



MINISTERIO DE LA INDUSTRIA BASICA
REPUBLICA DE CUBA

REVISTA TECNOLOGICA

ENERO - MARZO

ISSN-0864-1897

Vol. XIX, No. 1, 1989 Precio: Dos pesos

SUMARIO SUMMARY

Geología

Geology

Estratigrafía del subsuelo de la Cuenca Vegas

Stratigraphy of the subsoil in The Vegas basin
Ing. Rolando García, CDr., Lic. Gena Fernández

3

Los métodos geoquímicos en la búsqueda de talco en el macizo metamórfico del Escambray

Geochemical methods for talc prospection in the Escambray metamorphic massif

Ing. Ricardo A. Valls, CDr., Ing. Fidel Núñez

9

Análisis formacional de la cuenca central de Cuba

Formational analysis of the central basin of Cuba
Lic. Ernesto Milián García, CDr.

16

Anfiboles, biotitas y plagioclasas de los granitoides de Manicaragua y su papel como indicadores genéticos

Amphiboles, biotites and plagioclases of the Manicaragua granitoids and their role as genetical indicators

Ing. Sukar Kustrini, Ing. Mireya Pérez, Ing. Teresa Soto

25

Química

Chemistry

Método de limpieza para las ventanillas de los vagones de ferrocarril

Cleaning method for railway cars windows

Ing. Nadia Polianskaia, Ing. Sonia Cruz, Ing. Tania Ochoa

39

Coquificación de los residuos de un petróleo pesado cubano

Coking of Cuban heavy crude residues

Ing. Juan G. Pérez, CDr., Ing. Luis Martínez, Ing. Beatriz Pérez, Lic. Onelia Suárez

43

La operación de clasificación en la industria de celulosa y papel

Classification operation in the paper and cellulose industry

Ing. Elisa M. Tápanes Bello

47

Minería

Mining

Incremento de la producción en la fábrica «Cmdte. Pedro Sotó Alba» de Moa, por medio del aprovechamiento integral del mineral de alimentación

Production increase in the «Cmdte. Pedro Sotó Alba» Moa nickel plant through overall recovery of metals contained in the ore feed

Ing. Miguel Cisneros, Ing. Claudio Gándara

52

Electroenergética

Electroenergetic

Evaluación del nivel de aislamiento e intensidad de contaminación en la futura línea de 500 kV, CEN Juraguá-Vicente

Assessment of the insulation and contamination levels for the future 500 kV overhead line Juraguá-Vicente

Ing. Ramón González Guevara

57

LOS METODOS GEOQUIMICOS EN LA BUSQUEDA DE TALCO EN EL MACIZO METAMORFICO DEL ESCAMBRAY

Ing. Ricardo A. Valls, CDr.*

Ing. Fidel Núñez*

RESUMEN

La búsqueda de yacimientos de talco se basa, fundamentalmente, en las observaciones directas del geólogo en el campo, considerándose impotentes o poco efectivos los métodos geoquímicos para dichas búsquedas. En este trabajo se demuestra la efectividad del empleo de los métodos geoquímicos para la búsqueda de talco. Se explica además la metodología empleada para lograr la máxima información de los resultados, mediante la aplicación de los coeficientes correlacionales (C.C.), los cuales permiten distinguir las áreas perspectivas de talcotización de las áreas estériles.

INTRODUCCION

Con el fin de solucionar el abastecimiento a la industria nacional de la materia prima talco, para las industrias de jabonería, perfumería y cosméticos, cerámica, pintura, porcelana, goma, etcétera, durante los años 1981 al 1984, fueron realizados trabajos de búsqueda en la parte Noroeste de la cúpula occidental

del macizo de Guamuhaya, a 3,5 km del poblado de Crucecitas, por personal de la Empresa de Geología de Santa Clara (Fig. 1). El relieve fuertemente accidentado de la zona dificulta la comunicación con la misma. Predominan montañas ligeramente mogotizadas, tabulares y «de picos», las cuales al unirse forman crestas de considerable extensión. Los valles son generalmente profundos y estrechos en forma de «V». Las cotas varían desde 200 m en la periferia de la cúpula, hasta 950 m en los alrededores de la manifestación.

* Brigada CAME II,

Empresa de Geología Santa Clara

El clima es característico de zonas montañosas tropicales húmedas, afectado por las lluvias «orográficas», nieblas, temperaturas frías con una media anual de 24 °C. La precipitación anual media es de 1 800 mm. El principal renglón económico de la zona es el cultivo del café.

No existen fuentes de energía cercanas, ni corrientes fluviales de importancia que permitan la instalación de una planta suficientemente potente, por lo cual, el problema energético tendrá que ser resuelto por fuentes exteriores.

Entre el complejo de trabajos realizados y con carácter experimental, se efectuó el muestreo metalométrico a escala 1:5 000, con una red de 100 × 20 m en el área de la búsqueda. Dicho método fue recomendado por el especialista checoslovaco del CIG, Guenadi Burt.

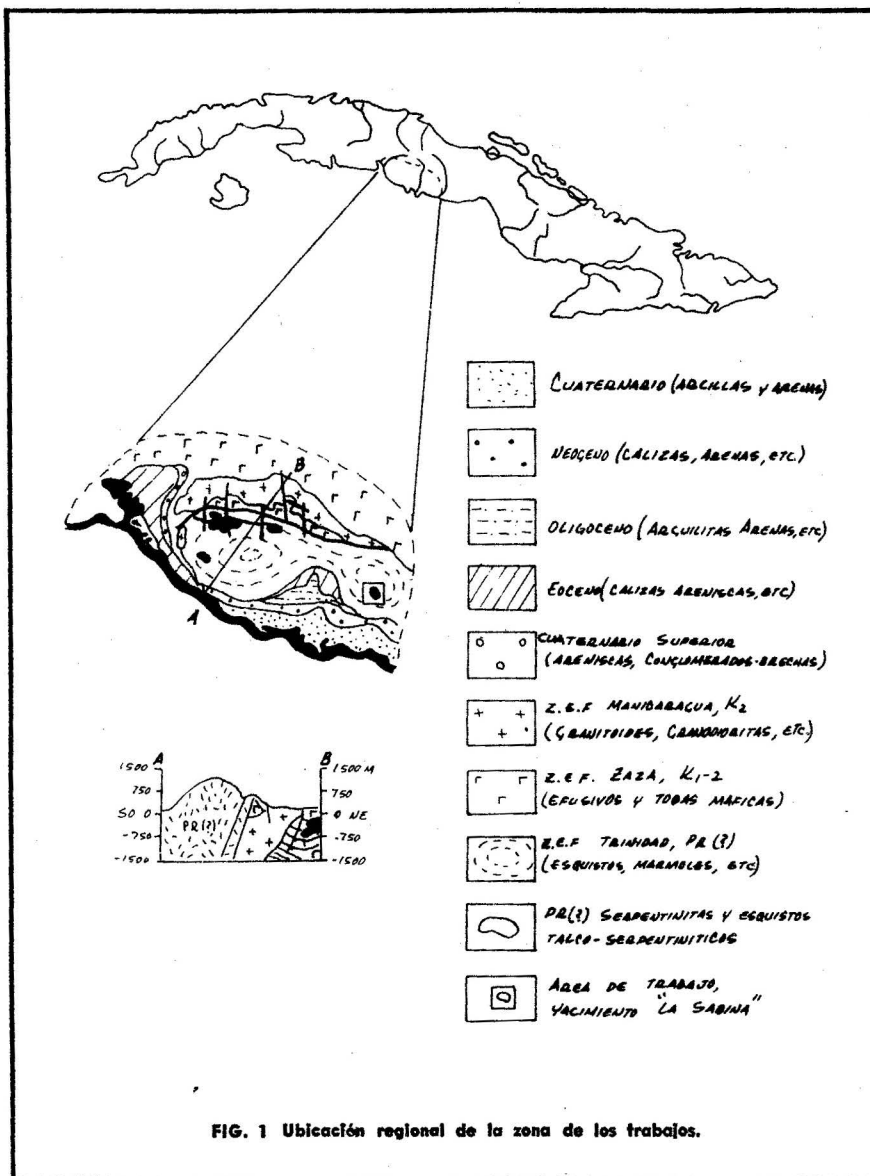
El presente trabajo resume las características geológicas principales de la zona y pretende demostrar la factibilidad del empleo de la geoquímica como método de avance, a partir del estudio de las aureolas secundarias en condiciones tropicales.

Para la elaboración de estos resultados, se empleó fundamentalmente el sistema de programas «MICROSTAT».

1. GEOLOGIA REGIONAL

La geología en la zona está mayormente representada por secuencias carbonatadas y silíceas metamorizadas en mayor o menor grado, correspondientes a la zona estructuro-facial Trinidad.

En la zona de estudio, ocupando las cimas de las alturas tabulares (mogotes) en los alrededores de La Sabina, se encuentra la Fm. Collantes, compuesta por mármoles negros a grises oscuros, bien estratificados en capas de 15 a 20 cm, ocasionalmente muy esquistas fuera de los límites de la manifestación, de grano medio a fino, con grafito disperso o en forma laminar. Presenta



también cuarzo, hojuelas de mica blanca y cristales de albita, producto estas últimas del proceso metamórfico-metasomático a que fueron sometidas estas secuencias. Las mismas se depositaron en condiciones de aguas aisladas y poco profundas. Su edad, según Guillermo Millán, es del Jurásico superior o Cretácico inferior. La potencia máxima conservada no superó los 35 metros. Esta unidad contacta de forma aparentemente normal, con las secuencias bien diferenciadas de la Fm. Loma Quivicán.

La Fm. Loma Quivicán ocupa la base de las alturas tabulares y está compuesta por una secuencia

de calizas recrystalizadas de colores claros. La estratificación primaria se conserva bien en todos los paquetes, con estratos entre 1 y 80 cm. Con frecuencia se alternan rítmicamente con esquistos cloríticos y cuarzo-cloríticos o con cuarcitas esquistosas metapedernálicas. Especialmente, esta formación es la secuencia encajante de la zona productiva de talcotización. Las secuencias de esta formación se depositaron en condiciones pelágicas y de mar abierto, acompañados de vulcanismo. La edad de esta formación es de la parte superior del Cretácico inferior a la parte inferior del Cretácico superior ($K_2^1 - K_1^1$).

A continuación encontramos la Fm. Loma Quivicán Alterada, anteriormente conocida como formación Naranjo. Los resultados geoquímicos obtenidos invitan a considerarla como una zona de alteración (en algunas partes también intemperizada) de la Fm. Loma Quivicán. La actividad metasomático-hidrotermal —relacionada con la intrusión del cuerpo metaintrusivo— provocó la lixiviación selectiva de las calizas, lavando el carbonato de calcio y manteniendo «in situ» las secuencias silíceas, las cuales aparecen metamorfozadas, limonitizadas y enriquecidas con manganeso, conservando en algunas partes pequeños lentes de calizas.

Esta formación está compuesta por paquetes de cuarcitas estratificadas y otros esquistos subordinados cuarcito-cloríticos y magnésíferos, así como intercalaciones finas y esporádicas de aleurolitas y arcillas y esquistos calcáreos y cuarcíferos.

Entre las Formaciones Loma Quivicán Alterada y el horizonte milonitizado que conforma la base del corte, yace un cuerpo de serpentinitas y metabasitas metamorfozadas hasta la facie de esquistos verdes.

Este cuerpo se encuentra afectado por una actividad metasomática hidrotermal postmetamórfica, que provocó la talcotización de la roca. Es precisamente el mecanismo de formación de estos cuerpos de talco, lo que indujo a pensar en la efectividad de la aplicación de los métodos geoquímicos para la búsqueda de talco, a partir del estudio de las aureolas secundarias acompañantes a la mineralización talcosa.

El cuerpo metaintrusivo está compuesto predominantemente por serpentinitas apoharzburguíticas esquistosas, frecuentemente cloritizadas y milonitizadas, a menudo talcotizadas. Son abundantes las rocas metabásicas metamorfozadas y metasomatizadas compuestas por metagabroides, y en menor grado metadiabasas con plagioclasa magmática

y horblenda relictica, cloritizadas, epidotizadas, albitizadas y con talcotización superpuesta. Aparecen además esquistos verdes y esquistos de talco. La mayor potencia cortada hasta la fecha es de 32 metros. Este cuerpo metaintrusivo forma un horizonte único que ocupa una posición intermedia y aproximadamente subhorizontal en el corte de la Fm. Loma Quivicán, aunque no aparenta tener ninguna relación genética con la misma.

Bajo las secuencias de la Fm. Loma Quivicán Alterada se sitúa en contacto tectónico el horizonte de milonitas, compuesto por rocas intensamente trituradas y afectadas por el metamorfismo cataclástico, representadas por esquistos grafitizados y estratos budinizados de calizas, budinas de cuarcitas o metapedernales, de colores oscuros, con evidentes estructuras de intenso aplastamiento y fluencia.

Cerca del contacto con el cuerpo metaintrusivo, se observan budinas de serpentinitas y esquistos cloríticos más o menos talcotizados, metadiabasas y metagabros (en general denominados «rocas verdes»), masivas, cloritizadas. Ningún pozo logró cortar toda la potencia de la zona milonitizada.

El estudio de las estructuras de la zona ha demostrado una inversión total de carácter tectónico del corte estratigráfico descrito. Dicha inversión también se refleja en los resultados geoquímicos.

2. ESTRUCTURA Y GENESIS DEL YACIMIENTO

El horizonte productivo forma cuerpos lenticulares que yacen generalmente de forma subhorizontal en el interior de las formaciones Loma Quivicán y Loma Quivicán Alterada, aunque es en esta última donde el cuerpo metaintrusivo adquiere mayor potencia.

Dentro de los cuerpos, la talcotización no se distribuye uniformemente e incluye rocas estéri-

les, donde el talco representa menos del 30 % de la roca.

Se supone que la formación del yacimiento de talco La Sabina, haya transitado por las etapas siguientes:

a. Sedimentación de las secuencias de las formaciones Collantes y Loma Quivicán, en condiciones de una cuenca inestable, afectada por el vulcanismo.

b. Intenso acombamiento de las secuencias que provoca una zona de debilidad tectónica bien estructurada. Por esta zona comienza la protusión del complejo máfico y ultramáfico, acompañado de una intensa actividad metasomático-hidrotermal.

c. Se produce el sobrecorrimiento de las formaciones sobre la zona tectónica formada, comenzando la inversión tectónica de las secuencias. Este sobrecorrimiento provoca a su vez el dinamometamorfismo de las rocas y la aparición del horizonte de milonitas. Es probable que el agua liberada durante el proceso de serpentización, incidiera favorablemente —junto con las soluciones metasomático-hidrotermales— en la formación del talco.

Debido al tectonismo, el cuerpo metaintrusivo se fracciona y continúa su ascenso, acompañado aún de los procesos metasomático-hidrotermales. En las zonas de trituración y otras favorables, continúa el proceso de talcotización de la roca.

d. Concluye el proceso tectónico de sobrecorrimiento y con éste la protusión de los cuerpos metaintrusivos, los procesos de metamorfismo y los metasomático-hidrotermales. Producto de estos últimos, se conforma una zona muy irregular de alteración, definida como la Fm. Loma Quivicán Alterada, la cual —en algunas partes— se encuentra además intemperizada.

La erosión dará el aspecto final al corte. Según los datos geo-

químicos evaluados, el corte erosivo regional fue bastante profundo, llegando a la zona menífera o a la parte superior de la inframenífera. La ausencia de un patrón impide una mayor exactitud al respecto.

De todo lo anterior se infiere que la génesis de estos cuerpos es típicamente metasomático-hidrotermal [1], aunque el mecanismo de formación que se propone —en base a los resultados de los análisis geoquímicos— no es el mismo que el aceptado en la anterior referencia (Fig. 2).

3. MODELAJE GEOMATEMATICO DE LOS RESULTADOS DE LOS MUESTREOS METALOMETRICOS

El principal objetivo de los muestreos geoquímicos es el apoyo al mapeo de los cuerpos meníferos ciegos con un método barato y rápido, así como la mejor delimitación de la estructura de los cuerpos aflorados. Esto permitirá notables ahorros en el costo de la investigación por concepto de una mejor orientación de los trabajos de perforación y laboreo minero, además de permitir la detección de cuerpos ciegos, los cuales de otra forma permanecerían desconocidos para el geólogo.

No obstante, para lograr una diferenciación inequívoca entre las zonas perspectivas y las estériles, fue preciso un cuidadoso modelaje geomatemático de los resultados y diseñar una nueva técnica de procesamiento —el «coeficiente correlacional» (C. C.)—, ya que los métodos geoquímicos habituales para la delimitación de cuerpos (niveles de anomalías, aureolas superpuestas, etc.) resultaron inefectivos, al dar sólo aislados «picos» no siempre coincidentes con la presencia de rocas favorables para el desarrollo de la talcotización. Los pasos del proceso de modelaje empleado se detallan a continuación.

3.1. Selección de una muestra aleatoria estratificada

Teniendo en cuenta la existencia en el área de trabajo de tres grupos petrológicos fácilmente identificables, se optó por tomar una muestra aleatoria en cada grupo, dada las ventajas «estadísticas» de dicho tipo de muestreo [2, 3]. La selección de los 30 valores que componían cada muestra se realizó con la ayuda de una tabla de números aleatorios [4].

3.2. Detección de los valores huracanados

Se empleó al efecto la norma cubana NC 92-21 [5], quedando establecida la ausencia de valores huracanados en las muestras seleccionadas.

3.3. Determinación de los elementos informativos

Las muestras fueron sometidas a análisis espectrales s/c de 35 elementos, gran parte de los cuales no reportó contenido interesante alguno. La selección de los elementos informativos se realizó sobre la base de la confección de varios perfiles geoquímicos sobre la zona mineral conocida, estableciendo visualmente cuáles elementos caracterizaban la mineralización (Fig. 3). De dicha figura se desprende que los elementos informativos son el Níquel, el Cromo, el Cobalto, el Cobre y el Bario. La ausencia de este último elemento sobre la zona mineral, pudiera explicarse por la profundidad alcanzada por el corte erosivo regional, al ser el Bario —generalmente— un elemento supramenífero.

3.4 Determinación de las leyes de distribución

Se empleó el método de la Asimetría y del Exceso de las curvas de distribución, siendo 3 el valor

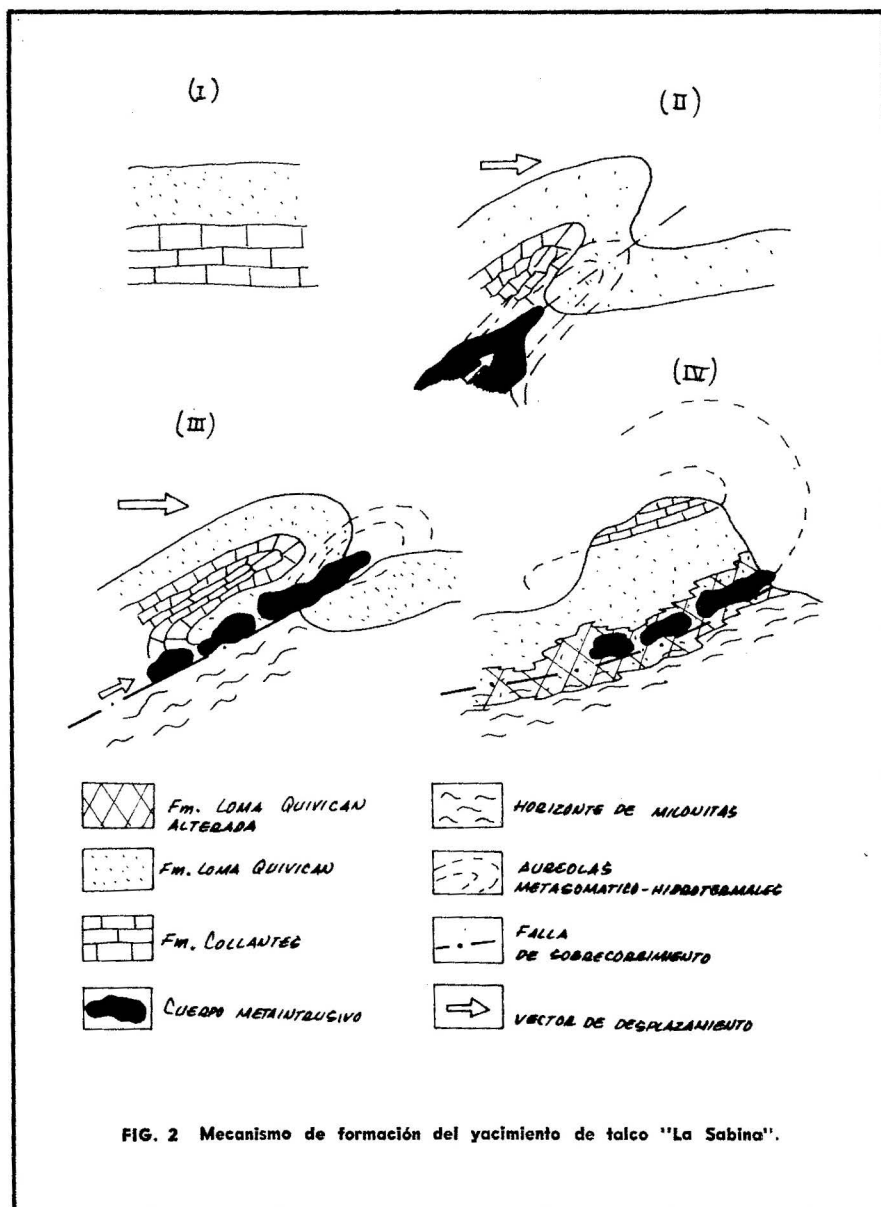


FIG. 2 Mecanismo de formación del yacimiento de talco "La Sabina".

límite en cada caso [6]. Los resultados se brindan en la tabla 1.

Todos los cálculos posteriores se realizaron con los valores transformados. Dichos cálculos consistieron en la determinación de los principales parámetros estadísticos de cada estrato y el análisis correlacional binario.

3.5 Análisis correlacional binario

El mecanismo de formación de este yacimiento por nosotros aceptado, debería garantizar una potente migración de determinados elementos, en determinada proporción en cada estrato. Si se

Tabla 1. Leyes de distribución.

Estrato	Ni	Cu	Co	Ba	Cr
Fm. L. Quivicán	L	N	N	L	L
Fm. L. Q. Alt.	L	L	L	L	L
C. Metaintr.	L	L	N	N	L

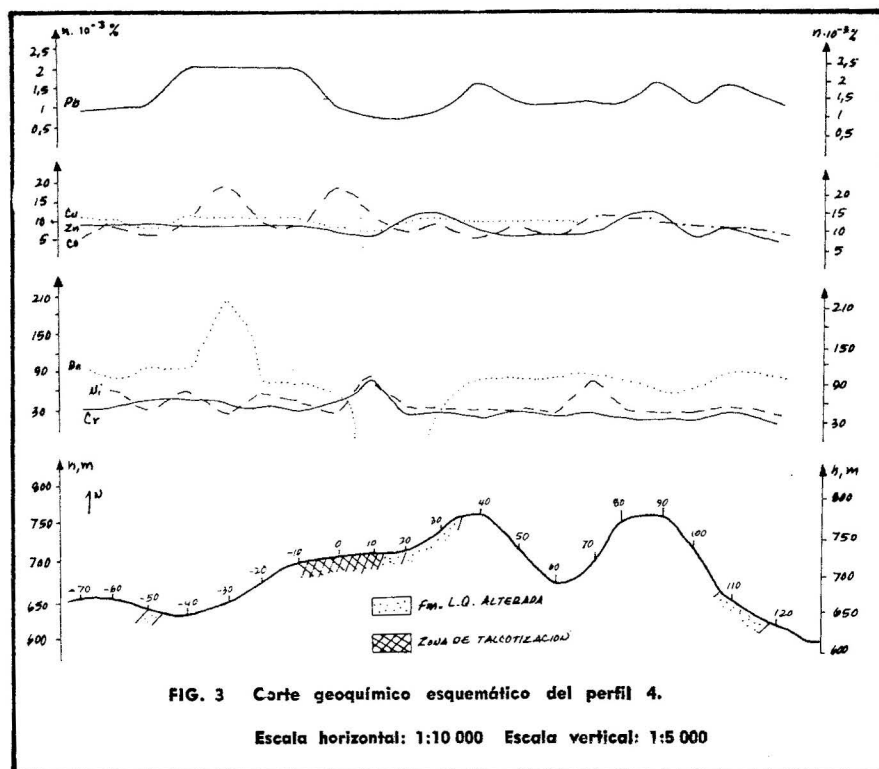


FIG. 3 Corte geoquímico esquemático del perfil 4.

Escala horizontal: 1:10 000 Escala vertical: 1:5 000

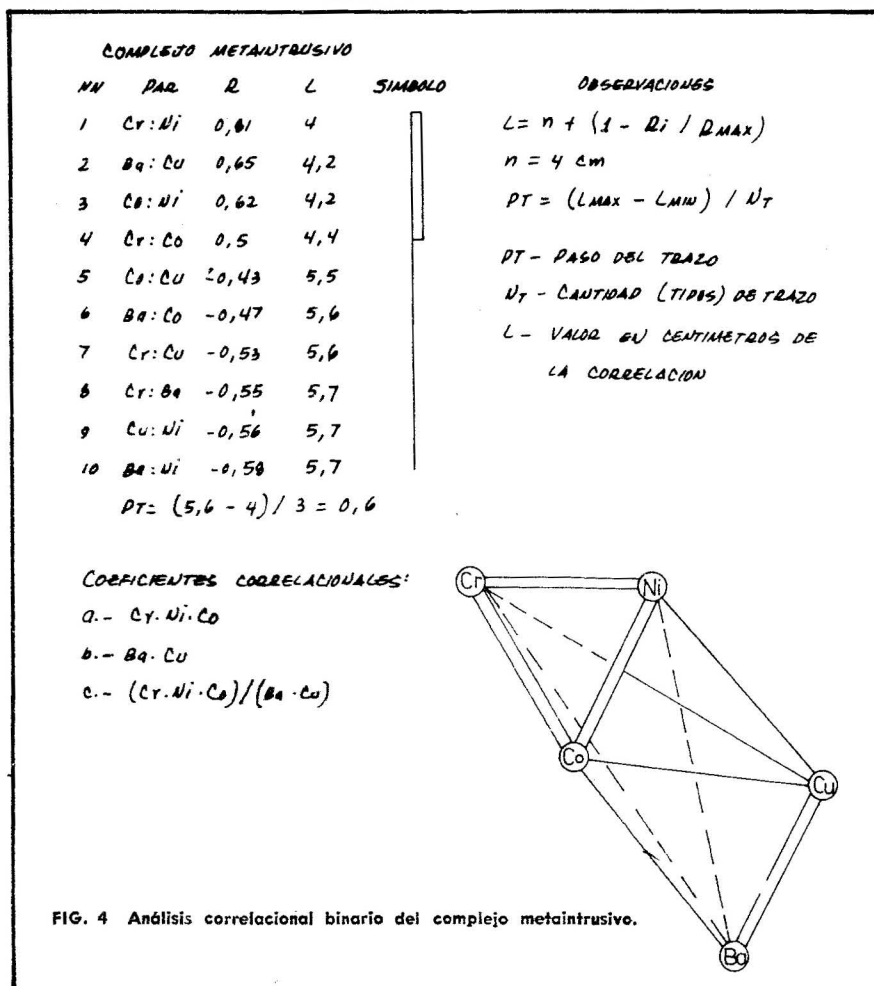


FIG. 4 Análisis correlacional binario del complejo metaintrusivo.

lograba establecer esto, se obtendría un camino seguro para la correcta diferenciación de los distintos grupos petrológicos. El análisis correlacional binario de cada estrato permitió establecer de qué forma y en cuál proporción se relacionaban los elementos informativos, y posteriormente permitió seleccionar los C. C. característicos de cada formación que permitiera su mapeo y diferenciación inequívoca. Para facilitar la determinación de los C. C. en cada formación, se procedió a la representación gráfica de los mismos por el método de los arcos [7]. Un ejemplo de dicho método se presenta en la Fig. 4.

En la tabla 2 se resumen los principales C. C. de cada formación. De esta tabla se desprende que no existe ningún C. C. capaz de individualizar la Fm. Loma Quivicán, en tanto que la Fm. Loma Quivicán Alterada puede mapearse a partir de los valores máximos del CC = (Cr · Ni) / Cu.

Para determinar el C. C. más eficiente para el mapeo del complejo intrusivo, se procedió al cálculo de todas las variantes a lo largo del perfil 4, el cual corta una mineralización conocida entre las estacas —6 a la 14. Para lograr la representación de todos estos gráficos en una misma escala, se transformaron los valores obtenidos a por cientos, correspondiéndole en cada caso el valor máximo al 100 %, determinándose el resto de los valores por simple regla de tres. Con el fin de representar todas las anomalías de forma positiva, al C. C. = Ba · Cu se le restó a 100 cada uno de los valores, obteniéndose de esta forma la curva inversa $(Ba \cdot Cu)^{-1}$. Los valores así «refinados» se presentan en la Fig. 5.

De dicha figura se infiere que el C. C. más efectivo es el $(Cr \cdot Ni \cdot Co) / (Ba \cdot Cu)$, al ser el que con mayor grado de contraste (gradiente) define la zona mineral. El C. C. = Ba · Cu puede desecharse por su bajo gradiente y gran amplitud. Esto se debe —al parecer— porque dicho

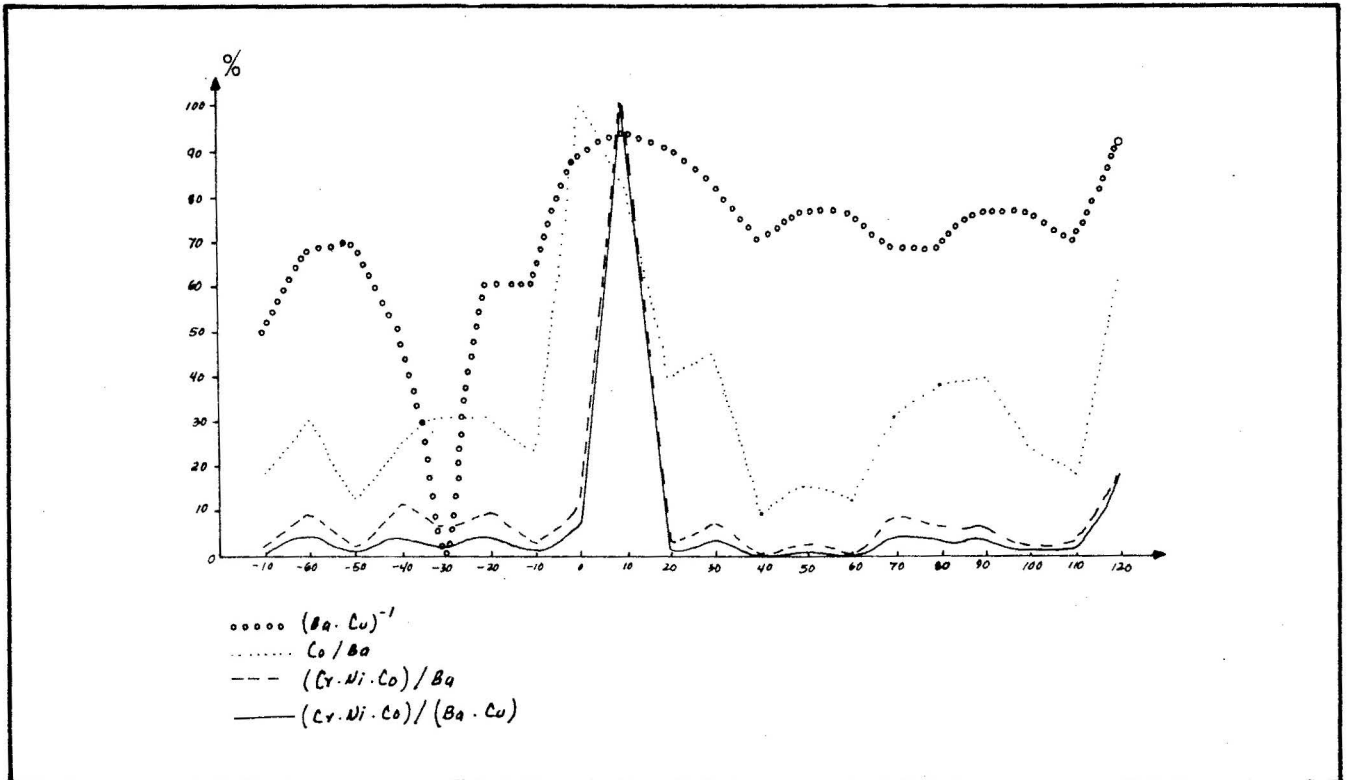
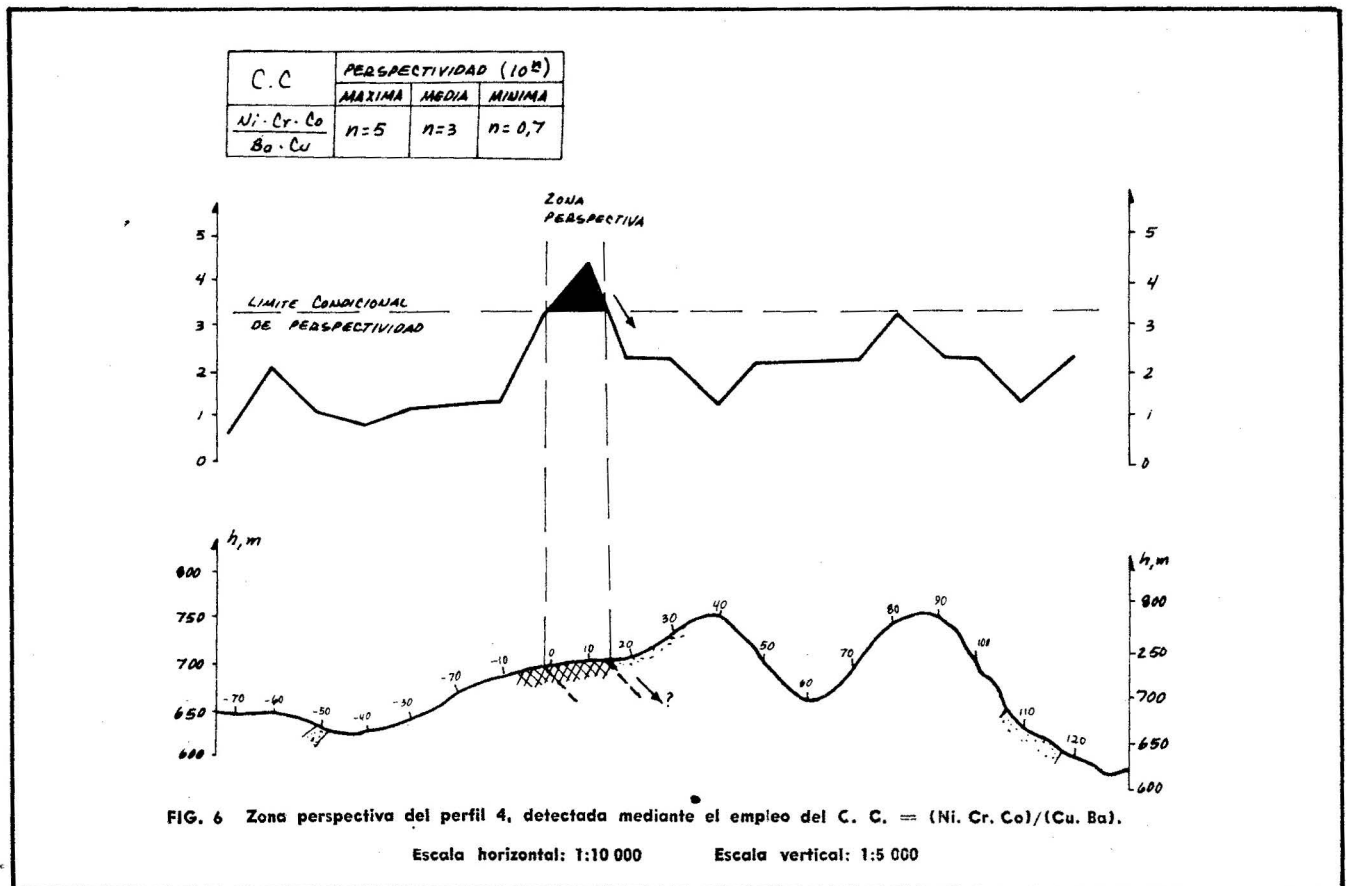


FIG. 5

Esquema geoquímico de los C. C. del complejo metaintrusivo sobre el perfil No. 4. (Datos llevados a por cientos, sin representación del relieve).



C. C. sólo caracteriza una parte del proceso de mineralización. El $C. C. = (Cr \cdot Ni \cdot Co)/Ba$ también es eficiente, aunque de menor gradiente en general.

Al no disponer de un patrón, los valores perspectivos se determinan a partir de los rangos de los valores. El valor de «máxima perspectividad» se obtuvo al sustituir todos los elementos del numerador del C.C. analizado por sus valores máximos y los del denominador por sus rangos mínimos, procediendo a la inversa para determinar el valor de mínima «perspectividad». El valor de perspectividad «media» se obtiene por la semi-suma aritmética de los valores extremos. Condicionalmente, se asumieron como perspectivos los valores superiores a dicho valor medio. Para mayor comodidad, se trabajó sólo con las potencias de dichos valores (Fig. 6).

Como se puede apreciar, el C. C. empleado permite diferenciar con gran seguridad al complejo metaintrusivo —contenedor de la mineralización— del resto de las formaciones del área, con todas las ventajas que esto implica para la orientación más racional de los trabajos futuros.

De acuerdo con la literatura especializada consultada [8, 9, 10], son recomendables además los siguientes métodos geoquímicos para la búsqueda (a escala 1:50 000) de manifestaciones de talco:

— Muestreo hidrogeoquímico para delimitar anomalías de magnesio.

— Métodos geobotánicos y biogeoquímicos para la detección de cloro flúor, plata, potasio, sodio, litio, rubidio, níquel, cobalto, vanadio, cromo, cinc, yodo y circonio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La aplicación de los métodos geoquímicos en calidad de tra-

bajos de avance son recomendables durante los trabajos de búsqueda de talco en zonas análogas a la estudiada, ya que permiten la delimitación rápida y barata de las zonas perspectivas para la talcotización, incluyendo aquellas que no afloran. Esto a su vez permitirá una más racional orientación de los demás métodos.

La efectividad del método se basa en la determinación y posterior empleo de los coeficientes correlacionales (C. C.) del complejo metaintrusivo contenedor de la mineralización talcosa.

En regiones aledañas se puede emplear el C. C. aquí propuesto. En zonas geológicamente diferentes, es recomendable realizar previamente un estudio piloto para determinar el C. C. apropiado. Para esto se recomienda seguir fielmente el esquema de modelaje geomatemático aquí empleado.

Dicho esquema —apropiado no sólo para la elaboración de datos geoquímicos, sino también geofísicos, hidrogeológicos, etc.— puede emplearse también para la búsqueda de otros yacimientos de no metálicos, tales como los de magnesita, pegmatitas, etc., y muy especialmente en la búsqueda de yacimientos metálicos.

Se recomienda establecer con la ayuda de pequeños volúmenes de perforación y laboreos mineros, las filas de zonalidad transversal y longitudinal característica de estos yacimientos, con el objetivo de completar este modelo con el estudio de los coeficientes de zonalidad, con lo cual la interpretación de los resultados sería mucho más completa.

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a los compañeros geólogos que trabajaron en la búsqueda de talco en La Sabina, por todas sus críticas, sugerencias y observaciones con que enriquecieron este trabajo, con la esperanza de que éste les sea de utilidad en un futuro.

Agradecemos también al Grupo de Geoquímica de la Empresa de Geología de Santa Clara, la oportunidad brindada para el estudio y elaboración de los materiales geoquímicos de esta zona.

BIBLIOGRAFIA

1. Informe búsqueda orientativa de talco "La Sabina". Fondo Geológico Territorial, Santa Clara, Villa Clara, 1986.
2. OSTLE, B. *Estadística aplicada*. Edic. Científico-Técnica, 1981, 632 pp.
3. YAMANE, T. *Elementary Sampling Theory*. Edic. Revolucionaria, Ciudad de La Habana, 1977, 405 pp.
4. MIULLER, P. I. DR. *Tablitsi po matematicheskoi statistiki (per. s nem.)*. Moskva, Finansi i statistika, 1982, 278 s.
5. *Procedimiento para evaluar la anomalía de las observaciones*. NC 92-21, Dpto. de Impresiones, C.I.N.A.N., 1980, 14 pp.
6. KASHDAN, A. B. I. DR. *Matematicheskie modelirovaniye v geologii i razvedky poleznij iskopaemij*. Moskva, Nedra, 1979, 168, s.
7. VALLS ALVAREZ, R. A. *El análisis correlacional en la interpretación de los datos geoquímicos*. II Jornada Científico-Técnica de la S.C.G., Santiago de Cuba, noviembre, 1985.
8. KOMOV, I. L. I. DR. *Geojimicheskie metody poiskov mestoroshdenii nemetallicheskie poleznij iskopaemij*. Moskva, Nedra, 1982, 266 s.
9. SHTEINBERG, D. S. I. DR. *Serpentinizatsia ultrabazitov*. Moskva, Nauka, 1977, 312 s.
10. *Mestorozhdeniia antofillit-asbesta S.S.S.R., pod. red. I. F. Romanovicha*. Moskva, Nedra, 1976, 247 s.

Tabla 2. Coeficientes correlacionales de las formaciones

Fm. Loma Quivacán	Fm. L. Q. Alterada	Complejo metaintrusivo
Cr • Cu • Ni	Cr • Ni	Cr • Ni • Co
Cr • Cu • Ni • Co (?)	(Cr • Ni)/Cu	Ba • Cu
		(Cr • Ni • Co)/(Ba • Cu)
		Co/Ba