

marinas de fondo que siguen paralelas a los contornos topográficos del relieve submarino.

Aunque es un término originalmente descrito para sedimentos recientes, se prevee que cada día encontrará más aplicación en secuencias sedimentarias antiguas. La contornita se caracteriza por material limoso, arenoso fino y arcilloso, dispuesto en laminaciones paralelas y a veces cruzada, con buena selección de tamaño, estratificación muy delgada o fina y con ambos contactos muy bien marcados. Estos sedimentos se suelen encontrar asociados con turbiditas, pero reflejan transporte a lo largo del fondo marino y no desde el borde continental costero hacia las profundidades, como es el caso de las turbiditas. Biocalcilitas y biocalcilimolitas laminadas, ricas en caparazones de foraminíferos planctónicos del Paleógeno de la Isla de Margarita, Venezuela, son consideradas por el autor como buenos ejemplos de lo que pudiera llamarse contornitas fósiles.

Las diferencias entre contornitas y turbiditas aún no pueden ser tabuladas con precisión; pero este escollo se irá superando a medida que se vaya aplicando más el concepto de corrientes marinas de fondo a la interpretación de secuencias antiguas. Del mismo modo, el término contornita, que es esencialmente genético, irá adquiriendo mayor poder descriptivo tal como ha ido sucediendo con el nombre Turbidita. Sin embargo, su uso debe condicionarse a una buena

descripción y análisis de las rocas donde puede aplicarse este calificativo.

#### BIBLIOGRAFIA

- BOUMA, A.H. (1962). *Sedimentology of Some flysch deposits: A graphic approach to facies interpretation*. Elsevier, Amsterdam, 168 p.
- (1972). "Recent and Ancient Turbidites and Contourites". *Transactions, Gulf Coast Assoc. of Geological Societies*, 22:205-221.
- HEEZEN, B.C. y C.D. HOLLISTER (1964). "Deep-sea current evidence from abyssal sediments". *Marine Geology*, 1:141-174.
- (1971). *The Face of the Deep*. Oxford University Press, London-Toronto, 659 p.
- HOLLISTER, C.D. y B.C. HEEZEN (1972). "Geologic effects of Ocean bottom Currents: western North Atlantic". En A.L. GORDON (Editor) *Studies in Physical Oceanography*. A Tribute to George Wüst on his 80th Birthday. Gordon and Breach, New York, 2:37-66.
- MUÑOZ, N.G. (1966). "Turbiditas en Sedimentos Profundos de la Cuenca Oceánica de Colombia e Influencia del Río Magdalena". *Geos*, Caracas, 15:7-101.
- (1973). "Geología Sedimentaria del Flysch Eoceno de la Isla de Margarita, Venezuela". *Geos*, Caracas, 20:5-64.

#### ONFACITA PROVENIENTE DE LAS ROCAS ECLOGITICAS DE MARGARITA, ESTADO NUEVA ESPARTA

Por Enrique Navarro F.

Escuela de Geología y Minas  
Universidad Central de Venezuela  
Apartado 50926, Caracas 105

(Recibido en septiembre 1975, en forma revisada en noviembre de 1975)

#### RESUMEN

En la región NE de la isla de Margarita afloran rocas eclogíticas compuestas principalmente por granate, clinopiroxeno, anfíbol subcálcico y mica blanca (paragonita).

El clinopiroxeno es esencialmente onfacita del tipo estructural P2 y es una solución sólida de jadeita y diópsido hedenbergita con un contenido moderado de acmita.

Las dimensiones de la celda unitaria de esta onfacita son:  $\alpha_0 = 9,584 \text{ \AA}$ ;  $b_0 = 8,796 \text{ \AA}$ ;  $c_0 = 5,267 \text{ \AA}$ ;  $\beta = 107,05^\circ$ .

Onfacitas P2 han sido reportadas por CLARK y PAPIKE (1968) en rocas de la facies de los esquistos azules de California U.S.A., por lo que se consideran estables a altas presiones y bajas temperaturas. Idénticas condiciones metamórficas se asumen para las onfacitas provenientes de rocas eclogíticas de la isla de Margarita.

#### ABSTRACT

Eclogitic rocks consisting essentially of garnet clinopyroxene sub-calcic amphibole and white mica (paragonite), are exposed in the northeastern region of Margarita island.

The clinopyroxene is essentially omphacite of the P2 structural type and is a solid solution between jadeite and diopside-hedenbergite with a moderate content of acmite. The unit cell

dimensions of this omphacite are:  $\alpha_0 = 9,584 \text{ \AA}$ ;  $b_0 = 8,796 \text{ \AA}$ ;  $c_0 = 5,267 \text{ \AA}$ ;  $\beta = 107,05^\circ$ .

P2 omphacite have been reported by CLARK and PAPIKE (1968) in the blueschist facies rocks of California and they have been considered stable under high pressures and low temperatures. Identical metamorphic conditions are assumed for the omphacites from Margarita island.

#### INTRODUCCION

En la isla de Margarita, tanto en la región oriental como en Macanao (región occidental) afloran rocas eclogíticas, que aunque pueden dividirse en dos grupos desde el punto de vista genético, tienen una mineralogía bastante similar y diferencias fundamentalmente texturales (NAVARRO, 1974).

Los minerales constituyentes principales de estas rocas son: granate (generalmente piralspitas con alto contenido de almandino), clinopiroxeno (onfacita a cloromelanita), anfíbol subcálcico (barroisita a glaucofano cálcico) y mica blanca (paragonita).

Litologías intermedias entre eclogita y anfíbolita pueden observarse, estas litologías indican distintas etapas del proceso de transformación de las eclogitas (SMULKOWSKI, 1960). La indicación más notable de este proceso de transformación es el paso del clinopiroxeno a un agregado simplectítico de anfíbol y plagioclasa sódica.

En general, el clinopiroxeno aparece en las eclogitas como porfidoblastos en forma de listones alargados con maculación lamelar y presentando un débil pleocroísmo, también se presenta en la matriz de la roca junto con anfíbol subcálcico.

Se pueden observar también vetas monominerálicas de clinopiroxeno, en forma de "boudines", dentro de los gneisses trondjemíticos los cuales están en contacto con las rocas eclogíticas mencionadas.

Fundamentalmente en este trabajo se presentan los resultados del estudio de la muestra 185-c de clinopiroxeno proveniente de las eclogitas de Margarita oriental (ver mapa en NAVARRO, 1974); estudio que consistió en la determinación de la composición química y los parámetros de la celda unitaria del mencionado mineral.

#### PROCEDIMIENTO ANALITICO

Para realizar los análisis propuestos se procedió en primer lugar a seleccionar una muestra de eclogita con suficientes porfidoblastos de clinopiroxeno y que a la vez, éstos fueron de fácil separación.

La muestra de roca fue pulverizada y tamizada. El material con granulometría entre -80 mallas y +100 mallas, se utilizó para separar el clinopiroxeno, mediante un separador magnético. Posteriormente el material fue purificado manualmente bajo el microscopio binocular y la pureza obtenida fue de un 98 por ciento.

A continuación la muestra fue pulverizada en un mortero y se separaron dos porciones. La primera se montó en un portamuestras de aluminio y se procedió a obtener un difractograma de ella, utilizando para esto un difractómetro marca Philips (generador 1010, panel electrónico 1352).

Una vez obtenido el difractograma se seleccionaron las reflexiones que serían empleadas para el cálculo de las dimensiones de la celda unitaria y la posición de éstas fue

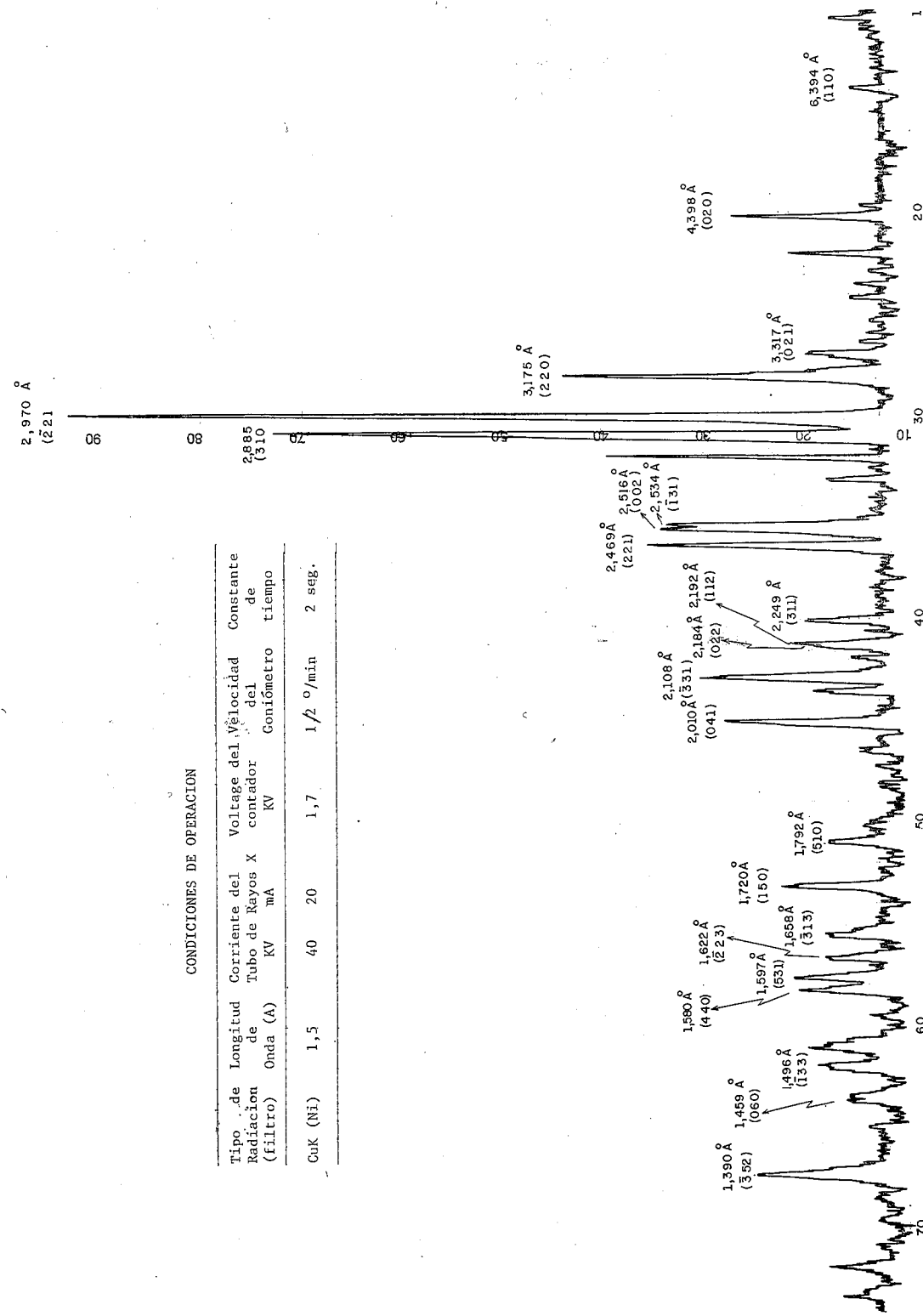


Fig. 1. Difractograma de una muestra proveniente de rocas eclogíticas de la isla de Margarita

CONDICIONES DE OPERACION

Tipo de Radiación (Filtro)	Longitud de Onda (Å)	Corriente del Tubo de Rayos X (KV)	Voltage del contador (KV)	Velocidad del contador (1/min)	Constante de tiempo (seg.)
CuK (Ni)	1,5	40	1,7	1/2	2

determinada con la mayor exactitud posible, haciendo barridos en una dirección y luego en dirección contraria a través de la reflexión de interés.

La segunda porción fue puesta en solución siguiendo la metodología descrita por NAVARRO (1974) y se analizaron SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO, total MgO, CaO, Na<sub>2</sub>O y K<sub>2</sub>O por espectrofotometría de absorción atómica, y TiO<sub>2</sub> y FeO<sub>3</sub> por colorimetría.

DETERMINACION DE LOS INDICES (hk1)  
DE LAS REFLEXIONES PRINCIPALES  
Y DE LAS DIMENSIONES DE LA CELDA  
UNITARIA

La determinación de los índices (hk1), de sustancias que cristalizan en el sistema monoclinico, en base a patrones de difracción es una tarea bastante difícil, por lo que se ha recurrido en este caso a la comparación de los datos de difracción obtenidos para la muestra estudiada con aquellos de minerales similares cuya determinación se efectuó mediante el empleo de fotografías de precisión.

En la Fig. 1 se muestra un difractograma del clinopiroxeno estudiado, donde se han colocado los espaciados *d* y los índices (hk1) correspondientes a cada reflexión.

En la Tabla 1 se comparan los datos de difracción obtenidos en este trabajo con aquellos obtenidos por CLARK y PAPIKE (1968) para onfacitas provenientes de Kaminaljuyú, Guatemala y por MORGAN (1970) para onfacitas provenientes de Puerto Cabello, Venezuela. A continuación en la Tabla 2 se comparan las dimensiones de la celda unitaria del clinopiroxeno estudiado en este trabajo con las de las onfacitas estudiadas por CLARK y PAPIKE (1968) y por MORGAN (1970).

TABLA 1

DATOS DE DIFRACCION DE RAYOS X CORRESPONDIENTES A ONFACITAS PROVENIENTES DE KAMINALJUJU<sup>1</sup> (GUATEMALA), PUERTO CABELLO<sup>2</sup> Y CLINOPIROXENO DE MARGARITA

hkl	Calculado <i>d</i> (hkl) <sup>1</sup>	Observado <i>d</i> (hkl) <sup>1</sup>	Calculado <i>d</i> (hkl) <sup>2</sup>	Observado <i>d</i> (hkl) <sup>2</sup>	Observado <i>d</i> (hkl) este trabajo
110	6,330		6,321		6,394
200	4,577		4,570		
111	4,385		4,387		
020	4,381	4,371	4,375	4,385	4,398
111	3,596		3,599		
021	3,300	3,299	3,301	3,297	3,317
220	3,165	3,162	3,160	3,166	3,175
221	2,959	2,956	2,956	2,962	2,970
310	2,882	2,877	2,877	2,876	2,885
311	2,862	2,861	2,858		
130	2,782		2,779		
202	2,533		2,535		
131	2,530	2,527	2,528	2,524	2,534
112	2,512		2,516		
002	2,509	2,511	2,514	2,515	2,516
221	2,463	2,462	2,462	2,459	2,469
131	2,347		2,346	2,365	

400	2,289		2,285		
311	2,247	2,247	2,246	2,247	2,249
112	2,187	2,186	2,190		2,192
022	2,177		2,180		2,184
330	2,110		2,170		
331	2,102	2,102	2,099	2,099	2,108
421	2,076	2,074	2,073	2,072	
041	2,008	2,007	2,006		
402	2,006		2,005		
202	1,972		1,974		
132	1,951		1,952		
241			1,921	1,920	
510	1,792	1,790	1,789		1,792
132	1,786		1,787		
150	1,721	1,721	1,719	1,720	1,720
313	1,658	1,655	1,659		1,658
042	1,620		1,650		1,650
223	1,620	1,622	1,621	1,622	1,622
531	1,597	1,597	1,595		1,597
440	1,583	1,582	1,580		1,580
511			1,552	1,551	
600	1,526	1,522	1,523		
350	1,520		1,518		
602	1,514		1,512		
133	1,493	1,495	1,495		1,496
402	1,489		1,489		
060	1,460		1,458	1,458	1,459
352	1,392	1,391	1,391		1,390
531	1,389		1,387		1,388
223	1,369		1,371		

1. Clark y Papike (1968).
2. Morgan (1970).

TABLA 2

DIMENSIONES DE LA CELDA UNITARIA DE DIFERENTES CLINOPIROXENOS

	Onfacita de Kaminaljuyú (Guatemala) (Clark y Papike, 1968)	Onfacita de Puerto Cabello (Venezuela) (Morgan, 1970)	Clinopiroxeno de Margarita (este trabajo)
A <sub>0</sub>	9,559 Å	9,551 Å	9,584 Å
b <sub>0</sub>	8,762 Å	8,751 Å	8,796 Å
C <sub>0</sub>	5,245 Å	5,254 Å	5,267 Å
β	106 55'	106 52'	107 05'
V	420,3 Å <sup>3</sup>	420,2 Å <sup>3</sup>	424,4 Å <sup>3</sup>

## COMPOSICION QUIMICA DEL CLINOPIROXENO

La composición química del clinopiroxeno estudiado, así como las reducciones atómicas en base a seis oxígenos y el porcentaje de los diferentes componentes se presentan en la Tabla 3.

Como puede observarse, este clinopiroxeno es básicamente una solución sólida entre jadeita y diópsido-hedenbergita con menor cantidad de acmita, siendo su fórmula general  $XYZ_2O_6$  en donde Z corresponde a cationes que muestran coordinación tetraédrica como silicio y aluminio. Y representa a los cationes que muestran coordinación octaédrica como aluminio, hierro férrico, magnesio, hierro ferroso y titanio y X representa los cationes calcio, sodio y potasio en coordinación mayor.

Tal como es de esperarse en un piroxeno formado bajo condiciones de elevada presión, las posiciones tetraédricas están saturadas con silicio y el aluminio se encuentra en su totalidad ocupando posiciones octaédricas.

Tabla 3

### COMPOSICION QUIMICA DEL CLINOPIROXENO PROVENIENTE DE ROCAS ECLOGITICAS DE LA ISLA DE MARGARITA

Oxido	% en peso	Reducciones atómicas (en base a 6 oxígenos)
SiO <sub>2</sub>	59,0	Si 2,05
TiO <sub>2</sub>	0,10	Al <sup>IV</sup>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,0	Al <sup>VI</sup> 0,44
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,22	Ti 0,01
FeO	1,30	Fe <sup>3+</sup> 0,08
MgO	8,20	Fe <sup>2+</sup> 0,04
MnO	0,11	Mg 0,41
CaO	11,5	Mn 0,01
Na <sub>2</sub> O	5,70	Ca 0,43
K <sub>2</sub> O	0,06	Na 0,39
		K 0,01
Total	100,19	
Clinopiroxenos componentes		
Jadeita		41,51%
Acmita		12,64%
Diópsido-Hedenbergita		45,85%

## DISCUSION

El clinopiroxeno estudiado, proveniente de las rocas eclogíticas de la isla de Margarita, es una onfacita, esencialmente una solución sólida entre jadeita y diópsido-hedenbergita con un contenido moderado de acmita.

CLARK y PAPIKE (1968) encontraron que las onfacitas pueden pertenecer a los grupos espaciales C2/c ó P2 y que las onfacitas P2 presentan un rango composicional restringido en donde la relación Na/Na+Ca es aproximadamente igual a 0,5 y la cantidad de Al en posición octaédrica es mayor que la de Fe<sup>3+</sup>. Este es el caso de la onfacita objeto de este trabajo en donde Na/Na+Ca=0,42 y Al Fe<sup>3+</sup>.

Mediante el uso de los datos obtenidos de las experiencias de difracción, no es posible distinguir entre onfacitas C2/c y onfacitas P2, para ello se requiere efectuar una determinación de estructura utilizando un cristal único, lo cual no pudo realizarse, sin embargo, por lo antes mencionado en relación al rango composicional de las onfacitas P2, podemos asumir que la onfacita proveniente de las rocas eclogíticas de la isla de Margarita es de este tipo.

La menor simetría de estas onfacitas P2 puede interpretarse según lo expresado por CLARK y PAPIKE (1968), como el resultado del ordenamiento de cationes, donde octaedros (Al, Fe<sup>3+</sup>) forman cadenas octaédricas y el Na y Ca se alternan en poliedros de mayor coordinación.

Comparando los datos obtenidos en este trabajo con los presentados por MORGAN (1970) y CLARK y PAPIKE (1968) sobre onfacitas P2 (Tabla 2), encontramos que son bastantes similares.

## CONCLUSIONES

Según se desprende de lo ya expresado anteriormente podemos concluir que el clinopiroxeno proveniente de las rocas eclogíticas de la isla de Margarita, es una onfacita del tipo estructural P2. Según lo mencionan CLARK y PAPIKE (1968) este mineral se presenta ampliamente distribuido en las rocas de la facies de los esquistos azules de la Formación Franciscana de California U.S.A., lo que sugiere que es estable a temperaturas relativamente bajas y elevadas presiones. Condiciones metamórficas similares a estas fueron las que dieron origen a las rocas eclogíticas de la isla de Margarita (NAVARRO, 1974), por lo que la presencia de onfacita P2 en estas rocas parece corroborar la observación de CLARK y PAPIKE (1968) de que este mineral es estable bajo las condiciones ya señaladas, asimismo, la presencia de onfacita P2 en las eclogitas de la región de Puerto Cabello (MORGAN, 1970) hace pensar que un proceso metamórfico de alta presión y baja temperatura o en general alta P/T haya podido afectar a las rocas que hoy constituyen la Cordillera de la Costa.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo pudo efectuarse gracias a la ayuda prestada por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Central de Venezuela, organismo que costó esta investigación mediante el proyecto N° 339.

El autor desea también expresar su agradecimiento al Departamento de Geología de la Escuela de Geología y Minas, Facultad de Ingeniería en cuyos laboratorios se efectuó la presente investigación, así como también a los doctores Pedro Motiscka, Franco Urbani y Jean Pascuali, quienes leyeron críticamente el presente artículo.

## BIBLIOGRAFIA

- CLARK, J.R. y J.J. PAPIKE (1968). "Crystal chemical characterization of Omphacites". *Amer. Mineral.*, 53:840-868.
- MORGAN, B.A. (1970). "Petrology and mineralogy of eclogite and garnet-amphibolite from Puerto Cabello, Venezuela". *Jour. Petrol.*, 11:101-145.
- NAVARRO FARRAN, E. (1974). "Petrogenesis of the eclogitic rocks of isla de Margarita, Venezuela". *Ph. D. Dissertation, University of Kentucky*, 213 p.
- SMULIKOWSKI, K. (1960). "Comments on eclogite facies in regional metamorphism". *Proc. Int. Geol. Cong.*, Copenhagen, 13:372-382.

## PETROLOGIA Y GEOQUIMICA DE LAS ROCAS IGNEAS DEL AREA DE ALMONT, COLORADO

Por Franco Urbani P.

Escuela de Geología y Minas  
Universidad Central de Venezuela  
Apartado 50926, Caracas 105

y

W.H. Blackburn

Dept. of Geology  
University of Kentucky  
Lexington, Ky. 40506, U.S.A.

(Recibido en julio de 1975, en forma revisada en noviembre de 1975)

## RESUMEN

Las rocas ígneas y metaígneas del área de Almont, Condado Gunnison, Colorado, U.S.A., forman parte de un basamento Precámbrico, en donde cerca del 30 por ciento lo constituyen rocas ígneas y metaígneas y el resto rocas metasedimentarias. Aunque no existen trabajos geológicos detallados de las áreas adyacentes a esta zona, se pueden establecer algunas correlaciones preliminares con litologías Precámbricas bien conocidas del oeste de Colorado. Basándonos en observaciones de campo, petrográficas y químicas, las rocas ígneas en orden cronológico de emplazamiento son: basalto (anfíbolita), gabro (metagabro), gabro cuarífero, tonalita porfirítica, tonalita biotítica y aplita. Las investigaciones petrográficas y químicas efectuadas, revelan variaciones que sugieren que las rocas ígneas de esta región forman una serie típica de los cinturones orogénicos. También se llevó a cabo una revisión de los estudios de la geocronología Precámbrica de Colorado; utilizando esta información, junto con los datos de campo, petrográficos y químicos, se puede especular sobre correlaciones en tiempo. En base a esto, las anfíbolitas corresponden a un evento volcánico previo al metamorfismo, el cual ocurrió entre 1750 y 1700 millones de años. La intrusión de tonalita biotítica, puede correlacionarse con granodioritas que afloran en zonas cercanas y han sido fechadas como de 1650 millones de años.

## ABSTRACT

Igneous and metaigneous rocks comprise about 30 percent of the basement lithologies of the Almont area, Gunnison County, Colorado; the rest being metasedimentary rocks. Although the detailed geology of adjacent areas is unknown, preliminary correlations with well-known Precambrian lithologies in western Colorado can be made. According to field, petrographic and chemical observations, the igneous rocks in chronologic order of emplacement are: basalt (amphibolite), gabbro (metagabbro), quartz gabbro, porphyritic tonalite, biotite tonalite, and aplite. Mineralogical and chemical investigations reveal variations which suggest that the igneous rocks of the region form a rock series typical of orogenic belts. A review of Precambrian geochronologic studies in Colorado is made and using this information coupled with the field, petrographic and chemical observations of the present study, speculative time correlations are made. In this light, the amphibolites correspond to a volcanic event previous to the metamorphism at 1750 to 1700 m.y. The biotite tonalite intrusion may then be correlated with nearby granodiorite dated at 1650 m.y.

## INTRODUCCION

Para un estudio del basamento Precámbrico de las montañas rocosas, se escogió el área de Almont en el Condado Gunnison, Colorado, debido al fácil acceso, excelentes afloramientos y gran variedad de litologías. Este informe representa parte de los resultados de un estudio continuo de la geología, petrología y geoquímica del área de Almont. La mayor parte de los trabajos previos en áreas vecinas, consisten en trabajos de exploración y evaluación minera, especialmente en los distritos auríferos de Tincup y Quartz Creek. Algunos trabajos anteriores de esta región son los de LEE (1912), EMMONS *et al.* (1894), HAYDEEN (1876), HUN-

TER (1925), STAATZ & TRITES (1952), CRAWFORD (1913, 1916), GODDARD (1936) y DINGS & ROBINSON (1957). Las áreas estudiadas por dichos autores se indican en la figura 1.

## GEOLOGIA REGIONAL

Las rocas más antiguas del basamento del área de Almont son esquistos y gneises metasedimentarios, estudiados por NAVARRO & BLACKBURN (1974); estas rocas han sido intrusadas por una compleja serie de rocas Precámbricas, que varían de máficas a graníticas, las cuales serán descritas en este trabajo (Fig. 2).