

SERPENTINITAS DE LA PARTE ORIENTAL DEL VALLE DE MEDELLIN

Jorge Hernán Posada U. **

Ramiro Serna J. **

RESUMEN

Las serpentinitas que afloran en la parte oriental del Valle de Medellín tienen una gran resistencia a la meteorización y se encuentran en las partes altas de la cordillera formando en algunos casos grandes salientes topográficos.

Macroscópicamente y por facilidad en el trabajo se les dió a estas rocas el nombre de serpentinitas, aunque microscópicamente se reconocen dos fases: Dunita serpentinizada y actinolita-tremolita serpentinizada.

Estas serpentinitas fueron producidas por diferenciación magmática a partir de un magma primario y su serpentización ocurrió durante el largo recorrido que sufrieron las peridotitas en su emplazamiento, siendo más completa la serpentización en las zonas del cuerpo que soportaron un tectonismo más intenso. Todos los contactos de este cuerpo de serpentina son tectónicos.

* Resumen sacado de la tesis de grado (inedita) "Serpentinitas que afloran en la parte Oriental del Valle de Medellín y sus minerales Asociados": Fac. Nal. de Minas, 1971. Autores: J.M. Jaramillo, J.H. Posada y R. Serna.

** Jorge H. Posada U. Universidad Nacional, Facultad de Minas Medellín, ap. aéreo 10-27.

** Ramiro Serna Edificio Coltejer, piso 27, Medellín

Existen dentro del cuerpo de serpentina varios depósitos podiformes de cromita de importancia económica y cuyas reservas posibles sobrepasan las 100.000 toneladas. Estos cuerpos de cromita fueron intruidos tectónicamente dentro del cuerpo ultramáfico después de su segregación magmática inicial en el magma primario. Estas cromitas pueden ser utilizadas principalmente en la elaboración de productos químicos y refractarios, aunque su uso en la industria metalúrgica no debe ser totalmente descartado.

ABSTRACT

The body of serpentinites which crops out in the eastern part of the Medellín Valley shows outstanding topographic salients in the highest parts of the mountainous range as a result of the great weathering resistance of these rocks.

Macroscopically, and for ease during the field work, these rocks were classified as serpentinites, even though under the microscope serpentitized dunites, as well as serpentitized actinolitic rocks, can be recognized.

These serpentinites are interpreted here as the product of magmatic differentiation of a primary magma. Later the serpentinitization took place during their tectonic emplacement. All the contacts of this serpentinitized body are tectonic, and the serpentinitization was more complete in those zones where the tectonic effects were more intense.

Several podiform chromite deposits of relative economic importance are found within the serpentinite body. After the magmatic segregation which originated these bodies, they were tectonically reintruded in the serpentinites. The present general trend of the chromite lenses follows the regional tectonic trend of the area.

RESUME

Les serpentinites qui affleurent à l' Orient de la Vallée de Medellín, ont une grande résistance à la météorisation et se trouvent sur les parties hautes de

la cordillera formando en ciertos casos de fuertes salientes topográficos.

Macroscópicamente, en este trabajo, se ha dado a estas rocas el nombre de serpentinitas, bien que microscópicamente se reconozcan dos fases: Dunita serpentinitizada y Actinolita-tremolita serpentinitizada.

Estas serpentinitas han sido producidas por diferenciación magmática a partir de un magma primario, y su serpentinitización ha ocurrido durante el emplazamiento de las peridotitas. La serpentinitización es más completa en las zonas que han sufrido un intenso tectonismo.

Todos los contactos de estas serpentinitas son tectónicos. En el interior de la masa de serpentina se encuentran diversos depósitos podiformes de cromita de importancia económica, superando las 100.000 toneladas de reservas posibles. Estas cromitas han sido intrudidas tectónicamente en la masa ultrabásica, después de su segregación magmática inicial en el magma primario. Estas cromitas pueden ser utilizadas principalmente para la elaboración de productos químicos y refractarios; además, su utilización en la industria metalúrgica puede ser envisagada.

INTRODUCCION

Las serpentinitas se presentan en forma de una faja de aproximadamente 36 kilómetros de largo por unos 7 kilómetros de ancho en su parte más amplia y unos 200 metros en su parte más angosta. Dicha faja se encuentra situada en la parte oriental del valle de Medellín y la atraviesan varias carreteras y caminos carretables (figura 1). Debido a la gran resistencia a la meteorización que ofrecen estas rocas, se encuentran situadas en partes altas de la cordillera, mostrando escarpes de gran altura en algunos sitios.

Las serpentinitas se encuentran encerradas dentro de una gran masa de anfíbolita (ortoanfíbolitas según Botero, 1963), y metasedimentos. Las anfíbolitas presentan en general una coloración verde oscura a negra con intercalaciones de pequeñas fajas blancas, y una textura neisica con gran-

des variaciones a través de la masa de roca anfibolítica.

Los metasedimentos parecen provenir de rocas depositadas en un ambiente marino en el que hubo predominancia de sedimentación pelítica, y en menor escala de sedimentación de arenas con algunos calcáreos (Botero, 1963). El metamorfismo de estos sedimentos produjo las filitas y micacitas tan abundantes en la zona, con intercalaciones menores de cuarcitas y mármoles. La edad de estos metasedimentos es difícil de determinar; debido a la carencia de fósiles en ellos, por lo que los geólogos que han trabajado en el área les dan distintas edades que van desde el Precámbrico (Grosse, 1926), hasta el Mesozoico (Radelli, 1967).

Existen también en el área algunas cúpulas de rocas ígneas, ácidas a intermedias (diorita cuarzosa) que instruyen las serpentinitas. Estas rocas pertenecen probablemente al Batolito antioqueño, el cual ha sido datado radiométricamente como Cretáceo Superior (Botero, 1963).

PETROGRAFIA DE LAS SERPENTINITAS

Por simplicidad y ante la imposibilidad de determinar macroscópicamente la composición exacta de esta roca, se denominó serpentinita, pero aún en el campo se logran reconocer grandes variaciones textuales y de coloración, que indican una amplia variación en la composición de la roca.

DESCRIPCION MACROSCOPICA

En general la roca se presenta poco fracturada, a excepción de los contactos, en donde está triturada en bloques de 5 a 10 cms. de lado. En la parte central del cuerpo se presentan grandes bloques diaclasados de forma aproximadamente prismática. Las diaclasas están abiertas y las superficies se encuentran cubiertas por una capa de 1 a 3 cms. de espesor de fibras de tremolita sin ninguna orientación preferencial.

El color de estas rocas varía entre negro, gris oscuro, gris claro, verde oscuro, verde claro y pardo

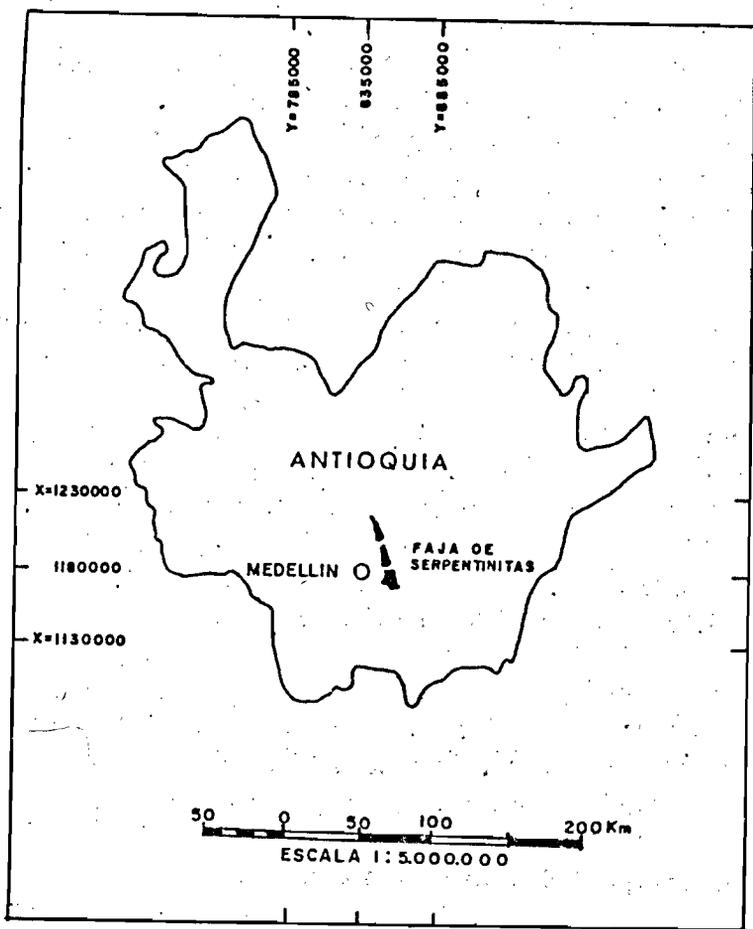


Fig.1 - Mapa de Referencia

(roca meteorizada). La textura varía de finocristalina a masiva, reconociéndose algunas veces texturas porfido-blásticas. En algunos sitios se observa claramente una fuerte foliación en estas rocas, la cual se acentúa cuando la roca está ligeramente meteorizada.

DESCRIPCION MICROSCOPICA

En los análisis de secciones delgadas se observan las siguientes variaciones a través del cuerpo de serpentina:

1. La serpentinización no está muy avanzada en la parte central del cuerpo.
2. Hacia el norte, la roca predominante es una dunita parcialmente serpentinizada.
3. Hacia el sur, la zona de mayor actividad tectónica, la roca está compuesta de Actinolita-Tremolita ligeramente serpentinizada en la parte inferior.
4. En el contacto con la diorita-cuarzosa (Batolito Antioqueño) la roca está silicificada y presenta un color verde claro.
5. No se presentan, el menos en las muestras estudiadas al microscopio, ni ortopiroxenos ni clinopiroxenos. En resumen se presentan dos fases:
 - a. Dunita serpentinizada (olivino + serpentina)
 - b. Actinolita-tremolita serpentinizada (actinolita+ tremolita+ serpentina)

La tabla I contiene una descripción de los minerales presentes en las serpentinitas del área.

T A B L A 1

Minerales	Modo General de ocurrencia	Abundancia	Hábito cristalino y/o forma de los granos
	Agregados Mayores Diseminado Concentración Loc. Venas	Predominante Abundante Moderada Escaso Raro	
CRISOTILO	X	X	Fibroso
LIZARDITA	X	X	Fibras finas ? Criptocristalino
ACTINOLITA	X	X	Fibras largas
TREMOLITA	X	X	Fibras cortas
OLIVINO	X	X	Euhedral Subhedral
HEMATITA	X	X	Anhedral
MAGNETITA	X	X	Anhedral

INTRUSION Y SERPENTINIZACION

Durante el Cretáceo, en la cordillera Central se emplazaron grandes derrames de rocas verdes y cuerpos de gabbro, diorita, serpentinita, peridotita, etcétera, es decir un conjunto de ofiolitas.

Relaciones de campo y la relación espacial de estas rocas hace pensar en un origen común a partir de un magma primario, el cual por diferenciación magmática produjo todo este conjunto ofiolítico con generación inicial de derrames volcánicos (rocas verdes) y posteriormente intrusión de dioritas, gabros y peridotitas.

Debido probablemente al fuerte tectonismo y al largo recorrido de los cuerpos peridotíticos durante su emplazamiento, las masas de rocas ultramáficas fueron serpentinizadas.

En el cretáceo superior y debido al emplazamiento del Batolito antioqueño, se produjo una reintrusión tectónica de las serpentinitas. Los efectos mecánicos producidos por el Batolito sobre las serpentinitas se pueden observar en los puntos en donde la diorita cuarzosa está en contacto con éstas. En este contacto se observa también una silicificación de las serpentinitas, lo que corresponde a la mínima temperatura de efectos metasomáticos. Esto implica una intrusión del Batolito a baja temperatura, en la cual los efectos mecánicos jugaron papel importante.

La intrusión tectónica de las serpentinitas produjo un metasomatismo de contacto en las anfibolitas, con formación de zoisita y clinozoisita. La zoisita y la clinozoisita son minerales formados comunmente durante movimientos mecánicos y son de relativa baja temperatura. La formación de talco en los bordes del cuerpo de serpentina está también relacionada con esta intrusión tectónica debido a que la presencia de talco en rocas ultramáficas está relacionada a deformaciones mecánicas en éstas. La esteatización de los bordes del cuerpo de serpentina proporcionó una superficie semejante a una superficie jabonosa, que

permitió gran movilidad de las serpentinitas facilitando así su posterior reintrusión.

Evidencia de que el magnesio es expelido durante el re-emplazamiento de serpentina por talco, es la presencia de esquistos cloríticos en la zona de reacción (Turner, 1948). Estos esquistos cloríticos aparecen junto al talco en los contactos con la anfibolita, en un espesor de unos 3 a 5 metros, ó en cualquier parte del cuerpo donde ha habido formación de talco debido a deformaciones mecánicas.

La siguiente tabla (Nro. 2) muestra los resultados de tres análisis químicos de muestras en ó cerca al contacto anfibolita-serpentinita.

T A B L A II

	JH-12	JH-14	JM-1
Pérdidas a 1.000°C	5.4	1.2	11.0
Fe ₂ O ₃	6.1	13.1	8.3
R ₂ O ₃	7.8	19.5	10.7
Ca O	0.0	10.8	1.1
Mg O	31.2	18.2	38.3
Si O ₂	55.4	50.3	38.0

NOTA: R₂O₃ = Fe₂O₃ + Al₂O₃

La muestra JH-12 es un talco del contacto de la serpentinita con la anfibolita.

La muestra JH-14 es una anfibolita del contacto, en la que sus plagioclasas se transformaron a zoisita y clinzoisita.

La muestra JM-1 es una serpentina situada a unos 30 metros del contacto.

Generalizando un poco podemos decir lo siguiente acerca del resultado de estos análisis:

1. La anfibolita del contacto muestra un porcentaje de MgO alrededor del 11% mayor que el de la anfibolita promedio de la misma área, lo que indicaría una asimilación de parte del magnesio producido por la formación del talco en los contactos serpentinita-anfibolita.
2. El porcentaje de Fe_2O_3 en la anfibolita del contacto también es bastante elevado en comparación con la anfibolita promedio, posiblemente debido a influencia de la intrusión de la serpentina.
3. Hay un aumento en el contenido de sílice en el talco con relación a la serpentina, y una disminución en el contenido del magnesio, debido al proceso de esteatización a partir de la serpentina.
4. El porcentaje un poco alto de Fe_2O_3 en el talco dificulta su explotación económica.

CUERPOS PODIFORMES DE CROMITA

Asociado a los cuerpos de serpentina aparecen los yacimientos de cromita, aparentemente de un tamaño suficiente para ser explotados económicamente. Los afloramientos siguen la dirección estructural de las serpentinas y se pueden ver dos tipos de manifestaciones: Cantos rodados y afloramientos "in situ".

Los rodados provienen de la meteorización física de algunas venas de cromita, las cuales posteriormente y debido a la actividad volcánica del Terciario Superior y Cuaternario se cubrieron con cenizas. Los rodados o "riegos" (término campesino) aparecen, por consiguiente, debajo de la capa de suelo de origen volcánico y encima de la serpentinita, la cual se encuentra algunas veces fresca y

otras veces meteorizada, dependiendo principalmente del paleorelieve que existió en el área.

Los afloramientos "in situ" varían desde pequeñas venas hasta lentes de varios metros de espesor, mostrando siempre contactos tajantes. Los afloramientos tanto de venas como de lentes son bastante abundantes a través de todo el área, y generalmente están relacionados entre sí.

LOCALIZACION DE AFLORAMIENTOS

Afloramiento Patio Bonito:

Este afloramiento está localizado unos 200 metros al norte de las antenas parabólicas de Telecom, en la finca de propiedad de Cromitas Ltda. Es una explotación a cielo abierto, hecha a base de minería artesanal, de unos 10 metros de profundidad, 30 metros de largo y 20 metros de ancho. Esta explotación ha sido hecha por Cromitas Ltda. y se han sacado unas 6.000 toneladas de mineral que se ha utilizado en la industria metalúrgica.

El cuerpo tiene una dirección N 10° W y está limitado por una serie de fallas que tienen unas actitudes concordantes con la estructura general de cuerpo de serpentina. En dichas fallas aparecen el talco y la clorita como minerales indicadores del efecto de cizalladura. En las vecindades del depósito aparecen una serie de afloramientos que consisten en venas de pequeño espesor y una buena cantidad de riegos de cromita dentro de la capa de ceniza meteorizada.

Las venas de cromita están localizadas en la siguiente forma:

En dirección S 70° W hay algunas venas con espesores hasta de 50 centímetros. Unos 500 metros al sur del afloramiento principal, hay una serie de venas perpendiculares entre sí, y un poco al oriente de estas hay unas pequeñas venas con dirección predominante

Norte-Sur. Todos estos afloramientos están asociados a riegos de cromita. En una extensión no mayor de 1 Km² al Noreste del afloramiento principal aparecen 16 manifestaciones, entre rodados e "in situ", donde se ven pequeñas venas de cromita intruyendo la serpentina, debajo de la capa de ceniza meteorizada.

Afloramiento El Chagualo.

Cerca a la quebrada la Saladita, 500 metros antes de la desembocadura a la quebrada del Espíritu Santo, está la mina del Chagualo. Esta mina muestra un afloramiento de unos 10 metros de largo por 5 metros de ancho. Asociados al depósito hay pequeños diques de cromita que intruyen la serpentinita. Existe, además, una área con una extensión de más de una hectárea en la que se observan rodados de cromita, lo que presumiblemente indica el gran potencial de esta yacimiento. Un intenso fallamiento y cizallamiento están presentes en este depósito.

Afloramiento Del Carmelo.

En esta área existe una mina abandonada que fué explotada en la década del 40, y de la cual se extrajo material que se utilizó como materia prima para la fabricación de bicromato. El abandono de este mina obedeció a una serie de factores técnico-económicos que impidieron continuar se explotación. En esta misma área existen otros afloramientos de importancia asociados con pequeñas venas satélites que la hacen promisoría para su prospección detallada.

GENESIS

Los siguientes hechos hacen pensar que la cromita tiene un origen de segregación magmática, con una historia tectónica posterior bastante compleja e intensa.

1. La forma lenticular de los depósitos.
2. Los contactos con los respaldos muy bien definidos
3. La asociación de la cromita a fallas y fracturas; en general a zonas de gran debilidad tectónica.

4. La diferencia de tamaño de los cristales de cromita en la serpentina y en la cromitita indican diferentes condiciones fisicoquímicas de formación de los mismos.
5. Se encuentran diques de cromita intruyendo la serpentinita, debido probablemente a diferencias de cohesión durante las intrusiones tectónicas.

RESERVAS

Con los conocimientos actuales es imposible determinar la potencialidad real de los yacimientos de cromita, pero por criterios y análisis de campo se pueden estimar unas reservas posibles de más de 100.000 toneladas.

USOS

Teniendo en cuenta que la cromita es un mineral que pertenece al grupo de las espinelas y cuya fórmula química general es ROM_2O_3 , siendo R un catión de número de coordinación 6 y valencia electrostática +2, y M un catión de número de coordinación 6 y valencia electrostática +3, tenemos que para el caso nuestro R puede ser Mg^{+2} o Fe^{+2} y M puede ser Al^{+3} ; Cr^{+3} o Fe^{+3} . Teóricamente la cromita es un mineral cuya fórmula corresponde a $FeO.Cr_2O_3$, pero en la práctica parte del Fe^{+2} puede estar reemplazado por Mg^{+2} y parte del Cr^{+3} puede estar reemplazado por Al^{+3} o Fe^{+3} . Si tenemos en cuenta la asociación de la cromita con silicato de magnesio hidratado, otros factores que influyen en su calidad son SiO_2 y H_2O .

Dependiendo de los contenidos Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , Al_2O_3 , FeO , MgO la cromita puede tener diferentes empleos industriales, de acuerdo a las especificaciones internacionales:

USOS:	Metalúrgico	Refractario	Químico
Cr:Fe	3:1	-	-
Cr ₂ O ₃ (min)	48	31	44
Fe (max)	-	12	-
Cr ₂ O ₃ +			
Al ₂ O ₃	-	58	-
SiO ₂ (max)	8.0	6.0	5.0
S(max)	0.08	-	-
P(max)	0.04	-	-
CaO (max)	-	1.0	-

El análisis de la cromita de Santa Elena muestra una variación en el contenido de Cr₂O₃ que fluctúa entre 23% y 39%, dependiendo de los niveles, y de la localización de la muestra, y su contenido de SiO₂ fluctúa entre 4% y 8%. El hierro varía entre 11% y 14%. Después de concentrada la cromita nos da las siguientes especificaciones que la sitúan industrialmente apta para usos refractarios y químicos según las especificaciones internacionales:

	SiO ₂	H ₂ O	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO
Concentrado en mesa Wilfley	1.50	1.10	45	16	16	16
Concentrado en Jig	1.30	1.20	45	15	16	17

CONCLUSIONES

De acuerdo a las observaciones y estudios en el campo y a las investigaciones en el laboratorio se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La serpentinización aumenta con el grado de tectonismo. En el área el grado de serpentinización aumenta de norte a sur.
2. Existe una variación mineralógica de los contactos hacia el centro del cuerpo.

3. Las serpentinitas producen un metasomatismo de bajo grado en los contactos con la anfibolita.
4. Las serpentinitas de esta área no fueron sometidas a esfuerzos de cizalladura lo suficientemente grandes para la formación de abundante crisotilo.
5. La formación de talco (esteatización) en el cuerpo de serpentinitas está estrechamente asociada a deformaciones mecánicas.
6. La reintrusión final de las serpentinitas fue ocasionada por el emplazamiento del Batolito Antioqueño.
7. Los cuerpos podiformes de cromita tuvieron un origen magmático, y posteriormente fueron arrasadas tectónicamente en el emplazamiento final de las serpentinitas.
8. Los yacimientos de cromita del área estudiada pueden ser utilizados industrialmente para elaborar productos químicos y refractarios, aunque no debe ser descartado su uso en metalurgia.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarez A., Jairo y Eckardt O., Federico, 1970, Geología detallada de la parte suroeste del cuadrángulo I-8: Tesis de grado (inedita), Fac. de Minas, Medellín, 64 p.
- Botero A., Gerardo, 1963, Contribución al conocimiento de la Geología de la zona central de Antioquia: Anales Fac. de Minas, Medellín, n.57, 101 p.
- Estrada M., Armando, 1967, Asociación magmática básica del Nechí: Tesis de Grado (inedita), Fac. de Minas, Medellín, 89 p.
- Grosse, Emil, 1926, El Terciario Carbonífero de Antioquia: D. Reimer, Berlín, 361 p.

Radelli, Luigi, 1967, Geologie des Andes Colombiennes: Trav. Lab. Geol. Fac. Sci., Grenoble, Mem.6, 457 p.

Vasquez G., Jorge, 1970, Concentración de minerales de cobre y cromo en planta piloto: Tesis de Grado (inedita), Univ. Antioquia, Medellín.