, y son relativamente fáciles de identificar como pertenecientes a la terraza marina más reciente. Por supuesto, esta investigación solamente proporciona información sobre los movimientos verticales del Pleistoceno tardío.

A través de un estudio de cerca de 120 localidades a lo largo de las costas de Baja California y Sonora, se pone en evidencia que la línea de costa que corresponde al máximo alcance de la transgresión del último interglacial, aparece generalmente conservada entre +6 y +9 m. Excepto en algunas zo-

nas afalladas, en donde esta línea de costa se presenta a alturas superiores a los +20 m, la Península de Baja California y la costa oriental del golfo, parecen haber sufrido pocos movimientos corticales verticales durante el Cuaternario tardío. Las tasas de levantamiento elevadas (400 mm a $10,000 \text{ mm}/10^3$ años) que se reportan en el sur de California, parecen estar limitadas a la zona del extremo noroeste de Baja California, al norte de la Falla Agua Blanca.

Series de líneas de costa pleistocénicas registrando movimientos verticales positivos, más o menos continuos, de zonas costeras fueron encontrados principalmente en las regiones central-oriental (Santa Rosalía) y central-occidental de Baja California (Península de Vizcaíno). En la costa oriental del Golfo de California, no existen tales series de terrazas y las líneas de costa pleistocénicas más antiguas, que son escasas, se observan a alturas inferiores a +10 m. A lo largo de las costas de Baja California (aparte de las zonas centrales), el reducido número de terrazas dispuestas en escalón, se debe esencialmente a las malas condiciones de preservación de restos litorales, aunque en algunos casos puede estar relacionado con una ausencia de movimientos verticales.

En el área de Santa Rosalía, una serie hasta de nueve terrazas principales, separadas por diferencias de altura de 10-30 m (rango total de +10 a +200 m) se han correlacionado tentativamente con casi todos los interglaciales definidos por la curva isotópica del núcleo V28-238 (Shackleton y Opdyke, 1973). Se supone que estas terrazas son los restos de nueve períodos de alto nivel marino que se sucedieron durante el último millón de años.

Al sur de Santa Rosalía, en Punta Chivato y en Bahía San Sebastián, fueron observadas series comparables de línea de costa y de terrazas marinas con alturas que varían de 0 a +75 m. En la Península de Vizcaíno se presentan secuencias de terrazas marinas y de cordones litorales entre 0 y +120 m de altura (Bahía Asunción, Punta Eugenia, Campito, etc.).

La información disponible sugiere que un número máximo de 10 períodos de alto nivel marino pleistocénicos han sido registrados en esta región, y que éstos se sucedieron en el último millón de años. Si son correctas estas hipótesis, se calcula que las tasas promedio de levantamiento han variado de 75 a $250 \text{ mm}/10^3$ años (desde el final del Pleistoceno temprano) en las áreas mencionadas del centro de la península. Otra conclusión que necesita ser confirmada, sería que después de la última regresión del Plioceno (tardío?), el nivel marino ha estado en una posición baja durante un período relativamente largo.

FECHAMIENTO RADIOMETRICO Y POR MEDIO DE AMINO-ACIDOS DE FOSILES
DEL PLEISTOCENO SUPERIOR EN LA REGION DEL GOLFO DE CALIFORNIA:
RESULTADOS DISPONIBLES Y PROBLEMAS DE INTERPRETACION

ORTLIEB, Luc

ORSTOM (Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération,
24, rue Bayard
75008 Paris, FRANCE

RESUMEN

A consecuencia de un interés renovado en el estudio de las terrazas marinas de la región del Golfo de California, se han realizado ultimamente una serie de determinaciones cronológicas de depósitos marinos cuaternarios por métodos radiométricos y por estudio de racemización de amino-ácidos. Aunque los datos cronológicos sobre la última terraza marina atribuida al último periodo interglacial (estadio isotópico 5 = E.I.5), empiecen a ser numerosos, solamente algunos de los fechamientos obtenidos por un método u otro, pueden ser confiables.

En la costa del Pacífico de Baja California, el método geocronológico basado en las tazas de racemización de amino-ácidos de conchas de moluscos, ha sido desarrollado por WEHMILLER, KEENAN y colaboradores. Por medio de calibraciones en localidades fechadas radiométricamente (WEHMILLER *et al.*, 1977; WEHMILLER & EMERSON, 1980), e interpolaciones, este método permitió confirmar que varias localidades presentando una terraza poco elevada, correspondían al E.I.5. (WOODS, 1980; VALENTINE, 1980; EMERSON *et al.*, 1981; KEENAN, 1982; KEENAN *et al.*, 1984). En una localidad (Bahía Tortugas), las tazas de racemización de amino-ácidos sugieren que dos terrazas bajas distintas, son atribuibles a dos subestadios del E.I.5. (EMERSON *et al.*, 1981). En la mitad norte del Golfo de California, unas cien muestras (conchas fósiles atribuidas a la última transgresión interglacial), fueron analizadas; la mayoría de ellas dieron valores de tazas alo/isoleucina correspondiendo (o próximas) al equilibrio de racemización ($\sim 1,05$ para *Chione* y $\sim 1,25$ para *Dosinia* y *Codakia*); solo en algunos casos un resultado aparentemente confiable pudo ser obtenido. Las tazas altas de racemización (epimerización) están relacionadas con temperaturas diagenéticas elevadas en la región del Golfo. Así, en el Golfo de California, el método aminoestratigráfico resulta ser de poca ayuda en problemas cronoestratigráficos, y principalmente para separar conchas fósiles del E.I.5 de conchas más antiguas, o para distinguir subestadios entre las muestras pertenecientes al E.I.5.

Se publicaron cuatro grupos de fechamientos radiométricos sobre terrazas marinas atribuibles al último interglacial.

El primer grupo, concerniendo 6 equinoides y corales de la terraza Magdalena, de + 6 m, en el SW de Baja California Sur, proporcionó una edad promedio de 116 ka (OMURA *et al.*, 1979). El segundo grupo, correspondiente a unas veinte conchas de moluscos de distintos restos de la principal terraza marina de la costa central de Sonora, dieron 15 resultados entre 120 y 180 ka (BERNAT *et al.*, 1980). El tercer grupo consiste en cinco conchas de moluscos recolectados en la parte oriental de la zona central de la península; las edades aparentes de estos fósiles están comprendidas entre 87 y 53 ka (CAUSSE & ORTLIEB, 1984). El último grupo de fechas radiométricas concierne a moluscos y corales de la parte noroccidental de la Península de Baja California: dos muestras proporcionaron resultados de 130-150 ka, una tercera de 80 ka, y dos más, edades aparentes de 235 ka (ORTLIEB *et al.*, 1984).

Si se considera que la bien marcada terraza marina observada en toda la región, se formó durante el último subestadio interglacial 5e, tal diversidad de resultados sugiere que algunas de las edades aparentes deben ser consideradas con reservas. En las muestras analizadas, son muy escasas las que presentan todos los criterios clásicos de cierre de sistemas geoquímicos (contenido de calcita < 3%; ausencia de ^{232}Th ; homogeneidad del contenido de U y de la tasa de actividad de $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$).

Se juzga que la mayoría de los resultados U/Th (obtenidos principalmente sobre moluscos) son "demasiado jóvenes" y se supone que las muestras analizadas son de ~ 120 ka. En este contexto, obviamente, es difícil comprobar por fechamiento absoluto si fué preservado algún testigo de nivel marino alto de los subestadios 5c (~ 105 ka) y 5a (~ 85 ka).

En la costa de Sonora, donde no se han detectado movimientos verticales, y en la mayoría de las localidades estudiadas en Baja California, hay una fuerte presunción de que todos los depósitos marinos de ~ + 6 m de altura, con fauna en buen estado de conservación, corresponde exclusivamente al alto nivel marino del subestadio 5e (~ 120 ka).

En varias localidades de la costa de Baja California, donde aparecen distintos depósitos marinos a alturas semejantes, las relaciones morfoestratigráficas pueden no ser suficientemente precisas para determinar si esas corresponden a 2 (o 3) subestadios diferentes dentro del mismo interglacial, o a varias transgresiones interglaciales.

Referencias

Reportarse a la versión en inglés de este resumen.

ASPECTOS DE SEDIMENTACION DURANTE EL CUATERNARIO EN EL AREA DE
BALANDRA, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO

PADILLA-ARREDONDO, Gustavo

DIAZ-RIVERA, Ernesto

PEDRIN-AVILES, Sergio

Centro de Investigaciones
Biológicas de Baja Califor-
nia Sur, A. C.
Jalisco y Madero
Apdo. Postal 128
La Paz, B.C.S.
23060 MEXICO

RESUMEN

El área de Balandra engloba un sistema de procesos variados de sedimentación durante el Cuaternario. Se han reconocido cuatro unidades estratigráficas desarrolladas probablemente durante la época Pleistocénica: una terraza marina colocada entre los tres y cuatro metros sobre el nivel del mar; una capa de arena calcárea derivada de la erosión de un arrecife coralino; acumulación de arenas eólicas y sedimentación aluvial. Las unidades estratigráficas desarrolladas durante el Holoceno están confinadas a depósitos lagunares: una barrera arenosa; tres estratos de textura limo-arcillosa; un arrecife coralino y un estrato de turba. Estas unidades fueron producto de las diferencias entre los rangos de depositación y el ascenso relativo del nivel del mar en el Holoceno tardío.

La elevación de la terraza marina es similar a otras reportadas en la costa de Sonora implicando pocas diferencias tectónicas entre ambas costas.

El depósito de turba de Balandra, colocado a 2.25 m bajo el nivel del mar, tiene una antigüedad de $4,120 \pm 100$ años A.P. Este dato comparado en una curva eustática en un área estable de la Península de la Florida sugiere un levantamiento tectónico en el área de Balandra durante el Holoceno tardío.

BIOESTRATIGRAFIA Y PALEOCEANOLOGIA DEL MIOCENO TARDIO EN BA-
JA CALIFORNIA Y LAS ISLAS MARIAS, BASADO EN EL
ESTUDIO DE LOS RADIOLARIOS

PEREZ-GUZMAN, Ana María

Instituto de Ciencias del Mar
y Limnología, UNAM
Ciudad Universitaria
Delegación Coyoacán
04510 México, D. F. MEXICO

RESUMEN

Un total de ocho localidades fueron estudiadas; cinco de ellas se encuentran expuestas en Baja California (San Felipe, El Cien, Arroyo Tiburón, Formación Tortugas y Cabo San Lucas-La Paz); dos en las Islas Marias (Arroyo Hondo y María Cleofas) y una cercana a la costa, próxima a la Isla Guadalupe ("Experimento Mohole").

La zonación de radiolarios utilizada fué la de Riedel y Sanfilippo (1978), para latitudes tropicales. Las zonas definidas en este estudio fueron correlacionadas con las biofacies de radiolarios propuestas por Weaver et al. (1981), en el sur de California. Las zonas de Dorcadospyris alata, Dartus pettersoni, Didymocyrtis antepenultima, Didymocyrtis penultima y Stichocorys peregrina fueron aquí reconocidas. La depositación más significativa de sedimentos silíceos en las localidades estudiadas ocurre entre 10.1 y 7.8 Ma., durante la Zona de Didymocyrtis antepenultima.

La interpretación paleoceanográfica esta basada en las categorías biogeográficas de Casey et al. (1982) y el análisis cuantitativo de diagramas acumulativos. Dos períodos de gran importancia son reconocidos en el área de estudio. El primero, ocurriendo a 10.1 Ma., muestra una intensa paleo-Corriente Ecuatorial, fluyendo libremente entre los océanos Pacífico y Atlántico a través del Istmo de Panamá. Tal hecho resulto en altos porcentajes de radiolarios de aguas cálidas. Arroyo Tiburón sin embargo, muestra radiolarios de aguas frías, característicos de la paleo-Corriente de California; sugiriendo surgencias. El segundo período, ocurrió hace 7.8 Ma., durante este tiempo la paleo-Corriente de California fué más intensa y ancha en extensión, causando surgencias en las localidades del norte, pero las localidades al sur continuaron prevalentemente influenciadas por la paleo-Corriente Ecuatorial.

ANÁLISIS DE LA SISMICIDAD REGISTRADA EN 1983 EN EL MACIZO
ROCOSO DE BAJA CALIFORNIA.

REBOLLAR-BUSTAMANTE, Cecilio

MENDOZA-GARCILAZO, Luis

Centro de Investigación
Científica y de Educación
Superior de Ensenada, B. C.
Apdo. Postal 2732, Ensenada
22830, Baja California Norte,
México.

RESUMEN

Actualmente estamos analizando la sismicidad registrada en estaciones sísmicas portátiles (análogas y digitales) instaladas en el macizo rocoso de Baja California durante 1983. Se detectaron micro-sismos en las fallas de Vallecitos y Calabazas, cercanas a la ciudad de Tijuana, las magnitudes de estos eventos varían entre 1.8 ± 0.1 . También fue detectada una gran actividad sísmica en lo que se llama la falla de San Miguel y su intersección con las fallas de Agua Blanca y Sierra de Juárez, como también en esta última.

Detectamos tres estallidos de sismicidad en la falla de San Miguel asociados a los sismos de 1956 de magnitudes 6.8, 6.3 y 6.8.

Fueron localizados 108 sismos con magnitudes locales entre 1.4 y 2.8. De estos eventos, 75 claramente definen 13 kms de la zona más activa de la falla de San Miguel. Las profundidades hipocentrales varían entre 5 y 15 kms, definiendo una zona activa de aproximadamente 13 por 10 kms. Todos los eventos están concentrados en la parte Noreste y Sureste de la falla, dejando un hueco en medio, el cual sugiere una posible barrera sísmica en la falla. Es muy probable que todos los esfuerzos se estén liberando en la parte Noreste de la falla. Soluciones preliminares de mecanismo focal de eventos individuales en esta región muestran fallas de rumbo que concuerdan con la tendencia Noreste de las fallas. También encontramos actividad sísmica en una falla normal paralela a la falla de San Miguel.

ABERTURA CONTINENTAL NEOGENA EN EL NOROESTE DE MEXICO Y
DEPOSITOS MINERALES ASOCIADOS

ROLDAN-QUINTANA, Jaime

VASALLO, Luis F.

**Estación Regional del Noroeste
Instituto de Geología, UNAM
Apartado Postal 1039
Hermosillo, Sonora
83000 MEXICO**

RESUMEN

El Golfo de California en el NW de México es un rasgo geológico terciario formado por separación y deriva de una parte de la corteza continental de la placa norteamericana. Desde el punto de vista geológico se divide al Golfo en dos regiones, la primera predominantemente de naturaleza continental comprende toda su porción norte y las plataformas de la parte sur, la segunda región tiene corteza continental delgada y en su porción sur corteza oceánica, abarcando la porción central de la mitad sur del Golfo. En cuanto a los depósitos minerales se consideran dos épocas metalogenéticas dentro del Neógeno: la primera de 17 a 3.5 m.a. (formación del proto-Golfo) durante esta época se formaron los depósitos de fosforita de la porción sur de la Península, así como los yacimientos de boratos en el NW de Sonora. La segunda época metalogenética entre 3.5 m.a. y el presente fué la más prolífica en yacimientos entre los que destacan los de cobre de El Boleo y el de manganeso de Lucifer, así como otros mas pequeños de azufre y plomo-plata. Dentro de la segunda época metalogenética se considera también a los recientes descubrimientos de sulfuros polimetálicos en el "East Pacific Rise" y los de la Cuenca de Guaymas. Por último se encuentran los depósitos evaporíticos tan ampliamente distribuidos en las costas del Golfo. En resumen la región del Golfo de California constituye una provincia metalogenética de edad Neogénica en la que deberá realizarse mayor trabajo exploratorio tomando en cuenta las características paleogeográficas, estratigráficas y neotectónicas que aquí se presentan brevemente.

LA HISTORIA SEDIMENTARIA Y CLIMATICA DE LA SECUENCIA CORTADA
POR EL POZO EXTREMEÑO 301, EN EL DELTA DEL RIO COLORADO.

RUEDA-GAXIOLA, Jaime

TRINIDAD-REYES, Regino

Instituto Mexicano del Petróleo
Eje Central Lázaro Cárdenas No.
152
Delegación Gustavo A. Madero
C.P. 07730 México, D.F.

RESUMEN

El análisis palinológico de las muestras correspondientes al Pozo Extremeño 301, apoyado en la interpretación de los registros de potencial espontáneo y de resistividad, permitió deducir que la secuencia cortada está constituida por sedimentos arenosos, areno-limosos, limosos y limo-arcillosos depositados en un ambiente deltaico en sus facies de prodelta y frente deltaico, en el margen de un bloque subsidente. Se registraron dos ciclos mayores de sedimentación: uno inferior regresivo y otro superior transgresivo con fluctuaciones menores controladas por las variaciones climáticas pleistocénicas.

El estudio de la distribución de polen esporas características permitió deducir los cambios climáticos, representados en seis etapas frías alternadas con ocho cálidas, que corresponden con las etapas regresivas y transgresivas determinadas mediante la interpretación de los registros geofísicos.

La correlación entre la edad de la primera etapa fría y la primera aparición del fósil Gephyrocapsa oceanica, permitió asignar una edad aproximada de 2 900 000 años a la base de la secuencia, correspondiente a la cima del Plioceno.

Asimismo, se calculó la velocidad de sedimentación para ambos ciclos sedimentarios. La presencia de palinomorfos del Cretácico Tardío y de diatomeas miocénicas permitió reconstruir la historia de la sedimentación y de evolución de la cuenca de captación del Río Colorado.

EVALUACION GEOMORFICA Y ESTRATIGRAFICA DE SUELOS DE LA NEOTECTONICA EN EL AREA COSTERA DE SAN ONOFRE, CONDADOS DE ORANGE Y SAN DIEGO, CALIFORNIA

SHLEMON, Roy J.

Post Office Box 3066
Newport Beach, California 92663
U.S.A.

RESUMEN

Recientes estudios geomórficos y de estratigrafía de suelos para las plantas nucleares de San Onofre han proporcionado nuevos datos acerca de las razones neotectónicas a lo largo de parte de la costa sur de California. Determinaciones de edades por series de uranio y amino ácidos y asociaciones faunísticas muestran que la plataforma marina más inferior fue cortada durante la etapa de isotopo de oxígeno 5e, aproximadamente hace 125,000 años. Depósitos continentales sobreyacentes, principalmente abánicos de pedimento distales están tipificados por paleosoles sepultados, intercalados de desarrollo de moderado a ligero (horizontes cambicos, arcillosos débiles o localmente mátricos), algunos de los cuales son marcadores estratigráficos susceptibles de análisis por radiocarbón. Registros de pozos y cimientos de puentes encuentran canales rellenos de grava (etapa de isotopo 2; cerca de 15,000 - 20,000 años) del Río Santa Margarita y corrientes adyacentes aproximadamente 35 metros abajo del nivel del mar en la actual línea de costa.

La plataforma marina y los depósitos de la subetapa 5e descansan, sin disturbios sobre la Falla Cristianitos. El ángulo de la línea de costa en la elevación de la plataforma se incrementa de aproximadamente 18 metros en San Onofre hasta 39 metros en Punta Dana, acerca de 17 kilómetros al noroeste, dando razones de levantamiento de aproximadamente 9 cm/1,000 años y 26 cm/1,000 años, respectivamente. Esta inclinación está aparentemente asociada con una deformación continua de las Lomas de San Joaquín, cerca de Laguna Beach. La plataforma tiene una inclinación de cerca de un grado hacia el mar, comparable con aquella de la plataforma fuera de costa, actual, sugiriendo que no ha habido una inclinación hacia el mar, medible, dentro de cerca de los últimos 100,000 años.

Remanentes de nueve terrazas marinas, identificadas por expresión geomórfica y gravas de playa, ocurren en una disposición escalonada hasta una elevación de 375 metros en la parte norte de Campo Pendleton. Suponiendo que la mayor parte de las terrazas marinas con extensión regional fueron cortadas por transgresiones interglaciales y que son relativamente fechadas por asociación con la cronología mundial por isotopos de oxígeno, sugiere que la terraza superior en San Onofre es de

cerca de 900,000 de antigüedad, daría una primera aproximación, para las razones de levantamiento en largo término de cerca de 42 centímetros/1,000 años.

ESTRATIGRAFIA Y MEDIO AMBIENTES PLEISTOCENICOS AVANZADOS DE LA LLANURA COSTERA DEL MEXICO OCCIDENTAL

SIRKIN, Les

Department of Earth Sciences
Adelphi University
Garden City, New York 11530
U.S.A.

RESUMEN

Se reconocen tres fases de desarrollo geomórfico para la llanura costera del México occidental: 1) La Fase Aluvial representa la deposición de la bajada costera durante el Neogeno, oxisoles y saprolites se formaron en la superficie; 2) La Fase de la Península Teacapán comenzó durante la Inter-glacial Sangomoniana con la deposición del punto de tierra; y ultisol y un alfisol han formado en la península; 3) En la fase de la Prograduación de la Playa, que se data desde unos 13,000 años A.P., cuatro sucesiones de espina-zos de playa fueron depositadas durante la subida eustática del nivel de mar y levantamiento periódico. Cuatro unidades de tierra sobre el espina-zo resultante y la topografía del pantano incluyen tres inceptisoles en las playas inicial, temprana y mediana y un antisol en la playa avanzada.

La estratigrafía y cronología del polen basadas en ejemplos de once muestras de sondaje, doce fechas de radiocarbón, y calculadas velocidades de depósito, reflejan eventos durante la Fase de la Prograduación de la Playa. La alternación del dominio de taxa de polen de mangle registra cambios relativos en el nivel de mar debido a levantamiento tectónico y subida del nivel del mar. Los datos registran el llenar de la laguna detras de la Península Teacapán comenzando hace mas de 8000 años durante la subida eustática del nivel del mar. Una asociación de polen de mangle que corresponde a esta subida continuó hasta y adentro del medio-Holocénico. Una subida subsecuente de *Avicennia* indica una caída relativa del nivel del mar posiblemente debido a levantamiento de la llanura costera. Entre los años 6000 y 7000 A.P. crecimientos de pino y roble indican expansión de bosques altos durante un intervalo de clima más fresco. Una incursión marina alrededor de 5650 años A.P. documenta una cumbre en la subida en el nivel del mar. En los tiempos holocenos avanzados, taxa de pantano se hacen más importantes mientras las playas prograduaron hacia el occidente y las lagunas recibieron mas desagüe de agua fresca. A los 5000 años A.P., taxa de los bosques altos vuelven a aumentar. Las asociaciones dominadas por *Avicennia* otra vez muestran un nivel de mar o levantamiento más alto. Zonas de polen de la época Holocena avanzada incluyen una de dominio de polen no arbóreo y últimamente una enriquecida en pino, taxa no arboreas y de bosques bajos, y plantas cultivadas.

Los datos de polen sostienen relaciones de edad inferidas en la Fase de Playa Prograduada. Al igual que todas las playas son representadas en la zona Teacapán de la llanura costera, la prueba de polen más antigua ocurre en la laguna detras de la Península Teacapán. Niveles más altos de mar son indicados por la prominencia de mangle rojo para la Playa Inicial y por la zona *Dictyoc*a para la Playa temprana. La parte sureña de la llanura costera tiene sólo las playas mas jóvenes y sólo las zonas de polen Holocénicas mas jóvenes en las pruebas laguneras.

DEPOSITOS MARINOS CUATERNARIOS, TERRAZAS MARINAS ELEVADAS, Y TECTONISMO EN BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO: UN INFORME DE INVESTIGACION EN PROGRESO

SIRKIN, Lea

Department of Earth Sciences
Adelphi University
Garden City, New York 11530
U.S.A.

PADILLA-ARREDONDO, Gustavo

Centro de Investigaciones
Biológicas de Baja California
Sur, A.C.
Apdo. Postal No. 128
23060 La Paz, B.C.S., México

PEDRIN-AVILES, Sergio

DIAZ-RIVERA, Ernesto

Departamento de Geología Marina
Universidad Autónoma de Baja
California Sur
Apartado Postal No. 219
La Paz, B.C.S., México

GAITAN-MORAN, Javier

STUCKENRATH, Robert

Radiation Biology Laboratory
Smithsonian Institution
Rockville, Maryland 20852

RESUMEN

Las piedras sedimentarias marinas cuaternarias más viejas en Baja Sur pueden ser las unidades areniscas fosilíferas que se asoman en los alrededores del nivel del mar en las costas de Bahía de la Paz, Isla Espíritu Santo, y el Golfo de California. En algunos casos estas formaciones alcanzan elevaciones de unos 23 m. Excelentes ejemplos de terrazas areniscas de alto nivel ocurren en Punto Coyote y Las Arenas de la Ventana. En la región Baja Sur la cara de roca ha sido desgastada por olas en terrazas y frotaciones lineares al tipo de cuevas que están situadas en elevaciones que varían entre 0.5 m. y 18 m. sobre el nivel del mar actual. Unidades sedimentarias cuaternarias más jóvenes ocurren en varias elevaciones desde apenas debajo del nivel del mar hasta casi 8.0 m. más del nivel del mar, equivalente a y posfechando las características de erosión de cara de roca. Conglomerados de coral, conchas y cascajo aluvial ocurren cerca del nivel del mar y hasta 3.0 m. más del nivel del mar. Coquinitas terraplanadas forman banquetas hasta 1.5 m. de altura en Tecolote en Bahía de la Paz y en San Carlos en el lado más próximo a la tierra de Bahía Magdalena. La coquinita Tecolote ha sido fechada por radio-carbón a unos 32,570 años A.P.

Terrazas marinas levantadas más tempranas de sedimentos incoolidados en las regiones de La Paz e Isla Espíritu Santo están situadas entre 0.5 m. y 6.4 m. más del nivel del mar y varían en edad desde 1,335 hasta 4,515 años A.P., basado en fechas radiocarbónicas sobre las conchas y coral de las terra-

zas en Tecolote. Banquetes terraplanados de coral aproximadamente al nivel del mar están difundidos entre Enfermería en Bahía de la Paz y Ensenada de Punta Rasa en Isla Espíritu Santo.

Horizontes prominentes de conchas portadas ocurren a elevaciones ápicos de 3.0, 4.4, y 5.3 m. de un ancho pliegue anticlinal en la playa barrera de Mogote, sugiriendo sustracción y deposición marina durante este intervalo, y seguido por levantamiento y alabeo posfechado 1425 años A.P., la edad de conchas que infestan la superficie de la arenisca más vieja del nivel de la playa en Mogote. Una terraza marina comparable en Comitán sobre el horizonte de la Ensenada de la Paz es una terraza elevada, con un horizonte moderadamente bien desarrollado de tierra B, tenía una zona de conchas fechada a 2480 años A.P. Análisis de polen y fechas radio-carbón de muestras de sondaje de depósitos laguneros y de mangle costero fijan una historia de más de 8465 años inicialmente con evidencias de un nivel de mar ascendente y deposición de sedimentos finos sobre una terraza de coral. Un episodio de levantamiento ocurrió a unos 5100 años A.P. Ascensión de nivel de mar es otra vez aparente hasta 4035 años A.P., después de que influjo clástico sugiere levantamiento tectónico. Ascensión relativa de nivel de mar y deposición de turba de mangle subsigue este evento. Progradación subsecuente o nivel de mar relativamente estacionario lleva la historia a los tiempos actuales.

Así, se ve tectonismo cuaternario en un número de terrazas marinas elevadas y aspectos de erosión en ambos sedimentos marinos y lecho de roca. Terrazas prominentes que indican levantamiento relativo ocurren hasta los 23 m. Las terrazas más viejas están cortadas dentro de unidades de arenisca que anteceden 32,570 años A.P., la edad de una coquinita de elevación inferior. Terrazas sobre coral, probablemente de edad Pleistocena avanzada u Holocena temprana, están al nivel del mar, mientras que los depósitos marinos más jóvenes están sobrepuestos y elevados a niveles que responden, más o menos, a las características cortadas por olas al nivel inferior en lecho de roca. Depósitos Pleistocenos y Holocenos avanzados también incluyen dunas de arena, incluyendo los ponderosos lomos de duna de la costa linear observados en Mogote, Cabo San Lucas y San Carlos. En muchos sitios costeros, se encuentran estercoleros de conchas en las terrazas marinas.

ESTUDIO BIOESTRATIGRAFICO BASADO EN NANOPLANCTON CALCAREO DEL
POZO EXTREMEÑO No. 301, EN EL GOLFO DE CALIFORNIA.

VIÑAS-GOMEZ, FIDELIA

Instituto Mexicano del Petróleo,
Subdirección de Tecnología de -
Exploración,
Av. Lázaro Cárdenas No. 152
México, D.F.

RESUMEN

En la parte septentrional del Golfo de California, se llevó a cabo un estudio de tipo sedimentológico-bioestratigráfico, utilizando el material de cuatro pozos exploratorios (Carbo -- No. 1, Caborca No. 1, Extremeño No. 1 y Extremeño No. 301). -- De ellos, las muestras del Pozo Extremeño No. 301 proporcionaron información sobre la edad de los sedimentos deltaicos del -- área, mediante el estudio de sus nanofósiles calcáreos (cocolitofóridos). La edad asignada a dichos sedimentos, de acuerdo -- con su nanoflora, corresponde en casi todo el espesor muestreado (195-2705 m), al Pleistoceno Superior. En el resto de los -- sedimentos muestreados (2705-3295 m), los nanofósiles planctónicos en ellos contenidos, corresponden probablemente al Pleistoceno Medio - Inferior.

Además de los nanofósiles del Pleistoceno, se observaron - cocolitofóridos mal preservados del Mesozoico Superior, principalmente del Maestrichtiano, que fueron interpretados como redepositados. También, en un solo intervalo (900-905 m), se encontraron abundantes diatomeas de gran tamaño y con gran diversidad de formas; a buena parte de ellas, al igual que las formascretácicas de cocolitofóridos, se les consideró como redepositadas.

GEOMORFOLOGIA, DEFORMACION Y CRONOLOGIA DE LAS TERRAZAS MARINAS
ENTRE PLAYA MARRON Y ARROYO EL SALINITO, EN EL SO DE BAJA CALI-
FORNIA NORTE

WOODS, Alan J.

Departamento de Geografía
Universidad Estatal de Kent
Kent, Ohio; 44242

RESUMEN

Tres terrazas marinas emergentes son prominentes entre Playa El Marrón y Arroyo El Salinito y comprenden las más extensas superficies de planación del Pleistoceno en la parte central de Baja California, México. Los depósitos de la terraza más inferior, la Tomatal tienen $120,000 \pm 20,000$ años de antigüedad (Sangamoniano?), mientras que las edades absolutas de las dos terrazas más altas y más antiguas, la Andrés y la Aeropuerto son desconocidas. La terraza Tomatal está particularmente bien desarrollada y comprende sondas marinas degradadas, paleodunas y secuencias lagunares. Crestas de paleoplayas también ocurren localmente y reflejan progradación de costas y formación de tombolos, la línea 06 Costa de Tomates es casi horizontal y está 7 ± 1 metros arriba del actual nivel medio del mar, mientras que la terraza más antigua Aeropuerto ha sido inclinada de tal manera que decrece en elevación hacia el sureste. Sin embargo la inclinación de las costas no es tan grande como en muchas otras localidades en California y en Baja California.

A B S T R A C T S

in english

**SEDIMENTARY AND TECTONIC EVOLUTION OF THE GUAYMAS BASIN, - -
GULF OF CALIFORNIA.**

AGUAYO-CAMARGO, Eduardo

Instituto Mexicano del Petróleo
Av. Eje Central Lázaro Cárdenas
152
Col. San Bartolo Atepehuacán
07730 México D.F.

ABSTRACT

The Guaymas Basin at the Central Gulf of California is an active spreading oceanic basin with three major sedimentary subprovinces distinguished -- each other according to their structural position and sedimentary sequences: (1) Active rift valley setting: with a suite of fine to very fine silty sand, poorly sorted and strongly fine skewed, interlayered with fine grained silts, which are derived from mainland and mixed with diatomaceous pelagic muds. (2) - - Oceanic floor setting: a place of high sedimentation rate, therefore the frequency of terrigenous deposition is higher than at the other two sedimentary subprovinces. It is seeing mainly in the lower part of the stratigraphic column, because the upper portion is lithologically more uniform, and it consists of diatomaceous mud and scarce interlayered terrigenous sediments. -- (3) Slope setting: is a subprovince in a zone of oxygen minimum, therefore the sediments are formed by rhythmically deposited diatomaceous mud and graded and cross laminated terrigenous sediments. '

Terrigenous sediments deposited during Holocene and late Pleistocene - are interlayered with diatomaceous muds, which have rhythmic laminations; - these horizons were deposited during the interglacial high stands of sea level and the individual quartz particles have surficial features produced by glaciofluvial action, probably from the high portion of the Colorado river basin.

STUDY OF RECENT SEDIMENTARY ENVIRONMENTS IN BAHIA DE BALLENAS AND LAGUNA SAN IGNACIO, BAJA CALIFORNIA SUR

ARAUJO-MENDIETA, Juan

Instituto Mexicano del Petróleo
Av. Eje Central Lázaro Cárdenas #152
Col. San Bartolo Atepehuacán
07730 México, D. F. MEXICO

ABSTRACT

The sedimentary facies of this model feature the recent depositional environment with precipitations of evaporites associated to algal plains of great extension and terrigenous sediments, in a tectonically active zone.

This sedimentary model is located in a region that physiographically is almost plane, with a minimum of topographic accidents, and arid climate with very rare annual precipitation. The recent sedimentary environments in the studied area are coastal and are ruled by physico-chemical processes and in a lower grade by biological processes.

The formation of great algal plains, as well as the precipitation of evaporites are found in an intertidal and supratidal zone of the San Ignacio and La Escondida lagoons. These plains are flooded by sea water during the spring tides. The algal plains are almost completely covered by cyanophyceal algal mats, because these are the only plants that can resist the changes in salinity and humidity that exist in this region.

The precipitation of evaporites is located in the marginal part of the north and west plains of the San Ignacio lagoon and in the Salina del Cuarenta.

In the analysis of the statistical distribution of the sands, where three statistical parameters were used: graphic average, inclusive standard graphic deviation and inclusive graphic asymmetry index, the sedimentary environments are overlapping. The statistical parameters analysis is not sufficient to discriminate sedimentary environments, and some other criteria like primary sedimentary structures, regional geological framework and the geometry of the sedimentary bodies, are needed.

The evaporites of the area belong to marginal lagoon and tidal plains widely distributed deposits as well as to the marginal sabkha, deposits where only the sodium chloride mineral are precipitated and not the carbonates or sulfates, like in the models of the Red Sea and the Persian Gulf, due to the climatic physiographical and geological features of the region.

PALEOECOLOGIC INTERPRETATION OF THE PLEISTOCENE FORAMINIFERA
FROM THE SONORAN COAST

CELIS-GUTIERREZ, Socorro

MALPICA-CRUZ, V. M.

Instituto de Geología
Universidad Nacional Autónoma
de México
Ciudad Universitaria
Delegación Coyoacán
04510 México, D. F. MEXICO

ABSTRACT

Along the coast of Sonora, on the eastern margin of the Gulf of California, several marine-cut terraces and old shore deposits were observed at different elevations. Towards the north of Punta Chueca, , the outcrops show seven different beds ranging from +1 m to +6 m (a.m.s.l.), that include coarse to fine sands, a conglomerate, an horizon with abundant calcareous algae and two coquina levels. Thirty four species of foraminifera and 18 species of ostracods, were identified. The abundance of Quinqueloculina viennensis, Elphidium tumidum and Textularia cf. candeiana indicate a shallow littoral environment and an open environment.

South of Punta Onah 3 m a high outcrop, shows four levels composed of fine to coarse sands, biotrititic sands and red clayey silts. There are 20 species of foraminifera and 3 species of ostracods. The presence of Textularia cf. candeiana and Ammonia tepida suggests a littoral environment of calm waters rich in carbonates.

In Puerto Libertad the studied +6 m high outcrop shows 7 levels with marine conglomerates, sandstones, sands and a coquina with Tagelus sp. and Chione sp. There are 29 species of foraminifera and 9 ostracods, where Elphidium tumidum, Ambostracon sp. y Orionina sp. marks a warm, quiet and shallow water environment.

STRUCTURAL SIGNIFICATION OF A SIMILAR CARBONATE CRUST LYING ALONG THE GULF OF CALIFORNIA AND ALONG THE GULF OF SUEZ.

CHOROWICZ, Jean
LYBERIS, Nicolas

Département de Géotectonique
Université Pierre et Marie Curie
4, Place Jussieu
75230 PARIS Cédex 05
FRANCIA

ABSTRACT

We have observed the same kind of carbonate crust along the South-western coast of the Gulf of California, near Santa Rosalia, and along the Southwestern part of the Gulf of Suez, near Port Safaga.

In Baja California this crust has been first described by WILSON (1948). It appears like a sedimentary continuous formation, with a constant thickness of 1 or 2 meters, covering all the details and asperities, even vertical, of an erosional surface cutting the Comundu Formation. It is basically a calcareous-dolomitic brown deposit, enriched in iron and manganese oxydes, containing some marine fossils and some volcanic pebbles. It buries a tectonic structure of tilted blocks, indifferently on fault mirrors and on erosional surfaces. It is covered by the unconformable Boleo conglomeratic formation of upper Miocene-early Pliocene age.

Along the Gulf of Suez appears in some places a crust, 1 meter thick, of the same carbonate, charged with iron and manganese oxydes, giving a brownish color. It is made partly with Stromatolites, conglomerates and noduls. It is stuck on all asperities of an erosional surface and locally on big vertical corrugations of a normal fault mirror, giving the false appearance of vertical axis folds. Upwards, it passes to subhorizontal reefs of middle Miocene age (ROUCHY and al., 1983) on a Precambrian basement. Over this crust, Miocene conglomerates come in unconformity.

These two crusts are similar in nature and in their structural situation. In both cases they bury tilted-blocks, limited by large normal faults. They are more or less slightly affected by small normal movements of more recent age. Their position in space and time, respectively for the two areas, upper Miocene-early Pliocene and middle Miocene, shows that they are deposited immediately after the major subsidence of the rift. Just following the main rifting event, marine waters invade the proto-rifts, and while conglomerates are depositing on the bottom, and eventually reefs building along the banks, a crust of a hard-ground type locally overcharged in iron and manganese by hot springs (FREIBERG, 1983) sticks along the immersed walls, up to the moment the conglomerates fill the through.

WILSON I.F. (1948). - Topografía sepultada, estructuras iniciales y sedimentación en la región de Santa Rosalia, Baja California.
Universidad Nacional Autónoma de México, bol. 53, 1-78.

FREIBERG D.A. (1983). - Geologic setting and origin of the Lucifer manganese deposit, Baja California Sur, Mexico. Economic Geology, vol.78, 931-943.

ROUCHY J.M., BERNET-ROLLANDE M.C., MAURIN A.P. & MONTY C. (1983). - Signification sédimentologique et paléogéographique des divers types de carbonates bioconstruits associés aux évaporites du Miocène moyen près du Gebel Esh Mellaha (Egypte). C.R.Acad.Sc.Paris, t.296, 457-462.

DEFORMATIONS OF MIDDLE AND LATE PLEISTOCENE DELTAIC DEPOSITS AT
THE MOUTH OF THE RIO COLORADO, NORTHWESTERN GULF OF CALIFORNIA.

COLLETTA, Bernard

Institut Français du Pétrole,
1 et 4 avenue de Bois-Préau, B.P.311
92506 Rueil Malmaison (FRANCE)

ORTLIEB, Luc

ORSTOM (Institut Français de Re-
cherche Scientifique pour le Dé-
veloppement en Coopération)
24 rue Bayard, 75008 Paris (FRANCE)

A B S T R A C T

The southwestern and southern edges of the Mesa Of Sonora, east of the estuary of the Río Colorado, show thick sequences of deltaic sediments. In the surroundings of Golfo de Santa Clara almost all these conglomeratic sands and silts, of fluvial origin, are attributed to the Middle Pleistocene. The southern Mesa of Sonora, between Punta Gorda and Bahía Adair, is formed by inter-layered marine estuarine and fluvio-deltaic units; the most recent unit is correlated with remnants of the young sea stand during the last interglacial, observed in several localities of the northern Gulf of California.

These Pleistocene deltaic sequences have been faulted and uplifted. Two faulting events are observed: an older one in which normal and strike-slip faults are associated and a younger one, much slighter and producing only normal faults. The arrangement of the older faults, of late Middle Pleistocene age, is interpreted as a second order fault pattern associated with the Cerro Prieto Fault which runs NW-SE in the present Rio Colorado estuary. The late Quaternary deformation of the area has been purely distensive.

The lateral movements between the North American and Pacific plates, in this region, have been taken up by the Cerro Prieto Fault. During some time at the end of the Middle Pleistocene, the Cerro Prieto Fault zone has been several kilometers wide, but since the early Late Pleistocene the strike-slip activity is restricted to the main trace of the Cerro Prieto Fault.

Vertical movements of the southwestern part of the Mesa of Sonora are also related to the mainly strike-slip Cerro Prieto Fault activity. The doming of the mesa, near Golfo de Santa Clara, occurred before the Late Pleistocene and is most probably coeval with the late Middle Pleistocene episode of larger tectonic activity of the area. This doming might have been slightly accentuated during the Late Quaternary. The increasing elevation,

from Bahia Uair towards the NW, of marine beds attributed to the early Late Pleistocene documents a Late Quaternary uplift of the southwestern edge of the Mesa of Sonora. At Punta Gorda mean uplift rates of about 130 mm/1000 years are thus inferred. These vertical movements, which are of lower amplitude than previously supposed (Merriam, 1965), are restricted to a small area close to the offshore Cerro Prieto Fault trace.

CENOZOIC FAULT TECTONICS IN NORTHWESTERN MEXICO AND THE OPENING
OF THE GULF OF CALIFORNIA.

COLLETTA	Bernard	Institut Français du Pétrole 1 et 4 av. de Bois Préau 92506 Rueil Malmaison, FRANCE
ANGELIER	Jacques	Département de Géotectonique Université P. et M. Curie 4, Place de Jussieu 75230 Paris Cedex 05, FRANCE
ROLDAN	Jaime	Estación Hermosillo Instituto de Geología, UNAM Apartado Postal 1039 Hermosillo, Sonora, MEXICO
ARRIAGA	Hilario	Departamento de Estudios Especiales Consejo de Recursos Minerales Morelos 502 Magdalena, Sonora, MEXICO
MONTAÑO	Tito Rey	Cobre de Hércules, S.A. Apartado Postal A 70 Hermosillo, Sonora, MEXICO

A B S T R A C T

Detailed analyses of faulting in Neogene and Quaternary rocks from Baja California and Sonora lead us to distinguish two main tectonic regimes since Miocene time resulting in the opening of the Gulf of California.

The older one, of Middle to Upper Miocene age (10-8 M.y.b.p.) is purely distensive and produces important block tilting associated with N-S to NW-SE normal faults. Tilt can reach 45° and balanced cross sections in the areas of Santa Rosalía (B.C.) and Tubutama (Son.) indicate local amount of extension of about 40%. Computed least principal stress (σ_3) is oriented N 060 E to N 080 E. This tectonic event is related to important crustal stretching in the whole Basin and Range province and produces subsiding troughs, the Gulf of California being the westernmost and deepest one.

The younger tectonic regime that began 6 My ago is still active nowadays and is characterized by the association of strike-slip and distensive movements. Strike-slip mechanisms are related to horizontal N-S mean principal stress (σ_1) and horizontal E-W least principal stress (σ_3) while distensive

mechanisms are related to vertical mean principal stress (σ_1) and horizontal least principal stress (σ_3) oriented E-W to WNW - ESE.

Important strike-slip movements are confined to the Gulf of California and to its margins while normal faulting occurs principally in Sonora producing N-S elongated grabens.

The succession of two distinct tectonic regimes suggests two major stress changes: one between 10 and 7 M.y.b.p. and the other at about 6 M.y.b.p. These changes could be correlated with plate motion reorganization observed in the Northeast Pacific.

INFERRED TECTONIC HISTORY OF THE WEST MEXICAN COASTAL PLAIN;
MAZATLÁN TO SAN BLAS

CONNALLY, G. Gordon

Department of Geology
Vassar College
Poughkeepsie, NY 12601 USA

SULLIVAN, J. Timothy

5 South Yarrow
Lakeland, CO 80226 USA

ABSTRACT

The recent history of the West Mexican Coastal Plain, which extends from Mazatlán, Sinaloa, to San Blas, Nayarit, is related to the Gulf of California by a linear tectonic feature stretching from the Pacific Coast of Baja California to the Trans-Mexican Volcanic Belt near San Blas. For at least the last 9,000 years, and probably the last 14,500 years, this coastal plain has been alternately submerged and emerged. During that time, sea level rose constantly by perhaps 60 m, but the coastal plain never was very far above or below the sea level of the time. From 14,500(?) to 8,700; 6,300 to 5,400; 3,600 to 1,500; and 1,200 to 500 years ago, the coastal plain was just barely submerged. During these four episodes, littoral progradation formed the Initial, Early, Medial, and Late Beach units, respectively. The submergent progradational events were punctuated by four episodes, from 8,700 to 6,300; 5,400 to 3,600; 1,500 to 1,200 years ago, and for the past 500 years, when the coastal plain was just above sea level. During those four episodes, the Cañas, Teacapán, Los Angeles, and La Tambora Soils formed, in order, on the four beach units. Tectonic uplift must have been responsible for the gradual rise of the coast, at rates that were alternately slightly less and slightly more than advancing sea level.

A 200 km long positive anomaly of 20 to 25 mgals was discovered along the inland edge of the coastal plain, from Mazatlán to San Blas, implying an uplifted horst of dense rock. The anomaly coincides with reverse(?) faults evident in the Neogene volcanics that protrude from beneath the coastal plain sediments. We suggest correlation with Fracture Zone V in the Gulf of California and a transpeninsular fault on Baja California, linking the uplift of the West Mexican Coastal Plain to the tectonic framework of the Gulf.

THE REFORMA CALDERA, BAJA CALIFORNIA, MEXICO. PRINCIPAL CHARACTERISTICS AND
GEODYNAMIC SIGNIFICATION

DEMANT, Alain

Laboratoire de Pétrologie
Faculté des Sciences et Techniques
de St-Jérôme
13397 MARSEILLE CEDEX 13 - FRANCE

ABSTRACT

The Sierra La Reforma is a wide volcanic structure, located 20 km NW of Santa Rosalia, clearly recognizable on the ERTS-LANDSAT imageries. This structure was first interpreted as a complex system of tectonic blocks related with the Gulf of California rift system (SCHMIDT, 1975). In fact, as demonstrated by further studies (DEMANT and ORTLIEB, 1979 ; DEMANT, 1981) it correspond to a typical caldera structure related with a voluminous ignimbritic eruption of comenditic affinities. The Quaternary structure overlain the Miocene calc-alkaline andesitic to dacitic volcanics of the Comondú Formation, and a Pliocene sequence composed by submarine episodes, pumicitic rhyolite first, basaltic to intermediate lavas in the upper part. This sequence ended with sub-aerial basaltic and dacitic flows. The Reforma volcanics are post Santa Rosalia Formation, a Quaternary marine terrace defined in the upper part of the Infierno grade by WILSON (1948) ; an age of ≈ 1 m.y. can be thus attributed to the first eruptions of the Reforma caldera cycle. The principal stages of development of this structure can be summarized as follow : (1) pre-collapse eruptions produced two kind of lavas : voluminous ignimbritic outflow sheets all around the caldera, but also andesitic lava flows that cover in many places the ash and pumice flows. These flows are cut by the fault limiting the central collapsed part, ignimbritic and andesitic volcanism are thus contemporaneous. (2) collapse of the central part of the Reforma region forming a caldera : structure, 10 km in diameter. (3) rhyolitic eruptions build up viscous domes inside the collapsed central part. (4) tremendous uplift of the central northeastern part of the caldera probably in relation with a renewed activity in the magma chamber. The uplifted part is limited by faults ; this piston-like vertical movement has reach more than 800 m. As a consequence of this movement the north-eastern margin of the caldera was also uplifted as underlined by the altitude of the marine terraces.

The recent basaltic cones and lava flows present in the eastern and southern slopes of the caldera are not directly related with the Reforma caldera but with the extensional mechanism of the Gulf of California.

From the petrographical and mineralogical points of view the basic and intermediate rocks can be classified as calc-alkaline while the rhyolitic products shown a peralkaline tendency (presence of normative acmita yet the mineralogy does not coincide with such a character : presence of plagioclase and absence of typical peralkaline minerals (aegyrine or aenigmatite)).

The Reforma caldera lavas are not the only calc-alkaline lavas in the Santa Rosalia region. The recent Quaternary Tres Virgenes strato-volcano is also calc-alkaline (DEMANT, 1981 ; SAWLAN, 1981). Such a volcanism is atypical in the extensional system of the Gulf of California ; it probably represent in fact the last residual effects of the miocene subduction of the Farrallon Plate.

DEMANT, A. and ORTLIEB, L., 1979, Plio-pleistocene volcano-tectonic evolution of La Reforma caldera, Baja California, Mexico : Intern. Union Geodesy & Geophysic, 17th Gen. Ass., Canberra, Abstr. and Tectonophysics, v. 71, p. 194.

DEMANT A., 1981, Plio-Quaternary volcanism of the Santa Rosalia area, Baja California, Mexico : In Geology of Northwestern Mexico and Southern Arizona, Field guides and papers, ORTLIEB, L. and ROLDAN, J. (Eds), p. 295-307.

SAWLAN, M.G., 1981, Late cenozoic volcanism in the Tres Virgenes area : In Geology of Northwestern Mexico and Southern Arizona, Field guides and papers, ORTLIEB, L. and ROLDAN, J. (Eds), p. 309-319.

SCHMIDT, E.K., 1975, Plate tectonics, volcanic petrology and ore formation in the Santa Rosalia area, Baja California, Mexico : Univ. Arizona, Unpubl. M.S. thesis, 197 p.

WILSON, I.F., 1948, Buried topography, initial structures and sedimentation in Santa Rosalia, Baja California, Mexico : Amer. Assoc. Petroleum Geologists Bull., v. 32, p. 1762-1807.

INTERRELATIONSHIP BETWEEN SEDIMENTS AND CRUSTAL GROWTH IN A
YOUNG SPREADING CENTER (GUAYMAS BASIN, GULF OF CALIFORNIA)

EINSELE, Gerhard

Geologisches Institut
der Universität Tübingen
Sigwartstraße 10
7400 Tübingen, F.R.GERMANY

ABSTRACT

In contrast to oceanic ridges, where magmatic activity is hardly affected by the slow accumulation of sediments, in young spreading centers (such as that of the Guaymas Basin) a remarkable interrelationship between rapidly deposited sediments and upwelling magma can be observed. Although the pressure head of the basaltic magma appears to be similar to that at presently active oceanic ridges (roughly 2500 m below sea-level), in a gulf-type spreading center the magma rarely extrudes at the sea floor. Instead it forms dikes and sills within the sediments. The thickness of this transitional zone between basaltic rocks (layer 2) and pure sediments (layer 1) is chiefly controlled by the sedimentation rate (being high due to a large proportion of gravity-transported material) and the spreading rate. Since the half-rate of spreading is approximately one order of magnitude greater than the sedimentation rate, the transitional sediment-sill zone can reach a thickness of only a few hundred meters. This situation is demonstrated for the Guaymas Basin using the drilling results of leg 64 of the Glomar Challenger program.

BUDGET OF POST-RIFTING SEDIMENTS IN THE GULF OF CALIFORNIA
AND DENUDATION RATE IN NEIGHBORING LAND AREAS

EINSELE, Gerhard

Geologisches Institut
der Universität Tübingen
Sigwarstraße 10
7400 Tübingen, F.R.Germany

NIEMITZ, Jeffrey

Department of Geology
Dickinson College
Carlisle, PA 17013
U. S. A.

ABSTRACT

Based on seismic records and porosity-depth curves of DSDP sites (Leg 64 + 65) the volume and mean sedimentation rate (2.8 cm/1000 years for dry, solid material) of post-rifting sediment in the 4 m.y. old central and southern Gulf of California are calculated. Previous investigations on surface sediments and the results from the drill holes allow estimates on the contribution of principal sediment types, their texture and components to the sediment budget. Including the protogulf shelves, the following results may indicate the correct order of magnitude: Sand 13% (surprisingly low!), silt 48%, and clay fraction 39% (weight). Average sedimentation rates (dry, solid material): Total sediment 3.6, terrigenous material 2.5, biogenic silica (opal) 0.5, biogenic carbonate 0.25, and organic matter 0.35 cm/1000 years. The contribution of the shelf, slope, and basin sediments (22, 37, 41%) to the total sediment volume does not correspond with the areal extent of these morphological categories (28, 51, 21%) at present. Redepositional processes transporting sediments chiefly from the slopes to basins (producing mud turbidites) explain this discrepancy. If we consider the growth of the 4 m.y. old post-rifting Gulf from zero to its present extension, its mean sedimentation rate (5 cm/1000 years) is approximately the same as that on the protogulf shelf (5.8 cm/1000 years). Derived from the input of terrigenous material into the Gulf, the mean denudation rate of the mountainous drainage area of the southern and central Gulf was remarkably low: 2 cm/1000 years for the last 4 m.y.

SEDIMENTARY EVOLUTION OF THE PROVINCES OF THE COLORADO RIVER IN
THE GULF OF CALIFORNIA NW. OF MEXICO

ESTAVILLO-GONZALEZ, César

Instituto Mexicano del Petró-
leo
Av. Eje Central Lázaro Cárde-
nas # 152
Col. San Bartolo Atepehuacán
07730 México, D. F.

ABSTRACT

The fluvial complex of the Colorado River has deposited a sequence of terrigenous sediments of approximate thickness of 6,000 mts.; this potent thickness is being controlled by the rupture of the regional blocks of basement of depth, due to the separation of the Baja California Peninsula.

From the delta complex it has been established the environment of the delta plain, proximal and distal delta front and pre-delta, in base to its textural attributes, superficial characteristics of quartz grains, primary sedimentary structures, electrical records, seismic reflexes and variations of the sedimentary facies, both vertical and horizontal.

SPECTRUM OF LUNAR-SOLAR TIDES IN RELATIVE SEA LEVEL FLUCTUATIONS

Fairbridge, Rhodes

Dept. of Geological Sciences
Columbia University
New York, N.Y. 10027, U.S.A.

ABSTRACT

Important long-term fluctuations of sea level related to lunar tides were proposed by Pettersson (1914), notably in the Progression of Lunar Perigee every 556 yr (so-called "Pettersson Cycle"), last observed in A.D. 1433. Stacey (1963, 1967) extended the concept by including, every third PLP the Quadrature Alignments of Outer Planets (1112 yr) to generate his "Zero-check Cycle" of 1668 yr, using the Fairbridge (1961) sea-level curve as evidence.

These phenomenological models were lacking, however, in a quantitative explanatory mechanism. Some useful pointers can now be added. Currie (1975, 1976) has demonstrated Lunar periodicities in polar motion and geomagnetic intensity. Inasmuch as the latter modulates incoming solar particulate radiation, itself responsive to planetary torque (Landscheidt, 1979, 1983), a solar component in terrestrial atmospheric/oceanic dynamics must also be expected.

Beach-ridge sequences such as those of Nayarit, Mexico (Curry et al, 1967). Cape Krusenstern, Alaska (Moore and Giddings, 1962). Hudson Bay, Canada (Fairbridge and Hillaire-Marcel, 1977) and Point Peron, Western Australia (Fairbridge, 1950), all disclose regular periodicities with lunar-solar suggestions: 11.12, 18.6, 19.8, 22.24, 31, 45, 79, 89.5, 100, 178, 556 yr. In particular, the lunar nodal and precession-nutation term (18.6 yr) is now recognized also in both atmospheric and oceanic tides, in air pressure, temperature, and rainfall (Currie, 1981, 1982, 1984) as well as in neotectonic parameters such as earthquake frequency, volcanic eruption and geyser activity. The beach-ridge sheaves disclose systematic shifts in wind systems, and therefore in global pressure cells; thus tides are augmented also by storminess cycles, steric (water temperature) effects and other variables. (Contribution to INQUA WG8-D: Cyclic variations in sedimentology and shorelines during the Holocene).

THE IMPLICATIONS OF SEISMOLOGY AND GEOTHERMICAL ZONES IN ENVIRONMENTAL PLANNING

SEDUE

FERNANDEZ DE LA GARZA, MARIO

SOURS-RENFREW, EDWIN

HERNANDEZ DEL OLMO, ROBERTO

DIRECCION GENERAL DE ORDENAMIENTO ECOLOGICO E IMPACTO AMBIENTAL.

Av. Constituyentes No. 947,
Col. Belén de las Flores,
01110, México, D.F.

SUMMARY

Environmental planning, as undertaken in Mexico, guides its objectives towards the rational use of our natural resources, including land management. In order to reach this goal, it is indispensable to study the natural environment in conjunction with the social and economical environments, thus achieving an integrated reference for planning a region or a local system.

The seismological aspects are especially important when planning land use, mostly referred to intensive human activities as are human settlements, large scale infrastructure works (dams for example), industrial sites, etc. When seismological activity is suspected or known, it constitutes a first order limiting factor, because there are no known mitigation measures.

Another aspect deserving careful analysis, is the presence of -- energetic resources in the region, in this case the Sea of Cortes region which is being given special development investments. -- These energy sources are, on the one hand, the traditional ones -- wood and petroleum -- and on the other, the non-traditional ones -- such as solar, wind and geothermal sources. The last type -- geothermal --, is the most interesting one in the zone, due to its well known potential in the urban, industrial and turistic activities in view of its technical and economical feasibility along with its low polluting nature.

Finally, it should be emphasized that these aspects are very important in the ecological planning process for the region of the Sea of Cortes, and must be analyzed very carefully to insure continuous and harmonious development of the area.

ANALYSIS OF RECENT DATA RELATED WITH SEISMOTECTONICS IN
THE IMPERIAL-MEXICALI VALLEY

FREZ, José

GONZALEZ, Javier

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B. C.
Apdo. Postal 2732, Ensenada,
Baja California, 22830 MEXICO

ABSTRACT

During the last eight years, an increase in the number of stations and seismic activity at both sides of the border has significantly improved our seismological knowledge of the Imperial-Mexicali Valley.

The seismicity is characterized by the existence of clusters in time and space; most of these clusters occur in form of swarms near and between the ends of the Imperial and Cerro Prieto faults, where in general we found very concentrated earthquake nests. Destructive earthquakes do not take place there; still, their aftershocks quickly migrate toward the ends of these faults leaving a gap near the epicenter of main shocks. In depth, the events occur beneath the sedimentary layer. The b value of the Gutenberg-Richter relation is estimated as 1.01 ± 0.10 for the range of magnitudes 2.5-6.5 and the period 1973-1982.

Results of seismic refraction measurements in the region are used as constraints in the inversion of arrival-time residuals. High-quality hypocenter determinations are used in this analysis. It is concluded that the ratio V_p/V_s in the sediments has a value of 2.0 and 2.2 near the northern end of the Imperial Valley and the southern offset of this fault, respectively; the basement behaves as a Poisson solid. Seismograms from the valley show strong and impulsive second arrivals. We discuss their identification and possible application in structure studies. Some numerical experiments with synthetic seismograms are described. The use of realistic models for focal mechanisms and structures produces several features in qualitative agreement with those found in observed seismograms. In particular, a focal depth just beneath low-velocity sediments emphasize second arrivals and the coda. The effect of physical attenuation is also explored.

A catalogue of focal mechanisms is graphically presented. A combination of strike-slip and normal-faults mechanisms is

found in the area of study. They are consistent with the concept of leaking faults as a tectonic model of the fault offsets. A brief summary of results concerning fracture propagation and aftershock activity for destructive earthquakes is also given.

Two topics of further research are indicated. The distribution and focal mechanisms of swarms in Southern California and northern Baja California as well as in the Gulf are reviewed. On the other hand, the study in detail of the area between the ends of the Imperial and Cerro Prieto faults has a great interest from a tectonic point of view.

FORESHOCK AND AFTERSHOCK ACTIVITY OF THE 1976 MESA DE ANDRADE,
MEXICO, EARTHQUAKE.

GONZALEZ . JAVIER

CICESE
APDO. POSTAL 2732
ENSENADA, B.C. 22000

NAVA . ALEJANDRO

IIMAS, UNAM
Ciudad Universitaria
01000 México, D.F. MEXICO

REYES . ALFONSO

CICESE
APDO. POSTAL 2732
Ensenada, B.C. 22000

ABSTRACT

Study of the aftershock of the December 7, 1976, Mesa de Andrade earthquake ($M_L=5.3$, $M_s=5.7$) on the Cerro Prieto fault in the Colorado River Delta, indicates a simple strike-slip transform fault mechanism. The fault plane defined by aftershocks is essentially vertical with a surface projection 1.5 km southwest of the surface trace of the Cerro Prieto fault. The main shock was complex and consisted of two large events. Aftershock hypocenters are distributed in two clusters separated by a gap suggestive of an unbroken barrier.

Station corrections about 0.7 sec are indicated for arrival-time locations using stations both on the deltaic sediments and on the surrounding basement outcroppings (assuming a flat layered velocity model). Differences of some 10-15 km are found between epicenters obtained using only U.S. stations and epicenters obtained with the addition of Mexican local stations.

Foreshock activity, recorded on a portable seismic network, was located in a zone coincident with the northern aftershock cluster. The abrupt onset of foreshock activity emphasizes the importance of continuous monitoring of the Colorado River Delta area in any scheme of earthquake risk studies.

PLEISTOCENE TERRACES IN THE MAZATLAN AREA, SINALOA, MEXICO

GUTIERREZ-ESTRADA, Mario

CASTRO DEL RIO, Alberto

Instituto de Ciencias del Mar
y Limnología, UNAM
Estación Mazatlán
Explanada de la Azada y Cerro
del Crestón
Apartado Postal 811
Mazatlán, Sinaloa 82240 MEXICO

ABSTRACT

The petrographic, sedimentologic and morfologic characteristics of the ancient littoral environment near the Mazatlán area are presented. These deposits correspond to stands of sea level higher than the present one and are constituted of sandstones, conglomeratic sandstones and conglomerates.

The faunistic association due to the extremous climate does not enable an adequate identification. Their relative age is associated with climatic events that produced calichifications and dissolutions of calcium carbonate. The description of some cases of secondary structures are presented, as well as the basement that hold them and the relations with alluviation processes, "ancient" and "recent". The geologic evolution suffered by the coasts of Sinaloa, Sonora and Baja California during the late Cenozoic are compared.

NEOGENE STRATIGRAPHY AND TECTONIC HISTORY OF THE GULF OF CALIFORNIA

INGLE, James C.

Department of Geology
School of Earth Sciences
Stanford University
Stanford, California 94305
U. S. A.

ABSTRACT

Oligocene through Pleistocene non-marine and marine sediments exposed around the margin of the Gulf of California and adjacent Salton Trough provide a record of the initial extension and subsequent tectonic, depositional, and oceanographic evolution of this juvenile sea. From north to south, important onshore and insular stratigraphic sequences include those at San Geronio Pass and Fish Creek Mountains, California as well as those at San Felipe, Angel de la Guardia Island, Tiburon Island, Santa Rosalia, Concepcion Bay, Loreto, Carmen Island, San Juan de la Costa, Isthmus of La Paz, San Jose del Cabo Trough, Maria Madre Island, and Punta Mita, Mexico. Additional data are provided by seismic reflection profiles, dredges and cores from the Gulf, onshore geothermal and exploratory wells, together with detailed analyses of D. S. D. P. drilling sites 474, 475, and 476 at the mouth of the Gulf and site 479 in the central Gulf. Faunal and stratigraphic evidence from these various sequences document the episodic nature of extension, margin subsidence, rifting, folding, and deposition with major unconformities marking Gulf-wide tectonic events in early Miocene, late Miocene, mid Pliocene, and Pleistocene time.

Widespread upper Oligocene through mid Miocene (?) non-marine red beds, lacustrine units, and interbedded volcanics record earliest phases of extension and basin formation. Synthesis of available paleobathymetric histories and faunal data indicate that marine waters initially entered a proto-Gulf mouth in early late Miocene time (ca. 9 Ma) with later invasion of the entire Gulf trough some 1800 km in length by 7-6 Ma. Proto-Gulf marine and non-marine deposits were deformed and faulted in latest Miocene time (ca. 5 Ma) as margin subsidence and rift basins developed in response to spreading along the newly formed Gulf ridge and transform system during Pliocene time. Continuing tectonic adjustments accompanying sea floor spreading along the evolving ridge-transform system include a Gulf-wide mid Pliocene event (ca. 3.2 Ma) and a later mid Pleistocene event which uplifted a number of Gulf islands and deformed major portions of the eastern edge of Baja California and the Salton Trough. Deformed Miocene through lower Pleistocene marine sequences are capped by undeformed, lightly flexed or uplifted Pleistocene marine and alluvial deposits.

AMINO ACID DATING OF QUATERNARY MARINE TERRACES AT BAHIA
ASUNCION, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO

KEENAN, Everly M.

Shell Development Co.
P.O. Box 481
Houston, Texas,
77001, U.S.A.

ORTLIEB, Luc

Office de la Recherche
Scientifique et Technique
Outre-Mer
24, Rue Bayard
75008 Paris, France

WEHMILLER, John F.

Department of Geology
University of Delaware
Newark, Delaware,
19711, U.S.A.

ABSTRACT

In the area of Bahia Asuncion, on the Pacific coast of the Bahia California peninsula, amino acid racemization dating has been used to estimate ages of mollusks from Quaternary marine terraces. Eighteen mollusks samples (of the genera Tivela, Saxidomus, and Chione) from ten localities have been analyzed. The high mean annual temperature for the region (greater than 20 degrees C) has resulted in extensive racemization in what are considered to be late Pleistocene low terrace localities. Racemization for most amino acids is effectively complete by about 300,000 years. Two amino acids, leucine and valine, demonstrate enough "resolving power" to be used to delineate different age groups among the terrace sites. Where these apparent groups are testable with stratigraphic or geomorphic evidence, they are generally consistent with the available geologic control. The ages estimated for the three aminostratigraphic groups recognized in this study are approximately 120,000, 200,000 and $\geq 300,000$ years.

GEOLOGICAL STUDY OF THE TRES VIRGENES GEOTHERMIC ZONE, BAJA
CALIFORNIA SUR, MEXICO

LIRA-HERRERA, Héctor	Comisión Federal de Electricidad
RAMIREZ-SILVA, Germán	Gerencia de Proyectos Geotermo- eléctricos
HERRERA-FRANCO, Juan	Departamento de Exploración
VARGAS-LEDEZMA, Héctor	Centro Financiero de Michoacán Av. Las Camelinas # 3527 Morelia, Michoacán, MEXICO

ABSTRACT

Volcanic Quaternary structures of andesitic composition, which are known as Las Tres Virgenes and El Azufre, are located northwest of the Santa Rosalia, B.C.S., town on the 27°30' N parallel. Nine zones of thermal manifestations, with an average surface temperature of 90°C, were located in the northeastern portion of El Azufre volcano; they are associated with a NW-SE structural trend which crosses a NE-SW trend. Geochemical analysis of two manifestations allow us to infer a steam dominant reservoir at depth.

A volcanic breccia -with is part of the Formation Comondú is the basement of the geological sequence in the area; that breccia is overlapped by Santa Lucia andesitic flows and La Esperanza basalts. Conglomeratic and fossiliferous sandstones, probably from the Pliocene, outcrop northwestward of El Azufre volcano.

The sierra El Aguajito volcanic complex, which contains andesites and basalts, is overlapping these sandstones. Its age varies from Middle to Upper Pliocene. Ash flow tuffs and basalts from the Complejo La Reforma are present southeastward of Las Tres Virgenes volcano. Almost simultaneously, rocks of the Complejo Las Tres Virgenes were extruded from Las Tres Virgenes and El Azufre volcanoes, and from secondary volcanic cones that are predominantly N-S aligned. El Azufre volcano is formed by dacitic and andesitic rocks which, in turn, are the basement of the Quaternary volcanism. On the other hand Las Tres Virgenes volcano has some olivine basalts at its base, but mainly formed by andesitic flows of very similar composition, extruded in different times.

The mean regional fracture system presents fractures and normal faults; having a principal NW-SE trend. Las Tres Virgenes fault is part of that system and, associated with the faults system which has formed the Cañón del Azufre, constitutes a graben. When an inferred N-S regional fracture crossed the NW-SE trend and allowed the rise of magma chambers originated the Tres Virgenes volcanic complex.

An active deep geothermal system has apparently been formed, as a late stage of the last volcanic events; this geothermal system would have temperatures probably higher than 200°C, after geochemical analysis. Hot sulphate acid, springs, fumaroles, steamy soils and hydrothermal alteration zones (silicification, kaolinization are found as surface manifestations of the system NE-SW structural trends, is the cause of all of these thermal surface manifestations.

INTERPRETATION OF DISSOLUTION AND PRECIPITATION PROCESS OBSERVED
IN THE LITTORAL DEPOSITS MICROFACIES STUDY AT THE WESTERN COAST
OF BAJA CALIFORNIA SUR

MALPICA-CRUZ, Víctor M.
CELIS-GUTIERREZ, Socorro

Instituto de Geología,
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria
Delegación Coyoacán
04510 México, D.F. MEXICO

ABSTRACT

The studied area is located on the western coast of Baja California, in its south-central portion, where we have several outcrops of well preserved marine deposits at various altitudes and different thicknesses which are attributed to different quaternary marine transgressions. The paleo-littoral deposits are presented as a parallel belt to the actual coastal line, which in some places there are as many as nine of these belts with heights between 5 and 90 m.

The microfacies study permitted to know the different diagenetic processes which had taken place on these deposits. The deposits are constituted mainly by sandstones and beach conglomerates well consolidated, with abundant macrofauna and rare microfauna. The microfauna has been reworked and broken. These diagenetic processes had been performed in a subaerial environment. The litification begins, usually, in a shallow marine environment and continues after the emersion of the sediments by fresh water and variations of the water table, which produces the dissolution of the organic carbonates mainly the fossil shells.

The oldest deposits show evidences of different dissolutions and successive recrystallizations of the cementant, epigenesis of the quartz and feldspar grains as well as caliche production as a result of quaternary climatic changes.

NEOTECTONIC MOVEMENTS ON A PASSIVE CONTINENTAL MARGIN: SALVADOR
REGION, BRAZIL

MARTIN, Louis	Mission ORSTOM, CNPq Observatório Nacional, Rua General Bruce 586 Rio de Janeiro, BRESIL
DA SILVA PINTO BITTENCOURT, Abílio Carlos	Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geofísica e Instituto de Geociências, Universidade Federal de Bahia, Salvador, BRESIL
FLEXOR, Jean-Marie	CNPq Observatório Nacional, Rua General Bruce, Rio de Janeiro, BRESIL
SUGUIO, Kenitiro	Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, C. P. 20899, São Paulo, BRESIL
LANDIM-DOMINGUEZ, José María	Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geofísica e Instituto de Geociências, Universidade Federal de Bahia, Salvador, BRESIL

ABSTRACT

Continental margins of atlantic type are generally considered stable and seismically inactive. However, the present morphology of some parts of the coast of the State of Bahia, namely at the Reconcavo basin, shows a neo-tectonic activity through the lowering of fossil shorelines. This activity is related to the reactivation, during the Quaternary, of faults limiting the several crustal blocks which form the sedimentary basin. These deformations are not uniform in the whole basin.

PALYNOSTRATIGRAPHY OF CONTINENTAL SEDIMENTS IN SONORA STATE, MEXICO

MARTINEZ-HERNANDEZ, Enrique

Instituto de Geología
Universidad Nacional Autónoma
de México
Ciudad Universitaria
Delegación Coyoacán
04510 México, D.F., MEXICO

ABSTRACT

This study is based on samples collected in several localities NE of Hermosillo belonging to the Baucarit Formation; also includes samples from the Tubutama Formation and the study of alluvium nearby Hermosillo city.

Because of the prospecting nature of this work and the incompleteness the geological recognizance; it was impossible to establish a well defined biostratigraphy. In this first step, of the study the pollen mentioned is of potential used in dating and correlating the continental facies in the Tertiary of Sonora.

In the Tubutama Basin, there are several pollen grains Tricolporates and Triporate, among the latter Proteaceadites sp. and Momipites sp. which are indicators of a probable Oligocene-Miocene age. At the base of the stratigraphic column studied; such grains also proof that the climate - at that time - was more humid; on the other hand, the presence of Cheno-Ams and Compositae pollen grains imply the development of hot & dry summers. Phytogeographically speaking, the above mentioned pollen groups, corroborated the development of some constituents of the Madro-Tertiary flora, since the Oligo-Miocene in this part of Sonora.

At the Baucarit Formation, in most of the units studied - of probable pliocene or pleistocene age - the palynological assemblages are characterized by pollen grains belonging to the Compositae, Cheno-Ams and Gramineae; others elements less frequent belong to Liliaceae, Araceae, Salicaceae?, Nyctaginaceae and Betulaceae.

The alluvium - holocene age - maintained assemblages composed by Cheno-Ams, Comositae and Gramineae, plus a great diversification of arboreal pollen; it is also noticeable the absence of Alnus sp. and Pinus sp. From the analysis of the pollen spectra of the alluvium, it can be concluded, that despite the prevailing aridity of this region, the local edaphic conditions of the alluvium allow the bloom of a rich xeromorphic flora.

DINO CYST DISTRIBUTION IN RECENT SEDIMENTS FROM THE GULF OF CALIFORNIA, MEXICO

MARTINEZ-HERNANDEZ, Enrique
HERNANDEZ-CAMPOS, Héctor
VILLASENOR-MARTINEZ, Ana B.

Instituto de Geología, UNAM
Ciudad Universitaria
04510 México, D. F. MEXICO

ABSTRACT

The preliminary results presented in this research, are based on the palynological study of 47 samples collected in the cruise BAP 83, which covered from the 30° North latitude (Salsipuedes basin) to the 23° 41' North latitude (mouth of the California Gulf). Later when the samples were macerated by palynological techniques, it was found that most of the samples contain dinocyst.

In total, 29 morphotypes of dinocyst were recupered; among the taxa until now identified are the following: Achomosphaera ramulifera, Achomosphaera sp., Hemicystodinium spp., Lingulodinium spp., Nemathosphaeropsis labyrinthea, Operculodinium centrocarpum, Operculodinium israelianum, Operculodinium spp., Protoperidinium conicum, Protoperidinium stellatum, Spiniferites bentori, Spiniferites mirabilis, Spiniferites ramosus, Spiniferites scabrata, Stelladinium reidi, Tuberculodinium vancampoe and the dinocysts tipe B, C and D of Reid & Harland (1977). According with the systematic of the mentioned species, it can be concluded that within the area of the gulf, the dinocyst of goniatulacaceae affinities predominate.

The dinocyst are present in variable number in laminated sediments as well as in no laminated sediments, without being restricted to any particular type of sedimentary facies; though the more diverse assemblages are found in homogeneous sediment.

Referring to the amount of dinocyst per gram of sediment, its distribution is random, without any apparent relationship in the total amount of dinocyst and bathymetry. Neither is found any trend to decrease the quantity of dinocyst toward the coast. Finally, in the upwelling zones there is not significance increase in the number of dinocyst, maintaining the same pattern of abundance that exist in the rest of the gulf.

In conclusion the pattern of mass distribution of dinocyst cannot be generalize, probably due to the complex hydrological system that operate in the Gulf, which influence the transportation and the sedimentation of the dinocyst, giving as result that the original assemblages of these microorganism get mixed, constituting in this way allochthonous thanatocenosis.

In the Gulf of California, most of the species have a broad distribution, however some species became very abundant in certain areas, in this later case the dinocyst assemblage is dominated by certain species, which probably are reflecting the oceanographic conditions of the region. For instance, the dinocyst assemblage in phosphorites is characterized by the abundance of Spiniferites ramosus, Nematosphaeropsis labyrinthica, Operculodinium centrocarpum and Lingulodinium spp.; while in clayey silt sediments at the Guaymas basin the assemblages are distinguished by high frequencies of dinocyst type C of Reid & Harland (1977).

The importance of this survey is remarked in relation with the paleoecology and stratigraphy primary productivity of the Gulf.

THE GULF GEOPHYSICS. A REVIEW

MENDOZA-GARCILAZO, Luis

REYES-ZAMORA, Alfonso

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.
Espinoza No. 843
22800 Ensenada, B. C. México.

REICHLE, Michael

BRUNE, James

Institute of Geophysics and Planetary Physics, Scripps Institution of Oceanography.
University of California, S. D.
La Jolla, Calif. 92093, USA

ABSTRACT

The most outstanding bathimetric features in the Gulf of California are the fault scarps. Those scarps are separated between themselves by submarine depressions, in an échelon arrangement, typical of transform faults. Those depressions have been interpreted as accretional centers of the oceanic crust.

In the northern part of the Gulf, perhaps due to the highest sedimentation plates those transform faults and accretional centers are not very well defined. Moore (1973) suppose that the big amount of sediments deposited has influence upon the structure that has been formed from the beginning of the opening of the gulf. In the southern and central part of the gulf, Sharman (1976) in an attempt to explain some complexities found in the physiography of the accretional centers he propose a model in which he makes the assumptions of "jumps", in time and space.

The studies made by Larson (1968, 1972) in the mouth of the Gulf, registering the remanent magnetism in the rocks of the oceanic floor drives him to the conclusion that the opening of the Gulf has started 4 million years ago, and with a average rate of 6 centimeters a year. Heat flux studies conducted by Lawyer about the submarine depressions found that the highest values of heat are found further of the accretional centers, concluding that most of the heat escapes through the transform faults by hydrothermal circulation.

Up to this date, the sismological studies have given the highest information in order to confirm the tectonic evolution proposed for the Gulf. Most of the sismicity occurs in the Gulf within the submarine depressions, making the confirmation for the hipotesis of this type of activity is associated to the ac-

tional centers or the spreading centers of the oceanic crust. The occurrence of strongest earthquakes, as have been demonstrated by the localization of their replicas, are associated with the fault scarpmnts. Their fault planes indicate slip movements between blocks in a parallel direction to the fault.

Some complications are founded with the no exact coincidence between the localization and the fault planes with the bathimetry of the fault scarpmnts which reflects this facts the Gulf of California tectonics is not completely stabilized. Reichle (1976) examined the historic sismic slide in the Gulf, in the period within 1918 and 1974 using the sismic moment method suggested by Brune (1968). All the sismicity registered is equivalent to a rate of slip of 6.1 cm/year, upon an approximated length of fault of 880 Km and 3 Km wide, coinciding with the lately mentioned measurements made in the Gulf mouth. Of course there are uncertainties within these calculations and a possible mistake of an order of two could be feasible.

The fact of the Gulf of California being a relatively young oceanic basin and in evolution, offers an almost unique opportunity for investigation in plate tectonics matter.

THE OCEANOGRAPHIC EVOLUTION OF THE GULF OF CALIFORNIA

MOLINA-CRUZ, Adolfo

Instituto de Ciencias del Mar y
Limnología, UNAM
Ciudad Universitaria
04510 - México, D. F.

ABSTRACT

According to micropaleontological and sedimentological data, the Gulf of California is a "young" ocean basin which began its formation approximately 5 millions years ago. At that time, its climatical-oceanographic regime was subtropical as it is today. However, the incursions of the California current and the seasonal coastal upwelling processes which are common at present, were not established up to approximately the early Pleistocene.

Coastal upwelling occurs both in the western side (summer) and the eastern side (winter) of the Gulf. At the western side, near the mouth of the Gulf, there is more direct influence of water from the California Current in the upwelling process, forming "thermal fronts" in the water mixed-layer, and increasing primary productivity. This fact has induced the accumulation of phosphorite nodules in several localities; coupled to conditions of large organic material preservation in the sediments (the oceanic oxygen minimum layer impinges on the bottom slope), as well as little relative dilution by terrigenous debris.

The above deductions have been developed analyzing the geographic and stratigraphic distribution of radiolarian assemblages, thorough mathematical models.

INTERACTION AND COMPLEXITY OF SEA LEVEL CHANGES.
VERTICAL CRUSTAL MOVEMENTS AND GEOID DEFORMATIONS

MÖRNER, Nils-Axel

Geological Institute
 S-10691 Stockholm, Sweden

ABSTRACT

Geoid deformation with time - in the oceans as well as under the continents - is a novel factor (Mörner, 1976) in Earth geophysics and geodynamics. Paleo-geoid changes reached significant rates (10 mm/yr seem commonly to have occurred) and gradients (several meters per km seem common).

The old theory of eustasy implied that the eustatic ocean level was displaced up and down simultaneously and equally over the globe. Due to geoid deformations, however, two eustatic levels are never quite parallel (but may differ significantly and sometimes be of opposed sign).

The old theory of vertical crustal movements implied that it was always the crust that moved (rose or fell). Due to geoid deformations, however, a vertical crustal movement could as well be a deformation of the reference level, i.e. the geoid.

The changes in level in a coastal area is the complex interaction between changes in the level of the sea's surface and of the land's surface, both of which are controlled by several different processes (as illustrated below). What we observe is only the net effect of these variables; i.e. the relative sea level changes.

Changes in Level			
Tectono-eustasy	SEA	LAND	Tectonics
Glacial Eustasy			Isostasy
Geoidal Eustasy			Geoid Deformation
Dynamic Sea Surface			Compaction



Observed Relative Changes in Level

For further discussions, see Mörner (1976, 1980, 1981a, 1981b, 1983a, 1983b, 1984).

The changes in land level or crustal level is the effect either of a rise or fall of the crust or a fall or a rise of the reference level (the geoid), or, rather, a combination of both these processes (as illustrated below). A long-term rise (or fall) of the crust will always be linked to a corresponding fall (or rise) of the geoid. A rapid geoid deformation (due to rapid subcrustal changes in the density distribution) will primarily and directly affect the geoid, i.e. the reference level (later,

minor crustal adjustments are likely to take place). For further discussions, see Mörner (1976, 1980, 1983a, 1983b, 1984).

Changes in Crustal Level

Crustal Rise	Rise	Fall	Geoidal Rise
Geoidal Fall	Rise	Fall	Crustal Fall

Absolute Changes in Crustal Level
with respect to the Reference Level

Interaction with Sea Level Changes

Observed Relative changes in Sea Level

Paleo-geoid analyses have shown that we must change the old concept of a very slowly convecting interior of the Earth to a new concept of a "high-dynamic" Earth; i.e. where internal processes are able to change much more rapidly than previously assumed and where various geophysical processes and forces are interrelated in a complex system of interaction (Mörner, 1978, 1984b). After subtracting or considering the tectonic effects and the changes in oceanic water volume (glacial eustasy) and in oceanic basin volume (tectono-eustasy), paleo-sea-level analysis offers a new - and very powerful - means of studying the Earth's interior (Mörner, 1984a).

References

- Mörner, N.-A., 1976: *Journal of Geology* 84: 123-151
Mörner, N.-A., 1978: In: "Evolution of planetary atmospheres and climatology of the Earth", CNES Toulouse, p. 221-232.
Mörner, N.-A., 1980: In: "Earth Rheology, Isostasy and Eustasy" (N.-A. Mörner, Ed.), Wiley, p. 535-553.
Mörner, N.-A., 1981: *Annales de Geophysique* 37: 69-76.
Mörner, N.-A., 1981b: *Geologische Rundschau* 70: 691-702.
Mörner, N.-A., 1983a: In: "Mega-Geomorphology" (R. Gardner & H. Scoging, Eds.), Oxford Univ. Press, p. 73-91.
Mörner, N.-A., 1983b: In: "Coastal Evolution in the Holocene", Tokyo, p. 93-99. (See also; Litoralia 1984, in press).
Mörner, N.-A., 1984a: In: "Geodetic Features of the Ocean Surface and their Implication" (G. Seeber & J.R. Apel, Eds.), Marine Geophysical Researches, Dordrecht, in press.
Mörner, N.-A., 1984b: In: "Climatic Changes on a Yearly to Millennial Basis" (N.-A. Mörner & W. Karlén, Eds.), Reidel, p. 483-507.

PLEISTOCENE HIGH STANDS OF SEA LEVEL AND VERTICAL MOVEMENTS IN
THE GULF OF CALIFORNIA AREA

ORTLIEB, Luc

ORSTOM (Institut de Recherche
Scientifique pour le Develop-
pement en Cooperation)
24 rue Bayard
75008 Paris, FRANCE

ABSTRACT

A general reconnaissance study of Pleistocene marine terraces along the coasts of the 1,500 km long Gulf of California and along the Pacific side of Baja California peninsula provides useful data to interpret relative vertical motions which have been acting across this boundary zone between the Pacific and the North-American plates during the Quaternary. By assuming that the difference of elevation between a paleoshoreline and the present mean sea level is essentially due to vertical motions (no important paleo-geoidal changes, consistency of the interglacial sea level position, etc.), and knowing the age of the paleoshoreline, it is possible to estimate the amplitude and the mean rate of uplift of the studied area. Unfortunately, the age of the Pleistocene shoreline, and particularly of those older than the last interglacial, can almost never be determined precisely. In an attempt to solve these difficulties, two methodological approaches have been favoured: the study of the most recent marine terrace, and the survey of series of paleo-shorelines.

The first approach consists in surveying and comparing elevations of the remnants of the highest stand of sea level, coeval with the last interglacial; these remnants are better preserved than older (Middle) Pleistocene shorelines, and are relatively easy to identify as the most recent marine terrace. Of course this study only provides information on the late Quaternary vertical motions. Through an extensive survey of about 120 localities along the coast of Baja California and Sonora, it thus appeared that, generally, the last interglacial maximum shoreline is recorded between +6 and +9 m. Except for a few faulted areas, where this shoreline is uplifted to elevations higher than +20 m, the peninsula of Baja California and the mainland coast of the gulf proved to have experienced limited vertical crustal movements during the Late Quaternary. The high uplift rates (400 mm to 10,000 mm/10³ years) reported in southern California seem to be restricted to the northwesternmost Baja California, north of Agua Blanca Fault.

Series of Pleistocene shorelines registering more or less

continuous positive vertical motions of coastal areas were principally found in east-central (Santa Rosalía area) and west-central Baja California (Vizcaino peninsula). On the eastern coast of the Gulf of California no such series of terraces exist, the scarce older Pleistocene shorelines outcropping at elevations inferior to +10 m. Along the coast of the peninsula of Baja California (beside the central regions), the general paucity of terraces in staircase disposition is mostly due to unfavourable conditions of preservation of shoreline remnants, although in some cases it can be related to a lack of uplift motions. In Santa Rosalía area, a series of up to nine main terraces, separated by 10-30 m height differences (total range +10 to +200 m) have been tentatively correlated with almost all the interglacial periods defined by the isotopic curve V28-238 of Shackleton and Opdyke (1973); they are supposed to be the remnants of nine stands of high sea level having occurred in the last million years. South of Santa Rosalía, at Punta Chivato and in Bahía San Sebastián, similar series of strandlines and marine terraces are observed between the present sea level and up to +75 m. On the Pacific coast, in Vizcaino peninsula, successive marine terraces and series of beach ridges range in elevation from 0 to +120 m (Bahía Asunción, Punta Eugenia, Campito, etc.).

The available data thus suggests that a maximum number of about 10 Pleistocene interglacial high sea levels have been registered in the region, and that these sea level high stands have been occurring in the last million years. If these assumption are correct, mean uplift rates (since the end of the Early Pleistocene), varying between 75 and 260 mm/10³ years, can be calculated for the mentioned coastal areas of the central part of the peninsula. Another conclusion, which need confirmation, would be that after the last (Late?) Pliocene regression, the sea level has been standing in a low position during a relatively long period.

RADIOMETRIC AND AMINO ACID DATING OF LATE PLEISTOCENE FOSSILS IN THE
GULF OF CALIFORNIA AREA, MEXICO: AVAILABLE RESULTS AND PROBLEMS OF
INTERPRETATION.

ORTLIEB, Luc

ORSTOM (Institut Français de Re-
cherche Scientifique pour le Dévelop-
pement en Coopération),
24, rue Bayard
75008 Paris, FRANCE

ABSTRACT

As a result of a renewed interest in marine terraces studies in the Gulf of California area, a series of radiometric age determinations and amino acid studies have been carried on during the last few years. Chronologic studies on the last interglacial marine terrace (isotopic stage 5 = I.S.5) begin to be numerous and yet only a few radiometric or amino acid ages look entirely reliable.

On the Pacific coast of Baja California the amino acid geochronological method has been developed by Wehmiller, Keenan and collaborators. By calibration on radiometrically dated localities (WEHMILLER *et al.*, 1977; WEHMILLER & EMERSON, 1980) and interpolation, this method permitted to confirm an I.S.5. age of several low-lying marine terraces (WOODS, 1980; VALENTINE, 1980; EMERSON *et al.*, 1981; KEENAN, 1982; KEENAN *et al.*, 1984). In one locality (Bahia Tortugas) D/L amino acids ratios suggest that two distinct terraces correspond to two substages of I.S.5. (EMERSON *et al.*, 1981). In the northern half of the Gulf of California, nearly a hundred samples of fossil mollusc shells attributable to the last interglacial transgression were analyzed; the majority of them provided allo/isoleucine ratios at, or close to, the racemic equilibrium (~ 1.05 for *Chione*, and ~ 1.25 for *Dosinia* and *Codakia*), and only in some cases apparently reliable results could be obtained. High racemization (epimerization) rates are clearly related to elevated diagenetic temperatures in the Gulf region. Thus, in the Gulf of California, the aminostratigraphic method appears to be of little help in chronostratigraphical problems, namely to separate I.S.5 from older fossil shells or to distinguish substages among the I.S. 5 samples.

Four groups of U-series dates on the presumed last interglacial marine terrace have been published. The first group, dealing with six echinoids and corals from the + 6 m Magdalena Terrace in SW Baja California Sur, yielded a mean 116 ka age (OMURA *et al.*, 1979). The second group, concerning a score of mollusk shells from distinct remnants of the main low terrace along the central Sonoran coast, provided 15 results between 120 and 82 ka (mean = 96 ka), 3 results of less than 65 ka, and another one of ~ 180 ka (BERNAT *et al.*, 1980). The third group consists of five mollusk shells collected in the central eastern part of the peninsula; they gave apparent ages comprised between 87 and 53 ka (CAUSSE & ORTLIEB, 1984). The last group of radiometric dates deals with molluscs and corals from northwestern Baja California peninsula: two samples yielded 130-150 ka ages; a third one, a 80 ka age; and two more, 235 ka ages (ORTLIEB *et al.*, 1984). With the assumption that the well-developed low-lying marine terrace observed in the whole region was formed during the last interglacial substage 5e, such a spreading of results strongly suggests that some of the apparent ages should be considered with reserves. The classical criteria for closed systems are seldom

totally respected (calcite content $< 3\%$; absence of ^{232}Th ; homogeneity of the U content and of the $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ activity ratio). Most of the U/Th dates obtained, mainly on molluscs, are judged to be younger than their presumed ~ 120 ka age.

In this context, it is obviously difficult to assess by "absolute dating" whether any remnants of substages 5c (~ 105 ka) and 5a (~ 85 ka) high sea levels have been preserved, or not, among the lowest and youngest marine terraces of the Gulf of California. On the central Sonoran coast, where no recent vertical movements have been detected, and in most of the Baja California localities, there is a strong presumption that all the $\sim + 6$ m shorelines with well-preserved fossil fauna, correspond exclusively to the substage 5e (~ 120 ka) high sea level. In a few localities of the Baja California coast, where distinct marine deposits crop out at similarly low elevations, morphostratigraphic relationships may not be sufficiently accurate to determine whether these deposits correspond to two (or three) distinct substages within the last interglacial period, or to several interglacial transgressions.

REFERENCES

- BERNAT M., GAVEN C., ORTLIEB L. (1980):- Soc. Geol. Fr. Bull., (7), t. XXII, n°2, p. 219-224.
- CAUSSE C., ORTLIEB L. (1984):- (In press).
- EMERSON W.K., KENNEDY G.L., WEHMILLER J.F., KEENAN E., (1918):- The Nautilus, vol. 95, n° 3, p. 105-116.
- KEENAN E.M. (1982):- PhD Univ. Delaware, Newark, 351 p. (unpubl.).
- KEENAN E.M., ORTLIEB L., WEHMILLER J.F. (1984):- (In press).
- OMURA A., EMERSON W.K., KU T.L., (1979):- The Nautilus, vol. 94, n° 4, p. 184-189.
- ORTLIEB L., CARRO O., CAUSSE C. (1984):- (In press).
- VALENTINE J.W. (1980):- Jour. Paleontol., vol. 54, p. 1310-1318.
- WEHMILLER J.F., LAJOIE K.R., KVENVOLDEN K.A., PETERSON E., BELKNAP D.F., KENNEDY G.L., ADDICOTT W.O., VEDDER J.G., WRIGHT R., (1977):- U. S., Geol. Survey, Openfile report n° 77-680.
- WEHMILLER J.F., EMERSON W.K., (1980):- The Nautilus, vol. 94, n° 1, p. 31-36.
- WOODS A. (1980):- Quaternary Res., vol. 13, p. 346-364.

ASPECTS OF SEDIMENTATION DURING THE QUATERNARY IN THE AREA OF
BALANDRA, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO

PADILLA-ARREDONDO, Gustavo

DIAZ-RIVERA, Ernesto

PEDRIN-AVILES, Sergio

Centro de Investigaciones
Biológicas de Baja Califor-
nia Sur, A. C.
Jalisco y Madero
Apdo. Postal 128
La Paz, B.C.S.
23060 MEXICO

ABSTRACT

The Balandra area includes a system of varied processes of sedimentation during the Quaternary. Four stratigraphic units that were possibly developed during the Pleistocene epoch have been recognized: a marine terrace between three and four meters above sea level; a layer of calcareous sand derived from the erosion of coralline reef; accumulation of eolic sand and aluvial sedimentation. The stratigraphic units developed during the Holocene are confined to lagoonal deposits: a sand barrier; three stratum of silt-clay texture; a coralline reef and a peat stratum. These units were products of the differences between the deposition ranges and the relative ascent of the sea level in the late Holocene.

The elevation of the marine terrace is similar to others reported along the coast of Sonora, which indicates very few tectonic differences between both coasts.

The peat deposit of Balandra located at 2.25 meters below sea level has an antiquity of $4,120 \pm 100$ years A.P. When this data is compared in an eustatic curve in the stable region of the Peninsula of Florida, a tectonic rising of the area of Balandra during the late Holocene is suggested.

LATE MIOCENE BIOSTRATIGRAPHY AND PALEOCEANOGRAPHY, BASED ON
RADIOLARIANS STUDY, IN BAJA CALIFORNIA AND ISLAS MARIAS

PEREZ-GUZMAN, Ana María

Instituto de Ciencias del Mar
y Limnología, UNAM
Ciudad Universitaria
Delegación Coyoacán
04510 México, D. F. MEXICO

ABSTRACT

A total of eight sites were studied. Five land-based sections are outcropping in Baja California (San Felipe, El Cien, Arroyo Tiburón, Tortugas Formation and Cabo San Lucas-La Paz); two in the Tres Marias Islands (Arroyo Hondo and María Cleofas) and one is offshore, off Guadalupe Island (The Experimental Mohole).

The radiolarian zonation used is that of Riedel and Sanfilippo (1978) for tropical latitudes. The zones defined in this study were correlated to the radiolarian biofacies proposed by Weaver et al. (1981) in southern California. The Dorcadospyris alata, Diartus petterssoni, Didymocyrtis antepenultima, Didymocyrtis penultima and Stichocorys peregrina Zones were recognized herein. The most significant siliceous deposition in the selected sections occurs between 10.1 and 7.8 Ma., during the Didymocyrtis antepenultima Zone.

The paleoceanographic interpretation is based on the biogeographic categories of Casey et al. (1982) and the quantitative analyses

of accumulative diagrams. Two important periods were recognized in the study area. The first one, at 10.1 Ma., shows an intense development of the paleo-Ecuatorial Current, flowing free between the Atlantic and Pacific Oceans, through the Panama Isthmus.

This fact produced high percentages of warm water radiolarians. However, Arroyo Tiburón shows abundant cold radiolarians, characteristic of the paleo-California Current. The second period, at 7.8 Ma., suggests that the Paleo-California Current was more intense and with producing upwelling conditions in all the northern localities. In those ones situated southernmost, prevailed the influence of the paleo-Ecuatorial Current.

ANALYSIS OF THE SEISMICITY DETECTED IN 1983 IN THE NORTHERN
PENINSULAR RANGES REGION OF BAJA CALIFORNIA.

REBOLLAR-BUSTAMANTE, Cecilio

MENDOZA-GARCILAZO, Luis

Centro de Investigación
Científica y de Educación
Superior de Ensenada, B. C.
Apdo. Postal 2732, Ensenada
22830, Baja California Norte,
México.

ABSTRACT

We are currently studying the seismicity detected in permanent and portable seismic stations (analog and digital) deployed in the Peninsular ranges region of Baja California during 1983.

Small earthquakes were detected in the Vallecitos and Calabazas faults near Tijuana, local magnitude of those events lie between 1.08 ± 0.1 . It was also detected high activity in what is call the San Miguel fault zone and its intersection with the Agua Blanca and Sierra Juarez faults, as well as in the Sierra Juarez fault. We detected three bursts of seismicity in the San Miguel fault zone associated to the 1956, 6.8, 6.3 and 6.4 earthquakes. We located 108 events with local magnitudes between 1.4 and 2.8. Of those events, 75 clearly define 13 kms of the most active zone of the San Miguel fault. The hypocentral depths lie between 5 and 15 kms, defining a fault zone of approximately 13 by 10 kms. All the events are located in the north-west and south east ends of the fault, leaving a gap in between suggesting a possible barrier on the fault. It is must likely that all the stresses are being released an the north-west end of the fault. Preliminary fault plane solutiones of individual events in this region show mainly strike slip faults that agree well with the north-west trend of the faults. We also found activity in a normal fault parallel to the San Miguel fault.

NEOGENE CONTINENTAL OPENING IN NORTHWESTERN MEXICO, AND RELATED
MINERAL DEPOSITS

ROLDAN-QUINTANA, Jaime

VASALLO, Luis F.

Estación Regional del Noroeste
Instituto de Geología, UNAM
Apartado Postal 1039
Hermosillo, Sonora
83000 MEXICO

ABSTRACT

The Gulf of California in NW Mexico is a tertiary geologic feature produced by pulling apart and drifting of part of the continental crust of the American Plate. From the geologic point of view, the Gulf is divided in two regions, the first predominantly of continental nature comprising all the northern portion and the continental platforms of the southern Gulf, the second region is characterized by a thin continental crust and its southern end oceanic crust, it encloses the central portion of the southern half of the Gulf. Two metalogenetic epochs are considered in regard to the mineral deposits in Neogene time: the first 17 to 3.5 m. y. (formation of the proto-Gulf), during this epoch, the phosphorite deposits of the southern part of the Peninsula were formed, also during this time were deposited the borate deposits of NW Sonora. The second metalogenetic epoch from 3.5 m. y., to present was the most productive in mineral deposits, from which the main deposits are El Boleo (Cu) and Lucifer (Mn), it includes also other small deposits of S and Pb-Ag. Within the second metalogenetic epoch are also considered the polymetallic sulfides recently discovered in the "East Pacific Rise" and in the Guaymas Basin. Lastly, the evaporitic deposits are widely distributed along the coasts of the Gulf. In conclusion the region of the Gulf of California constitutes a metalogenetic province of Neogene age in which more exploratory work must be realized taking in to account the paleogeographic, stratigraphic and neotectonic characteristics which are presented here briefly.

SEDIMENTARY AND CLIMATIC HISTORY OF THE SEDIMENTARY SEQUENCE
CROSSED BY THE WELL EXTREMEÑO 301, IN THE COLORADO RIVER
DELTA

RUEDA-GAXIOLA, Jaime

Instituto Mexicano del Petróleo
Eje Central Lázaro Cárdenas No.
152

TRINIDAD-REYES, Regino

Delegación Gustavo A. Madero
C.P. 07730 México, D.F.

ABSTRACT

The palynological analysis of cutting samples from the well Extremeño 301, and the interpretation of the electrical logs, allows to know that the sedimentary sequence is composed of sandy, sandy-silty, silty and silty-clayey sediments deposited in a deltaic environment into the pro-delta and delta-front facies, over a subsident block margin. Two major sedimentary cycles were defined; a lower regressif and an upper transgressif with minor fluctuations controlled by pleistocenic climatic variations.

The study of the characteristic pollenospores vertical distribution allows to determine the climatic variations, represented by six cold epochs alternating with eighth hot epochs corresponding to the regressive and transgressive phases.

The correlation between the age of the first cold epoch and the first presence of the nannofossil Gephyrocapsa oceanica, allowed to consider an approximative age of 2 900 000 years to the base of the sequence, corresponding to the most late part of the Pliocene.

The rate of sedimentation was calculated for both cycles and the presence of palynomorphes from the Upper Cretaceous and diatoms from the Miocen permitted to make the reconstruction of the sedimentary history and the evolution of the Colorado River captation basin.

GEOMORPHIC AND SOIL-STRATIGRAPHIC ASSESSMENT OF NEOTECTONICS IN THE
SAN ONOFRE COASTAL AREA, SAN DIEGO AND ORANGE COUNTIES, CALIFORNIA

SHLEMON, Roy J.

Post Office Box 3066
Newport Beach, California 92663
U.S.A.

ABSTRACT

Recent geomorphic and soil-stratigraphic studies for the San Onofre Nuclear Plants have provided new data about neotectonic rates along part of the southern California coast. Uranium-series, amino-acid, and faunal-association dating show that the lowermost marine platform was cut during oxygen-isotope stage 5e, approximately 125,000 years ago. Overlying continental deposits, mainly distal piedmont fans, are typified by intercalated buried paleosols of slight- to moderate-development (cambic and weak argillic or locally natric horizons), some of which are stratigraphic markers amenable to radiocarbon assay. Well logs and bridge borings encounter gravel-filled channels (isotope stage 2; ca. 15,000 - 20,000 years old) of the Santa Margarita River and adjacent streams approximately 35 m below sea level at the present coastline.

The marine platform and deposits of substage 5e lie unbroken over the Cristianitos Fault. The platform shoreline-angle elevation increases from approximately 18 m at San Onofre to 39 m at Dana Point, about 17 km northwest, yielding approximate uplift rates of 9 cm/1,000 and 26 cm/1,000 years, respectively. This tilting is apparently associated with continuing deformation of the San Joaquin Hills near Laguna Beach. The platform slopes about one degree seaward, comparable to that of the present offshore shelf, suggesting that no measurable seaward tilt has occurred within about the last 100,000 years.

Remnants of nine marine terraces, identified by geomorphic expression and beach gravels, occur in "stair-step" fashion to an elevation of 375 m in the northern part of Camp Pendleton. Assuming that most regionally-extensive marine terraces were cut by interglacial transgressions and are relatively datable by association with the world-wide oxygen-isotope chronology, suggests that the uppermost terrace at San Onofre is about 900,000 years old, yielding a first-approximation, long-term uplift rate of about 42 cm/1,000 years.

LATE PLEISTOCENE STRATIGRAPHY AND ENVIRONMENTS OF THE WEST
MEXICAN COASTAL PLAIN

SIRKIN, Les

Department of Earth Sciences
Adelphi University
Garden City, New York 11530
U.S.A.

ABSTRACT

Three phases of geomorphic development are recognized for the west Mexican coastal plain: 1) The Alluvial Phase represents deposition of the coastal bajada during the Neogene; oxisols and saprolites formed on the surface; 2) The Teacapan Peninsula Phase began during the Sangamonian Interglacial with deposition of the spit; an ultisol and an alfisol have developed on the peninsula; 3) In the Prograding Beach Phase, dating from about 13,000 B.P., four sequences of beach ridges were deposited during eustatic sea level rise and periodic uplift. Four soil units on the resulting ridge and swale topography include three inceptisols on the initial, early, and middle beaches and an entisol on the late beach.

The pollen stratigraphy and chronology based on samples from eleven cores, twelve radiocarbon dates, and calculated deposition rates, reflect events during the Prograding Beach Phase. The alternation in dominance of mangrove pollen taxa records relative changes in sea level due to tectonic uplift and sea level rise. The data record filling of the lagoon behind the Teacapan Peninsula beginning prior to 8,000 years ago during eustatic sea level rise. A mangrove pollen association that corresponds to the rise continued into the mid-Holocene. A subsequent *Avicennia* rise indicates a relative lowering of sea level possibly due to uplift of the coastal plain. Between 7,000 and 6,000 years B.P. increases in pine and oak indicate expansion of upland forests during a cooler climatic interval. A marine incursion around 5650 years B.P. documents a peak in sea level rise. In late Holocene time, marsh taxa become more important as beaches prograded westward and the lagoons received more fresh water runoff. At about 5,000 years B.P., upland forest taxa again increase. The most recent, *Avicennia*-dominated associations again show lower sea level or uplift. Late Holocene pollen zones include one of nonarboreal pollen dominance and lastly one enriched in pine, nonarboreal and lowland forest taxa, and cultivated plants.

The pollen data support age relationships inferred in the Prograding Beach Phase. Just as all of the beaches are represented in the Teacapan area of the coastal plain, the oldest pollen record occurs in the lagoon behind the Teacapan Peninsula. Higher sea levels are indicated by red mangrove

prominence for the initial beach and by the Dictyocha zone for the early beach. The southern part of the coastal plain has only the younger beaches and only the younger Holocene pollen zones in the lagoonal records.

QUATERNARY MARINE DEPOSITS, RAISED MARINE TERRACES, AND
TECTONISM IN BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO: A REPORT ON
RESEARCH IN PROGRESS

SIRKIN, Les

Department of Earth Sciences
Adelphi University
Garden City, New York 11530
U.S.A.

PADILLA-ARREDONDO, Gustavo

Centro de Investigaciones
Biologicas de Baja California
Sur, A.C.
Apdo. Postal #128
23060 La Paz, B.C.S., México

PEDRIN-AVILES, Sergio

DIAZ-RIVERA, Ernesto

GAITAN-MORAN, Javier

Departamento de Geologia Marina
Universidad Autonoma de Baja
California Sur
Apdo. Postal #219
La Paz, B.C.S., México

STUCKENRATH, Robert

Radiation Biology Laboratory
Smithsonian Institution
Rockville, Maryland 20852

ABSTRACT

The oldest Quaternary marine sedimentary rocks in Baja Sur may be the fossiliferous sandstone units that crop out in the vicinity of sea level on the coasts of Bahía de La Paz, Isla Espiritu Santo, and the Gulf of California. In some instances these formations reach elevations of about 23m. Excellent examples of high-level, sandstone terraces occur at Punta Coyote and Las Arenas de La Ventana. In the Baja Sur region the bedrock has been eroded by waves into terraces and linear cave-like scours that lie at elevations varying between 0.5m and 18m above present sea level. Younger Quaternary sedimentary units occur at various elevations from just below sea level to nearly 8.0m above sea level, equivalent to and postdating the bedrock erosion features. Conglomerates of coral, shell, and alluvial gravel occur near sea level and up to 3.0m above sea level. Terraced coquinites form benches up to 1.5m high at Tecolote on Bahía de La Paz and at San Carlos on the landward side of Bahía Magdalena. The Tecolote coquinite has been radiocarbon-dated at about 32,570 years B.P.

SIRKIN, PADILLA, PEDRIN, DIAZ, GASTAN, STUCKENRATH

Younger raised marine terraces of unconsolidated sediments in the La Paz and Isla Espiritu Santo areas lie between 0.5 and 6.4m above sea level and range in age from 1,335 to 4,515 years B.P., based on radiocarbon dates on shell and coral from terraces at Tecolote. Terraced coral banks approximately at sea level are widespread between Enfermeria on Bahía de La Paz and Ensenada de Punta Rasa on Isla Espiritu Santo.

Prominent shell-bearing horizons occur at apex elevations of 3.0, 4.4, and 5.3m of a broad anticlinal fold in the Mogote barrier beach suggesting submergence and marine deposition during this interval, followed by uplift and warping post-dating 1,425 years B.P., the age of shells infesting the surface of the older beach level sandstone at Mogote. A comparable marine terrace at Comitan on the Ensenada de La Paz is a raised terrace, with a moderately well developed B soil horizon, and a shell zone dated at 2,480 years B.P. Pollen analysis and radiocarbon-dating of cores from coastal mangrove and lagoonal deposits provide a record of over 8,465 years initially with evidence of rising sea level and deposition of fine sediments over a coral terrace. An episode of uplift occurred about 5,100 years B.P. Sea level rise is again apparent up to 4,035 years B.P., after which clastic influx suggests tectonic uplift. Relative sea level rise and deposition of mangrove peat succeed this event. Subsequent progradation or relatively stationary sea level brings the record to the present time.

Thus, Quaternary tectonism is seen in a number of raised marine terraces and erosion features both in marine sediments and bedrock. Prominent terraces indicating relative uplift occur up to 23m. The oldest terraces are cut into sandstone units that predate 32,570 years B.P., the age of a lower elevation coquina. Terraces on coral, probably of late Pleistocene or early Holocene age, are at sea level, while younger marine deposits are superposed and elevated to levels that more or less match the lower level wave-cut features in bedrock. Late Pleistocene and Holocene deposits also include sand dunes, including the massive, linear coastal dune ridges observed at Mogote, Cabo San Lucas, and San Carlos. In many coastal sites, shell middens are found on the marine terraces.

CALCAREOUS NANNOPLANKTON IN THE WELL EXTREMEÑO 301

VIÑAS-GOMEZ, FIDELIA

Instituto Mexicano del Petróleo,
Subdirección de Tecnología de -
Exploración,
Av. Lázaro Cárdenas No. 152
México, D.F.

ABSTRACT

The calcareous nannoplankton contained in an interval of - 3295 m of the Extremeño 301 well was studied. This well is located in the northwestern area of the Gulf of California, 25 km from the coast of Sonora and 1.8 km northwest of the well Extremeño No. 1, at the mouth of the Colorado river.

The only microfossils found were coccolitophorids of Pleistocene and Late Cretaceous (Maestrichtian) ages, but the latter are considered as redeposited specimens.

The microfossils contained in the interval 450-2705 m are of Late Pleistocene age, equivalent to the NN20 Zone (Gephyrocapsa oceanica Zone) of Martini (1971); from 2710-3295 m, due to the presence of atypical forms of Pseudoemiliania lacunosa, the deposits might probably be of Middle-Late Pleistocene age.

GEOMORPHOLOGY, DEFORMATION, AND CHRONOLOGY OF MARINE TERRACES
BETWEEN PLAYA MARRON AND ARROYO EL SALINITO, SW BAJA CALIFORNIA
NORTE, MEXICO

WOODS, Alan J.

Department of Geography
Kent State University
Kent, Ohio 44242

ABSTRACT

Three emergent marine terraces are prominent between Playa El Marron and Arroyo El Salinito and comprise the most extensive Pleistocene planation surfaces in central Baja California, Mexico. The deposits of the lowest terrace, the Tomatal, are $120,000 \pm 20,000$ yr old (Sangamonian?) while the absolute ages of the two higher and older terraces, the Andres and Aeropuerto, are unknown. The Tomatal terrace is particularly well developed and comprises degraded sea cliffs, paleodunes, and lagoonal sequences. Shingle paleobeach ridges also occur locally and reflect shore progradation and tombolo formation. The Tomatal shoreline is nearly horizontal at 7 ± 1 m above present mean sea level, whereas the older Aeropuerto terrace has been tilted so that it decreases in elevation toward the southeast. Nonetheless, coastal tilting is not nearly as great as at many other localities in California and Baja California.