

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA
Y METALURGICA**



**Proyecto de Instalación de una
Planta Concentradora en la zona
Tuco - Chira Dpto. de Ancash**

Informe de Ingeniería

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

Leoncio Silvino Robles Cerna

LIMA-PERU

1 994

A LA MEMORIA DE MIS
AMADOS PADRES.

INDICE

INTRODUCCION

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO I.- GENERALIDADES

1.1 DISTRITO MINERO DE TUCO-CHIRA

1.1.1 UBICACION Y ACCESO

1.1.2 ANTECEDENTES

1.2 EL YACIMIENTO

1.2.1 GEOGRAFIA

1.2.2 TOPOGRAFIA

1.2.3 CLIMA

1.2.4 ABASTECIMIENTO DE AGUA

1.2.5 ABASTECIMIENTO DE ENERGIA

1.2.6 SUMINISTROS

1.2.7 MANO DE OBRA EN LA ZONA

CAPITULO II.- GEOLOGIA

2.1 GEOLOGIA GENERAL

2.1.1 ESTRATIGRAFIA

2.1.2 ROCAS INTRUSIVAS

2.1.3 ROCAS VOLCANICAS

2.1.4 ESTRUCTURAS

2.2 GEOLOGIA ECONOMICA

2.2.1 ORIGEN Y CLASIFICACION DE LOS
YACIMIENTOS

2.2.1.1 TIPOS DE DEPOSITOS

2.2.1.2 COCIENTES METALICOS

2.2.1.3 DEPOSITOS DE MINERALOGIA

2.2.2 DESCRIPCION DE YACIMIENTOS

CAPITULO III.- DEPOSITOS MINERALES DE TUCO

- 3.1 UBICACION
- 3.2 HISTORIA Y LABOREO
- 3.3 GEOLOGIA LOCAL
- 3.4 GEOLOGIA ECONOMICA
- 3.5 MUESTREO
- 3.6 POSIBILIDADES
- 3.7 PROSPECTO GORRIONCITO
 - 3.7.1 UBICACION Y ACCESO
 - 3.7.2 GEOLOGIA LOCAL
 - 3.7.3 GEOLOGIA ECONOMICA
- 3.8 PROSPECTO NUMANCIA
 - 3.8.1 UBICACION Y ACCESO
 - 3.8.2 HISTORIA Y LABOREO
 - 3.8.3 GEOLOGIA LOCAL
 - 3.8.4 GEOLOGIA ECONOMICA
 - 3.8.5 RESERVAS MINERALES
- 3.9 PROSPECTO JOHN RAFAEL
 - 3.9.1 GEOLOGIA LOCAL
 - 3.9.2 GEOLOGIA ECONOMICA
 - 3.9.3 LABOR N° 2
 - 3.9.4 POSIBILIDADES
- 3.10 PROSPECTO ZONA CHIRA
 - 3.10.1 HISTORIA
 - 3.10.2 GEOMORFOLOGIA
 - 3.10.3 GEOLOGIA GENERAL
 - 3.10.4 DEPOSITOS MINERALES

3.11 VALUACION DE YACIMIENTOS

3.11.1 MUESTREO

3.11.2 CALCULO DE RESERVAS

3.11.3 MINERAL PROSPECTIVO

CAPITULO IV.- PLANTA DE BENEFICIO

4.1 HISTORIA METALURGICA DE LA ZONA

4.2 PRUEBAS METALURGICAS

4.2.1 MINERAL DE NUMANCIA

4.2.2 MINERAL DE TUCO GRANDE

4.3 CARACTERISTICAS DE LA PLANTA DE BENEFICIO

4.3.1 DISEÑO DE LA PLANTA DE BENEFICIO

4.3.2 CARACTERISTICAS DE MAQUINAS Y EQUIPOS

4.3.2.1 SECCION CHANCADO

4.3.2.2 SECCION MOLIENDA

4.3.2.3 SECCION FLOTACION (CIRCUITO 1)

4.3.2.4 SECCION FLOTACION (CIRCUITO 2)

4.3.2.5 CASA DE FUERZA

4.3.2.6 COCHAS PARA CONCENTRADOS

4.4 POTENCIA INSTALADA

4.5 REACTIVOS QUIMICOS

4.5.1 DEPRESORES

4.5.2 PROMOTORES

4.5.3 ESPUMANTES

4.5.4 MODIFICADORES

4.5.5 REACTIVADORES

4.5.6 SULFIDIZADORES

4.6 DOSIFICACION DE REACTIVOS QUIMICOS

4.7 FLUJO DE OPERACION

4.7.1 RECIBO DE MINERALES

4.7.2 SECCION CHANCADO

4.7.3 SECCION MOLIENDA

4.7.4 FLOTACION PLOMO-PLATA

4.7.5 CONTROLES DE LA PLANTA

4.8 ALMACENAMIENTO DE RELAVES

CAPITULO V.- INGENIERIA DEL PROYECTO

5.1 ANALISIS DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION

5.2 DISPONIBILIDAD DE INSUMOS

5.3 ESTIMACION PRELIMINAR DEL EQUIPO

5.4 ESTIMACION DE PERSONAL

5.5 VALOR DEL MINERAL

5.5.1 VALOR DEL MINERAL PROSPECTO TUCO GRANDE

5.5.2 VALOR DEL MINERAL PROSPECTO JOHN RAFAEL

5.5.3 VALOR DEL MINERAL PROSPECTO NUEVA
ESPERANZA

5.5.4 VALOR DEL MINERAL PROSPECTO MAGISTRAL

5.5.5 VALOR DEL MINERAL PROSPECTO PARARRAYO
(SECCION PLOMO)

5.5.6 VALOR DEL MINERAL PROSPECTO PARARRAYO
(SECCION COBRE)

5.5.7 APORTE DE LOS PROSPECTOS

5.6 COSTOS

5.7 BALANCE ECONOMICO

5.8 PLANEAMIENTO DE LA EXPLOTACION

5.9 INVERSIONES

5.10 EVALUACION FINANCIERA

INTRODUCCION

La región minera de TUCO-CHIRA comprende una serie de prospectos que han desarrollado y explotado lentes de mineral económico de corta longitud, en base a operaciones mineras de pequeña escala.

Se han realizado estudios en dos zonas, la primera en el manto calcáreo de los prospectos Pararrayo, Magistral, Tuco Grande y Nueva Esperanza, que desde ya, se postula considerarlo como una sola unidad sin limitaciones de concesiones; la segunda es uno de los contactos del stock granodiorítico que aflora en el lado SW del distrito, donde se presentan las mineralizaciones de John Rafael, Gorrioncito y Numancia.

La existencia de mineralización y la confirmación de reservas de mineral justifican la entrada en operación y la instalación de una planta de tratamiento en la zona, debido a que es mineral de buena ley, y esto es confirmado por el análisis económico que se evalúa en el presente estudio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los depósitos de Tuco- Chira constituyen asociaciones polimetálicas de plomo, plata y zinc, en los cuales el plomo y el zinc constituyen los elementos más importantes en volúmen, pero siendo la plata el elemento más valioso desde el punto de vista económico.

Los depósitos se pueden considerar como yacimientos metasomáticos de contacto debido a su geometría, alteración mineralogía y relación a un stock granodiorítico, probable fuente de soluciones mineralizantes. Dentro de este grupo amplio, podemos distinguir dos clases:

a) Depósitos metasomáticos de contacto, caracterizados por la presencia de minerales de skarn, wollastonita, hedenbergita, los cuales han jugado un papel importante para la deposición mineral.

b) Depósitos metasomáticos de contacto, que carecen de minerales de skarn, pero en los cuales el metamorfismo de la caliza original es la característica más saltante. Estos depósitos se caracterizan por ser argentíferos, siendo la tetraedrita el mineral portador de plata, además de la galena, esfalerita y chalcopirita como minerales económicos. Asociados con este grupo existen fallas mineralizadas que probablemente han servido de canales para la formación de los cuerpos mineralizados.

Las rocas sedimentarias predominantes en el área de Tuco Chira son cuarcitas, lutitas y calizas de las formaciones Chimú, Santa, Carhuaz y Pariahuanca. Un horizonte calcáreo de estas formaciones (Santa) es el que ha servido de huésped favorable para la deposición de mineral. Los sedimentos se encuentran fuertemente plegados, especialmente en el área de Tuco, y han sido intruidos por un stock granodiorítico que parece ser la fuente responsable de la mineralización. Pequeños siles y diques de composición andesítica principalmente y aplitas y riolitas porfiríticas se presentan en el área. Yaciendo en discordancia angular a los sedimentos se encuentran los volcánicos Calipuy.

Los prospectos de mayor importancia en la zona de Tuco-Chira son los siguientes: Magistral, Tuco Grande, Girondina, Pararrayo, Nueva Esperanza, John Rafael, Gorrioncito, Numancia y los prospectos de la quebrada Chira.

La mineralización económica está restringida a galena, esfalerita, chalcopirita y tetraedrita. Otros sulfuros presentes son pirita, pirrotita, arsenopirita. Entre los minerales de ganga tenemos granates (andradita), wollastonita, epidota, hedenbergitas, calcita, cuarzo, fluorita, baritina, malaquita, azurita y óxidos de fierro. El contenido de oro es bajísimo, no descartándose la presencia de otros metales, tal como se menciona en el estudio mineragráfico de una muestra de John Rafael, donde se cree que podría haber cobalto en arsenopirita.

El estudio de cocientes metálicos revela un claro zoneamiento con depósitos de más alto contenido de cobre y fierro en los depósitos metasomáticos con un cambio a depósitos argentíferos con valores de plomo y zinc hacia las afueras de los contactos.

La producción de minerales en la zona es pequeña, en parte debido al carácter temporal de los trabajos y al estado primario en que se encuentran la mayor parte de los pequeños prospectos de la región. El mineral producido era remitido hasta antes de su cierre a la planta del Banco Minero de Catac para su venta o en su defecto acumulado para tratarlo en campañas y obtener un concentrado que pueda rendir una utilidad mayor.

Las reservas de mineral de todo el distrito alcanzan a 27,896 toneladas métricas distribuidas entre el manto Tuco Grande, Magistral, Pararrayo, Nueva Esperanza y John Rafael. Las leyes promedio son de 4.79 oz Ag/TC, 7.74% Pb, 3.28 % Cu y 11.10% Zn; con una potencia promedio de 1 metro.

Las evidencias geológicas permiten abrigar esperanzas de aumentar estas cifras con un programa de exploraciones mediante métodos geofísicos. Este estudio permitirá orientar la búsqueda de mineral mediante sondajes diamantinos y labores subterráneas. Puntos importantes para la prospección se considera al manto de Tuco; la falla que une los prospectos Gorrioncito, John Rafael y Numancia y finalmente la zona de

contacto de la quebrada de Chira.

En Tuco-Chira no existe planta concentradora para el tratamiento de los minerales de la región. Solo quedan los restos de una antigua fundición. El tonelaje cubicado garantiza el funcionamiento de una planta, se considera que el lugar de la antigua fundición es el lugar idóneo para su instalación, pues tiene el acceso, agua y topografía necesarios para una buena operación y acumulación de relaves.

Hasta hace unos años los pequeños mineros vendían sus concentrados a Minpeco usando por este motivo la planta concentradora de Catác, la que trataba por campañas el poco mineral que se extraía de la región. En la actualidad debido a la paralización de la planta y la lejanía de otras plantas la zona se encuentra prácticamente paralizada.

Las pruebas metalúrgicas realizadas con mineral del manto de Tuco evidencian docilidad en el tratamiento y la factibilidad de obtener dos productos: concentrados de plomo-plata-cobre y concentrado de zinc. Las recuperaciones obtenidas son: 80% en plomo, 79% en plata y 60% en zinc, el contenido de plata es alto en el concentrado de Pb-Ag-Cu.

Similarmente, las pruebas efectuadas con el mineral de Numancia, demuestran la factibilidad de poder recuperar dos productos por flotación selectiva: Bulk de Pb Cu y concentrado de Zn. Las recuperaciones están dentro de un rango

de 70%, Cu 70%, Zn 75% y Ag 85%. Si bien es cierto que megascópicamente es evidente el contenido de cobre, las pruebas no han demostrado la posibilidad de separar un producto adicional en forma de concentrados de cobre.

El valor bruto del mineral de todo el distrito es de US\$ 3'950,471 obtenido de los 27,896 toneladas con un valor neto recuperable promedio de US\$ 141.61 por tonelada. Asumiendo un costo de US \$ 48.29 se tendría un beneficio de US\$ 93.32 por tonelada. Lo que confirma la rentabilidad en la instalación de una planta concentradora en la zona.

Del análisis económico se desprende los siguientes resultados, se instalará una planta de procesamiento de 40 TM/día, considerando un promedio de 30 TM/día se pasa 9,000 TM/año. De acuerdo al volumen de las reservas se tiene mineral para tres años de acuerdo a la capacidad de la planta. Considerando una inversión de US\$ 400,000 y descontando del valor bruto de mineral los costos, hallamos el valor presente del proyecto que nos da US\$ 1'614,291, el cual nos da una tasa interna de retorno de 213.39 % y una relación costo/beneficio de 5.03, indicando así por medio de estos tres parámetros la alta rentabilidad del presente proyecto.

RECOMENDACIONES

Gran parte de los depósitos no han pasado de una etapa primaria de exploraciones, que permita tener una clara del volúmen y persistencia la mineralización en profundidad.

Desde el punto de vista geológico, los depósitos de Tuco-Chira presentan posibilidades de ubicar y ubicar nuevos cuerpos mineralizados. Su localización, cercanía a un stock granodiorítico permiten recomendar mayores estudios y trabajos exploratorios, con la finalidad de ubicar nuevos cuerpos que puedan hacer económica y justifiquen una operación mayor.

La distribución de los cuerpos parece estar controlada por las fallas transversales que sirvieron de canales a las soluciones mineralizantes. No se sabe si estas estructuras persisten en profundidad o nó. Así mismo existe la posibilidad de que en el contacto del posible cuerpo intrusivo con el horizonte calcáreo se pueda encontrar mineralización. Un pequeño apófisis granodiorítico aflora a la bocamina del prospecto Tucu Grande, la actividad ígnea es bastante notoria en la región y el efecto térmico en las calizas son evidencias suficientes para suponer tenemos un cuerpo intrusivo debajo de las rocas calizas. Estudios geofísicos podrían ayudar a dar luz sobre la presencia de mineralización en profundidad.

En el área de Tuco existen varias concesiones a lo largo del horizonte calcáreo que tiene 1200 metros. Considerar individualmente cada prospecto en un programa de exploración más intenso, es diversificar esfuerzos. Todos los prospectos de Tuco a lo largo del horizonte calcáreo que comprende a Pararrayo, Girondina, Tuco Grande, Rinconada Norte, Magistral deben ser considerados como uno solo, estudiados así y tratados como tal.

El estudio geofísico debe orientar a dar las pautas necesarias para ordenar los futuros trabajos a seguir. El siguiente paso debe ser un programa de perforaciones diamantinas en las anomalías que se revelen del estudio antes mencionado.

Se considera que los estudios de exploración deben iniciarse en la quebrada Tuco debido a que son mejores las posibilidades y por tener acceso hasta las principales labores. Luego se debe considerar las investigaciones en la Quebrada Quenua en el sector de Numancia, previa preparación de la carretera; y por último, si los resultados prosperan en forma favorable se debe dar impulso a los estudios en la zona de la quebrada Chira que no tiene el acceso necesario.

Para los trabajos que están en ejecución y que requieren de un desarrollo permanente, es conveniente el asesoramiento técnico, así como el mantenimiento del equipo y suministro de materiales necesarios para los avances. Así por ejemplo, es de

suma urgencia completar el desarrollo de la cortada del nivel cero de Tuco Grande (Girondina). Esta labor es fundamental para verificar el comportamiento de la mineralización en profundidad. De los resultados de este socavón, que le faltan entre 20 y 30 metros para llegar a su objetivo, se podría pensar en una labor similar en la zona Magistral.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1 DISTRITO MINERO DE TUCO CHIRA

1.1.1 UBICACION Y ACCESO

El distrito minero de TUCO-CHIRA, se encuentra situado en el distrito de Ticapampa, provincia de Recuay, departamento de Ancash. El distrito lleva el nombre de las quebradas de Tuco y Chira las cuales drenan el área.

El acceso desde Lima vía Conococha se realiza siguiendo la Panamericana Norte hasta Pativilca por espacio de 180 kilómetros. De allí a Conococha existen 126 kilómetros de carretera afirmada. Desde Conococha a los campamentos de Tuco existen 35 kilómetros de trocha carrozable; los campamentos están situados a 4650 m.s.n.m.

1.1.2 ANTECEDENTES

Algunas de estas vetas fueron trabajadas intensamente durante los comienzos del presente siglo, habiendo existido una fundición en el extremo norte de la quebrada Tuco. Dos de las minas fueron trabajadas en 1949 en pequeña escala por métodos de escogido (pallaqueo). La producción anual del distrito fué de un promedio de 35 toneladas de concentrado de plomo - zinc, cobre.

1.2 EL YACIMIENTO

1.2.1 GEOGRAFIA

Todos los depósitos se encuentran en el flanco occidental de la Cordillera Blanca, a 12 Kilómetros al oeste de Pachapaqui. El distrito Tuco Chira se encuentra en el extremo sur de la Cordillera Blanca, 20 Kilómetros en línea recta al Noreste de Conococha.

Al extremo Norte de la pampa en la quebrada Tuco, donde se encuentra la antigua fundición, se encuentra a una altitud de 4,330 metros y el fondo del valle cerca de la mina Chira en la Quebrada Chira está a una altura de 4,300 metros. El sendero entre quebrada Tuco y la quebrada Chira cruza la línea de cumbres a una altura de 5,000 metros. El nevado Tuco en el extremo norte del distrito, alcanza una altitud de 5,487 metros.

La línea de cumbres que separa la quebrada de Tuco de la Quebrada Chira se alinea paralelamente a la masa principal de la Cordillera Blanca y forma el divisor del drenaje entre el río Santa y el río Pativilca.

1.2.2 TOPOGRAFIA

La topografía es el resultado de la erosión producida por la

actividad glacial y está representada por valles en U, morrenas, circos glaciales y valles colgados. Lagunas glaciales formados por glaciares en recesión se encuentran frecuentes en el área y son comunes bajo el nevado Tuco.

1.2.3 CLIMA

El clima es típico de las regiones de puna; frío y seco caracterizándose el lugar por abundante precipitación en la estación lluviosa de Enero a Mayo y por fuertes heladas en la época seca de Mayo a Diciembre.

La vegetación está compuesta principalmente por ichu, arbustos y en las partes más bajas por quinales.

En el área de Tuco la crianza de ganado ovino y vacuno es importante, habiendo varias estancias y haciendas que se dedican en forma exclusiva a la ganadería.

1.2.4 ABASTECIMIENTO DE AGUA

La quebrada Tuco drena hacia el sur-oeste hacia el río Santa cerca de la Laguna de Conococha, mientras que la quebrada Chira drena hacia el suroeste hacia el río Pativilca. Ambas quebradas se originan en los flancos del Nevado Tuco y los glaciares son las fuentes del agua que va a los riachuelos.

El abastecimiento de agua no sería un problema, en cuanto a volumen para satisfacer las necesidades de consumo humano o en el caso de usarla en la concentración de minerales.

1.2.5 ABASTECIMIENTO DE ENERGIA

Energía eléctrica no existe en el área de Tuco-Chira, siendo la minería una actividad de alto consumo eléctrico es poco intensiva en la zona y está bastante dispersa, y sobre todo debido al estado primario de la exploración, no hay demanda de un consumo eléctrico mayor. La energía usada para la maquinaria en trabajo, provienen de combustibles líquidos, los cuales son transportados desde Lima.

1.2.6 SUMINISTROS

Los suministros proceden en su mayoría de Lima, lo que ocasiona muchas veces problemas en la logística por la gran distancia y el pequeño volumen de los mismos, lo que encarece su costo.

1.2.7 MANO DE OBRA EN LA ZONA

En las áreas de Tuco Chira, la mayor parte de la gente se dedica a la ganadería. El número de personas que trabaja en los prospectos, es pequeño, procede de Huaraz y otros centros mineros. El carácter temporal de la minería en la zona y su poco desarrollo en el área lo hacen poco atractiva.

CAPITULO II

GEOLOGIA

2.1 GEOLOGIA GENERAL

El área que cubre el distrito de Tuco-Chira es de 100 Km² (10 Km x 10 km) y se ubica en la parte sur de la Cordillera Blanca.

En esta extensión afloran predominantemente rocas intrusivas y sedimentarias; también volcánicas pero en forma subordinada. Las rocas intrusivas corresponden a la parte sur del batolito de la Cordillera Blanca y generan una fuerte deformación de las ya plegadas series sedimentarias del cretácico. La denudación de las rocas sedimentarias produjo una superficie de erosión sobre las que se asentaron los derrames y aglomerados volcánicos que en la zona de estudio se observan en el sector norte en las partes altas de la Laguna Yahuarcocha.

2.1.1 ESTRATIGRAFIA

Es un tanto difícil la identificación de unidades estratigráficas que afloran en la región de Tuco-Chira; ya que la deformación regional y el metamorfismo a que han sido sometidos no permite claramente la correlación; sin embargo, se considera que es posible una correlación tentativa si

tiene en cuenta ciertos elementos que son comunes formaciones reconocidas en las regiones vecinas. Las zonas donde se pueden identificar con facilidades las unidades estratigráficas son las de Santón, ubicada a 8 kms. al NW de la antigua fundición y la Pachapaqui con la que colinda por el lado Este; en estos sectores se han identificado formaciones Chimú, Santa, Carhuáz, Farrat y Pariahuanca y los volcánicos Calipuy que yacen en discordancia. En la zona Tuco-Chira tenemos las siguientes unidades.

Formación Chimú.— Esta formación fué descrita por Wilson J., Reyes Luis y Garayar Julio (1967), y consiste de 500 metros de cuarcitas areniscas y lutitas con algunos mantos de carbón. Aflora nitidamente en la margen este de la quebrada Chira y se localiza en neto contacto con el stock grániorítico, orientándose en dirección N 40° W con buzamiento 60° al SE y forma el ala oeste de un sinclinal regional cuya ala este va a aflorar en Pachapaqui a 11 Km al este. unidad es de edad Valanginiano Inferior y medio.

Formación Santa - Carhuáz - Farrat.— Tentativamente se asume que estas 3 formaciones son las que afloran en gran parte del área de Tuco Chira, se le considera como una sola unidad para el presente estudio debido a la dificultad para su identificación. Sin embargo, el carácter heterogéneo de sus elementos, el color de alteración y su posición estratigráfica debajo de lo que se considera Formación Parihuanca, permite asumir que se trata de las 3 unidades mencionadas. En el área

de Tuco-Chira se presentan una serie de pizarras, calizas marmolizadas y areniscas muy metamorfizadas de color marrón claro por intemperismo. La potencia se estima en 350 metros, aunque la distorsión por efecto del fuerte plegamiento podría conducir a error por la duplicidad de la potencia. Esta serie está fuertemente plegada, forma pliegues recurrentes y es la que principalmente se relaciona con la mineralización, especialmente el horizonte calcáreo de 5 a 10 metros de espesor que tiene en su parte inferior. Este horizonte parece corresponder a la formación Santa. La edad de este grupo va desde el Valanginiano hasta el Aptiano.

Formación Pariahuanca.— El color y la fuerte deformación permiten asumir la serie de calizas de color gris-oscuro a marrón que sobreyacen a las unidades anteriormente descritas y pertenecen a la formación Pariahuanca; estas mismas características se observan en la región de Pachapaqui (Tancán) donde se hallan fuertemente plegadas en discordancia sobre las unidades del grupo Goyllar (Santa-Carhuáz y Farrat). En la región Tuco-Chira esta unidad aflora en el sector norte, en las inmediaciones Surorientales del Nevado Tuco. Tiene una potencia estimada de 100 metros. Su edad va desde el Aptiano hasta el Albiano.

2.1.2 ROCAS INTRUSIVAS

Gran parte del área estudiada está cortada por extensos cuerpos intrusivos que han producido una gran deformación y

alteración de las unidades estratigráficas preexistentes. Una visión de conjunto del plano geológico de la región demuestra que estas rocas forman casi el 50% del basamento y que las unidades sedimentarias solo son remanentes o "roof pendants" que quedan como pequeñas islas sobre una gran masa del batolito.

Entre los cuerpos menores o intrusivos pequeños se distinguen: sills y dikes de composición andesítica principalmente. Estos cuerpos son abundantes y bastante comunes en el área de Tuco y Numancia. Se encuentran cortando las rocas sedimentarias de las formaciones Santa, Carhuaz y Pariahuanca y en concordancia con ellas.

Una muestra de un dike en John Rafael ha sido clasificada como una Latiandesita. Esta roca se encuentra hidrotermalmente alterada lo cual muestra que ha sido intruida antes que stock grandiorítico y la mineralización.

El intrusivo que aflora en la región estudiada se presenta en forma de grandes cuerpos o "stocks" así como pequeños apófisis diseminados en el área. Regionalmente, se observan 2 grandes cuerpos, uno en el sector SW y el otro en el lado NE de la zona con cuerpos menores entre ambos.

Stock SW. - Es el más prominente y expresivo de la zona. ha alojado aprovechando según parece - dos grandes fallas paralelas de rumbo N 45° W, casi concordantes con el

rumbo general de la estratificación . La extensión de este cuerpo o "dike" regional es de 10.5 km de largo por 3 km de ancho. De acuerdo a la interpretación aerofotográfica, tiene una inclinación al SW de unos 70°. Este cuerpo presenta una variación o gradación en sentido vertical, pues es más granular hacia las partes bajas y de textura porfirítica hacia las partes altas.

A una de las "cajas" de este cuerpo, específicamente a la caja Norte se asocia parte de la mineralización de la región; así, Gorrioncito y John Rafael se ubican en el contacto con las calizas sills volcánicos. Este sector se considera insuficientemente reconocido y merece mayor investigación, en la búsqueda de otras zonas mineralizadas. La caja o pared sur es la más expresiva en las aerofotos y en el terreno es notorio debido al control morfológico que muestra cuando la topografía cambia bruscamente de zonas planas a zonas más escarpadas; este contacto va desde la Laguna Verdecocha en el NW en la base del Nevado Jeullarajo hasta la Laguna Yanacocha en el SE.

Por considerarlo de interés científico, se hizo el estudio petrográfico de 3 muestras de intrusivos, cuyas ubicaciones se indican en el plano regional. En líneas generales, se ha confirmado que la gran masa intrusiva corresponde a una grandiorita confirmándose además la presencia de pórfido riolítico y granodiorita porfirítica. Si bien es cierto que no se efectuaron estudios detenidos de la distribución areal y

mapeo de estos intrusivos, llama la atención que en tan corta distancia de la que se tomaron las muestras pueda presentarse tal variación. Estos cambios podrían deberse a:

- 1.- Gradación del mismo magma grandiorítico.
- 2.- Xenolitos asimilados de rocas preexistentes.
- 3.- Generación de nuevos tipos de roca al producirse la intrusión grandiorítica en otras intrusiones anteriores.

Indudablemente que este tema merece un estudio aparte, debido a la importancia que tiene en cuanto a la relación con la génesis de la mineralización de la región. Asimismo, la determinación en el campo de una o varias etapas de intrusión servirá de guía importante en las investigaciones de las edades radiométricas del batolito de la cordillera blanca.

Stock NE.- Aflora entre las quebradas Chira y la cumbre de la cadena de cerros que une esta quebrada con la de Tuco, su extensión es de 4 Kms. tiene las características netas de una grandiorita y a él se asocia la mineralización de la zona Chira.

Rocas Porfiríticas.- Entre las rocas porfiríticas dentro del área se ha considerado a un pórfido y a una aplita. El pórfido riolítico se caracteriza por la presencia de

fenocristales de feldespato principalmente sanidina y ortosa, en algunos casos de 5 cm de largo por 2 cm de ancho. La masa es probablemente anortoclasa en pequeños fenocristales. La plagioclasa es del tipo oligoclasa y andesina (rara). En algunos casos la sericita ocurre bien desarrollada.

La aplita se encuentra asociadas al grupo granítico. El ejemplar estudiado de esta roca ha sido considerado como una aplita-tonalita en contacto con granodiorita porfirítica. La composición de la aplita es probable que sea cercana a la de la granodiorita.

La aplita va adquiriendo fenocristales a medida que se acerca al contacto con la granodiorita.

Edad de los Intrusivos.- Se considera que estos cuerpos corresponden al batolito de la Cordillera Blanca que es considerado como una de las intrusiones más jóvenes de la Cordillera de los Andes. Si bien aún no se tiene suficiente información referente a edades de estos cuerpos, existen algunas determinaciones radiométricas efectuadas en biotitas y hornblendas mediante el método de K:Ar de muestras tomadas en algunas partes tanto del batolito Costanero como del Batolito de la Cordillera Blanca. Así, Cobbing y Pitcher dan para el batolito Costanero (parte central) entre 100 y 10 millones de años, notando una tendencia a edades más recientes hacia el Este; J. Shelling y J. Stewart dan edades de 12 a 3 millones para muestras del Batolito de la cordillera Blanca; algunas muestras, de este batolito indican una ligera tendencia en las

edades de más antiguas a más recientes en dirección sur a norte.

Teniendo en cuenta las edades anteriormente mencionadas se concluye que las intrusiones se han producido en las postrimerías del Terciario o sea en el Plioceno y lógicamente deben haber intruido y mineralizado a los volcánicos Calipuy del Terciario Inferior. Esta última afirmación se confirma más al norte del área estudiada, en la mina Santón, donde la mineralización se encuentra en el volcánico e intrusivo.

2.1.3 ROCAS VOLCANICAS

Volcánico Calipuy.— Esta serie fue denominada así por A. Cossio en su estudio "Geología de los Cuadrángulos de Santiago de Chuco y Santa Rosa" (1964) y cubre grandes áreas del flanco Pacífico de la Cordillera Occidental en el Norte del Perú. En la zona en estudio afloró en las partes más altas del sector NW y se extiende en forma considerable hacia el norte. Se observa entre los nevados Jeulla Rajo, Tuco, Pasto Ruri y Llamacancha o Santón. Corresponden a aglomerados y derrames andesíticos que se han depositado en forma discordante sobre los sedimentos cretácicos plegados y erosionados; en la región mencionada aflora en posición casi horizontal. La edad asignada a esta formación es Cretácico Superior a Terciario Inferior.

2.1.4 ESTRUCTURAS

El intenso plegamiento que han sufrido los sedimentos cretácicos, aunado a la fuerte deformación generada por la intrusión del Batolito de la Cordillera Blanca, nos presenta un cuadro tectónico regional muy complejo y de difícil interpretación.

Pliegues.- En general, las capas tienen como rumbo N 20° - 50° W, con inclinaciones tanto al NE como al SW. La mayor deformación se observa en el lado de la quebrada Tuco, donde es muy visible un pliegue recurrente echado que es el lugar huésped para la mineralización que va desde Cascajal o Pararrayo hasta Nueva Esperanza. Este pliegue está formado por sedimentos Santa - Carhuáz.

Fallas.- Uno de los mas prominentes rasgos geológicos es el "dike" regional que aflora en el sector SW de la región. Su dirección es N 50° W y se ha localizado probablemente aprovechando una zona de debilidad o fallamiento a lo largo de la estratificación. Los contactos o cajas de este gran cuerpo son paralelos y en las aerofotografías son observados como dos grandes fallas de gran extensión, alrededor de 11 Km de longitud.

Fallas Menores.- La deformación también ha generado un fracturamiento a menor escala, creando un sistema de fracturas de rumbo N 50° - 80° E, en forma transversal a la

estratificación, tal como se observa en el sector de Tuco Grande; en estas fracturas casi verticales parece han servido de conducto para las soluciones mineralizantes pues a ellas se nota una clara asociación de los lentes en el manto que va de Pararrayo hasta Nueva Esperanza. La extensión de las fallas, no va más allá de 200 metros.

Una falla de mayor extensión (2.5 Km) aflora entre las quebradas Quena y Tuco. En el Sector de Quena desplaza horizontalmente al manto de Numancia. Mientras que en el lado de Tuco forma la mineralización de Pararrayo.

La mineralización en la quebrada Chira está controlada por el intrusivo que mineraliza las capas calcáreas intruídas; y por la estratificación, pues ciertos lentes de mineral se han alojado en algunas aberturas de la estratificación dentro de las cuarcitas Chimú.

2.2 GEOLOGIA ECONOMICA

2.2.1 ORIGEN Y CLASIFICACION DE LOS YACIMIENTOS

Los depósitos minerales de Tuco-Chira son yacimientos que se pueden clasificar como yacimientos metasomáticos, formados posiblemente por soluciones hidrotermales. Las relaciones espaciales de los intrusivos con los depósitos minerales en rocas calcáreas es notoria y se puede deducir que ellos son

las fuentes de las soluciones mineralizantes. Un stock de composición granodiorítica se encuentra en la vecindad de Numancia, Gorrioncito, Tuco Grande, John Rafael y Chira los cuales representan típicos ejemplos de depósitos de contacto metasomático que contienen mineralización económica.

Gran parte de los depósitos estudiados tienen todas las características de los depósitos de contacto por su geometría, mineralogía, alteración, metamorfismo, y su cercanía a los intrusivos, a los cuales la mineralización y alteración puede ser atribuida. En Numancia la alteración es una combinación de metamorfismo y metasomatismo, mientras que en el área de Tuco el metamorfismo predomina debido a la ausencia de minerales Skarn.

En general en el área de Tuco-Chira las formaciones calcáreas han sido los elementos importantes de control. El control principal ha sido el químico, debido al carácter reactivo de las formaciones calcáreas y al hecho de que la mineralización en parte de los depósitos está relacionada con los minerales silicatados de alteración y por la preferencia de los sulfuros a reemplazarlos.

Las soluciones mineralizantes han utilizado preferentemente las fallas o fracturas existentes como canales para formar las bolsonadas o cuerpos de reemplazamiento. Las fallas mineralizadas en Tuco tienen un rumbo entre $N 70^{\circ} - 80^{\circ} W$ y buzamientos entre $70^{\circ} - 90^{\circ} SW$. En dichas vetas existen

estructuras que son características de relleno de fracturas y texturas típicas de reemplazamiento. Es evidente que ambos procesos han tomado parte, pero habiendo predominado el reemplazamiento. En las vetas también se observa el control ejercido por las formaciones calcáreas para alojar mineralización en relación a las formaciones arcillosas. En Tuco, al pasar una veta de calizas a lutitas, la mineralización en los estratos arcillosos es de menor importancia económica y las estructuras son menos potentes e irregulares que en los estratos calcáreos.

En general los depósitos de Tuco-Chira se pueden considerar como asociaciones polimetálicas de Pb-Ag-Cu-Zn, siendo el plomo y el zinc los más abundantes, pero constituyendo la plata el elemento más valioso de los depósitos.

2.2.1.1 Tipos de Depósitos

La mayoría de los depósitos de Tuco-Chira constituyen depósitos metasomáticos en rocas calcáreas, representados por lentes o pequeñas bolsonadas y vetas que sirvieron de canales probablemente para la formación de dichos cuerpos. Entre los depósitos metasomáticos podemos hacer una distinción entre dos tipos de depósitos, principalmente relacionados con el tipo de alteración presente y son:

a) Depósitos metasomáticos de contacto, en los cuales la alteración está constituida por minerales de skarn (Granates,

wollastonita, hedenbergita, etc.) y como minerales económicos galena, esfalerita y chalcopirita.

b) Depósitos metasomáticos en los cuales no existen minerales de skarn, sino en los que la marmolización o recristalización es el elemento saltante, con tetraedrita además de los sulfuros presentes en los otros depósitos. Asociados con estos cuerpos se encuentran vetas las cuales son fallas mineralizadas y que aparentemente fueron los canales por los que ingresó la mineralización.

Un ligero estudio de estos dos grupos se hace a continuación:

a) Depósitos metasomáticos del primer grupo (Numancia, Chira): Se caracterizan principalmente por la presencia de minerales de Skarn como granates, wollastonita, epídota, hedenbergita. Además de la presencia de minerales de alteración por efecto de metasomatismo, el metamorfismo se encuentra así mismo presente, debido a la recristalización de la caliza o mármol. Sin embargo es notable la influencia que han jugado los silicatos para la deposición mineral, debido a la marcada tendencia por los sulfuros de reemplazarlos, ya que las evidencias muestran mineralización donde la alteración está presente y no en las zonas frescas de calizas o recristalizadas en parte. En partes la

formación de los silicatos y los sulfuros parecen ser contemporáneos. En general las evidencias indican que los silicatos precedieron a los sulfuros. Estudios más completos bajo el microscopio, pueden confirmar estas apreciaciones. Así mismo es distintivo el bandeamiento que presentan los sulfuros minerales especialmente esfalerita, pirita y galena y el bandeamiento entre los granates y wollastonita, la cual parece reemplazar a los granates.

La mineralización económica está restringida a la esfalerita bastante ferruginosa de grano fino, galena y chalcopirita, la cual es bastante conspicua y de grano grueso. La presencia de plata, probablemente se encuentra en la galena. Otros sulfuros que acompañan a estos mencionados, son pirita, pirrotita, arsenopirita.

- b) Depósitos metasomáticos del segundo grupo, las cuales se podrían considerar como metamórficos - metasomáticos (Stanton 1972) y que se caracterizan, por la predominancia de metamorfismo y la carencia de minerales de skarn, son bastante notables en el área de Tuco.

Los depósitos de Tuco están a lo largo de un horizonte calcáreo de 1.2 km de longitud y de un espesor promedio de 10

metros y que representa el limbo superior oriental de un anticlinal recumbente. Los estratos calcáreos de un rumbo N 10° - 40° y un buzamiento entre 30° - 45° SW han sido irregularmente metamorfizados y reemplazados por las soluciones mineralizantes. La característica que distingue a este tipo de depósitos de los primeros es la presencia de tetraedrita como mineral portador de plata, además de galena, esfalerita u chalcopirita.

Asociado con este tipo de depósitos, especialmente en Tuco existen fallas mineralizadas, las cuales han servido probablemente como los conductos durante la formación de los cuerpos o bolsonadas.

2.2.1.2 Cocientes metálicos

El estudio de cocientes metálicos (metal ratios) para los depósitos de la región minera de Tuco-Chira se ha efectuado con el objeto de establecer alguna indicación de zoneamiento de la mineralización a base de la información suministrada por los ensayos de las muestras tomadas; estas fueron analizadas por Au-Ag-Pb-Cu-Zn y Fe a excepción de las muestras de Chira donde no se lograron obtener ensayos por Au y Fe. De los ensayos se observa la carencia o bajos contenidos de Au en todos los depósitos, por ello, este elemento no ha sido tomado en consideración para la confección de los cocientes metálicos. En la tabla adjunta se da la relación de los cocientes y de la cual se obtienen las siguientes

conclusiones:

- Existe una neta relación entre los depósitos y los cuerpos intrusivos, denotando mayor concentración de cobre en la cercanía a estos cuerpos con tendencia a disminuir cuando se alejan de estos cuerpos. Los cocientes Ag/Cu, Pb/Cu, Zn/Cu y Fe/Cu, son diagnósticos y delimitan un zoneamiento lateral a partir de los intrusivos.
- El cociente Ag/Cu varía entre 1 y 5 para los depósitos cerca al contacto y arriba de 10 para los depósitos más alejados.
- El cociente Zn/Cu varía de 0.5 hasta 12.5 para los depósitos de contacto y mayores de 13 para los depósitos alejados.
- El cociente Fe/Cu varía de 7 a 13 en los de contacto y arriba de 19 en los alejados.
- El contenido de Ag y Pb es mayor en los depósitos alejados de los contactos.
- Aparentemente el Zn se mantiene en las dos zonas sin mayor variación.

- Los depósitos considerados como metasomáticos de contacto se confirman con los cocientes y son : Numancia, Gorrioncito, John Rafael y Chira (zona Cobre).
- Los depósitos considerados como alejados de los intrusivos o metamórficos - metasomáticos son: Rinconada Norte, Tuco Grande Magistral, Pararrayo y Chira (zona Pb - Ag).
- Los cocientes de Nueva Esperanza, un depósito ubicado en el Sector Norte del manto Tuco Grande, son diferentes al resto. Una explicación podría ser la distancia al intrusivo y su ubicación dentro de lutitas y areniscas en el techo del manto principal. Nueva Esperanza es una fractura transversal a la estratificación.

2.2.1.3 Depósitos de mineralogía

Depósitos metasomáticos de contacto : corresponden a esta zona los prospectos Numancia, Gorrioncito, John Rafael y la zona Cobre de Chira. Los minerales presentes son:

Abundantes - Galena, esfalerita, arsenopirita, pirrotita y pirita.

Menos Abundantes - Marcasita, cobre gris, chalcopirita.

Gangas - Calcita, cuarzo, granates,
wollastonita.

Depósitos metamórficos- metasomáticos: Corresponden a estas zonas los depósitos de Rinconada Norte, Tuco Grande, Magistral, Pararrayo y Chira (zona plomo-plata), los minerales presentes son:

Abundantes - Esfalerita, galena, pirita, cobre gris.

Menos abundantes - Chalcopirita, covelita.

Gangas - Cuarzo, calcita.

2.2.1.4 Estudio microscópico de las secciones pulidas de algunas muestras de la región Tuco-Chira

Muestra NO 1 .-

Mina Nueva Esperanza

Minerales presentes: Esfalerita, galena, pirita, chalcopirita, cobre gris, del más al menos abundante.

Esfalerita

Muy abundante, generalmente posee numerosas y finísimas

diseminaciones de chalcopirita, distribuidas irregularmente dentro de su masa.

Galena

También algo abundante, casi siempre rodeada por esfalerita. Es frecuente observar cómo, en el borde entre galena y esfalerita se disponen pequeños granos subredondeados de cobre gris y chalcopirita.

Pirita

En granos bastante desarrollados, asociados a esfalerita corroídos por ésta. También como pequeños relictos dentro de la galena.

Comentarios

Difícil separación de la chalcopirita diseminada dentro de esfalerita. El cobre gris en la galena indica contenido de plata.

Seruencia

cz ----> py ----> ef + cp ----> gn + Cu gris

Muestra N^o 2.-

Mina Tuco Grande

Minerales presentes: Pirita, galena, esfalerita, chalcopirita y cobre gris del más al menos abundante.

Pirita

Es abundante y generalmente forma agregados grandes corroídos por galena y esfalerita.

Galena

Se presenta como numerosos granos asociados a pirita y esfalerita a las cuales corroe. Es frecuente observar abundantes inclusiones subredondeadas, de cobre gris. Algunas de tales inclusiones, a su vez, contienen algo de esfalerita.

Esfalerita

Corroe a pirita y contiene abundantes inclusiones de chalcopirita, de variado tamaño. A menudo se presentan como relictos corroídos muy intensamente por galena.

Comentarios

Muestra muy semejante a la N^o 1; incremento del contenido en

plata y cobre.

Secuencia

cz ---> py ---> ef + cp ---> gn + cobre gris

Muestra N^o 3.-

Mina Tuco Grande

Minerales presentes: Esfalerita, cobre gris, galena, pirita, chalcopirita, covelita, en orden decreciente de abundancia. Presencia de carbonatos dentro de minerales de ganga.

Esfalerita

Es muy abundante, pero sólo presenta escasas inclusiones de chalcopirita. Está muy corroído por cobre gris y por galena, y a su vez corróe a pirita.

Cobre gris

Muestra también notable abundancia; corroe a prácticamente todos los otros metálicos. A menudo contienen inclusiones relícticas de esfalerita, galena y chalcopirita. Es interesante señalar como el contenido de chalcopirita se hace más apreciable cerca de los bordes con pirita.

Galena

Casi siempre asociada a cobre gris; los intercrecimientos son mayormente simples.

Pirita

Se presenta como granos hepidiomorfos, casi siempre aislados y muy corroídos por esfalerita, galena, chalcopirita y cobre gris.

Chalcopirita

Es bastante escasa; algunos granos pequeños están reemplazados por covelita. La ganga de carbonatos ataca especialmente al cobre gris.

Comentarios

Notable abundancia de cobre gris; esto debe reflejarse en el alto contenido de plata de la mineralización.

Secuencia

cz ----> py ----> ef ----> gn ----> Cu gris

----> cab

----- cp ----- ----> cv

cab - carbonato

Muestra NO 4.-

Mina Magistral

Minerales presentes: Galena, pirita, esfalerita y cobre gris en cantidades casi equivalentes; en menor cantidad, chalcopirita y covelita.

La muestra presenta un carácter esencialmente microfisurada entre los sulfuros que abren paso a través de la ganga mediante numerosas venillas. En general la cantidad de minerales metálicos es pequeña en comparación con la ganga.

La secuencia se encuentra en forma bastante clara:

cz ---> py ----> ef ----> cu gris ---> gn
----- cp ----- ---> cv

La galena corroe a todos los otros sulfuros. El contenido de chalcopirita se hace más notable en los bordes de pirita. La esfalerita no presenta abundancia de inclusiones de chalcopirita.

Comentarios

La liberación por molienda para la asociación esfalerita-cobre gris debe presentar algunas dificultades por la complejidad de intercrecimientos entre ambas. Probable contenido de plata,

por presencia de cobre gris.

Muestra N° 5.-

Mina John Rafael

Minerales presentes: Galena, pirrotita, marcasita, arsenopirita, esfalerita, cobre gris, chalcopirita, del más al menos abundante. Presencia de carbonatos en la ganga.

Galena

Es abundante y corroe claramente a arsenopirita, pirrotita y esfalerita. En ciertos bordes con arsenopirita y en algunas venillas que cortan a ésta, la galena aparece asociada con cobre gris el cual en general es muy escaso. Dentro de la galena se observa a veces, pequeñas inclusiones de cobre gris.

Pirrotita

Es muy abundante y está notablemente reemplazada por marcasita; especialmente, a partir de las venillas de carbonatos que cruzan la muestra.

Arsenopirita

Presenta bordes mayormente rectos; algunos corroídos por galena o por marcasita. Presenta también numerosas venillas de galena, pirrotita y cobre gris. Los cristales están

frecuentemente zoneados.

Esfalerita

Es algo escasa; algunas veces presenta venillas de chalcopirita.

Cobre gris

Es también escaso; siempre asociado a galena. Los carbonatos atacan preferentemente a galena, dejando intactos los granos de esfalerita.

Comentarios

El contenido de cobre es bastante bajo. La notable destrucción de la galena por la calcita puede servir como control para indicar disminución del contenido de plata, allí donde la calcita es abundante. La zonación de los cristales de arsenopirita podría indicar la presencia de ciertas bandas con contenido de cobalto por lo cual es conveniente efectuar análisis por este elemento.

Secuencia

cz ---> Apy ---> ef ---> po ---> gn ---> cu gris + cp

-----> cab

-----mc

mc - marcasita

Muestra Nº 6.-**Mina John Rafael**

Minerales presentes: Pirrotita, esfalerita, galena, arsenopirita, cobre gris, chalcopirita, marcasita en orden decreciente de abundancia.

Pirrotita

Es sumamente abundante; aparece como grandes playas o como desmezcladas de granitos más o menos subredondeados dentro de esfalerita; en estos casos generalmente acompañada de chalcopirita.

Esfalerita

Aparece en granos aislados riquísimos en finas disseminaciones de pirrotita y chalcopirita.

Chalcopirita

Es abundante como finas desmezcladas dentro de esfalerita; también desmezclada dentro de pirrotita.

Galena

Forma granos aislados que cortan a pirrotita y contienen

abundantes inclusiones de cobre gris y unas menos abundantes de chalcopirita, especialmente en los bordes de pirrotita.

Arsenopirita

Es escasa; los granos generalmente subidiomórficos están rotos y corroídos por pirrotita. Algunas venillas de marcasita reemplazan a pirrotita, pero en general son muy escasas.

Los carbonatos de la ganga destruyen preferentemente algunos granos de galena.

Comentarios

En esta mineralización se nota un fuerte incremento del contenido de fierro. Probablemente alto contenido de plata por las inclusiones de cobre gris dentro de la galena.

Secuencia

cz ---> apy ---> ef ---> po ---> gn + cu gris + cp |---> mc

Supérgena

Muestra N^o 7.-

Mina Numancia

Minerales presentes: Esfalerita, pirita, chalcopirita, galena, pirrotita del más al menos abundante. La mineralización metálica en forma de venillas corta a ganga de cuarzo. También se observa venillas de carbonatos.

Esfalerita

Es prácticamente libre de inclusiones de chalcopirita y aparece corroída por galena, pirrotita y chalcopirita.

Pirita

Es abundante; forma por lo general granos bien desarrollados, idiomórfos, corroídos por todos los otros sulfuros.

Chalcopirita, galena y pirrotita forman asociaciones muy complejas.

Comentarios

La liberación de los granos debe ser relativamente fácil. La ausencia de cobre gris significaría bajísima ley de plata. La separación de pirrotita, podría facilitarse por medios magnéticos. En general la mineralización indica un incremento del contenido de hierro.

Secuencia

cz ----> ef ----> po ----> gn ----> cp

Muestra N^o 8.-Mina Gorrioncito

Minerales presentes: Pirita y pirrotita en cantidades casi semejantes, forman la casi totalidad de la muestra; además se observa esfalerita, galena y chalcopirita, del más al menos abundante.

La muestra presenta abundante vetillas de carbonatos. La pirita que no es muy abundante aparece muy corroída por los otros sulfuros.

Pirrotita

Corroe a la pirita y a la esfalerita. Se presenta íntimamente asociada a la galena. Cuando es atravesada por vetillas de carbonatos, se transforma a marcasita a ambos lados de la vetilla.

La galena corroe también a esfalerita y pirita y junto con pirrotita se presenta a veces formando vetillas o como granos subredondeados incluidos dentro de la esfalerita.

Chalcopyrita

Es algo escasa; se presenta sólo como delgadísimas vetillas dentro de la esfalerita o como halos alrededor de pirita o intercrecida con pirrotita.

Las vetillas de carbonatos atacan preferentemente a galena o pirrotita.

Comentarios

Disminución del contenido de cobre en esta mineralización (escases de chalcopyrita y de cobre gris). Separación de la mezcla de esfalerita - pirrotita - galena (especialmente de estas dos últimas) debe provocar algunos problemas.

Secuencia

cz ---> py ---> ef ---> po ---> gn
 ---> cab

2.2.2 DESCRIPCION DE YACIMIENTOS

En las siguientes páginas se indica la descripción de los depósitos considerados en este sector.

TABLA DE COCIENTES METALICOS - ZONA TUCO - CHIRA

	Ag/Pb	Ag/Cu	Ag/Zn	Ag/Fe	Pb/Zn
Nueva Esperanza	1.0	272	21.8	9.0	20.0
Rinconada Norte	0.9	55	0.9	0.4	0.4
Nivel 3 Girondina	0.7	4	0.4	0.4	0.5
Tuco Grande	1.3	13	0.5	0.7	0.4
Tuco Gde.Prba. Met.	0.9	15	0.3	0.4	0.4
Magistral Prba.Met.	0.6	11	0.4	0.6	0.6
Magistral Ch.Nivel 1	0.6	15	0.2	0.3	0.3
Magistral Nv. 1 Sur	1.5	22	0.7	0.9	0.5
Magistral Nv.1 Cruc.	0.4	10	0.3	0.3	0.8
Fract.Trans.Magist.	1.6	12	1.4	0.3	0.8
Pararrayo Cancha	1.4	38	0.7	1.3	0.5
Pararrayo Nivel 2	0.4	9	0.4	0.2	1.0
Chira Pb-Ag	1.7	62	6.2	-	3.7
Numancia	1.8	3.1	3.4	0.4	1.9
Gorrioncito	0.3	2.6	0.6	0.1	1.8
John Rafel 1	0.9	4.8	0.4	0.4	0.4
John Rafael 2	0.5	3.1	2.5	0.2	4.5
Chira Cu	3.5	1.7	3.4	-	1.0

TABLA DE COCIENTES METALICOS - ZONA TUCO - CHIRA (Cont.)

	Pb/Cu	Zn/Cu	Pb/Fe	Zn/Fe	Fe/Cu
Nueva Esperanza	250	12.5	8.3	0.4	30
Rinconada Norte	58	60	0.4	0.4	135
Nivel 3 Girondina	6	13	0.5	1.0	13
Tuco Grande	10	23	0.6	1.3	18
Tuco Gde. Pba. Met.	18	44	0.5	1.3	34
Magistral Pba. Met.	18	31	1.0	1.6	19
Magistral Ch. Nivel 1	23	81	0.5	1.6	50
Magistral Nv. 1 Sur	15	31	0.6	1.3	25
Magistral Nv.1 Cruc.	27	32	0.9	1.0	32
Fract. Trans. Magist.	8	9	0.2	0.2	38
Pararrayo Cancha	27	58	0.9	2.0	29
Pararrayo Nivel 2	26	25	0.6	0.6	40
Chira Pb-Ag	37	10	-	-	-
Numancia	1.7	0.9	0.2	0.1	7
Gorrioncito	8.0	4.4	0.4	0.2	19
John Rafel 1	5.3	12.5	0.4	1.0	12
John Rafael 2	5.6	1.2	0.4	0.1	13
Chira Cu	0.5	0.5	-	-	-

CAPITULO III

DEPOSITOS MINERALES DE TUCO

3.1 UBICACION

Los depósitos de la quebrada de Tuco corresponden a las concesiones de Pararayo, Tuco Grande, Girondina, Magistral, Rinconada y Nueva Esperanza. Están situados en el flanco Nor-Occidental de la quebrada, a una altitud de 4,600 m.s.n.m.

3.2 HISTORIA Y LABOREO

Estos depósitos, situados a lo largo de un horizonte calcáreo de 1200 metros aproximadamente, han sido trabajados en pequeña escala desde comienzos del presente siglo, Existía una pequeña fundición en el extremo norte de la quebrada. En esos años estuvieron en trabajo los prospectos conocidos como Cascajal, Cosmos, Venus, Siberia, Mercedes, que actualmente llevan los nombres arriba mencionados.

El laboreo llevado a cabo en esos prospectos no ha sido grande debido a que se dedicaron a trabajar los lentes más ricos. En la actualidad pese a haberse reanudado los trabajos en algunos prospectos, el número de metros en trabajos no ha aumentado mayormente.

El laboreo está repartido como sigue:

Pararayo	Nivel Superior	20 m.
	Nivel Intermedio	100 m.
	Nivel Inferior	100 m.
		<hr/> 220 m.
Magistral	Cortada	90 m.
	Galerías	140 m.
		<hr/> 230 m.
Tuco Grande	Cortada, galería	180 m.
Girondina	Cortada	256 m.
	Galerías	250 m.
		<hr/> 506 m.
Rinconada Norte	Galería	30 mts.
Nueva Esperanza	Galería	5 mts.
		<hr/>
	Total metros	1,171 mts.

La ubicación de las labores se pueden apreciar en el plano topográfico de los prospectos del área de Tuco.

3.3 GEOLOGIA LOCAL

Las rocas predominantes en el área son calizas, lutitas y areniscas lutáceas, pertenecientes probablemente a las

formaciones Santa-Carhuáz. El horizonte calcáreo tiene un rumbo promedio de N 30° - 40° W y un buzamiento entre 30° - 50° SW a lo largo de 1200 metros. Este estrato tiene un espesor promedio de 10 metros y constituye el limbo oriental de un anticlinal recumbente cuyo plano axial tiene un rumbo N 20° - 30° W y buzamiento 12° SW.

El horizonte calcáreo ha sido metamorfozido irregular y simultáneamente con las lutitas y areniscas.

En el prospecto Tuco Grande se encuentra aflorando, un apófisis del intrusivo grandiorítico, por lo que se deduce que posiblemente debajo de las capas deba estar parte de esta intrusión granodiorítica.

Los estratos en el área se encuentran plegados fuertemente, y en forma bastante irregular y compleja. Además se encuentran siles de composición andesítica. Sobreyaciendo a las formaciones sedimentarias se encuentran en discordancia angular derrames volcánicos pertenecientes a la formación Calipuy.

3.4 GEOLOGIA ECONOMICA

A lo largo del horizonte de caliza irregularmente metamorfozido se encuentran varios pequeños cuerpos lenticulares o pequeñas balsonadas de reemplazamiento.

Estructuralmente estos cuerpos parecen estar controlados por las fallas mineralizadas, que han servido probablemente de canales o conductos al paso de las soluciones mineralizantes para la formación de los cuerpos mineralizados. Fallas mineralizadas se encuentran en los prospectos de Nueva Esperanza (N 70° W, 90° NE), en Rinconada Norte (N 35° E, 55 NE), en Magistral (N 26° E) y en Pararayos (N 45° E, 70° NE).

Los cuerpos tienen espesores variables, desde 0.20 hasta 2 metros y con longitudes que varían entre 4 y 12 metros. La mineralización económica está formada por esfalerita, galena, chalcopirita y tetraedrita, esta última es el principal mineral portador de plata. El cuarzo es abundante como mineral de ganga. Calcita entre los carbonatos y azurita, malaquita, covelita como minerales secundarios.

La zona de oxidación no es persistente en profundidad, alcanzando únicamente 10 metros a lo más. Esta zona ha sido trabajada en las áreas de Magistral y Girondina.

En las vetas se aprecian estructuras típicas de relleno de fracturas, tales como drusas, espacios abiertos, formados principalmente por cristales de cuarzo bien desarrollados. En los cuerpos, sin duda el reemplazamiento es el proceso predominante que ha formado los cuerpos minerales. Las texturas observadas bajo el microscopio confirman esta apreciación.

3.5 MUESTREO

Muestras tomadas en los diferentes prospectos en el área de Tuco dan los siguientes resultados:

Nº Muestra	Pot.	grAu/TM	ozAg/TC	%Pb	%Cu	%Zn	%Fe
Nueva Esperanza 3924	0.70	Tras	21.82	20.0	0.08	1.0	2.4
Rinconada Norte 3925	0.30	Tras	8.75	9.2	0.16	9.6	21.6
Girondina 3927	1.25	0.1	0.70	1.0	0.16	2.0	2.0
3928	1.00	0.05	0.05	13.0	0.24	14.6	19.2
3929	1.80	0.05	5.60	6.2	0.32	15.0	10.8
3930	0.80	0.05	3.73	8.2	1.60	33.2	14.0
3926	1.10		5.95	1.2	0.40	1.8	4.0
Tuco Grande 3931	1.60	0.05	14.24	2.0	0.30	7.0	6.0
3940		0.01	7.00	8.4	0.48	21.0	16.4
Magistral 3932	1.00	1.20	4.78	7.2	0.32	26.0	16.0
3933		1.00	3.50	2.4	0.16	5.0	4.0
3934	1.10	0.25	2.33	3.6	0.40	10.0	10.8
3935	1.50	0.25	5.25	16.2	0.40	15.0	14.0
Promedio	1.10	0.22	6.35	7.30	0.39	12.3	10.15

En las canchas se ha obtenido de los muestreos:

Nº Muestra	grAu/TM	ozAg/TC	%Pb	%Cu	%Zn	%Fe
Pararayo 3938	1.0	6.42	5.2	0.40	17.43	9.33
3937	Tras	14.68	10.0	0.16	18.00	10.00
Magistral 3959		7.00	11.6	0.64	19.60	12.00
Promedio		9.40	8.93	0.40	17.43	9.33

3.6 POSIBILIDADES

El yacimiento de Tuco requiere indudablemente de mayores estudios y trabajos exploratorios para decidir sobre su valor real. A la fecha los trabajos son escasos para tener una idea clara del verdadero potencial del yacimiento.

distribución de los cuerpos está controlada estructuralmente por las fallas mineralizadas que sirvieron de canales las soluciones mineralizantes, sin embargo se desconoce la persistencia de las fallas y de la mineralización en profundidad.

Existe la posibilidad de encontrar mineralización en el contacto de las rocas calcáreas con el intrusivo en profundidad.

La evidencia de que hay un intrusivo debajo de las capas en esta área, es dada por el pequeño apófisis grandiorítico que aflora en la bocamina del prospecto Tuco Grande. Otra es el efecto térmico del intrusivo que se ha dejado sentir con el metamorfismo de las calizas.

Solo estudios y trabajos exploratorios más intensos, complementados con estudios geofísicos podrían revelar la presencia de otros cuerpos en profundidad a lo largo del horizonte calcáreo.

3.7 PROSPECTO GORRIONCITO

3.7.1 UBICACION Y ACCESO

Este prospecto se encuentra situado en el flanco occidental de la quebrada de Tuco, a 2 Kms. en línea recta del prospecto John Rafael y a 5 Kms. de los depósitos de Tuco, a una altitud de 4650 m.s.n.m.

El acceso desde Conococha se hace por carretera, la cual llega al mismo prospecto. Actualmente dicho tramo se encuentra intransitable y el acceso se hace a pie.

Este prospecto ha sido trabajado en pequeña escala y en forma selectiva. No se observa mineral de buena ley que pueda trabajarse.

3.7.2 GEOLOGIA LOCAL

Las rocas que afloran en el área son rocas calizas, lutitas y areniscas lutáceas, probablemente de las formaciones Santa Carhuáz. Las rocas se encuentran en la parte inferior de la secuencia. Dichas rocas han sido intruídas por un stock grandiorítico, el cual aparentemente ha formado un domo, parte del cual ha sido erosionado a lo largo del valle de Tuco. Los remanentes de estas rocas calizas y de la estructura dómica se encuentran en las áreas de John Rafael y de Gorrioncito y en ellos se encuentra la mineralización.

En cuanto a las rocas ígneas predominantes, el stock granodiorítico es el más importante arealmente. Otras rocas ígneas como pórfido riolítico aplito-tonalitas también afloran. Los contactos o relaciones entre estos intrusivos no ha sido posible mapearlos. El pórfido riolítico presenta fenocristales de ortosa o sanidina hasta de 5 cm. de largo por 2 cm. de ancho. Las calizas han sido fuertemente recristalizadas y ligeramente solidificadas. El intrusivo en contacto con las rocas calizas se encuentra fuertemente alterada.

3.7.3 GEOLOGIA ECONOMICA

Las calizas en el área de la mina están arqueadas y dan la apariencia de formar un pequeño anticlinal. Las capas en el limbo este del "anticlinal", producto de la intrusión, tienen un rumbo N 45° E y un buzamiento entre 35° - 40° SW.

El arqueamiento de las capas por efectos de la intrusión ha dejado espacios abiertos, por donde han entrado las soluciones mineralizantes que han reemplazado y rellenado dichos espacios.

La mineralización se encuentra a lo largo de las capas en forma de lentes irregulares, de espesores variables entre 0.10 a 0.80 mts. En parte la mineralización ocurre en forma diseminada, a veces en pequeños lentes alcanzando algunas

veces un caracter masivo.

Los minerales presentes son esfalerita de grano fino y color oscuro, galena, chalcopirita, pirrotita y pirita, la cual es abundante. Además se encuentra cuarzo, calcita, baritina.

Dos muestras estudiadas bajo el microscopio revelan que la pirita y pirrotita son abundantes y forman casi la totalidad de la muestra, observándose así mismo la ausencia de cobre gris y menores cantidades de chalcopirita. La secuencia paragenética indica la deposición inicial de cuarzo, seguido por pirita, esfalerita, pirrotita, galena y carbonatos.

La muestra presenta abundantes vetillas de carbonato. La pirita que es muy abundante, aparece muy corroída por los otros sulfuros.

La Pirrotita corroe a la pirita y a la esfalerita. Se presenta íntimamente asociada a la galena. Cuando es atravesada por vetillas de carbonato se transforma a marcasita a ambos lados de la vetilla.

La galena corroe también a la esfalerita y la pirita y junto con la pirrotita se presenta a veces formando vetillas o como granos subredondeados incluidos dentro de la esfalerita.

La Chalcopirita.- es algo escasa, se presenta sólo como delgadísimas vetillas dentro de la esfalerita o como halos alrededor de pirita o intercrecida con pirrotita.

Las vetillas de carbonato atacan preferentemente a galena y a la pirrotita.

Potencial.— Dos muestras analizadas, una tomada de un lente y otra de cancha, dan los siguientes valores:

NºMuestra	Pot	grAu/TM	ozAg/TC	%Pb	%Cu	%Zn	%Fe
11411	0.80	0.25	7.47	14.0	1.20	3.6	20.6
11412	Cancha	Tzas.	3.52	10.8	1.36	6.0	26.0

Una exploración más detallada es posible que permita descubrir algunos lentes más, pero es difícil que puedan cubicarse tonelajes respetables que permitan sostener una operación mayor e importante. Parte de las rocas en esa área han sido erosionadas y quizás con ellas parte de la mineralización.

3.8 PROSPECTO NUMANCIA

3.8.1 UBICACION Y ACCESO

Este proyecto se encuentra situado en el flanco Nor-Oriental de la quebrada Quenua a una altitud de 4,650 m.s.n.m. El acceso toma 3 horas y media desde Recuay, por la ruta hacia Conococha. Antes de llegar a Conococha existe un desvío que cruza el río Santa, desde aquí hasta las labores hay aproximadamente 35 kms. de distancia.

3.8.2 HISTORIA Y LABOREO

Este prospecto ha sido trabajado en pequeña escala durante los años 1968 y 1969 y mediados de 1970. La producción alcanzaba 7 tons/día y el mineral era tratado en la planta de Catac. Desde Agosto de 1960 a la fecha, no se han llevado a cabo a mayores trabajos de desarrollo.

La explotación se realizó en un pequeño clavo mineralizado, el cual ha sido trabajado en forma selectiva. Se realizaron aproximadamente 80 mts. de galerías entre trabajos de desarrollo y exploración.

3.8.3 GEOLOGIA LOCAL

Las rocas predominantes en el área son lutitas, y areniscas lutáceas, interestratificadas en ellas existe un horizonte calcáreo de 2 a 3 metros de espesor, en el cual se encuentra la mineralización. Estos estratos pertenecen probablemente a las formaciones Santa - Carhuaz. El rumbo promedio de los estratos es N 35° - 42° W y el buzamiento de 30° - 35° NE.

Una falla de rumbo, de desplazamiento dextral, corre largo de la quebrada Quenua. La falla se ha podido mapear a lo largo de 3 km, después el contacto no es visible. El rumbo de esta estructura es N 40° E por espacio de 1.5 km para luego cambiar a un rumbo N-E. Esta estructura se une a otras fallas oblicuas mineralizadas.

Tanto la falla principal como las pequeñas fallas normales oblicuas parecen haber servido como canales principales y secundarios para el paso de más soluciones mineralizantes. Se encuentran también rocas volcánicas sobreyaciendo a los estratos, en discordancia angular. Estos volcánicos pertenecen a la formación Calipuy.

La caliza, en contacto con los intrusivos, ha sido metamorfozada y reemplazada por silicatos, los cuales son principalmente granates, wollastonita, hedenbergita, epidota. Una silicificación de la caliza también puede apreciarse.

Un stock grandiorítico aflora en el valle y se encuentra en contacto con las calizas y los otros sedimentos, a los cuales ha intrusionado. Así mismo pequeños siles y dikes de composición andesítica, se encuentran intrusionando las formaciones sedimentarias y volcánicos Calipuy.

Los dikes y siles también han sido alterados por esta intrusión, por lo cual se deduce que estas estructuras han sido anteriores a la intrusión del stock grandiorítico y a la mineralización.

3.8.4 GEOLOGIA ECONOMICA

La mineralización se encuentra reemplazando el horizonte calcáreo, el cual tiene un rumbo N 40° W y un buzamiento de 42° NE.

La mineralización se encuentra reemplazando a los minerales de skarn a los cuales está asociada. Megascópicamente se puede apreciar un notorio bandeamiento de granates y wollastonita, donde está última parece estar reemplazando a los granates. Así mismo, los sulfuros como pirita, esfalerita y galena presentan un bandeamiento fino.

Estructuralmente la mineralización parece estar controlada por una falla que pasa por el contacto entre las lutitas y la caliza y que se une a la falla principal en ángulo recto.

La mineralización está compuesta por esfalerita de grano fino y color negro, galena que aparentemente contiene plata y chalcopirita que es abundante y se presenta en granos grandes (0.5 a 2 cm). La pirita es otro de los minerales abundantes, junto con cuarzo y calcita.

El espesor de los cuerpos varía alcanzando hasta 1.20 m. de potencia y longitudes variables, de 5 a 10 metros. En profundidad los clavos no han sido mayormente explorados por lo que no se tiene conocimiento sobre su persistencia y extensión.

3.8.5 RESERVAS MINERALES

Solamente un clavo mineralizado ha sido trabajado en el horizonte calcáreo. Megascópicamente la chalcopirita es abundante en las muestras obtenidas de canchas y de lo poco

dejado en el tajeo. Un compósito tomado de las canchas da el siguiente resultado:

NO de Muestra	grAu/TM	ozAg/TC	%Pb	%Cu	%Zn	%Fe
11413	0.10	5.18	3.0	1.76	1.6	12.4

Del muestreo se puede observar que la ley en cobre es relativamente alta y que el valor en plata es así mismo interesante.

La oxidación del afloramiento se puede seguir por más de 200 metros. La marmolización es marcada a lo largo del horizonte, así como la presencia de minerales de skarn.

Una exploración más detallada sobre la base de un mapeo geológico, especialmente de los minerales de skarn puede ayudar a descubrir nuevos lentes mineralizados. Así mismo la prospección con métodos geofísicos (eléctricos) especialmente en la parte baja de la quebrada de Quenua, donde pasa la falla principal, puede revelar la presencia de otros cuerpos mineralizados. Desde el punto de vista geológico, las evidencias permiten recomendar mayores trabajos exploratorios con la finalidad de descubrir otros cuerpos que permitan ubicar un volumen apreciable, que justifique una inversión futura.

3.9 PROSPECTO JOHN RAFAEL

Este prospecto está ubicado a 54 kms. en línea recta al SW de la antigua fundición, a una altura de 4,650 a 4,750 metros sobre el nivel del mar. Su acceso se efectúa mediante un camino de herradura de casi 3 kilómetros desde la carretera.

Existen dos labores en las que se han efectuado cortos desarrollos de exploración y explotación en el lado sur del Cerro Pucapunta.

3.9.1 GEOLOGIA LOCAL

La mineralización de John Rafael se aloja en las inmediaciones del contacto Norte del "Dike" regional o stock SDW de la región de Tuco. En este sector, la estratigrafía está compuesta de calizas Santa en la parte baja con inclinaciones suaves casi horizontales, lutitas, areniscas y sills volcánicos alterados hidrotermalmente con rumbo N 32° W y buzamiento de 50° al SW. La mineralización se encuentra alojada en forma concordante con la estratificación en la labor alta, y sigue a lo largo de una falla regional que forma una de las cajas del intrusivo en la labor baja. La fuerte alteración y piritización ha generado una limonitización extensa y saltante en el región.

El estudio microscópico de una sección delgada de una muestra de sills que forma la caja de John Rafael en la labor 1 dió la siguiente información:

- a) Denominación: Latiandesita alterada hidrotermalmente.
- b) Color de la muestra de mano: Pardo grisáceo con fenocristales, grices y pasta verde. textura porfirítica, grano fino a medio, Dureza moderada, compacta y de fractura irregular.
- c) Elementos esenciales : Plagio clasa.
 accesorios : Ortoza cuarzo
 secundarios : Sericita, Biotita, jarosita y limonita
- d) Alteración : Sericita moderada.

Se observa feldespatización de la pasta; la jarosita se ha formado en la ortosa por leve alteración. La sericitación moderada a fuerte está diseminada en toda la roca. Biotización débil o moderada. La biotita forma grumos. La limonita tiñe la muestra.

3.9.2 GEOLOGIA ECONOMICA

John Rafael N^o 1 corresponde a un lente de corta extensión que se ha depositado en un sill latiandesítico. El rumbo de la estructura es de N 32° W con buzamiento de 50° SW. En superficie se observa un afloramiento muy cerrado de unos 15 metros de extensión no conociéndose continuidad hacia el NW por encape del material de talud, hacia la parte baja al SE tampoco parece continuar.

La potencia del relleno metálico de este lente varía de 0.20 a

1.00 y está formado por galena, esfalerita, arsenopirita, pirrotita, pirita, chalcopirita y cuarzo.

En la labor se tiene 50 metros de galería, de los cuales 30 van sobre estructura; de estos, solamente se tiene 20 metros con mineral comercial, no continuando hacia el NW debido al estrangulamiento de la estructura. Las leyes promedio de las muestras tomadas en la labor son las siguientes:

Pot. (m)	ozAu/TC	ozAg/TC	Pb%	Cu%	Zn%	% Fe
0.8	0.12	5.80	6.4	1.2	15.0	14.0

Todo el mineral en esta galería ha sido tajeado y al no mejorar hacia el NW ha sido paralizado. De este modo, solo se tiene un pequeño bloque de mineral de 240 toneladas métricas debajo del nivel.

3.9.3 LABOR Nº 2

Se ubica en una pequeña quebrada en la parte baja de la labor 1, a 400 metros en dirección sur. Es un pequeño cateo que está reconociendo el contacto o falla N del gran dike regional. En este sector afloran las lutitas de la parte alta de la secuencia estratigráfica de Carhuaz y forma el lado W de la falla. Se tienen 10 metros de galería en dirección N 50 W que está reconociendo la falla que está mineralizada. Esta buza 68° al Este y tiene 1.20 metros de potencia, rellena con

panizo, galena, esfalerita, chalcopirita y alto contenido de pirita. Una muestra tomada en el frente dió las siguientes leyes:

Pot. (m)	oz Au/TC	oz Ag/TC	Pb%	Cu%	Zn%	Fe%
0.30	0.25	5.02	9.00	1.60	2.00	20.40c

La mineralogía es notoriamente diferente a la de la labor Nº1 notándose un aumento de pirita y ausencia de pirrotita y arsenopirita.

3.9.4 POSIBILIDADES

La corta extensión de mineral que han reconocido las labores 1 y 2 de John Rafael es debido a:

- La irregularidad de la estructura como la de la labor Nº 1.
- Las dificultades para poder desarrollar una galería a lo largo de una falla como la de la labor Nº 2.

Si bien es difícil estimar en cifras el volúmen que podría localizarse en una estructura como la falla de la labor Nº 2, se considera que bien merece tomarse en cuenta una futura exploración regional a lo largo de la falla. Es indudable que el horizonte calcáreo de la formación Santa es el favorable para la mineralización de Tuco-Chira, y son lógicamente estos

contactos los que deberían investigarse por nuevas bolsonadas de mineral. Para ello se recomienda un estudio geofísico que podría ser el de Polarización Inducida (IP), con miras a reconocer realmente la falla en toda su extensión.

Nº	Pot.(m)	Au gr/TM	Ag oz/TM	Pb%	Cu%	Zn%	Fe%
3941	0.65	0.12	4.78	8.6	0.16	14.0	12.0

3.10 PROSPECTO ZONA CHIRA

Los depósitos de la zona Chira se ubican en el sector NE de la región Tuco- Chira, y a ambos lados de la quebrada del riachuelo Chira, el que junto con el Mantehuy envían sus aguas a río Pativilca en sus nacientes.

Esta zona corresponde políticamente al anexo Desagüe, distrito de Aquía provincia de Bolognesi, departamento de Ancash.

La accesibilidad a la zona se realiza de la siguiente manera:

Lima-Pativilca-Conococha-Chiquián-Tallenga:	366 km
Tallenga - Quebrada Chira	: 8 km
Total	: 374 Km

3.10.1 HISTORIA

Posiblemente los depósitos de la zona Chira se trabajaron en los primeros años del presente siglo: Carlos Velarde en su

libro "La Minería en el Perú", menciona la instalación de la oficina de fundición de Tuco Chira, para trabajar los depósitos de la región. En la quebrada Chira aún se observa remanentes de hornos de fundición, escoriales y mineral escogido. Es posible que de aquellas épocas daten la serie de labores que se tiene en los prospectos.

3.10.2 GEOMORFOLOGIA

La quebrada Chira comprende a un típico valle glaciar que discurre de Norte a Sur con su característica sección en U. sus flancos son abruptos y llegan a altitudes de 5000 metros sobre el nivel del mar. Gran parte del flanco E está cubierto por un bosque de quinal, contrastando con la ausencia de vegetación en el flanco W. Las alturas oscilan entre 3,600 metros y 5,000 metros sobre el nivel del mar. El flanco W del valle forma la división de las aguas que van del río Santa (quebrada Tuco), y las que van al río Pativilca (quebrada Chica). El agua que discurre por el río Chira es suficiente para las necesidades tanto industriales como domésticas.

3.10.3 GEOLOGIA GENERAL

Afloran los sedimentos del cretácico inferior que constituyen las formaciones Chimú (cuarcita y lutitas con mantos de carbón) y Santa Carhuáz (calizas, areniscas y lutitas). En el flanco W de la quebrada un extenso cuerpo granodiorítico corta a la secuencia de Santa Carhuáz, generando la mineralización

en el contacto con los sedimentos. Las cuarcitas Chimu son levantadas por la intrusión y se mineralizan a lo largo de la estratificación de algunas pequeñas lentes.

3.10.4 DEPOSITOS MINERALES

Para el estudio de estos depósitos, se les ha dividido en dos sub-zonas basándose en la ubicación y el contenido metálico, ellas son:

Sub-Zona W-Cobre.- Constituye una franja de alteración de 100 metros de potencia que corre en dirección N 25° - 30° E a lo largo de 400 metros en el contacto entre la granodiorita y las capas calcáreas. En ella se observa cuatro afloramientos casi paralelos de 30 a 50 metros de extensión. Las calizas están silicificadas, granatizadas y piritizadas.

Dos fracturas inferiores se encuentran en calizas recristalizadas encima del intrusivo y dos superiores se encuentran en el mismo contacto y son de corta extensión.

La mineralogía está formada predominantemente por pirita y marcasita con diseminación de chalcopirita dentro de la masa pirítica; también se observa algo de pirrotita. El cuarzo es el mineral de ganga. La potencia de las tres vetas inferiores es de 0.80 a 0.90 metros, pero de la parte alta llega a tener hasta 2.50 metros. la dirección de ellas varía entre N 45°-65° E con inclinaciones de 35° - 45° al NW.

Todas las vetas han sido exploradas con galerías de corta extensión, la mayor parte de ellas están en la veta inferior y tiene 25 metros. Las restantes se han reconocido por 15 metros cada una, no habiéndose podido ingresar a ellas por estar derrumbadas y otras con agua. El total, se tiene alrededor de 100 metros en 5 galerías y en una pequeña cortada.

Nº	Pot. (m)	oz Ag/TC	Pb%	Cu%	%Zn
10	0.90	0.82	1.10	0.32	1.30
11	0.70	4.32	1.00	9.24	1.00
12	0.70	Tr.	1.10	3.52	1.10
13	0.70	Tr.	0.90	0.12	1.50
14	0.80	Tr.	0.70	4.12	1.00
15	0.60	1.75	0.90	0.20	0.80
16	0.75	Tr.	0.90	0.36	1.10
17	1.20	Tr.	0.80	0.36	1.10
18	0.90	1.75	1.40	0.20	1.70
19	1.50	31.21	3.40	0.88	3.60
20	2.90	Tr.	1.20	5.52	0.90
Promedio	1.00	4.73	1.35	2.55	1.40

Las leyes anteriormente indicadas, denotan una distribución errática del contenido de plata, y según parece relación alguna entre contenido de cobre y en contenido de plata.

Así mismo por el momento no se consideran los valores de plomo y zinc como comerciales; pero sí, al cobre como el elemento mas importante y que podría ser de rendimiento económico. Desde este punto de vista, merece tomarse en cuenta un reapertura de las labores y un detenido mapeo y muestreo de reconocidas por las galerías con miras a programar otros trabajos de exploración.

Sub-Zona E-Plomo-Plata. Se denomina así a 3 pequeños lentes de galena (acerillo) íntimamente unida a pirita y pirrotita, concordantes con la estratificación de las cuarcitas de la formación Chimú y que afloran en el flanco E de la quebrada Chira. Su descripción es la siguiente:

Lente N^o 1 .- Es un lente reconocido por 14 metros horizontales a lo largo de una labor de 18 metros en dirección N 45 W. Tiene una potencia máxima de 2.30 metros, y se estrangula hacia ambos lados.

Una cortada de 27 metros de largo situada a 20 metros debajo de la anterior, no ha interceptado nada importante. El rumbo del lente en N 45 W, y su buzamiento, es aproximadamente vertical. Dos muestras tomada en este lente dieron las siguientes leyes:

N ^o	Pot. (m)	Ag oz/TC	Pb%	Cu%	Zn%
1	0.75	4.43	6.50	0.16	0.80
2	2.30	11.14	4.10	0.12	0.80
Promedio	1.50	9.49	4.69	0.13	0.80

Lente N^o 2.- Se ubica a 80 m. al Norte del lente N^o 1 y corre en dirección N 80° E, con buzamiento de 35° al SE. El laboreo en este lente, consiste de una "media barreta" de 15 m. con buen mineral hasta 3 metros antes del tope donde se estrangula. El relleno de veta está formado por galena ("acerillo"), pirita y algo de hematita.

Las cuatro muestras que se tomaron en esta labor son las siguientes:

Nº	Pot. (m)	Ag oz/TC	Pb%	%Cu	%Zn
3	0.75	9.10	10.40	0.16	0.70
4	0.70	9.51	10.30	0.16	1.00
5	1.20	1.17	2.10	0.16	0.90
6	0.70	5.19	6.00	0.12	0.90
Promedio	0.84	5.53	6.49	0.15	0.88

Lente Nº 3.- Se ubica a 300 metros al NW del lente Nº 2, tiene una labor de 15 metros a lo largo del buzamiento y 8 metros a lo largo de la dirección al final de la media barreta. La mineralización es similar a la del lente Nº 2 presentándose el relleno muy compacto y duro. La dirección de la potencia es N 20 W, con 35° de buzamiento al NE.

Se tomaron 3 muestras a lo largo de la media barreta, cuyas leyes son las siguientes:

Nº	Pot. (m)	Ag oz/TC	Pb%	Cu%	Zn%
7	0.50	8.34	7.00	0.20	1.60
8	0.65	28.17	9.80	0.16	4.00
9	0.80	6.82	2.90	0.20	1.40
Promedio	0.65	14.33	5.22	0.19	2.32

Reservas de Mineral y Reservas.- Se considera que las bolsonadas o lentes de la Sub-zona plomo-plata no ofrecen evidencias suficientes para asumir continuidad de mineralización. Se debe tener presente que las cuarcitas de la roca encajonante no son favorables para la formación de estructuras persistentes y de gran extensión; por ello una exploración en busca de otros cuerpos sería costosa por no tenerse control alguno para orientarla.

Es difícil estimar un tonelaje para estos lentes, pero tentativamente se puede considerar, que si se unieran los tres tramos mineralizados reconocidos por las labores tendríamos una longitud total de 34 metros, con una profundidad de 10 metros, 1.00 m. de potencia, y que para un peso específico 3.0 y un factor de continuidad de 80% se tendría el siguiente tonelaje:

$$34 \times 10 \times 1.0 \times 3.0 \times 80\% = 816 \text{ Toneladas métricas}$$

El muestreo hecho en las diferentes estructuras de cobre no demuestran uniformidad en el contenido de valores económicos, considerándose que el cobre y la plata representan los valores comerciales si se tuviera suficiente volumen para una explotación. La irregularidad en la persistencia de las fracturas y el contenido desigual de valores impiden en estos momentos estimar un tonelaje en esta sub-zona. Sin embargo, si se cree conveniente afectar un estudio detenido con el fin de programar algunas perforaciones diamantinas o labores

adicionales de exploración, bajo la premisa de que podrían detectarse mayores bolsonadas de mineral con leyes de cobre económicamente favorables.

3.11 VALUACION DE YACIMIENTOS

Las reservas de mineral (probado + probable) en el distrito de Tuco-Chira son relativamente escasas y se debe a la errática distribución de las diferentes bolsonadas de los prospectos y minas. Sin embargo, se estima que es conveniente arriesgar una inversión en exploraciones, dadas las condiciones geológicas favorables para ubicar mayor volumen de mineral.

Gran parte de las zonas mineralizadas reconocidos por las diversas labores han sido explotadas y lo que queda se debe explotar con labores debajo de los niveles actuales a menos que proceda a ejecutar cortadas que serán relativamente extensas (200 - 250 metros) y luego de haber reconocido suficiente mineral que lo justifique.

Las reservas de mineral en el área de Tuco Chira se encuentran principalmente en el manto de Pararrayo, Tuco Grande - Magistral - Nueva esperanza, John Rafael, y zona Pb- Ag de Chira. Todo el manto llamado Tuco Grande ha sido considerado como una sola unidad y con una ley general promedio.

3.11.1 MUESTREO

Se tomaron 44 muestras tanto de labores subterráneas, afloramientos y canchas para ensayos cuantitativos, por Au - Ag-Cu-Zn-Fe. Estas fueron ensayadas en los laboratorios de la Cía. Minera Huampar S.A. El ancho de muestreo fué de acuerdo al ancho mineralizado considerándose una dilución a 1 metro de ancho minado.

3.11.2 CALCULO DE RESERVAS

Como se indicó anteriormente, el manto Tuco Grande, de 1,200 metros de longitud ha sido reconocido por diversas labores en los diferentes lentes mineralizados que contiene.

Para el cálculo de las reservas de mineral de este manto, se ha tomado en cuenta la longitud reconocida por cada una de las labores para obtener una longitud total de mineralización que hasta el momento se ha reconocido.

De acuerdo a las cubicaciones efectuadas durante los trabajos de exploración se han obtenido los siguientes resultados del mineral potencial existente en la zona mineralizada.

VETA	T.M.S.	Pot(m)	Ag oz	Pb %	Cu %	Zn %
MAGISTRAL	14,000	1.10	5.00	13	0.20	16
TUCO GRANDE	840	1.10	9.00	12	0.10	12
PARARRAYO						
SECCION PB	1,000	1.10	5.00	9	0.50	14
SECCION CU	11,000	1.10	3.00	0.8	8.00	5
JOHN RAFAEL	240	1.00	8.00	12	0.30	14
NUEVA ESPERANZA	816	0.80	20.00	4	0.08	4
Total Reservas	27,896	1.00	4.79	7.74	3.28	11.10

3.11.3 MINERAL PROSPECTIVO

No es posible dar cifras para este tipo de mineral en la región de Tuco Chira. Como ya se ha dicho anteriormente, la irregularidad de la distribución de los "clavos" de mineral impide cuantificar el tonelaje que se espera ubicar. Sin embargo, la región ofrece buenos "objetivos donde centrar las exploraciones con miras a detectar nuevas fuentes de mineral. Ya se mencionó que el manto Tuco Grande podría ofrecer mayor volumen de mineral en profundidad, esto se puede probar mediante el estudio geofísico y futuras perforaciones diamantinas.

La falla que une los prospectos Gorrioncito y John Rafael también es otro lugar ideal para la prospección. Hay que investigar los contactos del intrusivo con la capa calcárea ampliamente diseminada a la región.

La zona Chira también debería investigarse sobre todo a la sub-zona Cobre o zona de contacto.

La ley del mineral a detectarse podría variar con un notorio cambio a mejorar valores en el contenido de cobre.

CAPITULO IV

PLANTA DE BENEFICIO

4.1 HISTORIA METALURGICA DE LA ZONA

El mineral que procede de los trabajos de exploración y desarrollo hasta hace unos años era enviado y beneficiado en la planta del Banco Minero de Catác. Aquí se trataba este mineral por campañas la pequeña producción de los prospectos o se vendía a Minpeco a través de la planta del Banco Minero.

El mayor volúmen de reservas cubicado en el transcurso de los estudios hace de necesidad una planta concentradora, diremos asi que la quebrada de Tuco, en el lugar de la antigua fundición es el lugar más apropiado para su ubicación ya que cuenta con el agua suficiente, el acceso conveniente y la disponibilidad del espacio necesario para la acumulación de los relaves.

4.2 PRUEBAS METALURGICAS

Con el objeto de investigar el comportamiento de los minerales de la región durante el beneficio, se hicieron pruebas metalúrgicas con mineral procedente de las minas Numancia y Tuco Grande. Estos resultados preliminares se incluyen a continuación:

4.2.1 MINERAL DE NUMANCIA

A pesar de no existir mineral a la vista en las labores de Numancia, se consideró importante efectuar estas investigaciones con mineral seleccionado de canchas, teniendo en cuenta que, en el futuro, el mineral que eventualmente podría encontrarse se espera debe tener las características que este mineral ofrece. Los resultados fueron los siguientes:

	ozAg/TC	%Pb	%Cu	%Zn
Ley de cabeza	5.48	3.00	1.76	1.60
Bulk Pb-Ag-Cu	68.60	53.00	5.60	6.20
Conc. Zn.	4.55	1.20	0.96	49.00
Recuperaciones	85%	70%	70%	75%

Las pruebas no confirman lo que megascópicamente se esperaba, obtener un concentrado de cobre separado del concentrado de plomo, pero si demuestra la factibilidad de obtener un concentrado de zinc, lo que aparentemente no se esperaba de la ley de cabeza. Esto podría ser debido a que la muestra no es la representativa ó a errores en el ensaye de la muestra de cabeza.

4.2.2 MINERAL DE TUCO GRANDE

En el caso de este mineral también es posible obtener dos productos: Bulk Pb - Ag - Cu y concentrados de Zn. Las leyes preliminares obtenidas fueron:

	ozAg/TC	%Pb	%Cu	%Zn
Bulk -Pb-Cu-Zn	187.13	45.00	20.00	8.00
Conc. Zn	10.00	2.20	1.50	48.00
Recuperaciones	79%	80%		80%

El concentrado de cobre en el concentrado de Pb -Cu - Ag es relativamente alto y no concuerda con lo que se esperaba de la ley promedio general. Esto podría deberse al alto contenido de cobre en la tetraedrita que a su vez es portadora de la plata.

En general la flotación de estos minerales no presentan problema alguno en su beneficio.

4.3 CARACTERISTICAS DE LA PLANTA DE BENEFICIO

La planta a ubicarse en la zona de Tuco-Chira tendrá una capacidad de 30 a 40 TMS/día que es de una capacidad suficiente para procesar dichos minerales. Para minerales duros se tratará un mínimo de 30 TMS y con minerales blandos o semiduros se puede pasar hasta 40 TMS.

Esta planta estará diseñada para hacer flotación diferencial de minerales sulfurados de Ag-Pb-Cu-Zn procedentes de canchas o mineral fresco de mina, así como de óxidos de cobre y plomo mediante sulfidización en una segunda flotación.

4.3.1 DISEÑO DE LA PLANTA DE BENEFICIO

El diseño de la planta tiene las siguientes características e instalaciones:

- a.- Cancha para el recibo de minerales para depositar hasta 5,000 toneladas.
- b.- Tolva de gruesos (mineral de mina) de estructura metálica de 60 toneladas de capacidad.
- c.- Grizzly estacionario de 2' x 4'.
- d.- Trituradora de quijadas de 8" x 10" con motor de 15 HP.
- e.- Tolva de concreto para finos de 50 toneladas.
- f.- Alimentador de minerales al molino.
- g.- Molino de bolas de 4' x 4'.
- h.- Clasificador helicoidal de 24" ϕ x 16' con motor eléctrico de 3 HP.
- i.- Dos tanques acondicionadores 4' x 4' con motor de 6.6 HP.
- j.- Ocho alimentadores de reactivos sólidos y líquidos de 1/3 HP de 60 ciclos y 220/240 voltios.
- k.- Catorce celdas de flotación en dos circuitos de 8 y 6 celdas c/u.
- l.- Un motor generador diesel de 135 Kw.
- m.- Edificio de estructura metálica.
- n.- Cochas metálicas para concentrados.
- o.- Depósito de relaves.

4.3.2 CARACTERISTICAS DE MAQUINAS Y EQUIPOS A EMPLEAR

4.3.2.1 Sección Chancado

- Un grizzly estacionario de 2' x 4'
- Una chancadora de quijadas de 8" x 10' con motor eléctrico de 15 HP.

4.3.2.2 Sección Molienda

- Un molino cilíndrico de bolas de 4' x 4', tipo pesado, con motor eléctrico de 40 HP, 220/240 V. y 60 ciclos.
- Un clasificador helicoidal de 24" ϕ x 16', con motor eléctrico de 3 HP, 220/240 V. y 60 ciclos.

4.3.2.3 Sección Flotación (Primer Circuito)

- Un acondicionador de 4' x 4' para Pb-Ag-Cu, con motor eléctrico de 6.6 HP.
- Ocho celdas de flotación del tipo subareación N° 15 de 24" x 24", con un motor para cada dos celdas de 6.6 HP, 60 ciclos y 220/240 voltios.

4.3.2.4 Sección Flotación (Segundo Circuito)

- Un tanque acondicionador metálico de 4' x 4", con motor eléctrico de 6.6 HP.
- Seis celdas de 24" x 24", N° 15, con un motor eléctrico para cada par de celdas de 6.6 HP c/u.
- Ocho alimentadores automáticos para reactivos líquidos de copas y para sólidos tipo cónico, con motores de 1/3 HP, 60 ciclos y 220/240 voltios.

- Un alimentador para cal, consistente en un tanque acondicionador de 3' x 3' con motor eléctrico de 4.8 HP.
- Edificio de estructura metálica desarmable, empernada, con techos y paredes laterales de calaminas, con dos puertas de acceso y cuatro ventanas para luz, área cubierta de 120 m². El techo es con cobertura de calaminas N° 26 de una sola agua.

4.3.2.5 Casa de Fuerza

La fuerza motriz será suministrada por un grupo electrógeno de 135 Kw. efectivos disponible para trabajar a 4,500 m.s.n.m. de 440 voltios y 60 ciclos, con tablero de instrumentos de control y mando.

4.3.2.6 Cochas para concentrados

Para depositar los concentrados de los dos circuitos de flotación, se disponen de cuatro cochas de concreto (dos para cada circuito) de 2 x 4 x 2 metros, con falso piso de madera horadada con ϕ de 3/8" espaciados en 1" sobre el cual se pondrán un medio filtrante a base de tela de algodón o yute especial a fin de que solo pase el líquido el cual llevará un porcentaje muy reducido de partículas finas a otras cochas pequeñas de recuperación.

4.4 POTENCIA INSTALADA

Una chancadora de quijadas	15 HP
Alimentador de minerales	2 HP
Molino de bolas de 4' x 4'	40 HP
Clasificador helicoidal de 24" ϕ x 16	3 HP
Dos tanques acondicionadores 4' x 4'	13.2 HP
Alimentadores de reactivos	2 HP
Catorce celdas de flotación N° 15	46.2 HP
Laboratorio químico	10 HP
Talleres	15 HP
Alumbrado en general	15 HP
TOTAL POTENCIA INSTALADA	161.4 HP

4.5 REACTIVOS QUIMICOS

Los principales reactivos químicos a usarse serán los siguientes:

4.5.1 DEPRESORES

- Cianuro de sodio
- Bisulfito de sodio
- Silicato de sodio
- Sulfato de zinc

4.5.2 PROMOTORES

- Aerofloat 25 y 31
- Reactivo N° 242
- Aero Xantato 350 y 351
- Xantatos Z-3 , Z-5 , Z-6 , Z-11

4.5.3 ESPUMANTES

- Aceite de pino
- Acido cresílico
- Dow Frother
- Metil Isobutil Carbinol

4.5.4 MODIFICADORES

- Cal y ácido sulfúrico

4.5.5 REACTIVADORES

- Sulfato de cobre

4.5.6 SULFIDIZADORES

- Sulfuro de sodio

4.6 DOSIFICACION DE REACTIVOS QUIMICOS

Los rangos de la dosificación y soluciones empleadas de los reactivos químicos, son los siguientes:

REACTIVOS	Kg/TM	Solución
DEPRESORES		
Cianuro de sodio	0.050-0.080	5-10 %
Bisulfito de sodio	0.080-0.200	5-10 %
Silicato de sodio	0.200-1.500	-
Sulfato de zinc	0.150-0.240	5-10 %
PROMOTORES		
Reactivo 404	0.020-0.080	5-10 %
Reactivo 238	0.020-0.080	5-10 %
Reactivo 242	0.020-0.060	-
Xantato Z-3	0.040-0.120	5-10 %
Xantato Z-5	0.020-0.080	5-10 %
Xantato Z-6	0.020-0.120	5-10 %
Xantato Z-11	0.020-0.120	5-10 %
ESPUMANTES		
Aceite de pino	0.030-0.120	-
Acido cresílico	0.030-0.120	-
Dow Frother	0.020-0.120	-
Metil Isobutil Carbinol	0.020-0.120	-
MODIFICADORES		
Cal	1.000-2.000	20 %
Acido sulfúrico	0.030-0.120	5-10 %
REACTIVADORES		
Sulfato de cobre	0.080-0.200	10 %
SULFIDIZADORES		
Sulfuro de sodio	0.050-0.200	10 %

4.7 FLUJO DE OPERACION

4.7.1 RECIBO DE MINERALES

El mineral de la mina se recibe directamente en la tolva de gruesos con capacidad de 60 T.M., además hay canchas hasta para 5,000 Toneladas con el fin de almacenar otros minerales. El mineral de la mina es hasta de 6" como tamaño máximo.

4.7.2 SECCION CHANCADO

De la tolva de gruesos se alimenta a través de una compuerta y grizzly estacionario de 2" x 4" con abertura de 1" entran a la chancadora primaria. El mineral es triturado todo a -1", los que son depositados en la tolva de finos de 50 toneladas de capacidad.

4.7.3 SECCION MOLIENDA

El mineral de la tolva de finos es regulado por medio de una compuerta a razón de 1.4 TM/hora, esto permite pasar 30 TMS en 24 horas como mínimo. La alimentación se hace por medio de un alimentador tipo Norse de Stroke regulable de 16" x 5'. El mineral alimentado al molino se diluye para una densidad de 1.8 a 1.9 conjuntamente con la alimentación del mineral se adicionan los reactivos, depresores y algunos promotores con el fin de darle el tiempo suficiente de contacto.

La pulpa de la descarga del molino entra el clasificador helicoidal los gruesos retornan al molino y los finos salen con 55% a malla -200, para flotación.

4.7.4 FLOTACION DE PLATA-PLOMO

La pulpa del overflow del clasificador entra al tanque acondicionador donde son dosificados los promotores y espumantes en su mayor parte.

La pulpa preparada sale al circuito de flotación cuya disposición es:

1C - 3R - 4S

el concentrado de este primer circuito entra a cochas para su decantación. Los relaves de este circuito constituyen los relaves finales de la flotación selectiva.

4.7.5 CONTROLES DE LA PLANTA

FISICOS.- Los pesos se controlan horariamente en la entrada de alimentación al molino. La densidad de pulpa se controla cada 30 minutos en el overflow del clasificador. Los reactivos se dosifican por medio de alimentadores automáticos. Las muestras se toman mecánicamente cada 30 minutos de cabeza, concentrados y relaves.

QUIMICOS.- Los reactivos son preparados al 5% y 10% en solución acuosa. El PH se determina en: molienda, flotación y

relaves. Las muestras de: cabeza, concentrados y relaves se ensayan cuantitativamente en el laboratorio. Los certificados y resultados se emiten de un día a otro.

4.8 ALMACENAMIENTO DE RELAVES

Los relaves finales están formados por una pulpa compuesta de 20 a 25 TM de material estéril diluido en 100 a 125 TM de agua. Estos se conducen a través de canaletas de madera hasta una cancha de almacenamiento con área de 40,000 m² dividido en dos partes c/u de 20,000 m², con el fin de hacer los cambios oportunos y permitir sus acondicionamientos permanentes. El muro de contención inicial será de piedras y material de la zona, luego el material grueso de los relaves ira incrementando este muro formando el talud de reposo mientras que los finos se acumulan en la tina de decantación, para dar paso al agua completamente clarificada por rebalse hacia un canal de drenaje y por tubos de desague, los que se devuelven al riachuelo en forma cristalina.

La capacidad útil del vaso de almacenamiento de relaves es de 10,000 m³ o sea para 200 TMS de relaves que equivale a unos 240,000 TMS del mineral de la mina, lo que significa un período de 24 años de tratamiento al ritmo de 30 TMS en 24 horas.

CAPITULO V

INGENIERIA DEL PROYECTO

5.1. ANALISIS DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCION

Todos los prospectos en el área se encuentran en un estado primario de exploraciones, que todavía no ha sido posible ubicar un tonelaje respetable que permita pensar en una explotación a pequeña o mediana escala en forma continuada. Sin embargo la presencia de elementos minerales valiosos, los indicios geológicos así como las reservas calculadas permiten pensar en una explotación selectiva y por campañas con la instalación de una planta concentradora propia en la zona, dado que la posibilidad de llevar el mineral a una planta fuera de ella nos darían ingresos marginales debido a los altos costo de flete.

Entre los prospectos de la región, Magistral es el que cuenta con mayor metraje en galería de exploración y desarrollo y con la mayor extracción de mineral en la zona. Pese a que no hay estadísticas en cuanto a la producción en este prospecto, se puede deducir por los trabajos efectuados en ella que se ha logrado explotar una cantidad apreciable de material mineralizado.

En otros prospectos el nivel de explotación ha sido pequeña. En John Rafael falta una infraestructura vial, el transporte

del mineral se realiza desde el prospecto hasta la carretera. El valor del mineral, resultado de la explotación a pequeña escala resulta insuficiente aún para pagar los gastos hechos en la mayoría de los prospectos en actividad.

5.2. DISPONIBILIDAD DE INSUMOS

El consumo de insumos en la región es insignificante. Así mismo, el consumo de los insumos de minería proceden mayormente de Lima y son pequeños y su valor resulta pequeño. El aprovisionamiento de víveres, combustibles, proceden de Huaraz y Recuay.

5.3. ESTIMACION PRELIMINAR DEL EQUIPO

En la actualidad entre los prospectos en trabajo, solo Magistral y Girondina disponen de compresoras y equipo complementario para realizar un trabajo eficiente; en el resto de los prospectos la perforación es hecha a pulso, lo que redunda en una avance pequeño.

5.4 ESTIMACION DE PERSONAL

El personal empleado en los prospectos de Tuco Chira no pasa de 20 hombres. El trabajo en la zona es esporádico, de acuerdo principalmente a la disponibilidad de dinero para la continuación y realización de los trabajos proyectados.

En general, el personal calificado y no calificado para la minería no se dispone por el carácter de sub-empleo que tiene la minería en esta zona.

5.5 VALOR DEL MINERAL

El valor del mineral de los prospectos de Tuco Chira se ha calculado usando los precios de las cotizaciones durante el presente año de los mercados de Nueva York y Londres. Así mismo se ha considerado una escala de deducciones en función al mercado y condiciones del comprador. Para la plata se ha considerado 10%, cobre 10%, plomo 30% y zinc 30% sobre el precio promedio.

La siguiente tabla dió los valores usados en los cálculos consideradas las deducciones:

Metal	Precio promedio	Deducciones	Valor Neto	Factor
Ag	517 ¢/oz	10%	465 ¢/oz	\$ 4.65/oz
Pb	32 ¢/lb	30%	23 ¢/lb	\$ 5.07/1%
Cu	84 ¢/lb	10%	75 ¢/lb	\$16.53/1%
Zn	44 ¢/lb	30%	31 ¢/lb	\$ 6.83/1%
Au	380 \$/oz			

Por pérdidas metalúrgicas se ha usado en los cálculos los siguientes valores: Ag: 1.5 oz; Pb: 0.5%; Cu 0.06%; Zn:0.8%

5.5.1 VALOR DEL MINERAL PROSPECTO TUCO GRANDE

Tomando las leyes promedio del mineral del manto de Tucu Grande, se tiene la siguiente valorización por tonelada métrica.

	Au	Ag	Pb	Cu	Zn
Ley promedio	0.22	9.00	12.00	0.10	12.00
Pérdidas Metalúrgicas		2.12	0.82	0.01	0.77
Ley neta recuperable		6.88	11.18	0.09	11.23
U.S.\$(Ley x Factor)		31.99	56.68	1.48	76.70
Valor de 1 ton. de mineral de cabeza: \$ 166.85					

5.5.2 VALOR DEL MINERAL PROSPECTO JOHN RAFAEL

Tomando las leyes promedio del mineral de la veta John Rafael se tiene la siguiente valorización por tonelada métrica.

	Au	Ag	Pb	Cu	Zn
Ley promedio	0.00	8.00	12.00	0.30	14.00
Pérdidas Metalúrgicas		1.88	0.82	0.04	0.90
Ley neta recuperable		6.12	11.18	0.26	13.10
U.S.\$(Ley x Factor)		28.45	56.68	4.29	89.47
Valor de 1 ton. de mineral de cabeza: \$ 178.89					

5.5.3 VALOR DEL MINERAL PROSPECTO NUEVA ESPERANZA

Tomando las leyes promedio del mineral de la veta Nueva Esperanza se tiene la siguiente valorización por tonelada métrica.

	Au	Ag	Pb	Cu	Zn
Ley promedio	0.00	20.00	4.00	0.08	4.00
Pérdidas Metalúrgicas		4.72	0.27	0.01	0.25
Ley neta recuperable		15.28	3.73	0.07	3.75
U.S.\$(Ley x Factor)		71.05	18.91	1.15	25.61
Valor de 1 ton. de mineral de cabeza: \$ 116.72					

5.5.4 VALOR DEL MINERAL PROSPECTO MAGISTRAL

Tomando las leyes promedio del mineral del prospecto Magistral se tiene el valor por tonelada métrica.

	Au	Ag	Pb	Cu	Zn
Ley promedio		5.00	13.00	0.20	16.00
Pérdidas Metalúrgicas		1.18	0.89	0.03	1.03
Ley neta recuperable		3.82	12.11	0.17	14.97
U.S.\$(Ley x Factor)		17.76	61.39	2.81	102.24
Valor de 1 ton. de mineral de cabeza: \$ 134.24					

5.5.5 VALOR DEL MINERAL PROSPECTO PARARRAYO (SECCION PB)

Tomando las leyes promedio del mineral de la veta Pararrayo en la sección plomo se tiene la siguiente valorización por tonelada métrica.

	Au	Ag	Pb	Cu	Zn
Ley promedio	0.00	5.00	9.00	0.50	14.00
Pérdidas Metalúrgicas		1.18	0.61	0.07	0.90
Ley neta recuperable		3.82	8.39	0.43	13.10
U.S.\$(Ley x Factor)		17.76	42.53	7.10	89.47
Valor de 1 ton. de mineral de cabeza: \$ 156.86					

5.5.6 VALOR DEL MINERAL PROSPECTO PARARRAYO (SECCION CU)

Tomando las leyes promedio del mineral de la veta Pararrayo en la sección cobre se tiene la siguiente valorización por tonelada métrica.

	Au	Ag	Pb	Cu	Zn
Ley promedio	0.00	3.00	0.80	8.00	5.00
Pérdidas Metalúrgicas		0.70	0.05	1.23	0.32
Ley neta recuperable		2.30	0.75	6.77	4.68
U.S.\$(Ley x Factor)		10.69	3.80	111.90	21.90
Valor de 1 ton. de mineral de cabeza: \$ 148.29					

5.5.7 APORTE DE LOS PROSPECTOS

La siguiente tabla nos dá el valor de aportación de cada mina de acuerdo a sus reservas y al valor neto recuperable por tonelada.

Manto	T.M.S.	Valor neto recup. US\$	VALOR TOTAL U.S. \$
Tuco Grande	840	166.85	140,154.00
John Rafael	240	178.89	42,933.60
Nva. Esperanza	816	116.72	95,243.52
Magistral	14,000	134.24	1'879,360.00
Pararrayo (Pb)	1,000	156.86	156,860.00
Pararrayo (Cu)	11,000	148.72	1'635,920.00
Total Reservas 27,896		U.S. \$	3'950,471.12
Valor promedio por tonelada		U.S. \$	141.61

5.6 COSTOS

A falta de una información detallada de costos; se han usado los valores proporcionados por los mineros de la región y se han redondeado cifras en base a experiencias en otras minas. El costo de operación es desdoblado en la siguiente forma:

Explotación y desarrollo	\$ 15.00/TM
Tratamiento (Concentración)	21.00/TM
Flete a Planta de tratamiento	3.20/TM
Gastos Generales	3.81/TM
Gastos de Comercialización	3.78/TM
Flete a Lima	1.50/TM

U.S.\$ 48.29/TM

5.7 BALANCE ECONOMICO

De acuerdo a los resultados de valor de mineral y de los costos tenemos el siguiente balance económico.

Valor promedio del mineral	\$ U.S. 141.61
Costo de operación	\$ U.S. 48.29
Balance económico	\$ U.S. 93.32

Como se puede apreciar el balance económico nos resulta positivo, esto es resultado que una operación de pequeña minería siempre resulta mas rentable que a mayor escala, dado que la ley de nuestro mineral es mejor controlada dada la posibilidad de poder escoger el mineral a tratar.

5.8 PLANEAMIENTO DE LA EXPLOTACION

El ritmo de explotación estimado es de 30 TM/día lo que nos da el siguiente resultado.

$$30 \text{ TM/día} \times 25 \text{ días} = 750 \text{ TM/mes}$$

Al año tenemos:

$$750 \text{ TM/mes} \times 12 \text{ meses} = 9,000 \text{ TM/año}$$

De acuerdo al balance de Reservas tenemos:

$$27,896 \text{ TM} / 9,000 \text{ TM/año} = 3 \text{ años}$$

Es decir tenemos reservas minerales suficientes para tres años de explotación, lo que significa por otro lado que aquí no estamos considerando el mineral prospectivo, el cual se puede hallar cuando se haga labores de desarrollo.

De acuerdo a estas reservas de mineral, podemos realizar el planeamiento de la producción de acuerdo a lo siguiente.

TIEMPO	PRODUC. DIARIA TM	PRODUC. MENSUAL TM	PRODUC. ANUAL TM	OBSERVACIONES
AÑO 0	-	-	-	Implementación
AÑO 1	30	750	9,000	Producción normal
AÑO 2	30	750	9,000	Producción normal
AÑO 3	30	750	9,000	Producción normal
			27,000	

FLUJO NETO DEL PROYECTO				
AÑOS	INGRESOS	COSTOS		FLUJO NETO
		INVERSION	OPERACION	
0		400,000		(400,000)
1	1'316,823		434,610	882,213
2	1'316,823		434,610	882,213
3	1'316,823		434,610	882,213

Para el presente proyecto usaremos una tasa de actualización de 15 % para la evaluación financiera:

VALOR ACTUAL NETO DEL PROYECTO			
AÑOS	FLUJO NETO	FACTOR DE ACTUALIZACION	VALOR ACTUAL NETO US\$
0	(400,000)	1	(400,000)
1	882,213	0.869565	767,142
2	882,213	0.756143	667,080
3	882,213	0.657516	580,069
			1'614,291

VALOR ACTUAL NETO DEL PROYECTO (VAN) = US\$ 1'614,291

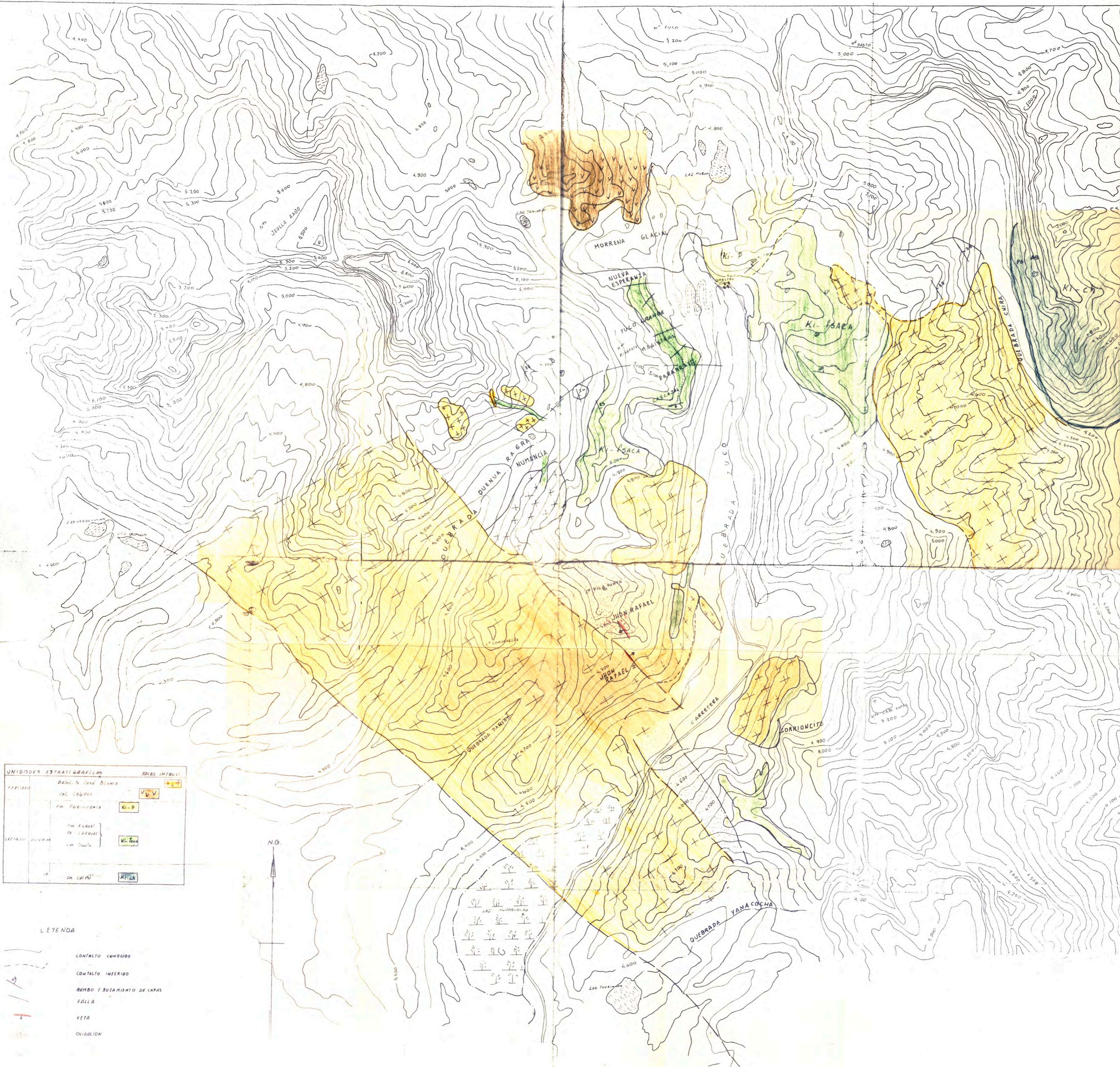
TASA INTERNA DE RETORNO DEL PROYECTO (TIR) = 213.39 %

Existe un tercer criterio de determinación de la rentabilidad de un proyecto, esta es la relación Costo-Beneficio (B/C), la cual nos determina el siguiente valor:

$$B/C = \frac{1'614,291 + 400,000}{400,000} = 5.03$$

El resultado nos da un valor superior a la unidad lo que indica nuevamente la rentabilidad del proyecto.

Los resultados de la presente evaluación indican que el que el proyecto es factible, es decir rentable. Su valor actual neto alcanza una cifra importante, considerando como tasa de actualización de 15%. El proyecto además de recuperar la inversión a efectuar de US\$ 400,000 y reportar el rendimiento exigido del 15% genera un saldo neto o valor actual neto igual a US\$ 1'614,291.



UNIDADES ESTRATIGRAFICAS		ROCAS INTRUSIVAS
PERIÓDICO	Dalio de Cond Blanco	V-V
	Jal. Calpu	Ki-P
	fm. Dominancia	Ki-P
	fm. Parí	Ki-P
	fm. Calpu	Ki-P
	fm. Calpu	Ki-P

- LEYENDA
- CONTACTO CONOCIDO
 - CONTACTO INFERIDO
 - RUMBO Y DISTRIBUCION DE CAPAS
 - FALLA
 - VETA
 - OXIDACION

REGION MINERA TUCO-CHIRA