

REPUBLICA ARGENTINA



MINISTERIO DE ECONOMIA DE LA NACION
SECRETARIA DE INDUSTRIA Y MINERIA
SUBSECRETARIA DE MINERIA
DIRECCION NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA
AV. JULIO A. ROCA 651

INFORME TECNICO N° 16

INFORME SOBRE EL MINERAL DE HIERRO
DE LA PROVINCIA DE
MISIONES

POR

J. C. FERNANDEZ LIMA y H. J. DE LA IGLESIA



BUENOS AIRES

1963

INDICE

	<u>PAG.</u>
INTRODUCCION	5
ANTECEDENTES	5
CLIMA	6
RESEÑA GEOLOGICA	6
DEPOSITOS	6
Depósitos de carácter residual	6
Zona de Corpus	6
Zona de Descado	8
Zona de Bernardo de Irigoyen	9
Zona de Leoni	10
Depósitos Hidrotermanales	11
GENESIS	11
MUESTREO Y' ANALISIS	12
CONCLUSIONES — RECOMENDACIONES	13
BIBLIOGRAFIA	14

INFORME SOBRE EL MINERAL DE HIERRO DE LA PROVINCIA DE MISIONES

I N T R O D U C C I O N

De acuerdo a la Disposición D. N. G. y M. 997/60, originada en el pedido de colaboración efectuado por el Gobierno de la provincia de Misiones, mediante su representante geólogo Rubén Olmo, con el fin de determinar si los afloramientos de mineral de hierro conocidos justificaban su ulterior estudio de detalle, para establecer su calidad y las reservas con que se podría contar, nos trasladamos acompañados por aquel técnico y por el gerente de la Compañía Minera Industrial de Misiones S. A., señor José Skamletz, a los lugares por ellos indicados, visitando los afloramientos conocidos, como así las labores efectuadas a nuestro requerimiento para poder obtener perfiles del terreno portador del material en cuestión.

El reconocimiento por nosotros realizado tuvo un carácter preliminar y se llevó a cabo durante el mes de mayo del año 1960, habiendo demandado un lapso de diez días.

El estudio de las preparaciones microscópicas fue efectuado en la Sección Petrología por el doctor Fernando Sesana y los análisis químicos en la División Investigaciones, ambas pertenecientes a esta Dirección Nacional.

A N T E C E D E N T E S

En 1919, el doctor Juan Hausen (4) se ocupa brevemente de la "piedra de tacurú", señalando que: "Por su alto porcentaje de hierro, no cabe duda que el tacurú podría explotarse favorablemente".

En 1925, como consecuencia de una comisión programada conjuntamente por la Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, del Ministerio de Agricultura, y por el Ministerio de Guerra, el geólogo del Geological Survey de Estados Unidos, señor H. Foster Bain (2) visita los depósitos, recomendando un posterior estudio de detalle por parte de técnicos de esa institución. Es así que ese mismo año, Ernest F. Burchard (1) produce la información correspondiente, en la cual se considera que, hasta esa fecha, no resulta conveniente la explotación de los yacimientos reconocidos, ubicados todos en el sur de la provincia.

Estos informes, originalmente en inglés, fueron traducidos al castellano en la División Estudios Mineros de la Dirección Nacional de Geología y Minería, durante el año citado, habiéndose enviado copia de los mismos al gobierno de la provincia de Misiones.

En todo momento se contó con la más amplia cooperación por parte de las autoridades provinciales, siendo un deber manifestar nuestro agradecimiento por las atenciones recibidas durante nuestra estada en Misiones.

CLIMA

El clima es, en general, cálido y húmedo, favoreciendo los fenómenos de meteorización de las rocas, que más adelante serán descriptos. Las lluvias, por lo común abundantes, significan un serio inconveniente en los trabajos de campo. Los caminos se tornan entonces más intransitables, aun cuando secan rápidamente, no demandando normalmente más de dos días.

RESEÑA GEOLOGICA

El subsuelo de Misiones está constituido por dos entidades geológicas que son: las areniscas cuarzosas y las rocas basálticas, con predominio de estas últimas.

Las areniscas cuarzosas según Hausen, son de carácter continental, de estructura granulosa, con granos medianos y finos y de coloración roja, parda o gris. En los contactos con las rocas basálticas, se ha producido un endurecimiento por efecto del metamorfismo de contacto.

Las rocas basálticas varían notablemente. Según Hausen, el tipo más general es una roca de grano fino y color casi negro o negro pardo. Abundan las cavidades vacías o rellenas por clorita, calcita, etc. A veces la roca ha sufrido una pigmentación, tomando un color pardo rojizo.

La roca se halla, en general, fuertemente alterada; esta alteración consiste en una capa de color amarillo o rojizo, constituida por limonita y sílice. El último producto de la descomposición es la laterita.

En cuanto a la edad, la mayoría de los autores consideran que, ambas rocas, pertenecen a la serie de Sao Bento (Triásico).

DEPOSITOS

Los depósitos ferríferos observados en el territorio de la provincia pueden agruparse según su origen, en dos tipos distintos:

- 1) Depósitos de carácter residual.
- 2) Depósitos hidrotermales.

1) *Depósitos de carácter residual*

Los afloramientos observados de este tipo de mineral, constituyen horizontes que aparecen como parches, cuyas dimensiones si bien no se han podido determinar precisamente, son del orden de los centenares de metros. En el caso de los afloramientos de Bernardo de Irigoyen, la extensión de los mismos no pudo ser apreciada, en razón de la tupida vegetación existente.

Zona de Corpus — Se comenzó el reconocimiento de los afloramientos en las cercanías de la localidad de Corpus, asiento de la Compañía Minera Industrial S. A., cerca de la casa del señor Krieger, a unos 6 km al N de Corpus y en un arroyuelo situado a aproximadamente 1,5 km al SE de Corpus por el "camino viejo", arroyuelo donde se hicieron dos pozos; el material ferrífero no llega a tener 1 m de espesor.

El basalto que constituye el piso del horizonte ferrífero, observado al microscopio, presenta textura porfírica, estando los fenocristales constituidos por labradorita y la pasta por plagioclasa y clinopiroxeno. Se observa hematita

en escasa cantidad asociada a la magnetita por un proceso aparente de magnetización.

El horizonte ferrífero está constituido por lo que podríamos calificar como conglomerado basáltico de grano muy fino, formado por fragmentos líticos angulosos a ligeramente redondeados de basalto y el resto de pasta basáltica vítrea, que se alternan con clastos subangulosos de cuarzo y escasos trozos de ortocuarcita. El cemento está constituido por goethita en parte con estructura colloforme, o aparece como núcleos que también suelen ser de hematita pero menos abundante y con más desarrollo que los primeros.

Es común la presencia de "piedra munición", es decir, pequeños cuerpos esferoidales de limonita.

Se recogieron sobre el material ferrífero tres muestras cuyos resultados analíticos se indican a continuación:

Muestra	17	18	19
Hierro total en Fe %	30,0	34,9	33,4
Sílice (SiO ₂) %	25,3	22,8	38,5
Fósforo (P) %	no rev.	no rev.	no rev.
Azufre (S) %	0,2	0,2	vest.
Titanio (Ti) %	1,1	0,8	1,3
Manganeso (Mn) %	no rev.	0,1	vest.
Aluminio en Al ₂ O ₃ %	16,2	8,8	14,3

Sobre el mismo "camino viejo" que conduce a la casa del señor Krieger, a unos 3 km al SSE de Corpus, se practicó una trinchera de exploración de aproximadamente 70 m de longitud, con el objeto de determinar las características geológicas del depósito que aflora en el lugar.

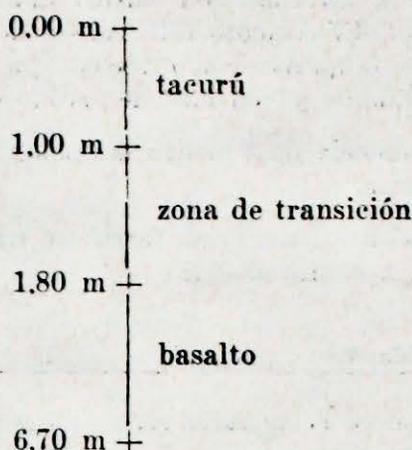
El tacurú posee un espesor del orden de los 0,60 m (en un caso se midió 1,00 m). Se aprecia en él gran cantidad de goethita con estructura colloforme y dentro de ella se observan individuos de cuarzo de bordes por lo general subredondeados a redondeados, algunos elongados, que señalan la dirección de las soluciones ferruginosas de carácter descendente. Hay restos líticos que parecen ser estructuras basálticas. El material arcilloso es abundante.

Debajo del mineral se observa un material arcilloso ("tierra roja") de color rojo intenso. No se llegó al piso del mismo, a pesar de que la trinchera alcanzó una profundidad máxima de 2,80 m. Esta "tierra roja" está constituida, en su mayor parte, por un agregado hematítico arcilloso que, lavado con HCl caliente, deja un residuo insoluble constituido por nódulos de clorita, plagioclasa alterada, escaso cuarzo y un poco de pasta volcánica, provenientes de la descomposición del basalto.

Las análisis de dos muestras correspondientes al mineral y "tierra roja" son los siguientes:

Muestra	20	21
Hierro total en Fe %	15,8	16,6
Sílice (SiO ₂) %	38,3	38,3
Fósforo (P) %	no rev.	no rev.
Azufre (S) %	0,2	0,4
Titanio (Ti) %	0,8	1,4
Manganeso (Mn) %	0,4	0,1
Aluminio en Al ₂ O ₃ %	23,2	24,1

A los efectos de observar el perfil del terreno y aprovechando la existencia de un pozo en el hospital de la localidad de Gobernador Roca, se descendió al mismo, obteniéndose el siguiente perfil:



A los 2,70 m se obtuvo una muestra de basalto, compacto, de color gris verdoso, que al microscopio presenta estructura, intergranular. Casi toda la plagioclasa se halla remplazada por zeolita y en menor proporción por clorita que se dispone en masas y guías dentro de aquélla, asemejándose a las estructuras ofíticas de las diabasas. El piroxeno (pigeonita) se encuentra parcialmente alterado en óxido de hierro. Es frecuente observar masas irregulares de magnetita.

El mineral, similar al observado en la trinchera ya mencionada, arrojó el resultado siguiente:

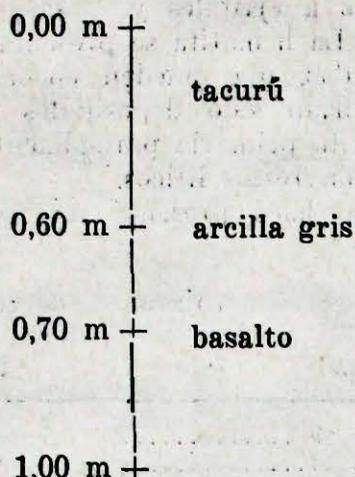
Muestra	??
Hierro total en Fe %	16,2
Sílice (Si ₂ O) %	38,0
Fósforo (P) %	no rev.
Azufre (S) %	0,1
Titanio (Ti) %	1,1
Manganeso (Mn) %	0,1
Aluminio en Al ₂ O ₃ %	23,0

A la altura del kilómetro 78 de la ruta N° 12, puede observarse un afloramiento de tacurú que aparenta extenderse hacia el SE. El mineral presenta caracteres parecidos a los de los ya mencionados precedentemente, sin que existan cortes que permitan apreciar su espesor.

Al E del kilómetro 83, de la ruta N° 12, y a una distancia de 3 km de aquél, se sitúa la chaera del señor Maslowski. En ella se observó un afloramiento parcialmente cubierto por vegetación. El mineral es similar al descripto en los casos anteriores.

Zona de Descado — A la altura del kilómetro 59 de la ruta N° 101, que une la ruta 12 con la localidad de Bernardo de Irigoyen, se halla el pequeño caserío de Descado. En las cercanías de esta localidad, pudo apreciarse el afloramiento de mineral ferrífero, especialmente cerca del puente y al sur del camino.

Se efectuó un pequeño destape cuyo perfil es el siguiente:



El basalto, de color gris verdoso, tiene estructura porfírica con pasta intergranular. Los fenocristales están constituidos por augita y labradorita y la pasta por tablillas entrecruzadas de plagioclasa con gránulos intersticiales de piroxeno. Hay abundante serpentina, así como masas, gránulos e individuos de hábito cúbico, de magnetita, como también en forma de esqueletos de remplazo. Aparecen guías ferruginosas, en gran parte limoníticas, generalmente conectadas unas con otras, provenientes al parecer de soluciones descendentes.

El mineral, que engloba en parte rodados de basalto y arenisca, es compacto, de color pardo oscuro, de apariencia córnea. Su aspecto hace suponer que se trata de mineral de buena calidad, sin duda mejor que los del mismo origen, notados en el resto de la provincia.

Observando al microscopio, el mineral se presenta por lo general, constituido por un agregado colloforme, a veces vesicular, de goethita, hematita y magnetita. Esta masa contiene pequeños individuos de cuarzo y calcedonia fibro-radiada. En algunos casos se notan restos de las estructuras basálticas (tablillas de plagioclasa alteradas, con gránulos de óxidos de hierro, semejando una estructura intersticial, fragmentos de piroxeno y probablemente olivina).

Los análisis químicos efectuados de cinco muestras, arrojaron los siguientes resultados:

Muestra	1	2	3	4	5
Hierro total en Fe % ...	47,2	45,6	42,5	45,6	38,2
Sílice (SiO ₂) %	11,0	10,6	12,2	10,7	21,5
Fósforo (P) %	no rev.				
Azufe (S) %	vest.	vest.	vest.	vest.	vest.
Titanio (Ti) %	0,1	0,1	0,1	0,06	1,9
Manganeso (Mn) %	0,5	0,3	0,3	0,1	0,5
Aluminio en Al ₂ O ₃ % ...	5,3	6,9	8,7	5,9	6,6

Zona de Bernardo de Irigoyen — En las cercanías de Bernardo de Irigoyen y sobre la ruta N° 14 que conduce a Aristóbulo del Valle, se reconocieron en cortes del camino, diversos afloramientos ferríferos, cuya extensión superficial no fue posible precisar en razón de la tupida vegetación.

El primero de ellos fue observado a 4,8 km al S de aquella localidad. El material ferrífero, que posee un espesor del orden de los 0,70 m, muestra bajo la observación al microscopio, que está constituido por hematita, goethita y escasa limonita, asociadas a cristales y masas de magnetita, de la cual derivan aquellos minerales. La hematita se presenta en ocasiones como microesferulitas, a veces orientadas, que pueden encontrarse superpuestas como capas. Estos minerales habrían sido depositados por soluciones coloidales. Por otra parte, existe hematita primaria parcialmente remplazada por venillas de goethita. No se observaron restos líticos.

Debajo del mineral, se hace presente un material arcilloso de color amarillo.

Los análisis de dos muestras arrojaron estos resultados:

Muestra	11	12
Hierro total en Fe %	47,7	49,2
Sílice (SiO ₂) %	8,6	7,1
Fósforo (P) %	no rev.	no rev.
Azufre (S) %	vest.	0,2
Titanio (Ti) %	0,8	0,5
Manganeso (Mn) %	vest.	no rev.
Aluminio en Al ₂ O ₃ %	9,2	8,2

A unos 7 km al S de Bernardo de Irigoyen, siempre sobre la misma ruta, se observó un pequeño afloramiento de material ferrífero, de características similares al anteriormente descrito, de alrededor de 0,70 m, que descansa sobre un material deleznable de color gris violado, que al microscopio aparece constituido por restos de pasta basáltica, con moldes de hábito tabular, ocupados anteriormente por tablillas de plagioclasa. Se observan remanentes de vesículas, algunas rellenas de cuarzo. La roca en su totalidad ha quedado transformada en un agregado muy fino de arcilla, clorita y óxido de hierro.

Zona de Leoni— Sobre la ruta N° 105, a 8 km al E de la localidad de Leoni, se observó en una trinchera practicada por Vialidad Nacional, la presencia de mineral de hierro, sin que haya sido posible determinar el espesor del mismo, ya que el piso de la labor citada está dado por el techo del horizonte ferrífero.

El estudio microscópico ha permitido determinar que se trata de una roca basáltica alterada y remplazada en su mayor parte por limonita y goethita. Se observan restos de estructuras basálticas fuertemente ferruginosas así como moldes que por su hábito y disposición, corresponden a las tablillas de plagioclasa que formaron parte de la pasta.

La goethita, muy abundante, se presenta en forma de nódulos y en menor cantidad con disposición colloforme. Son muy abundantes los individuos pequeños de calcedonia y cuarzo que formaron parte de las amígdalas, que sirvieron de núcleo de redeposición a la goethita.

El análisis químico del mineral de una muestra, arrojó el siguiente resultado:

Muestra	16
Hierro total en Fe %	40,5
Sílice (SiO ₂) %	16,3
Fósforo (P) %	no rev.
Azufre (S) %	vest.
Titanio (Ti) %	0,2
Manganeso (Mn) %	0,1
Aluminio en Al ₂ O ₃ %	9,7

2) Depósitos hidrotermales

Esta mineralización consiste en guías o venillas de 2 a 4 cm de espesor, alojadas en areniscas de color pardo amarillento, que afloran en la ruta 14, a 2 km al S de la localidad de Bernardo de Irigoyen. Estas guías, que rellenan diaclasas de rumbo y buzamiento distintos, están compuestas por un material compacto de color morado oscuro. Al microscopio se ha podido observar que se trata de un agregado cristalino denso, fino, de hematita, incluyendo ésta, restos de félicos que por remplazo de soluciones ferruginosas, han sido totalmente transformados en óxidos de hierro, quedando cristales esqueléticos de magnetita. Esta se dispone preferentemente en los bordes y en las líneas de clivaje, observándose una tendencia al hábito de las secciones basales de anfíbol, existiendo una disposición cruzada del clivaje, según prismas.

Dentro de la hematita, se encuentran masas colloformes de goethita proveniente de una hidratación de aquélla.

La observación de un corte pulido permitió apreciar que gran parte de la magnetita pasa a hematita por martitización.

Los análisis químicos han demostrado que se trata en este caso, de un mineral de muy buena calidad, aunque como queda dicho, no se notaron concentraciones de importancia. No obstante, la presencia de este material, tiene una especial significación pues abre las perspectivas de un posible hallazgo de concentraciones de hierro económicamente explotables, de origen hidrotermal.

Los resultados analíticos de las dos muestras obtenidas, son éstos:

Muestra	8	9
Hierro total en Fe %	50,7	51,3
Sílice (SiO ₂) %	9,6	7,9
Fósforo (P) %	no rev.	no rev.
Azufre (S) %	no rev.	no rev.
Titanio (Ti) %	0,8	0,2
Manganeso (Mn) %	0,1	vest.
Aluminio en Al ₂ O ₃ %	7,9	8,3
Níquel %	no rev.	no rev.

GENESIS

Existen desde el punto de vista genético, dos tipos diferentes de depósitos. Esta diferencia ha sido ya tácitamente considerada, al separarlos para una mayor claridad en la descripción de los mismos.

Así tenemos por un lado, depósitos que son la consecuencia de la alteración del basalto subyacente, en condiciones físico-químicas especiales, regidas por un clima de carácter tropical. Estos depósitos se originan a expensas de los componentes ricos en hierro de la roca basáltica. Al producto resultante compuesto por magnetita, hematita y goethita, con textura esponjosa, se le denomina localmente "tacurú". Estos depósitos serían similares a los conocidos en Cuba, Brasil, Filipinas, etc. Por otra parte, se advierte la presencia de venas, producto de la depositación de minerales a partir de soluciones hidrotermales, que han rellenido pequeñas fisuras y diaclasas, soluciones que se hallan relacionadas con las rocas volcánicas presentes en la región.

MUESTREO Y ANALISIS.

Aunque hemos ya consignado los valores correspondientes a análisis químicos, al tratar los depósitos en particular, creemos de interés hacer algunas consideraciones generales al respecto.

Si bien las muestras no fueron extraídas sistemáticamente, ni el número de las mismas guarda relación con la cantidad y magnitud de los afloramientos existentes, ya que el muestreo ha revestido un carácter orientativo, resulta posible indicar que el porcentaje de hierro determinado, como así la casi total carencia de fósforo y azufre, confieren al mineral en cuestión, una perspectiva favorable.

Es preciso destacar que el mineral observado en las zonas de Deseado, Bernardo de Irigoyen y Leoni, presenta características diferentes al de Corpus. Por otra parte, al parecer y teniendo en cuenta lo consignado en el informe de Burchard y nuestras propias observaciones, los afloramientos situados en el sur de la provincia, tendrían un contenido de hierro menor que los de las zonas centro y norte.

La diferencia en el tenor de hierro, entre las zonas citadas, se explicaría por condiciones climáticas distintas. Así, es de suponer que en el norte, la alteración de la roca ha sido más intensa, lo que ha traído como consecuencia una mayor intensidad en los fenómenos que han originado la migración casi total de ciertas sustancias tales como sílice y la depositación "in situ" de otras como el óxido de hierro.

CONCLUSIONES — RECOMENDACIONES

Al ocuparnos de Muestreo y Análisis, indicamos las perspectivas favorables del mineral en cuanto a calidad se refiere. Falta ahora considerar lo relativo a cantidad del mismo.

Si bien hemos observado en distintos y dispersos lugares, que abarcarían gran parte de la provincia, afloramientos que hacen suponer un fenómeno de alteración extenso, no se ha establecido el número de los mismos, ni su área y menos el espesor medio del material ferrífero. En consecuencia desconocemos absolutamente las reservas existentes, las que conjuntamente con la calidad del material y sus características geológicas, son las que permiten establecer las condiciones de explotación de un yacimiento.

Por lo tanto, será necesario efectuar:

1º) El reconocimiento de los afloramientos conocidos, a los efectos de determinar sus características geológicas, para lo cual se efectuarán las labores, destapes y pozos necesarios, como así muestreos orientativos.

La profundidad de los pozos deberá ser tal que permita el reconocimiento del horizonte ferrífero, estimándose que alcanzará término medio a dos metros.

En cuanto a la ubicación de los pozos, deberá efectuarse sobre la base de un reticulado con un espaciamiento estimado en principio en 200 m, intervalo que podrá ser reajustado de acuerdo a las observaciones en el terreno. Previamente al trazado del reticulado será necesario realizar un reconocimiento de cada zona a efectos de determinar el área que abarquen las distintas manifestaciones ferríferas.

2º) El relevamiento topográfico-geológico a la escala más conveniente, de los cuerpos de mineral, que de acuerdo a 1º), sean los más favorables.

3º) El muestreo sistemático de los cuerpos considerados en 2º), para su ulterior análisis químico a efectos de determinar el contenido de los diversos elementos que hacen a la metalurgia del hierro.

4º) Cálculo de las reservas del mineral.

De acuerdo a los datos que se poseen al presente, se recomienda comenzar los trabajos antes mencionados en las zonas de Deseado y Bernardo de Irigoyen que, como queda dicho, han mostrado los mejores tenores en hierro.

Buenos Aires, 16 de noviembre de 1960.

B I B L I O G R A F I A

- 1 — BURCHARD, E. F., *Mineral de hierro en el territorio de Misiones, R. Argentina*, Washington D. C., U.S.A., 1925.
- 2 — FOSTER BAIN, H., *Las posibilidades de hierro y manufactura del acero en Argentina*, Washington D. C., U.S.A., 1925.
- 3 — GULD, P. W., *Geology and Mineral Resources of the Congonhas District, Minas Geraes, Brasil*, U. S. Geological Survey, Professional Paper 290, 1957, pág. 58.
- 4 — HAUSEN, J., *Contribución al estudio de la petrografía del territorio nacional de Misiones*, Boletín 21, Dirección General de Minas, Geología e Hidrología, Bs. As., 1919.
- 5 — SPENCER, A. C., *Three Deposits of Iron Ore in Cuba*, U. S. Geological Survey, Bulletin 340, 1907, pág. 312 - 329.

*Terminó la impresión el 17 de mayo de 1963
en el Taller Gráfico de la Dirección Nacional de Geología y Minería.
Prohibida su reproducción si no se indica su fuente de origen.*