

BENJAMIN ALVARADO BIESTER

---

Bogotá, Junio 22 de 1963

Señor Don  
BRUNO LEUSCHNER  
CEPAL  
Avenida Providencia 871  
Santiago, Chile

Mi querido Bruno:

Acabo de recibir una carta de Ramón Suárez, en la cual me comunica que él y tu me han candidatizado para preparar un trabajo sobre minerales de hierro en América Latina, para ser presentado en la reunión siderúrgica a celebrarse en Praga el próximo mes de Noviembre.

Te agradezco inmensamente el que te hayas acordado de mí para tan importante trabajo, el cual naturalmente me interesa mucho y quisiera realizarlo de la mejor manera posible.

Por eso mismo me preocupa mucho el lapso tan reducido de que dispondría para completarlo, ya que Ramón me dice que el texto debe estar listo para traducción e impresión a más tardar el 15 de septiembre. Como necesariamente tendría que tomarme unos días para desocuparme de algunos trabajos entre manos y hacer los arreglos convenientes para obtener la suspensión de plazos de los contratos vigentes, creo que me sería imposible trasladarme a Santiago para iniciar el trabajo antes de la segunda quince de julio, con lo cual solo dispondría de menos de dos meses para cumplir con la misión. Honradamente, me parece un plazo demasiado reducido para hacer un buen trabajo, que me acredite ante CEPAL, y que esté a la altura de la importancia de la reunión. Es verdad que yo tengo bastante información sobre Colombia y Uruguay, pero acerca de los demás países tendría que estudiar mucha literatura, que según entiendo tampoco está disponible en Santiago y sería necesario buscar en otros sitios.

Solamente por este motivo, y muy a mi pesar, me veo forzado a perder la oportunidad de trabajar nuevamente contigo y de incorporarme al cuerpo de Consultores de CEPAL, como siempre lo he deseado.

BENJAMIN ALVARADO BIESTER

---

- 2 -

Si por algún motivo, el plazo se pudiera ampliar, estaría dispuesto a considerar cualquier propuesta que me hicieras sobre el particular, sin dejar de ofrecerte, de todos modos, las informaciones que tengo sobre Colombia y Uruguay.

Ojalá me comuniqués lo que CEPAL resuelva en definitiva al respecto y desde ahora te doy la seguridad de que puedes contar conmigo para cualquier trabajo futuro, siempre que pueda disponer del tiempo necesario.

Pasando a otro asunto, te cuento que acabamos de abrir una oficina de consultores con Alvaro Hernán Mejía y -- Jorge Tellez, exgerente y subgerente técnico del Instituto de Fomento Industrial, personas de quien seguramente te recuerdas. -- Los propósitos y finalidades de esta oficina aparecen en el folleto adjunto que te dará detalles de nuestra nueva actividad.

Inés y los muchachos se unen para enviarte un cordial saludo extensivo a Bertha. Todos estamos muy "enguayados" de perder la ocasión de verlos nuevamente y de repetir los ratos tan agradables que pasamos en compañía de ustedes en Montevideo y Buenos Aires.

Repitiéndote mis más sinceros agradecimientos por tus deferencias, recibe un abrazo de tu amigo,

BENJAMIN ALVARADO BIESTER

cc: Ramón Suárez



NACIONES UNIDAS

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA  
Av. Providencia 871  
Casilla 179 - D.  
SANTIAGO, CHILE

REFERENCIA: 1011A

CABLE: UNATIONS

11 de junio de 1963

Estimado viejo:

En unión de los tuyos recibe mi atento saludo y mis mejores deseos por su bienestar.

Te lancé de candidato para que hagas un trabajo a CEPAL sobre minerales de hierro en América Latina. Se trata de dar la mayor información posible sobre los minerales latinoamericanos.

Este trabajo sería presentado a una reunión siderúrgica a realizarse en Praga (Checoslovaquia) los primeros días de noviembre. El trabajo debe estar listo para impresión y traducción el 15 de septiembre. CEPAL dispone de algunas informaciones pero será necesario conseguir más. Con Bruno Leuschner creemos que podrías venir a Santiago por un tiempo para enterarte de la información que disponemos y orientarte sobre la forma de ejecutar el trabajo. Creemos que se podría hacer en dos meses. El sueldo estaría entre 900 y 1,000 dólares mensuales más el pasaje y un viático de 35 escudos diarios, para cuando vengas a Santiago.

Apreciado viejo, me gustaría mucho aceptaras el trabajo que se te ofrece e incorporarte dentro de nuestro cuerpo de consultores.

El próximo lunes 17 salgo de viaje y la respuesta a esta carta debes dirigirla a Bruno Leuschner a Santiago, porque Bruno será el encargado de gestionar el contrato. Dile a Bruno sobre la información que dispones, ya sea de Colombia o de otros países en minerales de hierro. Como yo estaré en Brasil me mandas una copia de la carta que le envíes a Bruno, dirigida a:

Grupo CEPAL-BNDE  
Av. Graça Aranha 174 - Sala 905  
Río de Janeiro

Recibe un abrazo de tu amigo

Señor  
Ing. Benjamín Alvarado  
Carrera 5 No. 66-30  
Bogotá - Colombia

BENJAMIN ALVARADO BIESTER

---

LOS YACIMIENTOS DE HIERRO  
DE COLOMBIA

Por  
Benjamín Alvarado  
Geólogo Consultor.  
1963

Contribución al estudio que adelanta CEPAL para la Conferencia  
Siderurgica de Praga- 1963.

## YACIMIENTO DE MINERAL DE HIERRO DE COLOMBIA

Por Benjamín Alvarado  
Geólogo consultor

### YACIMIENTO DE MINERAL DE HIERRO

La industria siderúrgica no es nueva en Colombia. Yacimientos de mineral de hierro, carbón y caliza se conocen en el país desde hace mucho tiempo y algunos de ellos fueron trabajados, en escala reducida para la producción de hierro de fundición en altos hornos bastante primitivos.

En el pasado siglo algunos particulares hicieron esfuerzos muy encomiables para tratar de producir hierro con materias primas nacionales y al efecto funcionaron durante corto tiempo pequeñas empresas siderúrgicas en Samacá (Boyacá); Pacho (Cundinamarca); La Pradera (Cundinamarca), y Amagá (Antioquia). Todas ellas fracasaron por falta de estudios técnicos sobre la verdadera potencialidad de los yacimientos y sobre los costos de transporte y de producción.

Gracias al interés que el Instituto de Fomento Industrial tomó desde su fundación en el desarrollo de industria siderúrgica, fué posible financiar el estudio detallado de los yacimientos de hierro en el país bajo la dirección del Servicio Geológico Nacional. Los estudios correspondientes fueron llevados a cabo por los geólogos B. Alvarado, R. Samiento Soto y V. Suárez Hoyos, y han servido de base para el desarrollo de Acerías Paz del Río S. A.

Los yacimientos prospectados fueron los siguientes:

- 1) La Pradera, en los Municipios de Subachoque y Zipaquirá (Cundinamarca).
- 2) Pacho (Cundinamarca)
- 3) El Volador, en el Municipio de Nemocón (Cundinamarca)
- 4) La Caldera en el Municipio de Zipaquirá (Cundinamarca)
- 5) Pericos, en el Municipio de Guasca (Cundinamarca)
- 6) La Plata, en el Departamento del Huila
- 7) Espíritu Santo, en el Municipio de Sevilla (Magdalena)

- 8) El Imán y Los Colorados, en el Municipio de Rovira (Tolima)
- 9) Paz del Río, en el Departamento de Boyacá.
- 10) Medellín, en el Departamento de Antioquia.

1a) U  
1o) YACIMIENTO DE LA "PRADERA"

El principal yacimiento de hierro de la región de La Pradera se encuentra en la localidad llamada El Codito, en el extremo nororiental de los terrenos que comprenden la antigua hacienda de La Pradera, en el ramal de la cordillera que separa las hoyas de los ríos Subachoque y Tabio. En las vecindades de este yacimiento se presentan otros de menor importancia y también depósitos de carbón coquizable y caliza.

En el Codito afloran dos bancos de mineral de hierro cuyo espesor varía entre 2.50 y 3.80 metros, los cuales están cortados por fallas transversales y longitudinales. Estos dos bancos se encuentran concordantemente situados entre los estratos de formación de Villeta superior, perteneciente al Cretáceo medio. La calidad del mineral varía entre siderita cristalina, bajo el nivel hidrostático, con un 40% de hierro metálico, y limonita concrecionaria, cerca de la superficie, con un 50% de hierro. La principal impureza del mineral es la sílice, cuyo promedio es de un 13%. El mineral contiene algo de fósforo y es de tipo "no-Bessemer".

El origen del yacimiento no es claro, pero se encontraron evidencias suficientes para demostrar que este no es hidrotermal sino más bien el resultado de un reemplazo metasomático de una caliza por soluciones meteóricas frías.

Con el objeto de definir todas sus peculiaridades se construyeron trincheras, socavones y perforaciones con taladro, y se hicieron numerosos análisis sobre muestras cuidadosamente tomadas.

Los cálculos de tonelaje indican que las reservas explotables apenas sobrepasan a un millón de toneladas; el yacimiento en su mayoría tendría que ser explotado por medio de socavones; esta explotación sería en general costosa, siendo el mayor inconveniente las fallas que lo dividen en varios bloques aislados de mineral, todos los cuales deberán explotarse por métodos subterráneos.

## 2o) YACIMIENTOS DE PACHO

En las vecindades de la población de Pacho se encuentran numerosos yacimientos de mineral de hierro dispersos dentro de una zona relativamente grande. Se prospectaron cinco de esos yacimientos llamados El Edén, Saboyá, Llano de Trigo, San Miguel y Guayoque. De esos yacimientos parece que el de Llano de Trigo fué el que sirvió de base para la antigua ferrería de Pacho y el de Guayoque, es el que está explotando en la actualidad el señor Corradine para su empresa de producción de hierro de fundición en un pequeño alto horno.

El yacimiento del Edén se encuentra ubicado unos 5 kilómetros y medio al Sur de la población de Pacho y no tiene acceso directo por carretera; para llegar a él, se puede seguir el camino de herradura que se extiende la población hasta el caserío de La Pradera. En el propio sitio del Edén, en el Valle de la quebrada La Máquina afloran varios bancos delgados de siderita algo oxidada, cuyo contenido de hierro es alrededor de 45%. El afloramiento de ~~esos~~ bancos es puramente local y en general parece que tienen forma lenticular, pues tanto hacia el Norte como hacia el Sur desaparecen en distancias muy cortas. Su explotación sería difícil debido a su posición estructural y tendría que realizarse por medio de socavones. Además, la pequeña cantidad de mineral existente no justificaría la construcción de vías de comunicación costosas para llegar a ese lugar.

El Yacimiento de Saboyá se encuentra localizado a  $1\frac{1}{2}$  kilómetros al Sureste de la población de Pacho, y se halla unido a ella con un camino de herradura de características medianas sin pendientes fuertes. El yacimiento se compone de masas irregulares en forma lenticular de siderita oxidada a limonita y hasta a hematita. El volumen de estas masas es tan reducido y su ubicación tan dispersa, que hacen que el yacimiento prácticamente no tenga ningún valor comercial.

El Yacimiento de Llano de Trigo se encuentra a  $4\frac{1}{2}$  kilómetros en línea recta al NE de la población de Pacho, en las cercanías de la carretera que va de Pacho a San Cayetano. En la zona de Llano de Trigo aflora un banco de calizas que ha sido parcial e irregularmente reemplazado por soluciones ferruginosas que transformaron parte de la caliza en siderita, la cual al oxidarse deja al descubierto parches concrecionarios de óxido de hierro. La mineralización es tan irregular que sería un problema muy difícil establecer trabajos de explotación sistemática. Por otra parte, el volumen de material reemplazado es tan pequeño que por ningún motivo se justificaría la explotación en condiciones tan desventajosas.

En la vereda de San Miguel al NW del Llano de Trigo y a una distancia aproximada de 1 kilómetro y medio de la carretera — Pacho-San Cayetano se encuentran afloramientos de pequeñas masas de siderita que a primera vista parecían constituir un yacimiento de importancia. Más tarde, en vista de los resultados obtenidos por la exploración, se vino a demostrar que se trata de masas irregulares de volúmen muy reducido. En San Miguel parece que las soluciones ferruginosas que reemplazaron al material soluble, no solamente — provinieron de acción meteóricas descendente, sino que en partes, — hubo una acción magnética representada por soluciones hidrotermales las cuales a la vez que reemplazaron los bancos de caliza, depositaron pequeñas cantidades de sulfuros metálicos cuya presencia es desfavorable para el uso del mineral como materia prima para un alto-horno. De todas maneras, la cantidad de mineral de hierro que se encuentra en la vereda de San Miguel es tan pequeña que en realidad no constituye un yacimiento que pueda explotarse comercialmente.

El yacimiento de Guayoque está localizado a 8 kilómetros al NW en línea recta de la población de Pacho, en los alrededores — del sitio denominado Algodonales. Su mejor vía de comunicación es la carretera Pacho-Rionegro que se debe seguir hasta el lugar llamado Capitanes, cerca del kilómetro 69, en cuyos alrededores está situada la planta siderúrgica del señor Enrique Corradine. Desde la — planta hasta el yacimiento propio existe un ramal de carretera que — más tarde seguirá a la población de Vergara. En Guayoque existe — por lo menos un banco mineralizado de siderita y óxidos de hierro — concrecionarios de buenas características químicas y bajo en fosforo el cual se extiende por cerca de  $1\frac{1}{2}$  kmts. Allí se trata también de un reemplazo metasomático por aguas meteóricas que transformaron una caliza en siderita, la cual hacia la superficie se oxida a limonita y nematita. La verdadera capacidad de este yacimiento quedará — definida cuando avancen un poco más los trabajos de explotación que en la actualidad está realizando el señor Corradine.

### 3o) YACIMIENTO DE NEMOCÓN

El yacimiento de El Volador, en Nemocón, se halla muy — bien localizado en cuanto a vías de comunicación, pues por el centro del yacimiento pasa el ramal de carretera que de Nemocón se dirige a Sesquilé a empalmar con la Carretera Central del Norte. De Nemocón al yacimiento de hierro hay tan sólo unos  $2\frac{1}{2}$  kmts. El yacimiento de Nemocón se puede dividir en tres zonas:

En la primera, llamada del Ventorrillo, aflora un banco de óxido de hierro concrecionarios cuyo espesor varía entre 1.80 y 3.00 metros. Este banco se adelgaza hasta desaparecer en su extremo occidental y se extiende hasta el sitio denominado La Cucariana, sobre el ramal de carretera Nemocón-Sesquillé, por una longitud aproximada de unos 350 metros. El mineral está formado principalmente por limonita concrecionaria y terrosa, aunque localmente se encuentran geotita y hematita. El promedio del hierro metálico es del 54% y su principal impureza es la sílice, que en promedio alcanza a 8.5%. Es posible que hacia la profundidad el porcentaje de sílice aumente. El mineral contiene 0.1% de fósforo.

En la segunda zona llamada La Cantera, que se extiende al Oriente, de la primera, sólo se encuentran afloramientos de areniscas ferruginosas, con impregnaciones locales ricas en óxidos de hierro. En su mayor parte, estas areniscas tienen un contenido muy alto de sílice. Las concentraciones de óxidos de hierro de calidad mediocre, contienen hasta un 50% de hierro metálico con porcentajes de sílice del 19%.

En la tercera zona, llamada de Caserta, sólo se encuentran bloques de una arenisca ferruginosa, sin ningún valor económico.

En cuanto al origen del yacimiento, las evidencias de terreno indican que este es el resultado de la impregnación y reemplazo de una arenisca por soluciones ferruginosas. Las reservas de mineral probado son de unas 50.000 toneladas. Las reservas probables ascienden a unas 100.000 toneladas.

#### 4o) YACIMIENTO DE " LA CALDERA "

El yacimiento de hierro de la Caldera está situado en el Municipio de Zipaquirá al NW de la población en la parte alta de la serranía que bordea la margen occidental de la sabana de Bogotá, Para llegar a La Caldera sólo existe un camino de herradura que se desprende de la carretera Zipaquirá-Pacho, en las cercanías del sitio denominado el Alto de Aguila, a 5 kilómetros de Zipaquirá.

En La Caldera no afloran bancos continuos de mineral de hierro sino manchas superficiales irregulares de limonita y concentraciones locales del mismo mineral en bancos de arenisca porosa. En la parte meridional del yacimiento se observa la impregnación superficial de óxidos de-

hierro en areniscas con un contenido de hierro metálico de cerca del 55% en muestras superficiales y porcentajes variables de sílice. En la zona central, afloran manchas superficiales de limonita terrosa con un contenido de hierro entre el 45 y el 50% en los sitios mejores. Sin embargo, en esta parte la calidad del material oscila entre arcillas ferruginosas y limonita impura, siendo generalmente alto el contenido de materia inerte. El espesor de estas manchas alcanza hasta 2.50 metros, pero el promedio no pasa de un metro. En la parte septentrional, aflora un banco de óxidos de hierro concrecionario, con nódulos de siderita, que tiene un porcentaje de hierro metálico del 50% y un contenido de sílice que aumenta considerablemente hacia la profundidad. A base de los estudios y observaciones realizados en las trincheras que se construyen en este yacimiento, se ha supuesto que es el resultado de una concentración superficial laterítica de óxidos de hierro,

Las reservas explotables del mineral de mediana calidad alcanza a cerca de 50.000 toneladas, siendo muy improbable que puedan aumentar.

#### 5o) YACIMIENTOS DE PERICOS

El yacimiento de hierro de Pericos está situado en los Municipios de Guasca y de La Caldera, a unos 30 kilómetros al NW de Bogotá, en la margen occidental del río Siecha. El yacimiento mismo está ubicado en el flanco oriental de la serranía de Pericos que separa los valles de Sopó y de Guasca. -La Caldera. Se encuentra a una distancia de unos 2 kms. al SE de un ramal de carretera que se desprende de la vía Bogotá-Gachetá en el kilómetro 29 que va desde la hacienda El Salitre hasta unas canteras de caliza que actualmente explota la Compañía Distribuidora de Cales de Bogotá. El camino de herradura desde allí hasta el yacimiento, es apenas un sendero de vereda que atraviesa terrenos paramunos altos y cenagosos en tiempo de lluvia.

En Pericos aflora un banco grueso de óxidos de hierro concrecionarios, arenosos, que se extiende por una longitud aproximada de 2 kms. Hacia el N, el mineral se convierte en una arenisca apenas ferruginosa; lo mismo sucede en el extremo meridional del yacimiento. Los afloramientos del banco no son continuos porque la mayor parte del área está cubierta por grandes derrumbes. El espesor del banco oscila entre 4.60 y 13.70 metros. El mineral está formado por óxidos de hierro concrecionarios con un contenido de hierro que varía en la superficie entre el 45 y el 50%, y que disminuye hacia la profundidad. El in-

conveniente del mineral es un alto contenido de sílice cuyo promedio es alrededor de 15% en la superficie y aumenta rápidamente hacia la profundidad.

Las reservas del yacimiento alcanzan a unas 400.000 toneladas de mineral explotable.

#### 6o) YACIMIENTO DE LA PLATA

El sitio donde aflora mineral de hierro queda a unos 12 kilómetros al Occidente de la población de La Plata Nueva, en el Departamento del Huila, a unos 60 metros al Sur de la carretera La Plata-Belalcázar-Corinto, que sigue en esta parte la hoya del río Páez. En el sitio del supuesto yacimiento se observan vetas angostas de magnetita con cuarzo lechoso que atraviezan una masa granítica. En término medio, la magnetita y el cuarzo están a una proporción del 50% cada una. El origen de estas vetas es claramente hidro-termal.

A pesar de que la magnetita presente en las vetas es de buenas características, su asociación con cuarzo disminuye notablemente la calidad del mineral. Hasta donde se pudo observar, sólo se trata de vetas delgadas e irregularmente distribuidas y afectadas por accidentes tectónicos. Por lo tanto, aquí se tiene un yacimiento de poco volumen y de explotación difícil y costosa.

#### 7o) YACIMIENTO DE ESPIRITU SANTO

En las vecindades del arroyo Espiritu Santo, Corregimiento de Sevilla, Municipio de Ciénaga en el Departamento del Magdalena, se encuentra una abundante concentración de bloques rodados de magnetita titanífera.

Animados por la presencia de estos cantos rodados, se hizo una prospección detallada mediante pozos distanciados cada 100 metros que bajaron desde la superficie donde se encontraban los cantos rodados sobre la roca firme.

Estos trabajos vinieron a demostrar que allí no se encontraba material "in situ" y que sólo puede contarse con los cantos rodados que tienen un tonelaje demasiado pequeño para pensar en la explotación comercial.

Se supone que estos cantos rodados fueron acarreados por los glaciales que bajaban desde la Sierra Nevada de Santa Marta, donde es posible encontrar la roca original, localizada en un sitio de difícil y costoso acceso. No obstante, hasta el presente nadie ha localizado afloramientos "in situ" de este mineral.

#### 9o) YACIMIENTOS DE ROVIRA

Los yacimientos de hierro denominados El Imán y Los Colorados en los Municipios de Rovira y El Valle, Departamento del Tolima, han sido conocidos desde hace bastante tiempo y han despertado interés debido principalmente a la alta calidad del mineral que allí se encuentra.

Los yacimientos de mineral de hierro se encuentran situados más o menos a 7 kms al Este de la población de Rovira, en las estribaciones de la Cordillera Central denominadas Sierra del Imán y Los Colorados.

En la región de los yacimientos afloran dioritas y granodioritas de posible edad Paleozoica, cubiertas en parte por sedimentos Cretáceos, formados principalmente por caliza. Estos sedimentos están intruidos por silos y diques ígneos. Existen dos tipos de yacimientos en la región: 1) Magnetita, asociada con silos y diques ígneos, y 2) Hematita relacionada con las rocas sedimentarias que muestran algún grado de metamorfismo. El mineral de magnetita predomina y se presenta irregularmente disperso formando lentejones y diques. El origen del mineral parece ser debido a varios procesos, todos naturalmente relacionados con las intrusiones ígneas. En algunos sitios parece ser de segregación magnética, mientras que en otros más bien se trata de un proceso puramente metasomático de reemplazo en las calizas.

#### 9o) YACIMIENTOS DE MINERAL DE HIERRO DE PAZ DE RIO

La región general de Paz de Río, en el Departamento de Boyacá, tiene la característica peculiar de que en sus vecindades se encuentran ricos yacimientos de mineral de hierro, carbón y caliza, dentro de un radio de unos 35 kilómetros alrededor de "Belencito" lugar donde está ubicada la planta integrada de hierro y acero. Belencito está situado a 9 kilómetros al Norte de la ciudad de Sogamoso.

Los yacimientos de hierro de Paz de Río están ubicados en la hoya del río Chicamocha, en la zona que se extiende entre las poblaciones de Tasco y Sátivanorte.

La población de Paz de Río, que está en el centro de los yacimientos de hierro, se halla comunicada con Duitama por una carretera de 53 kilómetros de longitud. La distancia entre Belencito y Paz de Río es de 35 kilómetros aproximadamente. Un ferrocarril de propiedad de Acerías Paz del Río une otros dos sitios.

En las vecindades de los yacimientos de hierro el valle del río Chicamocha es estrecho y profundo. La altura de la población es de 2 200 metros mientras que la mayoría de los yacimientos de hierro se encuentran a alturas que varían entre los 2. 700 y 3. 000 metros. Sin embargo, la distancia entre los yacimientos y el río no pasa de 6 kilómetros.

A lo largo de la hoya del río Chicamocha afloran sedimentos cretáceos y terciarios. Hacia el Oeste hay un núcleo de rocas cristalinas paleozoicas bordeado por los estratos rojos y morados del Juratriásico.

Los estratos del Cretáceo están formados especialmente por arcillas pizarrosas negras y grises, con bancos de arenisca y las calizas cristalinas que se utilizan en la planta de Belencito. La parte inferior del Terciario está caracterizada por arcillas negras con mantos de carbón, sobre las cuales reposa un conjunto grueso de areniscas de grano medio a grueso. Sobre estas arcillas se encuentran arcillas de diversos colores y luego un conjunto grueso de areniscas guijosas. La parte superior del Terciario de la región, que reposa sobre el segundo conjunto de areniscas, está caracterizada por arcillas grises, blancas, amarillas y verdes con bancos secundarios de arenisca. Cerca de la base de este conjunto se encuentra el banco de mineral de hierro colítico, de 2 a 8 metros de espesor, que en la actualidad explota Acerías Paz de Río S. A.

Estructuralmente hablando, el valle del Chicamocha es un anticlinal, pero - en detalle - hay muchos pliegues y fallas de importancia. Debido a la estructura anticlinal, en ambas laderas del valle aflora el banco de mineral, que se extiende por la margen izquierda por una distancia aproximada de 17 kms y en la derecha por unos 2 kms.

En la margen primeramente indicada, el buzamiento dominante es hacia el Occidente con ángulos variables entre 5 y 45° mientras que en la margen derecha, en el yacimiento denominado El Banco, los estratos están prácticamente horizontales.

En la margen izquierda del río Chicamocha, se encuentran grandes extensiones donde aflora el banco de mineral, las cuales se han denominado con nombres locales, como si fueran yacimientos separados, pero en realidad es un solo banco, interrumpido a trechos por efecto de la erosión. En algunos yacimientos el banco sigue exactamente el nivel del terreno o está cubierto por una capa muy delgada de arcilla, formando así mesetas de muy fácil explotación a tajo abierto.

El mineral de hierro de Paz de Río está formado esencialmente por óxidos de hierro oolíticos. Su color es rojizo a marrón y se asemeja mucho al Clinton Iron Ore de los Estados Unidos y los Minnettes del Oriente de Francia. Las oolitas están formadas por esferas de 1 a 2 mms de espesor que tienen capas concéntricas de goetita, limonita, hematita y siderita, y localmente películas delgadas de magnetita. Al contrario de lo que sucede con el Clinton Iron Ore, las oolitas de Paz de Río no tienen núcleo de calcita, sino que la mayoría tienen en el centro una costra negra que representa el resto de la materia orgánica que ocasionó su precipitación química. El cemento que aglutina las oolitas es principalmente siderita, limonita terrosa, caolinita y cuarzo detrítal. El fósforo se encuentra en forma de apatita y tal vez de silicatos complejos de fósforo regularmente distribuidos dentro del mineral.

La textura y la porosidad del mineral de Paz de Río, que es relativamente blando, son favorables para su apropiada reducción en el alto horno. El origen del mineral es bastante claro. Las oolitas se formaron en un medio acuífero de corrientes suaves a donde llegaba el hierro en solución y se precipitaba por acción orgánica estimulada por la presencia de algas o bacterias. Las pequeñas esferas fueron creciendo así por la adición de capas concéntricas y se lograron mantener en suspensión hasta que adquirieron un peso suficiente para dejar de moverse y comenzar a sedimentarse en el fondo del medio acuífero a donde llegaban también los materiales que forman el cemento.

El mineral de Paz de Río es muy uniforme, tanto en su textura y estructura, como en su composición química. Un promedio de su análisis indica la siguiente composición:

Humedad.....	(H <sub>2</sub> O)	=	3.03 %
Hierro.....	( Fe )	=	48.03 %
Alúmina.....	(Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	=	5.88 %
Sílice.....	(SiO <sub>2</sub> )	=	10.53 %
Manganeso.....	( Mn )	=	0.26 %
Fósforo.....	( P )	=	0.99 %
Cal.....	( CaO )	=	0.47 %
Magnesia.....	(MgO)	=	1.10 %
Azufre.....	( s )	=	0.07 %

Para calcular las reservas e investigar la cantidad de mineral más allá de los afloramientos, se cavaron trincheras, se hicieron apiques verticales, túneles siguiendo el buzamiento del banco y se han -- hecho perforaciones con taladro. El tonelaje probado es del orden de los 50.000.000 de toneladas y el probable asciende a otro tanto.

#### 10) YACIMIENTOS DE MEDELLIN

En el valle de Aburrá, en las cercanías de la ciudad de Medellín, Departamento de Antioquia, existe un yacimiento de hierro de tipo late rífico residual, proveniente de la descomposición de una serpentina.

Este yacimiento ha sido estudiado en varias ocasiones con miras a su utilización como materia prima para la empresa Siderúrgica, S. A. de Medellín. De acuerdo con estos estudios, en el valle de Aburrá existen minerales de hierro de diversos tenores que él describe en la siguiente forma:

- 1o) Mineral compacto con un 53.6 % de hierro que se encuentra en forma de vetas de espesor variable entre el mineral suelto. Es posible que existan cantidades considerables pero su cubicación no se ha hecho.
- 2o) Mineral aglomerado no desmenuzable, con 44 a 48% de hierro, - que se encuentra en capas casi superficiales con espesores entre 20 centímetros y 1 metro.
- 3o) Mineral desmenuzable, de aspecto terroso, con contenido de hierro metálico entre 30.3 y 30.6% y un alto contenido de sílice y -- alúmina. Este mineral se presenta en capas de espesor compren-

dido entre 50 centímetros y 10 metros, algunas veces en la superficie y otras cubierto por una capa de material estéril con un espesor de 4 metros.

4o) Mineral de hierro terroso con un tenor de 22 a 28 % de hierro-metálico. Los minerales de los tipos 1) y 2) representan un tonelaje muy bajo, mientras que los de los tipos 3 y 4, contienen reservas probables, superiores a los 200. 000. 000 de toneladas. No obstante, hasta el presente su reducción a metal no ha sido posible intentarla económicamente.

Los yacimientos de Medellín son similares en sus características y en su origen a los de Mayarí en Cuba. Como el mineral proviene de la descomposición de serpentinas, contiene generalmente cromo y algunas veces también níquel. Es aluminosos y contiene cantidades muy bajas de fósforo y azufre.

#### 11) YACIMIENTO DEL CERRO MATOSO ( Depto de Córdoba)

El Cerro Matoso se halla situado en la ladera oriental de la quebrada navegable del Uré, más o menos a media distancia entre la población de Uré y la desembocadura de la quebrada de Uré, al curso medio del Río San Jorge, en el Departamento de Córdoba, cerca de su límite con el Departamento de Antioquia

El propio cerro, mide de Norte a Sur unos dos kilómetros y de E. a W. cerca de 1½ kilómetro.

El área de mineral de hierro ocupa un terreno selvático, cuyo acceso solo puede hacerse desde la población de Monte Líbano, en el Departamento de Córdoba, población comunicada con la carretera troncal de occidente Medellín-Cartagena, por medio de un ramal de 13 kilómetros.

Desde Monte Líbano hasta el yacimiento se remonta el Río San Jorge en canoa o en pequeñas lanchas a motor por 1 hora hasta la boca del Río Uré y de allí al propio Cerro Matoso, siguiendo la quebrada Uré por otra hora,

De Monte Líbano a Medellín existe una buena carretera de 353-kmetros. A los principales puertos del Mar Caribe, usando las actuales carreteras, las distancias son las siguientes

a Barranquilla	547 kilómetros
a Cartagena	379 kilómetros
a Coveñas	252 kilómetros.

El yacimiento esta asociado con una serie de rocas égneas básicas- aunque su relación génética con ellas aún no se ha aclarado suficientemente.

El mineral se presenta en forma de grandes cantos rodados y bancos de más de 5 metros de espesor, que junto con las rocas básicas forman una especie de "horst" que se levanta del vasto territorio constituido por rocas del Terciario. Se trata de hematita, magnetita y parches secundarios de limonita terrosa.

La calidad química corresponde aproximadamente al siguiente análisis:

Fe	50%
SO <sub>2</sub>	6%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8%
CaO	1%
Mn	0.5%
S	0.2%
Pérdidas por calcinación	10%
Trazas de Mg <sup>o</sup> , TiO <sub>2</sub> , Cr y Ni.	

Existe una concesión con el Gobierno Nacional la cual aún está en el periodo de explotación. Se sabe, que ya se han efectuado numerosas perforaciones con taladro de diamante, las cuales permiten fijar las reservas probadas en más de 10 millones de toneladas, con cerca de 30 millones de reservas probables y posibles. 50

## 12) YACIMIENTO DE TIBIRITA (Cundinamarca)

En el oriente de Cundinamarca, a unos 100 kilómetros de Bogotá, sobre la carretera que conduce a Guateque, se encuentra un yacimiento que sirve de base para operar un pequeño alto horno de 20 toneladas diarias de capacidad, el cual pertenece a los señores Abadi Hermanos

Se trata de bancos delgados de hematita terrosa con cerca de 50% de hierro, unos 12% de sílice y bajos terrones de fósforo. Las reservas probadas oscilan alrededor de las 100.000 toneladas y en la actualidad se avanzan trabajos de exploración tendientes a definir las verdaderas características de los depósitos.

### 13) OTROS YACIMIENTOS DE HIERRO EN EL PAIS

Fuera de los sitios indicados anteriormente existen en varios lugares de la Cordillera Oriental y dentro de los sedimentos del Cretáceo y del Terciario Inferior, bancos, lentes e impregnaciones superficiales de limonita, hematita y siderita similares a los descritos en las zonas de la Pradera, Pacho, Nemocón, etc. Estos yacimientos son todos de menor importancia que las descritas atrás y, en general, no pueden considerarse como explotables.

En el Departamento del Tolima, en el municipio del Valle y dentro de los estratos del Cretáceo, se encuentran algunas concentraciones ferruginosas cuyo pequeño volumen, bajo contenido en hierro y algo contenido en sílice, le restan todo el interés comercial.

En el Alto Putumayo, sobre la carretera de Pasto a Puerto Asís, afloran filones de magnetita de buena calidad que en el futuro pueden llegar a tener alguna importancia comercial.

También se tiene información sobre la existencia de mineral de hierro en: Amagá y Segovia ( Antioquia)

San Joaquín, El Bordo y Santander ( Cauca)

Quetame y Gachalá (Cundinamarca);

Acandí, Chocó (arenas negras)

Colombia y Carnicerías ( Huila)

San Martín de Loba, Bolívar.

Ricaurte y Chitagá (norte de Santander)

Fayandé, Coello, Ortega, Líbano, Natagaima, Guamo (Tolima)

Los Santos y Piedecuesta (Santander)

Jamundí y Roldanillo (Valle)

Santa Rosa ( Caquetá)

Y cerca del Río Guaviare, en el Vaupés.