

NEOTECTONICA Y PALEOGEOGRAFIA CUATERNARIA  
DE LAS COSTAS DE SONORA

Luc ORTLIEB

Misión ORSTOM en México, y  
Oficina Regional del Noroeste,  
Instituto de Geología U N A M.  
Campoy 904 , Colonia Pitic,  
Hermosillo, Sonora, México.

Al final del Plioceno, el Golfo de California se extendía en el "Imperial Valley" (California, E.U.A.) y en la parte inferior del Valle del Río Colorado (California y Arizona, E.U.A.). Más al sur de Puerto Peñasco, la paleo-línea de costa pliocénica era probablemente paralela a la actual, pero más al oeste de ésta .

Las potentes series de Plioceno marino que flanquean la mitad septentrional de Baja California, no tienen ningún equivalente aflorando en Sonora. La Mesa de Sonora, al lado oriental del delta del Río Colorado, está constituida por depósitos fluviales, deltáicos, eólicos y marinos, de edad plio-cuaterna ria, con un espesor de varios cientos de metros. La alternancia de depósitos aluviales y marinos se explica tanto por factores neotectónicos regionales (subsidiencias, hundimientos tectónicos y levantamientos como el del "Colorado Plateau"), como por factores geodinámicos externos (períodos húmedos y secos, variaciones del nivel del mar por glacio-eustatismo, etc.)

Testigos de invasiones marinas del Pleistoceno tardío o medio, indican un levantamiento reciente, de origen tectónico,

Fonds Documentaire ORSTOM



010014805

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: Ax 14809 Ex:

de la Mesa de Sonora, a pesar de que, a nivel regional, ha habido una subsidencia de la zona deltaica. La prolongación de la Falla San Jacinto sigue la margen oriental del delta actual del Río Colorado, pasa por el Golfo de Santa Clara y deja la tierra firme al oeste de Bahía Adair. Según la línea de fractura Cerro Prieto-San Jacinto, ocurrió un desplazamiento lateral de varias decenas de kilómetros en los tiempos plio-cuaternarios, además de un levantamiento menor del compartimiento nororiental (Mesa de Sonora).

La morfología de la margen continental de Sonora es la de una costa donde predomina la sedimentación sin accidentes tectónicos mayores. En la zona de Guaymas, aún, la estructura del margen continental, así como la morfología de la costa misma indican un hundimiento local probablemente activo. Tomando como referencia la altura de las huellas del nivel del mar de hace 100,000 años (?) (Sangamoniano), se puede inferir que no hubo movimientos verticales recientes en la zona costera entre Tastiota (al norte de Guaymas) y Puerto Lobos; además, en Puerto Peñasco y en las costas de la Isla Tiburón, yacen restos de esta transgresión del Sangamoniano a la misma altura (+5 m). Se conocen muy pocos restos de transgresiones del Pleistoceno más antiguo. El hecho de que el Pleistoceno marino no sobrepase una altura de +10 m, en Sonora Central, cuando existe a alturas de + 300 m en Baja California, constituye una prueba de ausencia de levantamiento regional, o sea de "estabilidad

tectónica".

La transgresión del Sangamoniano en el Pleistoceno tardío, fue de muy estrecha amplitud a lo largo de la costa de Sonora: algunas decenas de metros al pie de las sierras costeras, y posiblemente algunos kilómetros en los llanos costeros, como la Costa de Hermosillo o las planicies litorales del sur del Estado.

Unas cuantas lagunas, secas la mayoría del tiempo, son indicaciones de una invasión marina, limitada, en el Holoceno (cerca de 5000 años antes del presente).

En la totalidad de las costas de Sonora, los fenómenos de depositación continental fueron predominantes desde el Plioceno. Los grandes ríos constituyeron amplios valles aluviales y deltas; sierras y cerros se rodearon de extensas bajadas, mientras que en el noroeste de Sonora el viento transportó y acumuló grandes cantidades de arenas.

TECTONIC MODEL FOR MINERAL EXPLORATION, NORTHERN  
SONORA, MEXICO

Gary L. RAINES  
Paul K. THEOBALD  
M. Dean KLEINKOPF

U.S. Geological Survey, Box 25046,  
Denver, Federal Center  
Denver, Colorado 80225, E. U. A..

J. L. LEE MORENO  
Mauricio F. de la FUENTE DUCH

Consejo de Recursos Minerales  
México 7, D. F., México

The regional tectonic pattern of the porphyry copper province of northern Sonora, Mexico, is dominated by northeast-trending basement shear zones and northwest-trending faults; the intersection of these tectonic elements appears to have provided favorable locations for mineralization. Five northeast-trending lineament zones, spaced at 30- to 50- kilometer intervals from Hermosillo, Mexico, north to Nogales, Mexico, are interpreted from analysis of Landsat-1 lineament data to be shear zones. From comparison with the Colorado mineral belt, the Colorado Plateau, and southern Arizona, these zones are believed to have Precambrian ancestry. North-northwest-trending lineaments, which commonly occur along range fronts, are interpreted to be principal basin and range faults. North-south trending lineaments are believed to relate to lesser fractures and faults. North of Nacozari and south of Cananea, west-northwest-trending lineaments define a major fault zone, with the south side down.

Areas of limonite concentration, mostly related to hydrothermal alteration, have been mapped on a regional scale by applying digital image-processing techniques to Landsat-1 data. The altered areas occur on the of the northeast-trending shear zones, generally near intersections with

north-northwest-trending lineaments.

Gravity data show a nearly rectangular-shaped, flat-bottomed trough that extends south-southeast from Nogales and Naco at the United States - Mexico border southwards to the latitude of Moctezuma. The low gravity values of this trough may reflect a major batholith, a complex of felsic crystalline rocks in the subsurface. The gravity trough is dissected along a west-northwest-trending "step" of 20 mgls that is spatially coincident with the west-northwest-trending lineament zone. This "step" is interpreted as a major fault zone with a thick cover of volcanic rocks over the batholith, south of the "step".

Regional geochemical data, involving -80 mesh stream-sediment samples and, for better definition, nonmagnetic heavy-mineral concentrates, suggest a fairly well-defined regional metallogenic province that extends continuously southward through Cananea to the south of El Alacran where the province is disrupted along the west-northwest-trending lineament zone defined by remote sensing and geophysics. To the north of this structural break the province is deeply eroded, exposing mineralized cupolas rich in copper. South of the break, the base-metal-rich zones of the north are replaced by pyritic and sulfo-salt zones, and farther south by barite-rich zones, thus supporting the definition of the west-northwest lineament zone and gravity step as a major fault zone with the south side down.

Similarly, along the northeast-trending lineament zone through Nogales, which is the most intensely studied of the five northeast-trending lineament zones, numerous geochemical anomalies occur. Specifically zinc, copper, and lead all show major anomalies spatially coincident with this

zone. Geologic mapping, primarily consisting of a systematic study of joints and fractures, has demonstrated that northeast-trending structures are anomalously well developed in this northeast-trending zone and the zone is structurally complex.

This pattern of northeast-trending shear zones and north-northwest-trending faults in northern Sonora closely resembles the tectonic framework of the Colorado mineral belt. The sedimentary and volcanic cover, however, has not been eroded in Sonora as it has been in the Colorado mineral deposits are most likely to be found in altered areas where a northeast-trending shear zone is intersected by north-northwest-trending faults. Seven areas with these characteristics have been defined in Sonora and are being evaluated by means of regional geophysical and geochemical data.

This work is part of a cooperative research program between the U.S. Geological Survey and the Consejo de Recursos Minerales (C.R.M.), with the support of Conacyt. Funding is provided by C.R.M., the U.S. Geological Survey, and the U.S. National Science Foundation.

## GEOLOGIA DE SONORA Y SUS RELACIONES CON AREAS ADYACENTES.

Claude RANGIN

Instituto de Geología, U.N.A.M.  
Oficina Regional del Noroeste  
Campoy 904, Colonia Pitic  
Hermosillo, Sonora, México.

La geología del Estado de Sonora está caracterizada por una historia compleja, íntimamente ligada a aquélla de los Estados vecinos, Chihuahua, y Baja California. Varios ciclos orogénicos con sus características propias pueden ser reconocidos.

Los terrenos del ciclo Precámbrico-Paleozoico, que constituyen el basamento de la cadena montañosa sonorensis, están caracterizados esencialmente por terrenos carbonatados y detríticos del Precámbrico posterior-Paleozoico, descansando a su vez sobre un Proterozoico temprano metamórfico.

Durante el Mesozoico y el Terciario, el Estado de Sonora constituye una zona de transición, entre el dominio pacífico, evolucionando en Baja California y Sinaloa, y la terminación al norte del dominio caribe, en Chihuahua. Esta historia mesozoica-terciaria fue dividida en varios períodos mayores.

El Período Sonorense:

El Triásico terminal, está caracterizado por el depósito de areniscas y lutitas rojas (Grupo Barranca), en la parte central y norte-occidental del Estado. La intercalación de carbonatos marinos en esta secuencia, subraya la primera transgresión mesozoica sobre el cratón norte-americano, que queda emergido al noreste del Estado.

El Jurásico temprano-medio, corresponde a la edificación de un impor-

tante complejo volcano-plutónico, que aflora desde Sonoita, en Sonora nor-  
te-occidental, hasta El Novillo, en Sonora central. Potentes secuencias  
volcano-clásticas fosilíferas (Liásico-Oxfordiano), y volcánicas con ca-  
rácter andesítico esencialmente, presentan localmente un metamorfismo de  
bajo grado (esquistos verdes). Este arco magmático está ligado al primer  
episodio de subducción registrado en la margen continental de Baja Cali-  
fornia. Los terrenos de este cinturón volcanógeno fueron localmente defor-  
mados durante el Jurásico terminal: fase Nevadiana .

El Cretácico temprano (Aptiano-Albiano) está marcado por la transgre-  
sión del este hacia el oeste, sobre este arco en curso de erosión, de la  
cuenca chihuahuense, caracterizada por depósitos detríticos y carbonata-  
dos pararrecifales (Grupo Bisbee). Importantes cambios laterales de fa-  
cias, de marinas al este, hasta lagunares al oeste, marcan la terminación  
hacia el noroeste de esta cuenca de origen caribe en Sonora.

Esta disposición paleogeográfica, caracterizada, al oeste por un cin-  
turón magmático ligado a la historia del borde continental en Baja Cali-  
fornia, y al este, por la cuenca chihuahuense cretácica transgresiva, que  
fue destruída, en el Cenomaniano, por una potente fase tectónica. Esta fa-  
se permite un corrimiento local de las secuencias volcanógenas jurásicas,  
sobre las secuencias sedimentarias cretácicas, hacia el noreste. Esta fa-  
se registrada en Sonora nororiental por una regresión, hacia el este, del  
mar de la cuenca chihuahuense (depósito de areniscas rojas), y por una  
discordancia angular del Cretácico temprano con el Cretácico terminal (   
Grupo Cabuñona), constituye la fase compresiva mayor en el borde conti-  
nental de Baja California.

El Período Sonorense tardío: Durante el Cretácico terminal-Paleoce-

no, potentes secuencias detríticas continentales se depositaron en la parte norte oriental y centro-oriental del Estado (Grupo Cabullona-Formación Potrero). Estas secuencias corresponden a la erosión de los relieves edificados durante la fase cenomaniana más al oeste, y gradúan, hacia Chihuahua, a facies marinas de tipo flysch.

Un plutonismo granodiorítico recorta las estructuras de la fase cenomaniana y migra, en edad, del oeste al este. Es a este período que se deben los más imponentes plutones del Estado.

Durante el Paleoceno, corrimientos de poca amplitud están registrados en la parte norte-oriental y centro-oriental del Estado (Agua Prieta, Sahuaripa). Cizallamientos locales permiten a las secuencias del Cretácico temprano, y su basamento, cabalgar las molasas del Cretácico tardío; esta fase Laramide constituye aquí, nada más que un eco de las importantes deformaciones tectónicas que caracterizan al cinturón tectónico laramide de Chihuahua, y las grandes napas de la Sierra Madre Oriental.

#### El Período Post-Sonorense:

Durante el Eoceno, una importante franja volcánico-plutónica, responsable de la mayor concentración de pórfidos cupríferos del Estado, se desarrolló de Cananea a Nacozari.

Durante el Oligoceno-Mioceno, un extenso volcanismo andesítico e ignimbítico se emplazó sobre la mayor parte del Estado, y constituye las estratificaciones actuales de la Sierra Madre Occidental.

Por fin, durante el Terciario tardío, la apertura del Golfo de California se manifiesta por una tectónica en extensión responsable de la morfología actual del país, en cuencas y valles paralelos.

## CONSIDERACIONES SOBRE EL PALEOZOICO SONORENSE

Francoise RANGIN

Instituto de Geología, UNAM  
Oficina Regional del Noroeste  
Campoy N° 904,  
Colonia Pitic,  
Hermosillo, Sonora, México.

Los terrenos paleozoicos, en el Estado de Sonora, se encuentran en afloramientos aislados. Sin embargo, se reconocen tres zonas de mayor interés, donde las secuencias están particularmente bien expuestas.

En la parte nororiental del Estado, entre Cananea y Agua Prieta, se reconocen rocas de edad Cámbrico a Pérmico con hiatus de los terrenos del Silúrico y , parcialmente, del Ordovícico-Devónico. Las secuencias se presentan, en su mayoría, bajo la facies carbonatada de tipo plataforma y sobreyacen, en discordancia, al Precámbrico temprano (?) metamórfico.

En la parte central del Estado, al este de Hermosillo, hacia las primeras estribaciones de la cubierta volcánica de la Sierra Madre Occidental, se diferencian dos secuencias, por sus facies. En la base, una del Cámbrico (?) -Ordovícico, detrítica, carbonatada y muy deformada, está cubierta en discordancia por una Carbonífero-Pérmica de tipo plataforma.

En la región de Caborca, el Cámbrico detrítico carbonatado muy desarrollado, descansa concordantemente sobre un Precámbrico tardío, no metamórfico y poco deformado. Escasos afloramientos discontinuos, pero representativos del Devónico,

Carbonífero y Pérmico, se encuentran al este de Caborca y presentan facies comparables a aquéllas de las áreas antes mencionadas.

En el período Cámbrico (?) -Ordovícico las comparaciones estratigráficas entre esas tres áreas de mayor interés, permiten subrayar una heterogeneidad de las facies, entre las zonas septentrionales (facies de plataforma) y la zona central (facies detrítica rítmica) . Al mismo tiempo esas dos zonas se contraponen por su estilo tectónico. Las zonas septentrionales no muestran deformaciones mayores, mientras en la zona del centro observamos un fuerte plegamiento de dirección ENE-WSW .

Así, se puede decir que las secuencias ordovícicas de Sonora Central representan facies más internas que aquéllas del norte. Dicha graduación, hacia el sur, está comprobada por la existencia de rocas paleozoicas metamórficas y volcanoclásticas, en el norte de Sinaloa ( El Fuerte).

El Carbonífero-Pérmico presenta, al contrario del período anterior, una gran homogeneidad de facies en todo el Estado de Sonora y está caracterizado por depósitos de tipo plataforma .

La fase de deformación mayor, que separa a esos dos períodos, se puede correlacionar con la fase devónica, responsable del cinturón orogénico Antler, en el suroeste de Estados Unidos. Se nota, también, la obliquidad de estas zonas isópicas infracarboníferas orientadas NE-SW en relación con

aquellas ortogonales del Mesozoico.

Por fin se subraya la importancia económica de estos terrenos paleozoicos como roca encajonante de los yacimientos de Tungsteno ( por metamorfismo de contacto) en Sonora central. La potencialidad en hidrocarburos de estas facies queda como una posibilidad, particularmente en los terrenos carbonífero-permicos poco deformados.

LAS ROCAS VOLCANICAS JURASICAS EN EL NORTE DEL  
ESTADO DE SONORA, MEXICO

Jaime ROLDAN QUINTANA  
Claude RANGIN

Instituto de Geología, U.N.A.M.  
Oficina Regional del Noroeste  
Campoy 904, Colonia Pític  
Hermosillo, Sonora, México.

Recientemente se ha identificado en la porción norte del Estado de Sonora, una importante franja con rocas volcánicas y volcaniclasticas cubriendo un intervalo de tiempo Liásico a Oxfordiano. En el área de Cucurpe las rocas jurásicas están representadas por un conglomerado formado por fragmentos de andesita, brechas volcánicas y tobas. En su parte superior, esta sección contiene una rica fauna de amonitas (Discos phinctes sp. y Discotomosphinctes sp.), belemnitas y pelecípodos. Esta secuencia está concordantemente cubierta por depósitos clásticos marinos de edad Aptiano-Albiano. Las amonitas indican una edad Oxfordiano. El espesor de esta secuencia es de aproximadamente 1500 m. En la Sierra de Santa Rosa, Hardy (1973), reportó una secuencia de rocas volcánicas, incluyendo conglomerados volcánicos, lapilli y derrames de andesita porfídica; esta secuencia cubre concordantemente a una sección con amonitas (Arietites sp. y Deroceras sp.) de edad liásica; también contiene belemnitas, Péctenes y Trigonía sp. En la Sierra del Alamo, una secuencia compuesta de rocas volcánicas y sedimentos, de mas de 1000 m de espesor descansa

sobre rocas clásticas del Triásico tardío las cuales a su vez cubren discordantemente a calizas fosilíferas de edad pérmica. Las principales litologías de la sección jurásica son limolitas, lutitas grises, grauvacas rojas con delgados lentes de caliza y derrames andesíticos.

Algunas de las lutitas contienen moldes, internos y externos, de pequeños moluscos, de los cuales sólo Anisocardia sp. (cf. athyergi, Cossman) proporcionó con precisión una edad Liásica tardío. Otras localidades con secuencia jurásica similares, en el noroeste de Sonora, son la Sierra de la Jojoba y el Rancho Pozo Serna. Existe la posibilidad de que secuencias similares puedan estar presentes en la porción centro-oriental del Estado. Se presentará, en una forma preliminar, la distribución paleogeográfica de estas secuencias y su significado, en relación a la historia geológica del margen continental del noroeste de México.

## POTENCIAL MINERO DE SONORA

Guillermo P. SALAS

Consejo de Recursos Minerales  
Niños Héroes N° 139,  
México 7, D. F..

El potencial minero de una región debe de considerarse en dos formas: A) Como el volumen de diversos tipos de mineral que la naturaleza emplazó en la región y se conoce por estudios apropiados. Para hablar de este potencial minero se requiere un conocimiento integral de la geología de la región. Esto incluye conocer, con base en estudios especiales, el proceso metalogénico envuelto en cada caso. Esto constituye la subdivisión de la región en provincias metalogénicas, metalotectos, geocronología de orogenias y épocas metalogénicas, y un conocimiento de la relación de los eventos geológicos locales con la tectónica continental y el control de ésta respecto al área. Será elemento de juicio, asimismo, conocer la historia geológico-económica del desarrollo minero en el área. Si la región a estudiarse es virgen, habrán de hacerse comparaciones con regiones similares adyacentes o bajo condiciones geológicas semejantes. También deberá emplearse un amplio factor de probabilística.

B) Hablar del potencial minero de una región puede estar regido no sólo por el concepto A) arriba expuesto, sino también por la capacidad económica de los factores de desarrollo involucrados en la economía local. Es decir, en presencia de un po-

de un potencial teórico importante, se convertirá en potencial minero real solamente ante la presencia de factores económicos e industriales adecuados. En el mismo Estado de Sonora, conociendo su magnífico potencial geológico-minero teórico y probabilístico, la inversión en exploración en terreno virgen para desarrollo de nuevos yacimientos o proyectos, ha disminuido en los últimos años. Inclusive se nota éxodo de factores económicos que se consideran indispensables para la comprobación del potencial minero del Estado. Estudios estadísticos de inversión "vis a vis" recuperación económica, muestran que esta relación es negativa. Se estima que un estudio a fondo para conocer la causa de esos resultados revelaría deficiencia en planeación previa. Esto a su vez habría que profundizar en su estudio para entender causas y efectos que, hoy por hoy, están limitando seriamente el Potencial Minero de Sonora en la acepción económica. Se cuenta con enorme potencial minero in situ pero no con el ambiente económico que integre los dos conceptos.

Se resuelve que el potencial minero teórico de Sonora es excelente. Se presentan en el texto diversas formas de obtener datos fehacientes de los eventos que dan origen a procesos metalogenéticos que cristalizan en yacimientos y prospectos. Esto según las técnicas más modernas aplicadas actualmente en Sonora y en el resto de la República.

En el texto se explica lo que el Gobierno Federal, a través del Consejo de Recursos Minerales, está haciendo para fortalecer el concepto geológico-minero.

VOLCANIC GEOLOGY OF THE REGION BETWEEN GUAYMAS AND KINO  
BAY, SONORA

M. F. SHERIDAN  
R. T. WILSON

Department of Geology,  
Arizona State University  
Tempe, AZ 85281, E. U. A.

G. D. JOHNPEER

FUGRO, Inc., 3777 Long Beach Blvd.,  
Long Beach, CA 90807, E. U. A.

The basement rocks along the Sonoran coast, northeast of Guaymas, are composed of calc-silicate hornfels, along the margins of granodiorite plutons. Local skarns are accompanied by sulfide mineralization. In places the plutons are cut by silicic dike swarms that may be related to caldera margins.

The oldest volcanic rock series is composed of high-aluminum basalts and trachyandesites that are comagmatic with hornblende dacites. The early lavas of this series were erupted as flood sheets, but the hornblende dacites form a series of lava domes. Resting uncomfortably on the oldest volcanic series is a younger volcanic series made up of porphyritic trachyandesites, rhyodacites, rhyolites, and high potassium alkali rhyolites. The trachyandesites form thick, widespread lava sheets, whereas the more silicic rocks occur as lava domes, lahars, or tuff sheets. The youngest group of volcanic rocks are flat-lying to slightly-tilted basalt and andesite lava sheets.

Approximately 65 new analyses were made to characterize the chemical composition of the volcanic rocks. The older volca

nic series follows a well-defined calc-alkaline trend. Chemical and mineralogical data suggest that the later hornblende dacites could have been derived from the high aluminum basalts by fractional crystallization. The younger volcanic series shows much more scatter of data. The rocks appear to be transitional between calc-alkaline and tholeiitic with a strong alkali trend in the most silicic derivatives. There is some evidence suggesting that the more silicic rocks followed a different differentiation path than the trachyandesites. The flat-lying basalts near Empalme are tholeiitic whereas the young andesites near San Rafael are transitional.

A number of large calderas formed during eruption of the younger volcanic series. The caldera margins are noted by arcuate faults displacing welded tuffs into contact with the mesozoic basement. A number of plug domes are aligned within a few kilometers of the ring faults. Breccia pipes, plugs, and megabreccias locally occur on major caldera faults. Locating the exact limits of calderas requires detailed mapping, but reconnaissance data suggest that a large (35 km) structure north of San Carlos may have been bisected by the spreading episode that opened the Gulf of California. The flat-lying andesites - postdate this event.

MESOZOIC MAGMATISM AND TECTONISM IN NORTHERN SONORA AND  
THEIR IMPLICATIONS FOR MINERAL RESOURCES

Leon T. SILVER

California Institute of Technology,  
Pasadena, Ca. 91125  
U. S. A.

Thomas H. ANDERSON

University of Pittsburgh,  
Pittsburgh, Pa. 15260  
U. S. A.

Ancient Sonora and Baja California Norte together formed a significant segment of the mesozoic margin of the North American plate. The geographic patterns and geologic characteristics of mesozoic magmatic belts in this reconstructed region reveal much of the history of the continental margin in the interval from earliest Jurassic to the end of the Cretaceous. A jurassic calcalkaline volcanic and plutonic arc formed the center of a great orogenic belt trending ESE from the U. S. A. across northern Sonora from San Luis R. C. to Sonoyta, Sta. Ana and Nacozari. The early phase of this activity (190-170 m.y. ago) was comprised of andesitic to rhyodacitic volcanic centers which produced great thicknesses of pyroclastics, flows and volcanogenic sediments. An interval of profound crustal deformation climaxed this accumulation. A later phase (175-155 m.y. ago) - consisted of a batholith of numerous calcalkaline plutons ranging from tonalite to quartz monzonite. Although this belt probably formed on or close to the jurassic continental margin, it now appears to be an incomplete marginal arc. We believe this may reflect translation of large segments of precambrian to --

jurassic crust by transform faulting on the hypothetical left-lateral Mojave-Sonora megashear in late Jurassic time. By the beginning of the Cretaceous, the American plate boundary once again became convergent, and shifted westward into a more -- northerly trend. A subduction zone, island arc and back-arc basin west of jurassic Sonora developed new crust which now comprises Baja California Norte and its offshore borderland. The great batholith of Baja California developed during the early and middle Cretaceous, progressively migrating ENE into and across Sonora reaching the Chihuahua border in earliest Cenozoic.

The Cretaceous batholith was widely and closely preceded by compressional and gravity tectonics which added to the many structural complexities created by the earlier jurassic orogeny. The most significant resource implication of each mesozoic magmatic episode was the development of important porphyry copper-molybdenum deposits on the eastern margins of each belt. Tungsten, lead, zinc, silver and gold mineralization were also associated with these episodes on both sides of the Mexico-U. S. A. border. Current geochemical studies of the plutonic suites give promise of new approaches to interpretation of metallogenesis which may prove useful in exploration.

ASPECTOS REGIONALES EN LA EXPLORACION DE PORFIDOS  
CUPRIFEROS EN SONORA

Baltazar SOLANO RICO.

Servicios Industriales Peñoles, S. A.  
Apartado Postal 1476,  
Chihuahua, Chihuahua, México.

En el presente trabajo se revisan brevemente la geología, paleogeografía y geología estructural del Estado de Sonora; así como sus interrelaciones e importancia, en la exploración de depósitos tipo cobre porfídico.

El basamento se encuentra aflorando en la porción noroccidental del Estado y consiste de rocas metamórficas del Precámbrico temprano y sedimentarias del Precámbrico tardío. Durante el Paleozoico se formó una cuenca de orientación N-S, que fue rellenada con sedimentos clásticos y calcáreos y con sedimentos marinos y terrígenos a fines del Triásico y principios del Jurásico. Los períodos Cretácico y Terciario se caracterizan por su intenso vulcanismo; dada su importancia, se hace un especial énfasis en estas rocas, y se menciona su posible relación con pórfidos cupríferos, así como las características petrográficas, estructurales de alteración y mineralización de los mismos.

Una revisión de los conceptos de metalogénesis de pórfidos cupríferos, indica que su asociación con actividad ígnea calco-alcalina, en particular con el vulcanismo Laramide, es obvia. En el Estado de Sonora, se ha podido definir burda-

mente, que la actividad ígnea decrece en edad hacia el oriente, por lo que se sugiere la existencia de 3 franjas de magmatismo predominante: pre-Laramide al poniente, Laramide al centro, y post-Laramide, al oriente. En ellas la primera y segunda se consideran potenciales para la exploración de pórfidos, en edades de 90 a 110 millones de años y de 80 a 50 millones de años respectivamente. Se hace mención a las características regionales de exploración en dichas áreas. Dentro de la franja central se considera de vital importancia la definición y fechamiento de rocas volcánicas y sub-volcánicas de edad Laramide, por la estrecha asociación de estas con los yacimientos de cobre, según lo propone el modelo de Sillitoe ( 1973 ) .

Finalmente se analizan diversos factores que son considerados de importancia, en la búsqueda de pórfidos cupríferos en el Estado de Sonora, entre ellos, tectónica, cubiertas post-mineral, efectos de intemperismo y clima, geoquímica y lineamientos .

EL FUTURO DE LA GEOLOGIA EN EL DISTRITO  
MINERO DE CANANEA, SONORA.

J. Rubén VELASCO.

Cía. Minera de Cananea,  
Avenida Sinaloa N°28,  
Cananea, Sonora, México.

El Distrito Minero de Cananea constituye la zona cuprífera más importante del país y se encuentra situada en la parte norte-central del Estado de Sonora, aproximadamente a 50 km por carretera pavimentada de la frontera con Estados Unidos.

La zona mineralizada se extiende y comprende una franja de 3 a 4 km de ancho por 10 km de largo, orientada de noroeste a sureste y las elevaciones, sobre el nivel del mar, de sus serranías varían entre 1600 y 2100 m .

Las principales formaciones del distrito son de origen ígneo, encontrándose también rocas sedimentarias y metamórficas. La historia geológica es muy compleja.

El futuro de la geología en el distrito minero de Cananea deberá realizarse, teniendo muy presente los siguientes factores en la designación de una área o zona por explorar: 1) Factores geológicos, 2) factores económicos y 3) tal vez, la producción obtenida de las zonas o áreas en consideración.

Con relación a estos factores, debe iniciarse de inmediato un programa de levantamiento y estudio geológico a largo plazo para obtener una revaluación sistemática de objeti-

vos específicos, principalmente enfocado hacia el descubrimiento de yacimientos de leyes altas. Esta levantamiento geológico conducirá hacia 1) una más exacta interpretación de las estructuras y estratigrafía y 2) hacia una actualización e interpretación precisa del patrón de mineralización y alteración, alrededor y dentro de los yacimientos ya conocidos.

El estudio anterior es necesario, y se justifica debido a los grandes desarrollos que ha tenido la técnica de las ciencias de la tierra y a los nuevos métodos disponibles al geólogo, para mejor aplicar su experiencia y conocimientos. Claro, nunca sin olvidar los conceptos básicos de la geología aplicada, que son aún fundamentales y esenciales para un exacto y buen levantamiento de geología de campo, o de labores mineras subterráneas. Simplemente, no existe sustituto alguno de esos conceptos. Por consiguiente, se hace hincapié de la importancia que tiene el uso de los conceptos básicos de geología y del aprovechamiento de los criterios adquiridos a través de los años por el geólogo, a pesar de los importantes adelantos tecnológicos que han tenido las ciencias de la tierra, en las últimas décadas.

## INDICE ALFABETICO DE AUTORES

|                          | Página   |                       | Página  |
|--------------------------|----------|-----------------------|---------|
| Almeida L., L.           | 7        | Hernández, P. J.      | 73      |
| Anderson, H.             | 9,117    | Hewitt, R. K.         | 77      |
| Arroyo Q., J. A.         | 11       | Himanga, J. C.        | 79      |
| Bárcenas R., A.          | 27       | Islas López, J.       | 81      |
| Batiza, R.               | 13       | Johnpeer, G. D.       | 115     |
| Bazán B., S.             | 15       | Kleinkopf, M. D.      | 99      |
| Benítez Muro, J. A.      | 19       | Krummenacher, D.      | 63      |
| Beutelspacher, R.        | 21       | Lee Moreno, J. L.     | 19,99   |
| Braniff, B.              | 25       | Lozano C., A.         | 11      |
| Cendejas C., F.          | 27       | Maravilla Soltero, S. | 85      |
| Clark, K. F.             | 31       | Martínez H., E.       | 7       |
| Compton, R. R.           | 35       | Merriam, R.           | 89      |
| Cotera, A. S.            | 67,77,79 | Moran Zenteno, D. J.  | 69,91   |
| Daco C., A.              | 39       | Oñate de León, J.     | 93      |
| Damon, P. E.             | 41       | Ortlieb, L.           | 95      |
| Dickson, F. W.           | 45       | Raines, G. L.         | 99      |
| Drewes, H.               | 49       | Rangin, C.            | 103,111 |
| Echávarri Pérez, A.      | 53       | Rangin, F.            | 107     |
| Elston, W. E.            | 57       | Roldán Quintana, J.   | 111     |
| Farías G., R.            | 59       | Salas, G. P.          | 113     |
| Felger, R. S.            | 61       | Schmidt, G.           | 77      |
| Flinn, D. L.             | 79       | Sheridan, M. F.       | 115     |
| De la Fuente Duch, M. F. | 99       | Silver, L. T.         | 9,117   |
| Gastil, G.               | 63       | Theobald, P. K.       | 19,99   |
| Gilmont, N. L.           | 65       | Turner, R. L.         | 19      |
| González León, C.        | 67       | Solano, R. B.         | 119     |
| González Mejía, H.       | 69,91    | Velasco, J. R.        | 121     |
| Guerrero Cruz, A.        | 69,91    | Wilson, R. T.         | 115     |
| Guzmán, A. E.            | 71       |                       |         |

## U L T I M A      H O R A

Los siguientes resúmenes se recibieron entre el 11 y el 17 de abril, 1978.

Por consecuencia, no han sido incluídos junto con los otros resúmenes, por orden alfabético. Tampoco aparecen los tí·tulos de estos trabajos en el "Contenido" (páginas 3 a 6), ni los autores en el "Índice" (página 123).

MAGMATISM AND SEDIMENTATION IN WESTERN NORTH AMERICA DURING  
MESOZOIC AND CENOZOIC TIME

Peter J. CONEY

Department of Geosciences  
University of Arizona  
Tucson, Arizona, 85721  
E. U. A.

At present it is impossible to construct even schematic pre-early Tertiary paleo-plate tectonic maps of southwestern North America. A very complex tectonic evolution, combined -- with a lack of available data across southwestern Arizona, -- southeastern California, and most of northwestern and western Mexico, make such a map infeasible. A similar situation prevails throughout the Caribbean, along much of western Canada, and across all of Alaska. Although it first appeared to be a relatively simple Andean type continental margin mountain system, the North American Cordillera is now emerging as an extremely complex orogeny.

Well-controlled mesozoic-cenozoic magmatic trends of assumed arc affinity can be tracked reasonably, but variably -- through the Cordillera. Some of these belts, at least in part, are apparently of the same age and are double, which can suggest subsequent accretion of western trends against eastern trends as recently as Cretaceous time. South of the 37th parallel, most of the belts are apparently stitched into cratonic North America, at least as far as central Mexico. All the belts are

apparently truncated along the south coast of Mexico and are offset east-ward into nuclear Central America. The Silver-Anderson megashear remains the single most provocative and most useful concept in paleotectonic reconstructions for southwestern North America and the Gulf of Mexico. Complex late Mesozoic to early Tertiary magmatic patterns in the central and southern Cordillera are interpreted as the result of progressive flattening of a Benioff zone, accompanied by extreme crustal telescoping over a broad region whose full extent is probably still not fully appreciated.

Post-Laramide time has been characterized by vast mid-Tertiary ignimbrite eruptions and by the development of extreme attenuation over metamorphic core complexes from southern Canada through Mexico. These events are probably a result of a collapsing Benioff zone beneath the entire southern Cordillera. By 15 m. y. the evolution of triple junctions and the initiation of major transform faults caused widespread rifting and fragmentation over the same region.

The States of Sonora, Arizona, and the southern part of California hold secrets vital to a full understanding of Cordilleran tectonic evolution. Hopefully this symposium and subsequent international cooperation will lead to a fuller understanding of this puzzling problem.

## GEOFISICA REGIONAL EN EL NORTE DE SONORA

Mauricio F. DE LA FUENTE DUCH

Consejo de Recursos Minera  
les, Niños Héroes 139,  
México 7, D. F.M. Dean KLEINKOPF  
Gary L. RAINESU. S. Geological Survey,  
Denver, Co. 80225, E.U.A.

La necesidad de contar con una base geofísica regional, fue contemplada desde el inicio del Convenio celebrado en 1974 entre el Consejo de Recursos Naturales No Renovables y el U.S. Geological Survey, bajo los auspicios del CONACYT y la National Science Foundation.

El cubrimiento geofísico de un área de poco más de 25,000 km<sup>2</sup> en la parte norte del Estado de Sonora, incluyó los métodos de gravimetría y magnetometría aérea. El estudio gravimétrico consistió en el establecimiento de poco más de 100 bases y estaciones gravimétricas, que permitieron obtener una mejor resolución en el plano gravimétrico que se tenía de la zona de estudio. La aeromagnetometría fue hecha en dos modalidades, la primera para obtener información somera, con vuelo de contorno, a 500 metros y líneas cada kilómetro; y la segunda para obtener información a profundidad, con vuelo barométrico y líneas espaciadas cada 10 kilómetros.

Aún cuando la interpretación de los datos geofísicos no ha sido totalmente terminada (especialmente la aeromagnetome-

tría), los primeros resultados han sido sumamente valiosos en el conocimiento del área de estudio y han permitido establecer la base geofísica regional que se buscaba.