

¡Importante!

En la amplia red de Clínicas Estomatológicas cubanas, el yeso piedra constituye uno de los materiales de mayor demanda, siendo éste hasta el momento un material importado. Los investigadores Ing. Hermando Legrá Guillarte del Instituto Superior Minero Metalúrgico y la Dra. Teresa Galano Cala del Hospital Clínico Quirúrgico Obstétrico han ideado una forma sencilla y económica para reciclar este producto.

¡Al alcance de su mano está conocerlo!

Para ello dirija su correspondencia a:

Revista Minería y Geología
Instituto Superior Minero Metalúrgico
Las Coloradas s/n
Moa 83330
Holguín, Cuba.

ESTUDIO DE LA CROMITA CONTENIDA EN LAS COLAS DE NICARO

Ing. Emilio Leyva Ramírez
Lic. Jesús E. Rodríguez García
Ing. Jesús Ortiz Bársenas

Centro de Investigaciones Siderúrgicas. Dique Norte. La Pasa, Nicaro, Holguín

RESUMEN

Se presentan los resultados del análisis químico puntual, realizado a diferentes granos de la cromoespinela existente en los residuos industriales de la planta procesadora de mineral laterítico de Nicaro, Cuba. En el mismo se hace una valoración de las posibilidades del esquema de extracción de la espinela. Se analiza la calidad del concentrado obtenido y la posibilidad de su utilización como materia prima para la producción de ferrocromo.

Los residuos de la industria del níquel constituyen por su cantidad y contenido de hierro, la fuente fundamental de materia prima ferrífera estudiada en el país. En el caso de las colas de Nicaro existe una tecnología establecida para la obtención de un concentrado de hierro por medio de la separación magnética húmeda a baja intensidad (SMHBI). En 1982 se construyó una planta piloto con esta tecnología, y desde 1990 en el Centro de Investigaciones Siderúrgicas se ensaya un esquema de beneficio gravitacional para la extracción de la cromita contenida en el rechazo de la separación magnética.

El destino de un concentrado de cromo está determinado, por tres exigencias fundamentales: [7]

- el contenido de Cr_2O_3 ;
- la relación de contenido de óxido crómico a óxido ferroso (Cr_2O_3/FeO);
- la suma de los óxidos de la roca estéril (Al_2O_3, SiO_2).

El estudio realizado de la caracterización química de la cromoespinela contenida en las colas de Nicaro, permitirá conocer en gran medida las posibilidades del esquema estudiado, así como predecir la posible aplicación futura del concentrado obtenido.

En varias investigaciones [2,8,9,10] esta cromoespinela ha sido identificada como una cromopictita. En este trabajo no se ofrece información detallada sobre la composición estructural de éstas. El objetivo principal es mostrar los resultados del análisis químico puntual a diferentes granos de cromita, estudiados con un microscopio electrónico de barrido acoplado a una microsonda electrónica.

MATERIALES Y METODOS

Para el estudio se seleccionaron dos muestras, una de cola de la planta de Nicaro y otra del concentrado de cromita. De ambas muestras se prepararon probetas del material embebido en clorolita; la preparación de las superficies a estudiar se efectuó por los métodos convencionales de desbaste y pulido. El

ABSTRACT

In this paper are shown results of chemical analyses carried out in different chromospinel grains of industrial wastes from Nicaro plant in Cuba. It is also estimated the possibilities of a processing flowsheet along with the obtained concentrate quality and its further use as feed for ferrochromium production.

desbaste se llevó a cabo con papeles de esmeril en seco. La observación por el microscopio se hizo sin ataque químico.

Las técnicas empleadas comprendieron, análisis químico volumétrico y microscopía electrónica en una microsonda JOEL modelo YSM-840 con analizador LINK AN - 1 000.

RESULTADOS OBTENIDOS

En la Tabla 1 se recogen los resultados del análisis químico realizado a ambas muestras (en % en peso) y el de la cromita separada por métodos químicos [9]. Los espacios en blanco significan que el elemento u óxido no fue determinado.

TABLA 1. Análisis químico de ambas muestras

Muestras	Elementos u óxidos, % en peso					
	Fe	Cr_2O_3	Al_2O_3	MgO	SiO_2	Ni
Colas Nicaro	43,80	2,46	6,32	-	15,40	0,43
Conc. Cr_2O_3	17,20	41,83	21,12	9,66	11,90	-
Cromita según [9]	21,85	49,79	17,00	10,80	-	-

Del análisis de elementos en la microsonda electrónica a la muestra de concentrado de cromo, se tomaron los espectros constitucionales de tres granos (Figuras 1, 2 y 3) en los que se manifiesta que los granos de cromita, además de cromo, contienen aluminio, magnesio e hierro.

En la Tabla 2 se muestra el resultado del análisis cuantitativo a cinco partículas de cromita individuales tomadas al azar, así como el valor medio de estas mediciones; estos resultados se grafican en la Figura 4, donde se puede observar con más detalle que el contenido de los elementos detectados en la espinela de cromo varían de un grano a otro, siendo esta variación directamente proporcional para el hierro e inversamente proporcional para el magnesio y el aluminio con respecto al cromo. Los contenidos medios de los elementos (Tabla 3) expresados como óxidos, corresponden a 50,17 % de Cr_2O_3 ; 18,16 % de Al_2O_3 y 11,31 % de MgO, valores que concuerdan con los del análisis químico de las espinelas que aparece en [9].

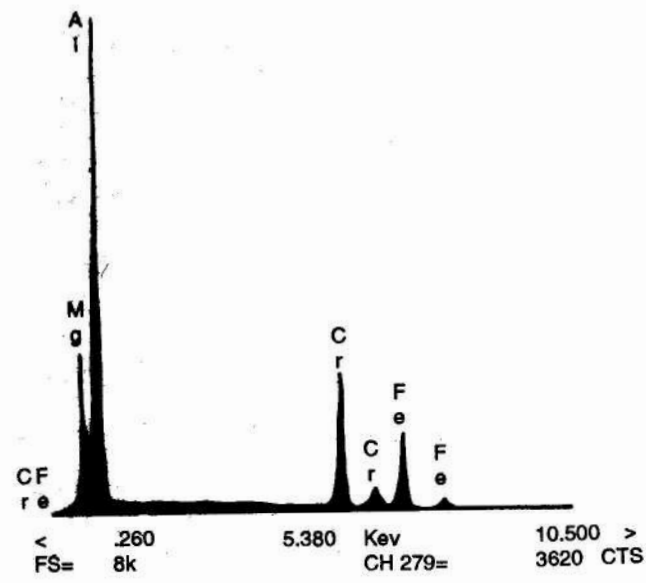


FIGURA 1. Análisis cualitativo de un grano de cromita por microsonda electrónica.

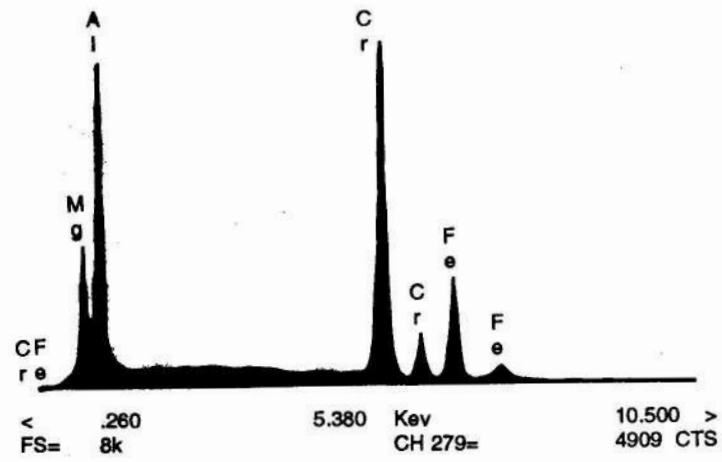


FIGURA 2. Análisis cualitativo de un grano de cromita por microsonda electrónica.

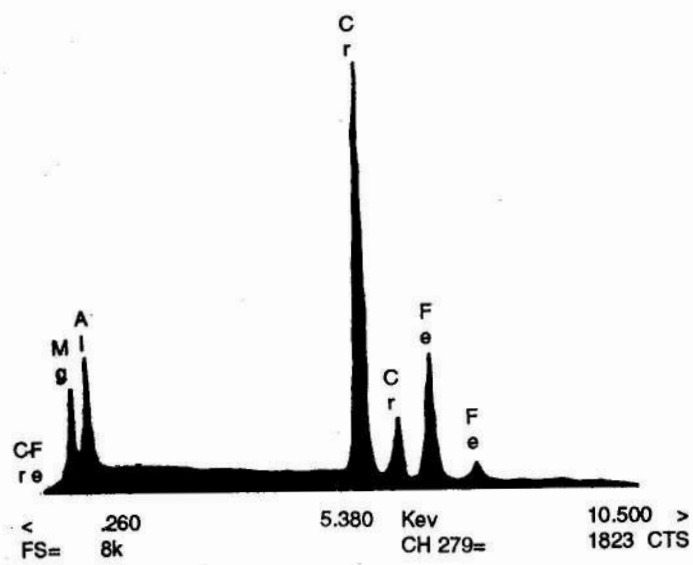


FIGURA 3. Análisis cualitativo de un grano de cromita por microsonda electrónica.

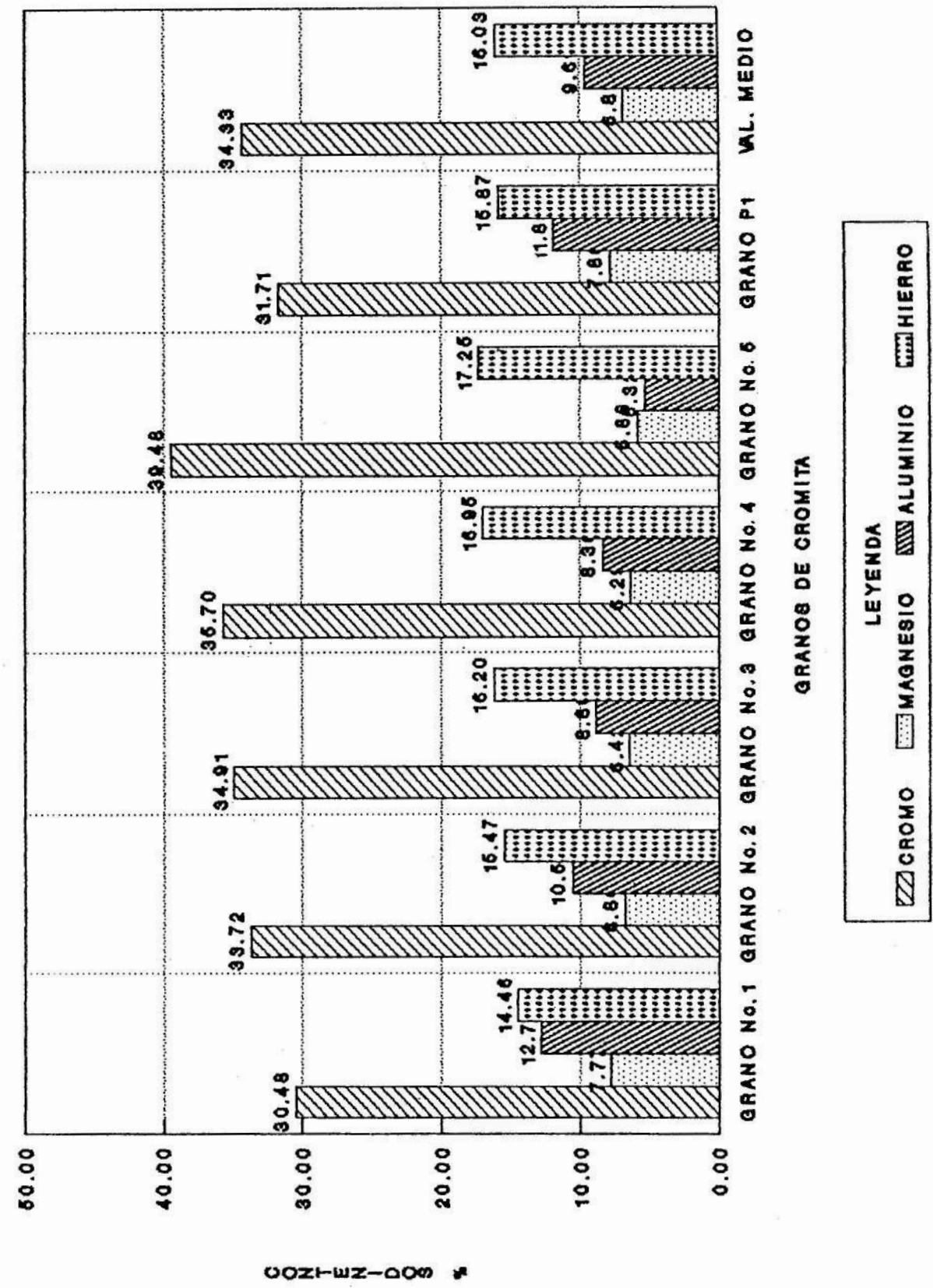


FIGURA 4. Análisis puntual en la microsonda electrónica.

En la Foto 1, tomada a la muestra de colas, se observa que este residuo presenta gran homogeneidad con respecto a la composición elemental y a la granulometría. Se realizó un análisis cualitativo tanteando diversas partículas al azar, predominando las que contienen hierro como componente principal y gran

cantidad de otros elementos como silicio, aluminio, manganeso y cromo (grano P2). Otro grupo de partículas contienen cromo como elemento mayoritario, acompañado de aluminio, silicio y magnesio (grano P1). Otras partículas son ricas en sílice y magnesio (grano P3). Todas en general contienen hierro.

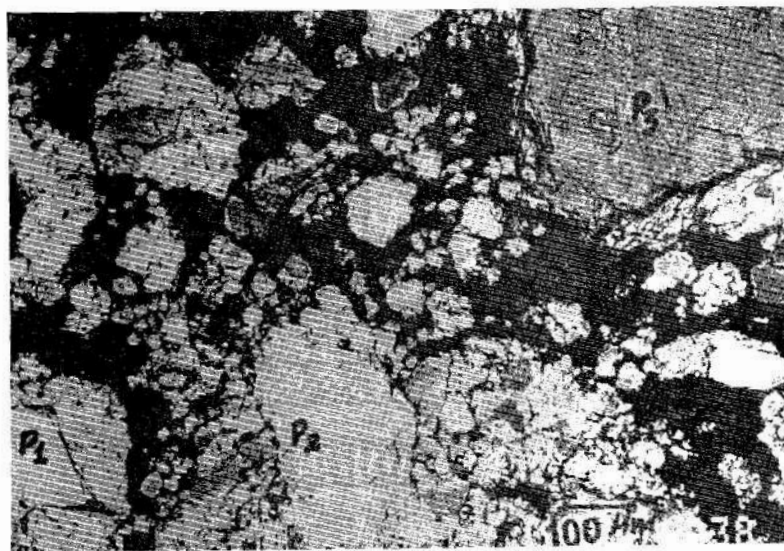


FOTO 1. Foto tomada a la muestra de colas x 100.

La partícula P1, rica en cromo, se observa con más aumento en la Foto 2. El análisis químico puntual realizado con la microsonda electrónica en tres zonas diferentes de este grano se ofrece en la Tabla 3.

El por ciento de oxígeno se ha calculado por diferencia hasta completar el 100%. El valor medio del contenido de cromo de 31,71%, expresado como trióxido de cromo (Cr_2O_3) corresponde a un 46,35%.

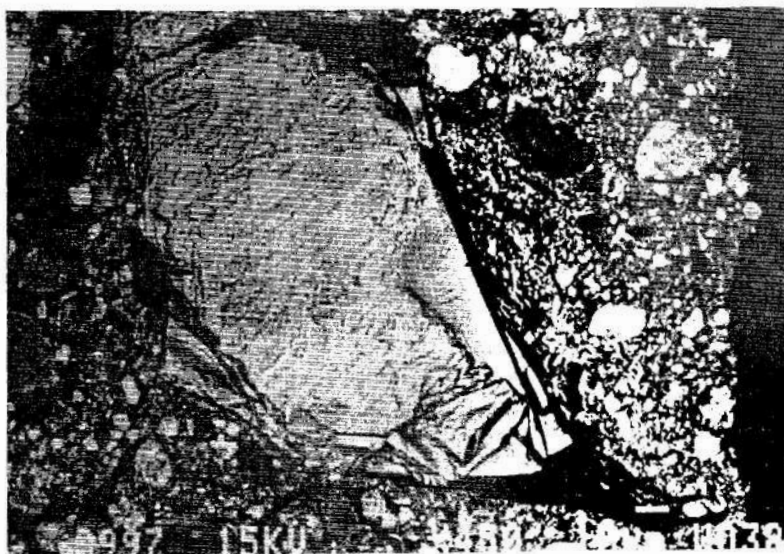


FOTO 2. Detalle de la partícula P1 localizada en la foto No.1 x 450.

TABLA 2. Análisis puntual a granos de cromita

Granos	Elementos, % en peso				Relación Cr/Fe
	Fet	Cr	Al	Mg	
Grano 1	14,46	30,48	12,77	7,77	2,11
Grano 2	15,47	33,72	10,56	6,80	2,18
Grano 3	16,20	34,91	8,80	6,42	2,15
Grano 4	16,95	35,70	8,36	6,29	2,11

Granos	Elementos, % en peso				Relación Cr/Fe
	Fet	Cr	Al	Mg	
Grano 5	17,25	39,48	5,32	5,83	2,29
Grano P1 en muest. de cola	15,87	31,71	11,84	7,80	2,00
Valor medio	16,03	34,33	9,61	6,81	2,14

TABLA 3. Análisis puntual en tres zonas del grano P1 fotos 1 y 2

Grano de cromita en la muestra de colas	Elementos, % en peso					
	Fet	Cr	Al	Si	Mg	O ₂
	15,79	31,60	11,34	0,23	7,18	33,86
	15,70	31,60	11,04	0,11	7,22	34,33
	16,11	31,93	13,13	0,13	9,00	29,70
Valor medio	15,87	31,71	11,84	0,16	7,80	32,62

Con el esquema de beneficio, que se ensaya en el Centro de Investigaciones Siderúrgicas (CIS), se ha logrado obtener un concentrado de pequeña granulometría (más de 90% de las partículas son menores de 150 μ m) con 42% de Cr_2O_3 ; 12,03% de Al_2O_3 ; 11,71% de MgO y 19,58% de Fe total y relación Cr/Fe de 1,5. Por los resultados mostrados es evidente la posibilidad de obtener, a partir de las colas de Nicaro por medio del beneficio mecánico, un concentrado con mayor contenido de Cr_2O_3 que el logrado hasta el momento; no obstante, la relación cromo/hierro total será siempre menor de 2,15% y el óxido de aluminio, aunque menor de un 20%, debe ser siempre superior a un 11%, valores que no varían significativamente por el método de beneficio que se ensaya en el CIS.

POSIBILIDADES DE EMPLEO

Los minerales de cromo tienen tres usos principales: metalúrgico, refractario y químico, con un cuarto menor uso como arena de moldeo en fundición. Convencionalmente la cromita de grado metalúrgico posee contenido de Cr_2O_3 de 45 a 56%, con relación Cr/Fe total de 2,5 a 4,3%. Una composición estándar es generalmente 48% de Cr_2O_3 y relación Cr/Fe total igual a 3%. Las menas de grado químico poseen contenido medio de Cr_2O_3 mayor o igual a 44%, Cr/Fe total cerca de 1,5% y SiO_2 por debajo de 3,5%. Tradicionalmente se denominan minerales de cromo de grado refractario, a aquellos que poseen contenidos de Cr_2O_3 de un 30 a un 40%, relación Cr/Fe total de 2 a 2,5% con un contenido relativo bajo de hierro total (como FeO menor que 15%).

Un ferrocromo de bajo grado, el Shard Chrome o ferrocromo de carga de alto carbono ha encontrado uso en la producción de aceros aleados base cromo. Este material puede poseer contenidos tan bajos como 50% de cromo y puede ser fabricado de mineral de grado químico con 44% de Cr_2O_3 y relación Cr/Fe total de 1,5 [6].

Las necesidades crecientes de producir acero inoxidable en el sector siderúrgico del país, con una economía deficitaria de recursos financieros, requieren de la utilización de materias primas nacionales para la producción de ferrocromo. Las cromitas cubanas, en su mayoría, pertenecen al grupo de las refractarias por su alta concentración de alúmina (mayor de un 20%), característica presente en los yacimientos de la zona Moa-Baracoa y en la provincia de Camagüey. Existen algunos yacimientos pequeños de cromitas metalúrgicas, localizados en la zona montañosa de Mayarí y Sagua de Tánamo en fase de prospección geológica.

Se tienen referencias de que las cromitas refractarias cubanas con valores más desventajosos que

la cromita contenida en las colas de Nicaro, han sido probadas experimentalmente en la carga para la producción de ferroaleaciones [3, 4, 5, 11]. La firma mexicana Autlán las ha utilizado hasta un 40% de la carga como reguladora de la relación Al/Mg aunque con consumo energético elevado.

Pruebas de laboratorio realizadas por la firma finlandesa Outokumpu Oy permitieron proponer una mezcla de hasta 70% de cromita refractaria con cromita metalúrgica, utilizando cuarcita como fundente para obtener ferrocromo con un 6 a 8% de carbono y de 59 a 62% de cromo. En investigaciones nacionales que han tenido el objetivo de desarrollar tecnologías alternativas para la fusión de cromita refractaria en mezcla con serpentina niquelífera en calidad de fundente [3], se pudo desarrollar un procedimiento mediante el cual se logra un ferrocromoníquel con un 41 a 45% de cromo, 6 a 8% de carbono y 3 a 5% de níquel. Además se comprobó a escala de laboratorio un esquema tecnológico [5] para la elaboración de una mezcla en la que junto con los dos constituyentes antes mencionados estaba presente el óxido de cromo extraído de las lateritas por medio de la tostación alcalina y la lixiviación con agua. Como resultado se obtuvo una ferroaleación portadora de cromo hasta concentración de 69,35%.

Esto resulta de gran interés, ya que el concentrado de cromita obtenido a partir de las colas de Nicaro, se convierte en una potencial fuente de materia prima de mejor composición química y de grandes posibilidades para la producción de ferrocromo.

CONCLUSIONES

La similitud entre el valor medio de las mediciones y la composición química de la cromita obtenida por medio químico, sirven de sostén para las siguientes conclusiones:

1. Con las colas de Nicaro no se podrá obtener por medio del beneficio físico, un concentrado con contenido de Cr_2O_3 superior a 50%.
2. La calidad del concentrado obtenido mediante el esquema que se ensaya en el CIS es susceptible a ser mejorado.
3. La composición química de la espinela de cromo indica, que es posible lograr un producto de calidad muy próximo a la de la cromita metalúrgica.

BIBLIOGRAFIA

1. CARTHY, G.: "Estado actual y perspectivas de la tecnología para la obtención de finos de cromita a partir de las colas de Nicaro", Informe CIS, Nicaro, enero, 1993.
2. HERRERA, V. y otros: "Caracterización de los productos del proceso de beneficio de cromo a partir de las colas de Nicaro", Informe parcial CEADEN, C. Habana, 1991.
3. JIMENEZ, G.E.: "Tecnología de obtención de ferrocromoníquel", Informe Tema 15-029-06, Fondo CIS, Nicaro, junio, 1984.
4. ———: "Perspectiva y desarrollo de la producción de aceros inoxidables bajo la óptica del ferrocromo y las cromitas nacionales", Informe fondo CIS, Nicaro, 1991.
5. ———: "Utilización de óxido de cromo del Proyecto 101 en mezcla con cromita refractaria cubana y serpentina niquelífera

- en la producción de FeCr", *Informe técnico CIME*, Fondo CIS, 1981.
6. MIKAMI HARRY, M.: "Chromite industrial minerals and rocks", vol. 1. 5th ed, p. 567, Editorial Board, New York, 1983.
7. VASKOBONIKOV, V.G. y otros: *Metalurgia general*, Ed. Mir, Moscú, 1982.
8. "Investigación sobre las características de concentración de muestras de cola de la planta de níquel de Nicaro", *Informe Mejanoabr*, Leningrado, 1961.

9. "Ampliación al estudio de las colas residuales de las plantas niquelíferas René Ramos Latour (Nicaro) y Pedro Soto Alba (Moa)", CENIM, 1974.
10. "Contribución al estudio de caracterización de los productos intermedios y finales de la tecnología de obtención de cromita a partir de las colas de Nicaro", CIS - CENIM, 1991.
11. "The laboratory testing of cuban chromo orc. OKMT. 102/79 by Outokumpu Oy Metallurgical Research Centre", Finlandia, 1979.

MINERIA y GEOLOGIA

ACEPTAMOS CANJE EN GENERAL
WE ACCEPT EXCHANGE IN GENERAL

DIRIGIR LA CORRESPONDENCIA A:
PLEASE ADDRESS CORRESPONDENCE:

INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO
CENTRO DE INFORMACION CIENTIFICO-TECNICA
LAS COLORADAS, MOA, HOLGUIN

GEOLOGY, LANDSCAPE DYNAMICS AND LAND-USE OF THE SOUTHERN NIAGARA ESCARPMENT: LANDPLANNING OF A U.N. BIOSPHERE PRESERVE

Simon J. Haynes

Earth Sciences, Brock University, St. Catharines, Ontario, L2S 3A1, Canada

ABSTRACT

Although a U.N. Biosphere Preserve and famous for the majestic Niagara Falls, the southern Niagara Escarpment is a cuesta landscape where landplanning must balance the competing needs of industry, urbanization, agriculture, tourism, outdoor recreation, and nature conservation. To support construction of these major transportation and power geoeengineering projects, and industrial/urban development, both the Escarpment dolostones (historically used for hydraulic cement and building stone; now, crushed-stone aggregate) and Quaternary kame deposits (sand and gravel) have experienced major current reserves will be depleted shortly. Three of the abandoned dolostone quarries are now municipal landfills; one of which has leakage problems. Outside the urban centre, recent rural land-use of the southern Niagara Escarpment has changed significantly to take advantage of the unique physical geology: from forest and tender-fruit agriculture, to extensive areas of vinifera vineyards and smaller areas of conservation and parks. This had lead to increased human use of the Biosphere.

RESUMEN

No obstante a la preservación de la biosfera por las Naciones Unidas y a la fama de las majestuosas cataratas, la terraza del Niágara es un paisaje montañoso donde el planeamiento del terreno debe equilibrar las necesidades de la industria, la urbanización, la agricultura y la recreación con la conservación de la naturaleza. Para sustentar la ejecución de grandes proyectos de ingeniería geológica y transportación, tanto las terrazas carbonatadas como las arenas y gravas del Cuaternario han sido muy explotadas. Debido a la degradación del paisaje se ha limitado la expansión de las canteras, y las reservas actuales serán agotadas en breve plazo. Fuera del centro urbano el uso que se da actualmente a las terrazas del Niágara ha cambiado significativamente la geología física: desde bosques y sembrados de árboles frutales, hasta extensas áreas de viñedos, parques y pequeñas áreas de conservación. Esto ha conducido al incremento del uso racional de la biosfera.

INTRODUCTION AND HISTORICAL PERSPECTIVE

The southern Niagara Escarpment is located in the northern part of the Niagara peninsula. This peninsula is bordered by Lake Ontario to the north, Lake Erie to the south and the Niagara River (marking the border with the U.S.A.) to the east (Figure 1). Due to its geographical setting, this region of the Niagara Escarpment has experienced significant urban and industrial expansion, unlike the Escarpment to the north. Also, the climate of this region is considerably warmer than surrounding areas due to the moderating effect on temperatures by the large water masses of lakes Erie and Ontario. This enables natural growth of Carolian plant species that are indigenous to latitudes several hundred kilometres to the south in the United States.

Major settlement of the Niagara peninsula by europeans commenced in the late 18th century, who constructed water-driven mills to support agriculture.

Settlement was mainly below the Escarpment, where the climate cold supports a wide range of crops and soft fruits such as peaches that do not grow elsewhere in central Canada. By 1820, the existing water power of natural creeks was insufficient to meet demands of the mills so proposals were made to build a canal to divert water from the Welland River (Figure 1) over the Escarpment.

This, the first Welland Canal, was constructed with manual labour by a new input of European immigrants in the late 1820's, using wooden locks. The canal was also a convenient way to transport goods over the

Escarpment by horse-drawn barges. However, the wooden locks soon deteriorated and canal traffic increased rapidly leading to replacement of the locks by stone (second Welland Canal). This required import of European stone masons and the creation of dolostone, building stone quarries on the Escarpment in the 1840's. By the 1870's immigration building and industrialization had increased so much that a new canal (third Welland canal) was built and extended over the Welland River to Lake Erie to connect shipping with the Upper Great Lakes. This corresponded with the advent of railways.

In 1887, the second Welland canal was reactivated for the first hydroelectric generating station which was used to power the locks of the third canal and an electric tram railway. In 1896, the first major hydroelectric power station in Canada was erected at Decew Falls in St. Catharines (still operating) which enabled the electric railway to be extended over most of the eastern Niagara peninsula; such that by 1911 it was the most extensive electric railway in the world (closed in 1950). Between 1900 and 1911, three large power stations were constructed at Niagara Falls (two still operating). This led to an advance in industrialization, immigration and urbanization and development of the city of Niagara Falls as a major tourist facility for the Niagara Falls and Gorge.

The 1920's were marked by two massive construction projects on the Escarpment: 1. Construction of the Sir Adam Beck No. 1 hydroelectric power station (at the time the world's largest) in the Niagara Gorge (90 m