

ROCAS METAVOLCANICAS E INTRUSIVOS RELACIONADOS PALEOZOICOS DE LA REGION DE PETATLAN, ESTADO DE GUERRERO

Zoltan de Cserna,¹ Richard L. Armstrong,²
Camilo Yáñez-García³ y José Solório-Munguía¹

RESUMEN

En el valle del Río Camalotito cerca de El Zapotillo, al nororiente de Petatlán en la parte suroccidental del Estado de Guerrero, aflora una secuencia metavolcánica de más de 350 m de espesor, que está cubierta discordantemente por lutitas, algo de areniscas y calizas interestratificadas que poseen una recristalización incipiente. La mitad inferior de la secuencia metavolcánica está formada por toba andesítica, mientras que la mitad superior por toba y algo de lava basálticas. Las rocas metavolcánicas contienen algunas intercalaciones delgadas de argilita. En la parte occidental del área, se presenta un diquestrato de gabro emplazado entre las rocas andesíticas y basálticas, mientras que en la parte suroccidental del área, un dique de leucomonzonita intrusiona a las tobas basálticas. Se considera a la secuencia de origen marino, acumulada en un eugeosinclinal. Las rocas metavolcánicas y los intrusivos relacionados acusan un metamorfismo correspondiente a la parte baja de la facies de esquisto verde.

Al surponiente, fuera del área cartografiada, se encuentra un cuerpo de peridotita (¿diquestrato?) serpentinizada junto al contacto de las rocas metavolcánicas con las rocas sedimentarias.

Las rocas metavolcánicas forman un anticlinal asimétrico hacia el noreste, con dirección general de NW-SE. Al surponiente de esta estructura se encuentra un sinclinal isoclinal recostado hacia el noreste, cuyo flanco suroccidental está en contacto con tobas basálticas levemente inclinadas hacia el surponiente, a las cuales se interpreta como la cobijadura de una cabalgadura inclinada hacia el surponiente. Las relaciones estratigráficas y estructurales del área indican los efectos de dos períodos de deformación compresiva, que actuaron desde el suroeste hacia el noreste.

Se obtuvo una isócrona de Rb-Sr de roca entera, correspondiente a 311 ± 30 m. a. ($@ .7037 \pm .0001$), a partir de cuatro muestras provenientes del diquestrato de gabro y del dique de leucomonzonita a los cuales se considera como comagmáticos con las rocas metavolcánicas.

Las rocas metavolcánicas del área de El Zapotillo, junto con sus cuerpos de sulfuros masivos y con la peridotita cercana, se correlacionan con la Formación Ixcuinatoyac de la parte centro meridional del Estado de Guerrero. Al mismo tiempo, a estas rocas y sus yacimientos minerales pueden considerarse como semejantes a los de West Shasta, en las Montañas Klamath de California. Con base en estas semejanzas, se puede anticipar que el sur de México posee una historia tectónica muy compleja, la cual ya ha sido señalada, en parte, por el amplio alcance de las edades radiométricas hasta ahora obtenidas de esa región.

ABSTRACT

In the valley of Camalotito River at El Zapotillo, northeast of Petatlan in southwestern Guerrero State, a more than 350 m thick metavolcanic sequence crops out, which is covered unconformably by shales, some interbedded sandstone and limestone that show incipient recrystallization. The lower half of the metavolcanic sequence is formed by andesitic tuffs and the upper half by basaltic tuffs and some lava. The metavolcanic rocks contain a few thin interbedded horizons of argillite. In the western part of the area, a gabbro sill is emplaced between the andesitic and basaltic rocks, while in the southwestern part, a leucomonzonite dike intrudes the basaltic tuffs. The entire sequence is considered to be marine, accumulated in a eugeosyncline, and underwent metamorphism of the lower greenschist facies.

To the southwest but outside of the mapped area, there is a serpentinized peridotite body (sill?) at the contact between the metavolcanics and the sediments.

The metavolcanics form a NW-SE trending, northeasterly asymmetrical anticline. Adjacent to this structure on the southwest, there is a northeasterly overturned isoclinal syncline, bound on the southwest by gently southwest-dipping basaltic tuffs, interpreted to be part of the upper plate of southwest-dipping overthrust. The stratigraphic and structural relations in the area indicate the effects of two periods of compressive deformation that were active from the southwest toward the northeast.

A whole-rock Rb-Sr isochron of 311 ± 30 m. y. ($@ .7037 \pm .0001$) was obtained from four samples, collected from the gabbro sill and the leucomonzonite dike, which are considered to be comagmatic with the metavolcanics.

The metavolcanic rocks of the El Zapotillo area, together with their massive sulphide bodies and nearby peridotite, may be correlated with the Ixcuinatoyac Formation of south-central Guerrero State. At the same time, these rocks and the ore deposits they contain

- 1 — Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México 20, D. F.
- 2 — Department of Geological Sciences, The University of British Columbia, Vancouver, B. C. V6T 1W5, Canada.
- 3 — Comisión Federal de Electricidad, Melchor Ocampo 455, 7 piso, México 5, D. F.

could also be considered similar to those at West Shasta, in the Klamath Mountains of California. As a result of these similarities, it can be anticipated that southern Mexico possesses a very complex tectonic history which, in part, has been shown already by the wide range of the radiometric ages that have been obtained to date from this region.

INTRODUCCION

La probable existencia de una faja orogénica paleozoica, desarrollada de un ortogeosinclinal del Paleozoico temprano que se extendió a lo largo de la costa del Pacífico de México, fué señalada desde hace más de dos décadas (de Cserna, 1958). Desde entonces, los datos geológicos que se recabaron o publicaron sobre el sur de México fueron bien pocos, no obstante muy significativos, a pesar de la naturaleza principalmente metamórfica del terreno que ofrece poco en cuanto a las investigaciones paleontológicas, y a pesar de las limitaciones inherentes de los varios métodos geocronométricos en una región con historia térmica tan compleja (de Cserna *et al.*, 1974, p. 202). Los primeros datos sobre la posible existencia de una faja orogénica paleozoica fueron dos fechas radiométricas paleozoicas, provenientes de Chiapas (Webber y Ojeda, 1957, p. 31-323 y de Jalisco (Stern *et al.*, comunicación escrita del 7/X/1959, *in* Fries, 1962, p. 92).

De la región de Ixcuinatoyac en la parte centro-meridional del Estado de Guerrero (Figura 1), Klesse (1968, p. 117-120) describió una secuencia formada por filita y cuarcita, que contiene peridotita, toba verde y un cuerpo de sulfuro masivo. La

toba verde aumenta en espesor hacia el sur-surponiente y en esa misma dirección se presentan lavas cada vez en mayor abundancia. Con base en las relaciones de las unidades litológicas pre-albianas de esta región, Klesse consideró a esta secuencia como de probable edad paleozoica tardía.

Este hallazgo de Klesse en la región de Ixcuinatoyac apoyó la probable existencia de un eugeosinclinal paleozoico, cuya delimitación regional cobró cada vez mayor interés.

En el área de El Zapotillo, al nororiente de Petatlán en la parte suroccidental del Estado de Guerrero (Figura 1), aflora una secuencia de rocas metavolcánicas, formada principalmente por tobas de composición andesítica y basáltica, junto con algunos diquestratos de gábro y diques de leucomonzonita. Estas rocas están afectadas por metamorfismo regional correspondiente a la parte baja de la facies de esquisto verde, y están cubiertas discordantemente por lutitas y algo de areniscas y calizas interestratificadas que muestran una recristalización incipiente. Junto al contacto de la secuencia metavolcánica con la secuencia sedimentaria, al surponiente de El Zapotillo, se presenta un cuerpo de peridotita serpentinizada, que probablemente constituye un diquestrato o un dique. Las rocas metavolcánicas contienen cuerpos de sulfuros masivos.

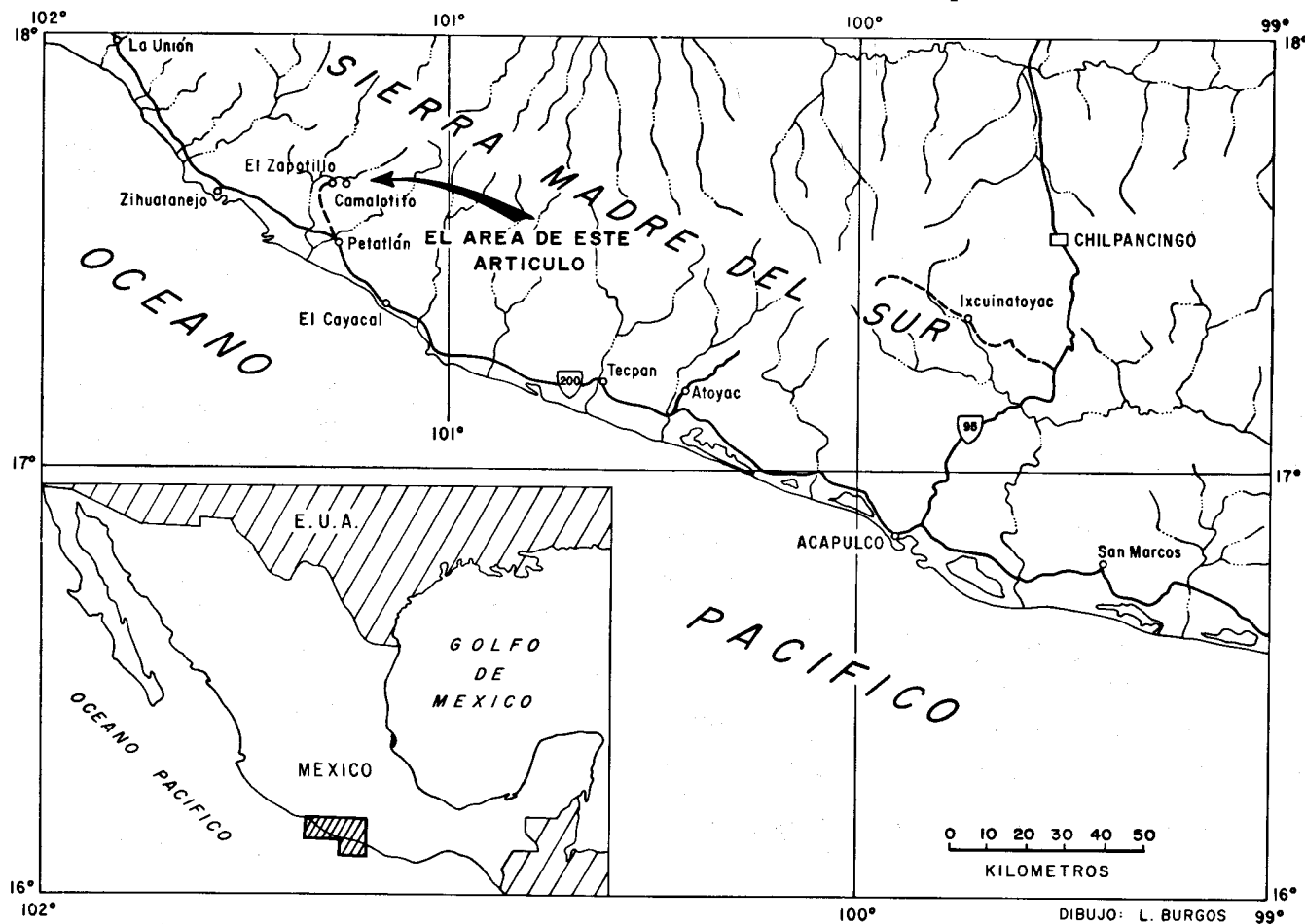


Figura 1.—Mapa de localización.

Hace unos 10 años se hizo un intento en el Instituto de Geología de concentrar zircones de las tobas andesíticas para fines radiométricos por el método de plomo-alfa, pero este intento no tuvo éxito. Recientemente, se presentó la oportunidad para obtener nuevas muestras, colectadas expresamente para trabajos geocronométricos por el método de Rb-Sr. En este artículo se presentan brevemente la geología del área donde se colectaron las muestras datadas, los datos geocronométricos obtenidos y el significado de estos datos en un marco geológico regional.

LOCALIZACION Y MARCO GEOLOGICO

El área de El Zapotillo se localiza a unos 15 km al norte-nororiente del poblado de Petatlán ($17^{\circ} 40' N$ y $101^{\circ} 17' W$), en la parte suroccidental del Estado de Guerrero (Figura 1). Un camino de tierra parte de la Carretera Federal Núm. 200 cerca del límite occidental de Petatlán y se dirige a las rancherías La Otatera, La Piedra y Camalotito, con un desarrollo aproximado de 25 km. El paraje de El Zapotillo está a unos 3 km aguas arriba de Camalotito, sobre el río del mismo nombre.

El poblado de Petatlán se encuentra sobre el límite de la Pendiente Meridional de la Sierra Madre del Sur (Raisz, 1959) con la faja costera estrecha de Guerrero, conocida como la "Costa Grande". Entre Petatlán y La Piedra subyace a la región un batolito granítico profundamente erosionado, el batolito de Petatlán, probablemente de principios del Cretácico Tardío. Este batolito se extiende hacia el poniente hasta muy cerca de Zihuatanejo (Figura 1), donde las rocas pre-batolíticas consisten de calizas fosilíferas albianas, grauvacas y rocas volcánicas, cuyas estructuras están truncadas oblicuamente por la costa del Pacífico (de Cserna, 1967, p. 164).

En las cercanías de la rancharía La Piedra, el batolito está en contacto con rocas metasedimenta-

rias, que forman una sierra alineada de NW-SE, y el batolito se extiende hacia el sureste hasta las cercanías de la rancharía El Cayacal (Figura 1).

Hacia el nororiente de esta zona de contacto del batolito de Petatlán, los elementos de la cuenca hidrográfica del Río Camalotito, que fluye hacia el norponiente y es uno de los afluentes del Río Murga que drena la Sierra Madre del Sur en esta región, esculpieron valles moderadamente profundos en los cuales afloran las rocas metavolcánicas debajo de la secuencia formada por lutitas, areniscas y calizas (Figura 2). En esta área, el terreno está cubierto por suelo y por chaparral denso, dando por resultado pocos afloramientos de las rocas subyacentes y, sobre todo, discontinuos. El Río Camalotito en el área de El Zapotillo fluye en una altitud promedio de 270 m sobre el nivel del mar y las montañas que se levantan al norte del valle principal alcanzan altitudes cercanas a los 2,000 m, mientras que las del sur escasamente sobrepasan los 1,000 m. El relieve local en el área es de unos 300 m.

La geología del área de El Zapotillo y de la región circundante, por la presencia de cuerpos de sulfuros masivos, ha sido estudiada por geólogos de la Cía. Minera del Río Murga, S. A. en varias ocasiones y con diferentes enfoques. Recientemente, dentro del programa de actividades de la mencionada empresa, se brindó la oportunidad a Yáñez-García (1977) de recartografiar la geología de algunas partes del área, lo que constituyó su tesis profesional.

LA SECUENCIA METAVOLCANICA

Las rocas metavolcánicas del área de El Zapotillo son principalmente tobas andesíticas y basálticas, con algunas intercalaciones delgadas de lutita. Las tobas basálticas contienen también derrames de lava basáltica. Se considera a este conjunto de rocas



Figura 2.—Vista hacia el poniente del valle del curso inferior del Río Camalotito. A la izquierda (sur), la ladera está formada por rocas metavolcánicas, mientras que a la derecha (norte), subyace al terreno la unidad formada por lutitas-areniscas-calizas.

de origen marino, acumulado en un ambiente eugeo-sinclinal. Con base en los datos geológicos disponibles a la fecha, la verdadera posición estratigráfica de las tobas andesíticas con respecto a las tobas basálticas, no está establecida con seguridad. Esta circunstancia, aunada al reducido tamaño de los afloramientos conocidos en la actualidad, motivó el que no se designaran a estas rocas como unidades estratigráficas formales en este artículo. Se considera, por las relaciones geométricas de sus contactos, que las tobas andesíticas fueron las que se depositaron primero y después, encima de éstas, sin interrupción discernible, las tobas basálticas. El contacto entre las rocas andesíticas y basálticas es bien definido, aunque es localmente transicional. Los efectos del metamorfismo y la falta de buenos afloramientos lateralmente continuos obstaculizaron el diagnóstico inequívoco de estas relaciones.

La base de la unidad formada por tobas andesíticas no aflora (Figura 3), por lo que el espesor incompleto de esta unidad es de unos 150 m. La roca es de color verde claro o gris claro, de grano fino, con bandeamiento fino y está bien foliada. Contiene plagioclasa no maclada y cristales aciculares de actinolita verde pleocroica. El poco cuarzo que contiene (< 5%), se presenta como agregados de grano mediano con textura poligonal, o bien relleno de los intersticios junto con la epidota, que si es abundante.

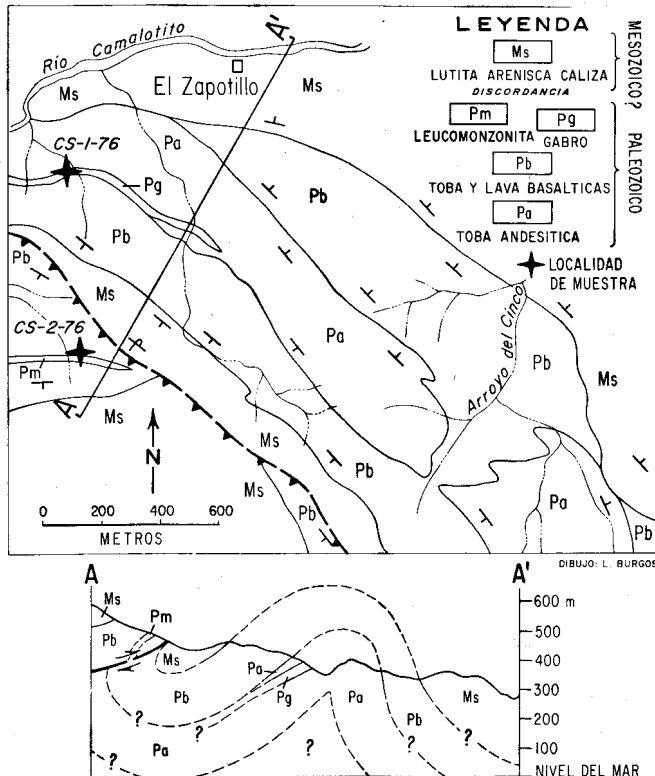


Figura 3.—Mapa geológico simplificado y sección estructural del área de El Zapotillo. La geología está adoptada de Yañez-García (1977). El espesor de los intrusivos está exagerado a causa de mejor reproducción gráfica.

La unidad formada por tobas basálticas y algunos derrames de lava basáltica tiene un espesor de unos 200 m. Esta cifra no representa el verdadero espesor de las rocas basálticas, en vista de que éstas junto con las rocas andesíticas fueron plegadas y

erosionadas parcialmente, antes de que los sedimentos sobrevacentes las cubrieran discordantemente (Figura 3). La toba basáltica es de grano muy fino y de color verde grisáceo. Se presenta tanto en capas delgadas como masivas y, generalmente, está bien foliada. La roca está formada por actinolita y/o clorita, plagioclasa no maclada y epidota. Se presentan la calcita y la magnetita en pequeñas cantidades. La esfena y el leucoxeno rellenan pequeñas vetillas, o bien forman granos intersticiales finamente diseminados al lado de los cristales de plagioclasa o anfíbola. En las lavas basálticas se presentan fenocristales de plagioclasa de tamaño mediano.

Las delgadas intercalaciones de lutita entre las tobas, tanto andesíticas como basálticas, se presentan como argilitas o pizarras grafiticas, dependiendo del contenido original de materia carbonosa en estos sedimentos. La roca está formada por delgadas capitas de cuarzo y clorita que alternan, en ocasiones, con capitas de piritita muy fina.

En la parte occidental del área del mapa (Figura 3), entre las unidades andesíticas y basálticas está emplazado un diquestrato de gabro, de 4.0 m de espesor y de unos 800 m de largo. Este diquestrato, antes de que se acuñara en el oriente, corta la parte superior de la unidad andesítica y, posteriormente, sigue en ésta como un diquestrato por una distancia de unos 200 m. El gabro es de grano fino a mediano y de color verde mediano. Está formado por plagioclasa cálcica no maclada, hornblenda, epidota, tremolita y blastocristales de esfena. La epidota se presenta asociada a la tremolita y rellena fracturas. Magnetita diseminada junto con leucoxeno se presentan en toda la roca. Su análisis químico se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1.—Análisis químicos completos.

Muestra:	Cs-1-76	Cs-2-76
SiO ₂	47.83	64.47
TiO ₂	1.96	0.93
Al ₂ O ₃	13.50	15.39
Fe ₂ O ₃	3.25	3.00
FeO	9.00	1.48
MnO	0.19	0.06
MgO	8.02	1.19
CaO	12.79	4.13
Na ₂ O	2.18	5.90
K ₂ O	0.29	1.30
P ₂ O ₅	0.22	0.36
SO ₃	0.00	0.00
CO ₂	0.00	0.00
H ₂ O+	1.06	1.84
H ₂ O-	0.00	0.03
S u m a :	100.29	100.08

La muestra Cs-1-76 proviene del diquestrato de gabro, mientras que la muestra Cs-2-76 del dique de leucomonzonita. La localización de ambas muestras está señalada en la Figura 3.

Los análisis químicos fueron hechos, en los laboratorios del Instituto de Geología, por el Ing. Alberto Obregón-Pérez.

En la parte suroccidental del área del mapa (Figura 3), la unidad basáltica está intrusionada por

un dique de leucomonzonita, de 1.5 m de espesor. Este dique tiene un rumbo NE-SW y está inclinado hacia el sureste. La leucomonzonita es de color crema claro y de grano muy fino. Contiene plagioclasa intermedia, altamente saussuritizada, escasos cristales de clorita, blastocristales de esfena y masas irregulares de calcita. El poco cuarzo que contiene se presenta rellenando microvetillas. Su análisis químico se presenta en la Tabla 1.

El conjunto mineral de los diferentes tipos de roca de esta secuencia indica que ésta sufrió metamorfismo regional, correspondiente a la parte baja de la facies de esquisto verde (Turner y Verhoogen, 1951, p. 466-469).

La secuencia metavolcánica y los intrusivos relacionados se plegaron y las rocas metavolcánicas adquirieron un rumbo general de NW-SE (Figura 3). Este plegamiento resultó en la formación de dos anticlinales amplios, uno en el norponiente y el otro en el suroriente, buzando ambos hacia el Arroyo del Cinco. Estas estructuras fueron erosionadas antes de que los sedimentos sobreyacentes fuesen depositados discordantemente.

Las relaciones cronológicas de las estructuras formadas en las rocas metavolcánicas, antes del depósito de los sedimentos sobreyacentes, no están claras hacia el surponiente de los anticlinales descritos. En esta área, adyacente a los anticlinales en el suroeste, se presenta un sinclinal isoclinal recostado hacia el noreste, formado en lutitas que sobreyacen a las rocas metavolcánicas basálticas. El flanco suroccidental recostado de este sinclinal está en contacto con tobas basálticas levemente inclinadas hacia el suroeste. A este contacto se interpreta como una cabalgadura y a las tobas basálticas como parte de la cobijadura (Figura 3).

Las relaciones arriba esbozadas permiten concluir, que en el área de El Zapotillo existen huellas de dos deformaciones compresivas, las cuales actuaron desde el suroeste hacia el noreste, una después de la acumulación de las rocas volcánicas y la otra después de la acumulación de los sedimentos. Probablemente, durante esta segunda deformación, a la que se considera responsable del cabalgamiento, se produjo la asimetría nororiental que se observa actualmente en los anticlinales (Figura 3). El papel que pudo tener la serpentinita cercana en la primera o en la segunda deformación, no está establecido con los datos actualmente disponibles.

DATOS GEOCRONOMETRICOS

El único fósil que se ha encontrado en el área proviene del curso inferior del Arroyo del Cinco y corresponde a un fragmento rodado y desgastado que pudiera pertenecer a un belemnite. Este fósil pudo haber sido deslavado de la unidad de lutitas-areniscas-calizas, en cuyo caso indicaría que estos sedimentos, posiblemente, pertenecen al Mesozoico. Obviamente, fué de gran interés conocer la edad de las rocas metavolcánicas, sobre todo, por algunas de las semejanzas que éstas guardan con las de la Formación Ixcuinatoyac (Klesse, 1968). Por consiguiente, se seleccionaron dos afloramientos para muestreo con fines geocronométricos por el método de Rb-Sr. Uno de estos afloramientos corresponde al diquestrato de gabro (Cs-1-76) y el otro al dique de leucomonzonita (Cs-2-76). Las localidades de

muestreo están señaladas en el mapa geológico (Figura 3).

Para la muestra del diquestrato de gabro, se tomaron 100 kg de roca, a través del espesor completo (4.0 m) del intrusivo en tres intervalos que constituyeron tres fracciones (Cs-1a-76, Cs-1b-76, y Cs-1c-76). Cada una de estas tres fracciones fué triturada, obteniendo fragmentos de 2.5 cm de diámetro. Posteriormente, se mezcló el triturado de cada fracción por separado y se tomaron de cada uno 5 kg para molienda al tamaño de < 30 mallas. Las muestras molidas se pasaron por el separador isodinámico, para remover de ellas las impurezas de hierro, introducidas durante la trituración y molienda. De las muestras así preparadas se utilizaron 10 gr de cada muestra para los trabajos isotópicos.

El procedimiento empleado para las muestras del dique de leucomonzonita fué semejante al que se siguió para el gabro. Se muestreó el espesor completo del dique (1.5 m) obteniendo 100 kg de roca fresca. Esta muestra se tomó en tres fracciones (Cs-2a-76, Cs-2b-76, y Cs-2c-76), cada una de las cuales corresponde a un intervalo de unos 50 cm.

Después de efectuar los análisis preliminares de Rb-Sr por medio de fluorescencia de rayos-X, y por resultar idénticas dos relaciones de Rb-Sr tanto para las tres fracciones de gabro como para las de la leucomonzonita, se escogieron al azar una de gabro y una de la leucomonzonita. Esto se hizo para obtener un alcance tan amplio como fuera posible en la relación de Rb-Sr y, al mismo tiempo, una distribución uniforme sobre este alcance. Posteriormente, se hicieron los análisis por Sr^{87}/Sr^{86} . Los datos analíticos de las muestras se presentan en la Tabla 2. Con los datos analíticos obtenidos se construyó una isócrona de roca entera (Figura 4).

La edad de 311 ± 30 m. a. constituye la primera edad carbonífera obtenida de roca entera por el método de Rb-Sr en el sur del Estado de Guerrero, correspondiente a rocas intrusivas íntimamente relacionadas con rocas volcánicas. A esta edad se considera como mínima, correspondiente a la actividad magmática que originó las rocas volcánicas y los intrusivos relacionados, los cuales se interpretan como comagmáticos.

SIGNIFICADO GEOLOGICO REGIONAL

La edad carbonífera del complejo metavolcánico-intrusivo del área de El Zapotillo se considera importante ya que fortalece la probable edad paleozoica tardía de la Formación Ixcuinatoyac (Klesse, 1968, p. 120), que aflora a unos 160 km al este-sureste de El Zapotillo (Figura 1) y que sobreyace discordantemente al Complejo Xolapa, de probable edad paleozoica temprana, o quizá precámbrica (de Cserna, 1965, p. 15-19). Esto, a su vez, permite visualizar ya con mayores probabilidades que la región entre El Zapotillo e Ixcuinatoyac formó parte del eugeosinclinal paleozoico en donde se pudieron formar yacimientos vulcanogénicos de sulfuros masivos (de Cserna 1976, p. 19-20, fig. 2). Por lo tanto, esta región puede considerarse como potencialmente favorable para fines de exploración minera donde, debajo de la cubierta mesozoico-cenozoica, podrán encontrarse afloramientos de rocas eugeosinclinales paleozoicas con manifestaciones de sulfuros.

Tabla 2.—Datos analíticos de Rb-Sr.

Muestra	Roca	Sr (ppm)	Rb (ppm)	$\frac{16}{\sim 2\%}$ Rb/Sr		$\frac{16}{.00015}$ $\frac{87}{86}$ Sr/Sr	Edad (m.a.)
				$\frac{87}{86}$ Rb/Sr	$\frac{86}{86}$ Sr/Sr		
Cs-1a-76	gabro	197	4.3	0.022	0.064	.7041	Isócrona de Rb-Sr de roca entera $311 \pm 30 @ .7037 \pm .0001$
Cs-1b-76	"	230	3.1	0.014	0.039	.7038	
Cs-1c-76	"	~ 207	~ 4.7	0.022	-----	-----	
Cs-2a-76	leucomonzonita	~ 313	~ 29.2	0.093	-----	-----	
Cs-2b-76	"	290	25.1	0.087	0.250	.7049	
Cs-2c-76	"	290	37.8	0.130	0.377	.7054	

Los análisis fueron hechos en el Laboratorio de Geocronometría de la Universidad de Columbia Británica. Patrón de Sr: Eimer y Amend = .70800; National Bureau of Standards = .71022. $\lambda = 1.42 \times 10^{-11}$ para Rb.

En este mismo renglón se considera conveniente señalar que las rocas y los cuerpos de sulfuros masivos del área de El Zapotillo guardan ciertas semejanzas con los del distrito de West Shasta (Kinkel *et al.*, 1956), en las Montañas Klamath de California, donde las recientes investigaciones geológicas han demostrado la historia extraordinariamente compleja de esa región (Lanphere *et al.*, 1968; Irwin, 1977; Churkin y Eberlein, 1977). Por consiguiente y tomando en cuenta la historia térmica compleja ya detectada del sur de México (de Cserna *et al.*, 1974; Halpern *et al.*, 1974), se puede anticipar que los futuros estudios geológicos en esta región, apoyados por estudios geocronométricos, permitirán definir los acontecimientos que resultaron, por ejemplo, en la deformación de las rocas del Triásico Superior y del Jurásico Inferior en otras partes de México, antes del Bajociano o del Caloviano-Oxfordiano (de

Cserna, 1970, p. 101-105; 1976, p. 20-21), los cuales deben haber dejado sus huellas en las rocas más antiguas en el sur y en el oeste de México.

RECONOCIMIENTOS

El Dr. A. P. Juhas de la empresa Texas gulf, Inc., gentilmente colaboró en la selección de los sitios de muestreo para fines geocronométricos y facilitó el traslado de las muestras a la Ciudad de México. La preparación de las muestras y sus análisis químicos se hicieron en los laboratorios del Instituto de Geología, mientras que las determinaciones de edad por el método de Rb-Sr en el Laboratorio de Geocronometría de la Universidad de Columbia Británica en Vancouver, Canadá. Se agradece la colaboración eficaz del Ing. Alberto Obregón-Pérez en la confección de los análisis químicos de muestras de roca. El Dr. Fernando Ortega-Gutiérrez y el Ing. Mario Ruiz-Castellanos ofrecieron observaciones muy atinadas sobre aspectos petrológicos y geoquímicos, respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Churkin, Michael, Jr., y Eberlein, G. D., 1977, Ancient borderland terranes of the North American Cordillera; correlation and microplate tectonics: Geol. Soc. America Bull., v. 88, p. 769-786.
- Cserna, Zoltan de, 1958, Notes on the tectonics of southern Mexico: *in* Habitat of oil, L. G. Weeks, ed. Tulsa, Am. Assoc. Petroleum Geologists, p. 523-532.
- 1965, Reconocimiento geológico en la Sierra Madre del Sur de México, entre Chilpancingo y Acapulco, Estado de Guerrero: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Bol. 62, 76 p.
- 1967 (1969) Tectonic framework of southern Mexico and its bearing on the problem of continental drift: Bol. Soc. Geol. Mexicana, v. 30, p. 159-168.

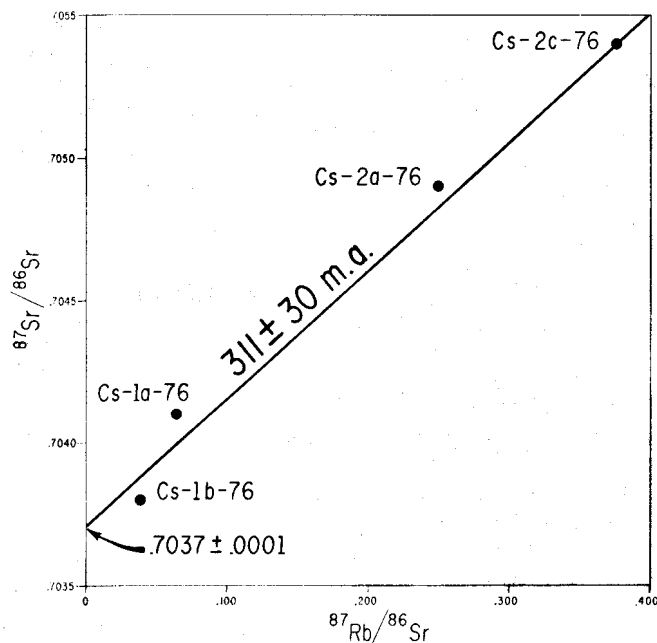


Figura 4.—Isócrona de Rb-Sr, de roca entera.

- 1970 (1971) Mesozoic sedimentation, magmatic activity and deformation in northern Mexico: in The geologic framework of the Chihuahua tectonic belt, K. Seewald y D. Sundeen, eds. Midland, West Texas Geol. Soc., p. 99-117.
- 1976, Mexico — geotectonics and mineral deposits: New Mexico Geol. Soc., Spec. Publ. 6, p. 18-25.
- Cserna, Zoltan de, Fries, Carl, Jr. Rincón-Orta, César, Solório-Munguía, José y Schmitter-Villada, Eduardo, 1974 (1975) Nuevos datos geocronométricos paleozoicos del sur de México: Bol. Asoc. Mex. Geólogos Petroleros, v. 26, p. 195-204.
- Fries, Carl, Jr., 1962, Lista de fechas geoquímicas reportadas para minerales y rocas mexicanas, con un comentario sobre su significado geológico y geotectónico: Univ. Nal. Autón. México, Inst. Geología, Bol. 64, p. 85-109.
- Halpern, Martin, Guerrero-G., José, y Ruíz-C., Mario, 1974, Rb-Sr dates of igneous and metamorphic rocks from southeastern and central Mexico; a progress report: México, D. F., Unión Geofísica Mexicana, Reunión Anual, p. 30-32, resumen.
- Irwin, W. P., 1977, Review of Paleozoic rocks of Klamath Mountains: in Paleozoic paleogeography of the western United States, J. H. Stewart *et al.*, eds., Soc. Econ. Paleontologists and Mineralogists, Pacific Sect., p. 441-454.
- Kinkel, A. R., Jr., Hall, W. E., y Albers, J. P., 1956 (1957) Geology and base-metal deposits of the West Shasta copper-zinc district, Shasta County, California: U. S. Geol. Survey, Prof. Paper 285, 156, p.
- Klesse, Elmar, 1968 (1970) Geology of the El Ocotito-Ixcuinatoyac region and of La Dicha stratiform sulphide deposit, State of Guerrero: Bol. Soc. Geol. Mexicana, v. 31, p. 107-140.
- Lanphere, M. A., Irwin, W. P., y Hotz, P. E., 1968, Isotopic age of the Nevadan orogeny and older plutonic and metamorphic events in the Klamath Mountains, California: Geol. Soc. America Bull., v. 79, p. 1027-1052.
- Raisz, Erwin, 1959, Landforms of Mexico: Cambridge, Mass., mapa con texto, escala 1:3,000,000.
- Turner F. J., y Verhoogen, Jean, 1951, Igneous and metamorphic petrology: New York, McGraw-Hill, 602 p.
- Webber, B. N., y Ojeda-Rivera, Jesús, 1957, Investigación sobre lateritas fósiles en las regiones sureste de Oaxaca y sur de Chiapas: Inst. Nal. Invest. Recursos Minerales (México), Bol. 37, 67 p.
- Yáñez-García, Camilo, 1977, Estudio geológico-minero del yacimiento vulcanogenético de Camalotito, Municipio de Petatlán, Estado de Guerrero: México, D. F., Inst. Politéc. Nal. Esc. Sup. Ing. Arquitectura, tesis profesional 36 p. inédito.