

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA GEOLOGICA  
MINERA Y METALURGICA**



## **GEOLOGIA DE LA MINA LOS NEGROS Y SANTO CRISTO**

### **Titulación Profesional Extraordinaria**

#### **TRABAJO PROFESIONAL**

Para optar el Título de:

#### **INGENIERO GEOLOGO**

#### **LUIS JAVIER ZARATE MIRANDA**

**Lima . Perú**

**1983**

"GEOLOGIA DE LA MINA LOS NEGROS Y SANTO CRISTO"

## SUMARIO

### 1.- GENERALIDADES

- 1a.- Ubicación
- 1b.- Accesibilidad
- 1c.- Clima

### 2.- GEOLOGIA REGIONAL

- 2a.- Fisiografía
- 2b.- Estratigrafía
- 2c.- Rocas Igneas
- 2d.- Geología Estructural
- 2e.- Geología Histórica
- 2f.- Resumen de la Geología Económica del Distrito Minero Hualgayoc.

### 3.- GEOLOGIA LOCAL

- 3a.- Estratigrafía
- 3b.- Geología Estructural
- 3c.- Secciones Verticales Transversales
- 3d.- Diagrama de Frecuencia de las estructuras.
- 3e.- Descripción de las estructuras principales.
- 3f.- Estudio de cocientes metálicos de la Yeta San Carlos.
- 3g.- Mineralogía
- 3h.- Alteración Hipógena
- 3i.- Alteración Supérgena
- 3j.- Paragénesis
- 3k.- Zoniamiento
- 3l.- Persistencia de la mineralización
- 3m.- Génesis y Tipo de Yacimiento
- 3n.- Controles de la Mineralización.

### 4.- CONCLUSIONES,

## 1.- GENERALIDADES

### 1a.- Ubicación

Políticamente la mina Los Negros y Santo Cristo está situada al lado N.W. del distrito de Hualgayoc, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca, en el lugar denominado La Tahona.

Se encuentra a 3,700 metros sobre el nivel del mar.

### 1b.- Accesibilidad

El distrito minero de Hualgayoc es accesible por la carretera; Lima-Pacasmayo-Cajamarca-Hualgayoc. Encontrándose asfaltada hasta la ciudad de Cajamarca a partir de la cual, la carretera es solamente afirmada.

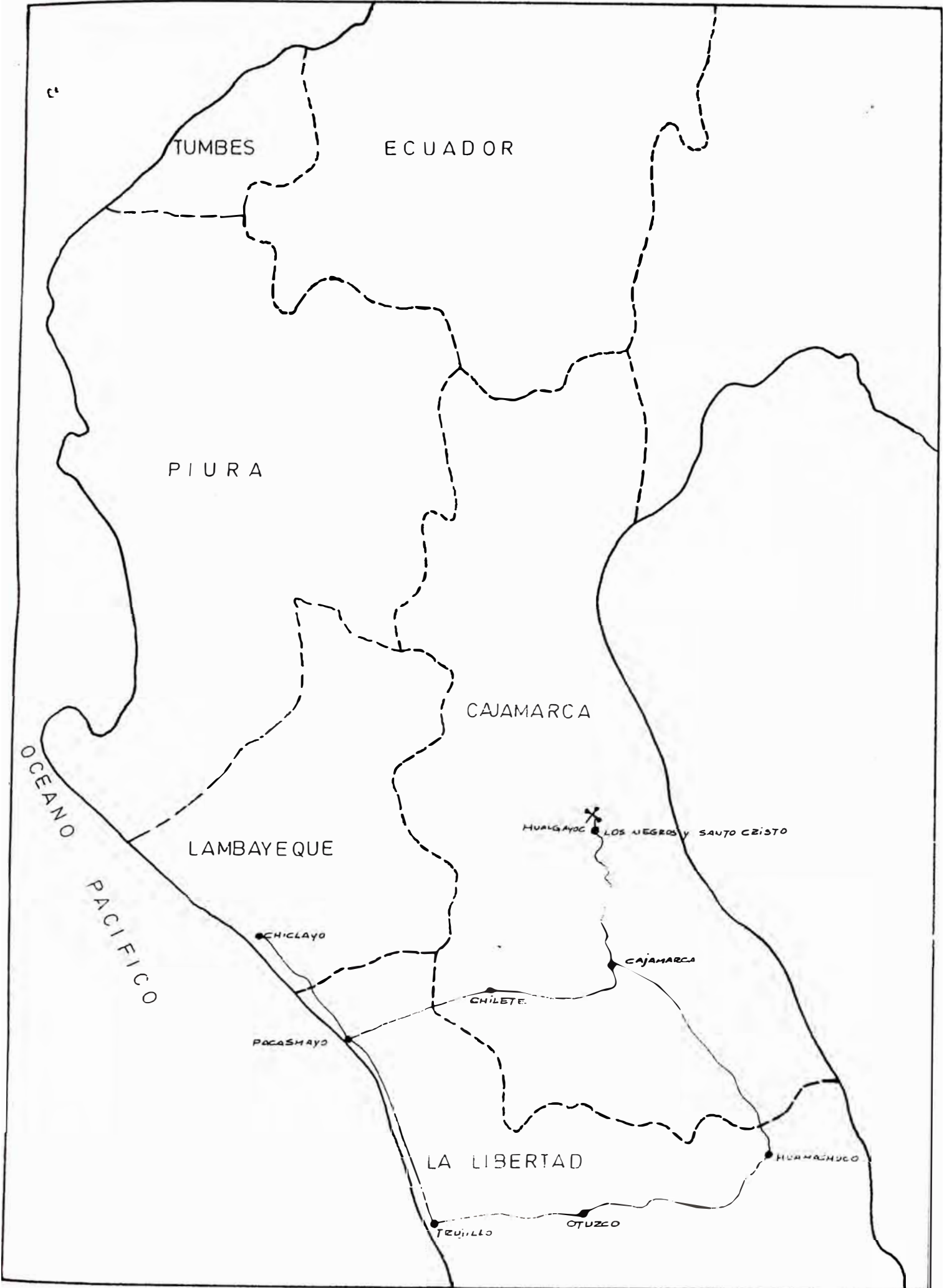
La mina Los Negros y Santo Cristo es accesible por una trocha, distante aproximadamente 3 km. al norte del pueblo de Hualgayoc.

### 1c.- Clima

El clima es variable, se tiene la estación seca de Abril a Setiembre y la lluviosa de Octubre a Marzo. Durante la estación seca los días son templados pero por las noches baja la temperatura bajo cero. Durante la estación húmeda los días son mas frescos y las noches menos frías.

Los cerros alrededor de Hualgayoc están cubiertos mayormente por Ichu. En las laderas de la mina Los Negros y Santo Cristo

se puede observar una gran variedad de arbustos y árboles pequeños,



PLANO DE UBICACION

## 2.- GEOLOGIA REGIONAL

### 2a.- Fisiografía

El distrito de Hualgayoc se encuentra al E. de la divisoria continental, por lo que su drenaje es hacia el Atlántico.

La mayoría de los valles son amplios y en forma de "U" las cadenas y picos son redondeados. Las paredes de los valles están formadas por escarpas aluviales empinadas o farallones cortados por glaciares. La parte inferior de los valles de los ríos fueron cortados por los mismos durante el retroceso glaciar, formándose entonces cañones en forma de "Y". Muchos tributarios de los dos ríos principales de la zona (Pilancones y Hualgayoc) se encuentran en valles colgantes.

El piso y los lados de los valles están cubiertos por material morrénico, mientras que las laderas y colinas están cubiertas de suelo. Las morrenas terminales y laterales son reconocibles a partir de la erosión reciente. Las estructuras tales como contactos, fallas y vetas están comunmente cubiertas de suelo, de modo pues que los afloramientos son escasos.

En los meses de invierno es decir de Enero a Abril las partes altas de la zona se cubren de nieve y es común la precipitación de granizo. La meteorización de la zona se ve ayudada por la alteración hidrotermal que es más marcada en algunas zonas.

### 2b.- Estratigrafía

Las rocas más antiguas que afloran en el distrito de Hual -

gayoc son una una serie de areniscas y lutitas, interestratificadas con unos estratos de calizas impuras ó lutitas calcáreas, pertenecientes al Aptiano. Esta secuencia se la puede observar principalmente en el cañón del rio Hualgayoc. La base inferior de esta secuencia no está expuesta. La parte inferior de la secuencia consiste en areniscas cuarcíticas que hacia arriba van cambiando a lutitas, el color de estas rocas es variable; rojizo, gris ó amarillento, La potencia de sus estratos varía de pocos milímetros a varios metros. En Hualgayoc esta secuencia tiene una potencia a proximada de 280 metros.

Existe una potente serie de calizas con lutitas interestratificadas sobreyacentes a la secuencia anterior, pertenecientes al albiano, cenomaniano y turoniano. Los estratos de las calizas son mucho mas potentes, llegando a medir mas de 1 metro, mientras que las lutitas apenas llegan a unos 40 centímetros. Sin embargo, hay sitios en que las calizas arcillosas ó lutitas calcáreas alcanzan espesores del orden de varios metros. Las calizas son las rocas mas abundantes en esta región cuya potencia expuesta en el área es mayor a los mil metros. El color de las calizas es gris pasando a azulado y aveces negro.

Hay una serie de capas rojas conglomeráticas expuestas a lo largo de la carretera Hualgayoc-Bombamarca, que representan al Cretaceo Superior-Terciario inferior, las mismas que tienen varios cientos de metros de potencia.

Existen sedimentos cuaternarios constituídos por depósitos de material morrénico del Pleistoceno, existiendo por lo tanto mo



rrenas laterales y terminales, las mismas que están formadas por fragmentos de caliza, arcilla, pórfido y arena.

El aluvial existente en la zona está limitado a los depósitos a lo largo de los ríos y quebradas.

## 2c.- Rocas Igneas

Las rocas ígneas en su gran mayoría porfiríticas, variando entre pórfido granodiorítico y pórfido diorítico, con matriz que va de grano fino a microcristalino. En conjunto los cuerpos ígneos no son homogéneos en composición ni textura, haciendo que sus contactos no sean reconocibles en el campo. Parece que los distintos tipos de roca pasan de unas a otras, siendo mucho más probable que representen variaciones en la composición magmática y no intrusiones de materiales diferentes.

Estas rocas ígneas ocurren en Stocks, sills y dikes que tienen una gran variedad de forma y tamaño. Los stocks tienen afloramientos de varios kilómetros cuadrados. Los sills en comparación con los diques tienen mucho mayor potencia llegando a el orden de centenares de metros los primeros y decena de metros los segundos.

La roca ígnea ha sido alterada por soluciones hidrotermales. Existiendo pocos minerales originales, aunque si se puede distinguir la textura, lo que hace posible su identificación comparando con rocas menos alteradas. Las rocas más alteradas consisten en ferrocristales de cuarzo y de masas de cristales de sericita, teniendo éstos una matriz de cuarzo granular y sericita.

En el área afloran los siguientes stocks, intrusivos y sills.

- Stocks del Cerro Corona.- Ubicado en el cerro de igual nombre presenta un afloramiento de mas ó menos 300 metros de radio. La caliza en contacto con este stock se encuentra bastante silicificada. La textura original de la roca ha sido destruída, formando una roca de cuarzo granular y óxido de fierro.
  - Stock del Tingo.- El material que forma este cuerpo es típicamente pórfido. Tiene una longitud que supera los 2 kilómetros. En esta zona las rocas intrusivas están separadas por paquetes de calizas pero se unen para formar la gran masa intrusiva. Fue clasificado como pórfido cuarzo diorítico.
  - Intrusivo de Cerro Colorado.- Esta intrusión es bastante extensa, teniendo unos 5 km. de largo y 1 km. de ancho aproximadamente. Este cuerpo está comparativamente menos alterado. Fue identificado como pórfido diorítico.
- Sills del río Hualgayoc.- Estos afloran en el cañón del río Hualgayoc teniendo una potencia de varios metros, buzan al S.W. La roca está bastante alterada. Se observa una textura porfídica con matriz de grano fino a microcristalino que se asemeja mas a un pórfido diorítico.
- Stock del Cerro Jesús.- Esta intrusión tiene una dimensión aproximada de 4 km. de largo y 1.5 km. de ancho. La masa intrusiva principal está en el Cerro Jesús, aunque también abarca al Cerro Hualgayoc y Cerro San José. Este stock ha sido muy alterado por soluciones hidrotermales. Tomando en cuenta el tipo de feldespatos de las rocas mas frescas se llega a la conclusión de que mayormente es un pórfido granodiorítico.

- Sill del Paso de Yanacancha.- Este sill tiene un afloramiento de algo mas de 1.5 km. de largo y un ancho aproximado de 0.5 km. Se encuentra al N.W. del Paso de Yanacancha. Hacia el sur es concordante con las calizas sobreyacentes las mismas que tienen un rumbo de  $N.70^{\circ}-80^{\circ}W$  y un buzamiento de  $30^{\circ}S$ . Se le ha clasificado como pórfido cuarzo diorítico.

## 2d.- Geología Estructural

Las principales estructuras ya sean vetas, fracturas o fallas, forman dos principales sistemas diferentes.

El primero con rumbo esencialmente al E. son mayormente verticales o buzan al N. este sistema se encuentra mineralizado y se encuentra en mayor magnitud en las rocas ígneas.

El segundo tiene un rumbo promedio de  $N.30^{\circ}W$ , y buza verticalmente, este no se encuentra mineralizado y está principalmente en rocas sedimentarias.

Los desplazamientos a lo largo de estas estructuras varían del orden de centímetros a varias docenas de metros.

Hay otras estructuras de menor cuantía que tienen un rumbo promedio de  $N.85^{\circ}W$ . con buzamientos verticales o ligeramente al N ó al S. los cuales también se encuentran mineralizadas. En todo el distrito se presentan disyunciones y fracturas.

Existe un anticlinal prominente en la zona, este pliegue es asimétrico, su eje pasa por la mina Los Negros y Santo Cristo continuando hacia Pilancones, tiene un rumbo de  $N.50^{\circ}W$ . y buza al S. W.

## 2e.- Geología Histórica

Los sedimentos que afloran en Hualgayoc, son cretácicos y abarcan desde el Aptiano hasta el Turoniano, se estima su potencia en unos 2,000 metros.

Estos sedimentos fueron plegados en el Cretáceo Superior - Terciario Inferior.

Los cuerpos ígneos de mayores dimensiones y algunos chicos fueron intruídos después del plegamiento.

Con respecto a las fallas algunas son posteriores, otras anteriores siendo las primeras de las nombradas mas abundantes.

La mayoría de los sulfuros fueron emplazados después del último período de fallamiento.

Durante el pleistoceno la superficie fue moldeada por la glaciación.

La posterior erosión fluvial ha modificado parte de estos valles.

## 2f.- Resumen de la geología económica del distrito minero de Hualgayoc.

En la zona de Hualgayoc se pueden observar hasta tres tipos de depósitos :

- a).- Filones que rellenan fracturas y fallas.
- b).- Depósitos de reemplazamiento en rocas sedimentarias.
- c).- Depósitos de reemplazamiento a lo largo de contactos con in -

trusivos.

Los filones son los mas abundantes, la mayoría de la producción proviene de este tipo de yacimiento. Los depósitos de reemplazamiento paralelo a las capas sedimentarias le siguen el orden de abundancia, los yacimientos de reemplazamiento en los contactos son menos frecuentes. La mayoría de los depósitos de reemplazamiento a lo largo de los contactos con los intrusivos se encuentran principalmente en calizas.

La mineralización es de origen epigenético a partir de un foco hipotermal, seguido por un halo mesotermal y por una última y mas restringida deposición epitermal.

### 3.- GEOLOGIA LOCAL

#### 3a.- Estratigrafía

La serie estratigráfica, que se puede observar en la mina Los Negros y Santo Cristo está conformada mayormente por una secuencia de areniscas y lutitas pertenecientes al Aptiano y que en la mina tienen una potencia aproximada de 140 metros.

Sobreyaciendo a esta secuencia tenemos una secuencia calcárea constituida por calizas y margas que en la zona de la mina no han sido mineralizadas. Esta secuencia calcárea estratigráficamente están encima de las areniscas pero topográficamente debajo. De esta serie aflora unos 30 ó 40 metros, esta serie sería de edad albiana-cenomaniana. Estas calizas son de color mayormente gris.

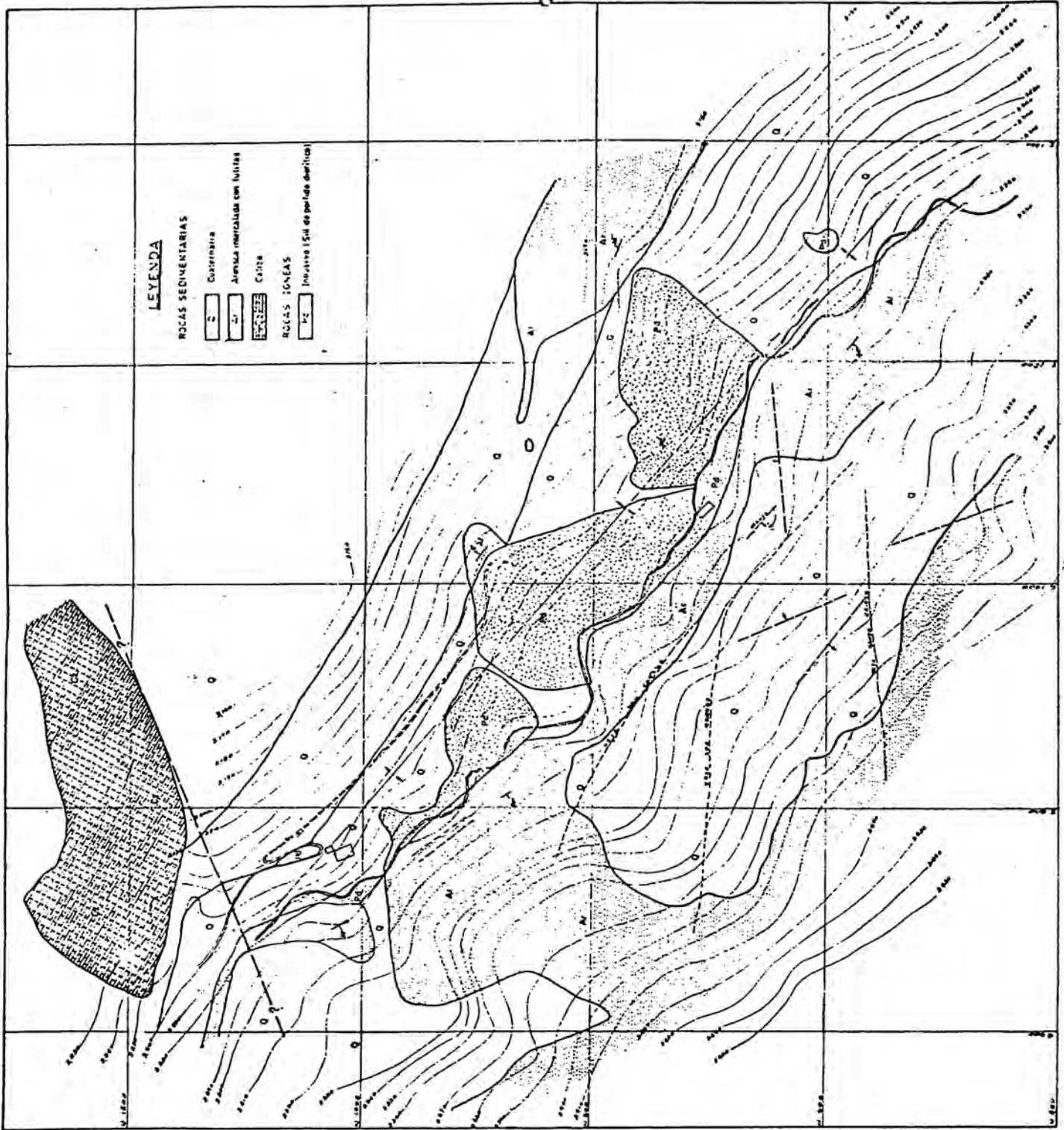
El sill aflorante en la mina Los Negros y Santo Cristo, se encuentra dentro de la serie de areniscas y lutitas.

El Cuaternario está constituido por depósitos lateríticos, glaciares y fluviales.

#### 3b.- Geología Estructural

Por la mina pasa un anticlinal que buza de 4° a 10° en su Flanco S.W. teniendo un buzamiento casi parejo de 45° en el flanco N.E. siendo una estructura casi monoclinal, su plano axial tiene un rumbo de N.60°W. y buza unos 15° hacia el S.W.

La mayoría de fallas y grietas que se han podido observar en la mina están agrupadas en 3 sistemas principales de rumbos; N.50°



MINA LOS NEGROS Y SANTO CRISTO  
PLANO GEOLOGICO DE SUPERFICIE  
Escala 1:2000

-60°W, N80°W y N-80°E. se piensa que estas son estructuras de tensión debido al material brechozo que en ellas se encuentra.

Existen también estructuras de cizallamiento las cuales están presentes en el lado Norte de la mina, esta posición se basa en la posición de las fallas con respecto al plegamiento.

La intrusión ígnea que aflora en la zona (sill), cruza el eje del anticlinal, por lo que se infiere que su emplazamiento fue posterior al plegamiento.

### 3c.- Secciones Verticales Transversales

Las secciones transversales nos muestran la tendencia del yacimiento a la forma, arborecente, en otras palabras la tendencia de las estructuras a simplificarse a medida que van profundizando.

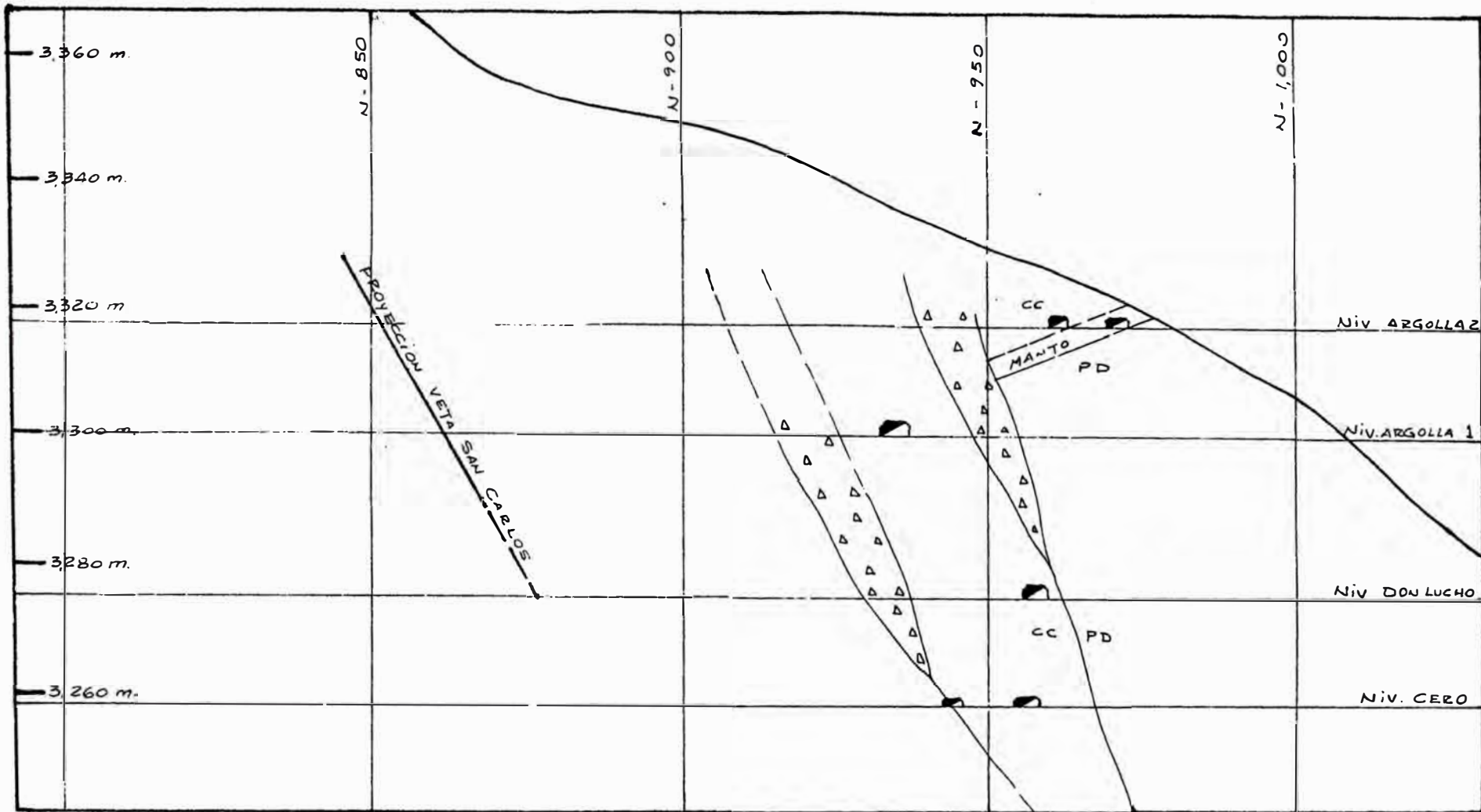
Mientras mas nos acercamos a los niveles superiores las estructuras tienden a abrirse, es decir a separarse ó ramificarse. En las secciones transversales que se ven a continuación se puede observar la tendencia descrita

### 3d.- Diagrama de Frecuencia de las Estructuras

Este diagrama nos muestra que el mayor número de estructuras están comprendidas en el rumbo N.50°-60°W (38%) Ej. Las Vetas San Carlos y Los Negros.

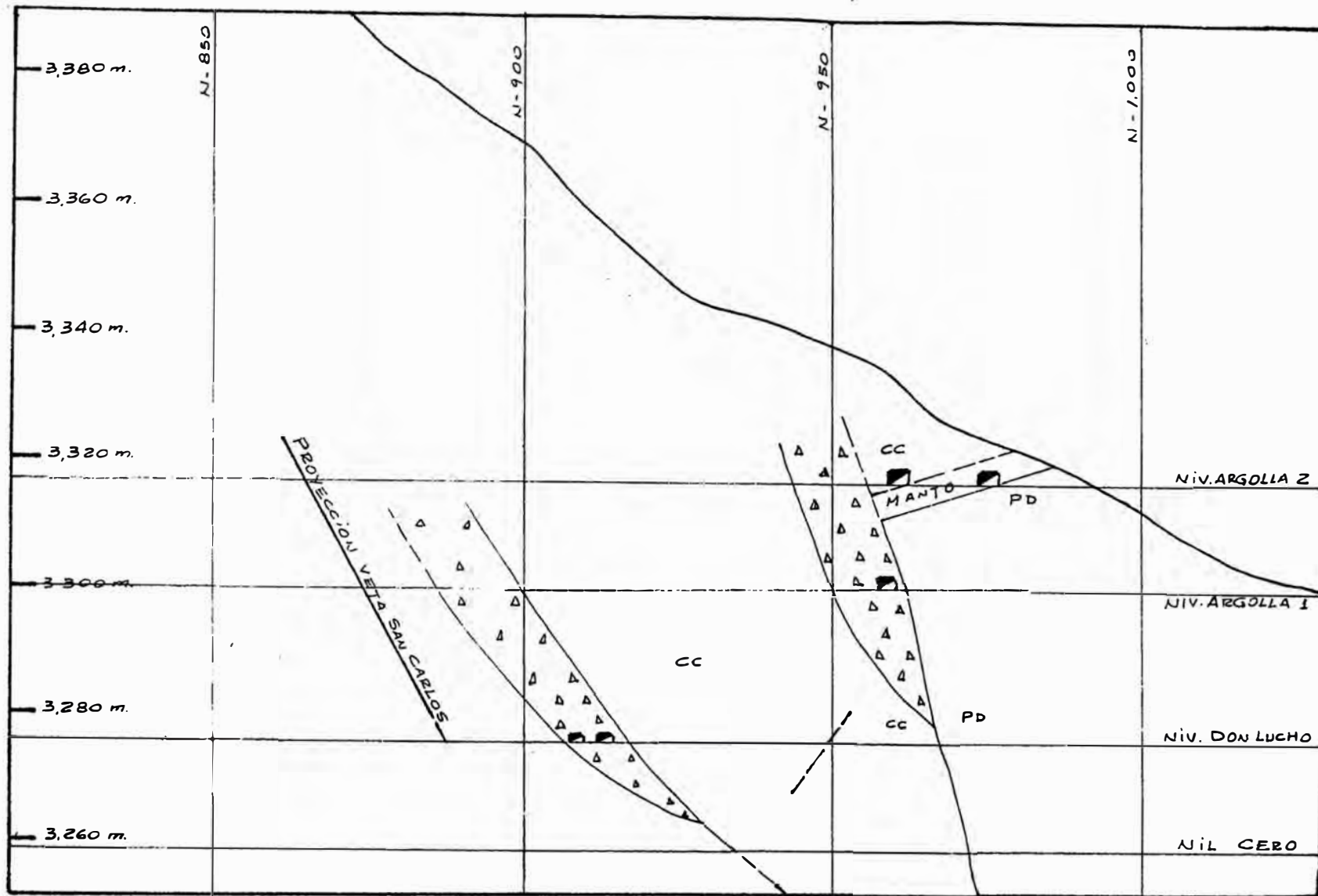
Otros sistemas notables están comprendidos en los rumbos N70°-80°E (18%) y N80°-90°W (16%) con tendencia a volverse E-W. Ej. La veta Santo Cristo y la veta del Nivel Cero.





- 14 -  
G

<p><u>MINA LOS NEGROS Y SANTO CRISTO</u></p> <p>CORTE GEOLOGICO EN LA COORDENADA E-750</p> <p>MIRANDO AL OESTE</p>		<p>ESCALA</p> <p>1:1,000</p>
--	--	------------------------------



<u>MINA LOS NEGROS Y SANTO CRISTO</u> CORTE GEOLOGICO EN LA COORDENADA E-700 MIRANDO AL OESTE		ESCALA 1:1,000
---	--	-------------------

Estos sistemas tienen un buzamiento mayormente vertical y se encuentran mineralizados.

Existe otro sistema de rumbo N25°-35°W (10%) buza vertical - mente, este sistema no está mineralizado. Existen otras disyuncio- nes y fracturas pero de menor importancia.

El sistema N50°-60°W no es un sistema distrital predominante. Las estructuras que tienden al sistema E-0 si constituyen un siste- ma distrital.

### 3e.- Descripción de las estructuras principales

- Veta San Carlos.- El afloramiento de esta veta no se ve con cla- ridad en superficie.

Esta estructura ha sido reconocida en las labores San Carlos San José, Polvorín y Mercedes II, se estima una longitud de unos - 350 metros.

El rumbo promedio de esta estructura es de N60°W buza 70°N.E. su potencia es variable de 0.30 a 1.30 metros.

Su mineralogía está compuesta por tetrahedrita, galena, esfa- lerita, bornita, chalcopirita, pirita, cuarzo y calcita.

La alteración hipógena está representada por la caoliniza- ción y silicificación de las cajas.

La alteración supérgena por limonita, malaquita, chalcanti- ta, cerucita y smithsonita.

- Veta Los Negros.- Su afloramiento en superficie es difícilmente seguible.

Se la puede observar en el nivel San Carlos, de esto se deduce una longitud de unos 280 metros

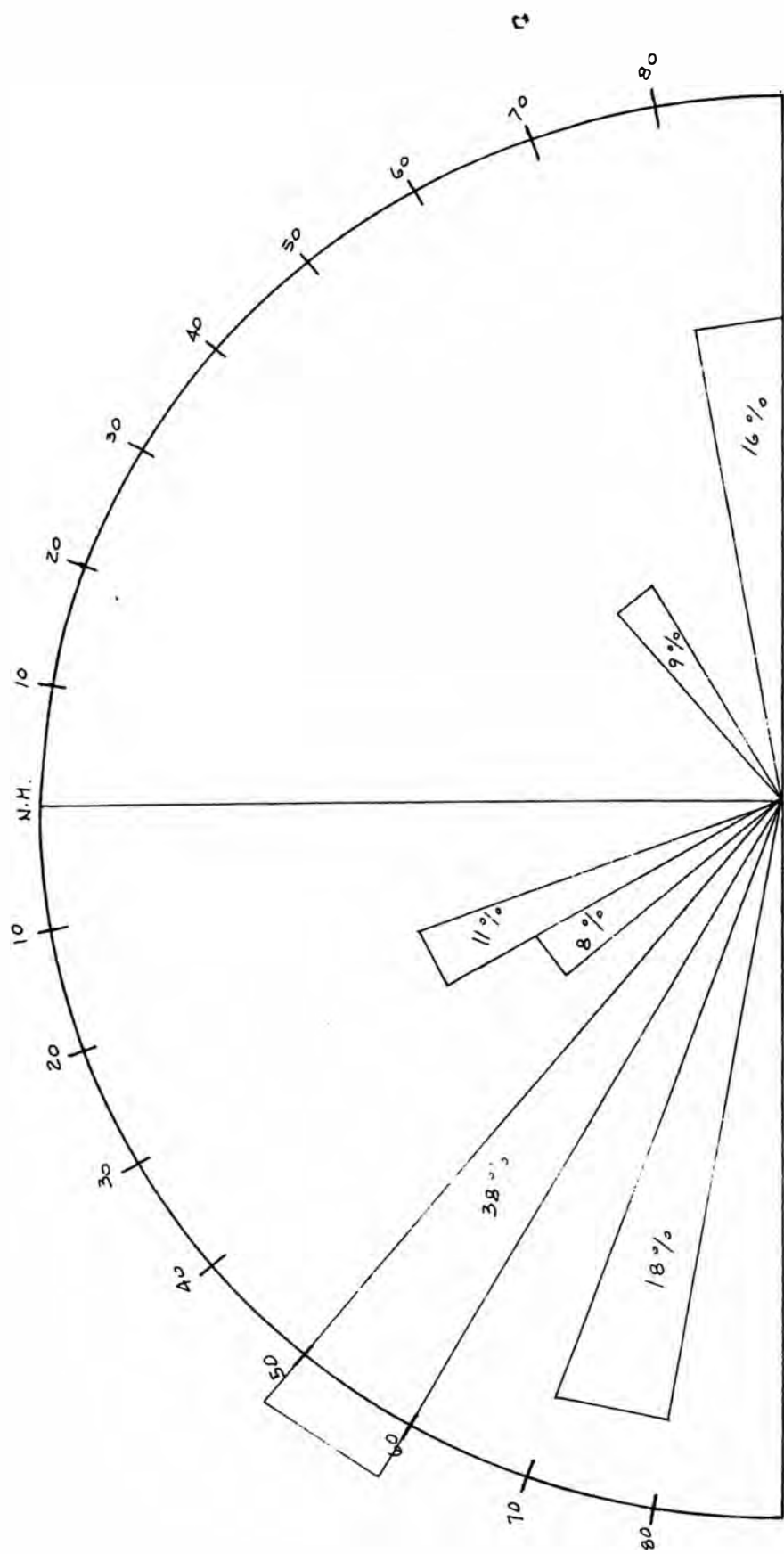


DIAGRAMA DE FRECUENCIAS DE LAS ESTRUCTURAS

El rumbo de esta estructura es  $N50^{\circ}W$ , variando a E-W a la altura del nivel San José buza  $80^{\circ}N.E.$  su potencia es variable de 0.50 m. a 1.20 m.

Su mineralogía está compuesta por tetrahedrita, chalcopirita, bornita, pirita y cuarzo.

La alteración hipógena está constituida por la silicificación, caolinización y piritización de las cajas.

La alteración supérgena está representada por limonita, malaquita, chalcantita y algo de azurita.

- Veta Santo Cristo.- El afloramiento de esta veta al igual que las otras es difícilmente seguible.

Esta estructura corta a los niveles San Carlos y Bella Unión, se estima su longitud en unos 150 metros.

El rumbo promedio de esta estructura es de  $N80^{\circ}E$  y buza  $75^{\circ}$  al S, su potencia varía de 4 a 30 centímetros.

Su mineralogía está compuesta de galena argentífera, esfalerita, enargita y calcita.

Hacemos la salvedad que estos datos han sido tomados de un informe previo. No se puede ver la estructura por estar cubiertas las entradas de los niveles antes mencionados.

- Manto de La Argella.- Se han explorado y reconocido unos 100 metros del manto en sentido horizontal y unos 30 metros en el sentido de su buzamiento. Esto es observable en el nivel del mismo nombre.

Esta es una estructura de rumbo y buzamiento concordante con el flanco Sur del anticlinal o sea  $N50^{\circ}W$  y  $15^{\circ}$  al S.W. tiene por po-

tencia promedio 1.20 metros.

El manto está compuesto de areniscas cuyas cavidades están rellenas por esfalerita, galena y pirita.

La alteración hipógena está constituida principalmente por la silicificación de las areniscas.

La alteración supérgena es prácticamente nula.

- Veta del Nivel Cero.- El afloramiento de esta veta en superficie tampoco es observable.

Esta estructura es reconocible en el nivel cero y en el nivel Don Lucho. Se le asigna una longitud de 100 metros.

El rumbo varía N.60°-80°W buza 75°NE, su potencia varía de 20 centímetros en el nivel cero a una franja de brechamiento de varios metros en el nivel Don Lucho.

Su mineralogía está constituida por tetrahedrita, galena, pirita y cuarzo.

La alteración hipógena está representada por la caolinización, silicificación y piritización.

La alteración supérgena está constituida por la limonita, malaquita, chalcantita y cerusita.

### 3f.- Estudio de cocientes metálicos de la Veta San Carlos

El objetivo de este estudio es ver las direcciones de los flujos mineralizantes y la interrelación que guardan con la veta y su mineralogía.

Estos estudios se han realizado en la veta San Carlos.

En cada uno de los niveles se obtienen los agrupamientos de -

estos cocientes de acuerdo a las posibilidades que sean posibles. Estos agrupamientos son encerrados en círculos cuyos diámetros son proporcionales al número de cocientes a fines en cada uno de ellos. Existiendo de esta manera una serie de posibilidades al tratar de unir los círculos de un nivel a otro. Es muy poco probable considerar direcciones de flujo horizontales o de bajo ángulo por lo que la interpretación que se da entonces parece ser la mas real.

Cociente metálico : Ag/Zn.-

Hemos considerado los grupos : C.M. Ag/Zn de 0.0 a 1.8 y C.M. Ag/Zn mayor de 1.8. Las direcciones de estos flujos son ascendentes y tienen la forma de abanico.

Cuantitativamente significaría menor cantidad de plata a mayor cantidad de zinc en el primer grupo y mayor cantidad de plata a menor cantidad de zinc en el segundo grupo.

Cociente metálico Pb/Zn.-

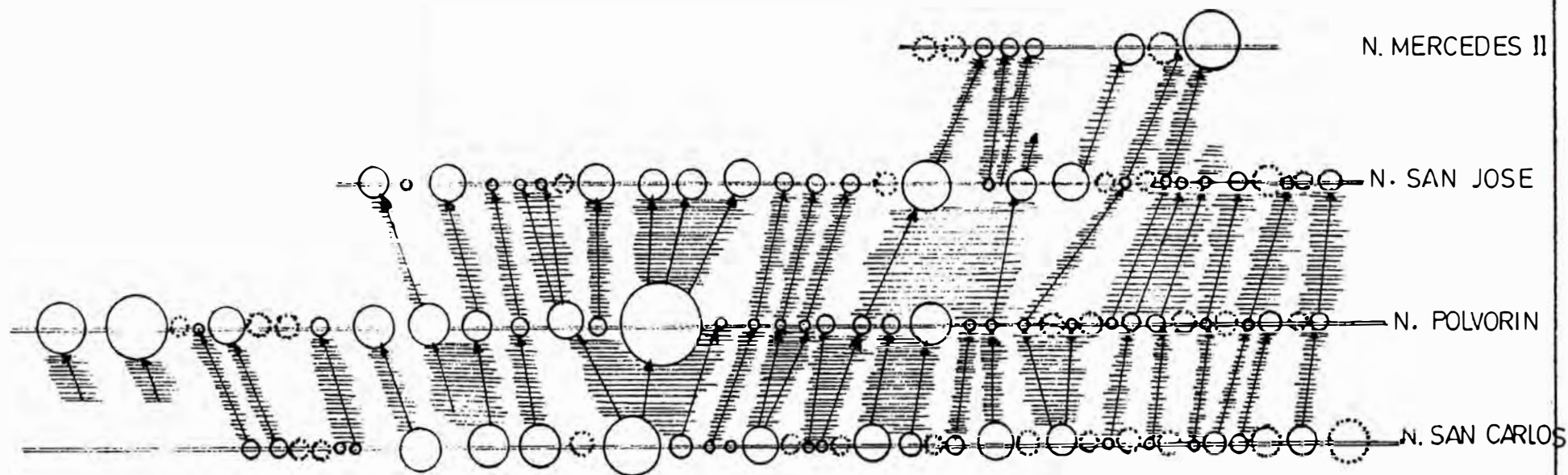
Se han considerado dos grupos C.M. Pb/Zn de 0.0 a 2.5 y C.M. Pb/Zn mayor de 2.5.

En forma similar al cociente metálico plomo-zinc, también aquí se observa que existe una dirección ascendente de los flujos mineralizantes. Observandose la tendencia a una zona central a medida que aumenta la profundidad. En este caso se puede observar en el primer grupo, que a menor cantidad de plomo corresponde mayor cantidad de Zinc y mayor cantidad de Pb a menor cantidad de Zinc en el segundo grupo.

COC. MET. de 0.0 a 1.8 ○

COC. MET. MAYOR de 1.8 ○

DIRECCION DE FLUJO 



INTERPRETACION DE LOS COC. MET. Ag/Zn

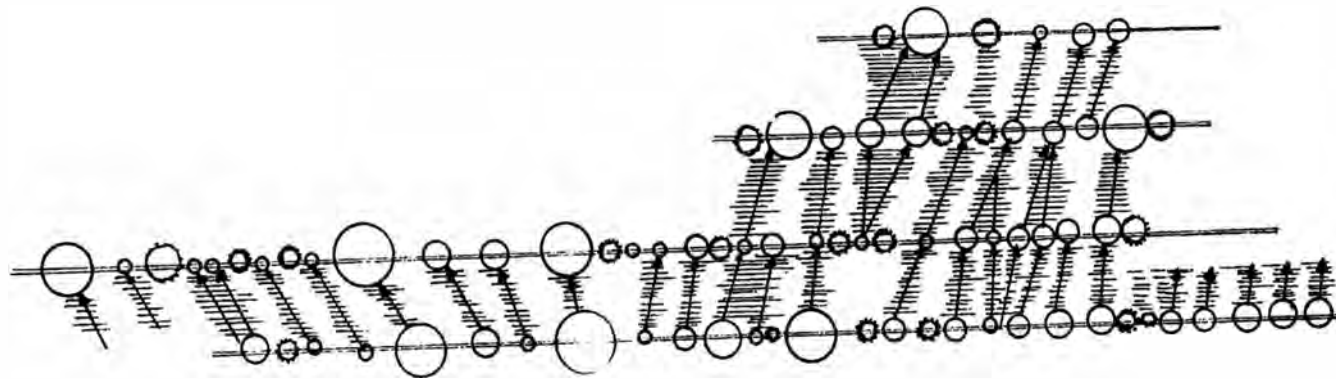
VELTA SAN CARLOS



COC. MET. de 0.0 a 2.5 ○

COC. MET. Mayor de 2.5 ⊙

DIRECCION DE FLUJO 



N. MERCEDES II

N. POLVORIN

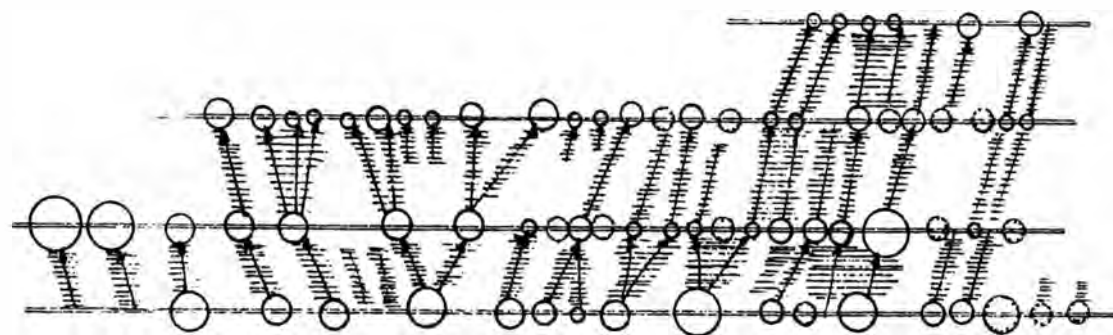
N. SAN JOSE

N. SAN CARLOS

INTERPRETACION DE LOS COC. MET. Pb/Zn

VELTA SAN CARLOS

COC. MET. de 0.0 a 2.8 ○  
 COC. MET. MAYOR de 2.8 ○  
 DIRECCION DE FLUJO ↗



N. MERCEDES II  
 N. SAN JOSE  
 N. POLVORIN  
 N. SAN CARLOS

INTERPRETACION DE LOS COC MET Ag/Pb  
 VETA SAN CARLOS

- Cociente metálico Ag/Pb.-

Hemos tomado dos grupos C.M. Ag/Pb de 0.0 a 2.8 y C.M. Ag/Pb mayor de 2.8.

Una vez contruídos los círculos correspondientes a las posibilidades mencionadas se obtienen resultados similares a los cocientes metálicos mencionados anteriormente. Se observa que los flujos mineralizantes han seguido una dirección ascendente de alto ángulo, presentando una apariencia similar a un abanico. Esto es observable cuando los círculos de diámetro mayor (Nivel Inferior) se convierten en otros círculos mas pequeños en el nivel superior.

3g.- Mineralogía.-

Se encuentran principalmente los siguientes minerales

- Galena
- Esfalerita
- Tetrahedrita
- Argentita
- Chalcopirita
- Bornita
- Pirita
- Cuarzo
- Rodocrosita
- Caolín
- Calcita.

La mineralogía varía en la mina según sea en las vetas o en los mantos, en estos últimos la mineralogía es bastante uniforme. Los mi -

c'

nerales presentes en las vetas son galena, esfalerita, tetrahedrita, chalcopirita y bornita como minerales de mena. En los mantos - principalmente en el manto La Argolla la mineralogía económica está prácticamente representada solo por la esfalerita con algo de galena.

La tetrahedrita en las vetas es argentífera. La pirita está íntimamente ligada a la mena, aunque también se encuentra como alteración. En las vetas la principal ganga es el cuarzo, seguido de la calcita y la rodocrosita.

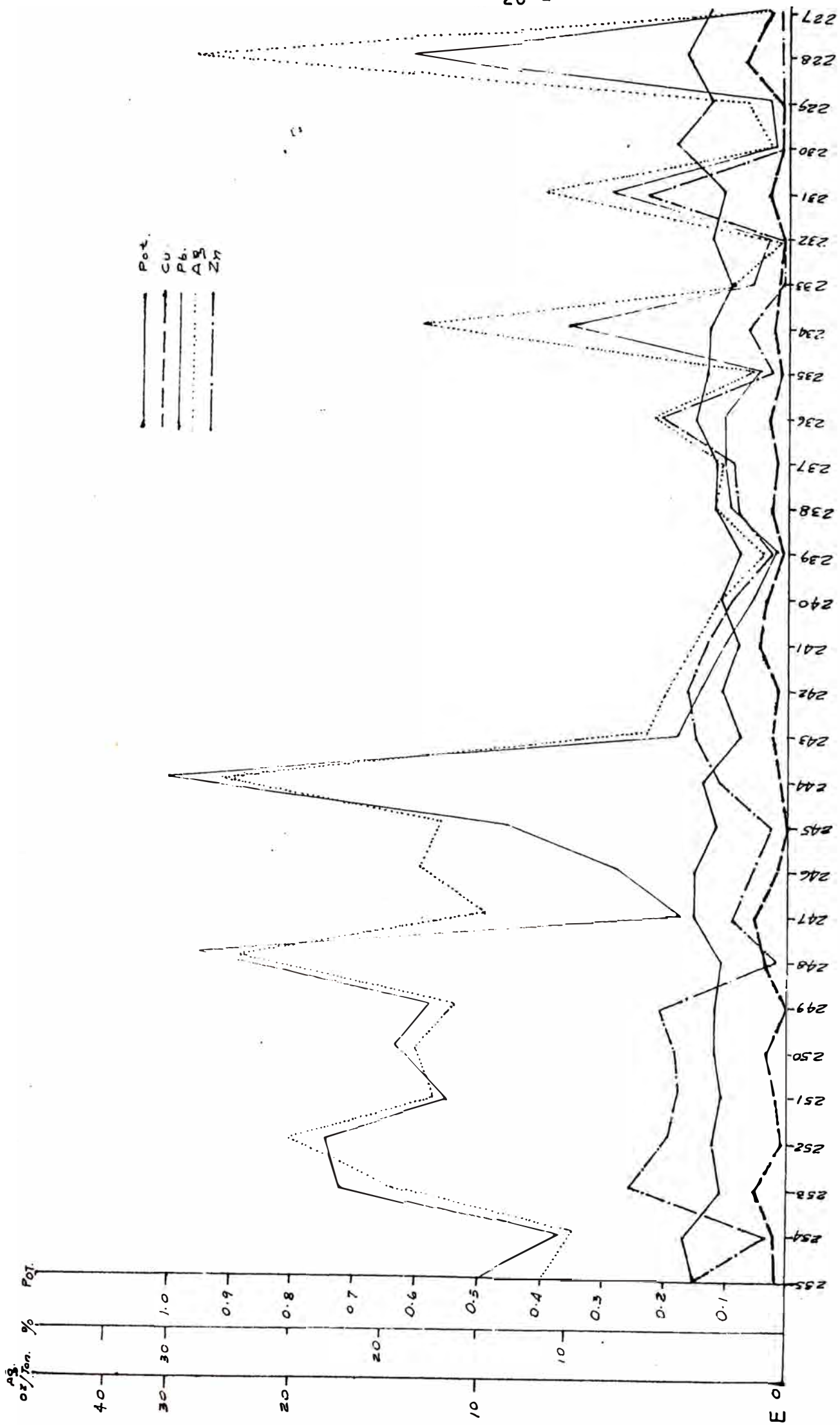
Como minerales de alteración hipógena tenemos al caolín, la pirita y el cuarzo; como mineral de alteración supérgena el principal es la limonita.

### 3h.- Alteración Hipógena.-

Como hemos dicho la alteración mas notoria es la caolinización , seguida en orden descendente por la silicificación y piritización.

Cuando las vetas cortan al sill; aveces la silicificación es tan marcada en el pórfido, que hace difícil distinguir a este de la cuarcita subyacente, a no ser por algunos cristales que han quedado en el intrusivo y que nos permite determinarlo, pero estos son escasos y por lo tanto no son visibles en todas partes.

En los lugares donde las cajas son rocas sedimentarias (principalmente cuarcita) la silicificación es la principal alteración hipógena. Dentro de las cajas también se puede observar pequeños cristales de pirita, fruto de la piritización producida.



MINA LOS NEGROS Y SANTO CRISTO. - Niv. Mercedes 2  
 DIAGRAMA DE POTENCIAS Y LEYES VETA SAN CARLOS

### 3i. - Alteración Supérgena.-

La pirita fue alterada trayendo como consecuencia la formación de óxido de hierro, siendo por lo tanto la limonita el principal mineral de alteración supérgena.

Las zonas de enriquecimiento secundario de plata y cobre no se ven en la mina, pero es posible que estas hayan suministrado la mayor parte de la mena rica en plata de la mina. Estas zonas han sido tan trabajadas que ahora es imposible observarlas.

También se observa la presencia de : malaquita, azurita, chalcantita, cerusita y smithsonita, minerales que se ven muy escasamente, los mismos que se han formado por la alteración de la tetrahedrita, la chalcopirita, la galena y la esfalerita respectivamente.

### 3j.- Paragénesis.-

La deposición de los minerales en la mina comienza con el cuarzo y la pirita, vino a continuación la esfalerita, la misma que tubo un periodo de deposición relativamente largo. La esfalerita de color mas claro (que se depositó al final) corta a la gran mayoría de los otros sulfuros. Luego viene la tetrahedrita argentífera que luego es reemplazada por la galena, aunque en algunos casos es posterior a esta. La deposición de la tetrahedrita parece ser mas corta que la de la galena y esfalerita.

La chalcopirita y la bornita son los últimos minerales económicos, son aportados poco tiempo y en pequeña cantidad, ambos minerales cortan a la esfalerita, galena y tetrahedrita.

Luego tenemos a los carbonatos; calcita y rodocrosita, siendo el primero mas abundante que el segundo.

### 3k.- Zoniamiento.-

En el distrito minero de Hualgayoc se pueden distinguir tres zonas diferenciadas; la primera (a la que pertenece la mina Los Negros y Santo Cristo) está emplazada en los lugares que cubren mayormente los cerros San José y Jesús y que se encuentran a ambos lados de la quebrada que pasa por el pueblo de Hualgayoc, en esta zona los minerales mas abundantes son esfalerita, tetrahedrita argentífera y galena. Esta zona es la de mayor contenido de plomo, zinc y plata.

La segunda zona está emplazada en los cerros María, Las gordas y Mechero, en esta zona los minerales son : galena, esfalerita, tetrahedrita argentífera, chalcopirita, enargita y molibdenita. Hacia al Oeste de esta zona comienzan a predominar casi exclusivamente los minerales de cobre.

La tercera zona está emplazada en las regiones de los cerros San Miguel y Tantahuatay. En esta zona hay principalmente chalcopirita y enargita en ella ya predomina el cobre en forma muy marcada.

En las vetas de la mina Los Negros y Santo Cristo se observa un aumento en las leyes de plata y cobre y una disminución en las leyes de zinc y plomo. En los mantos sucede lo contrario es decir, las leyes son mas altas en el plomo y en el zinc y mas bajas en plata y cobre.

Por lo tanto se puede observar que hay diferencias mineraló-

gicas bien notorias entre las vetas y los mantos. Así en las vetas los minerales económicos son : galena, esfalerita, tetrahedrita argentífera, chalcopirita y bornita, mientras que en los mantos se observa una mineralogía prácticamente solo constituida por esfalerita y galena.

### 3l.- Persistencia de la Mineralización.-

Es común al estimar la cantidad de mena que se puede extender en profundidad, por una distancia igual a la mitad de la longitud horizontal expuesta en el nivel mas bajo, Esta regla tiene apoyo en la experiencia real, sin embargo puede estar equibocada, en casos, como el de pretender estimar la cantidad máxima de mineral.

La mineralización de las vetas en la mina Los Negros y Santo Cristo se la observa persistente en sentido horizontal, en el sentido vertical las estructuras tienden a estrecharse hacia abajo, así observamos que en los niveles superiores el promedio de la potencia es mayor disminuyendo la misma en los niveles inferiores.

Los mantos poseen una potencia bastante uniforme sin cambios bruscos. El manto de la argolla es bastante persistente en el sentido horizontal, en profundidad no ha sido explorado.

### 3m.- Génesis y Tipo de Yacimiento.-

La mineralización de la mina Los Negros y Santo Cristo (tanto en las vetas como en los mantos) es de origen epigenético, producido por un fluido ascendente hidrotermal.

En el primer caso el fluido hidrotermal rellenó las fractu -



ras ya existentes. En el segundo, utilizando estos mismos conductos, mineralizó los horizontes favorables de areniscas.

La mineralización de la mina es por lo tanto de origen hidrotermal, epigenético y a juzgar por la asociación mineralógica es de alcance mesotermal.

### 3n.- Controles de la Mineralización.-

#### a).- Control estratigráfico.-

El manto de La Argolla que es el principal de la mina, se encuentra sobreyaciendo a un angosto estrato de lutitas que se ubican encima del sill. Este manto se encuentra exclusivamente dentro de las areniscas intercaladas con lutitas metamorizadas y piritizadas. Existen otros mantos en la mina pero de menor importancia, las mismas que siempre se encuentran en la misma secuencia estratigráfica. Estos mantos están dentro de los estratos pertenecientes al Aptiano.

#### b).- Control Litológico.-

En las vetas de la mina se puede observar que cuando estas cruzan al sill, que está constituido por un período diorítico, las estructuras se vuelven mas claras y su contacto con las cajas mucho mas conspicuo. Cuando estos filones atraviezan los paquetes sedimentarios, se tornan brechosos, pudiendo observarse gran cantidad de panizo debido a la característica misma de la roca, especialmente cuando ésta es lutita.

En cuanto a los mantos la mineralización está restringida a

las areniscas que se encuentran silicificadas y bastante fracturadas.

c).- Control Estructural.-

El control estructural estaría dado por las estructuras de rumbo  $N50^{\circ}-60^{\circ}W$ , es decir estructuras casi paralelas al eje del anticlinal. Además existe otros juegos de estructuras propicias a ser mineralizadas y sería las dadas por la veta Santo Cristo de  $N80^{\circ}E$  y la del nivel cero de  $N80^{\circ}W$  y que en algunas partes tienden al E-0. Esta última hacia arriba se transforma en una zona brechoza que es muy evidente. En la veta San Carlos se puede observar que cuando mas ancha, se vuelve mas pobre.

#### 4,- CONCLUSIONES

- 1.- La mina está situada en rocas sedimentarias, mayormente areniscas y lutitas del Aptiano.
- 2.- Es un yacimiento hidrotermal, filoniano, epigenético.
- 3.- Vista de perfil las estructuras tienen la forma arborecente, - simplificándose en profundidad.
- 4.- Las estructuras pueden agruparse mayormente en 3 sistemas diferentes, N50°-60°W, el sistema tendiente a E-O y N35°W. Los dos primeros mineralizados, el tercero estéril.
- 5.- El estudio de los cocientes metálicos nos indica que los flujos hidrotermales tienen la forma ascendente y en abanico.
- 6.- En las vetas las leyes son inversamente proporcionales a la potencia.
- 7.- Se ha encontrado los siguientes minerales : Galena, esfalerita, tetrahedrita, chalcopirita, bornita, pirita cuarzo, calcita rodocrosita, caolín, limonita, malaquita, chalcantita, azurita , cerusita y smithsonita.
- 8.- Se puede observar las siguientes alteraciones hidrotermales : Caolinización, silicificación y piritización y como alteración supérgena mayormente limonita.
- 9.- El zoniamiento; en las vetas estaría dado por un aumento de Cu y Ag. con una disminución de Pb y Zn. en los mantos se produce

lo inverso aumento de Pb. y Zn. y disminución de Cu. y Ag.

10.- La mineralización es de alcance Mesotermal.

11.- Los controles de la mineralización son de carácter estructural (N50°W y tendencia E-0), litológico (areniscas y pórfido diorítico) y estratigráfico (Aptiano).