

**GEOLOGIC GRADUATE STUDIES IN BAJA CALIFORNIA,
SAN DIEGO STATE UNIVERSITY.**

**ESTUDIOS GEOLOGICOS DE POSGRADO EN BAJA CALIFORNIA,
SAN DIEGO STATE UNIVERSITY**

Por/By
Diane E. Fitts
y/and
R. Gordon Gastil
San Diego State University, Geology Department
San Diego, California

FITTS D.E. and R. Gordon Gastil, 1985. Geologic graduate studies in Baja California, San Diego State University. Estudios geológicos de posgrado en Baja California, San Diego State University. *Ciencias Marinas* 11 (2): 77-84 (8)

ABSTRACT

Many graduate students of geology at San Diego State University undertake master's thesis in Baja California. Their original research adds depth to our knowledge of the geology of Baja California. This article summarizes the work of twenty-two students who have completed or are currently working on masters thesis in Baja California. When published, copies of all graduate thesis are available through Love Library on the SDSU campus.

RESUMEN

Muchos estudiantes de posgrado en geología en la Universidad Estatal de San Diego realizan su tesis de maestría en Baja California. Su investigación añade profundidad a nuestro conocimiento de la geología de la entidad. Este artículo resume el trabajo de 22 estudiantes que han completado o se encuentran trabajando en tesis de maestría acerca de Baja California. Al publicarse, copias de estas tesis se encontrarán disponibles a través de la Biblioteca Love en la universidad.

INTRODUCCION

This article is dedicated to the memory of Katsuo Nishikawa; an inspired young oceanographer who researched the Baja California coastline.

There is a significant lack of geologic information describing Baja California. For this reason, graduate students in the Geology Department at San Diego State University (SDSU) welcome the opportunity to con-

INTRODUCCION

Este artículo esta dedicado a la memoria de Katsuo Nishikawa; un joven oceanólogo lleno de inspiración que realizó investigaciones en la costa de Baja California.

Existe una significativa carencia de información geológica que describa a Baja California. Por esta razón, estudiantes de posgrado del Departamento de Geología de la Unviersidad Estatal de San Diego

duct original research in unexplored areas. We hope our students' research will be of use to scientist in the host country of Mexico.

The twenty-two Masters thesis projects presented in the following paragraphs include research completed since 1982 and work now in progress (WIP). The index map of Baja California identifies each study area by location number (Figure 1).

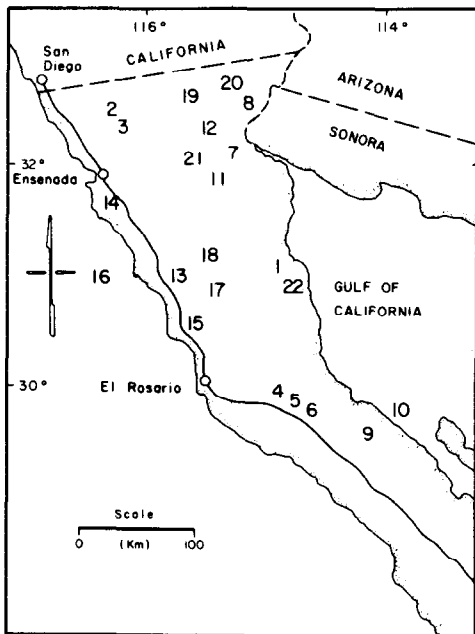


Fig. 1. Map showing location of study areas
Mapa que muestra la localización de las áreas de estudio.

PRE-BATHOLITHIC STUDIES

Many students focus on the stratigraphy and depositional environment of Paleozoic marine metasediments. These studies are intended to help unravel the tectonic history of Paleozoic North America.

San Felipe

1. Paul Anderson (1984) studied a pre-Paleozoic to early Paleozoic sequence of marine rocks located near the town of San

(SDSU) agradecen la oportunidad de llevar a cabo investigaciones originales en áreas sin explorar. Confiamos que las investigaciones de nuestros estudiantes serán de utilidad para los científicos de México, el país anfitrión.

Los 22 proyectos de tesis de maestría presentados en los siguientes párrafos incluyen investigaciones terminadas desde 1982 y trabajos que se encuentran en proceso (TEP). El mapa de Baja California identifica cada área de estudio mediante un número (Fig. 1).

ESTUDIOS PRE-BATOLITICOS

Muchos estudiantes se enfocan en la estratigrafía y en el ambiente deposicional de metasedimentos paleozoicos marinos. Estos estudios tienen la intención de ayudar a esclarecer la historia tectónica de la Norteamérica del paleozoico.

San Felipe

1. Paul Anderson (1984) estudió una secuencia pre-Paleozoica a Paleozoico temprano, de rocas marinas localizadas cerca del pueblo de San Felipe. Estas rocas cuarcitas ultrapuras, carbonatadas y clásticas muy finas, exhiben metamorfismo de alto grado (esquistos verde) a anfibolita de grado bajo. Basándose en la similitud litológica y en el ambiente de deposición, Paul correlaciona la secuencia de San Felipe con la sección pre-Cámbrica, tardía/Cámbrica inferior en Caborca en el noroeste de Sonora, México. Su correlación incluye un marcador "basáltico" en la base del Cámbrico.

Valle de Vallecitos

2. Cerca del Rancho San Marcos, Carl Lorthinger (1984) estudió un bloque alóctono de 5.5 x 1 km conteniendo cuarcita ultrapura, pedernal estratificado y roca carbonatada. Este bloque de edad Ordoviciense está estructuralmente aislado en un flysch no volcánico, el cual se piensa es del Mesozoico. El descubrimiento de conodontes, identificó positivamente el bloque como del Ordoviciense. Lorthinger interpreta al bloque como un olistolito depositado en una cuenca tipo fliish del Mesozoico.

Felipe. These ultrapure quartzite, carbonate, and finer clastic rocks display upper-greenschist to lower-amphibolite grade metamorphism. Based on lithologic similarity, and depositional environment, Paul correlates the San Felipe sequence with the late Precambrian/Lower Cambrian section at Carborca in northwest Sonora, Mexico. His correlation includes a "basaltic" marker at the base of the Cambrian.

Valle de Vallecitos

2. Near Rancho San Marcos, Carl Lorthringer (1984) studied a 5.5 x 1 km allochthonous block containing ultra-pure quartzite, bedded chert, and carbonate rock. This Ordovician-aged block is structurally isolated in non-volcanic flysch believed to be Mesozoic in age. The discovery of conodonts positively identified the block as Lower Ordovician age. Lorthringer interprets the block as an olistolith deposited in a Mesozoic flysch basin.

3. James Reed (WIP 1984) is currently studying a regionally metamorphosed belt of pre-mid Cretaceous shale and sandstone that has been intruded by the Peninsular ranges Batholith. These metasedimentary rocks are considered part of a continentally-derived clastic wedge deposited in flysch basins along the western flank of the North American craton. His study proposes to document the age, compositional variations, and the depositional and tectonic setting of the flysch-like strata.

El Mármol

Three students recently completed their geologic study of Upper Permian to Mid-Cretaceous metasediments exposed in an erosional window east of El Marmol. These strata display upper-greenschist to lower-amphibolite grade regional metamorphism.

4. Jim Phillips (1984) discovered Lower Cretaceous fossils in a "back-arc" flysch sequence about 15 km west of the Gulf. These rocks include metaconglomerate, quartzite, phyllite, and marble uncon-

3. James Reed (TEP, 1984) se encuentra actualmente estudiando una faja (cinturón) de metamorfismo regional de lutita y arenisca del Cretáceo pre-medio que ha sido intruida por el Batolito Peninsular. Estas rocas metasedimentarias se consideran parte de un acuínamiento clástico derivado del continente depositado en cuencas flysch a lo largo del flanco occidental del cratón de Norteamérica. Su estudio propone documentar la edad, variaciones de composición y la deposición y arreglo tectónico de los estratos tipo flysch.

El Mármol

Tres estudiantes completarán recientemente sus estudios geológicos de los metasedimentos del Pérmico superior al Cretáceo medio expuestos en una ventana erosional al este de El Mármol. Estos estratos exhiben metamorfismo regional de alto grado, esquistos verdes a anfíbolita de bajo grado.

4. Jim Phillips (1984) descubrió fósiles del Cretáceo inferior en una secuencia tipo flysch asociados a un post-arco cerca de 15 km al oeste del golfo. Estas rocas incluyen metaconglomerados, cuarcita, filita y mármol sobreyacidos de manera discordante por pedernal y filita. Aunque estas unidades afloran en un área de 125 kilómetros cuadrados, están mejor expuestas en una sección continua de siete kilómetros de espesor. Esta sección representativa exhibe estratificación y foliación con rumbo Noroeste, y echados pronunciados al Noroeste y pliegues isoclinales. Basado en evidencias de procedencia y paleocorrientes, Phillips proyecta la fuente en un cratón ubicado al suroeste de la cuenca de deposición.

5. Phillip Buch (1984) se enfocó en las rocas metasedimentarias expuestas al este de El Mármol. Midió 1700 m de estratos y describió dos formaciones nuevas. La formación A contiene argilita estratificada, areniscas calcáreas y caliza. A esta formación se le ha asignado una edad del Pérmico superior. La formación B, discordante sobre la formación A, consiste en conglomerados de gravas de pedernal, arenisca con estratificación cruzada y caliza arenosa fosilífera. La caliza contiene amoni-

formably overlain by metachert and phyllite. Although these units outcrop over 125 square kilometer area, they are best exposed in one continuous, seven-kilometer-thick section. This representative section displays northwest-striking bedding and foliation, and steep northeast dips and isoclinal folding. Based on provenance and paleocurrent evidence, Phillips projects a cratonic source terrane southwest of the depositional basin.

5. Phillip Buch (1984) focussed on metasedimentary rocks exposed east of El Mármol. Phil measured 1700 m of strata and described two new formations. Formation A contains bedded argillite, calcareous sandstone, and limestone. This formation is assigned an age of Upper Permian (?). Formation B, resting disconformably on Formation A, consists of chert pebble conglomerate, cross-bedded sandstone, and sandy and fossiliferous limestone. The limestone contains ammonites, rare gastropods, bivalves, fossiliferous limestone. The limestone contains ammonites, rare gastropods, bivalves, stromatolites and conodonts of Smithian (Lower Permian) age. They are unconformably overlain by back-arc marine clastic and volcanic strata of medial Cretaceous age.

6. Marc De Lattre (1984) mapped a broad exposure of Lower Permian (Leonardion) metasediments. These strata are extensively sheared, boudined, and tightly folded about near-vertical fold axes. Bedding and foliation planes strike North to Northwest and dip steeply to the East. The age assignment is based upon fusulinid identification by Calvin Stevens of San Jose State University. The sedimentology of these rocks is similar to Permian miogeoclinal strata in the Great Basin of Nevada.

Sierra de los Cucapah

7. Scott Fenby (WIP 1984) is mapping Paleozoic (?) metasedimentary rocks that outcrop as roof pendants and metamorphic screens in the Sierra Cucapah range. This range is extensively intruded by large Cretaceous plutons and, as a result, all metasediments display upper amphibolite grade regional metamorphism. Metasedi-

tes, gastrópodos raros, bivalvos, estromatolitos y conodontes de la edad Smithiana (Pérmico inferior). Están sobreyacidos de manera discordante por estratos post-arco clásticos y volcánicos marinos del Cretáceo medio.

6. Marc De Lathre (1984) hizo un mapa de una amplia exposición de sedimentos del Pérmico inferior (Leonardidion). Estos estratos están extensivamente cizallados en forma longitudinal, y plegados con ejes casi verticales. Los planos de estratificación y foliación tienen una orientación del Norte al Noroeste y se echan abruptamente hacia el Este. La asignación de edad está basada en la identificación de fusulínidos por Calvin Steven, de la Universidad Estatal de San José. La sedimentología de estas rocas es similar a la de los estratos del miogeosinclinal Pérmico de la gran cuenca de Nevada.

Sierra de los Cucapah

7. Scott Fenby (TEP, 1984) está haciendo un mapa de rocas metasedimentarias Paleozoicas (?) que afloran como colgando del techo y cortinas metamórficas en la cadena montañosa de la Sierra de los Cucapah. Esta cadena está extensivamente intruida por grandes plutones Cretácicos y, como resultado, todos los metasedimentos exhiben metamorfismo regional de anfibolita de grado alto. Las secuencias metasedimentarias incluyen cuarcita ultrapura, roca carbonatada, anfibolita estratificada y meta-dolomita y argilita finamente estratificadas. Scott se enfocará a la estratigrafía, ambiente de depositación y protolito.

Sierra Pintas

8. Paula Leier-Englehardt (TEP, 1984) está estudiando sedimentos metamorfoseados de mar profundo del Paleozoico que afloran en Sierra Pintas. Aunque la mayor parte de esta cadena está cubierta por estratos volcánicos del Mioceno, los cerros más al norte incluyen flysch y pedernal estratificado, rocas carbonatadas y conglomerados basálticos. Los cerros en la cadena suroriental exponen dos secciones más grandes de rocas carbonatadas y pedernal estratificado. Los fósiles del afloramiento norte incluyen

graphic sections and collect macrofossils. He will focus on refining the interpretation of depositional environments for these members.

15. Jon Boelke (WIP 1984) has chosen to study the Punta Baja Formation within the Upper Cretaceous Rosario Group. In his area, the Punta Baja Formation displays highly variable sedimentation patterns including conglomeratic channel deposits, turbidite sequences, ash-flow tuffs, and well graded shelf sands, silts and muds. Jon will interpret the depositional environment including paleocurrent directions, paleoslope and facies relations.

16. Julie Skaug-Percifield (WIP 1984) is studying foraminifera from the mudstone unit within the Rosario Formation. She has processed more than one hundred samples collected from Miller, Cunningham, and Boelke's study areas. Julie will define the biostratigraphy and biofacies relationships.

ECONOMIC GEOLOGY

The Consejo de Recursos Minerales of México financially assisted three SDSU graduate students doing masters thesis concerning mineral deposits in north-central Baja California.

17. Julián M. Medina (1983) studied the San José (Sauzalito) iron deposit. He analyzed trace elements in magnetite from San José and other deposits in this region. He then compared his findings with geochemical data from ore deposits of known genesis. Based on his mapping and petrologic study, Julián generated a four step model for ore emplacement.

18. Gary L. Jacobson (1983) mapped the La Prosperidad banded ferromanganese deposit. This ore deposit occurs as a steeply dipping, 3 m by 360 m outcrop of thin and rhythmically laminated iron and manganese oxides. Based on the high continuity of the distinct lamelli, Gary suggests that the ore body was deposited as a result of subaqueous chemical precipitation.

mente variables incluyendo depósitos conglomeráticos del canal, secuencia de turbidita, tobas de flujo de cenizas y plataformas de arena, limos y lodos bien gradados. Jon interpretará el ambiente de depositación incluyendo direcciones de paleocorriente, paleopendiente y relaciones de facies.

16. Julie Skaug-Percifield (TEP, 1984) está estudiando foraminíferos de la unidad de lodolita dentro de la Formación Rosario. Ha procesado más de 100 muestras colectadas de las áreas de estudio de Miller, Cunningham y Boelke. Julie definirá la bioestratigrafía y las relaciones de biofacies.

GEOLOGIA ECONOMICA

El Consejo de Recursos Minerales de México asistió económicamente a tres estudiantes de posgrado de SDSU que realizarán tesis de maestría sobre depósitos minerales en el norte y centro de Baja California.

17. Julián M. Medina (1983) estudió el depósito de hierro de San José (Sauzalito). Analizó elementos traza en magnetita de San José y otros depósitos en esta región. Comparó luego sus hallazgos con datos geoquímicos de depósitos de mineral de hierro de origen conocido. Basado en su trazo de mapas y estudio petrológico, Julián generó un modelo de cuatro pasos para emplazamiento de mineral de hierro.

18. Gary L. Jacobson (1983) hizo un mapa del depósito de ferromanganeso bandeado de La Prosperidad. Este depósito de mineral de hierro ocurre como un afloramiento de inclinación pronunciada. Su extensión es de 3 m por 360 m constituidos de óxidos de hierro y manganeso delgados y rítmicamente laminados. Basado en la alta continuidad de las lamelas, Gary sugiere que el cuerpo de mineral de hierro fue depositado como consecuencia de una precipitación química bajo el agua.

19. Greg Cameron (1984) hizo un mapa de un área de mineralización de tungsteno de 25 km² en el Batolito de la Sierra de

GEOLOGIC GRADUATE STUDIES

19. Greg Cameron (1984) mapped a 25 km² area of tungsten mineralization in the Sierra de Juárez Batholith. His field and geochemical studies of the scarn deposits and associated granitic rocks were designed to identify the source of the tungsten. Greg found that the mineralization is associated with the earlier quartz diorite and gabbro rather than with the later granodiorite.

NEOTECTONICS

20. Karl Mueller (WIP 1984) is determining the history of faulting along the western margin of the Sierra de los Cucapah. A history of seismicity in this area is well preserved as fault scarps along the mountain front and further to the Southwest in alluvial fans issuing from the range. Carl is mapping soil stratigraphy and studying the alluvial histories in an attempt to estimate the magnitudes of the last several major earthquakes and approximate the recurrence interval. The primary objective is to determine the long term slip rate for the main traces of the Laguna Salada fault, and contribute to our knowledge of seismic hazards.

21. David Lesperance (WIP 1984) is completing a regional study of volcanism and sedimentation in the southern Sierra de Juárez. His work will contribute to our knowledge of the province of Tertiary fluvial gravel, and movement along the San Miguel Fault.

22. Bryan Bryant (WIP 1984) has mapped an area in the Sierra Santa Rosa, southeast of San Felipe. Here, the granitic and metamorphic basement is overlain by volcanic and fluvial strata of Miocene and Pliocene age. Both the Tertiary strata and the basement rocks are displaced by block faults which extend downward to a detachment fault. The detachment fault dips eastward and probably relates to the dilatation of the Gulf of California. This detachment faulting is younger than that found along the Colorado river in California and Arizona.

Juárez. Sus estudios de campo y geoquímicos de los depósitos de corneanas y rocas graníticas asociadas fueron diseñados para identificar la fuente del tungsteno. Greg encontró que la mineralización está asociada con cuarzdiorita temprana y gabro más que con la granodiorita posterior.

NEOTECTONICA

20. Karl Mueller (TEP, 1984) está determinando la historia del afallamiento a lo largo del margen occidental de la Sierra de los Cucapah. Una historia de sismicidad en esta área está bien conservada como escarpas de fallas a lo largo del frente montañoso y más allá hacia el Suroeste en abanicos aluviales descendiendo de la cadena montañosa. Carl está haciendo un mapa de estratigrafía del suelo y estudiando las historias aluviales tratando de estimar las magnitudes de los últimos terremotos principales y aproximar el intervalo de recurrencia. El principal objetivo es determinar la velocidad de deslizamiento y el promedio a largo plazo de las principales trazas de la falla de la Laguna Salada, y contribuir así al conocimiento de los riesgos sísmicos.

21. David Lesperance (TEP, 1984) está completando un estudio regional de vulcanismo y sedimentación en el sur de Sierra de Juárez. Su trabajo contribuirá al conocimiento de la procedencia de la grava fluvial del Terciario y del movimiento a lo largo de la falla de San Miguel.

22. Bryan Bryant (TEP, 1984) ha hecho un mapa de un área de la Sierra Santa Rosa, al suroeste de San Felipe. Aquí el basamento granítico y metamórfico está cubierto por estratos volcánicos y fluviales del Mioceno y Plioceno. Tanto los estratos del Terciario como las rocas del basamento están desplazados por fallas de bloque que se extienden hacia abajo hacia una falla de separación. La falla de separación se inclina hacia el Este y probablemente se relaciona con el crecimiento del Golfo de California. Este afallamiento de dilatación es más joven que el encontrado a lo largo del Río Colorado en California y Arizona.