

CDU: 550.812:553.689 (729.1)

## RESULTADOS PRINCIPALES DE LA BUSQUEDA EVALUATIVA PARA BARITA EN EL YACIMIENTO "EL INDIO", PROVINCIA PINAR DEL RIO, CUBA

Ing. Enrique Luis Valdès N. Empresa Geología Pinar del Río. Ing. Viatcheslav Denisov . Empresa de Geología Pinar del Río .

### RESUMEN

*En este artículo, se tratan diferentes aspectos geológico-genéticos relacionados con el yacimiento de barita "El Indio", situado en la provincia más occidental de Cuba, en la Fm. San Cayetano. Los autores exponen sus puntos de vista sobre tres temas diferentes:*

- 1. El yacimiento "El Indio", es de origen monobarítico, con cuarzo y no de origen barito-polimetálico, como se pensaba hasta hace poco. Esto se reafirma por los resultados de las secciones pulidas, perforaciones y análisis espectrales; donde no se detectaron metales asociados.*
- 2. Acorde con la urgente necesidad de concentrados de barita de alta calidad para su uso en la perforación de pozos de petróleo y gas, se propone este yacimiento como una de las vías para suplir importaciones.*
- 3. Debido a los resultados obtenidos, se propone la ejecución del estado de prospección inmediato (Exploración Orientativa), precisando el posible incremento de las reservas actuales, al Noroeste de la Zona -7- .*

### ABSTRACT

*This article deals with different geologic-genetic aspects relating to the "El Indio" barite deposit, located in the westernmost province of Cuba, in the "San Cayetano" Formation. The authors put forth their viewpoints on three different topics:*

- 1. "El Indio" deposit has as monobaritic origin with quartz, and not a barite-polymetallic one, as it was thought until recently. It is reasserted by the results of polished sections, borings and spectral analyses, by means of which no associated metals were detected.*
- 2. Because of the urgent need for high-quality barite concentrates to be used in well-drilling for gas and oil, it is proposed this deposit as one of the ways of replacing imports.*
- 3. According to the results obtained, it is proposed to perform the immediate prospection stage (orienting exploration), pointing out the possible increase of present reserves, to the Northwest of Zone-7 .*

## INTRODUCCION

En este artículo se plasman los principales resultados sobre los trabajos de prospección geológica (Búsqueda Evaluativa) para barita ( $\text{BaSO}_4$ ) en el yacimiento "El Indio", cuyo sector abarca  $1,8 \text{ km}^2$  de área.

El yacimiento está constituido por siete zonas baritizadas que se extienden con rumbo NE, hasta una distancia de  $1,5 \text{ km}$ . Las zonas, entre sí, están separadas por  $300\text{--}200 \text{ m}$ . Estas tienen dimensiones que oscilan entre  $100\text{--}300 \text{ m}$  por el rumbo y  $60\text{--}80 \text{ m}$  por el buzamiento. Las potencias de las zonas baritizadas (barita masiva junto a las areniscas contaminadas con barita en forma de vetas y vetillas) varían desde  $1,5 \text{ m}$  hasta  $6,25 \text{ m}$ .

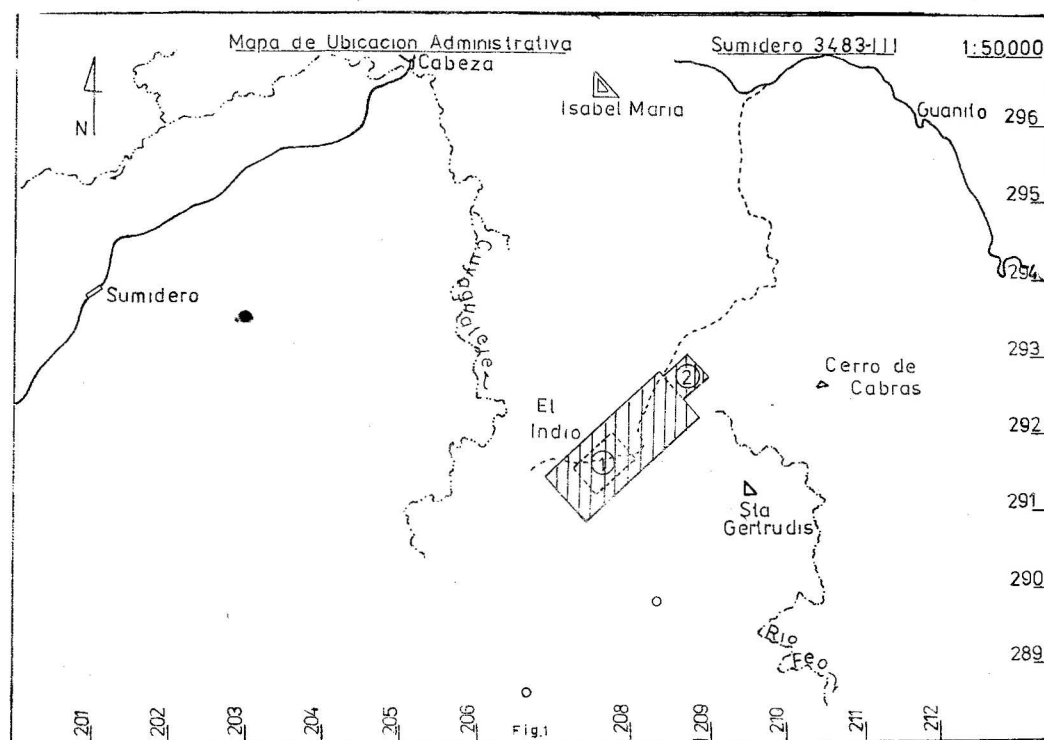
Todas estas zonas mineralizadas fueron descubiertas por la presen-

cia de laboreos antiguos, actuales y por los itinerarios geológicos de búsqueda, excepto la Zona No.7, que fue localizada durante el transcurso de los trabajos.

Posteriormente se hicieron trincheras con explosivos y perforaciones, así como pozos criollos para destapar y descubrir toda la potencia de roca útil.

Los objetivos de las investigaciones consistieron en dejar aclarados los límites del yacimiento, sus zonas y la cantidad de reservas de barita disponible, así como su calidad. Otro objetivo fue conocer sus propiedades tecnológicas, pero estos resultados aún no se poseen en su totalidad.

Este pequeño yacimiento se encuentra situado a  $15 \text{ km}$  al NO de la Ciudad de Pinar del Río, en la Sierra de Cantarote, perteneciente a las Alturas Pizarrosas del Sur Fig. No. 1.



La extracción de petróleo y gas demanda grandes concentraciones de barita de alta calidad, capaces de asimilar las altas "presiones de capas", y en la actualidad no existe en nuestro país un yacimiento capaz de abastecer estas necesidades, por lo que toda la barita hay que importarla

En Cuba, hasta el momento, se conocen manifestaciones y yacimientos monobaríticos y barito-polimetálicos de origen hidrotermal, pero no se han reportado los de origen sedimentario ni meteorizados. Por otra parte, la provincia de Pinar del Río es la más profusa en manifestaciones y yacimientos de barita, conociéndose unas 60 manifestaciones y 4 yacimientos de barita [1,2]. El caso que se describe es un yacimiento de origen hidrotermal, pequeño en cuanto a sus reservas, del tipo monobarítico, asociado con cuarzo, sin presencia de otros metales o sulfuros, de ahí que el beneficio posterior de las menas no resulte complicado, pues por el método de gravitación se separan bien el cuarzo (densidad  $2,7 \text{ g/cm}^3$ ), y la barita (mayor de  $3,8 \text{ g/cm}^3$ ).

Según resultados preliminares de las muestras tecnológicas a escala de laboratorio, tomadas de diferentes zonas del yacimiento, por el método hidrogravimétrico se puede obtener un concentrado

de  $\text{BaSO}_4$  igual a 82,35 %. Por el método de flotación se puede obtener un concentrado de  $\text{BaSO}_4$  igual a 95,64 %; pero este último método de beneficio exige usar más cantidad de reactivos.

Para que este tipo de yacimiento sea económicamente explotable, es necesario que su beneficio sea lo más simple posible, con poco gasto de reactivos, y que sus menas no estén contaminadas con otros sulfuros.

Se conoce que en la URSS, debido a la rentabilidad que se exige, hay cierta tendencia a ir desechando los métodos de beneficio por flotación (más caros), por los de gravitación (menos caros)

[3] Las mayores reservas de barita en el territorio de la provincia están concentradas en los yacimientos barito-polimetálicos "Castellanos" y "Santa Lucía". Mientras se decida la inversión planificada para la puesta en explotación de estos yacimientos, se necesita localizar y evaluar manifestaciones grandes y yacimientos de barita pequeños, para ir solucionando esta situación coyuntural. Debe tenerse en cuenta que las necesidades de concentrado de barita irán aumentando por año, en relación directa con el incremento de la prospección de petróleo y gas.

Cuba importaba entre los años 1981 y 1984, [4] este concentrado de los siguientes países: Méjico, República Popular y Democrática de

Corea, República Democrática de Viet-Nam, Argelia e India, entre otros. Los precios en divisas se han elevado progresivamente, sufriendo incrementos entre el 50 % y el 60,5 % , comparando entre sí ambos años y se espera que siga aumentando.

*Exigencias para el concentrado cubano de BaSO<sub>4</sub>*

En cuanto a las exigencias para el uso en la perforación de pozos de petróleo y gas, se precisan las siguientes clases de concentrados:

Clases	% BaSO <sub>4</sub>	Peso específico (mínimo)
A- (1ra. calidad)	mayor de 90	4,2 g/cm <sup>3</sup>
B- (2da. calidad)	entre 85-90	4,0 "
C- (3ra. calidad)	entre 80-85	3,8 "

Por otra parte, se conoce que algunos investigadores plantean que el 70 % de la extracción mundial de barita se emplea en la perforación de petróleo y gas [ 5 , 6 , 7 y 8 ]

*Zonas mineralizadas, forma, tamaños, génesis*

El yacimiento "El Indio" se encuentra asociado a las areniscas de grano fino cuarcificadas, y a las aleurolitas esquistosas de la Fm. "San Cayetano" [ 9 ] , esencialmente en el paquete medio del Jurásico Inferior Medio (J<sub>1-2</sub> SC<sup>m</sup>)

En ocasiones, también la barita se localiza en el contacto con los esquistos arcillosos

El yacimiento según criterios litológicos se ha dividido en la Fm. San Cayetano en 3 paquetes:

1. Paquete inferior (J<sub>1-2</sub> SC<sup>a</sup>) : consiste, específicamente en cuarcitas, cuarcito-areniscas y areniscas en menor proporción. Su grado de metamorfismo es alto. La potencia alcanza los 400-500 m .
2. Paquete medio (J<sub>1-2</sub> SC<sup>m</sup>): constituido por areniscas cuarcificadas de grano fino y medio y

esquistos arcillosos en segundo orden. Su potencia es de 100-120 m . Este es el horizonte productivo y en específico la mineralización barítica no se encuentra más allá de los 60 m de profundidad, pero por sus particularidades petrográficas, se considera no subdividir este paquete.

3. Paquete superior (J<sub>1-2</sub> SC<sup>b</sup>): aquí abundan las intercalaciones de areniscas de grano fino con aleurolitas esquistosas. Su potencia es de 350 m .

Las rocas encajantes constituyen una secuencia terrígena areno-esquistosa, que además se encuentra dislocada y plegada. Estas rocas



conforman una yacencia monoclin al SE, con ángulos de inclinación de las capas entre 10 y 55 grados. Esta secuencia plegada, de la Fm. San Cayetano está afectada por fallas locales del tipo intercapas y por una falla de sobreco rrimiento que se observa muy bien, sobre todo en el área ocupada por la zona-7-.

En la falla de corrimiento del "nappe" Cerro de Cabras-Cantarote; sobre el plano tangencial de la misma aparecen sobreco rridas las rocas del paquete inferior, que en esta zona aflora y sobreyace a los otros dos paquetes. En la región de Cerro de Cabras esta falla se extiende con rumbo SO-SE hasta una distancia de 14 km. la dirección de empuje de la resultante de los esfuerzos tectónicos se supone en dirección del SE al NO. En superficie, el frente de empuje se delata como una serie farallones alineados, de pendiente abrupta y es ahí precisamente donde abundan los afloramientos de barita y antiguos laboreos, paralelos a lo largo de este frente.

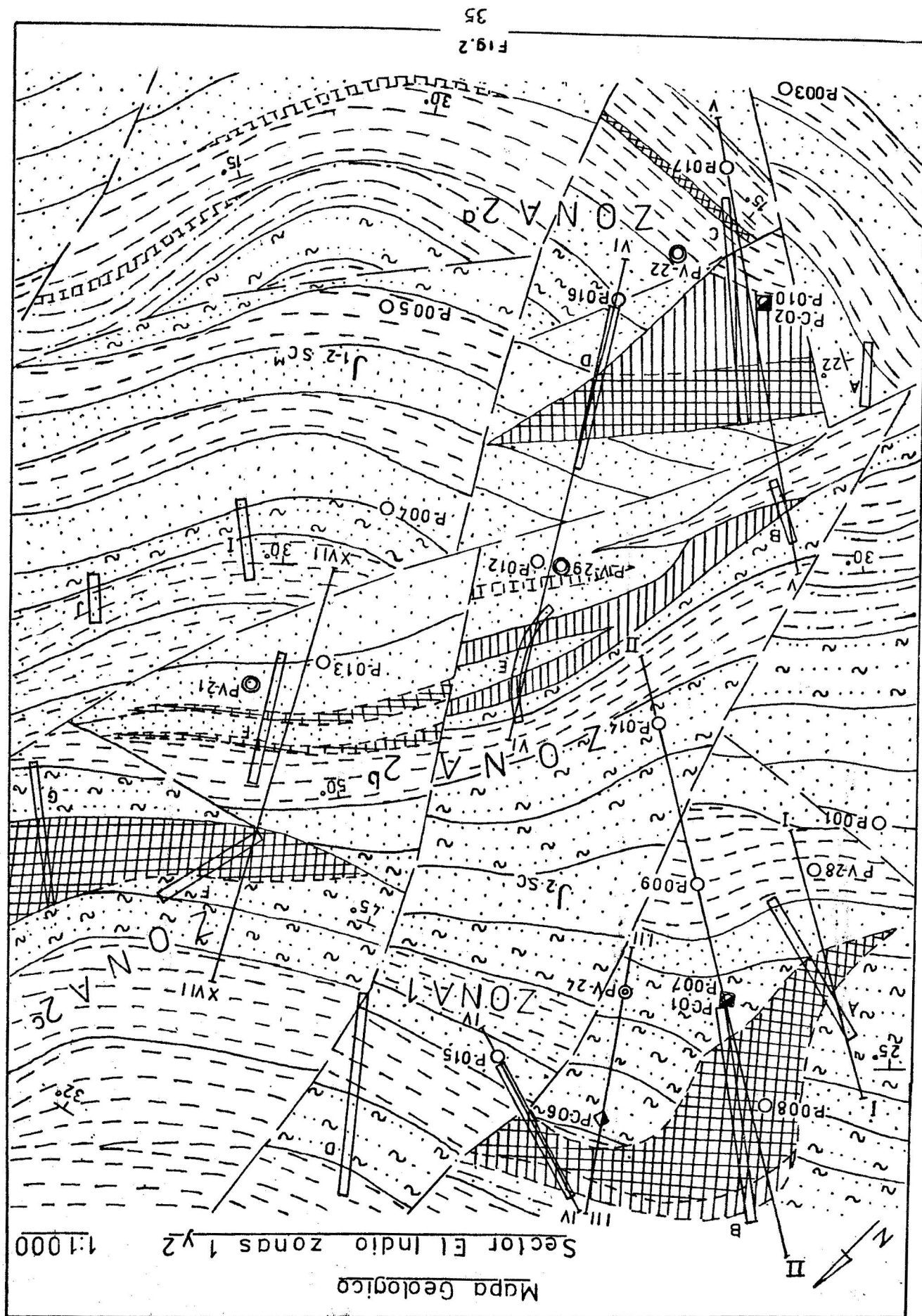
Es evidente el control tectónico de la mineralización de barita asociado a este plano de sobreco rrimiento. En los pozos (028-030-031 y 029) de la Zona No.7, este plano se detecta como una zona de trituración y esquistosidad, donde la roca se presenta milonitizada.

La barita se presenta concordante y subconcordante con las are-

niscas, en forma de una zona constituida por barita masiva y mayormente en forma de vetas y vetillas junto a aquellas, formando parte de las mismas, oscilando su contenido de sulfato de bario desde 11,39 % hasta 55,01 %. El promedio ponderado para el yacimiento es de 23,94 %. El contenido en las vetas de barita propiamente dichas, a veces alcanza hasta 90,5 % de  $\text{BaSO}_4$ . No existe una regularidad en el aumento o disminución del contenido de sulfato de bario con la profundidad. Respecto a las zonas baritizadas, ellas se presentan en forma, mayormente, subconcordantes, asociadas a la tectónica disyuntiva, sobre todo en el colgante de las zonas, presentando un aspecto de yacencia estratiforme. La tectónica anterior está ampliamente desarrollada. Se observan fallas de diferentes tipos: fallas intercapas (por ejemplo en el yacente de las zonas 2-b- y 2-c-, fig. 2) y fallas de sobreco rrimiento (por ejemplo en la Zona -7-, ver fig. 3). Las fallas mineralizadas en el resto de las Zonas, son del tipo intercapas. Con las fallas del rumbo NE se vincula la mineralización de cuarzo.

En toda el área del yacimiento y en la región aledaña no se observan rocas intrusivas-efusivas.

La forma de los cuerpos minerales se puede clasificar en dos tipos: Tipo I: de pendiente suave, subconcordantes, como en las Zonas 1, 2a y 2b que son cuerpos aplanados,



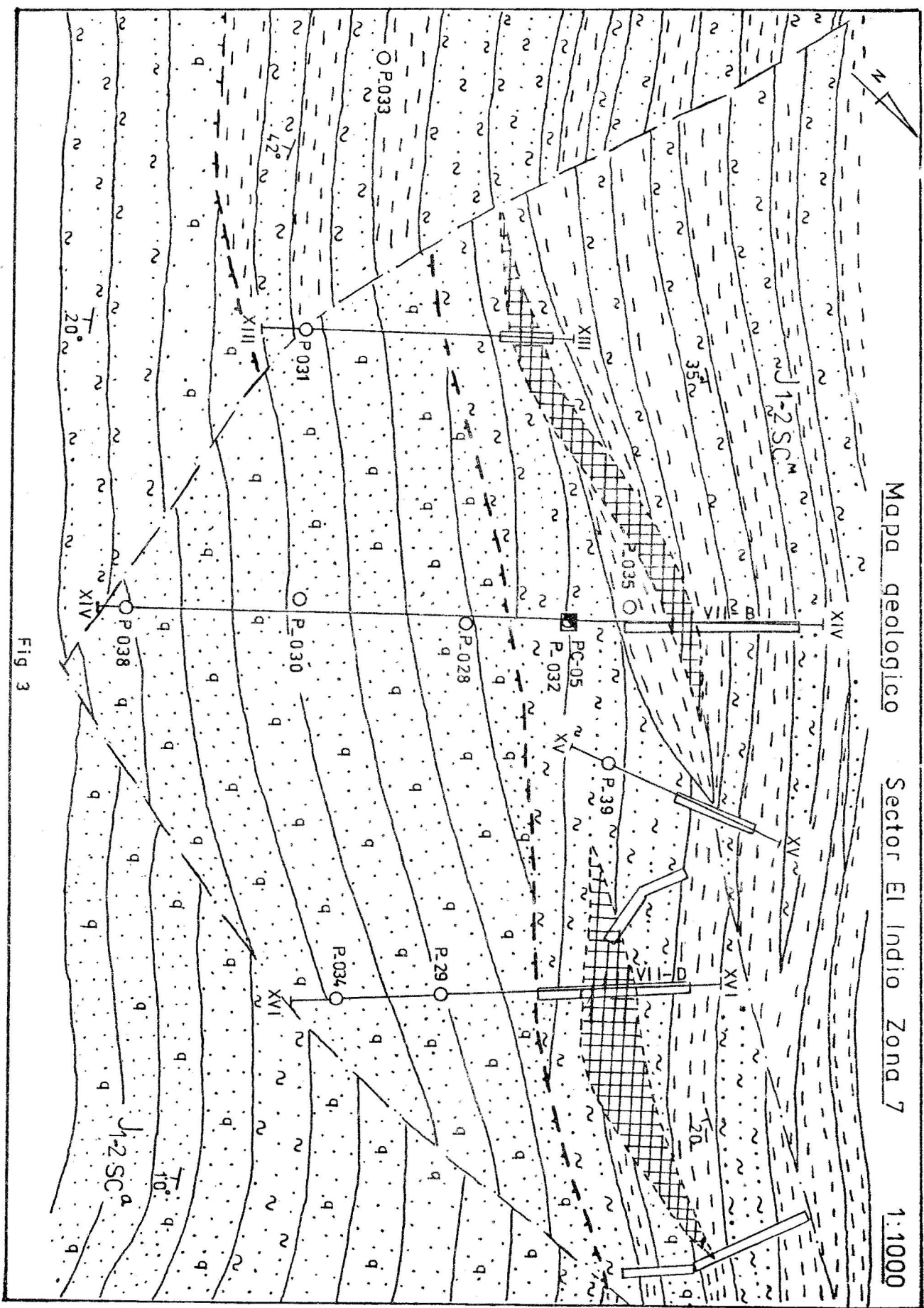
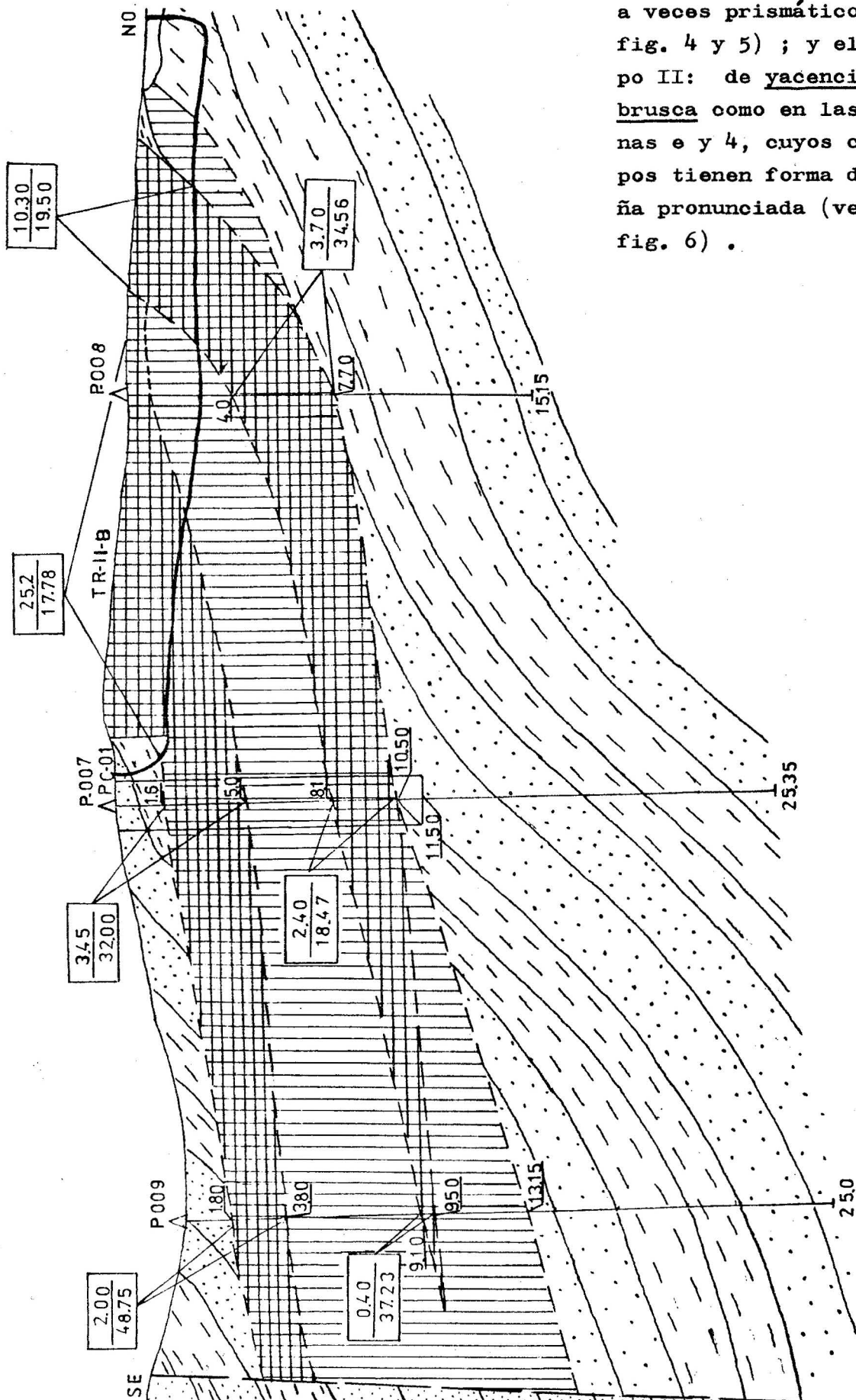
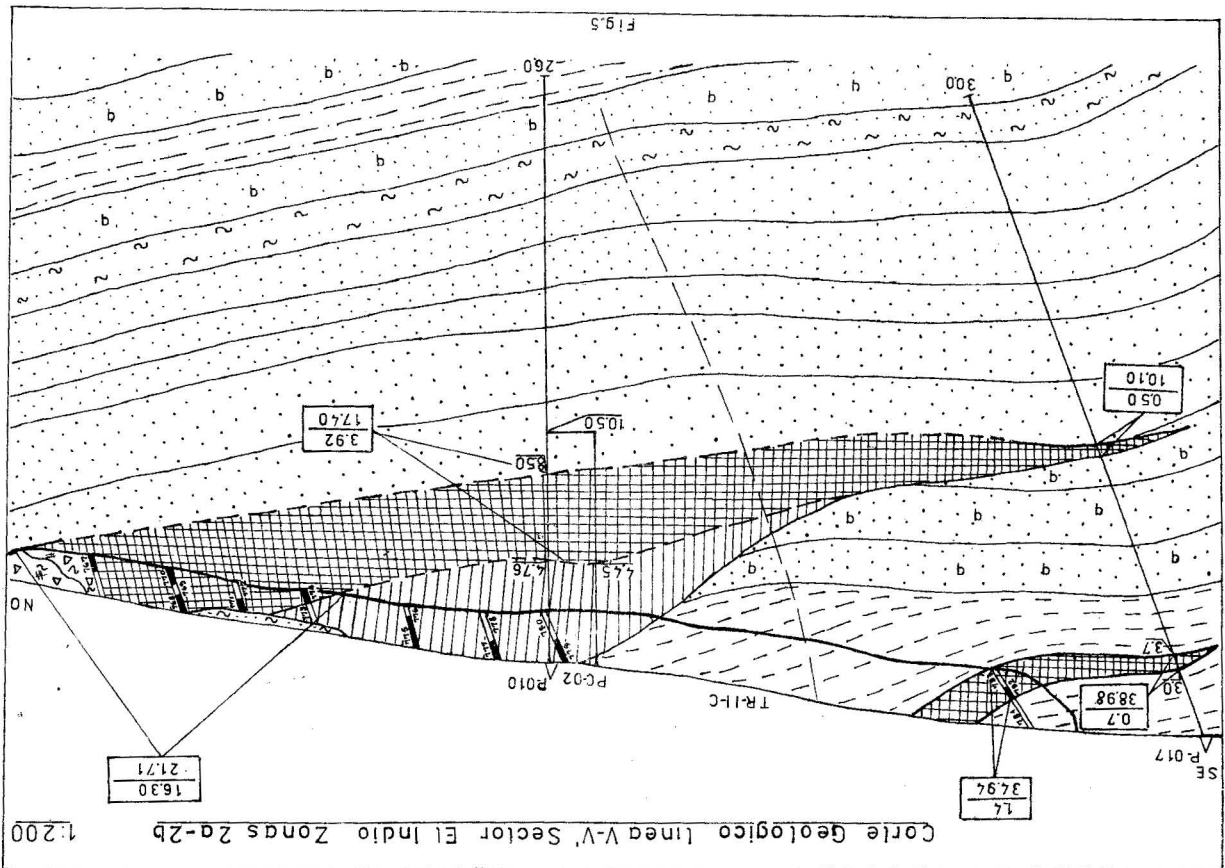
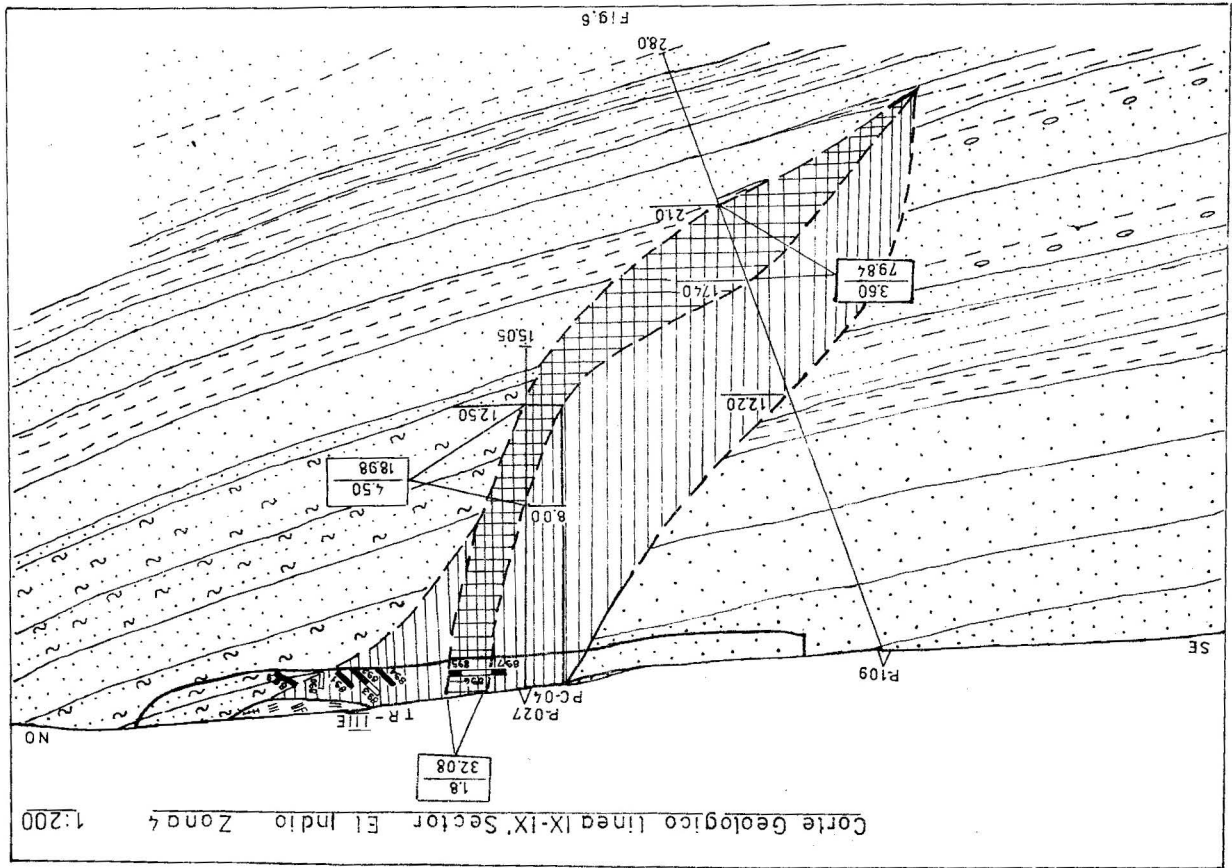


Fig 3

Corte Geológico línea II-II' Sector El Indio Zona 1 H:1:300 V:1:200



a veces prismáticos  
fig. 4 y 5) ; y el Tipo II: de yacencia brusca como en las Zonas e y 4, cuyos cuerpos tienen forma de cuña pronunciada (ver fig. 6) .



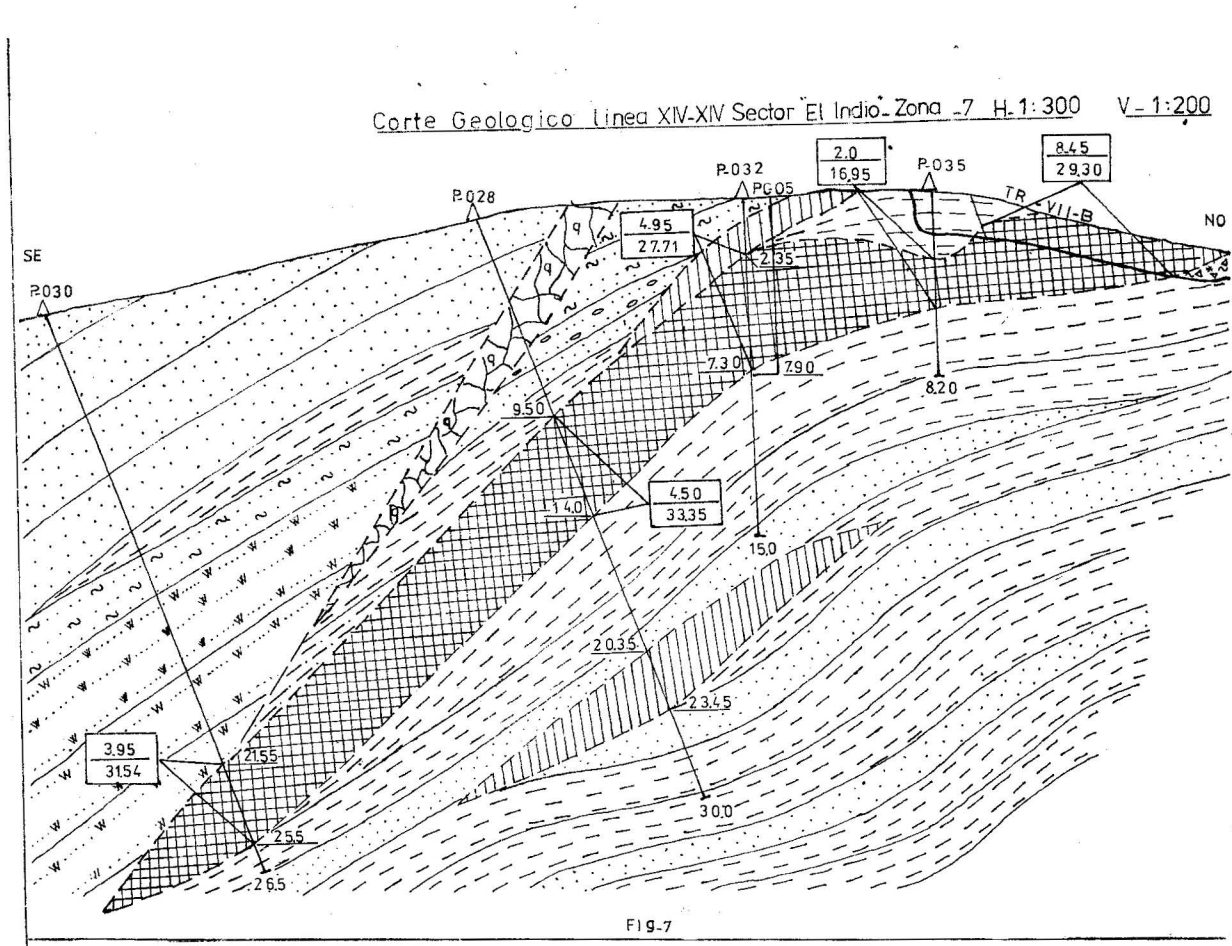


Los tamaños de los cuerpos son muy variables y oscilan entre 100-300 m por el rumbo y hasta 60-80 m por el buzamiento. Los flancos terminales de los cuerpos se van extinguiendo hasta llegar a vetillas finas de barita y pasan a ser finalmente areniscas cuarzosas y vetas de cuarzo. Las zonas se extienden con rumbo NE, hasta los 1,5 km, separadas entre sí por 200-300 m. Las potencias varían desde 1,5 m hasta 6,25 m.

En total fueron estudiadas siete zonas baritizadas. De éstas, la Zona -7- es la más abundante en cantidad de reservas (ver figs. 7 y 8).

La barita masiva se presenta de color blanco-esmaltado, cristalina, a veces tiene aspecto coloidal (macroscópicamente). La textura de las menas es bandeada, a veces brechosa y vetítico-diseminada, menormente.

Otro dato importante, que concierne a la génesis del yacimiento son los resultados de los análisis para sección pulida o análisis mineralográfico. En ellas, los cristales de barita, de hábito tabular, se presentan maclados, en específico se observa la macla polisintética, con sus contornos hipidiomórficos, típicos de los minerales de origen hidrotermal. No se



1:200



Fig. 8



## SIMBOLOGÍA

	Carreteras asfaltadas.		Areniscas.
	Camino vecinal.		" " cuarcificadas.
	Rios y arroyos.		Cuarcitas-areniscas.
	Sector El Indio (busqueda detallada).		Gravelitas.
	Límite de la red 50 X 20.		Trinchera y su denominación.
	Yacimiento de barita agotado.		Pozos de busqueda (1972).
	Manifestacion de barita evaluada.		" " " " de este trabajo.
	Puntos de mineralización de barita.		Pozo criollo y su número, con su pozo guía.
	Menas con contenido de $BaSO_4 > 20\%$ .		Potencia $\% BaSO_4$
	Menas " " " " $BaSO_4 < 20\%$ .		Muestra de surco y su número.
	Eluvio-deluvio.		Elementos de yacencia.
	Aleurolitas esquistosas.		Zonas de cuarcificacion.
	Aleurolitas.		Planos de sobrecorrimento.
	Esquistos arcillosos.		Fallas supuestas.

detectó barita colomórfica ni pirita antígena.

Todas estas particularidades apuntan a un posible origen hidrotermal para el pequeño yacimiento "El Indio", no obstante presentar éste, condiciones de yacencia estratiforme.

Además, es peculiar que no está asociado con rocas magmáticas. Todos estos datos inclinan a clasificar este yacimiento como del tipo "Sullivan" [ 10 ]

F.J. Sawkins refiriéndose a los yacimientos hidrotermales y dentro de ellos, a los del tipo antes mencionado, ofrece las características siguientes:

a- Están en zonas caracterizadas por potentes secuencias compuestas por grandes depósitos clásticos continentales terrígenos y además de granulación fina [ 10 ]

Este puede ser el caso de la Fm. San Cayetano, en Cuba.

b- Muy pequeña o inexistente relación con el magmatismo y precisamente esto es lo que ocurre en la Fm. San Cayetano en las Alturas Pizarrosas del Sur, donde no se observan índices de magmatismo; al menos, esto es así para la región donde se encuentra el yacimiento objeto de estudio y también más al sur, en la región ocupada por la manifestación de barita Santa Gertrudis. Por otra parte, en la zona metalogénica Guaniguanico, donde se encuen-

tra ampliamente propagada la Fm. San Cayetano, el hecho de encontrar en el campo, rocas del orden de las serpentinitas no implica que ellas tengan relación con el magmatismo. Ello se debe a que constituyen intrusiones frías (protusiones), arrancadas por procesos de la tectónica tangencial profunda, de su emplazamiento original; son las erróneamente nombradas intrusiones de serpentinitas, siendo ellas, en sentido estricto, rocas metamórficas.

c- Significantes contenidos de Pb y Ag.

Aquí no se cumple esta característica como tal, pero se desea mencionar que en ocasiones, en algunos pozos fueron encontrados escasos cristales de galena junto a los de barita.

d. Yacimientos estratiformes.

Se cumple para el yacimiento que se trata aquí, y comentado ya en otras secciones de este artículo.

#### CONCLUSIONES

1. Las menas baríticas del yacimiento "El Indio" son del tipo monobaríticas con cuarzo, asociadas con areniscas esquistosas de grano fino, pertenecientes a la Fm. San Cayetano, particularmente en el paquete medio ( $J_{1-2} SC^m$ ).
2. El yacimiento, según los resultados de los trabajos de

campo y de las secciones pulidas, es de origen hidrotermal, vinculado a depósitos terrígenos continentales, con ausencia de magmatismo y de yacencia estratiforme; datos que permiten ubicarlo dentro de la clasificación brindada por Sawkins, como del tipo "Sullivan".

3. Es necesario precisar las propiedades tecnológicas de las menas para pasar a estudios posteriores, es decir, la Exploración Orientativa, porque estas menas baríticas, antes de ser utilizadas industrialmente deben ser beneficiadas. Se recomienda el método de gravitación.
4. En la Zona -7- (nueva zona descubierta) se encuentran el 50 % del total de las reservas geológicas del yacimiento, esperándose un aumento sustancial en las reservas no exploradas, aquí y en su flanco NE. Por ello, la misma merece una atención especial en el futuro.
5. Debe tomarse en cuenta que nuestro país actualmente importa concentrados de barita a altos precios, en divisas, por lo que se hace necesario ir pensando en nuestras posibilidades de autoabastecernos y llegar a producir concentrado cubano de clase B ó A, este último es el más solicitado para la perforación de petróleo y gas. Este pequeño yaci-

miento puede ser una de esas posibilidades.

#### REFERENCIAS:

1. MAKAROV, K.; V. SEDOV y A. MECHOVSK: "Informe sobre los resultados de búsqueda-revisión de barita en la provincia de Pinar del Río". Archivo Empresa de Geología Pinar del Río, 176 p, 1971.
2. SMOLENTSEV, G. y otros: "Geología y metalogía de la provincia de Pinar del Río". Informe Centro de Investigaciones Geológicas, 3 Tomos, 1980.
3. DUDENKOV, V.S y otros: Fundamentos de la teoría y práctica del empleo de los reactivos de flotación. Moscú, Editorial Mir, 1980.
4. ANONIMO: "Situación sobre la barita para perforación de petróleo. Recomendaciones". Comunicación de la Vice-dirección de Geología del MINBAS, 1981.
5. CHERMETTE, A.: "La barytine dans le monde". Minerais et Metaux. 1ª. parte, p. 12-32, 1977 (en francés).
6. .: "La barytine dans le monde" en Minerais et Metaux. 2ª. parte, p. 22-48, 1978 (en francés).
7. FULKERSON, B.F.: "Barium. A chapter from mineral facts and problems" en Bulletin Bureau of Mines. p. 123-177, 1981 (en inglés).
8. LAMONT, W.E.: "Recovery of ultrafine barite from mill wastes". en Bulletin Bureau of Mines - p. 12-18, 1982 (en inglés).
9. BERMUDEZ, P.J.: Las formaciones geológicas de Cuba. Editorial Ministerio de Industrias (ICRN) La Habana, 1961.
10. SAWKINS, F.J.: "Massive sulphide deposits in relation to geotectonics en Geological Association of Canada. p. 136-156, (en inglés).