

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Minería

Proyecto de Explotación a Tajo Abierto Mina de Hierro Acari

Tesis de Grado

GILBERTO LOPEZ GALARZA

Promoción 1959

Germán Morales Macedo

LIMA - PERU

1960

A MI QUERIDA MADRE

*

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a todos los Catedráticos de la Facultad de Minería por las enseñanzas que de ellos he recibido. Particularmente al Decano Ing. MARIO SAMAME BOGGIO, por su aliento y consejos.

Al personal administrativo y técnico de la "Compañía Explotadora de Hierro de Acarf", especialmente a su Director Gerente Dr. GUILLERMO DASSO y al Ing. ALFONSO BALLON, quienes me proporcionaron la más generosa ayuda en la realización de este trabajo.

Al Ing. ROLAND I. ERICKSON, por su orientación técnica en la elaboración del Proyecto de Explotación.

Finalmente, mi agradeecimiento a todos cuantos colaboraron en la terminación y mejor presentación de esta Tesis de Grado.

*

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

El presente trabajo, fruto de una feliz experiencia obtenida en las Prácticas Vacacionales realizadas en las Minas de Hierro de Acarí, durante los meses de Enero, Febrero y Marzo del año 1959, ha sido elaborado gracias a la generosa ayuda prestada por la Compañía Explotadora de Hierro de Acarí.

Al poner a consideración de los señores miembros del jurado el contenido íntegro de este trabajo, reconozco que no constituye un estudio completo de todos los aspectos que intervienen en la elaboración de un Proyecto de Explotación a Tajo Abierto, por ser este un problema muy complejo y cuya ejecución requiere del concurso de mucha experiencia en la integración de los datos geológicos con el equipo mecánico de extracción y tratamiento, que nos permitan obtener una explotación económica y factible.

Sin embargo, creo que pueda significar una pequeña contribución al conocimiento de la manera como se debe elaborar un plan de explotación a Tajo Abierto, cuando las condiciones geológicas de los depósitos, sus características de tamaño y calidad de los mismos, justifiquen su aplicación.

En el aspecto geológico, posiblemente haya mucha deficiencia, explicable por la casi ninguna literatura que sobre estos yacimientos existe.

INDICE DE MATERIAS

CAPITULO I

GENERALIDADES

	Pág
1. - SITUACION	12
2. - Accesibilidad	13
3. - Centros de Aprovisionamiento	14
4. - Mano de Obra	14
5. - Fuerza Motriz	15
6. - Fisiografía	16
A. - Atmología	16
a) Acción Atmosférica	16
b) Precipitaciones Atmosféricas	16
c) Acción de los Vientos	17
d) Temperatura	17
e) Clima	17

CAPITULO II

GEOLOGIA

1. - Geología General de la Zona	19
A. - Características Superficiales	19
B. - Condiciones de Exposición	21

	Pag.
C. - Estructura Geológica de la Región en general	22
2. - Geología Económica del Area de la Consesión	24
A. - Rocas Adyacentes a la Mena	24
B. - Descripción de los Depósitos Minerales	25
C. - Estudio de la VETA I	30
a) Generalidades	30
b) Espesor Subterráneo de la Veta	31
c) Apariencia Externa	32
d) Espesor Superficial de la Veta I	32
e) Génesis	34
f) Análisis Químico de las Muestras	36
D. - Cubicación del Yacimiento	41

CAPITULO III

EXPLORACION

1. - Prospección Geofísica Magnetométrica	42
A. - Generalidades	42
B. - Descripción del Método Empleado	43
C. - Perfiles y Mapas Magnetométricos	44
D. - Interpretaciones.	54

CAPITULO IV

	Pag.
INSTALACIONES DE LA COMPAÑIA	56
1. - Instalaciones de Vivienda, Servicios y Oficinas	56
2. - Instalaciones Industriales	57
A. - Instalaciones Auxiliares	57
B. - Instalaciones Principales	57

CAPITULO V

PROYECTO DE EXPLOTACION A TAJO ABIERTO DE VETA 1	58
1. - Sumario	58
A. - Planeamiento del Proyecto	58
a) Cortes a Tajo Abierto	58
b) Ventajas y Desventajas del Método	59
c) Selección del Equipo Mecánico	61
d) Trazos de los Bancos por Explotar	62
e) Carreteras y Accesos	63
f) Cubicación de Mineral y Roca	64
g) Ubicación de los depósitos de Desmonte	65
h) Minería subterránea	65
B. - Información Utilizada	66
C. - Conclusiones	66
D. - Recomendaciones	67

7.- Ilustraciones - Anexo

Pág.

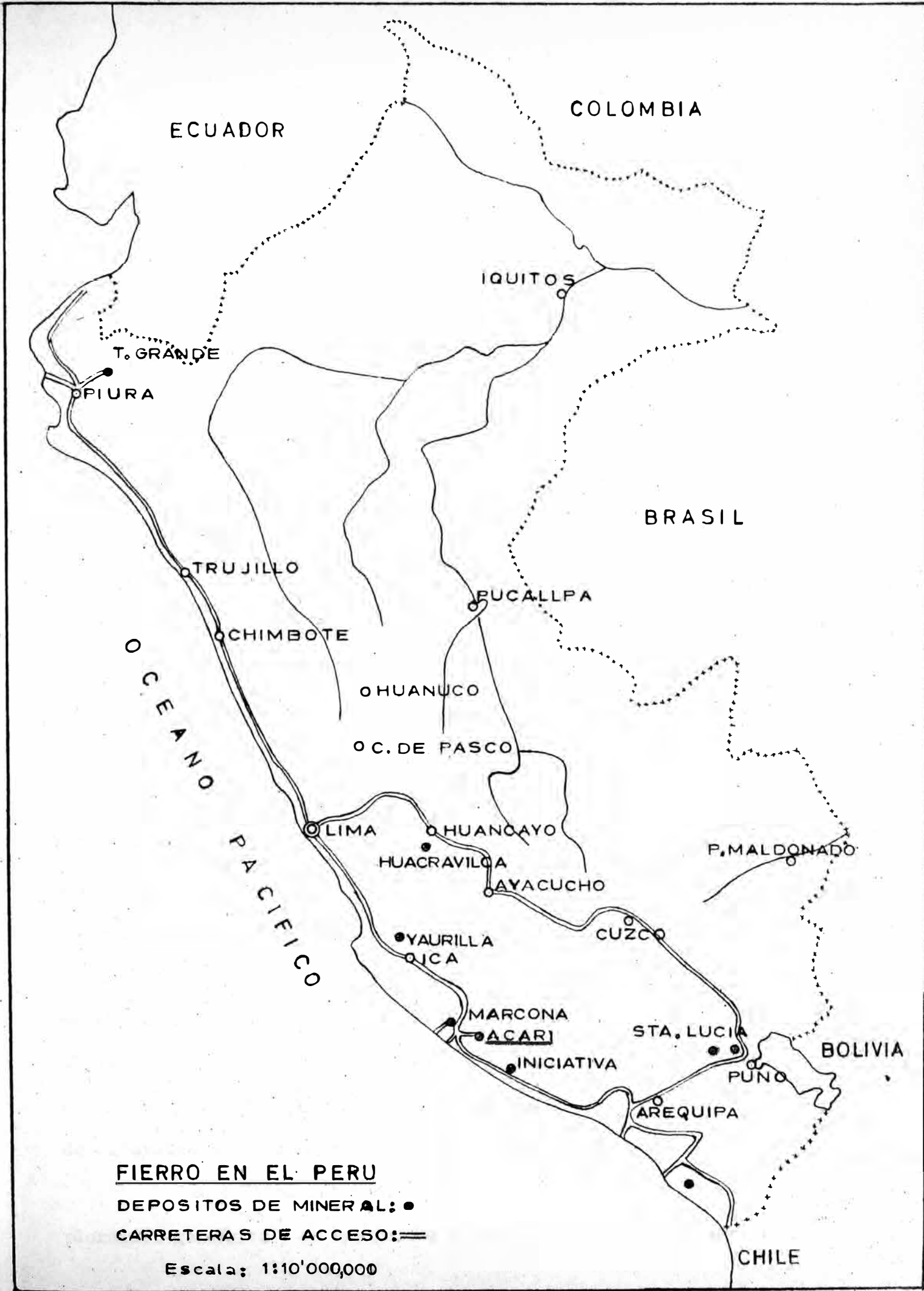
A.- Un plano General a ~~Curvas~~ Curvas de Nivel, presentando el Límite de los Bancos

B.- 21 Secciones Transversales, Presentando Mineral y el Límite de los Bancos

C.- Una Sección Longitudinal, Presentando todos los Bancos

8.- Bibliografía.

96



FIERRO EN EL PERU

DEPOSITOS DE MINERAL: ●

CARRETERAS DE ACCESO: ==

Escala: 1:10'000,000

E X T R A C T O

1. - Las minas de Hierro de Acarí representan para el país una fuente segura de ingresos a la economía nacional por concepto de impuestos.

2. - No se sabe exactamente, cuando fueron descubiertos los depósitos de Acarí, pero se tiene conocimiento que el área de la concesión actual fué explorada por la "Comisión Carbonera y Siderúrgica Nacional" que funcionó del año 1924 a 1930.

3. - Los depósitos de Acarí, afloran en el distrito de Acarí, en la provincia de Caravelí y en el Departamento de Arequipa, en los cerros Tunga y Batidero, distantes 60 kilómetros de la línea de la costa y a unos 90 kilómetros al SE de la ciudad de Nazca (Dpto. de Ica).

4. - En virtud del contrato realizado en 1950 por el Sr. Anthony Gordon, actual Presidente de Pan American Commodities S. A. ; y el Sr. Andrés F. Dasso, vicepresidente, fué posible llevar a cabo, las exploraciones que determinaron la importancia de los depósitos de Acarí.

5. - El campamento de Acarí, tiene una población aproximada de 700 habitantes, distribuídos en secciones para obreros, empleados y plana mayor. La carencia de agua en la zona, hace que este líquido sea traído de diferentes pozos y almacenado en un tanque de 25, 000 galones de capacidad para el consumo general.

6. - El conocimiento geológico de la Veta 1 se basa en la exploración geofísica y en las perforaciones, las que nos muestran la for-

ma, tamaño y calidad de ella, sobre cuya base se ha elaborado el presente Proyecto de Explotación.

7. - Las diversas obras para las instalaciones de tratamiento, muelle de embarque, plantas de fuerza, talleres, viviendas, carreteras, etc., se llevaron a cabo simultáneamente y a un ritmo acelerado; todo esto como resultado de un trabajo de ingeniería altamente planificado que coordinó los diferentes elementos de trabajo, permitiendo que el proyecto se desarrollara sin fallas ni demoras.

8. - El proceso de explotación a Tajo Abierto, permite mover grandes volúmenes de material, debido a la potencialidad del equipo mecánico e instalaciones de tratamiento.

9. - Una vez que se tienen todos los datos necesarios, viene la planificación de las operaciones, para obtener la mejor disposición del equipo mecánico a emplearse en la explotación.

10. - La explotación comienza con la remoción con palas y volquetes, de capas de terreno aluvional de poco espesor.

11. - Las operaciones de explotación en gran escala, requiere el empleo de equipo mecánico adecuado. Son las perforadoras Gardner Denver HT 143 las que preparan los bancos para la explotación.

12. - Los escombros que resultan de la voladura, son cargados con palas mecánicas de 2 1/2 yardas cúbicas en volquetes de 30 toneladas los que realizan el acarreo correspondiente.

13. - La máxima eficiencia en el rendimiento del equipo mecánico y de las instalaciones de tratamiento, se obtienen con la presencia de talleres de reparación bien montados y un adecuado suministro de

repuestos.

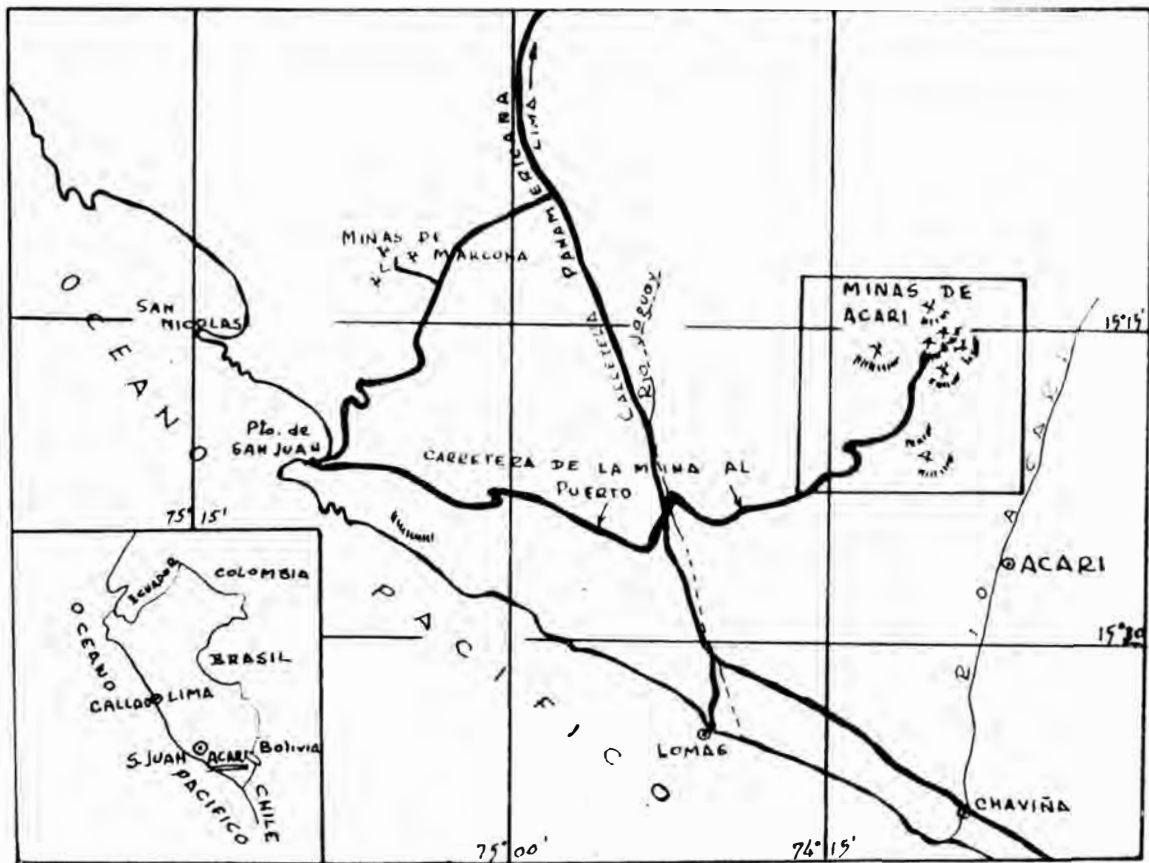
14. - Las reservas de las minas de Hierro de Acarí, se consideran en 200'000, 000 de toneladas de fierro de alta ley. Teniendo en cuenta que en los próximos años la explotación anual será aumentada a 2'000, 000 de toneladas de mineral de fierro, la vida de la mina será de 100 años.

15. - En la Veta 1 se ha cubicado 3'567, 000 toneladas de mineral de buena ley y 4'379, 000 toneladas de roca, lo que da una relación de roca a mineral de 1,2: 1 justificando así la aplicación del método de Tajo Abierto.

16. - La producción de Acarí alcanza actualmente la cifra de 1'000, 000 de toneladas de mineral de fierro por año. En los próximos años, se piensa duplicar esta cantidad, con lo que el Perú seguirá manteniéndose como segundo productor de mineral de fierro en Sudamérica, con 5'000, 000 de toneladas por año, después de Venezuela (10'000, 000) y antes de Brasil (2'000, 000).

17. - El régimen de extracción diaria es de 10, 000 toneladas de material, de los cuales sólo 4, 500 toneladas corresponde a mineral.

18. - Según las dos consideraciones anteriores, la explotación de la Veta 1 tendrá una duración máxima de 3 años. Esto supone, fundamentalmente, la utilización de dos perforadoras Gardner Denver HT 143; dos palas mecánicas de 2 1/2 yardas cúbicas de capacidad y 12 camiones - volquete de 30 toneladas.



CROQUIS DE LA UBICACION DE LAS MINAS DE HIERRO DE ACARI

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1. - Situación
2. - Accesibilidad
3. - Centros de Aprovisionamiento
4. - Mano de Obra
5. - Fuerza Motriz
6. - Fisiología
 - A. - Atmología
 - a) Acción Atmosférica
 - b) Precipitaciones Atmosféricas
 - c) Acción de los Vientos
 - d) Temperatura
 - e) Clima

1. - SITUACION

Las minas de HIERRO DE ACARI, propiedad de la Compañía Explotadora de Hierro de Acari, se encuentran en el departamento de Arequipa, en la provincia de Caravelí y en el distrito de Acari.

Los depósitos ferríferos y los campamentos están situados hacia el SE, más o menos a 30 kilómetros de la Carretera Panamericana Sur a partir del kilómetro 545. De este punto, parte

una carretera asfaltada en la totalidad de su recorrido (Km. 545 de la Carretera Panamericana Sur - Mina), de cuyas características nos ocuparemos con más amplitud cuando tratemos de la accesibilidad

Hacia el Sur y a 25 kilómetros de los campamentos, se encuentran los distritos de Acarf y Balla Unión; hacia el SW, están Chaviña y el puerto de Lomas y más al sur, el distrito de Yauca. Por el Norte, la ciudad más cercana es Nazca.

Entre los asientos mineros más importantes de la zona, las minas que se pueden tomar en cuenta son, la mina de cobre "La PURISIMA" de propiedad de la Compañía Minera Cobre Acarf, la mina CALPA del Consorcio Minero del Perú S. A. y las minas de Hierro de MARCONA.

2. - ACCESIBILIDAD

Estando la mina y los campamentos a sólo 30 kilómetros de la Carretera Panamericana que une Lima con los departamentos de la Costa sur del Perú, se puede decir que la accesibilidad por vía terrestre es óptima. Al mismo tiempo, los 30 kilómetros que median entre la mina y la Carretera Panamericana y los 26 kilómetros entre dicho punto y el Puerto de San Juan, que ha sido construido para el embarque de los minerales, han sido cubiertos mediante una carretera asfaltada de 9 metros de ancho con un metro de berma a cada lado. Esta carretera ha sido construida especialmente para el transporte del mineral desde la mina al puerto de embarque, lo cual

supone ~~que la de~~ ~~pers~~ sometido a los esfuerzos ocasionados por los "QKENWORTS" de 60 toneladas de capacidad.

Por vía aérea, es igualmente accesible. Para el efecto la compañía tiene un campo de ~~aterrizaje~~ de 1,500 metros de longitud y 75 metros de ancho, que permite el ~~aterrizaje~~ de aviones de pequeña y mediana capacidad.

3. - CENTROS DE APROVISIONAMIENTO

Los ~~principales~~ centros de aprovisionamiento son los distritos de Bella Unión, Acarí y Lomas en lo que se refiere a huevos, leche, carne y pescado. Las verduras y frutas, son llevadas desde Lima por intermedio de la Mercantil, la que se encarga de distribuir los, tanto al Hotel de Empleados como a los obreros, al precio de costo, En lo relativo a los artículos de vestir, la mercantil tiene un buen surtido stock a disposición de todos los servidores de la compañía y a precios de costo.

4. - MANO DE OBRA

La mano de obra en esta mina, se puede ~~calificar~~ como estable. Esto porque la mayor parte de los obreros calificados, como capataces, jefes de guardia, jefes de los diferentes talleres, no son del lugar, sino que han sido contratados de otros centros de trabajo bajo el aliciente de mejores salarios y comodidades.

En cuanto al elemento obrero, estos provienen de diferen-

tes lugares, tales como los departamentos de Ica (Nazca y Palpa), Ayacucho (Cora Cora) y Apurimac (Abancy y Chalhuanca). Es curioso anotar que la cantidad de obreros en la mina, que proceden de los pueblos y distritos más cercanos, es reducida porque casi todos se hallan dedicados a la pequeña agricultura o a la pesca en dichos lugares.

El nivel cultural de los obreros en general es muy bajo, pues, si bien los obreros calificados son individuos que en su mayoría poseen la Instrucción Secundaria completa, su número es muy pequeño comparado con el total de obreros, que se caracterizan por no saber leer ni escribir, aunque dentro de ellos hay elementos que han cursado la Instrucción Primaria o parte de ella.

5. - FUERZA MOTRIZ

La fuerza motriz está constituida por generadores Diesel cuya capacidad íntegra está destinada a satisfacer las necesidades de alumbrado en el campamento, oficinas, e instalaciones, siendo su uso industrial casi nulo, pues las compresoras Ingersoll Rand que se usan para los efectos de la prospección son todas portátiles y con motores a explosión.

6. - FISIOGRAFIA

A. - ATMOSLOGIA

a) Acción Atmosférica

La acción atmosférica es muy notoria en esta zona, sobre todo porque las rocas que están expuestas al exterior son calentadas durante el día por los rayos solares y luego sufren un enfriamiento a veces muy brusco durante la noche. Estos cambios de temperatura traen consigo un desequilibrio entre la dilatación, durante el día, y la **contracción** durante la noche, de los diferentes minerales componentes de las rocas y su consiguiente fracturamiento como consecuencia de su diferente índice de dilatación o contracción dando lugar a la acumulación de fragmentos de roca de formas angulosas.

b) Precipitaciones Atmosféricas

Podemos decir que las precipitaciones lluviosas son casi totalmente ausentes en periodos que varían entre 5 y 10 años, al cabo de los cuales llueve **torrencialmente por excepción**. Esto explica la presencia, en grandes extensiones del terreno, modelados aluviales a lo largo de anchas y profundas quebradas, como son las del "Cardonal", "Los Chilenos", "Las Leonas" y otras, por donde se nota con toda claridad que han corrido grandes volúmenes de aguas aluviales, las cuales se han diseminado en los llanos o pampas.

c) Acción de los Vientos

En general, toda la región está expuesta a la acción de los vientos Alisios que soplan del mar durante el día, algunos de los cuales se llaman Paracas, El transporte de materiales y el esculpido de la superficie de las rocas es tanto menos intenso cuando más nos alejamos del borde de la costa.

d) Temperatura

En cuanto a la temperatura no tenemos datos concretos, pero se sabe que la máxima varía entre 30° C y 33° C y la mínima llega a veces muy cerca de los 0 °C en los meses de Junio y Julio y en las noches.

e) Clima

El clima extremadamente seco, le dá a toda esta región costanera el carácter de un desierto. Esta característica del clima, está naturalmente condicionada por la Corriente de Humboldt que corre cerca y a lo largo de toda la costa occidental de Sud América.

Las neblinas son densas y estacionarias, ocurren durante las horas del día y ascienden a alturas mayores a los 2000 metros. Son de color blanco grisáceo y se movilizan a escasa velocidad, característica que nos permiten clasificarlas como Estratus o nubes mayores y constituídas de vapor de agua.

En las épocas de precipitaciones escasas o nulas, la ne

blina es la única fuente de humedad de esta zona mineralizada como en todo el desierto costanero, lo cual permite una escasa vegetación de arbustos como la Candelabra Cacti y algunas acacias en alturas que varían entre los 900 y 1200 mts. sobre el nivel del mar.

CAPITULO II

GEOLOGIA

1. - Geología General de la Zona
 - A. - Características Superficiales
 - V. - Condiciones de Exposición
 - C. - Estructura Geológica de la Región en General
2. - Geología Económica del área de la Concesión
 - A. - Rocas Adyacentes a la Mena
 - B. - Descripción de los depósitos Minerales.
 - C. - Estudio de la VETA 1
 - a) Generalidades
 - b) Espesor Subterráneo de la Veta
 - c) Apariencia Externa
 - d) Espesor Superficial de la Veta
 - e) Génesis
 - f) Análisis Químico de las Muestras
 - D. - Cubicación del Yacimiento

* * *

1. - GEOLOGIA GENERAL DE LA ZONA

A. - Características Superficiales

Después de recorrer una gran parte de la concesión y de la observación de un plano a curvas de nivel de la región, podemos

indicar que el área de la concesión yace en las faldas y al SW de la Cordillera Occidental. Es una región con muchos valles donde existe una abundante vegetación en épocas de afluencia de agua.

Hacia el Este asciende a alturas comprendidas entre 600 y 1500 metros sobre el nivel del mar; a pocos kilómetros al Norte del área de la concesión, algunos picos ascienden hasta los 2000 metros y posiblemente más.

La región costanera inmediata, semejante a un desierto, forma una planicie que varía desde ligeramente plana a ligeramente montañosa y va ascendiendo desde hacia el norte semejando un techo inclinado de 500 metros de altitud.

Este desierto costanero con pendientes de más o menos 100 metros descende hacia la costa del Océano Pacífico formando unos bandos de terreno mayormente rocoso y arenoso.

De otro lado, todas las quebaadas parecen haberse originado debido a corriente de agua provenientes de lluvias torrenciales. Las huellas de los corrientes de agua en las capas secas se deben naturalmente a las precipitaciones raras que ocurren después de largos períodos de ausencia. Son pues solamente estos cauces, los que emergen de la región central de los Andes y pasan a través del distrito de Acarí, en cuyos terrenos se encuentran la concesión.

En general, los terrenos de toda la región son muy propicias para la agricultura, pero la escasez de agua hace que se encuentre muy limitada, teniendo que recurrirse a la perforación de pozos para el abastecimiento de agua tanto para el consumo de los pobla-

dores como para la agricultura. Estando la concesión minera ubicada en esta zona es lógico pensar que también tiene que afrontar el mismo problema, el que se ha resuelto mediante la instalación de un tanque de agua con una capacidad de 90,000 galones y que es alimentada desde diferentes pozos mediante una flota de camiones cisterna dedicados exclusivamente a este fin.

B. - Condiciones de Exposición

En vista de la ausencia de una cubierta de vegetación y la forma montañosa del terreno, la exposición natural de las rocas dentro del área de la concesión es bastante buena y muy propicia para su estudio. Las pendientes, de una manera general, están cubiertas por capas de diferentes espesores de suelo aluvial, consistente en fragmentos de rocas y de un polvo amarillo seco con algunos escombros rocosos de tamaños más o menos grandes. Como es natural, cerca al fondo de las quebradas, estos fragmentos de rocas cubren la superficie alcanzando espesores bastante grandes, de tal manera que el piso de las quebradas más grandes están rellenas de terreno aluvial que forma capas tanto más potentes cuanto más se va acercando al fondo de las quebradas.

Al alcanzar la planicie costanera ellos se agrandan llegando a formar enormes cubiertas aluviales ligeramente inclinadas que se extienden tomando ancho de algunos kilómetros.

La exposición artificial, creada por las trincheras de

prospección, perforaciones y socavones será referida posteriormente.

C. - Estructura Geológica de la Región en General

Un estudio general de la estructura geológica no resultó muy dificultoso, debido a la exposición relativamente favorable del terreno. Lo que sí hay que lamentar es la ausencia completa de mapas geológicos de la zona de la concesión y también de mapas geológicos en gran escala del territorio vecino.

Sin embargo, con alguna experiencia en mapeo, sería fácil y no tomaría mucho tiempo trazar mapas geológicos especiales del área de la concesión.

Por lo tanto, esta descripción de las condiciones geológicas está basada mayormente en un informe preliminar que para la compañía fue hecho por el Geólogo alemán Dr. Thomé, el que también hizo estudios microscópicos de láminas delgadas de las rocas y de muestras de minerales.

El fondo de la región costanera, que en su mayor parte está cubierta de arena, consiste en un estrato rocoso muy antiguo, de textura cristalina que llega a ser visible hacia el Oeste de los depósitos minerales y sólo muy cerca de la costa, tal como sucede en el antiguo puerto de Lomas, donde además se aprecia claramente una capa de sedimentos jóvenes de margas y también un estrato calcáreo que, según Steiman, posiblemente pertenecen al Cretácico cal Superior o al Terciario,

Según Steiman, en su tratado Geología del Perú, las rocas adyacentes a la mina son referidas como Diorita principalmente y como Andesita y Piroxenita en menor grado.

En el informe preliminar que corresponde al Dr. Thomé y al que ya nos hemos referido líneas antes, usa la designación de Granodiorita para aquellas rocas de grano fino, de carácter manifiestamente andesítico y también para áreas de rocas secundarias (?) ricas en Augita que aparecen más o menos en forma de vetas y que son mucho más jóvenes que la roca principal (?)

De mi observación en el terreno, estoy lejos de señalar la existencia de rocas como la Andesita y la Piroxenita a las que se refieren tanto Steiman como Thomé. Lo que sí se puede asegurar es la prevalescencia de una sola roca eruptiva del tipo de la Granodiorita, y la presencia, muy junto al mineral, de un Anfíbol que puede ser una Tremolita o una Actinolita.

Además, no he llegado a comprender que quiere decir o significar el Dr. Thomé al emplear la designación de Secundaria para las diferentes rocas. Pienso que no debe referirse a la mayor o menor ocurrencia de unas con respecto a otras, más bien parece que su intención ha sido emplear este término para hacer notar diferencia de tiempo en la formación de dichas rocas, pues la Tremolita, que no es roca sino mineral y a la que posiblemente él lo llama Roca Secundaria, y que se presenta en forma de vetas, son acumulaciones posteriores a la roca eruptiva y parecen de un modo general, coincidir en el tiempo y origen, con el proceso de mineralización.

En las regiones más altas, vales decir entre alturas que varían entre los 1800 y 2000 metros o más se encuentran rocas volcánicas, constituídas por lavas semejantes a basaltos, con capas intermedias de tufo ~~da~~ ~~ctico~~ y depósitos de yeso en terrenos de color rojo, lo que hace pensar que dichos terrenos pertenezcan al Piso Barremiano del Cretácico Inferior (?).

2. - GEOLOGIA ECONOMICA DEL AREA DE LA CONCESION

A. - Rocas Adyacentes a la Mena

La Granodiorita en general no presenta importantes trazas de metamorfismo de sus minerales componentes. Esta Granodiorita es de color claro y de grano bastante grueso. Un estudio de las láminas delgadas realizado por Thomé, revela bajo el microscopio, que en su composición internienen principalmente el feldespato básico (Plagioclasa) y en menor proporción el cuarzo y la ortoclasa, pu diendo observarse también augita y minerales de fierro finamente distribuídos y que posiblemente sean de Magnetita.

El mineral de color verde que acompaña a la Magnetita, es un ANFIBOL, Tremolita o Actinolita, que posiblemente proviene de la transformación de un piroxeno altamente ~~ferrifero~~ ~~ferrifero~~. Por lo general se presenta en cristales bien desarrollados, aparentemente en prismas alargados, con brillo perlado,

Sin embargo, dice Thomé, "la Andesita en al campo del microscifo opone al descubierto una textura y de intercrecimiento in-

timo de plagioclasa en forma de aguja y de augita tubular, estando ausentes el cuarzo y la ortoclasa. También se observan minerales finamente distribuidos y que posiblemente sean de magnetita, lo cual ha contribuido en pequeña escala - más o menos en un 10 % - a la estructura de la roca".

La andesita, a la que tanta referencia hace el Dr. Thomé quizás sea aquella que se encuentra en un dike que macroscópicamente parece ser andesítico.

B. - Descripción de los Depósitos Minerales

En el año 1954, el Dr. Thomé, en sus estudios realizados superficialmente en la totalidad del área de la concesión (25, 000) Hs. manifiesta haber descubierto 12 afloramientos de magnetita que los designa del modo siguiente:

1. - Veta la
2. - Veta lb
3. - Veta 2S
4. - Veta 2N
5. - Veta 3
6. - Veta 4
7. - Veta 5
8. - Veta 6
9. - Veta 7
10. - Veta 8
11. - Veta 9

12. - Depósito M (Mancha)

El mismo autor, se encarga de hacer una descripción de las características generales de cada uno de los afloramientos de acuerdo a sus observaciones.

Debido al hecho que actualmente las exploraciones se realizan superficialmente mediante trincheras de prospección y mediante levantamientos de Mapas Magnetométricas, para cuyo efecto se usan los Magnetómetros ARVELA de fabricación Holandesa, se han localizado once vetas que por su longitud y ancho en la superficie o muy cerca de ella, se consideran inicialmente como de importancia económica, sin embargo debemos decir que son los sondajes diamantinos y las labores subterráneas las que han de determinar si son económicamente aprovechables o no.

Estas vetas son las siguientes:

1. - Veta 1
1. - Veta 1A
3. - Veta 2
4. - Veta 4
5. - Veta 5
6. - Veta 6
7. - Veta 11
8. - Veta 12
9. - Veta 15
10. - Veta 16
11. - Depósito M (Mancha)

Las vetas que deberfan indicarse con los números 3 - 7 - 8 - 9 - 10 - 13 y 14, no son consideradas como tales por ahora porque superficialmente no muestran características como para considerarlos como depósitos económicamente explotables.

VETA 1. - De todas las vetas descubiertas, sólo esta ha sido completamente estudiada, cuyos resultados serán expuestos con bastante detalle más adelante.

VETA 1A . - Al momento de elaborar el presente trabajo esta veta era objeto de un estudio superficial y subterráneo, por lo que, dichos resultados no nos es posible consignarlos.

Sin embargo, la observación del Mapa Magnetométrico correspondiente, insinuaba la necesidad de hacer un estudio completo el, que, como ya dijimos está en plena ejecución.

VETA 2 . - Se extiende de 500 a 1000 metros al NE de la Veta 1A, presenta una longitud de exposición de 300 metros hacia el Sur y de 250 hacia el Norte, interrumpida por la quebrada "El Cardonal", cuyo fondo se encuentra rellenado con gran cantidad de rodados de origen aluvial, Justamente, está en esta quebrada el Punto de Partida de toda la conseción. La observación de los Mapas Magnetométricos nos indican claramente que estos dos afloramientos son partes de una veta continua, interrumpida por una cobertura superficial de material aluvial.

VETA 5 . - Yace más o menos a 4000 mts. al Este de los afloramientos descritos anteriormente y a una altura aproximada de 1,500 metros sobre el nivel del mar y en la parte media de una pen-

diente bastante empinada.

Este afloramiento ha sido explorado primero por cuatro trincheras transversales, lo que demostraron que este depósito de magnetita describe un arco de círculo de cerca de 300 metros de longitud. En los extremos, tanto al Sur como al Norte, este depósito parece terminarse, por lo menos esto es lo que se ve superficialmente, pero quizás no sea así, puesto que a travez de todo el arco circular antes mencionando la mineralización es intermitente, es decir que no es continua en toda su longitud. Más abajo, más o menos a 1,300 metros sobre el nivel del mar y en un tramo del arco se encuentran magnetita bastante impura con una potencia promedio de 5 metros y mezclada principalmente con augita y Epidota (?)

Las trincheras 2 y 3, nos muestran una potencia de 7 y 15 metros, respectivamente, de magnetita pura y que continúa hacia el Norte a travez de la pendiente.

Más al norte, se encuentra un barranco rocoso donde se pierde momentáneamente el afloramiento, lo que aparentemente significa que no lo atravieza, pero avanzando en la misma dirección aparecen nuevos lentes de magnetita de magnitudes apreciables en un área bruta de 60 por 120 metros. Aquí es aún más manifiesto lo que se ha observado en las trincheras, pues se aprecia claramente un intercrecimiento de Augita y otros silicatos junto con la roca magmática de color oscuro.

Por último, la trinchera 4 nos muestra claramente la naturaleza lenticular del depósito y la mezcla de mineral y roca adya-

cente con bastante claridad.

Debido a la gran extensión de dicho afloramiento es difícil, a simple vista, precisar la forma circular de dicho depósito. Es el Mapa Magnetométrico respectivo, el que pone de manifiesto tal característica.

VETA 6 . - Se encuentra al Sur de la Veta 5 y separada de ella por más o menos 500 metros de roca estéril. Se extiende según una banda de 300 metros de longitud siguiendo la dirección NNW y

Esta veta ha sido prospectada por cinco trincheras transversales, las que muestran que la mineralización no es continua, por lo menos superficialmente, sino que parece consistir, de acuerpos lenticulares de magnetita, cuyas manchas alcanzan dimensiones de 10 y 15 metros y que desaparecen completamente o en parte en intervalos ocupados por roca estéril completamente.

Es importante anotar, que dentro de la magnetita se encuentran drusas de cuarzo y otros silicatos.

DEPOSITO "M" (MANCHA). - Yace aproximadamente a 1,200 metros de altura sobre el nivel del mar y a 200 metros al Norte de la Veta 1 .

Consiste en una acumulación de bloques de diferentes tamaños de magnetita pura. Su origen, por lo tanto, no puede ser relacionado con el resto de los afloramientos, puesto que a diferencia de éstos no está claramente expuesto. Esto significa, que un mapa geológico nos podría permitir explicar su origen y cualquier relación

que pudiera tener con el resto de los afloramientos.

Un túnel de prospección en una longitud de 95 metros y cuya boca fue ubicada en la parte más baja de la Mancha, no logró cortar ninguna zona mineralizada, lo que estaba significando que el depósito es sólo superficial o, en el caso más optimista, profundiza muy poco.

De esta manera, quedaría establecido su origen como un depósito originado por una acumulación secundaria con respecto al resto de los depósitos.

Sin embargo, es recomendable en este caso hacer una o más chimeneas y labores transversales para disponer de los datos necesarios y suficientes para determinar su origen.

VETAS - 4 - 11 - 12 - 15 y 16 . - De estos depósitos no podemos hacer mayores comentarios, porque la importancia de cada uno de ellos se ha deducido inicialmente solo de la observación de los resultados obtenidos con el Magnetómetro en el campo, faltando aún dibujarse los Perfiles, y los Mapas Magnetométricos, las Trincheras y las respectivas interpretaciones.

C. - ESTUDIO DE LA VETA 1

a) Generalidades

Se ha visto por conveniente presentar el estudio de la Veta 1 separado de las demás, porque hasta el momento es la única que ha sido objeto de un **completo** estudio.

Es considerada por el Geólogo Dr. Thomé, como el depósito mineral principal. Presenta las características de una verdadera veta, a diferencia de las anteriormente descritas, que se caracterizan por su aspecto lenticular e intermitente en la superficie.

La Veta 1, ha sido explorada por la superficie mediante Trincheras de prospección y por métodos magnetométricos; por el subsuelo, mediante perforaciones horizontales principalmente y algunas verticales.

b) Espesor Subterráneo de la Veta

La prospección transversal subterránea muestra los siguientes espesores de mineral en la Veta 1 :

SECCION	ESPESOR MINERAL Mts.	PORCION ESTERIL Mts.
1.- Túnel 933	26.0	2.0
2.- Crucero 933 W	19.0	0.0
3.- Túnel A	25.0	1.0
4.- Túnel B	10.0	4.0
5.- Túnel C	6.0	0.5
6.- Túnel D	25.0	2.0
7.- Túnel E	29.0	2.0

TOTAL DE EXPOSICION 140.0 11.5

$$140.0 - 11.5 = 128.5$$

$$\text{ESPESOR PROMEDIO} = \frac{128.5}{7} = 18.3 \text{ Mts.}$$

c) Apariencia Externa

Este cuerpo mineralizado presenta una exposición total de de 1,000 metros de longitud y que se extiende hacia el Norte en la llamada VETA 1, que está ubicada al W de una profunda quebrada y cuya altura varía de 350 metros, hacia el Sur, hasta 1,700 metros en el Norte.

La dirección de la veta es NORTE - SUR a NORTE 10° OESTE y casi vertical.

En el lado Sur, la veta se inicia con un espesor de 15 metros, emergiéndose de un relleno de origen aluvional. Más hacia abajo se pueden notar las trazas más o menos inciertas de una posible continuación de la veta hacia el Sur, trazas que aún no han sido seguidas.

d) Espesor Superficial de la Veta

Un total de 13 trincheras transversales, de muy buena ejecución y de profundidad conveniente han servido para exponer el curso superficial de la veta, su espesor y la manera de aproximarse a la roca adyacentes,

Los espesores obtenidos a través de estas trincheras nos muestran variaciones grandes, como se podrá observar por los siguientes resultados.:

SECCION	ESPESOR MINERAL Mts.	PORCION ESTERIL Mts.
1.- Exposición en el camino a 850 Mts.	20.0	2.0
2.- Trinchera No. 1 (900 Mts)	14.0	0.0
3.- Trinchera No. 2	13.0	2.0
4.- Trinchera No. 3 (950 Mts.)	16.0	2.0
5.- Trinchera No. 4	26.0	2.0
6.- Trinchera No. 5	24.0	4.0
7.- Trinchera No. 6	30.0	4.0
8.- Trinchera No. 7 (Sobre el túnel 933 y A)	52.0	8.0
9.- Trinchera No. 8	25.0	8.0
10.- Trinchera No. 9 (Sobre el túnel B)	16.0	2.0
11.- Trinchera No. 10	16.0	0.0
12.- Trinchera No. 11 (Sobre el túnel C)	14.0	0.0
13.- Trinchera No. 12 (Sobre el túnel D)	20.0	4.0
14.- Trinchera No. 13 (Sobre el túnel E)	18.0	2.0

TOTAL DE EXPOSICION 304.0 40.0

$$304.0 - 40.0 = 264.0$$

ESPESOR PROMEDIO = $\frac{264.0}{14} = 18.8 \text{ Mts.}$

Como se puede observar claramente, este promedio (13.3 Mts.) es igual al hallado anteriormente en las labores subterráneas (13.3 Mts.)

e) Génesis

Tratar sobre la Génesis de los yacimientos de fierro de Acarfí es en realidad ~~harto difícil~~ en estos momentos, por no haber podido encontrar nada escrito que nos pudiera servir de base para sustentar nuestras apreciaciones. Por otro lado, la falta de un plano geológico del área de la concesión nos priva igualmente de esta posibilidad.

Podríamos sin embargo, dada su cercanía, buscar alguna relación con la génesis de los depósitos de Marcona, que desde su descubrimiento en 1915 por Federico Fuchs, numerosos investigadores han sugerido teorías acerca de su origen.

Actualmente la tesis más generalizada es que en Marcona se trata de un reemplazamiento por soluciones hidrotermales de fierro (F. W. Atchley 1954), que se percolaron a travez de estructuras permeables, como fallas, sustituyendo selectivamente estratos calizo - dolomíticos del paleozoico y enriqueciendo horizontes meta-volcánicos del Jurásico.

F. W. Atchley, señala que los criterios más saltantes para esta apreciación son los siguientes :

- Reemplazamiento selectivo, pues el mineral aflora entre brechas de hornfels, o hornfels y cuarcitas.

- Presencia de actinolita y calcita que parecen ser residuos de reemplazamiento.
- La formación de pirita y cuarzo, que con minerales hidrotermales.
- Diseminación de la magnetita en estratificaciones y fracturas.
- Indicios de estructura sedimentaria en el mineral
- Carencia de cristales de alta temperatura, aún en la zona de contacto con el batolito de granito.

Este origen, parece no corresponder a los depósitos de Acarí, porque a pesar de encontrarse calcita y cuarzo en pequeñas cantidades y sólo en las partes altas, son notorios los siguientes hechos :

- Que el límite entre el mineral y la roca que lo contiene, no es uniforme y en muchos casos no está claramente definido. Así se nota que las prolongaciones laterales del cuerpo mineralizado, a menudo intercrecen con la roca encajonante, lo que ocurre tanto horizontal como verticalmente. Esto se ha demostrado por la observación macroscópica de los testigos obtenidos de las perforaciones del Diamond Drill, de la observación de las trincheras y de las labores subterráneas.
- Que los apófisis de granodiorita de espesor variable constantemente se incrustan dentro de la masa mineral a manera de cuñas completamente estériles. Además se nota con bastante claridad que la roca más básica (Andesita ?), semejante al mineral (Mag

netita), penetra también en la granodiorita en forma de veta, pero sin que el límite entre estas dos rocas esté claramente definido

- Que si bien el cuerpo se encuentra en pequeñas cantidades lo mismo que la calcita, la ausencia de pirita es completa.

Por lo tanto, a pesar que las diversas labores de prospección tanto superficiales como en el subsuelo nos muestran la naturaleza semejante a veta del cuerpo de magnetita denominada VETA 1 y teniendo en cuenta que se caracteriza por :

- El límite irregular y frecuentemente mezclado de las paredes.

- El entrelazamiento e intercrecimiento íntimos entre el mineral y la andesita (?) que puede ser llamada, quizás impropriamente, roca encajonante.

- La presencia de rocas eruptivas de un período posterior

Nos inclinamos a pensar que estos hechos son indicadores de que el mineral no penetró en una fisura pre-existente y tectónicamente bien definida, como podría ser una falla por ejemplo. Más bien parece que estamos ante la presencia de una mineralización producida por una ocurrencia en profundidad y cerca del magma que tuvo lugar primitivamente y después de la solidificación de la roca andesítica.

f) Análisis Químico de las Muestras

Desde el año 1954 el mineral de Acarfí ha sido sometido a numerosos análisis centralizados todos a la determinación del

porcentaje de fierro.

Existen análisis de muestras extraídas de cada uno de los túneles. Sin embargo, esta información es incompleta porque no se sabe como han sido tomadas dichas muestras, por no haberse encontrado la documentación respectiva.

Así se sabe que las muestras 933A y 933E fueron llevadas a Europa por el Dr. Wally, quien las envió a la Düsseldorf, donde fueron examinados en el Laboratorio Químico de Mannesmann en Duisburg - Huckingen, con los siguientes resultados.

MUESTRA 933 A

Fe	64.20 %
Mn	0.11 %
P	.0.06 % (0.056 %)
SiO ₂	5.26 %
CaO	1.70 %
SO ₄	0.06 %
MgO	0.98 %
Al ₂ O ₃	0.84 %
CO ₂	0.10 %
Cu	0.02 %

MUESTRA 933 E

Fe	66.00 %
Mn	0.08 %
P	0.19 %
SiO ₂	2.98 %
CaO	1.40 %
SO ₄	0.06 %
MgO	0.43 %
Al ₂ O ₃	0.54 %
CO ₂	0.50 %
Cu	0.01 %

Posteriormente, en Junio de 1956, se hizo un análisis completo de los minerales de Acarf en el Laboratorio del Dr. Wies con los siguientes resultados.

Fe ₃ O ₄	55.110 %	65.150 % Fe.
Fe ₂ O ₃	36.150 %	
MnO	0.090 %	(0.04 % Mn)
SiO ₂	4.250 %	
CaO	1.170 %	
MgO	1.100 %	
I ₂ O ₃ (?)	0.300 %	
TiO ₂	0.202 %	

F ₂ O ₅	0.042	%
SO ₃	0.720	%
CO ₂	0.300	%
H ₂ O de combinacion	-----	
AlK	Negativo	
F	Negativo	
As	Negativo	

99.994 %

Cu Solo trazas, bajo un análisis espectrográfico
Pb Solo Trazas, bajo un análisis espectrográfico
Zn Solo trazas, bajo un análisis espectrográfico

Del túnel 933, sólo se tiene un análisis breve ocon los si
guientes datos :

Cuerpo de mineral	26 metros
Mineral bueno	24 metros
Contenido máximo de Fe	65.20 %
Contenido mínimo de Fe	3.90 %
Promedio total de Fe	60.06 %

Posteriormente en el túnel A se sacaron 14 muestras pa
ra analizarlas sólo por Fe y P, con los siguientes resultados :

MUESTRA No. B	CORTE MUESTRA Mts.	CONT. Fe %	CONT. P %
1	3.00	68.20	0.041
2	1.10	51.30	0.015
3.	0.30	65.80	0.014
4.	1.30	12.95	0.052
5.	2.90	65.20	0.033
6.	3.00	65.20	0.036
7	2.30	61.34	0.069
8	0.40	45.09	0.492
9	1.10	63.17	0.070
10	2.00	67.69	0.061
11	0.30	11.25	0.320
12	3.00	65.33	0.134
13	3.00	66.72	0.168
14	0.50	31.73	0.078
PROMEDIOS	24.50	60.10	0.081

El sorprendente alto contenido de Fósforo encontrado en las muestras 3 y 11 está en contraste con el contenido bajo de fierro.

Como claramente puede observarse, estas anomalías pertenecen a zonas pequeñas anormalmente desarrolladas en el cuerpo mineral total. Esto puede indicar que el contenido de Fósfor muestra tales porcentajes altos no deseados, solamente donde no existe magnetita pura, en caso contrario el contenido de Fósforo es considera

blemente más bajo como se observa en las demás muestras.

D. - CUBICACION DEL YACIMIENTO. -

Estando la exploración en plena etapa de trabajo, es prematuro hablar de la cubicación de todo el yacimiento, sin embargo se considera que existen de 150 a 200 millones de toneladas de mineral de hierro de alta ley (Superior al 60 %). La única veta que está cubicada en su totalidad es la Veta 1, que arroja un total de 3'600, 000 toneladas de hierro, como se podrá ver más adelante.

FOTOGRAFIA No. 1

DIKE DE ANDESITA (?) EN EL EXTREMO SUR

DE LA VETA 1



CAPITULO III

EXPLORACION

1.- Prospección Geofísica Magnetométrica

A) Generalidades

B) Descripción del Método Empleado

C) Perfiles y Mapas Magnetométricos

D) Interpretaciones

o

1.- PROSPECCION GEOFISICA MAGNETOMETRICA

A) Generalidades

Los métodos Geofísicos se aplican en la exploración por minerales de hierro, utilizando una serie de fenómenos físicos que caracterizan a ciertos depósitos minerales y a algunas estructuras geológicas.

Tomando medidas físicas convenientes, es posible evidenciar la presencia de masas mineralizadas conteniendo hierro y las probables extensiones de las mismas si es que ellas están cubiertas por una capa de roca o suelo.

En la exploración por minerales de hierro, el método Geofísico está basado en las propiedades magnéticas de dicho mineral.

La aplicación de instrumentos tales como la Aguja Inclinatoria, el Magnetómetro y el Aeromagnetómetro han probado ser muy útiles en la exploración geológica. Se aplican en dichas exploraciones utilizando el campo magnético de la tierra, que es un campo de fuerza natural y que tiene su punto máximo en los Polos Magnéticos más o menos 0.63 Gauss y en el Ecuador Magnético 0.39 Gauss.

La unidad utilizada para todos los efectos de la exploración es el Gamma (γ) equivalente a 1/100,000 Gauss.

Los métodos Gravimétricos, Eléctricos, Electromagnéticos y otros más, son usados en menor escala.

En cuanto a la presición de un levantamiento magnético ya sea terrestre o aéreo podemos establecer que:

La presición de un levantamiento magnetométrico terrestre puede ser muy alta, dependiendo del método topográfico usado, desde el Teodolito y el Nivel al cartaboneado de pasos con Brújula y Aneroide.

La presición de un levantamiento aeromagnetométrico, por otro lado es afectada por varios factores, el más importante de los cuales es la presición del plano del área mapeada.

B) Descripción del Método Empleado

En las exploraciones magnetométricas de la Mina de Hierro de Acarí, se ha empleado el Levantamiento Magnético Terrestre, midiendo en el terreno la componente vertical del campo magnético

de la tierra, mediante los magnetómetros "ARVELA" de fabricación Holandesa.

En zonas donde no hay afloramientos se hace un "barrido" con un magnetógrafo, para localizar los lugares de grandes anomalías.

Una vez localizadas se establece una "Línea de Base", que sigue más o menos la dirección de las anomalías, a lo largo de la cual y a intervalos de 100 metros se establecen las "Estacadas" o sean líneas transversales a la Línea de Base y a ambos lados de ella con estacas colocadas cada 20 metros.

Luego con el Magnetómetro ARVELA se hacen las lecturas correspondientes en cada una de las estacas y una vez hecha la corrección de Estación de Base, que es la única que se toma en cuenta, se dibujan los perfiles respectivos y si ellos nos muestran variaciones dignas de tomarse en cuenta, se establecen las estacadas cada 20 metros con estacas a intervalos de 5 metros.

Se efectúan las lecturas correspondientes, se dibujan los Perfiles y luego los Mapas Magnetométricos, a partir de los cuales se puede propiciar un programa de perforación exploratoria.

C) Perfiles y Mapas Magnetométricos

Con los datos obtenidos en el campo, vamos al gabinete y realizamos la corrección de Estación de Base, convertimos las uni-

dades corregidas en gammas, para lo cual basta multiplicarlo por 40, que es la constante del aparato, dibujamos los Perfiles correspondientes en papel milimetrado y finalmente los Mapas Magnetométricos uniendo puntos de igual intensidad magnética, obteniendo así un mapa de líneas isomagnéticas.

Los Mapas Magnetométricos de las vetas consideradas individualmente se hacen a la escala de 1/400 y el mapa general de todas las vetas a la escala de 1/10,000.

Para mejor ilustración, acompañamos las siguientes hojas de datos tomados en el campo, luego estos mismos datos corregidos y reducidos los valores encontrados a gammas, y finalmente los perfiles correspondientes.

LEVANTAMIENTO MAGNETOMETRICO

Magnetómetro: ARVELA No.

K = 40

Fecha:

Operador:

VETA No. 5 - LINEA No. 19					
Estaca	Hora	Lec. Dir.	Lec. Corr.	Gammas	Observ.
Est. Base	8 a.m.	349	347	----	
25 W		380	+ 33	1320	
20		382	+ 35	1400	
15		386	+ 39	1560	
10		388	+ 41	1640	
5		393	+ 46	1840	
LB	8 y 18	389	+ 42	1680	
5 E		373	+ 26	1040	
10		406	+ 59	2360	
15		400	+ 53	2120	
20		382	+ 35	1400	
25		388	+ 41	1640	
30		397	+ 50	2000	
35		387	+ 40	1600	
40		387	+ 40	1600	
45		374	+ 27	1080	

Estaca	Hora	Lec. Dir.	Lec. Corr.	Gammas	Observ.
50	8 y 48	113	- 234	9360	
55		244	- 103	4120	
60		325	- 22	880	
65		294	- 53	2120	
70		203	- 144	5760	
75 E		172	- 175	7000	
80		245	- 102	4080	
85		391	+ 44	1760	
90		397	+ 50	2000	
95		398	+ 51	2040	
100	9 y 18	399	+ 52	2080	
Est.Base		345	347	----	

VEITA No. 5 - LINEA No. 20

Estaca	Hora	Lec. Dir.	Lec. Corr.	Gammas	Observ.
Est.Base	9 y 30	345	345	----	
100 E		277	- 68	2720	
95		201	- 144	5760	
90		321	- 24	960	
85		321	- 24	960	
80	9 y 45	334	- 11	440	
75		278	- 67	2680	
70		285	- 60	2400	
65		348	+ 3	120	
60		261	- 84	3360	
55		368	+ 23	920	
50	10 y 03	261	- 84	3360	
45		357	+ 12	480	
40		351	+ 6	240	
35		351	+ 6	240	
30		351	+ 6	240	
25		358	+ 13	520	
20		363	+ 18	720	
15		368	+ 23	920	
10		376	+ 31	1240	

Estaca	Hora	Lec. Dir.	Lec. Corr.	Gammas	Observ.
5	10 y 33	375	+ 30	1200	
L-B		376	+ 31	1240	
5 W		374	+ 29	1160	
10		371	+ 26	1040	
15		373	+ 28	1120	
20		374	+ 29	1160	
25		372	+ 27	1080	
Est.Base	10 y 55	345	345	---	

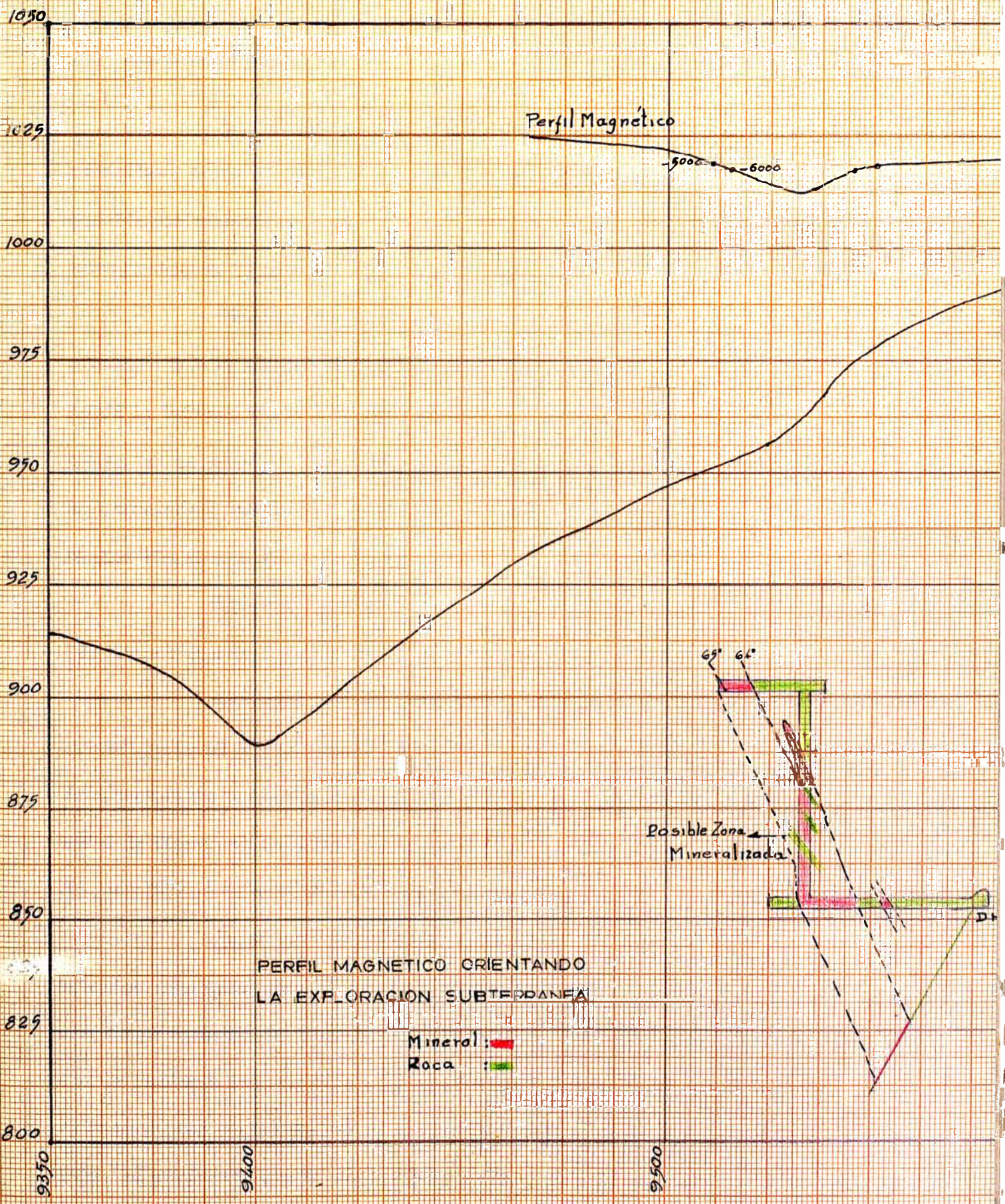
VETA No. 5 - LINEA No. 21					
Estaca	Hora	Lec. Dir.	Lec. Corr.	Gammas	Observ.
Est. Base	11 a.m.	345	347	----	
25 W		373	+ 26	1040	
20		369	+ 22	880	
15		368	+ 21	840	
10		370	+ 23	920	
5		372	+ 15	600	
IB	11 y 20	372	+ 15	600	
5 E		372	+ 15	600	
10		369	+ 12	480	
15		370	+ 13	520	
20		370	+ 13	520	
25		378	+ 31	1240	
30		346	- 1	40	
35		359	+ 12	480	
40		353	+ 16	640	
45		345	- 2	80	
50	11 y 55	345	- 2	80	
55		344	- 3	120	
60		335	- 12	480	
65		327	- 20	800	
70		342	- 5	200	

Estaca	Hora	Lec. Dir.	Lec. Corr.	Gammass	Observ.
75		335	- 12	480	
80		352	+ 5	200	
85		340	- 7	280	
90		331	- 16	640	
95		307	- 40	1600	
100	12 y 30	185	- 162	6480	
105		225	- 122	4880	
110		292	- 55	2200	
115		297	- 50	2000	
120		318	- 29	1160	
125		297	- 50	2000	
130		220	- 127	5080	
135		347	- 0	----	
140		383	+ 36	1440	
145		384	+ 37	1480	
150	1 p.m.	383	+ 36	1440	
Est.Base		349	347	----	

VENTA No. 5 - LINEA No. 22

Estaca	Hora	Lec. Dir.	Lec. Corr.	Gammas	Observ.
Est.Base	2 p.m.	349	350	----	
150 E		296	- 54	2160	
145		284	- 66	2640	
140		344	- 6	240	
135		345	- 5	200	
130		345	- 5	200	
125		353	+ 3	120	
120		358	+ 8	320	
115		356	+ 6	240	
110		352	+ 2	80	
105		353	+ 3	120	
100		356	+ 6	240	
95		355	+ 5	200	
90		351	+ 1	40	
85		351	+ 1	40	
80		355	+ 5	200	
75		351	+ 1	40	
70		351	+ 1	40	
65		351	+ 1	40	
60		350	0	0	
55		351	+ 1	40	

Estaca	Hora	Lec. Dir.	Lec. Corr.	Gammas	Observ.
50		352	+ 2	80	
45		356	+ 6	240	
40		335	- 15	600	
35		349	- 1	40	
30		343	- 7	280	
25		352	+ 2	80	
20		355	+ 3	120	
15		352	+ 5	200	
10		353	+ 6	240	
5		354	+ 4	160	
L.B.		357	+ 7	280	
5 W		357	+ 7	280	
10		359	+ 9	360	
15		361	+ 11	440	
20		362	+ 12	480	
25		360	+ 10	400	
Est. Base		351	350	---	



PERFIL MAGNETICO ORIENTANDO
LA EXPLORACION SUBTERRANEA

D.- Interpretaciones

Las observaciones realizadas con el Magnetómetro se compilan, como ya dijimos, en planos de contornos magnéticos o Mapas Magnetométricos y en una serie de perfiles magnéticos, siendo su interpretación basada en las mismas teorías fundamentales.

Para la interpretación de estos resultados hay que tener presente que la extensión areal e intensidad de la anomalía magnética, no dá la indicación de las posibilidades económicas del material que causa tal anomalía. Así, una roca que contenga magnetita de calidad no comercial, puede dar lectura muy por encima de la cantidad de magnetita presente en la roca.

En contraste a esto, la intensidad de la anomalía puede ser menor que la cantidad de magnetita existente.

Además, las anomalías individuales dan una guía para investigaciones posteriores. De tal manera, podemos decir que el levantamiento magnético, no nos permite por si solo descubrir depósitos de hierro de carácter comercial, pero sin embargo es un método muy útil en la exploración por minerales de hierro.

En el caso de la Mina de Hierro de Acarfí, los levantamientos magnetométricos han localizado las vetas de mineral mostrando su orientación casi general de Sur a Norte. Su correlación con la geología regional hizo inferir la presencia de pequeñas fallas, el buzamiento y algunas veces la profundidad de los depósitos. Además, el contraste con la roca circundante a la mineralización es bien

marcada, como para excluir exploraciones posteriores en áreas con baja intensidad magnética.

PERFIL LONGITUDINAL

LINEA 22

+800

OX

BL

-800

-1600

-2400

+1600

100 E

200 E

LINEA 21

OX

BL

-800

-1600

-2400

-3200

-4000

-4800

-5600

-6400

+1600

100 E

200 E

LINEA 20

OX

BL

-800

-1600

-2400

-3200

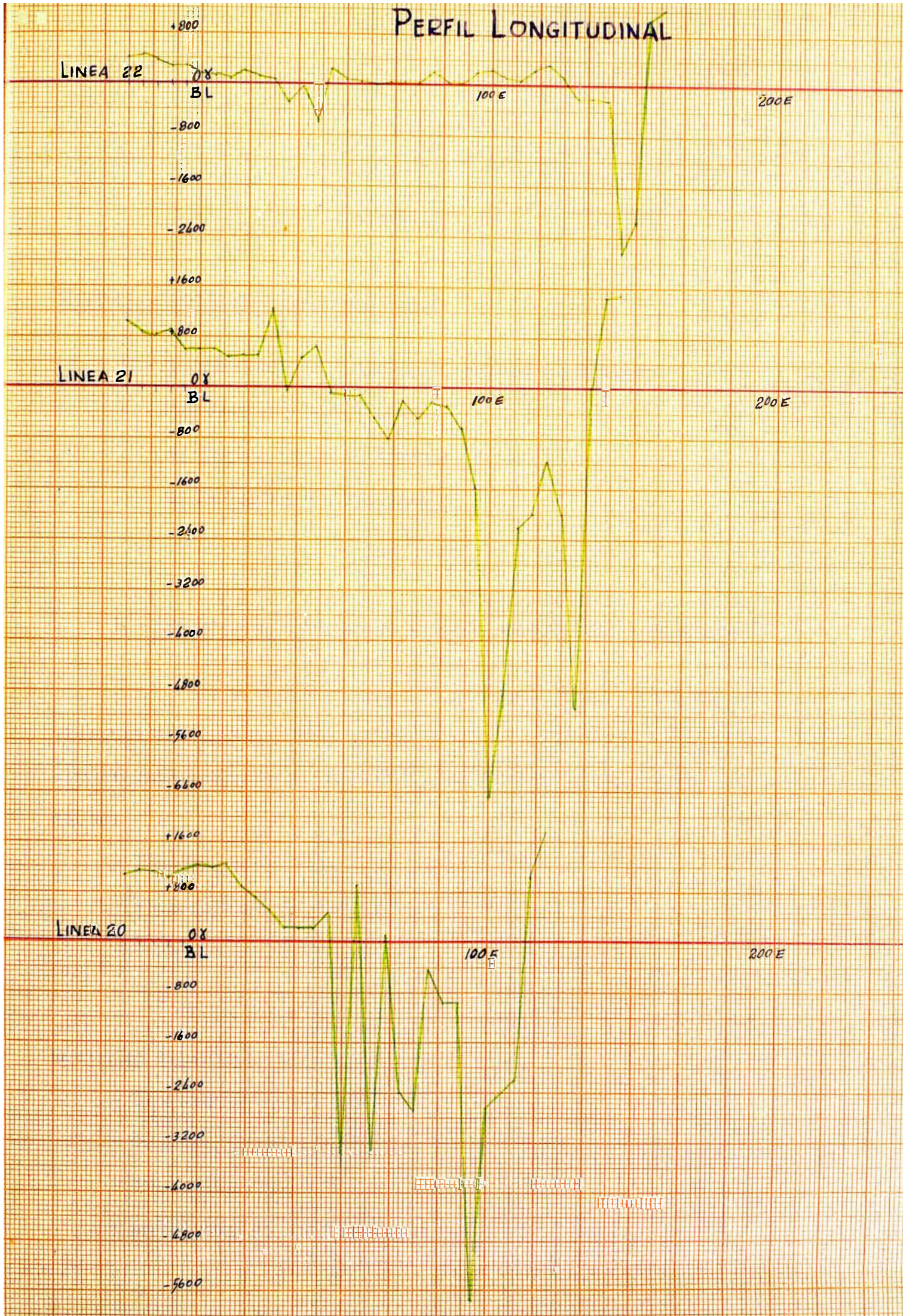
-4000

-4800

-5600

100 E

200 E



LINEA 19

08
BL

100 E

200 E



CAPITULO IV

INSTALACIONES DE LA COMPAÑIA

1.- Instalaciones de Vivienda, Servicios y Oficinas

2.- Instalaciones Industriales

A) Instalaciones Auxiliares

B) Instalaciones Principales

o

1.- INSTALACIONES DE VIVIENDA, SERVICIOS Y OFICINAS

En este aspecto hay que reconocer que la compañía, se preocupa bastante por dotar a sus servidores de las comodidades más apremiantes, como es la vivienda. Está dividida en tres grupos, a saber:

- Vivienda para empleados casados.
- Vivienda para empleados solteros.
- Vivienda para obreros.

En lo referente a Servicios y Oficinas, la Compañía cuenta con las siguientes instalaciones.

- Un comedor para empleados.
- Un comedor para obreros.
- Una enfermería.
- Un Hospital en construcción.

- Una mercantil.
- Oficinas para la Gerencia, de Tiempo y de Ingenieros.

2.- INSTALACIONES INDUSTRIALES

A) Instalaciones auxiliares

Son las siguientes :

- Un Almacén General.
- Un taller de Mecánica.
- Una Carpintería.

B) Instalaciones principales

Entre estas tenemos :

- Una Planta Trituradora.
- Generadores Diesel.
- Un Muelle para el embarque de mineral.
- Un Transportador Mecánico, con una capacidad de embarque de 2,000 toneladas por hora.

FOTOGRAFIA No. 2

ALMACENES Y BASE DE LA CHANCADORA

EN CONSTRUCCION



CAPITULO V

PROYECTO DE EXPLOTACION A TAJO ABIERTO DE LA VETA 1

1. - Sumario
2. - Explicaciones
3. - Perforación y Voladura
4. - Transporte
5. - Aspecto Económico
6. - Tablas
7. - Ilustraciones

-----*-----

A. - PLANEAMIENTO DEL PROYECTO

a) Cortes a Tajo Abierto

Este método se emplea para explotar depósitos minerales que afloran a la superficie o que están muy cerca de ella. En el caso que el depósito se encuentra debajo de la superficie, la sobrecarga y el encapado estéril, se quitarán previamente a la apertura de los cortes, operación esta que es conocida con el nombre de Desencapado o Stripping.

Es evidente que el límite del desencapado debe extenderse más allá del límite del mineral, lo cual permitiría dar

espacio suficiente a los bancos e impedir la caída de mineral de sobrecarga al área de trabajo.

Para el caso del acarreo del mineral extraído, ya sea por medio de locomotoras o de volquetes, serán necesarios excavaciones adicionales con gradientes adecuadas para facilitar el acceso con fines de acarreo.

El factor preponderante para decidir si una mina debe trabajarse a Tajo Abierto o por métodos subterráneos, es el de orden económico, teniendo presente que el límite económico para la explotación a Tajo Abierto se alcanza sólo cuando el costo unitario total para extraer una tonelada de mineral, es igual al mismo costo obtenido al aplicar un método subterráneo cualquiera. Estos costos incluyen los de Preparación, Remoción de Material Estéril, Desarrollo, Extracción, Equipo, Intereses y Amortización del Capital.

Otro factor importante es la relación de Mineral a Roca puesto que nos permite determinar la preferencia de uno u otro método y señalar, al mismo tiempo, el límite económico de la extracción a Tajo Abierto.

b) Ventajas y Desventajas

Como todos los métodos, la explotación a Tajo Abierto ofrece ventajas e inconvenientes que dependen de una serie de factores tales como las características del depósito mineralizado, las condiciones climáticas del lugar y otros.

Teniendo presente las consideraciones anteriores, las ventajas que ofrece este método las podemos resumir en las siguientes :

- Gran flexibilidad de operación,
- Producción en gran escala
- Gran mecanización,
- Fácil supervisión,
- Bajo costo de operación, y
- Eliminación de los riesgos propios de la minería subterránea.

Las desventajas, tanto de orden técnico como económico son los siguientes :

- Requiere un gran desembolso de capital para la mecanización de la mina.
- Cuando hay una gran cantidad de sobrecarga, es necesario hacer inicialmente grandes inversiones para la operación de desencapado,
- Espone a los trabajadores a las condiciones atmosféricas de lugar.
- En zonas de fuertes precipitaciones, las inundaciones en los cortes ocasionan problemas muy serios, y Los depósitos de desmonte ocasionan problemas cuando el terreno es llano o se dispone de poco espacio.

En el caso particular de la Mina de Hierro de Acarí, las tres consideraciones últimas, no significan prácticamente ningun

na desventaja, puesto que se cuenta con un clima seco, ausencia casi total de fuertes precipitaciones y suficiente espacio para depositar los desmontes.

c) Selección del Equipo Mecánico

La forma y el tamaño del yacimiento, unidos al régimen de extracción deseado, son los que determinan la selección del Equipo de Explotación que deberá usarse.

De tal manera, si los depósitos son de gran tamaño, amplios y de mineralización continua, es decir, que durante el trabajo no requieran el frecuente traslado de las unidades, estas deberán ser grandes y pesadas.

En cambio, cuando los depósitos son pequeños, angostos o distribuidos en una gran extensión, como sucede en las Minas de Hierro de Acarí, la tendencia es la de usar unidades de menor tamaño y de gran movilidad.

En la explotación por bancos, la Pala Mecánica es la unidad central, por lo que la altura de los bancos debe ser tal que no afecte su rendimiento, debiendo ser además, los cortes amplios y accesibles a ella.

Los volquetes o el equipo de acarreo, están subordinadas a las características de las palas, las que determinan sus dimensiones y capacidad.

Las perforadoras, deben sobrepasar con cierta amplitud

la altura de los bancos.

d) Trazos de los Bancos por Explotar

Las informaciones suministrada por las secciones transversales, concernientes a forma, tamaño, modo de presentación y calidad del depósito, nos permiten elaborar un plan de explotación que se puede seguir sin cambiar desde el Banco más superior al más inferior. Así mismo, se determinan las bermas de protección que deben tener los siguientes datos

- Calidad e mineral,
- Tonelaje en cada Banco,
- Volumen de roca, y
- Carreteras y accesos que nos permitan una cómoda extracción.

Una vez determinada la altura de los bancos, que es dependiente del equipo mecánico, se procederá a la localización de sus cotas respectivas que nos permitan la máxima extracción.

Se dibuja sobre un papel transparente líneas horizontales equidistantes según la altura de los bancos y se proyecta sobre las diferentes secciones. Mediante un movimiento vertical de sube y baja del papel transparente se escogerán las cotas de los bancos que nos permitan la mejor explotación por Banco y en conjunto.

Luego de localizar las cotas de los bancos respectivos, hay que proyectarlos en cada una de las secciones transversales, di

bujando al mismo tiempo el ángulo de reposo de los cortes que nos van a permitir extraer el mineral mostrado en dicha sección.

Después de poner los ángulos de reposo y las bermas de los cortes, en todas las secciones transversales, se hará la proyección horizontal, lo cual nos da un plan de explotación preliminar, pues nos revelan hechos que no son mostrados por las secciones y que son necesarias corregirlas.

Finalmente se hará una sección longitudinal mostrando todos los bancos.

e) Carreteras y Accesos

Tanto las carreteras como los accesos, que permitan la fácil operación de las palas y volquetes en la extracción de mineral y desmonte, requieren un ordenado planeamiento.

Las carreteras deben ser tales que permitan el doble tráfico, lo cual significa que para volquetes de 20 y 30 toneladas deben usarse carreteras de 15 metros de ancho. Se debe tener especial cuidado con las pendientes, que no deben ser mayores del 7 %, y en las curvas que deben ser lo suficientemente amplias y con gradientes del 7 % ó menos.

Los accesos, son en sí ranflas de subida o bajada, que permiten llegar al piso de los bancos por explotar. El ancho de los accesos, es generalmente mayor que el de las carreteras, pues deben permitir dar vuelta a los volquetes dentro de la misma ranfla.

Para bolquetes de 30 toneladas, se recomienda ranflas de 30 metros.

Los accesos deben seguir la masa mineralizada y siempre que fuera posible a lo largo de las cajas. De preferencia se suele utilizar la caja piso, porque esto permite profundizar la explotación sin afectar la posición de los accesos y porque además tiene la gran ventaja de preceder la extracción de mineral.

Hay, sin embargo, casos en que debe preferirse utilizar la caja techo para los accesos, como cuando se conoce con seguridad la profundidad del mineral explotable y si se necesita un desarrollo más amplio antes de extraer el mineral.

Otra consideración de importancia es que antes de llegar al piso, las ranflas deben abrirse en abanico ampliando su frente de ataque.

Finalmente, las carreteras y accesos deben formar un conjunto mínimo de longitud de acarreo entre el depósito y la planta de tratamiento.

f) Cubicación de Mineral y Roca . -

Una vez que en las diferentes secciones se ha determinado el límite del mineral y de la roca, ellas quedan listas para planimetrar.

Para hallar los volúmenes, se considera que las secciones extienden su influencia hasta el plano que pasa por el punto intermedio de las secciones adyacentes. Estos volúmenes multiplicados

por las densidades correspondientes (Mineral y Roca) nos dan los tonelajes, cuyas sumas totales nos dan la relación de Roca a Mineral.

g) Ubicación de los Depósitos de Desmonte . -

Al iniciarse la explotación, mientras el mineral se envía a la planta de chancado o de beneficio, el material estéril se deposita en lugares convenientes.

Es evidente, que debe tratarse que estos depósitos estén ubicados lo más cerca posible al lugar de trabajo, lo cual permitirá acortar la longitud de acarreo.

Son lugares ideales de acumulación de desmontes las depresiones naturales en la topografía del terreno.

En general se deben seleccionar los lugares más adecuados para depositar el material estéril, calculando su volumen esponjoso por el manipuleo a que es objeto y de acuerdo a las consideraciones anteriores.

h) Minería Subterránea

Como se puede observar en todas las secciones transversales, la mineralización continúa aún por debajo del piso inferior. Esto está justificado, porque de haber bajado los bancos hasta el límite inferior de la mineralización, habría aumentado el volumen de roca por extraer con el consiguiente aumento de la relación de roca a mineral, pudiendo llegar a ser tan grande que ya no sea económico

el empleo del método de Tajo Abierto.

Esto no significa que dicho mineral no ha de ser extraído, porque el límite económico del método no lo permite, sino que deberá ser explotado posteriormente, puesto que resulta relativamente fácil emplear métodos subterráneos para extraerlos a partir del borde de los bancos.

B. - INFORMACION UTILIZADA

El presente proyecto de explotación a Tajo Abierto, se ha hecho basándose en las más recientes informaciones sobre las alturas, profundidad, potencia y leyes de los cuerpos mineralizados, que fueron obtenidas mediante Prospecciones Magnetométricas, Sondeos Diamantinos, Labores Subterráneas y Muestreos.

C. - CONCLUSIONES

1. - Toneladas de mineral : 3567,000

2. - Toneladas de roca : 4379,000

Relación 1,2 toneladas de roca por tonelada de mineral.

2a. - Extracción diaria : 10,000 toneladas de material, correspondiendo ~~a solo~~ 4,500 toneladas a mineral

3. - De acuerdo al régimen de extracción, se usarán, 3 perforadoras Gardner Denver modelo DH 143 con broca de 5", 2 Palas Diesel de 2.5 yardas cúbicas y 12 camiones - volquete de 30 toneladas de capacidad

4. - La carretera de transporte, debe tener una gradiente máxima de 7 %; esto es aceptable porque los camiones - volquete están acondicionados con frenos hidráulicos.
5. - La distancia ~~vertical~~ entre los puntos finales de los bancos es de 21 metros divididos en tres bancos intermedios de 7 metros de altura cada uno.

D. - RECOMENDACIONES

1. - Los taladros de perforación deben tener como mínimo 5 pulgadas de diámetro.
2. - Usar una mezcla explosiva que sea la de mayor rendimiento, como la experiencia con las condiciones de la roca lo permitan.
3. - Para los propósitos de la explotación, cubicación y control, hacer los planos y las secciones transversales a la escala de 1 : 200

2. - EXPLICACIONES

A. - FACTORES USADOS

1. - La separación entre las secciones transversales no es uniforme, debido a que ha sido determinada tomando en cuenta la mayor o menor uniformidad de la veta.
2. - Las zonas mineralizadas han sido trazadas después de estudiar conjuntamente los datos proporcionados por :
 - Perfiles magnetométricos
 - Sondajes diamantinos (Drill Hole), y
 - Labores subterráneas.
3. - Las bermas son de 10 metros de ancho, lo cual permite el tráfico libre y simultáneo de los volquetes en doble sentido.
4. - Los bancos intermedios tendrán una altura mínima de 7 metros.
5. - La altura de los bancos finales será de 21 metros.
6. - La inclinación de los bancos se ha estimado en 80° , lo que significa 21 metros de vertical por 3 metros de horizontal.
7. - El ancho mínimo del piso inferior será de 15 metros.
8. - Los taladros serán de 5 pulgadas o más si es que

así lo precisara la experiencia.

9. La carretera de transporte debe tener una gradiente máxima de 7 %, excepto en las curvas donde debe ser de 7 % o menos.

B. - SELECCION DE LA ALTURA DE LOS BANCOS

La altura de los bancos lo hemos considerado en 21 metros entre los puntos inicial y final. Esto siempre que sea posible de acuerdo al límite inferior del mineral, pues en caso contrario se tiene secciones con alturas mínimas en las partes bajas.

La altura de 7 metros para los bancos intermedios, ha sido determinada de acuerdo al equipo que ha de utilizarse en la excavación, carga y transporte (Wagon Drills, Falas Mecánicas y Camiones Volquete).

C. - RESERVAS DE MINERAL Y CANTIDAD DE ROCA

Las reservas de mineral y la cantidad de roca que serán necesarias arrancar durante el proceso de la explotación, se han calculado a partir de las diferentes secciones y con la ayuda de un Planímetro y aplicando la siguiente fórmula :

$$\text{Tons. Mineral} = \text{Area Sección} \times \text{Ar. Influencia} \times \text{Densidad.}$$

La reserva total encontrada de este modo, ha sido disminuída en un 10% debido a las pérdidas que puedan haber durante el

proceso de arranque y extracción del mineral. Al mismo tiempo, esta cantidad ha sido aumentada al total de desmonte.

De acuerdo a las consideraciones anteriores tenemos :

Toneladas Netas Mineral Calculado 3'567,000

Toneladas Roca Calcualdo 4'378,000

Relación de Roca a Mineral : 1,2 : 1

D.- LIMITE SUPERIOR (COORDENADAS Y ELEVACIONES)

SECCION	COORDENADAS		ELEVACIONES		ANCHO
	W	E	W	E	
N 8790	9229	9295	874	889	66
8850	9212	9295	893	909	83
8900	9232	9278	912	919	46
8940	9233	9287	925	932	54
9000	9213	9287	945	947	74
9035	9187	9272	952	957	85
9095	9171	9255	972	965	84
9125	9189	9265	981	967	76
9185	9185	9271	1001	970	86
9250	9192	9253	1007	977	61
9325	9191	9248	1008	977	57
9360	9179	9226	1022	991	27
9400	9175	9215	1030	1000	30
9440	S/M	----	----	----	--
9485	9112	9179	1074	1030	67
9535	9081	9165	1101	1044	84
9575	9066	9164	1110	1047	98
9610	9033	9142	1129	1063	109
9660	9007	9127	1149	1075	120
9700	8979	9089	1186	1113	96
9740	8961	9082	1211	1127	139

E.- LIMITE INFERIOR (COORDENADAS Y ELEVACIONES)

SECCION	COORDENADAS		ELEVACION	ANCHO
	W	E		
N 8790	9254	9269	850	15
8850	9242	9257	850	15
8900	9249	9264	886	15
8940	9247	9262	900	15
9000	9246	9261	907	15
9035	9230	9245	907	15
9095	9225	9240	921	15
9125	9230	9249	921	19
9185	9230	9252	921	22
9250	9221	9238	949	17
9325	9220	9235	949	15
9360	9209	9224	970	15
9400	9191	9206	991	15
9440	S/M	----	---	--
9485	9150	9165	1005	15
9535	9133	9149	1005	16
9575	9123	9138	1005	15
9610	9099	9114	1005	15
9660	9079	9101	1033	22
9700	9057	9072	1068	15
9740	9037	9052	1068	15

F.- ALTURA DE LOS BANCOS

S U R		N O R T E	
FINAL	INTERMEDIO	FINAL	INTERMEDIO
850	858 ----	1005	1012 1019
865	872 879	1026	1033 1040
886	893 900	1047	1054 1061
907	914 921	1068	1075 1082
928	935 942	1089	1096 1103
949	956 963	1110	1117 1124
970	977 984	1131	1138 1145
991	998 1005	1152	1159 1166
1012	----- -----	1173	1180 1187
-----		1194	

G.- ALTURA DE LOS BANCOS Y SUS COORDENADAS

SECCION	ALTURA DEL BANCO	C O O R D E N A D A S	
		W	E
N 8707	----	----	-----
8790	886	----	9284
----	865	9249	9271
8850	907	----	9285
----	886	9224	9272
----	865	9238	9259
8900	907	9244	9267
8940	928	----	9276
----	907	9246	9263
9000	928	9231	9275
----	907	9245	9262
9035	949	----	9261
----	939	9209	----
----	928	9225	9248
9095	970	9181	----
----	956	9197	----
----	949	9209	9244
----	928	9222	----
9125	970	9201	----
----	949	9222	9252
9185	991	9196	----
----	970	9212	9269
----	949	9225	9255
9250	991	9205	----
----	970	9218	9242

SECCION	ALTURA DEL BANCO	C O O R D E N A D A S	
		W	E
N 9325	991	9203	-----
-----	970	9216	9237
-----	1012	9194	-----
9360	991	9206	-----
9400	1012	9188	-----
9440	-----	-----	-----
9485	1068	9121	-----
-----	1047	9134	-----
-----	1026	9147	9168
9535	1089	9092	-----
-----	1068	9104	-----
-----	1047	9117	-----
-----	1026	9131	9153
9575	1089	9080	-----
-----	1068	9093	-----
-----	1047	9107	9155
-----	1026	9120	9142
9610	1110	9045	---
-----	1089	9058	-----
-----	1068	9071	-----
-----	1047	9084	9130
-----	1026	9097	9117
9660	1131	9022	-----
-----	1110	9036	-----
-----	1189	9049	-----

SECCION	ALTURA DEL BANCO	C O O R D E N A D A S	
		W	E
N -----	1068	9063	9116
-----	1047	9076	9103
9700	1173	8989	-----
-----	1152	9003	-----
-----	1131	9017	-----
-----	1110	9030	-----
-----	1089	9054	9075
9740	1194	8973	-----
-----	1173	8986	-----
-----	1152	8999	-----
-----	1131	9012	-----
-----	1110	9025	9059
-----	1089	9033	9056

3. - PERFORACION Y VOLADURA . -

A. - PERFORACION

Fara la perforación inicial se ha sugerido el empleo de un Wagon Drills con barrenos de perforación de 5 pulgadas de diámetro, por ser estas las herramientas más apropiadas para la construcción de caminos y por lo tanto para el desarrollo de los bancos.

Una vez que los bancos hayan entrado ya a una etapa de desarrollo normal, entornces el diámetro de los huecos de perforación será . el que económicamente resulte más conveniente (puede ser de 5 pulgadas o más grandes).

La unidad completa no es posible considerar, desde que la Gardner Denver DH-143 es una máquina compuesta de dos partes separadas : un compresor y la perforadora. La perforadora es montada sobre orugas y su peso aproximado es de solo 6 toneladas, por lo que puede movilizarse fácilmente de un banco a otro mediante una grúa con lo que se lograría una gran economía de tiempo.

El costo de estas unidades se calcula aproximadamente en U. S \$ 54, 000 (Perforadora sobre orugas y un compresor cuya capacidad es de 900 pies cúbicos por minuto y 100 lbs presión) sin embargo podemos aumentar este precio a U. S \$ 60, 000 incluyendo los barrenos y acoplamientos, repuestos, etc. (1). Estas unidades son

(1) Esta maquinaria fue recomendada por el Ing°. Roland I Erickson quien al mismo tiempo nos proporcionó los precios consignados.

las indispensables, pero además deben tenerse un taladro neumático modelo DH-143 como reserva, para un caso dado.

CALCULO DE LAS UNIDADES DE PERFORACION

Se utilizarán las perforadoras Gardner Denver DH 143 con brocas de 5 pulgadas de diámetro. Como los bancos son de 7 metros de altura, los taladros tendrán una malla de 10 pies por 10 pies. Esta disposición permite un rendimiento de 12 toneladas por pie de perforación. La velocidad de perforación de esta máquina es de 4 pulgadas por minuto, o sea 20 pies por hora. Sin embargo, consideraremos que la velocidad media de perforación es de 15 pies por hora. Luego, la capacidad en tonelaje por mes de 25 días de 8 horas efectivas de trabajo, durante dos turnos será :

$$\begin{aligned} & \text{Tonelaje mensual - Perforadora Gardner Denver} = \\ & 12 \text{ tons./pie} \times 15 \text{ pies/hora} \times 8 \times 2 \times 25 = 72,000 \text{ tons.} \end{aligned}$$

Esto significa que para satisfacer la necesidad de extraer 220,000 toneladas de material al mes, se necesitarán 3 perforadoras.

Por otro lado, se recomienda tener una perforadora más del mismo tipo, para reemplazar a cualquiera de las anteriores en el caso de sufrir algún desperfecto y cuya paralización traería como consecuencia un desequilibrio en el programa de extracción.

Para la perforación auxiliar, se emplearán máquinas livianas de aire comprimido del tipo de los "Wagon Drill" que van mon

tados en carros.

Las perforadoras de mano "Jackhammer" se emplearán en número conveniente y exclusivamente para la voladura secundaria, como son : pedronería, taludes, rebajes de piso, ranflas, etc.

La existencia de un Wagon Drills ayudará y satisficará las necesidades de una buena perforación.

B. - VOLADURA. -

El presente procedimiento de Perforación y Voladura es sumamente efectivo en el caso de construcción de caminos de acceso a las minas y también en el caso de desarrollo de bancos. Como quiera que el precio de la pólvora es sumamente bajo comparado con de la dinamita, y teniendo en cuenta el espaciamiento entre los taladros (5 pies), el diámetro (5 pulgadas) y la profundidad (21 pies) de los mismos y siendo en este caso mucho más recomendable el uso de la pólvora en lugar de la dinamita, tanto por su eficiencia en esta clase de voladuras, como por su menor costo, se recomienda aquel que corresponde a la siguiente composición :

12% de azufre

16% de carbón

72% de nitrato de sodio,

o sea la pólvora "B". Como la pólvora viene en granos de diferente tamaños debe preferirse el de tipo 2T (FF) teniendo en cuenta la dureza de la roca encajonante (granodiorita) y el grado de fractura

miento que se persigue°

También se puede usar dinamita amoniaca, cuyo contenido por pié de taladro y para diferentes diámetros presentamos a continuación y que ha sido tomado del Blaster Handbook Du Pont :

	Diámetro de Taladro	Ibs	Pié
1.-	1 - 1.5 pulg.	0.4	0.8
2.-	2 - 2.5 pulg.	1.5	2.2
3.-	3 - 3.5 pulg.	3.5	5.2
4.-	4 - 4.5 pulg.	6.8	8.6
5.-	5 - 5.5 pulg.	9.8	11.8
6.-	6 - 7 pulg.	14.1	19.2
7.-	8 - 9 pulg.	25.0	31.6
8.-	10 - 11 pulg.	39.0	47.2
9.-	- 12 pulg.	56.2	

Hay que tener presente, que lo que se persigue, es obtener el grado de fragmentación ideal, tal que no requiera disparo secundario para la pedronería, ni alta producción de polvo. Este es un factor importante en la eficiencia de la maquinaria utilizada para la extracción del mineral, facilitando el trabajo de las palas y de la chancadora, sin perjudicar la calidad física del material, que es de primera importancia en los minerales de fierro.

4. - TRANSPORTE . -

A. - Extracción con Palas y Volquetes . -

La extracción del mineral y desmonte y su transporte a la planta de tratamiento o a los depósitos de desmonte respectivos, se hace con Palas Mecánicas de 2 1/2 yardas cúbicas y Volquetes de 30 toneladas, mediante el siguiente procedimiento :

Antes que ingrese la pala a una pila de material disparado, se limpia el piso, empujando hacia el frente el material desparado por la voladura.

Luego, la pala comienza a cargar los volquetes, que deberán colocarse al costado de ella y lo más cerca al frente de ataque, emplazados en marcha atrás y a una distancia que sea directamente alcanzada por el brazo de la cuchara de la pala.

Hay que tener presente que durante la carga, debe mantenerse el ángulo de giro al mínimo para evitar las demoras. Esto se consigue, colocando los volquetes a ambos costados de la pala, de modo que mientras uno carga el otro espera.

La determinación del número de paladas necesarias para llenar los volquetes a su plena capacidad, es de primordial importancia para obtener buenos tonelajes. Además, la adecuada sincronización de las unidades de acarreo (volquetes) de modo que la pala esté siempre activa, es producto de un planeamiento y supervigilancia adecuados.

Considerando la densidad aparente y un 80 % de llenamiento de la cuchara, el tonelaje por palada con palas de 2 1/2 yardas cúbicas es de 4 toneladas métricas de mineral y de 2.5 toneladas métricas de desmonte.

Luego dividiendo la capacidad en peso y en volumen de los volquetes por la misma capacidad por palada, se obtiene el número de paladas por volquete.

$$\text{Paladas por Volquete Euclid EFD} = \frac{30}{4} = 7.5$$

Como no se puede considerar 0.5 de palada, para el efecto del cálculo de la capacidad efectiva de los volquetes, tomamos 8 en lugar de 7.5, o sea :

$$\text{Capacidad efectiva de los volquetes} = 8 \times 4 = 32.0 \text{ tons.}$$

Para conocer la capacidad de los volquetes y su mejor sincronización, es necesario hacer un estudio de los ciclos de las palas y de los volquetes.

Estos ciclos son :

- Período de acomodo
- Período de carga
- Período de marcha en el acarreo
- Período de descarga

Como datos ilustrativos tenemos :

$$\text{Velocidad de marcha efectiva de los volquetes} = 6.6 \text{ m/seg.}$$

$$\text{Tiempo por palada de 2 1/2 Yd. Cúb.} = 30 \text{ seg.}$$

$$\text{Tiempo de acomodo} = 14 \text{ seg.}$$

La fórmula para calcular el número de volquetes por pala es la siguiente :

$$\text{N}^\circ \text{ Volquetes} = 1 + \frac{\text{Tiempo de recorrido y descarga}}{\text{Período de Acomodo y carga}}$$

Considerando diversas distancias de acarreo podemos elaborar el siguiente cuadro de acuerdo a la fórmula, anterior para lo cual vamos a tomar un tiempo de descarga de 40 segundos.

VAIQUETES NECESARIOS POR PALA DE 2 1/2 Yd. Cúb.

Recorrido en metros	No. Volquetes de 30 tns.
500	1.60
1000	2.00
1500	2.40
2000	2.80
2500	3.20

Para la correcta aplicación de la presente tabla es conveniente interpolar distancias y reemplazar por un volquete la fracción mayor de de 0.30 de volquete.

De acuerdo con estos datos, con el volúmen de explotación deseado y con la distancia real entre la mina y la planta y entre la mina y el depósito de desmonte se puede calcular el número de unidades de trabajo.

Cálculo del Número de Volquetes. -

La toma de tiempo muestra que la pala de 2 1/2 yd. cub. carga un volquete de 30 toneladas en 254 segundos. Conociendo que la velocidad media del volquete es de 6.6 mts./seg. y que en la descarga demora unos 40 segundos tenemos :

Ciclos de la pala por hora de 50 minutos :

$$\text{Ciclo - Hora} = \frac{50 \times 60 \text{ seg.}}{254 \text{ seg./ciclo}} = 11.3 \text{ ciclos.}$$

$$\text{Tonelaja - Hora} = 11.3 \text{ ciclos} \times 30 \text{ tons. volquete} = 350 \text{ tns.}$$

$$\text{Tonelaje - Guardia} = 350 \times 8 = 2800 \text{ tns.}$$

La capacidad mensual de la pala, considerando dos guardias durante 25 días y con un 70 % de productividad, debido a reparaciones, traslados, etc., será :

$$\text{Tonelaje - mes} = 2800 \times 2 \times 25 \times 0.70 = 105,000 \text{ tns.}$$

La necesidad de volquetes, está en función de su capacidad y de la distancia de acarreo.

Distancia de acarreo a la planta ; 2000 mts.

$$\text{Demora de viaje} = \frac{2 \times 2000 \text{ mts}}{6.6 \text{ mts./seg.}} = 606 \text{ segundos}$$

$$\begin{aligned} \text{Demora total} &= \text{Demora viaje} + \text{descarga} \\ &= 606 + 40 = 646 \text{ segundos} \end{aligned}$$

$$\text{Ciclo de carga de la pala} = 254 \text{ seg./volquete}$$

$$\text{Volquetes necesarios} = 1 + \frac{646}{254} = 3.5$$

Luego, serán cuatro los volquetes necesarios para cargar mineral.

Distancia de acarreo a los dep. de desmonte : 500 mts.

$$\text{Demora de viaje} = \frac{2 \times 500 \text{ mts.}}{6.6 \text{ mts./seg.}} = 152 \text{ segundos}$$

$$\begin{aligned} \text{Demora total} &= \text{Demora de viaje} + \text{descarga} \\ &= 152 + 40 = 192 \text{ segundos} \end{aligned}$$

Ciclo de carga de la pala = 254 seg/volquete

$$\text{Volquetes necesarios} = 1 + \frac{192}{254} = 1.8$$

Luego, serán necesarios dos volquetes para el acarreo del desmonte.

Teniendo en cuenta la cubicación del depósito, su relación con el equipo de extracción será :

Extracción Pala	Tonelaje Calculado	Tonelaje Mensual
Mineral	3'567,000	100,000
Roca	4'379,000	120,000
Total	7'946,000	220,000

De acuerdo a estos resultados, la extracción de mineral y de roca durará : $\frac{7'946,000}{220,000} = 36$ meses. Esto significa 3 años

Es interesante anotar que, una vez construídas las rampas de acceso, el régimen de extracción podrá aumentarse colocan-

do una o más palas lo que pone de manifiesto la gran flexibilidad de la minería a Tajo Abierto.

B. - Transporte de la Planta al Puerto y Embarque -

El mineral que sale de la planta, es transportando al Puerto de San Juan por una carretera pavimentada, cuyas características principales son las siguientes :

- Longitud ; 56 kilómetros
- Ancho 9 metros ~~asfaltado~~
- Bermas Laterales : 1 metro
- Vías de tránsito : 2 vías
- Pasos a desnivel : 3

El tráfico pesado a que está sometida dicha carretera, requiere la constante actividad de una cuadrilla de mantenimiento.

Las unidades que se utilizan para el transporte del mineral están constituidas por 16 camiones Kenworths de 60 toneladas de capacidad.

Para el embarque, se ha instalado un Transportador Mecánico de 2,000 toneladas por hora de capacidad y que consta de fajas transportadoras, balanzas mecánicas, etc. Dicha instalación ocupa una extensión de 700 metros.

5. - ASPECTO ECONOMICO. -

A. - Generalidades. -

La inversión realizada por la Compañía Explotadora de Hierro de Acarí es de 10'000, 000 de dólares, capital que ha servido para para las exploraciones que mostraron la existencia de mineral comercial, la adquisición de equipss, la construcción de las instalaciones de tratamiento y embarque de mineral, la construcción de viviendas para empleados y obreros, el trazo de la carretera asfaltada que une la mina con el puerto de San Juan y para proveer el capital de trabajo necesario para la marcha de las operaciones.

Siendo el valor unitario del mineral de fierro, relativamente bajo con respecto a los minerales básicos, los costos de operación y la calidad de mineral, que fija el precio de venta, deben ser tales que muestren ganancias. Con este fin se emplean equipo e instalaciones altamente mecanizadas y de gran capacidad, con los que se obtienen bajos costos unitarios.

B. - COSTOS . -

Teniendo en cuenta que por cada tonelada de mineral hay que volar aproximadamente 2 toneladas de roca, los costos son los siguientes :

Costo de Voladura/Tonelada de :

Mineral :	\$ 1.00	
Roca :	<u>\$ 1.00</u>	<u>\$ 2.00</u>

Costo de Extracción y Transporte/Tonelada de :

Mineral :	\$ 0.20	
Roca :	<u>\$ 0.20</u>	<u>\$ 0.40</u>

Costo de Tratamiento / Tonelada de :

Mineral :	<u>\$ 0.50</u>	<u>\$ 0.50</u>
-----------	----------------	----------------

Costo de Transporte Planta Puerto/Tonelada de :

Mineral	<u>\$ 1.25</u>	<u>\$ 1.25</u>
---------	----------------	----------------

Costo Embarque Puerto San Juan/Tonelada de :

Mineral :	<u>\$ 0.30</u>	<u>\$ 0.30</u>
		\$ 4.45

Interés del Capital Invertido/

Tn :	<u>\$ 1.00</u>	<u>\$ 1.00</u>
------	----------------	----------------

Costo Total / TN.		<u>\$ 5.45</u>
-------------------	--	----------------

PRECIO DE VENTA DEL MINERAL

Producto	Tns.	Precio Unit.	Total
Mineral Open Heart : (8" x 4") - (4" x 2")	700,000	\$ 8,30	\$ 5'810,000
Mineral Blast Furnace : (2" x 1/4")	300,000.	\$ 6.50.	\$ 1'950,000
TOTAL	1'000,000		\$ 7'760,000
UTILIDAD BRUTA / TONELADA : \$ 7.76			

C. - Utilidades. -

Teniendo en cuenta el Costo Total/Tonelada de mineral producido y la Utilidad Bruta/Tonelada, la utilidad Neta se obtiene de la diferencia de las mismas (1) :

$$\text{UTILIDAD NETA/TONELADA/AÑO} = 7.76 - 5.45 = \$ 2.31$$

$$\text{UTILIDAD NETA}/10^6 \text{ Tns/AÑO} : \quad = \underline{\underline{\$ 2'310,000}}$$

(1) Se ha llegado a determinar la utilidad neta aproximada, con Costos y Precios de Venta generales, por no haber sido posible obtener datos más precisos y completos.

6.- T A B L A S

A.- TABLA No. 1

RESERVA DE MINERAL EN LAS DISTINTAS SECCIONES

S I R		
SECCION	MINERAL	R O C A
8790	186,570	96,714
8850	98,752	275,169
8900	49,747	87,466
8940	45,675	110,430
9000	168,647	209,174
9035	293,904	183,252
9095	201,689	145,157
9125	223,504	148,835
9185	402,747	218,496
9250	207,585	164,430
9325	94,791	149,836
9360	42,183	54,372
9400	51,420	34,344
9440	-----	7,074
	2'067,214	1'884,749

RESERVA DE MINERAL EN LAS DISTINTAS SECCIONES

N O R T E		
SECCION	MINERAL	R O C A
9440	-----	7,428
9485	39,285	95,742
9535	208,180	198,420
9575	213,580	236,893
9610	360,660	376,819
9660	415,530	329,956
9700	197,640	308,108
9740	352,080	351,864
Norte Final	108,675	350,253
	1'895,630	2'255,483

R E S U M E N

Total Mineral Cubicado	3'962,844 Toneladas
10 % de pérdidas	396,284 Toneladas
Total de Mineral Neto Calculado	3'567,000 Toneladas
Total de Roca Cubicado	4'140,000 Toneladas
Pérdidas en mineral	239,000 Toneladas
Total de Roca Calculado	4'379,000 Toneladas
Relación de Roca a Mineral	1.2 : 1

B.- TABLA No. 2

RESERVAS DE MINERAL POR BANCOS

N O R T E			
Bancos	Elevación	Mineral Tns.	Roca Tns.
1	1194	----	54,816
2	1187	51,040	24,084
3	1180	8,820	56,152
4	1173	19,800	125,596
5	1166	33,930	56,966
6	1159	41,625	62,065
7	1152	44,730	72,834
8	1145	21,990	72,736
9	1138	25,785	97,605
10	1131	38,160	109,556
11	1124	43,740	104,382
12	1117	62,100	119,518
13	1110	68,175	139,592
14	1103	71,600	105,608
15	1096	82,980	121,922
16	1089	86,170	135,082
17	1082	107,660	94,204
18	1075	128,860	93,384
19	1068	150,960	109,208
20	1061	125,720	86,221
		1'167,845	1'841,495

N O R T E			
Bancos	Elevación	Mineral Tns.	Roca Tns.
21	1054	128,970	102,720
22	1047	123,880	92,124
23	1040	121,005	79,903
24	1033	109,305	81,824
25	1026	82,110	85,713
26	1019	62,395	22,896
27	1012	58,185	17,785
28	1005	56,895	12,947
		745,055	495,912

S U R			
Bancos	Elevación	Mineral Tns.	Roca Tns.
26	1019	----	12,722
27	1012	----	26,097
28	1005	8,600	13,190
29	998	27,156	51,118
30	991	45,303	82,370
31	984	57,891	48,657
32	977	114,062	117,921
33	970	114,389	188,182
34	963	159,501	147,566
35	956	178,739	142,959
36	949	201,318	138,683
37	942	188,144	96,522
38	935	195,886	80,930
39	928	169,491	90,478
40	921	143,774	67,358
41	914	56,160	66,142
42	907	57,757	108,296
43	900	41,355	52,237
44	893	14,602	60,588
45	886	30,937	83,916
46	879	38,385	60,372
47	872	59,535	59,845
48	865	63,000	44,361
49	858	61,110	21,360
50	851	39,780	22,869
		2'066,875	1'884,739



Fotografía N^o 3
VISTA GENERAL DE LOS PRIMEROS CAMPAMENTOS
DE LA COMPAÑIA

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

FEDERICO FUCHS: Yacimientos de Minerales de Hierro en la Costa del Perú. Informaciones y Memorias. Soc. de Ingenieros. Lima. (1915).

FRANK W. ATCHLEY: Marcona Iron Ore Deposits. Marcona Mining Co. Lima. (1954).

Minig Geology: H. E. McKinstry. Prentice Hall. New York. (1948).

Elements of Minig: G. J. Young. McGraw Hill Book Co. New York. (1946).

Open Pit Guidebook: E. & M. J. Vol. 155-5. MacGraw Hill Book Co. New York. (1954).

Open Cut Mining: Boletín 412. Buró de Minas. Dept. del Interior. E.E. U.U.

Blaster's Handbook: Du Pont de Nemours & Co. Delaware - E.E. U.U. (1953).

Driller's Handbook: W. G. Lundstrum. Le Roi Co. Ohio. E.E. U.U. (1953).

J. BALTA: Fierro y Carbón. Boletín de la Comisión Carbonera y Siderúrgica Nacional No. 3. Lima 1956.

G. STEIMAN: Geología del Perú. 1930.

ROBERT FEELE: Mining Engineers' Handbook.

John Wiley & Sons Inc. New York.

WEBERBAUER AUGUSTO: El Mundo vegetal de los Andes Peruanos. Ministerio de Agricultura. Lima 1945.

ALAYZA y PAZ SOLDAN LUIS: Mi país (4ta. serie) Ciudades, valles y playas de la Costa del Perú. Talleres gráficos. Publicidad Americana. Lima 1945.

PARKS ROLAND D.: Examination and Valuation of Mineral Property.

Addison. Wesley Publishing Company Inc. Massachusetts.

LANSE FREDERIC H.: Field Geology.

Ediciones Omega S.A.

BATEMAN ALAN M.: Yacimientos Minerales.

Ediciones Omega S.A.

MANUEL LLOSA P: Explotación de Minas.- Apuntes de clase.

GEORGE PETERSEN: Geología Económica Especial. Apuntes de clase.