

SRSNM-01

## **LA CLASIFICACIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LA COSTA ROCOSA EN LA ISLA ESPÍRITU SANTO E ISLA PARTIDA, BAJA CALIFORNIA SUR Y SU IMPORTANCIA PARA EL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y MANEJO INSULAR**

Cruz Orozco Rodolfo y Javier Gaitán Morán  
Depto. de Geología Marina, UABCS

La totalidad de las islas en el Golfo de California contienen altos valores naturales y son consideradas sitios de interés científico. Por estas importantes razones han sido declaradas áreas protegidas con la finalidad de conservar aquellos valores mediante programas adecuados de manejo. El caracterizar los ambientes físico y biológico, a través de la identificación cuantitativa y cualitativa de los recursos naturales, es crucial para el diseño y operación de estos programas.

La Isla Espíritu Santo e Isla Partida cubren un área de 99 km<sup>2</sup> y se localizan a 28 kilómetros al noreste de la ciudad de La Paz, B.C.S. Forman parte del complejo insular del Golfo de California y al igual que la mayoría de las islas que se encuentran en el Golfo, han sido originadas por eventos geológicos y permanecen como remanentes de una compleja historia geológica; en donde la combinación de procesos de emergencia, sumergencia, erosión y volcanismo se han presentado de manera continua, desde hace cinco millones de años, cuando se inició la separación de la Península de Baja California del macizo continental mexicano y se formó la cuenca que ahora ocupa el Golfo.

La herencia geomorfológica y geológica de la Isla Espíritu Santo e Isla Partida, al igual que las islas restantes ubicadas en el Golfo, es increíblemente rica y variada en geoformas. El conocimiento y entendimiento de la geomorfología y de la geología, en términos de la historia evolutiva y la operación de los procesos naturales contemporáneos es esencial para explicar la dinámica de las formas del relieve costero rocoso actual.

Lo anterior representa una información fundamental para el programa de conservación y manejo insular ya que permite determinar como han y continúan operando los procesos naturales. De esta manera pueden predecirse posibles cambios futuros de las formas del relieve, sobre una base cuantitativa y cualitativa, y mantener la dinámica natural de las formas del relieve costero rocoso y de los afloramientos geológicos asociados, contribuyendo así a la solución de problemas ambientales, de planeación e ingeniería.

SRSNM-02

## **INTERPRETACION DE MODELOS CARTOGRAFICOS NUMERICOS DEL LEVANTAMIENTO DE LAS HOJAS H12-8 Y H12-11 DEL LEVANTAMIENTO AEROMAGNETOMETRICO DEL COREMI EN EL ESTADO DE SONORA**

Rodriguez-Torres Rafael y Rangel-Medina Miguel  
RENATURA

Se interpretaron geológicamente la mitad oeste del borde sur de la hoja Hermosillo (H12-8) y las dos terceras partes de la mitad oeste de la hoja Sierra Libre (H12-11), del levantamiento

aeromagnetométrico efectuado recientemente por el Consejo de Recursos Minerales (CoReMi).

Las unidades litomagnéticas interpretadas en las cartas son de la más antigua a la más reciente:

1. Basamento de la cuenca, constituido por rocas aflorantes de afinidad volcánico-sedimentaria (de edad mesozoicas o cenozoicas) y rocas graníticas de edad cretácica-terciaria (unidades litomagnéticas A1-A2 y B1-B2 de los afloramientos).
2. Unidad epiclástica de edad miocena, constituida por depósitos de abanicos aluviales y de planicie costera (unidades litomagnéticas A1 y C1)
3. Unidad evaporítica de edad miocena temprana (unidad litomagnética C1)
4. Unidad sedimentaria marina (lutita silicificada miocénica temprana (unidad litomagnética C1)

Unidad epiclástica fluvial que representa la unidad más joven (plio-pleistocena) que representa el sistema paleodeltaico del antiguo arroyo de La Poza, predecesor del actual Río Sonoracuyo delta ha aprovechado el relieve negativo para cubrir toda la zona, parcialmente.

SRSNM-03

## **LA GEOLOGÍA DEL VALLE DEL YAQUI Y ÁREAS ADYACENTES**

Rodrigo González Enríquez<sup>1,2</sup> y Luis Ernesto Marín Stillman<sup>2</sup>  
<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Sonora  
<sup>2</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

La zona de estudio comprende al Valle del Yaqui y áreas adyacentes incluye y se localiza en el Noroeste de México (26°45' a 29°00' Latitud Norte y 109°00' a 111°15' de Longitud Oeste). Al Este del Golfo de California en el Estado de Sonora. En la región se identifican 15 unidades cronoestratigráficas que dieron origen al desarrollo de la geología regional, las cuales están comprendidas entre el Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico.

Del Paleozoico afloran tres tipos de unidades estratigráficas, todas son del Paleozoico Sedimentario Marino. Del Mesozoico se reportan cuatro unidades estratigráficas: una Sedimentaria Mixta, dos Volcánicas y una Intrusiva. El Cenozoico esta compuesto por diez unidades estratigráficas, de las cuales son tres Sedimentarias Continentales, una Volcanosedimentaria Continental, cinco Volcánicas y una Intrusiva.

La historia geológica del Valle del Yaqui inicia con la sedimentación de rocas calcáreas que termina a fines del Pérmico, período en el que a consecuencia de la Orogenia Sonorana el mar pierde profundidad, emergiendo una superficie que queda sujeta a un largo período de erosión. A fines del Cretácico y principios del Terciario ocurre la Revolución Laramide, presentándose una intensa actividad estructural manifestada por emisiones lávicas, intrusiones ácidas, fenómenos de plegamientos y fallamientos que afectaron la mayor parte de las sierras existentes en la región. La emisión de lavas andesíticas y riolíticas descansan sobre un basamento probablemente Cretácico.

A finales del Terciario un período de intensa erosión formó depósitos de conglomerados y areniscas. En el Cuaternario, la erosión continuó sobre todas las rocas expuestas en la región, formando depósitos de talud, abanicos aluviales y los rellenos recientes del valle. En este periodo, la erosión de los diversos agentes y el acarreo efectuado por los ríos, provocó el depósito del material de aluvión formándose la llanura, y al acumularse en la desembocadura de los ríos formó barreras que dieron origen a los esteros, a lo que contribuyó el mar provocando un ligero levantamiento de la costa en crecimiento y resultando que el depósito de aluvión alcanzara una amplia extensión que cubre casi la totalidad de la parte baja de la llanura. Al avanzar la costa sobre los depósitos salinos del mar, estos fueron cubiertos quedando zonas saladas atrapadas en los lugares donde existieron esteros.

SRSNM-04

### CARACTERÍSTICAS Y EVOLUCION DEL MAGMATISMO LARAMIDICO EN LA PORCION SUR DEL BATOLITO DE SONORA, MEXICO

Roldán-Quintana Jaime, Calmus Thierry y Valencia-Moreno  
Martin

Instituto de Geología, Estación Regional del Noroeste, UNAM

El magmatismo laramídico en Sonora inició durante el Cretácico Tardío y continuó hasta el Eoceno Tardío (90-40 Ma) y ha sido relacionado con la subducción de la placa oceánica Farallón debajo de la de Norte América. Los modelos de evolución magmática en relación a la convergencia de las placas Kula y Farallón con la placa de Norte América durante el Mesozoico y el Terciario han sido establecidos principalmente a partir del estudio en el suroeste de Estados Unidos (los batolitos de las sierras Peninsulares y el de la Sierra Nevada) y extendiendo los resultados hacía el noroeste de México (Lipman *et al.*, 1972; Silver y Chappel, 1988, Urrutia-Fucugauchi y Morton-Bermea, 1997; Clark *et al.*, 1982; Ortega-Rivera, 1997).

Varios parámetros han sido utilizados para explicar la orogenia larámida, entre ellos el aumento de la velocidad de convergencia desde 60 hasta 150 km/m.a. entre 75 y 40 Ma (Engebretson *et al.*, 1985), acompañado por una disminución en el ángulo de subducción. Sin embargo este periodo corresponde a una baja actividad magmática en el suroeste de Estados Unidos. Por el contrario, en Sonora este periodo corresponde a un magmatismo intenso. Maxson y Tikoff (1996) proponen que la ausencia de magmatismo así como la orogenia laramídica se deben a la colisión del terreno "Baja-British Columbia" con Norte América, durante su migración hacía el norte.

Con el fin de entender mejor la tectónica asociada a la orogenia Larámide en el noroeste de México, se presentan datos específicos del batolito a lo largo de un transecto E-W de 380 km de largo en el sur de Sonora. Se definieron las características siguientes: (1) La anchura del arco magmático sin tomar en cuenta la extensión Terciaria es de 450 km, y restaurando la península de Baja California a su posición pre-apertura del golfo, su límite occidental se encuentra a una distancia mínima de aproximadamente 300 km de la paleotrinchera. (2) La edad de los granitoides varía de 83 Ma en la costa a 49 Ma en el extremo oriental de Sonora, lo que sugiere una migración del magmatismo hacía el este con el tiempo. (3) La composición en K<sub>2</sub>O es generalmente alta y aumenta desde la parte central del transecto hacía el este. (5) Se identificaron rocas volcánicas genéticamente asociadas al batolito con edades entre 90

y 70 Ma, localizadas a unos 100 km de la costa. (6) Valores iniciales negativos de Nd (-3.22 a -6.29) y relaciones de <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr altas (0.706101 - 0.710197), salvo para los granitos de la costa, sugieren la presencia de corteza continental en la génesis de los magmas. Las características geoquímicas e isotópicas diferentes de los granitos de la costa sugieren una corteza menos evolucionada quizás incluyendo basamentos, acrecionados al continente antes del ciclo laramídico.

SRSNM-05

### DISCORDANT PALEOMAGNETIC DATA FOR MID- CRETACEOUS INTRUSIVE ROCKS FROM NORTHERN BAJA CALIFORNIA: LATITUDE DISPLACEMENT, TILT, OR VERTICAL AXIS ROTATION?

Harald Böhnell<sup>1</sup>, Luis A. Delgado-Argote<sup>2</sup> and Dave  
Kimbrough<sup>3</sup>

<sup>1</sup> UNICIT, UNAM

<sup>2</sup> Depto. de Geología, CICESE

<sup>3</sup> San Diego State University

Both a series of dikes named San Marcos and the Testerazo Pluton which apparently has intruded them afterwards, have been studied paleomagnetically to address the question of the paleogeographic position of this part of Baja California. Testerazo belongs to the Cretaceous (>100-120 Ma) Peninsular Ranges Batholith and U/Pb data indicate that the dikes are almost coeval. The dikes are consistently dipping towards the southwest which may indicate that the area experienced regional tilt. All but one of 36 sites show remanence of normal polarity, thus suggesting that the thermoremanent magnetization was acquired around the initiation of the Cretaceous Normal Superchron. Paleopoles for San Marcos and Testerazo are indistinguishable and were combined into a paleopole at 248°E/86.6°N, A95=4.8°, which is displaced with respect to the 122 Ma reference pole for stable North America at 185.6°E/72.3°N, A95=3.3°. The displacement may be described by a clockwise rotation of 14-18 ± 6° and a northward shift of 3-8 ± 6°. Restoring a northward shift of about 3°, related to the separation of Baja California from North America during the last 10 Ma, only a marginal northward displacement of 0-5 ± 6° is left. The clockwise rotation may be the result of crustal block rotations in the right lateral shear systems in northern Baja California. Alternatively the difference between paleopole and reference pole may be due to tilting of the study area. Restoring a tilt of 13°, based on the measured dip of the San Marcos dikes, a paleopole at 200.4°E/74.0°N, A95=4.8, was calculated. This paleopole is indistinguishable from the 122 Ma reference pole. The tilting hypothesis proposed by Butler *et al.* (1993) therefor seems to be a viable explanation for the discordant paleopoles from Baja California, at least what concerns the area of San Marcos and Testerazo. Data obtained previously about 200 km further south and close to the Pacific defined a concordant paleopole without any tilt correction, thus indicating that such a hypothesis may not be valid for all of Baja California, but rather to some areas situated within or near the Gulf of California extensional regime.

SRSNM-06

## PALEOGEOGRAFÍA DEL CRETÁCICO TARDÍO Y Terciario TEMPRANO EN BAJA CALIFORNIA

Helenes J. y Téllez Duarte M.A.  
Depto. de Geología, CICESE

Para definir la evolución paleogeográfica de Baja California del Campaniense al Paleoceno, es necesario considerar la mayor cantidad de información. Las características biogeográficas de los conjuntos paleontológicos de varias secciones estratigráficas del Cretácico Superior al Terciario Inferior en la costa occidental de Baja California ayudan a aclarar parte de la evolución paleogeográfica de la península. Este modelo paleogeográfico ayuda a discernir entre un desplazamiento máximo de 2500 km hacia el norte y ningún desplazamiento en este intervalo.

Durante el Campaniense y el Maastrichtiense, los conjuntos de dinoflagelados observados en Baja California indican depositación en una provincia templada. La presencia en Baja California de los géneros *Isabelidium*, *Silicisphaera* y *Spongodinium* indican afinidad con floras reportadas de Norte América, Europa y Mar del Norte. La ausencia del género *Andalusiella* y la poca representación del género *Cerodinium* resaltan la diferencia con floras del Tetis provenientes del Caribe y de la región ecuatorial de África. Los foraminíferos planctónicos y bentónicos reportados de rocas de Baja California de esas edades, también tienen afinidad con climas templados, siendo similares a faunas reportadas de California, hacia el norte del Tetis.

Durante el Paleoceno los géneros de dinoflagelados *Damassidium*, *Lejeunecysta* y *Spinidium*, así como los de foraminíferos bentónicos (tipo Midway) *Eponides*, *Anomalinoidea*, *Cibicides* y *Gyroidinoides* indican afinidad con conjuntos de zonas templadas, similares a los reportadas en rocas de California, y del Atlántico del Norte. Mientras los moluscos del Paleoceno indican afinidades subtropicales a tropicales sin diferenciar, el coral solitario *Flabellum* indica afinidades subtropicales a templadas para esta época.

Las afinidades biogeográficas de los conjuntos fósiles de Baja California indican que las rocas sedimentarias de edades desde Campaniense hasta Paleoceno, fueron depositadas en una provincia templada. Considerando estos datos paleontológicos, la geología regional y los modelos de evolución de tectónica de placas, se concluye que la península no fue transportada en este intervalo, sino que estaba adyacente al resto del noroeste de México.

SRSNM-07

## NEOGENE STRATIGRAPHY AND TECTONIC CONTROL ON SEDIMENTARY EVOLUTION IN THE LAGUNA SALADA BASIN, NORTHERN BAJA CALIFORNIA, MEXICO

Martín-Barajas A.<sup>1</sup>, Vázquez-Hernández S.<sup>1</sup>, Carreño, A.L.<sup>2</sup>, Helenes J.<sup>1</sup>, Suárez-Vidal F.<sup>1</sup> and Alvarez-Rosales J.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Depto. de Geología, CICESE

E-mail: amartin@cicese.mx

<sup>2</sup> Instituto de Geología, UNAM

<sup>3</sup> Residencia de Estudios del Campo Geotérmico de Cerro Prieto, Comisión Federal de Electricidad

The Laguna Salada basin in northeastern Baja California records late-Neogene marine incursions in the Salton Trough and progradation of the Colorado River delta. Early subsidence and subsequent tectonic erosion are related to evolution of the Sierra El Mayor detachment fault during late Miocene time (<12 Ma). The stratigraphy on uplifted blocks on the east-central margin of the Laguna Salada Basin (LSB) and from three exploratory wells allows reconstruction of the main sedimentary and tectonic events. Marine mudstone and sandstone, and subordinate conglomerate of the Imperial Formation tectonically overlie metamorphic and granitic basement. Microfossils, lithology, and sedimentary structures in the Imperial Formation define Upper Miocene (<6 Ma) outer-shelf facies that grade up-section into inner-shelf and delta plain deposits of the ancient Colorado River. The Imperial deposits are overlain unconformably by Upper Pliocene reddish, sub-arkosic fluvial sandstone and siltstone of the Palm Spring Formation. Continuous outcrops of the Palm Spring are less than 170m thick, but correlative deposits are more than 570m thick in the lower part of a 2400-m deep geothermal exploratory well on the eastern margin of LSB. In Early Pleistocene time, the Laguna Salada became progressively isolated from the Colorado River delta complex by activity on the Elsinore and Laguna Salada fault zones. Interfingering fluvial-sandstone deposits and prograding alluvial fan conglomerates crudely mark the onset of vertical slip along the Laguna Salada fault and uplifting of Sierra Cucapa and Sierra El Mayor by ~1 Ma. Up to 2 km of Quaternary alluvial-fan and lacustrine deposits accumulated along the eastern margin of LSB, whereas along the western margin lower subsidence rates produced a thinner sedimentary wedge over a ramp-like crystalline basement.

SRSNM-08

## TEMPORAL AND SPATIAL ASSOCIATION OF BASALTS AND ACIDIC LAVAS IN THE SANTA CLARA VOLCANIC FIELD (VIZCAINO PENINSULA, B.C.S., MEXICO): FIRST RESULTS

Calmus T.<sup>1</sup>, Aguillon-Robles A.<sup>2,3</sup>, Maury R.C.<sup>2</sup>, Bellon H.<sup>2</sup>, Cotten J.<sup>2</sup>, Bourgois J.<sup>4</sup> and Michaud F.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> ERNO, Instituto de Geología, UNAM

<sup>2</sup> UMR 6538, IUEM, Univ. de Bretagne Occidentale, Brest France

<sup>3</sup> Instituto de Geología, UASLP

<sup>4</sup> C.N.R.S., L.G.T.E., Université Pierre et Marie Curie, Paris

The Santa Clara volcanic field, that is located in the southeastern part of Vizcaino Peninsula, B. C. S., and covers approximately 2000 km<sup>2</sup>, exposes huge pyroclastic flows and lava flows, with superimposed scoria cones, and intrusives, mainly

located in a NW-SE elongated depression. 38 scoria cones and 3 craters have been documented. The whole volcanic pile may be divided in four main units:

1) A lower pyroclastic unit that overlies Tertiary or Upper Cretaceous sediments. This unit is well exposed near the Destiladero Ranch, and in the northeast part of the field. Its lower part consists of 10 m of lapilli overlaid by a 250 m thick of pyroclastic (HAR) flows of Merapi type, which contain blocks of mainly hornblende bearing dacite, minor olivine bearing basalt, pumices (typical Plinian type pumice fall deposit) and vitrophyric rocks. This unit gets thinner southwestwards.

2) The pyroclastic unit is intruded by numerous andesitic-dacitic necks or domes and associated dykes, located in the central part of the volcanic field. Intrusions show a vertical fracturation related to empla-cement and locally a vertical orientation of hornblendes.

3) Extensively horizontal basaltic mesas partly overlie the pyroclastic unit.

4) The higher volcanic unit corresponds to more chaotic basaltic flows associated with scoria cones. Some of them as Cerro El Copalar intrude Cretaceous sediments.

First geochemical studies show that rocks from Santa Clara can be divided in two clusters of compositions: an adakitic one represented by pyroclastics unit and domes, and a basaltic one which corresponds to the capping flows.

From a set of more than thirty  $40\text{K}/40\text{Ar}$  ages carried on whole rocks (WR), separated amphiboles, feldspars, and groundmass, it appears that WR ages for acidic lavas are scattered between  $11 \pm 0.8$  Ma (near Cerro La Chichita) and  $8.2 \pm 0.45$  Ma (near the Mesa El Accidente), when for basalts WR ages are ranging from  $11.7 \pm 1.2$  Ma to  $9.5 \pm 0.3$  Ma, suggesting a relatively short duration for the formation of this complex volcanic field. Nevertheless, isotopic ages for separated feldspars in these rocks are younger than the corresponding whole rock ages, when the amphibole ages are older (typically, the Cerro San Lucas dacite has given a WR age of  $10.5 \pm 0.7$  Ma and a feldspar one of  $9.61 \pm 0.21$  Ma). For the silicic rocks, isotopic chronology of feldspars or of groundmasses will be preferred leading to ages younger than 10 Ma.

The Santa Clara volcanic field is located 100 km east of the paleo-trench and corresponds to the westernmost volcanic field of the northern part of southern Baja California, if we except the 6.5 to 5.7 Ma old basalts of Asunción area. Considering a depth of 80 km for the partial melting of the oceanic crust to produce adakitic magmas, this distance to the trench requires a dip of  $50^\circ$  of the slab. This dip is very high considering the age of the subducting crust at that time, only 2.5 Ma after the spreading is supposed to have been ceased near the chron 5A (12.5 Ma). The previous discrepancy may be explained by a partial melting shallower than 80 km of a younger and hotter oceanic crust, with a  $50^\circ$  dip of the slab or, if we suppose a more likely  $20^\circ$  dip, by an eastward migration of the trench, related to subduction-erosion of the Baja California margin, or lateral displacements of blocks along the margin.

SRSNM-09

## SÍNTESIS GEOLÓGICA DE LA REGIÓN DE BAHÍA DE LOS ÁNGELES, BAHÍA LAS ÁNIMAS Y ARCHIPIÉLAGO SAN LORENZO, GOLFO DE CALIFORNIA

Delgado-Argote L.A., Escalona-Alcázar F.J., López-Martínez M. y Vázquez-Jaimes M.E.

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

La historia neogénica de la parte central de Baja California registra actividad volcánica central y fisural ampliamente distribuida que cubre a un complejo basal de metamórficas paleozoicas y graníticas cretácicas. Antes del Plioceno las islas Ángel de la Guarda y San Lorenzo formaban parte de la península de Baja California, de la que actualmente están separadas por las zonas de falla Ballenas, Partida y San Lorenzo, activas posiblemente desde el Pleistoceno.

Las columnas estratigráficas de las regiones de Bahía de los Ángeles (Ángeles), Bahía Las Ánimas (Ánimas) e Isla Ángel de la Guarda (Guarda) son similares, en particular para el periodo comprendido entre el Mioceno temprano y finales del Mioceno Medio. La parte norte de Ánimas, incluyendo el oriente de la Sierra Las Ánimas y el Archipiélago San Lorenzo (Lorenzo) registran una historia similar de sedimentación y actividad volcánica principalmente durante el Mioceno tardío-Plioceno temprano.

En Ángeles, Ánimas y Guarda la actividad volcánica más antigua fue andesítica, posiblemente asociada con estratovolcanes de los que derivan gruesos depósitos epiclásticos. En Ángeles y Guarda se han fechado derrames de lava del Mioceno temprano asociados con sedimentos marinos algunas veces fosilíferos. Estas edades representan las evidencias más antiguas de incursiones marinas en la región y pueden indicar las primeras etapas de formación del proto-Golfo de California que anteceden a las incursiones marinas generalizadas que ocurren a partir del Mioceno medio. Este periodo está caracterizado por fallamiento regional, particularmente evidente por los bloques basculados hacia el occidente del sur de Ánimas.

En el Mioceno medio el volcanismo explosivo de composición dacítica y riolítica está ampliamente distribuida; el volcán más grande y mejor expuesto asociado a este periodo está representado por el Tronco San Pedro en Ánimas. En algunos lugares esta actividad estuvo acompañada por volcanismo basáltico fisural y fue más intensa a finales del Mioceno medio en Ángeles donde se interpreta la presencia de por lo menos dos diques alimentadores de cerca de 20 km de longitud orientados NNW, paralelos a la tendencia del fallamiento normal en la región.

En la parte oriental de la Sierra Las Ánimas, derrames de andesita basáltica del Mioceno tardío están cubiertos por conglomerados y areniscas conglomeráticas que pueden ser correlacionables con la secuencia sedimentaria de Lorenzo. En esta última localidad la secuencia sedimentaria descansa sobre un basamento similar al del norte de la Sierra Las Ánimas; consiste de la base a la cima de yesos, areniscas arcóscicas, arenitas líticas y conglomerados polimícticos con clastos del basamento, dacita, andesita y basalto. Las areniscas contienen fauna fósil de ambiente marino somero de alta energía. Le sobreyacen a la secuencia sedimentaria derrames andesíticos y basálticos y depósitos piroclásticos del Plioceno temprano. Este ambiente de cuencas

pequeñas bordeadas por volcanes se extiende hacia el sur hasta la barrera topográfica del Volcán San Pedro y no se conoce en el interior de Ángeles.

Con base en el diagrama  $MgO-FeO^*-Al_2O_3$  de discriminación tectónica, el conjunto de rocas volcánicas de todas las áreas (Ángeles, Ánimas y Guarda) se clasifican como rocas orogénicas de arco, diferenciadas por procesos de cristalización fraccionada. Además, las series tienen patrones similares de abundancia de elementos traza, característicos de arcos magmáticos continentales. Las variaciones en los arcanogramas sugieren asimilación de materiales de la corteza ricos en Ti, en particular, óxidos, hornblenda y mica, como los que caracterizan a la porción oriental del batolito peninsular.

SRSNM-10

### **CORRELATION OF PYROCLASTIC DEPOSITS FROM COASTAL SONORA, ISLA TIBURÓN AND BAJA CALIFORNIA NORTE: IMPLICATIONS FOR THE DEVELOPMENT OF THE PACIFIC-NORTH AMERICA PLATE BOUNDARY IN THE GULF OF CALIFORNIA**

Michael Oskin and Joann Stock  
California Institute of Technology

We correlate a series of five pyroclastic flows from the Puertecitos Volcanic Province of Baja California Norte, to Isla Tiburón, and the adjacent coast of Sonora to constrain the history of dextral motion in the Gulf of California. The stratigraphically lowest, and most widely distributed correlative flow is the 12.6 Ma tuff of San Felipe. This pre-rift deposit displays unique lithology, phenocryst chemistry, and paleomagnetic remanence. Offset isopach and facies trends of the Tuff of San Felipe record ~300 km of dextral displacement, similar to older cross-gulf geologic tie points. The remaining four pyroclastic flows, Tmr3, Tmr4, Tmr5, and the Tuff of El Canelo, all range in age from 6.3 to 6.1 Ma. These lithologically and paleomagnetically distinct deposits are each uniquely distributed on opposite sides of the Gulf. Tmr3 and Tmr4 form a single eruptive sequence deposited across Isla Tiburón and the northern Puertecitos Volcanic province. The Tuff of El Canelo is present above Tmr4 in the vicinity of Puertecitos, and in the central-western area of Isla Tiburón. Tmr5 is found only in a narrow strip in the northern Puertecitos Volcanic Province, and on the central western coast of Isla Tiburón. From the distribution, thickness, and facies of these deposits, we construct a precise geologic tie point between Isla Tiburón and Baja California to measure 255 km of dextral offset, parallel to the Tiburón fracture zone (an azimuth of 310 to 312 degrees). This offset requires that from the latest Miocene, at least 80% of plate boundary motion has been accommodated within the Gulf of California. During the time period from 12.5 Ma to 6.0 Ma, dextral plate boundary motion was primarily accommodated outside of the Gulf region. These results suggest that localization of the Pacific - North America plate boundary in the Gulf of California was a rapid process during latest Miocene to early Pliocene time, 6 to 7 Myr after the cessation of subduction offshore of Baja California Sur.

SRSNM-11

### **ESTRUCTURA SÍSMICA Y GRAVIMÉTRICA DE LA CORTEZA EN EL CENTRO-NORTE DEL GOLFO DE CALIFORNIA**

Paz-López S.<sup>1</sup>, González-Fernández A.<sup>2</sup>, Danobeitia J.J.<sup>3</sup>,  
Delgado-Argote L.A.<sup>2</sup> y Córdoba D.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Depto. de Geofísica, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

<sup>2</sup> Depto. de Geología, División de Ciencias de la Tierra, CICESE

<sup>3</sup> Depto. de Geofísica, Instituto de Ciencias de la Tierra «Jaume Almera», CSIC, Barcelona, España

<sup>4</sup> Depto. de Geofísica, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense de Madrid, España

Se han interpretado datos de alta resolución de sísmica de reflexión vertical, refracción-reflexión de gran ángulo y gravimetría a lo largo de dos perfiles en la parte centro-norte del Golfo de California. El perfil P-311 está ubicado al sur de la Isla Tiburón, con orientación noreste-suroeste y una longitud de 58 km. El perfil P-312 se localiza entre la península de Baja California y la Isla Ángel de la Guarda, sobre el Canal Las Ballenas-Salsipuedes, con una longitud aproximada de 220 km.

Los perfiles sísmicos y gravimétricos fueron llevados a cabo en 1996 como parte del proyecto CORTES-P96. Para el perfil P-312, aparte de los datos sísmicos y gravimétricos, se cuenta con datos magnéticos recabados en marzo del 2000. Las ondas sísmicas generadas por los cañones de aire comprimido fueron registradas por un cable de registro (streamer) para la sísmica de reflexión vertical y por OBS (sismómetro de fondo oceánico) y estaciones de registro portátiles ubicadas en tierra, para el caso de la sísmica de gran ángulo.

Como resultado de la interpretación conjunta de datos, para el perfil P-311 se encontró un modelo de distribución de velocidades y densidades detallado. Se observó, al noreste de este perfil, una zona de sedimentos plegados por el cambio de dirección del principal sistema transforme. Además se identificó un complejo hipabisal, similar a los observados en la Cuenca Guaymas. También se observaron tres zonas de falla a lo largo de todo el perfil que cortan toda la corteza y se determinó una estructura cortical que varía de 21 a 26 km de espesor, es decir, estructuras corticales de diferente espesor que fueron puestas en contacto por el desplazamiento de la península con relación a la placa de Norteamérica.

Para el perfil P-312 se determinó un modelo sísmico y gravimétrico detallado. Se identificó un complejo hipabisal debajo de la Cuenca Delfín Inferior y una posible acumulación de gas al noroeste de esta cuenca. Se observó al noroeste, 3 zonas de fallas que cortan la corteza. Además se interpretó un adelgazamiento de la corteza de 16 km debajo de la Cuenca Salsipuedes Sur relacionado con un ascenso de material del manto observado en esta zona. Se observó una intensa actividad magmática debajo de las cuencas Salsipuedes Norte y Salsipuedes Sur.

SRSNM-12

## DISTRIBUCIÓN DE EJES P Y T DE LOS MECANISMOS FOCALES SÍSMICOS EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA

J. Frez, A. Nava, J. Acosta, J. González y H. Fabriol  
CICESE

Entre 1997 y 2000, hemos determinado cerca de 200 mecanismos focales sísmicos en distintos sectores del norte de Baja California: Zona Sísmica Mexicali, falla San Miguel, Valle Ojos Negros, falla Sierra Juárez y un punto de la Sierra Peninsular en el límite entre ambas Californias. Para esto, se han utilizado datos de estaciones locales, cuyos resultados generales se reportan en otra presentación, así como de las redes regionales (RESNOM y SCSN) para sismos de magnitud mayor de ~2.1. La mayoría de los eventos determinados localmente tienen magnitudes entre 1.0 y 2.0.

A partir de estas estimaciones, se obtiene la distribución de la posición de los ejes P y T para cada uno de los sectores aludidos. En esta presentación, mostramos resultados del análisis de las distribuciones en acimut e inclinación a través de histogramas circulares en que las frecuencias se distribuyen en clases angostas de acimut. El propósito general es determinar el grado de similitud de estas distribuciones con el patrón regional de esfuerzos (comprensivo N/S). Se aplica un análisis de significación de los máximos locales, con respecto al global, que aparecen en los histogramas de roseta. En general, el máximo global corresponde al patrón regional. Los resultados se discuten en términos de las estructuras sismotectónicas de cada sector estudiado.

SRSNM-13

## RÉPLICAS DEL TEMBLOR DE SIERRA JUÁREZ (RANCHO VIEJO), Mw=5.1 DEL 3 DE DICIEMBRE DE 1991 EN EL NORTE DE BAJA CALIFORNIA: EVIDENCIAS DE FALLAMIENTO PERPENDICULAR A LA FALLA SAN MIGUEL

J. Javier González-García y Jose Frez  
CICESE

Presentamos los resultados de un estudio de localización hipocentral para el temblor "Rancho Viejo" (Mw=5.1) y sus réplicas ocurrido en diciembre de 1991 en la Sierra Peninsular en el norte de Baja California.

El temblor Rancho Viejo ocurrió en una zona escasamente habitada (comunidad indígena Pai Pai) y forma parte de una serie de temblores de tamaño moderado (5.0 M 5.5) que han ocurrido en Sierra Juárez entre la falla San Miguel y la depresión de Laguna Salada desde 1975. Esta región en actividad sísmica se ubica como una banda de 20-15 km de ancho y rumbo NE ~30° la cual parece ligar tectónicamente al extremo NW de la zona de ruptura del temblor San Miguel (ML ~6.8) del 9 de febrero de 1956 con el extremo SE de la zona de ruptura del temblor Laguna Salada de febrero de 1892. Este bandeamiento que llamaremos Cucapá-Pai Pai se presenta con mayor evidencia actualmente en su parte serrana y escasamente en la parte extensional (Laguna Salada). En su parte serrana la actividad sísmica comprende temblores con mecanismo focal a rumbo y echado y secuencias de réplicas con preponderancia al NW. Las réplicas del temblor de Rancho Viejo tienen una tendencia francamente perpendicular a la falla San Miguel.

Presentamos 87 localizaciones hipocentrales de alta calidad para la secuencia sísmica que incluye el temblor principal (diciembre 3, 17:54 UTC) y los primeros 5 días después del mismo. Se utiliza toda la información disponible regionalmente, es decir datos de RESNOM datos de la Red del Sur de California (CIT/USGS) y datos de un arreglo temporal de 3 estaciones analógicas (MEQ-800 Ranger SS-1), estas con distancia epicentral menor a 10 km.

Después de una serie de rigurosas pruebas con diferentes modelos de velocidad estructural se seleccionó el que se utiliza por CIT/USGS para sus localizaciones rutinarias en el sur de California sólo que con objeto de lograr un mejor ajuste de residuales para estaciones lejanas (> 125 km, arribos refractados) preferimos una profundidad al moho de 32 km.

El temblor principal tiene una profundidad de 9.5 km y las réplicas se presentan entre los 4 y 10 km. El área hipocentral (25-30 km<sup>2</sup>) corresponde bien a la magnitud Mw=5.1 asignada por otra fuente.

El mecanismo focal del temblor principal obtenido con polaridad de primeros arribos (33) es de rumbo con planos de N50°W y N40°E. Los epicentros del temblor Rancho Viejo y sus réplicas ocurridas durante los primeros 5 días se alinean a lo largo de 5 km con un rumbo de N30°E. Este lineamiento es colimante con un pequeño valle intermontano de 7 km de longitud perpendicular a la falla San Miguel.

Conclusiones.- Los hipocentros de la secuencia sísmica del temblor de Rancho Viejo de diciembre de 1991 ocurrieron a lo largo de un plano de falla con probable ligero echado al SE sobre la ladera de una colina que se inicia justo al extremo SW de un pequeño pero largo valle intermontano en la parte central de Sierra Juárez. Esto, en concordancia con la sismicidad histórica registrada, la actividad microsísmica local y lineamientos geomorfológicos nos sugieren la existencia de una activa falla lateral izquierda de al menos 12 km de longitud con rumbo N 30° E que denominaremos Falla Rancho Viejo. Este rasgo tectónico de mediana escala, que en conjunto con otros de rumbo NW y componente lateral derecho y aún normal, forman el bandeamiento Cucapá-Pai Pai, juega un importante papel en la sismotectónica del norte de Baja California al ligar la actividad sísmica en el Valle de Mexicali con la actividad sísmica en el Valle de Ojos Negros.

SRSNM-14 CARTEL

## BASE DE DATOS GEOCRONOLÓGICOS Y GEOQUÍMICOS DEL NW DE MEXICO

Hinojosa-Corona A., Serrato Bertha, López-Martínez  
Margarita, Martín-Barajas Arturo

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

Se realizó una revisión bibliográfica para recopilar datos geocronológicos y geoquímicos del NW de México e integrarlos en una base de datos relacional. Los datos geocronológicos, describen 365 muestras de rocas con edades reportadas por K-Ar y 40Ar/39Ar y datos no publicados del Laboratorio de Geocronología de CICESE. Se revisaron las edades reportadas, para eliminar duplicados y en caso necesario, convertirlas a las constantes reportadas por Steiger y Jäger (1977).

La base de datos geoquímicos provee información útil para analizar la evolución del magmatismo en la Provincia Extensional del Golfo. Incluye ~270 análisis químicos de elementos mayores (recalculados en base seca y por FeO/Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) elementos traza e isótopos en algunos casos, en rocas volcánicas de edad inferior a 14 Ma de Sonora, Sinaloa, la península de Baja California y del fondo del Golfo de California.

Se integró la información disponible tomando en cuenta localización, descripción litológica y material analizado. La ubicación geográfica permite incorporar con facilidad la tablas a un sistema de información geográfica para generar mapas, realizar consultas y análisis espacial. Para hacer accesible la base de datos a la comunidad científica, se desarrolló una aplicación en internet con ayuda de MapServer, una herramienta de dominio público desarrollada originalmente en la Universidad de Minnesota (UMN), que permite consultar y desplegar la ubicación de las muestras, sobre mapas temáticos que apoyan en la interpretación. Entre los mapas temáticos se incluyen la Carta Geológica de la Republica Mexicana a escala 1:2,000,000, modelos digitales de elevación, y un mosaico de imágenes Landsat MSS.

#### Referencias

Steiger R.H. y Jäger E., 1977 Subcommission on Geochronology: Convention on the use of decay constants in Geo and Cosmochronology. Earth and Planetary Science Letters, vol. 36: 359-362.

SRSNM-15 CARTEL

### **RASGOS BATIMÉTRICOS DEL ALTO GOLFO DE CALIFORNIA Y SU CORRELACIÓN CON ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS ACTIVAS**

Luis Gustavo Álvarez S.<sup>1</sup>, Francisco Suárez V.<sup>2</sup> y Ramon Mendoza B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Depto. de Oceanografía Física, CICESE

<sup>2</sup> Depto. de Geología, CICESE

E-mail: lalvarez@cicese.mx

E-mail: fsuarez@cicese.mx

E-mail: rmendoza@cicese.mx

En estudios previos se han identificado las zonas de fracturas en el Golfo de California mediante perfiles de sísmica de reflexión y batimetría. Los centros de dispersión de la región sur se han detectado mediante anomalías magnéticas, en tanto que en la parte central del Golfo estos centros se manifiestan a través de crestas y cuencas profundas.

En el Alto Golfo los centros de dispersión y fracturas se encuentran cubiertos por los sedimentos que aportó el Río Colorado. En general las evidencias de estructuras geológicas formadas en tiempos geológicos recientes han quedado ocultas bajo la capa sedimentaria, por lo que, los centros de dispersión en esta zona, se han localizado mediante los epicentros de temblores, enjambres sísmicos y flujo de calor (Thatcher and Brune 1970, Lomnitz *et al.*, 1970).

En este trabajo se presenta información batimétrica reciente del Alto Golfo de California que complementa mapeos previos con cobertura parcial. Se comprueba la presencia y la secuencia de canales y crestas paralelas al eje del Golfo, las cuales mantienen su identidad por decenas de kilómetros, desde las partes someras del

extremo norte, hasta las márgenes de la Cuenca de Wagner. En la parte somera, la secuencia de crestas se ha atribuido a la corriente de marea la cual forma bancos lineales de arena (Carbajal y Montaña, 1999). Se supone que estos rasgos en profundidades mayores de 20 metros representan estructuras relictas (Thompson, 1968).

De los rasgos batimétricos más notables, dos son los sobresalientes. Uno corresponde a un bajo alargado de 50 km de longitud y el segundo es un canal angosto de mas de 70 km de largo localizados frente a las costa de Sonora. Ambos son paralelos al eje del Golfo. La superposición de epicentros de temblores, la alineación de un enjambre sísmico y el mapa batimétrico reciente sugieren que al menos estos dos rasgos son manifestaciones superficiales de estructuras geológicamente activas, siendo una de ellas, la Falla de Cerro Prieto. Por otro lado estos rasgos reflejan la geometría del basamento profundo de la Cuenca de Wagner.