

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA GEOLOGICA,  
MINERIA Y METALURGICA



"Estudio Geológico del Distrito Minero de  
Mañazo"

Departamento de Puno

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:  
Ingeniero de Minas

Rubén Ortega Mestas

Lima - Perú

1975

"ESTUDIO GEOLOGICO DEL DISTRITO MINERO DE MAÑAZO"

DEPARTAMENTO DE PUNO

(Elaborado por Rubén Ortega Mestas)

I N D I C E

PROLOGO

SUMARIO

CONCLUSIONES

- I - INTRODUCCION
  - A - Ubicación
  - B - Accesibilidad
  - C - Area Considerada
  - D - Mano de Obra y Aprovisionamientos
  - E - Historia
  - F - Estudios Previos
  - G - Condiciones Generales
- II - FISIOGRAFIA
- III - BIOGEOGRAFIA
- IV - GEOLOGIA GENERAL
  - A - Estratigrafía
    - 1-Rocas Sedimentarias
    - 2-Rocas Igneas
      - a) Rocas Intrusivas
      - b) " Volcánicas
    - 3-Rocas Metamórficas
  - B - Geología Estructural
  - C - Geología Histórica
- V GEOLOGIA ECONOMICA
  - A - Distrito y Provincia Metalogénica
  - B - Características Generales de los Yacimientos
  - C - Estructuras y Sistemas de Fracturación
    - 1-Introducción
    - 2-Estructuras Rumbos
      - a) Veta Principal
      - b) A
      - c) B
      - d) Santa Mestres
      - e) Aladino
      - f) Inmaculada
      - g) Jorayani
      - h) Santa Carmen
      - i) Margaritas
      - j) Callocachi
    - RESUMEN
    - 3-Sistemas de Fracturación y Secuencias Tectónicas

- D - Mineralización Hipógena (Primaria)
    - 1-Mineralogía
    - 2-Distribución de los Minerales y Valores
      - a) Minerales Primarios en General
        - Veta Principal
          - " A
          - " B
          - " Santa Mestres
          - " Aladino
          - " Inmaculada
          - " Jorayani
          - " Santa Carmen
          - " Las Margaritas
          - " Callocachi
      - b) Minerales Primarios Individuales
        - Arsenopirita
        - Pirita
        - Chalcopirita
        - Blenda
        - Galena
        - Tetraedrita
        - Metales Preciosos (Oro y Plata)
        - Baritina
        - Calcita
        - Cuarzo
        - Jaspe
        - Siderita
      - c) Textura y Paragénesis
      - d) Clasificación de los Yacimientos
    - 3-Efectos Sobre las Rocas Encajonantes
  - E - Controles Estructurales, Regionales, Estratigráficos, Petrográficos.
  - F - Afloramientos, Oxidación y Enriquecimiento Secundario
  - G - Profundización de la Mineralización
  - H - Reservas y Posibilidades Futuras de la Zona
- VI - RECOMENDACIONES
- APENDICES
- PLANOS, FOTOGRAFÍAS, etc.
- - - - -

# P R O L O G O

## TRABAJO DE CAMPO

Antes de iniciar el estudio geológico del Distrito de Mañazo, hice un reconocimiento general de la zona, para tener una idea amplia de la litografía, contactos interformacionales, fallas, plegamientos, etc., los cuales he confrontado con la bibliografía escrita hasta esa fecha sobre Mañazo y toda la Hoya del Lago Titicaca. Este estudio ha comprendido dos fases: Trabajo de Campo y de Gabinete.

El Trabajo de Campo se efectuó desde el mes de Noviembre de 1963, hasta Abril de 1964; para este objeto se contó con el equipo siguiente: Brújula Brunton, brújula colgante, altímetro, lupa, picota, cámara fotográfica, lámparas de carburo, planos topográficos y aerofotografías.

El mapeo geológico superficial, lo hice sobre un plano base a una escala de 1:25,000 que muestra los accidentes topográficos con curvas de nivel espaciadas de 200 a 200 mts., razón que motivó el levantamiento de varios puntos adicionales, que dieran los cambios del terreno más nítidos para la construcción de secciones geológicas, sobre todo en las áreas críticas y en las áreas mineralizadas.

Todos los planos se hicieron a base del Norte Magnético, pero posteriormente fueron corregidos al Norte Verdadero, que se encuentra a 2°30' al W del Norte Magnético.

Las secciones se levantaron con una cinta de tela de 25 mts. y comprendieron los mejores afloramientos de las distintas formaciones.

## TRABAJO DE GABINETE

En la fase del Trabajo de Gabinete, que duró desde Mayo hasta Octubre de 1964, se procedió a la determinación petrográfica de muestras de rocas, estudio y comparación de algunos fósiles hallados. El estudio microscópico de las rocas con secciones delgadas, arrojó más luz sobre la naturaleza y relaciones mutuas entre

las formaciones existentes y que permitió hacer una interpretación más completa del panorama geológico del Distrito de Mañazo. Asimismo, el estudio microscópico en secciones pulidas de minerales ayudó bastante a completar el conocimiento sobre la geología de Mañazo.

#### AGRADECIMIENTOS

Durante el tiempo que he estado elaborando este trabajo, conté con la ayuda generosa y muy eficiente de varias personas, sin cuya valiosa cooperación no me hubiera sido posible llevar a feliz término este trabajo.

Deseo expresar mis agradecimientos a los profesionales (geólogos e ingenieros de minas) que trabajan en el Banco Minero del Perú, Petróleos del Perú, Mauricio Hochschild & Cía. Ltda. S.A., Servicio de Minería y Geología, Instituto de Investigación y Fomentos Mineros, por las sugerencias y consejos que se dignaron proporcionarme.

Me es grato manifestar mis agradecimientos al Sr. Ing° Pedro Tumialán, Catedrático del Programa de Ingeniería Geológica, Minero y Metalúrgica de la Universidad Nacional de Ingeniería, por sus valiosos consejos que tuvo a bien de dirigirme.

También hago presente mis agradecimientos a todos los mineros y vecinos de Mañazo, quienes me proporcionaron toda clase de ayuda; en forma especial, van mis sentimientos de reconocimiento al Sr. Huberto Romero Achata por haberme brindado hospitalidad, que fue invaluable para la realización de este trabajo.

#### OBJETO

Desde que egresé de la Universidad Nacional de Ingeniería tuve la suerte de llevar a cabo algunas visitas de exploración en el Departamento de Puno, oportunidad en la cual advertí que, el Distrito Minero de Mañazo era una zona que ofrecía medios apropiados para efectuar un estudio geológico, ya que poseía estructuras geológicas de difícil interpretación y además de ser, concretamente, una zona de mucho interés desde el punto de vista minero.

Cuando comenzó la instalación de la Planta Concentradora Santiago de Mañazo, de propiedad del Dr. Santiago Ortega Reyes, era necesario pues llevar a cabo un estudio geológico integral de la zona y es por eso que me decidí hacer este trabajo, ya que, todos los hechos anteriores despertaron mi interés para efectuarlo, sin menguar tiempo ni esfuerzo; considerando además que, efectuándolo contribuiría en algo al progreso de la minería del Departamento de Puno.

Tuve presente además, que haciendo este estudio y aplicando en el terreno práctico los conocimientos adquiridos en la Facultad de Minas (Hoy Programa de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica), habré incrementado en mucho mi preparación en estas disciplinas.

## S U M A R I O

- 1 - La presente Tesis de Grado, trata del estudio Geológico del Distrito Minero de Mañazo, que lo realicé con el fin de optar mi Título de Ingeniero de Minas.
- 2 - Todo cuanto se relaciona a este trabajo está ubicado mayormente en el Distrito de Mañazo y Vilque del departamento de Puno, en el Sur del Perú; abarca una área de 287.5 kms. cuadrados.
- 3 - Los trabajos de campo y gabinete fueron realizados desde fines de 1963 hasta Octubre de 1964.
- 4 - Hay indicios de que hubo actividad minera desde la época Pre-Hispánica; tomando auge solamente en esta década.
- 5 - En el Distrito se observan rasgos morfológicos y de relieve, notablemente diferenciados.
- 6 - En el área se ha mapeado rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, cuyas edades van desde el Jurásico hasta Cuaternario.
- 7 - La columna compuesta de las formaciones sedimentarias, es superior a los 6,123 mts. de grosor.
- 8 - Las rocas ígneas intrusivas, están representadas por: Monzonita, Pórfido Andesítico, Pórfido Riolítico y Diorita Hornebléndica, provienen de la diferenciación de un magma profundo, que dió origen a la mineralización de Mañazo.
- 9 - Las rocas ígneas extrusivas están formadas por dos clases de derrames volcánicos: Tacaza, volcánico inferior de tipo andesítico y sillapaca, volcánico superior de tipo basáltico.
- 10 - La falla inversa Maravillas y la falla normal Santiago, son las estructuras más importantes de la región; son aproximadamente transversales a la orientación general de la Cordillera Andina.
- 11 - Los recursos minerales consisten de yacimientos de cobre con oro y plomo con plata.

- 12 - Las vetas Principal, A, Santa Mestres y Aladino, son las más importantes de la región.
- 13 - Las reservas probado-probables de estos yacimientos, alcanzan sólo 16,300 T.M.S..
- 14 - La producción mensual de 600 T.M.S., varía mucho debido a varios factores.
- 15 - La mayoría de las vetas son delgadas y ricas, lo que permite una explotación selectiva.
- 16 - Conviene un apoyo financiero y técnico para aumentar el rendimiento de las operaciones mineras y para fomentar exploraciones y desarrollos.



## C O N C L U S I O N E S

- 1 - Mañazo está muy alejado de Matarani, principal puerto de embarque; este hecho influye en los costos de producción, desfavorablemente.
- 2 - Mayormente afloran en el área estudiada, rocas sedimentarias continentales de la Formación Puno del Terciario.
- 3 - Los cuerpos intrusivos son mayormente de composición intermedia y ácida, siendo de tipo subvolcánico.
- 4 - Los derrames volcánicos son de tipo andesítico y basáltico, sin ninguna mineralización dentro de ellos.
- 5 - En vista de la ocurrencia de intrusiones en el área de Mañazo, no es posible hallar depósitos de petróleo como en Pirín.
- 6 - El Sobreescurreimiento Maravillas, es la estructura más importante de la región, pues a lo largo de él han ocurrido intrusiones ígneas y mineralizaciones.
- 7 - Los rumbos de los plegamientos y fallas son por lo general de Este a Oeste, transversales a la dirección general de la Cordillera de los Andes.
- 8 - De todas las vetas del Distrito, la veta Principal de la mina "Los Rosales N° 4" es la más importante, solamente la veta Principal de la mina "Los Rosales N° 4" y "A" de la mina "Luz de Oro", tienen posibilidades de almacenar reservas considerables.
- 9 - La explotación de las reservas de la mina "Aladino N° 6", será antieconómica, bajo cualquier circunstancia, ya que el costo de producción será superior al valor unitario de mineral.
- 10 - En la mina "Santa Mestres", las reservas se encuentran en puentes y pilares de difícil explotación, además de ser costosa; si no se descubren nuevas zonas en esta mina, su producción siempre será limitada.
- 11 - Se puede alcanzar una producción mensual de 900 T.M.S..

- 12 - Es posible que el Distrito mantenga su nivel de producción é incluso se descubran nuevas reservas, pero es dudoso que las reservas que hubieran, logren abastecer normalmente a la Planta Concentradora Santiago de Mañazo, a su plena capacidad.
- 13 - Los costos de producción podrán ser menores si se aumenta la producción de las minas y haciendo más racional y técnico sus operaciones.
- 14 - No conviene cambiar los métodos de explotación, porque se produciría dilución innecesaria y antieconómica.
- 15 - El Distrito Minero de Mañazo, necesita ayuda técnica y financiera de cualquier entidad.
- 16 - A pesar de que no había justificación alguna para la instalación de una Planta Concentradora en Mañazo, es necesario que al Dr. Santiago Ortega Reyes, se le brinde todo género de facilidades y ayuda, para que su Planta siga haciendo labor de promoción minera en la zona.
- 17 - El Sr. Faustino Condori Ticona, propietario de la mina "Los Rosales N° 4", es el minero más próspero y que invierte la utilidad de su mina en Puno, ejemplo que debe ser seguido por los mineros del Perú, para que inviertan sus utilidades en actividades productivas que contribuyan grandemente en la capitalización del País.

## I INTRODUCCION

### A Ubicación

El pueblo de Mañazo se halla al W de la ciudad de Puno, sobre el km. 45 de la Carretera Panamericana o Roosevelt que va de Puno a Arequipa, es capital del distrito del mismo nombre por Ley N° 11980 del día 22 de Enero de 1953, siendo Presidente de la República el General don Manuel A. Odría, pertenece a la Provincia y Departamento de Puno.

Las coordenadas geográficas de la plaza de Mañazo son:

Latitud 15°48'48" Sur  
Longitud 70°21'48" W de Greenwich

La altura sobre el nivel del mar es 3,900 mts. presentando rasgos fisiográficos de las serranías peruanas.

### B Accesibilidad

Mañazo está conectado a Puno por la Carretera Panamericana o Carretera Roosevelt y la distancia es de 45 kms..

Para llegar a Mañazo desde Lima, la capital de la República, es posible hacerlo por las vías siguientes:

- Por vía aérea, hasta Juliaca y de allí por carretera.
- Por carretera, en forma directa o tomando el Ferrocarril en Arequipa hasta Puno o Juliaca y luego por carretera.

A continuación se dá un cuadro de distancias:

#### Distancias por Ferrocarril:

Puno-Juliaca .....	46	kms.
Juliaca-Arequipa .....	204	"
Arequipa-Matarani .....	81	"
Juliaca-Cuzco .....	338	"

#### Distancias por Carretera:

Mañazo-Puno .....	45	kms.
Puno-Juliaca .....	44	"
Mañazo-Arequipa .....	243	"
Arequipa-Matarani .....	138	"
Arequipa-Lima .....	1,283	"

La carretera Panamericana (Ramal que va a Bolivia), ofrece pues un fácil acceso a Mañazo, es de 6 ms. de ancho y el 80 % de la vía está afirmada; sería conveniente que, el Ministerio de Fomento o la Corporación de Fomento y Promoción Social y Económica de Puno, tomara a su cargo la tarea de enderezar, ampliar y as faltar esta vía, por cuanto es la principal para la salida de los productos de Puno hacia los departamento de la Costa y a los puer\_ tos de embarque.

Existe otra vía de comunicación entre Mañazo y la Es\_ tación del Ferrocarril en Cabanillas, pero es una simple trocha que se vuelve intransitable en tiempo de lluvias, no siendo como la Carretera Panamericana que está expedita todo el año.

Las minas de la región están unidas a Mañazo por tro\_ chas mineras y caminos de herradura.

#### C Area Considerada

Para el estudio de la geología del Distrito Minero de Mañazo, he tomado un plano base a una escala de 1 en 25,000 que abar\_ ca una extensión de 12.5 kms. por 23.0 kms., encerrando un área de 287.5 kilómetros cuadrados.

Me reservo el derecho de señalar el nombre de la Compañía Minera que tuvo a bien proporcionarme dicho plano, por ra\_ zones que son de mi incumbencia.

El plano abarca áreas de las haciendas Vizcachani, Huancasaya, Tiracomilla y parte de la hacienda Yanarico, todas en la jurisdicción del distrito de Vilque; también abarca terrenos de la Comunidad de Chila y parte de la hacienda Cayrani, dentro de la jurisdicción del distrito de Tiquillaca; en realidad, todos estos lugares son áreas de influencia de la actividad minera con centro en Mañazo.

#### D Mano de Obra y Aprovisionamientos

Los habitantes en su mayoría indígenas, proveen de trabajadores a las minas. El porcentaje de blancos y mestizos es alrededor de 15 %. La densidad de la población es más o menos 10 habitantes por km. cuadrado.

La mano de obra no es muy capacitada como en otras regiones mineras, tal como en Cerro de Pasco o Morococha.

La actividad principal de los habitantes, es la agricultura y la ganadería; la minería viene enseguida, dando un renglón de entradas a algunos residentes del lugar; seguro que esta última actividad pasará a primer plano ahora que se acaba de instalar una Planta Concentradora por flotación, necesitándose desde luego, personal especializado para que labore en esta clase de beneficio; entre otras actividades de los pobladores, está la artesanía y el comercio en pequeña escala: fabrican jergas, bayetas, ponchos, frazadas, lazos, riendas, cinchos, monturas y la peletería en general.

El aprovisionamiento en general, no constituye un problema, por las facilidades de las vías de comunicación y por la cercanía a centros poblados más grandes como Puno y Juliaca.

Sobre los materiales mineros: para los lubricantes y combustibles se provee de Puno o Juliaca, en donde es más barato sobre todo si se compra al por mayor, porque allí tiene sus depósitos la International Petroleum Co.; igualmente para explosivos se recurrir a estas ciudades, la madera se adquiere del Cuzco en forma más económica, también en Puno y Juliaca.

Sobre víveres: el abastecimiento es mucho más fácil por la concatenación de ferias regionales, que los días domingos toca en Mañazo, en realidad en esas ferias se realiza un autoabastecimiento de los pobladores, es decir dentro del mismo Distrito se tiene, un mercado de posibilidades considerables de oferta y demanda de productos.

Precio de los Productos Agrícolas:

Papas .....	-	S/.	25.00	qq.
Cebada .....	-	"	30.00	"
Quinoa .....	-	"	35.00	"
Trigo .....	-	"	65.00	"
Cañahua .....	-	"	30.00	"
Chuflo blanco .....	-	"	150.00	"
"    negro .....	-	"	50.00	"
Ocas .....	-	"	15.00	"

Precio de los Productos Pecuarios:

Carne de vacuno .....	-	S/.	5.00	lb.
"    "    ovino .....	-	"	5.00	"
"    "    porcino .....	-	"	6.00	"
"    "    auquénido .....	-	"	3.00	"
Mantequilla .....	-	"	11.00	"
Gallinas .....	-	"	12.00	c/u
Queso .....	-	"	5.00	lb.
Cuero de res .....	-	"	3.00	"
Pergaminos .....	-	"	2.00	"

E - Historia

Es evidente que los antiguos peruanos, en la época Pre-Incaica, durante el Tiahuanaco, han realizado una actividad minera en pequeña escala, prueba esta afirmación, el hecho de haberse encontrado objetos de cobre, plata y oro en una huaca de esta Cultura, en la hacienda Cayrani; igualmente, objetos de adorno y domésticos de plata, oro y cobre, en otros lugares del Altiplano.

Claro que no hay indicios, o mejor dicho huellas de trabajos mineros Pre-Hispánicos en la región, pero seguramente esta actividad -si es que la hubo- se circunscribió a las zonas superficiales, donde podía penetrar la luz del sol y tubo que desarrollarse pues, en yacimientos aluviales o en afloramientos de los depósitos mineralizados; salvo que, la materia prima para la fábrica

ción de estos objetos, haya sido traído de lugares lejanos como por ejemplo, el cobre de Chuquicamata, la plata del cerro Potosí de Bolivia y el oro de la selva de Sandia y Carabaya.

Casi todos los yacimientos del Distrito Minero de Mañazo han sido cateados durante la colonia.

Hay restos de hornos en la estancia Huertani y en la hacienda Conaviri, a 3 y 5 kms. del pueblo de Mañazo y fuera del área mapeada; también hay un ingenio antiguo a 8 kms. de Mañazo, hacia el Este y a orillas del río Canavari; para todos estos lugares no se sabe de que mina llevaban el mineral para la fundición; por la cantidad relativamente pequeña de escorias, se puede deducir que la actividad minera fue reducida.

La veta Principal de la mina "Los Rosales N° 4", sería la única que fue trabajada, pero sólo hasta cierta profundidad, algo así como 15 mts. en un lugar cerca a la cima del cerro Huayllani; sólo se concretaron a explotar mayormente la zona del sombrero de fierro donde hallaron seguramente oro al estado nativo; el mineral lo llevaban en acémilas al riachuelo Huayllani y allí lo molían con quimbalates para luego separar el oro con bateas; hay restos de canales, quimbalates y ruinas de campamentos antiguos en el lugar llamado Chaupiorco, muy cerca a la bocamina del Sector Huayllani de la mina "Los Rosales N° 4".

Tal como el Centro del Perú, Mañazo tiene también una leyenda, sobre una mina cuyo nombre era "Tablapunco", que según dice la tradición, explotaban los padres jesuitas, quienes la ocultaron cuando fueron expulsados del Perú en la época del Virrey Toledo.

Durante la Epoca Republicana la actividad minera se destacó un poco. Es en esta época en que se trabajó con más intensidad los detritus auríferos fluvio glaciares de Palta Pata, San Marcos y Huayllani; se ven actualmente unos canales que servían para llevar agua a estos lugares.

La veta Principal de la mina "Los Rosales N° 4" se trabajó aunque esporádicamente.

Cuando se creó el Código de Minería con su respectivo Reglamento en 1950, se dió un gran impulso a la búsqueda y explotación de minas en el Distrito, ocurriendo lo mismo en el resto del País; claro que, paralelamente tiene algunos defectos que, perjudican sobre todo a los pequeños mineros, pero aún así ha traído siempre provecho.

Se recuerda la visita del eminente geólogo Norman D. Newell en 1939, no sé si otros estudiosos hayan hecho visitas al Distrito.

El primero que hizo prospecciones científicamente, ha sido un ciudadano alemán en 1948, cuyo nombre sólo se recuerda que era Karl; él hizo estudios geofísicos dentro del área del Distrito, pero no los llegó a publicar.

La primera mina que empezó a trabajar en forma mecanizada fue la mina "Los Rosales N° 4" del señor Faustino Condori.

Por último, con la construcción de una Planta de Concentración de minerales por Flotación Selectiva, por cuenta de su propietario, el Dr. Santiago Ortega Reyes, Mañazo entra en una nueva etapa de su actividad minera, cual es la del beneficio mecanizado de los minerales.

#### F - Estudios Previos

El Distrito Minero de Mañazo fue visitado por el eminente geólogo Norman D. Newell el año 1939, cuando por encargo del Gobierno Peruano de entonces, hizo estudios de toda la región del Lago Titicaca; fue este, un extenso trabajo titulado Geology of Lake Titicaca Region, Peru and Bolivia; es un trabajo bien documentado y el que mejor ha correlacionado las formaciones en la Región; claro que, por el relativamente corto tiempo que tuvo para estudiar tan extensa área, su labor acusa algunas equivocaciones y omisiones; así por ejemplo, el caso del Sobreescurreimiento Azángaro que él afirma, viéndolo con cierto detenimiento no es tal, sino una simple discordancia; pero estas no desmerecen esta meritoria labor que ha contribuido en mucho al conocimiento geológico de la Región del Lago Titicaca.



No sé si los geólogos también notables, que han hecho estudios por la región Sur del país, como Douglas, Steinmann, Heim, Petersen y otros, hayan tenido oportunidad de visitar el Distrito de Mañazo.

Varias empresas mineras, como la Cía. de Minas del Perú, Lampa Mining Co., Sociedad Minera Palca, Cerro de Pasco Corp. y Mitzui del Japón, encargaron a sus geólogos e ingenieros de minas hacer estudios en el Distrito, cuyos informes seguramente se hallan en los archivos de dichas Compañías.

El Ing° Dante E. Brambilla Picasso, por encargo del Banco Minero del Perú, hizo reportes de las principales minas del Distrito; se basó en muestreos y cubicaciones que hicieron con anterioridad los ingenieros Andrés Salas y Angel Paredes de la misma dependencia estatal.

#### G Condiciones Generales

La instalación de una Planta Concentradora en Mañazo, por su propietario el Dr. Santiago Ortega Reyes, fue de mucha trascendencia en el futuro de la minería de Mañazo, la Planta ha impulsado esta actividad en el Distrito, elevando en cierto grado el tenor de vida de los pobladores.

A raíz de una expansión de las actividades mineras, los dueños de las minas han construido carreteras, campamentos y han contribuido a que en el pueblo de Mañazo se emprendan algunas obras de bien colectivo.

El personal que labora en las minas recibe salarios bajos, o sea de subsistencia; y por falta de orientación técnica, no tienen instrucciones sobre medidas de seguridad para preveer accidentes y enfermedades ocupacionales; asimismo, se nota la ausencia de medidas de higiene en los campamentos.

Los propietarios de minas deben tener en cuenta que, estas deficiencias gravitan indirectamente y en forma muy seria en los costos de producción; pues, la única manera efectiva de explotar las minas es asegurando el bienestar, productividad y solvencia de los trabajadores.

## II FISIOGRAFIA

### A Morfología

La morfología de la zona no se puede considerar abrupta relativamente; es el resultado de una larga historia fisiográfica que ha actuado sobre grandes depósitos sedimentarios y de rocas ígneas intrusivas y volcánicas. Rasgos fisiográficos más saltantes son los de 2do. orden: planos y de relieve.

a - Rasgos Fisiográficos Planos. Está formado principalmente de llanuras en las partes bajas y en mesetas. Las llanuras que, en su totalidad están cubiertas de pastizales, son la continuación de grandes llanuras que rodean al Lago Titicaca los que fueron fondos lacustres del Lago Ballivián (Bowman, 1909), antiguo lago Cuaternario (bautizado así en homenaje al eminente sabio boliviano Don Manuel Vicente Ballivián), los que fueron rellenados por materiales arrancados por los ríos y nivelados por las corrientes que no podían faltar en una masa tan considerable de agua. Por la acumulación de potentes capas de tierra vegetal que favorece la agricultura, la mayoría de los habitantes viven densamente distribuidos en estas llanuras y quebradas adyacentes. Los límites de estas llanuras están en abanicos de deslave, en los flancos de los cerros o en escarpes y ascienden muy suavemente hacia el Sur del Distrito en gradual inclinación.

Al Sur de los cerros Santiago y Corcollana, existen unas colinas redondeadas que descansan sobre una meseta elevada a 4,500 metros de altitud; una parte de esta meseta está cubierta por derrames del volcánico Sillapaca sobre gruesas formaciones continentales terciarias. Esta meseta drena a dos cuencas: a los ríos Cayrani y Conaviri en la cuenca del Lago Titicaca y al río Andamarca afluente del río Tambo en la cuenca del Océano Pacífico, siendo pues, estas colinas, la Divisoria de Aguas. Esta meseta inclina ligeramente al Este, prolongándose en forma amplia hasta el distrito de Ichuña, de la Provincia de General Sánchez Cerro en Moquegua.

También existe una amplia meseta al Sur del pueblo de Vilque, es parte de un gran derrame basáltico de edad Sillapaca, que descansa sobre capas continentales terciarias, abarcando una amplia zona en forma discontinua por la erosión: en los alrededores de Tiquillaca y de la ciudad de Puno. Esta meseta se asemeja a una gran mesa, tiene una ligera inclinación hacia el Este.

b - Rasgos Fisiográficos de Relieve. Hacia el Sur del pueblo de Mañazo, está la parte alta del Distrito, es una superficie formada por plegamientos y erosión fluvial y glacial, sobre la que destacan cumbrones elevadas como el Santiago y el Corcollana de 4,802 mts. y 4,730 mts. de altura sobre el nivel del mar. Estas cimas y otras como el cerro Pucará, Ninachilla, Tacaraca y Coallaque fuera del área mapeada y la hilera de colinas de calcáreos y areniscas situadas al pie de ellas, hacen las veces de una cadena o cordón marginal que bordea la llanura que señalé como primera forma morfológica de 2do. orden.

Al Este del pueblo de Mañazo se encuentran los cerros Huayllani y Quearaya de 4,340 mts. y 4,345 mts. de altura sobre el nivel del mar respectivamente, constituidos por un intrusivo ígneo que presenta algunos lugares abruptos.

Existe una marcada diferencia o contraste entre los relieves que forman las rocas ígneas, cuarcitas, areniscas y arcosas compactas que una vez intemperizadas forman relieves abruptos, con los que forman en cambio las lutitas que constituyen pendientes suaves y cubiertas de material bien disgregado por efecto del intemperismo.

Ahora señalaremos las formas morfológicas de 3er. orden, producidas por procesos erosionales, debido a los diferentes agentes de modelamiento de la corteza terrestre, tanto de la Geodinámica Externa y de la Geodinámica Interna.

a - Agentes de la Geodinámica Externa. Estos agentes son los que actúan principalmente en la zona; son: la atmósfera, las aguas y los seres vivos.

1) La Atmósfera. La atmósfera actúa en diferentes formas y en íntima cooperación entre ellas. Los productos de la acción atmosférica difieren mucho de una región a otra de acuerdo al relieve, a la configuración del terreno y a la naturaleza de éste. Las formas en que actúa la atmósfera son cuatro:

a) Acción Térmica. Los repetidos cambios bruscos de temperatura, terminan por vencer la cohesión de las rocas, reduciéndolas a fragmentos para formar después lo que se llama talud de escombros. Sobre todo en invierno, cuando el intervalo entre la mínima y la máxima es relativamente grande, durante los días cuando las rocas están expuestas a la acción de los rayos solares.

Formas topográficas de esta acción podemos observar al Sur de los cerros Corcollana y Santiago; en las cercanías de la cumbre del último, han sido afectados los calcáreos, las lutitas y hasta las cuarcitas en menor grado; a esta acción se hallan expuestas también las andesitas y la riolita del cerro Turriturri ni.

b) Acción Química. Los efectos químicos de la atmósfera, contribuyen a la desintegración de las rocas por disminuir la cohesión entre los minerales y por la formación de disoluciones que son arrastrados por las aguas de lluvia. Estos efectos, según Emmons se pueden clasificar como oxidación, hidratación y carbonatación.

La oxidación es causada por el oxígeno del aire y su actividad se manifiesta en todo lugar y tiempo. Forma el fenómeno llamado Rubefacción que es pues la oxidación del fierro, que es componente de las rocas, haciéndolas cambiar a colores amarillo parduzco; se nota claramente esta acción en los desmontes de las minas, en el cambio de color de gris claro a pardo de las monzonitas, riolitas y andesitas por efecto de la oxidación de

la horneblenda; asimismo una cuarcita de color gris claro, toma el color blanco por oxidación de sus componentes ferromagnesianos y consiguiente ataque por el agua de lluvia cargada de anhídrido carbónico, formándose bicarbonatos solubles de calcio, magnesio y fierro.

La hidratación es un proceso químico que realiza en gran parte el agua de lluvia, la que ligeramente carbonatada, actúa sobre los feldspatos de las rocas originando minerales arcillosos como productos residuales de dicha descomposición. Dentro de las rocas de la región, la riolita del cerro Turriturrini es la que más ha sufrido este fenómeno; igualmente las formaciones arcóscicas del resto del área.

También las soluciones hidrotermales han alterado las rocas tanto ígneas como sedimentarias, produciendo principalmente caolinización, piritización y sericitación; de este acápite trataré en capítulo posterior.

El efecto de la carbonatación es evidente, a causa de la intervención del anhídrido carbónico  $\text{CO}_2$  de la atmósfera como agente principal, atacando a los carbonatos y calizas, produciendo el fenómeno de la corrosión.

Las calizas son las que están mayormente afectadas por este fenómeno, porque el agua de lluvia cargada de  $\text{CO}_2$  ataca al carbonato de calcio  $\text{CO}_3\text{Ca}$  de la caliza, la que se disuelve lentamente y se elimina en forma de bicarbonato de calcio  $(\text{CO}_3\text{H})_2\text{Ca}$ ; a raíz de esto, las calizas se presentan acanaladas, con sus diaclasas ensanchadas, presentando superficies ásperas con unas concavidades llamadas Karrenfelders.

- c) Acción Mecánica del Viento. Se refiere a la acción de transporte de los vientos. En invierno es más acentuado, por los fuertes vientos que transportan arena, tierra vegetal, etc.- Se nota por las tardes, cerca a la puesta del sol, una especie de bruma de color parda clara y es polvo, arena, etc., que trae el viento

de las zonas secas de la Cordillera Occidental; en invierno en las madrugadas, se nota una especie de neblina muy alta y es el humo de la quema de los árboles de la selva de Sandia y Carabaya. También hubo una época en que el volcán Ubinas lanzaba a la atmósfera humo, ceniza y azufre, contaminando aunque en pequeña proporción los pastos.

- d) Acción Eólica. El viento al transportar arena desgasta las rocas tal como una lima, esto se nota bien en las arcosas terciarias que son las más afectadas por este fenómeno por ser poco consistentes, este fenómeno se llama corración.

También el vapor de agua del aire ejerce una función bastante definida que se llama "efecto de la cuña de agua", produciendo junturas y desagregando las rocas.

- 2) Las Aguas. El agua de lluvia se encauza por arroyos que poco a poco van profundizándose, también un súbito chaparrón puede producir un manto de agua que arrastre tierra vegetal, fragmentos de rocas, etc., hasta el pie de la ladera o a algún arroyo y el material va a depositarse para formar lo que se llama abanicos fluviales o bien conos de deyección; un típico ejemplo de cono de deyección se observa al final de la Quebrada Huayllani, en la hacienda Vizcachani, justamente atravesada por la carretera que conduce al Sector Huayllani de la mina "Los Rosales N° 4". El riachuelo Tutayani también ha erosionado un amplio abanico fluvio glacial formando terrazas que pueden ser vistas por el viajero que va a la mina "Luz de Oro" o "Santa Mestres".

- 3) Los Seres Vivos. Entre los seres vivos, el hombre es el agente que más contribuye a la erosión del suelo, al construir caminos, haciendo cultivos sin criterio técnico, superpoblando de ganado los pastizales y en fin, en otras formas sigue contribuyendo a la erosión del suelo. En el Perú no hay una ley sobre la conservación de suelos y nada se hace para evitar la erosión progresiva de algunos suelos.

b - Agentes de la Geodinámica Interna. Parece que en épocas remotas inclusive durante la era humana, el Altiplano Actual era un poco más bajo, quizá unos 300 mts. a 200 mts. menos que hoy. Evidentemente ha ocurrido cambios climáticos desde la Epoca Pre-Incaica o del Tiahuanaco, eso lo prueba los numerosos andenes de cultivo hechos en lugares en que ya no es factible la agricultura por la altitud a que están situadas y por las condiciones climáticas a que estarían sometidas; Bowman (1909) también hizo esta observación, señalando como causantes de la creciente aridez de la zona del Lago Titicaca. Se estaría operando pues, un diastrofismo positivo, o sea un levantamiento de elevación lento, de unos 72 cms., cada 100 años como anota Emilio Romero en su obra intitulada "Monografía del Departamento de Puno". Falta hacer un estudio sistemático de la ocurrencia de este fenómeno actualmente.

#### B Climatología

El clima es frígido en las partes altas, algo templado en las pampas y quebradas bajas; en general, relativamente benigno y un poco seco en la mayoría de los meses.

Como no hay estación meteorológica en Mañazo, algunos datos que se consignan aquí, son producto de las observaciones hechas por la Estación Meteorológica de la Granja Taller de Salcedo durante los años 1938-1950. La Granja Salcedo está situada a 3.5 kms. de Puno, a 30 mts. sobre el nivel del Lago Titicaca y cerca del mismo; además en un lugar abrigado de los vientos fríos que soplan del lado de la Cordillera Occidental, en consecuencia pues, posee un micro-clima excelente, de este modo las condiciones climáticas de la Granja Salceso son mucho más benignas que las de Mañazo; por las causas arriba citadas y los datos que se toman serán para dar una idea de la magnitud de éstas solamente.

### Descripción de los Elementos Climatéricos

a - Temperatura. Hay una marcada diferencia de la temperatura del sol a la sombra, debido a la poca humedad del aire y al sol ardiente.

En Salcedo, se registran los siguientes datos:

La temperatura máxima es alrededor de 17.50° C  
" " mínima " " " 0.00° C  
" " media " " " 8.50° C  
" oscilación media + 17° C

Los meses de temperatura media más alta (en orden re\_ciente) son:

Noviembre, Octubre y Setiembre.

Los meses de temperatura media más baja (en orden de creciente) son:

Agosto, Julio, Junio y Mayo.

Los meses que tienen temperatura media promedio entre los anteriores serían:

Diciembre, Abril, Marzo, Febrero y Enero.

En Invierno, la variación u oscilación es relativamente grande. Para esta estación, la noche nublada es ventajosa por\_ que permite que la temperatura se mantenga estable. En Verano, la máxima tiene alto grado de variabilidad. Cuando se suceden días claros permite que la temperatura sea más estable. En ambas esta\_ ciones, se produce una bajada brusca de la temperatura cuando el cielo está despejado, produciéndose heladas infaliblemente.

La insolación dura menos en Verano y en Primavera que en Invierno y Otoño. Agosto es el mes que tiene más horas de sol (9 horas por día) y Febrero el que tiene menos horas de sol (6 horas con 20 minutos).

El sol en Invierno no se aleja más de 30° al N y duran\_ te el Verano permanece vertical sobre la Meseta del Titicaca.



b - Lluvias. Se distingue una época lluviosa de Se\_tiembre a Abril y otra seca de Mayo a Agosto. Esta periodicidad de las lluvias está variando en los últimos años y su conocimiento es de mucha importancia para la agricultura y la ganadería; tampoco las precipitaciones son iguales de un lugar a otro ni de un año a otro: hay años lluviosos y años secos (sequías).

En la época de lluvias, en el Distrito, las nubes bajas que avanzan del NE hacia el SW generalmente, chocan contra la cadena cordillerana y gracias a la fuerza de los vientos y a la baja presión atmosférica existente encuentran condiciones propicias para la condensación del vapor acuoso que contienen en forma de lluvias, nevadas o granizo.

Por encima de los 4,500 m.s.n.m., la precipitación es generalmente nieve, en cualquier época. Muy esporádicamente se presentan granizadas, causando mucho daño a la agricultura; hubo un caso en que cayó granizo hasta de 2½" de diámetro, pero por ventura fueron unos cuantos.

Según la Estación Metereológica de la Granja Taller de Salcedo, los meses más lluviosos son: Enero, Febrero y Marzo; y los de menos lluvias Junio, Julio y Agosto; hay marcada diferencia de precipitaciones entre ambas épocas, así por ejemplo: en Enero hay a veces de 120 a 150 mms. de lluvia y en Julio 3.5 y hasta menos. Entre las estaciones, Verano es el más lluvioso con 56 % de lluvias anuales y en Invierno hay menos lluvias, sólo con 38 %.

En general, el promedio anual es alrededor de 600 mm. para toda la Hoya del Titicaca y según esta cantidad de lluvia que recibe toda la Hoya, pueden clasificarse éstos como de tipo sub-húmedo (Martín Lynch señala que tipo sub-húmedo es el que recibe de 300 a 1,000 mms. de lluvia al año); se le consideraría también como una región pluviométrica de "precipitaciones suficientes" (A. C. Rampa, considera como región de precipitaciones suficientes las que reciben de 500 a 1,000 mms. de lluvia al año).

Dentro de la Hoya del Titicaca, la zona oriental tiene más lluvias que la occidental, siendo inclusive más húmeda que ésta.

c - Humedad Relativa. Dentro del área del Distrito, existe una marcada diferencia de humedad ambiental, esto se evidencia por la cantidad de vegetación; así por ejemplo, en las llanuras bajas de Mañazo hay cierto grado de humedad moderada, pero en las colinas y mesetas que quedan al Sur de la cadena de los cerros Santiago y Corcollana, en los lugares Yanapusa, Panipera y Chiaraje, la humedad atmosférica es baja y conforme se avanza más hacia el Este, el ambiente se hace notoriamente más seco; inclusive el suelo es más seco, seguramente por la acción absorbadora de humedad de los vientos secos que vienen del lado del Océano Pacífico.

En la época de sequía, la proporción de vapor de agua contenida en la atmósfera es menor que en la de lluvias. Según los datos registrados por la Estación Experimental de la Granja Taller de Salcedo, se tiene lo siguiente:

Enero..	-	70 %
Febrero	=	70 %
Marzo..	=	69 %
Junio..	-	59 %
Julio..	=	58 %
Agosto.	-	60 %

El Verano es la estación de mayor humedad relativa y la de menor es la de Invierno.

Es un hecho evidente que, la humedad relativa de la Hoya del Titicaca baja de año en año, se debe quizás a la poca precipitación ocurrida en los últimos 40 años.

d - Tensión del Vapor de Agua. La tensión de vapor de vapor de agua es notablemente baja, de modo que la evaporación se hace muy activa.

Se observa con frecuencia en las madrugadas, brumas y neblinas, que son nubes que se forman en la superficie del suelo por enfriamiento de las capas inferiores de la atmósfera.

e - Presión Atmosférica. Su conocimiento sirve para pronosticar el tiempo. Por un análisis de los datos suministrados por la Granja de Salcedo, se deduce que: la presión es ligeramente más fuerte en Otoño e Invierno que en Primavera y Verano. Según A. Martín Lynch, las sequías en la Hoya del Titicaca son producidas por la prevalencia de un estado anticiclónico.

Seguramente que la presión varía durante el día y durante año y año.

En Mañazo la presión atmosférica es débil, por la altitud a que se encuentra: 484 mms. el día 6 de Octubre de 1963 a las 12 del día.

f - Vientos. Existen vientos constantes, periódicos y locales. Entre los constantes están los alisios, que vienen del Sur y que son los predominantes.

Los locales son frecuentes a causa de las diferencias de temperatura de un lugar a otro.

Hay un viento llamado "Viento de Puna" o "Viento de la Cordillera", que algunas veces adquiere caracteres tempestuosos y hasta huracanados, se produce cada vez que el Altiplano o el mar sufren alteración en sus presiones barométricas; tiene la dirección E a O principalmente, pero cuando sopla del lado del Océano Pacífico puede empujar las nubes fuera del área del Distrito y es cuando en forma infalible se producen las heladas.

A continuación los datos registrados por la Estación Meteorológica de la Granja Salceso:

Verano	.....	-	2.30	ms/seg.
Otoño	.....	-	2.28	"
Invierno	.....	-	2.54	"
Primavera	.....	-	2.69	"

Entre los meses, Setiembre es el más ventoso.

g - Fenómenos Eléctricos. Es frecuente ver tempestades sobre todo en Primavera y Verano; es una de las características de la Región del Lago Titicaca. Las descargas eléctricas se presentan acompañadas por precipitaciones de lluvia, granizo o nevada. Se producen relámpagos en zig-zag y otros, los que a veces abarcan amplia distancia. Estos relámpagos y los consiguientes truenos producto de la vibración del aire son temidos por los lugareños. El daño material que sufrió la torre de la Iglesia del Distrito el año 1962, es un ejemplo del perjuicio que suelen causar.

#### C - Hidrología

El Distrito Minero de Mañazo no posee lagos ni lagunas; sus aguas tienen drenaje dentrítico; el río más importante es el río Illpa, el que desemboca al Lago Titicaca en el Golfo de Puno, al Norte de la Isla Stevens; existen también riachuelos pequeños como el Acutaqueña, Tutayani, Pucamayu y el Tiracomilla.

El río Conaviri, cuya naciente está fuera del área mapeada, sus aguas sirvieron para hacer funcionar un Ingenio que construyeron unos encomenderos españoles en tiempo de la Colonia, hasta hoy día puede verse sus ruinas y según dicen los pobladores, este ingenio sirvió también para moler trigo.

El riachuelo Acutaqueña, nace de la falda Oeste del cerro Santiago; pasa por San Marcos, un antiguo lavadero de oro; en la temporada de secas, el agua del riachuelo se pierde por filtración y evaporación en su cauce aproximadamente faltando un kilómetro antes de llegar al puente de la Carretera Panamericana que va a Arequipa.

El riachuelo Tutayani, nace de un circo glacial en el cerro Santiago; el agua de su cauce se pierde a la altura de la hacienda Tutayani por filtración y evaporación, tiene un afluente, un riachuelo que baja de los cerros Santa Carmen y Pacupacuni, cuyas aguas se llevan por un canal hasta la Planta Concentradora Santiago de Mañazo de la Cía. J. Santiago Ortéga Reyes que queda cerca al caserío de la hacienda Tutayani, habiendo dado buenos resultados para la flotación.

El riachuelo Pucamayu, nace en la estancia Paltapata, alimentado por aguas manantiales; posee agua todo el año, razón por la cual los técnicos del Banco Minero del Perú, pensaron llevar sus aguas por un canal hasta un lugar llamado Quearaya, donde se proyectó instalar una Planta Concentradora con capacidad de 200 toneladas diarias de mineral.

El riachuelo Tiracomilla, nace en un antiguo circo glaciar que queda al Este del Cerro Corcollana; tiene agua todo el año, pero es muy salobre, quizás porque es sometido a evaporación.

Hay un riachuelo que nace en el cerro Chaupiorco y corre por la quebrada Huayllani; la longitud de su recorrido es corto, debido a que se pierde por evaporación y filtración.

Al Sur de los cerros Santiago y Corcollana están los riachuelos Yanapusa y Chearaje, con agua todo el año.

Todos estos riachuelos reciben aguas de escorrentía, generalmente en los días de fuertes lluvias.

Sería conveniente que alguna dependencia estatal como el Ministerio de Fomento o Agricultura hiciera estudios hidrológicos en la zona con posibilidades de efectuar irrigaciones.

## D Glaciología

En la parte alta, al Sur del Distrito, entre los 4,200 a 4,600 m.s.n.m., se observan formas de acción exclusivamente glaciaria.

Al Este de la cumbre del Cerro Santiago, se ve una gran depresión redondeada y que se cierra un tanto formando un típico valle glaciario o "basín"; no existen normas laterales, quizá por la fuerte pendiente de los costados del circo. Sus paredes oscilan entre 20 y 100 mts. de altura.

También se puede observar un circo glaciario al Este de la cumbre del cerro Corcollana y al Sur del campamento de la mina "Luz de Oro". Se ve otra depresión más pequeña que las anteriores, al Oeste del cerro Santa Carmen y al pie del cerro Santiago.

Al Sur de la cumbre de los cerros Santiago y Corcollana en el lugar llamado Yanapusa, existen circos glaciares y colinas redondeadas por acción glaciaria sobre lutitas y cuarcitas jurásicas.

Actualmente los hielos han desaparecido por la desglaciación operada en los últimos tiempos; pero, parece que, ha habido varias etapas de glaciación, por lo menos dos, esto se evidencia por huellas de pequeños glaciares colgados que no han llegado a unirse con escarpes producidos por los anteriores.

Igualmente, es evidencia de anteriores glaciaciones, los potentes blocks de cuarcitas redondeados y angulosos, que se encuentran a la altura de las minas "Aladino N° 6" y "Luz de Oro", los que son restos de talud post-glaciario.

## E Sismología

En realidad el área del Distrito de Mañazo, no es un área de naturaleza sismológica, pero ello no quiere decir que, está exenta de movimientos telúricos.

Solamente fueron palpables y visibles estos movimientos en forma débil, cuando ocurrieron los dos fuertes temblores en Arequipa, en los años 1958 y 1960; y, cuando ocurrió en el Cuzco el año 1950. También se sabe por referencias, que en el año 1920, ocurrió un fuerte temblor con epicentro muy cerca a Lagunillas y a Mañazo, que logró derrumbar muchas chozas y canchones en la Cordillera y que rompió la línea férrea en Lagunillas; no se ha investigado que pudo haber ocasionado este movimiento sísmico.

Posiblemente, ocurran microsismos reveladores de la acción orogénica, pero no se tiene en Puno un aparato que mida las manifestaciones de esta clase de energía terrestre. Particularmente sugerí, que se debía instalar un sismógrafo en algún lugar cercano a Lagunillas.

En los valles de la selva Alta de la Provincia de Sandia -departamento de Puno- tuve la oportunidad de percibir ligeros temblores de tierra que fueron precedidos por ruidos sordos parecidos a grandes explosiones. Parece ser que éstos fenómenos que se sienten constantemente en esos lugares, son por efecto de fallamiento, por la ruptura de los paquetes pizarrosos debido a su gran peso. La idea que tengo es que, toda el área de la falda oriental de la Cordillera Oriental es un área inestable como la de Arequipa y que los stocks de granito que intruyen a todo lo largo de dicha Cordillera sirven como amortiguadores de esos movimientos, de tal modo que ellos no son sentidos en el Altiplano.

### III - BIOGEOGRAFIA

#### A - Zoogeografía

La fauna del Distrito de Mañazo es un tanto variada y muy rica en algunos animales, en especial en ovinos y vacunos, los que a raíz de importaciones de ejemplares finos en los últimos años, han acrecentado inmensamente la economía de los pobladores de este Distrito. Los auquénidos llama y alpaca, se crían sobre todo en las partes altas, constituyen también parte de la riqueza ganadera de la región.

Además, hay variedad de animales en estado salvaje y aves, que son propios de las serranías peruanas: vicuña, venado, puma, zorro, zorrino, vizcachas, urones, águilas,alcones, perdices, etc..

#### B Fitogeografía

La vegetación por encima de los 4,550 mts. está predominantemente constituida por musgos y líquenes, por debajo de esta altura consiste principalmente de pastos, ichus y chilliguas; la cría de llamas, alpacas y ovejas con estos pastos es una de las principales industrias.

Algunos árboles, en su mayoría de la especie kolli (polepsis racimosa), la keñua (budleia coriácea) y eucaliptus (eucaliptus globulus, australiano) crecen en algunos lugares del Distrito.

Los productos agrícolas principales son: granos como cebada, avena y trigo; quinua y cañihua, papas, ollucos, ocas e izaños; verduras como cebolla, lechuga, etc.. Todas las tierras apropiadas están bajo cultivo, tanto en las pampas, laderas y terrazas, hasta la altura límite de 4,300 m.s.n.m..

- - - - -



IV GEOLOGIA GENERAL

El área del Distrito Minero de Mañazo, geológicamente es muy interesante porque, se puede apreciar allí, la importancia que han tenido los procesos orogénicos que dieron lugar a las principales estructuras de la zona, como por ejemplo el Sobreescurrecimiento Maravillas, al que están relacionados evidentemente las intrusiones de rocas ígneas que dieron lugar a las mineralizaciones del Distrito.

En el área afloran rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas. Entre las sedimentarias, las más antiguas son unas lutitas y cuarcitas de la Formación Lagunillas del Jurásico Superior, cuya edad no se ha podido precisar con exactitud; afloran también otras formaciones mesozoicas como el Grupo Moho del Cretácico Medio, representado por arcosas y calizas grises; y la Formación Muñani del Cretácico Superior, arcosas que están en discordancia angular debajo de capas continentales de la Formación Puno, que son capas arcósicas y conglomeráticas potentes que afloran tanto al Sur y al Norte del área del Distrito, tampoco su edad se ha podido precisar, sólo es evidente que es del Terciario Inferior. Las formaciones cuaternarias están representadas por detritus aluviales, fluviales, glaciares, etc., que; aunque menos potentes, cubren casi toda el área del Distrito, sobre todo las partes bajas.

Las rocas ígneas intrusivas afloran a ambos lados de la traza del Sobreescurrecimiento Maravillas, haciendo evidente que están relacionadas a él, pudiéndose decir que tienen una fuente común porque están constituidas por plagioclasas intermedias por lo general; se han clasificado como: pórfido riolítico, pórfido andesítico, diorita hornblendadica y monzonita.

Las rocas volcánicas afloran como coladas de lava basáltica y andesítica depositadas sobre superficies de erosión antiguas. Las rocas metamórficas son producto del metamorfismo regional principalmente y están representadas por cuarcitas grises y blancas de la Formación Lagunillas.

Las sucesivas orogénesis producidas por compresiones de NE y de Norte a Sur como en Mañazo, han dado lugar a plegamientos, fallamientos inversos, sobreescurrecimientos y fallamientos normales; habiendo ocurrido estas estructuras principalmente en el block Sur de Sobreescurrecimiento Maravillas, área más débil en la que se han producido fallamientos normales en forma escalonada, debido a fuerzas de tensión; volviendo a decir que, el Sobreescurrecimiento Maravillas es la estructura más importante, a la que están relacionadas todas las demás.

La intensa erosión cuaternaria y las sucesivas glaciaciones han modelado lo que actualmente es el Distrito Minero de Mañazo; siendo evidente inclusive en la época actual que, dicha área así como de toda la Hoya del Lago Titicaca, sufren un proceso de levantamiento lento y a la vez se nota un proceso de desglaciación; notándose una disminución de la humedad ambiental y de los suelos, que traerá como consecuencia un endurecimiento de los mismos y al final Mañazo y toda la Hoya del Titicaca se volverá un páramo, un desierto tan seco como los de la Costa o quizás peor; seguro que las generaciones futuras harán estudios para prever las consecuencias que pueda acarrear esta serie de cambios.

#### A Estratigrafía

Generalidades. En el área estudiada del Distrito Minero de Mañazo están expuestas rocas sedimentarias, metamórficas e ígneas; estando sus edades comprendidas desde el Mesozoico hasta el Cuaternario, como puede verse en la columna estratigráfica.

La determinación de la edad cronológica de estas formaciones geológicas, se ha efectuado a base de los fósiles que se hallaron tal como en la formación mesozoica más antigua de la región, que es el Grupo Lagunillas o Formación Lagunillas del Jurásico Superior; el Grupo Moho del Cretácico Medio, se determinó su edad por su persistencia y uniformidad litológica característica de las Calizas Ayabacas en toda la Hoya del Lago Titicaca y en el Cuzco. La Formación Muñani, se determinó su edad Cretácico Superior, por la posición estratigráfica subyacente debajo de unas rocas marcadamente continentales de la Formación Puno del Terciario Inferior; por último, las rocas ígneas son evidentemente terciarias, por cuanto, intruyen o cubren como derrames volcánicos a las anteriores.

No se sabe sobre rocas de que formación: Devónico o Pérmico?, a mi parecer, afirmo tentativamente que, las rocas que forman la base de estas formaciones son devónicas, por cuanto, cuarcitas seguramente de la Formación Cabanillas afloran en Ichuña y en Cabanillas, lugares aledaños al Distrito Minero de Mañazo.

Como puede verse en la Columna Estratigráfica adjunta, la Formación Lagunillas del Jurásico Superior es la única que posee cuarcitas; sólo las formaciones del Mesozoico poseen calizas; pero por lo general, las formaciones sedimentarias son netamente arcóscas y conglomerática nada más que la Formación Puno del Terciario; entre los depósitos cuaternarios se tienen detritus de tipo aluviales, fluviales, eluviales y lacustres antiguos.

La columna estratigráfica adjunta resume lo que se va a tratar más adelante.

1 Rocas Sedimentarias. La secuencia estratigráfica de la Región del Lago Titicaca es probablemente una de las más grandes del continente, teniendo según Newell (1949) más de 20,000 mts. de potencia (ver apéndices). Por estudios geológicos bien documentados se sabe que, la estratigrafía

de la región del Lago Titicaca incluye las formaciones de las siguientes edades: Formaciones Paleozoicas (Pérmico, Carbonífero?, Devónico, tal vez Silúrico y probablemente algo de Cámbrico) que descansan sobre un piso desconocido de edad probablemente Precámbrica (Geosinclinal Primitivo); formaciones Mesozoicas (Jurásico Superior, Cretácico Inferior, Medio y Superior); formaciones Cenozoicas o Neozoicas (Grupo Puno, Derrames Volcánicos y formaciones Cuaternarias). Todas estas formaciones alcanzan un espesor de más de 20,000 mts. y han sido depositadas en un Geosinclinal (menos las Cuaternarias) durante millones de años, pasando por una serie de disturbios que oportunamente se tratará.

En el Distrito Minero de Mañazo, el Mesozoico se halla constituido litológicamente por lutitas, calizas, arcosas y areniscas, siendo su origen marino a semicontinental, con una potencia de 2,773 mts.; el substrato sobre el que descansa en forma discordante tal vez algunas capas devónicas, aunque podría ser también del Pérmico. Las rocas del Cenozoico con una potencia de 3,350 mts. son las más numerosas en el área del Distrito; descansan en forma discordante sobre las mesozoicas y están constituidas litológicamente por lutitas, arcosas, areniscas y conglomerados, lo que indicaría que su origen es semicontinental y continental, y de un clima desértico.

- - - - -

CUADRO ESTRATIGRAFICO DEL DISTRITO MINERO DE MAÑAZO

<u>CENOZOICO</u>		<u>Potencias</u>
<u>Cuaternario</u>	- Depósitos aluviales, eluviales, glaciares y lacustres antiguos.	20
<u>Terciario</u>		
<u>Discordancia (angular)</u>		
<u>Volcánicos Sillapaca</u>	- Lavas basálticas con textura porfiroide, presentando su típica estructura columnar; en discordancia sobre capas de la Formación Puno. ....	70
<u>Volcánicos Tacaza</u>	- Arcosas, conglomerados y lavas andesíticas gris verdoso oscuras. ....	420
<u>Discordancia (angular)</u>		
<u>Formación Puno</u>	- Areniscas y arcosas lilas, violáceas, grisáceas; areniscas cafés, lutitas rojo oscuro chocolate, conglomerados.	3,800
<u>Discordancia (angular)</u>		
<u>Rocas Intrusivas</u>	- Pórfido Riolítico " Andesítico Diorito Hornablastica Monzonita	
<u>MESOZOICO</u>		
<u>Cretácico</u>	- Arcosas gris lilas y lutitas rojo achocolatado oscuro ...	1,037
<u>Formación Muñani</u> (Cretácico Superior)		
<u>Grupo Moho</u> (Cretácico Medio)	- Lutitas marrón rojizas, arcosas marrones y gris verdosas y calizas ayabacas grises ..	1,111
<u>Jurásico</u>	- Lutitas negras, grises y marrones, calizas grises, cuarcitas blancas, rosadas y grises, arcosas rosadas y grises ..	2,023
<u>Grupo Lagunillas</u>		
<u>BASE</u>		
<u>Devónico o Pérmico</u>		

### GRUPO LAGUNILLAS

En las inmediaciones de la Laguna Lagunillas y Saracocha, cerca de la línea del Ferrocarril de Puno a Arequipa, hay unos 325 mts. de sedimentos marinos del Jurásico Superior, consistentes de lutitas gris oscuro a negros, calizas grises y cuarcitas que en el tope presentan lutitas rojas, que fueron descritas y denominadas por primera vez como "Grupo Lagunillas" por Cabrera La Rosa y Petersen G. en 1936; igualmente Newell (1949), sigue esta denominación de Grupo Lagunillas y estudia también rocas jurásicas en la localidad de las Huertas, a 6 kms. al W de Cabanillas y en Mañazo, haciendo en este último lugar una sección stratigráfica en el cerro Pucará, a 8 kms. al SW del pueblo de Mañazo.

Aquí en este trabajo, denominaré indistintamente a estas rocas, ya sea como Formación Lagunillas o Grupo Lagunillas, porque todavía no se ha establecido si estas rocas halladas tanto en las áreas de Mañazo o Cabanillas, pertenecen a una sola formación o son diferentes.

En el área del Distrito Minero de Mañazo, las rocas jurásicas se hallan desarrolladas en el Block Sur del Sobreescorrimiento Maravillas; son representadas por una sucesión de lutitas arenosas grises a oscuras que en la base tienen una capa de calcáreos sin fósiles, cuarcitas grises, calizas fosilíferas, cuarcitas blancas y areniscas arcólicas con lutitas rojas en el tope; su base está oculta por la Falla Santiago que cruza el área del Distrito en forma casi paralela a la Falla de Sobreescorrimiento de Maravillas, de tal modo que se halla descansando sobre capas plegadas del Grupo Moho del Cretácico Medio; pero según las secciones estructurales hechas y que tuve la oportunidad de comprobarlas después en el Distrito de Ichuña, ésta formación yace sobre capas del Devónico?, tal como en la localidad de las Huertas cerca a Cabanillas. Más al Sur del Distrito, en la Estancia Yanapusa y en la Hacienda Chearaje afloran también estas rocas, siendo cubiertas en forma discordante por capas continentales Terciarias de la Formación Puno; esta misma secuencia se repite en

otros lugares alledaños al Distrito, como en la Hacienda Cuchuchuni a 20 kms. al SW del pueblo de Mañazo y en la Hacienda Cayrani a 11 kms. al W del mismo pueblo. Las discordancias son de tipo angular y tienen alrededor de 25° de buzamiento como en el cerro Yanapusa.

En Mañazo, tanto las rocas jurásicas como las del Grupo Moho, están levantadas o empujadas hacia arriba, de tal modo que las rocas jurásicas que son las más antiguas en el Distrito, ocupan las partes más altas, hasta los 4,802 mts. de altitud como en el cerro Santiago. Al Sur del pueblo de Mañazo y al Sur de la Falla Santiago y en las faldas del cerro del mismo nombre, Corcollana y Pucará, el viajero observa una franja gris que está a todo lo largo del grupo de macizos y son las calizas fosilíferas de esta formación, que Newell (1949) denominó Unidad 7; más al Sur y SW, en las estancias Panipana y Yanapusa, afloran lutitas y cuarcitas grises y oscuras formando colinas glaciares con superficies suaves debida a la erosión de antiguos glaciares; en la Hacienda Conaviri, la Carretera Panamericana cruza también estas formaciones; en la Hacienda Cayrani, las calizas forman cumbres bien escarpadas.

Las diferentes unidades de esta formación, presenta formas topográficas distintas; las cuarcitas y calizas forman prominencias accidentadas, las lutitas a su vez, forman quebradas, colinas y laderas suaves.

Descripción de Rocas. Las características litológicas de las rocas jurásicas que afloran en el Distrito Minero de Mañazo, con las que afloran en lugares cercanos a él, son prácticamente idénticos, sólo que, algunas lutitas tienen lentes de carbón como en Cayrani y en Cuchuchuni; la potencia y el rumbo general de las capas tampoco sufre variación notable.

En el cerro Pucará, a 8 kms. al SW del pueblo de Mañazo, la sección medida por Newell (1949) es la siguiente:

<u>Capa:</u>	<u>Potencia</u>
7. Calcáreos, gris azulados, en dos importantes capas, con corales y terebrátulas; forman la cima del cerro Pucará.	60 mts.
6. Shale, negros, interestratificada y pulimentada, cuarcitas en grano medio .....	500

<u>Capa:</u>	<u>Potencia</u>
5. Shales, negros, rajadizos; con numerosas concreciones calcáreas ferruginosas, conteniendo la Reineckeia Brancoi Steinmann y R. Douvilléi Steinmann .....	100 mts.
4. Cuarcitas pulimentadas .....	40 "
3. Shales, grises, muchas veces cubierta .....	150 "
2. Calcáreos con terebrátulas, gris azulada, masivo .....	15 "
1. Shales, gris oscuro e interestratificadas con cuarcita y arenisca, con ostras en capas de arena; piso oculto por la Falla Santiago .....	250 "

En el cerro Corcollana, a 7 kms. al SE del pueblo de Mañazo se midió una sección, la N° 1, a lo largo del Perfil Estructural B-B', en donde se notará que, encima de la Unidad 7 dada por Newell (1949) en el cerro Pucará, siguen todavía otras capas sedimentarias jurásicas y que rematan en unas lutitas rojas arenosas en el eje de un sinclinal situado en dicho cerro Corcollana; además, en esta nueva sección medida, faltan las unidades 1 y 2 de Newell; la sección medida es pues la siguiente:

Sección N° 1.- Medida en el cerro Corcollana, a 7 kms. al SE del pueblo de Mañazo. Total medido: 1,623 mts..

<u>Capa:</u>	<u>Potencia</u>
8. Lutitas color marrón oscuro, estratificada en capas delgadas e interestratificadas con capas de arenisca del mismo color, de grano fino y subredondeados; una capa de caliza gris oscura, ligeramente silicificada, sin fósiles, de 3.5 mts. de potencia y situada en la base de la unidad. ....	125 mts.
7. Capas de 0.5 a 3 mts. de areniscas pardas rojizas, bien estratificadas, compactas al golpe, de grano medio a fino, subredondos y que se intercalan con areniscas blancas rosadas arcósicas y subredondeados, de 2 a 13 mts. de potencia. ....	350 "



<u>Capa:</u>	<u>Potencia</u>
6. Cuarcitas blancas a cremas con estratificación en ban- cos de granos finos a medianos, <u>consis</u> tentes; con colores de intemperismo rosado a lila en otros sitios .....	375 mts.
5. Calcáreos, gris azulada, masiva, bien fosilífera con corales, braquiópodos y gasterópodos que son difícil- mente identificables (Unidad 7 de Newell) .....	60 "
4. Lutitas negras, algo compactas, estratificadas en ca- pas delgadas e intercaladas con capas delgadas de cuarcitas grises, de grano fino, subredondeados que al intemperismo cambia a color blanco (Unidad 6 de Newell) .....	495 "
3. Lutitas negras a negro verdozas, frágiles, estratifi- cadas en capas muy delgadas, fosilíferas; contiene unos amonites que quizá sean la Reineckera Brancoi Steinmann y la R. Douvelli Steinmann (Unidad 5 de Newell) .....	88 "
2. Cuarcitas, gris oscura a negra que intemperizadas tie- nen colores marrón rojizo, con granos finos y medio subredondeados y subangulosos (Unidad 4 de Newell) ..	40 "
1. Lutitas grises y que gradan a negras, frágiles; estra- tificadas en capas finas, carbonosas en la base e in- clusive presenta lentes de carbón; piso oculto por la Falla Santiago (parte de la Unidad 3 de Newell) .....	90 "
TOTAL	<u>1,623 mts.</u>

De acuerdo a lo anotado en la Sección N° 1, se ve pues que la formación Jurásica está compuesta por una sucesión de rocas se-  
dimentarias de origen marino que, llegan a formar un espesor de más  
de 1,623 mts. compuesta principalmente de una secuencia de lutitas,  
calcáreos y cuarcitas.

Indudablemente que estas capas son de origen marino; por su litología variada y por su variedad fosilífera de algunas de sus capas se deduce que es de un ambiente deposicional marino somero, y de aguas de una región cálida.

Se va a hacer el estudio de algunas muestras de rocas de esta formación; ya posteriormente se estudiará en el capítulo correspondiente a Rocas Metamórficas algunas otras más, como por ejemplo: la N° 13 de la Unidad 6 y la N° 18 de la Unidad 4, en la Sección N° 1. Ahora haré el estudio de dos muestras de calizas, pertenecientes a la Unidad 5 de la sección N° 1, la misma que pertenece a la Unidad N° 7 de Newell; las muestras estudiadas son las siguientes:

Muestra N° 14.- Fue extraída de la cumbre del cerro Pucará, a 8 kms., al SW del pueblo de Mañazo, de la Unidad 7 de la Sección medida por Newell (1949).

El estudio microscópico de la muestra da las características siguientes: es de color gris azulada, con fractura irregular, efervesce violentamente bajo la acción del ácido clorhídrico. Presenta algunas fracturas rellenadas de calcita.

El examen microscópico de la muestra da las características siguientes: presenta una fina cristalización (afanítica) no determinable, que por sus características pertenece al carbonato de calcio. Se presentan cristales de calcio reconocibles por su pleocroísmo, en forma de playas definidas o rellenando fracturas que, algunas de ellas se hallan en forma sistemáticamente paralelos. No se observan microfósiles.

Presenta ligera silicificación dentro de algunas fracturas.

Por sus características y composición, la roca se clasifica como una Caliza.

Muestra N° 6.- La muestra fue extraída muy cerca de la cumbre del cerro Santiago, de la falda Sur de dicho cerro, a 7.3 kms. al SE del pueblo de Mañazo.

El estudio macroscópico de la muestra dá los resultados siguientes: es de color gris azulada, de fractura irregular, notándose algunas fracturas pequeñas rellenas de calcita; efervece violentamente con el ácido clorhídrico.

El estudio microscópico de la muestra dá los resultados siguientes: presenta una masa fina (afanítica) compuesta por calcita. Existen playas grandes de cuarcita, cuyos cuarzos se encuentran alargados y angulosos indicando que no han sido transportados; también existen playas grandes de calcita con contenido alto de yeso. Existen fisuras rellenas por calcita y cuarzo detríticos con orientación irregular. Se observan magnetitas de grano fino y en forma esporádica. Se nota una ligera silicificación.

Por su composición y características, es una caliza formada en dos etapas: el depósito fue originalmente arenisca y sobre ella se ha depositado caliza.

Estructuralmente, las capas de la Formación Lagunillas o Grupo Lagunillas, tienen un rumbo general casi de E a W y buzamientos que en algunos lugares es hacia el Norte y en otros hacia el Sur; variando su ángulo en amplios márgenes.

Edad y Correlación. Es evidente que la Formación Jurásica tiene una distribución amplia en la Cordillera de América del Sur, sobre todo en Chile, Argentina y Perú; faltando en los Andes Peruanos gran parte de la formación. En igual forma, como lo anunciara Steinmann (1929) que "Faltan también al parecer, en la Cordillera del Perú, todos los depósitos modernos de la formación Jurásica hasta el piso más superior, el Titoniano (Portlandiano)".

En el Distrito Minero de Mañazo, evidentemente que faltó la formación superior o Titoniano (Portlandiano), porque si lo hubiera, estaría separado de las formaciones inferiores por una discordancia, por cuanto, el Portlandiano se depositó después de un largo período de erosión que comenzó en el Malm.

De las colecciones hechas por Newell (1939), en el área de Mañazo el Dr. Haas reconoció la *Reineckea Brancoi Steinmann*; de acuerdo al Dr. Haas estos amonites son guías seguras del Calloviano, Jenks (1948), también halló *Reineckeias* en la Formación Yura de Arequipa y por ello correlacionó dicha formación con el Grupo Lagunillas, quien al igual que Wilson (1962), consideró a la Formación Yura de edad Calloviana y equivalente a la Formación Guaneros de Moquegua, de tal modo que también se la podría correlacionar con las formaciones jurásicas de Mañazo.

Por la similitud de fósiles hallados sucesivamente por Hejat (1875), Douglas (1920) y otros, en las áreas de Lagunillas, la Compuerta, Saracocha y Sumbay, se llega a la conclusión de que, las formaciones jurásicas son del Oolítico Inferior (Bajociano y Batoniano) y del Oolítico Medio (Calloviano), por cuanto se han hallado los mismos gasterópodos braquiópodos y amonites; aunque Cabrera La Rosa y G. Petersen (1936), asignan a estas formaciones la edad Bajociana.

Sugiero que se debe hacer un estudio paleontológico más profundo, para más luego diferenciar estas tres edades en ambas zonas; fatalmente los fósiles que tuve oportunidad de encontrar en el área de Mañazo no me dieron ninguna luz para ello, porque, se hallaban en mal estado de conservación; pero, espero realizar un trabajo posteriormente con ese objeto.

#### GRUPO MOHO

El nombre que dió Newell (1949) a este grupo se debe al pueblo de Moho que es su localidad tipo, distrito que pertenece a la provincia de Huancané y situada en la orilla NE del Lago Titicaca; se le ha descrito generalmente como una sucesión de lutitas grises, delgadas capas de arenisca, lutitas rojas y que presentan un horizonte calcáreo cerca de la base; suprayaciendo transicionalmente a la Formación Huancané (Cretácico Inferior ?), e infrayaciendo al Grupo Cotacacho (Cretácico Superior), dentro de la secuencia Cretácica del Altiplano.

Es grandemente distribuída en el área cretácica del NE del Lago Titicaca (Sinclinatorium de Putina) y SW del Lago como en Ilave, Juli, etc..

Hasta ahora, el grupo Moho es una de las más extensas formaciones de la Hoya del Titicaca y es relativamente uniforme de sitio en sitio. Estudios geológicos más recientes han probado su amplia distribución a extensos sectores de Cuzco y Puno, hasta llegar a Bolivia. Tiene interés económico su estudio, porque es reservorio de petróleo en Pirín. En su localidad tipo, Newell ha logrado medir una sección de más de 800 mts. de esta formación y últimamente ha sido materia de un estudio geológico por parte de la Empresa Petrolera Fiscal.

El horizonte calcáreo que está cerca a la base de la formación, fue denominado Calcáreos Ayabacas por Cabrera La Rosa y G. Petersen (1936), por sus afloramientos en la localidad de Ayabaca, a 10 kms. al NE de Juliaca; estas calizas son lo que más caracterizan al grupo, porque son uniformes en sus detalles. En todos los lugares que han aflorado estos calcáreos como en Moho, Juli, Ilave, Caracoto, Azángaro, Santa Rosa de Ayaviri, Nuñoa, Puno y Lagunillas, así como también en Mañazo, su potencia que es alrededor de 30 mts. casi no tiene variación y se encuentra muy persistente sobre todo a lo largo del Sinclinatorium de Putina. Su importancia aparte de la estructural es la económica: estos calcáreos son la materia prima para la fabricación del cemento en Caracoto.

Dentro del área del Distrito Minero de Mañazo, el Grupo Moho está representado por areniscas y lutitas arcillosas de color marrón, calizas Ayabacas, areniscas arcóscicas rojizas, lutitas de color verde olivo y areniscas grises. Ocupa la parte media del área mapeada del Distrito; su área de afloramiento está limitada por dos fallas: Santiago y el Sobreescurreimiento, estando situado en el Block Sur del último.

Dentro del área de estudio, el Grupo Moho es fácil reconocerlo, por su secuencia característica de lutitas y areniscas marrón rojizas cerca de la base (Unidad I) y calcáreos Ayabacas (Unidad 2); pero, una observación de estas calizas Ayabacas y sus capas asociadas,

révelan que, en toda el área donde se desarrollan (igual que en el resto de la Región del Lago Titicaca), la formación está intrincada mente plegada y quebrada, en extremo desordenada de tal modo que ha sido difícil medir una potencia total de este grupo; sólo se pudo medir una sección del cerro Chararapi, donde se halla bien expuesto estas dos unidades inferiores.

El Grupo Moho cruza el área de Mañazo como una franja, de Este a Oeste; los lugares donde está expuesto: en el cerro Chararapi de la Hacienda Tiracomilla, a 9.5 kms. al SE del pueblo de Mañazo; en el cerro Palta Pata de la estancia del mismo nombre, a 6.5 kms. al SE del pueblo de Mañazo y en los cerros de Tutayani y Turriturrini de la hacienda Tutayani, al Sur y a 4.2 kms. de Mañazo; sale del área mapeada y aflora en el cerro Ninachilla en la Hacienda Conaviri, lugar donde aflora formando pliegues recumbentes.

Por la diferencia de resistencia a la acción de los agentes erosivos, las diferentes capas del Grupo Moho presentan formas topográficas distintas, mientras los calcáreos forman prominencias irregulares, las lutitas y areniscas forman las quebradas y colinas de pendiente suave como las que cruzan la Carretera Panamericana.

Descripción de Rocas. Las lutitas y areniscas marrones, varían desde delgadas capas hasta varios metros de espesor; generalmente se ve una delicada laminación, siendo lo más común capas finamente bandeadas y laminadas. Los calcáreos dejan ver su estratificación en gruesos bancos con superficies de intemperismo gruesas y rugosas, con su base fuertemente brechada en algunos lugares; generalmente presentan fuerte disyunción, existiendo algunas bandas completamente trituradas, caracterizándose por su color gris oscuro en su parte basal y gris rosado a crema en su techo; poco silícea, y atravesada por varillas de calcita; no tiene fósiles, ni macroscópicos ni microscópicos.

También hay lutitas verde olivo, algo endurecidas y en laminación delgada; areniscas arcóscicas marrones y gris verduzcas, halladas en el interior de la mina "Santa Mestres".

En general, las lutitas están cubiertas por pastos e ichu y como también se halla bien contorneada e intrincadamente plegada, es por eso que no se pudo hacer una apreciación de la secuencia de su deposición y de su potencia; pero sí, es evidente que más de dos unidades se han depositado en el Cretácico Medio aquí en Mañazo.

Esta formación se halla intruída por el pórfido riolítico y por el pórfido andesítico; de igual manera, fuera del área mapeada también se halla intruída, tal como en el cerro Ninachilla de la Hacienda Conaviri.

Se ha medido una sección en el cerro Charapura de la Hacienda Tiracomilla, a 9.5 kms. al SE del pueblo de Mañazo; a lo largo del perfil A -A'; la sección medida es la siguiente:

Sección N° 2.- Total medido: 113 metros.

<u>Capa:</u>	<u>Potencia</u>
2. Calizas Ayabacas, gris rosado en la parte superior, a gris oscuro en la base o parte inferior; compacto, con superficie rugosa por los agentes del intemperismo, presentando cierta dureza, lo que sería indicio de cierta silicificación; estratifica en gruesos bancos hasta de dos metros de espesor .....	28 mts.
1. Lutitas arcillosas, marrón rojizas, frágiles al golpe, con estratificación en capas delgadas hasta de 1 cm., intercaladas con capas delgadas de yeso hasta de 3 cms. de grosor. Areniscas con matriz arcillosa, de color marrón rojizo ladrillo, con granos de cuarzo y faldospatos medianos y subredondeados, con estratificación en capas delgadas desde 2 hasta 20 cms. ....	<u>85 "</u>
Total	<u><u>113 mts.</u></u>

En algunos sitios, la Unidad 1, de esta secuencia ha desaparecido debajo de la falla de Sobrecurrimiento Maravillas, viéndose sólo los calcáreos como ocurre en el cerro Tutayani.

A continuación se va a hacer, el estudio de 3 muestras de rocas de esta formación:

**Muestra N° 8.-** La muestra ha sido extraída del cerro Tutayani, de la Hacienda del mismo nombre, a 4.2 kms. al SE del pueblo de Mañazo.

El estudio macroscópico de la muestra dá las características siguientes: tiene color gris, fractura irregular, efervesce violentamente con el ácido clorhídrico, no se distinguen componentes, sólo se ven fisuras pequeñas rellenas de calcita.

El examen microscópico de la muestra dá las características siguientes: se nota una masa fina típica del carbonato de calcio, atravesada por microfacturas en donde se ha recristalizado la calcita, la misma que está sufriendo un reemplazamiento por sílice; algunas fracturas están rellenas por hematita y fragmentos de calcita. Como elementos oscuros aparte de la hematita tenemos la pirita en formas definidas.

Por sus características y composición, la muestra puede clasificarse como una caliza brechoide con incipiente silicificación.

**Muestra N° 15.-** La muestra ha sido extraída del interior de la mina "Santa Mestres", que queda a 5.5 kms. al SE del pueblo de Mañazo.

El examen macroscópico de la muestra dá los resultados siguientes: es de color pardo oscuro, no efervesce bajo la acción del ácido clorhídrico, es frágil al golpe y tiene fractura irregular.

El examen microscópico de la muestra dá las características siguientes: tiene granos de cuarzo de más o menos 0.02 milímetros de tamaño, con sus halos de pleocroismo, angulosos y subrodados, indicando poco transporte y fuerte intemperismo local, con cemento de ferromagnesianos y hematita; no se distinguen microfósiles; su composición aproximada es:

Cuarzo .....	- 40 %
Feldespatos (ortosa y plagioclasa) .....	- 30 %
Hematita .....	- 30 %

Por sus características y composición, se puede clasificar la muestra como una arenisca arcósica altamente ferruginosa.



Muestra N° 17.- La muestra ha sido extraída del interior de la mina "Santa Mestres", constituye la roca encajonante en dicha mina.

El examen macroscópico de la muestra dá el resultado siguiente: es de color gris verdoso claro, con fractura irregular; no efervesce bajo la acción del ácido clorhídrico; se distinguen feldspatos altamente alterados que le dan un aspecto terroso a la muestra.

El examen microscópico de la muestra dá las características siguientes: tiene cuarzo que se presenta con halos de pleocroismo; los feldspatos (ortosa mayormente) se presentan alterados a arcilla por acción hidrotermal; tiene pequeños cristales de hornblenda, rutilo y granate.

Por sus características y composición, se puede clasificar la muestra como una arcosa alterada.

La persistencia y la uniformidad litológica que caracteriza a las calizas Ayabacas con las lutitas y areniscas marrones situadas debajo, así como la relativa facilidad de diferenciar la base como el techo de esta capa calcárea, ha servido para que se le considere como horizonte llave o "Key Bod" para la estratigrafía de toda la secuencia cretácica de la Región del Lago Titicaca.

Con respecto a las calizas Ayabacas, existe un desacuerdo sobre el número de horizontes que se intercambiaron a las lutitas y areniscas; Newell (1949) sostiene que hay un solo horizonte, que se repite por efectos tectónicos (fallamientos y plegamientos) y que ha conducido a error a Rasmus, Cabrera La Rosa y Petersen G. y a Heim, quienes afirman que es indudable más de una intercalación de calizas Ayabacas sin mediar causas tectónicas.

En Mañazo, como en casi todas las áreas de afloramiento del Grupo Moho, hay claras evidencias de disturbios estructurales violentos; porque, las capas de lutitas (relativamente incompetentes) que limitan a los calcáreos Ayabacas (relativamente algo competentes), han servido como una especie de lubricante, donde se ha producido fallamientos de compresión con corrimientos y levantamientos, produciéndose intrincados pliegues contorneados, habiéndose pues dislocado las rocas, lo que produjo pliegues quebrados y todos estos efectos dentro de relativamente más competentes capas del Jurásico y Cretácico Superior.

Estructuralmente como se acaba de manifestar, todo está en desorden, no se sabe si es un solo horizonte calcáreo que está repetido, o son varios horizontes intercalados; por este motivo los buzamientos también varían de ángulo y en dirección, pero el rumbo de las capas tiene una orientación promedio hacia el SW.

El ambiente deposicional seguro que ha sido marino y de una cuenca oscilante como lo demuestra su variada litología; en un mar somero, porque depósitos que se desarrollaron en esta clase de mares, se caracterizan por su amplia distribución y persistencia.

No se han hallado fósiles, ni macroscópicos ni microscópicos.

Edad y Correlación.- En general, se ha hallado equinoideos, lamelibranquios y gasterópodos que indican una edad Cretácica indudablemente. Lissón y Boit (1942), después de un estudio de fósiles procedentes de Ayabacas, manifestaron que los calcáreos de esa localidad pertenecen al final del Cretácico Inferior y dentro del Cretácico Medio, o sea, Aptiano-Albiano (Gault); en 1949, Newell ubica en el Cenomaniano a estos calcáreos, o sea en el Cretácico Medio; Groeber (1952), a base de estudios realizados por Ahlfeld y Newell y a base también de estudios propios en fósiles hallados, llega a la conclusión de que la caliza Ayabacas es de edad Cenomiana lo que le permite además correlacionar estos calcáreos con el horizonte calcáreo de Miraflores en Bolivia, que también se considera del Cenomaniano.

Ahlfeld (1959) mediante estudios de campo, corrobora la edad asignada por Groeber, a las calizas Ayabacas y su correspondiente correlación con el calcáreo Miraflores, a los que fija definitiva y categóricamente como del Cretácico Medio (Cenomaniano Inferior), concluye correlacionando las areniscas Huancané con las areniscas inferiores de Bolivia y asignándoles una edad probable Aptiano-Albiana y las unidades situadas encima del horizonte calcáreo como pertenecientes al Cretácico Superior.

Jenks (1948) acepta la posibilidad de que, las calizas Arcurquina de Arequipa sean aproximadamente equivalentes en edad a las calizas Ayabacas.

### FORMACION MUÑANI

El nombre de la Formación Muñani, ha sido tomada de la localidad del mismo nombre, a 50 kms. al NW del pueblo de Huancané, habiéndose medido allí más de 800 mts. de potencia, Newell (1949) ha descrito con este nombre a unas areniscas arcóscicas rojo ladrillo y amarillo rojizo, sin material volcánico.

Estas rocas descansan en aparente conformidad con la Formación Vilquechico, en las vecindades de Muñani, Putina, Vilquechico, Cojata y en el Sinclorium de Putina; estando ampliamente distribuidas hasta Bolivia.

La Formación Muñani es la más joven de las formaciones cretácicas; hasta ahora no se pudo hallar fósiles en sus capas, por lo cual, se le ha asignado una edad Cretácica Superior provisionalmente, porque, la formación es casi paralela a las rocas subyacentes cretácicas.

Presumiblemente, la Formación Muñani, es más antigua que la Formación Puno, aunque claro, es difícil hallar una correlación cuando las dos formaciones están presentes como en el caso del área de Mañazo.

Hay diferencias litológicas entre las rocas de la Formación Muñani y de la Formación Puno del Terciario.

Tufos volcánicos y guijarros de andesitas y basalto son lo que caracterizan las muchas capas de conglomerados en la Formación Puno y que son completamente ausentes en la Formación Muñani. Las areniscas y arcosas de la Formación Muñani son de grano fino a medio y los conglomerados son raros o ausentes. Ahora, el parecido entre las rocas de ambas formaciones es que son arcóscicas.

En el área del Distrito Minero de Mañazo, Newell (1949) no menciona que hay afloramientos de rocas de esta formación; él afirma que, todas las capas de rocas sedimentarias que quedan en el Block Norte del Sobrecurrimiento Maravillas son de la Formación Puno del Terciario Inferior; pero, al hacer el mapeo geológico hallé una discordancia entre las Unidades 3 y 2, que logró medir en Mañazo durante su visita y además, se nota la diferencia litológica anunciada líneas

arriba; es por estas pruebas que, las Unidades 1 y 2, de la sección medida por Newell, las correlaciono con las rocas de la Formación Muñani que aflora en otras localidades de la Región del Lago Titicaca.

La sección que midió Newell (1949), es la siguiente: Grupo Puno, entre la Hacienda Tutayani (Región de Mañazo) y Vilque, al Oeste de Puno. Total medido 5,350 mts..

Volcánicos Sillapaca: flujos de basaltos.

Discordancia.

Grupo Puno.

<u>Capa:</u>	<u>Potencia</u>
6. Areniscas arcólicas y tufáceas, lilas a gris, blandas, con delgadas capas de rodados y guijarros de andesita gris verduzca .....	1,200 mts.
5. Areniscas y lutitas, rojo oscuros; con muchas capas de conglomerados duros principalmente de guijarros y rodados de calcáreos redondeados derivados del Cretácico y Jurásico .....	1,000 "
4. Arcosas, gris violeta, con muchas capas de conglomerados compuestos de rodados calcáreos redondeados derivados del mesozoico y unos pocos guijarros de cuarcita..	550 "
3. Lutitas, chocolate rojizos claros, con numerosas capas de bloques de arcosas finas cafés .....	800 "
2. Arcosas Tufáceas, finas, grisáceas y lilas .....	700 "
1. Lutitas, rojo chocolate oscuro, arenoso, con delgadas capas de areniscas finas .....	1,100 "
Total	<u>5,350 mts.</u> =====

En la Unidad 2 de la Sección anterior, la arcosa no es tufácea, ya posteriormente haré un estudio de una muestra de esta roca.

En el área del Distrito Minero de Mañazo, las capas de la Formación Muñani se hallan debajo de las capas de la Formación Puno, en contacto discordante y de tipo angular; el plano de contacto buza hacia el Norte, con un ángulo de 45° más o menos en promedio.

Aflora estas capas tomando la forma de gigantescas olas, en los cerros Charari, Palta-Pata, Marca Orco y Pina Piña; fuera del área mapeada aflora en las estancias Huertani y Caluyo a 7.0 kms. al SW del pueblo de Mañazo.

Descripción de las Rocas.- La formación se compone principalmente de arcosas gris a lila, de grano fino a medio y lutitas de color rojo achocolatado oscuro, tal como se ve en el cerro Tutayani, lugar donde está ubicada la Planta de Flotación de la Cía. "J. Santiago Ortega Reyes". No se ve ninguna clase de fósiles, ni macroscópicos ni microscópicos.

Su secuencia ha sido interrumpida por fallamiento, que la ha puesto en contacto con el Grupo Moho del Cretácico Medio.

Estructuralmente, sus capas de arcosas están bien estratificadas (de allí que se le haya utilizado en algunas localidades como baldosas) y lo mismo las lutitas en finas capital, siendo estas últimas muy friables; las capas siguen un rumbo general muy ligeramente Este a Oeste y con un buzamiento que varía de 30° a 80° hacia el Norte.

Se ha medido una sección a lo largo de la Sección Estructural C-C y es la siguiente:

Sección N° 3.- Sección medida desde el cerro Marca Orco hasta el cerro Tutayani, donde se halla actualmente la Planta Concentradora Santiago de Mañazo.

Total medido 1,037 mts..

**Formación Puno**

**Discordancia Angular**

**Formación Muñani.**

<u>Capa:</u>	<u>Potencia</u>
2. Arcosas, gris lila, rosado claro, de granos finos a medios, angulosos y subrodados; bien estratificada en bloques y láminas delgadas, bien compactas, resistentes al golpe y a la erosión .....	585 mts.
1. Lutitas de color rojo achocolatado, estratificada en capas finas, muy frágiles al golpe; intercalada con láminas delgadas de 2 a 5 cms. de arenisca fina bien estratificada de color marrón y friables .....	452 "
	<u>Total 1,037 mts.</u> =====

La base oculta debajo del Sobreescurrecimiento Maravillas. Prácticamente, no hay variación litológica notable.

Se va hacer el estudio de una muestra traída de la falda Norte del cerro Yarani, que queda a 5.3 kms. al SE del pueblo de Mañazo; la muestra estudiada es la siguiente:

Muestra N° 12. La muestra fue traída del cerro Yarani, de la Unidad 2 de la Sección N° 3.

El estudio macroscópico de la muestra dá las características siguientes: color gris, rosado claro, fractura irregular, no efervesce bajo la acción del ácido clorhídrico; se distinguen cristales de cuarzo y feldespatos, distribuidos irregularmente.

El examen microscópico de la muestra dá las características siguientes: se ven cristales de cuarzo y feldespatos (ortosa y plagioclasa) finos y mediamos, angulosos y subrodados, con un cemento formado por caolín (por alteración del feldespatos) y hematita en forma abundante; tiene también cristales de siderita y apatita. La proporción de cuarzo es 30 %, de ortosa 50 % y el resto es 20 %.

Por sus características y composición, la muestra es una arcosa ferruginosa.

Por las características litológicas, coloración y su absoluta carencia de fósiles, se deduce un origen marino para la Formación Muñani; o quizá un "depósito semicontinental" según como sugirió Steinmann (1924); con más de un ciclo de deposición, con toda seguridad.

Edad y Correlación. En todas las capas de la Formación Muñani, no se pudo hallar ninguna clase de fósiles que sirvan para determinar su edad y desde luego, para su correlación. Tentativamente la ubico en la facie semicontinental del Senónico o Cretácico Superior. Steinmann (1924) consideró como pertenecientes al Cretácico bajo el nombre de "Formación Puca", todos los sedimentos de areniscas rojas que se encuentran no sólo en el Altiplano del Titicaca, sino también en otras regiones del Perú, de Bolivia y Argentina, que por contener manifestaciones de petróleo en estos dos últimos países fueron llamados también "Formación Petrolífera"; apreciación errónea, porque consideró cretácicas rocas del Jurásico y Pérmico.

Discordancia Supra-Cretácica. Es evidente que un disturbio orogénico siguió a la deposición de los sedimentos terciarios; orogénesis que fue llamada "peruana" por Steinmann (1924) de intensidad algo menor que los pliegamientos posteriores.

La superficie de erosión Pre-Terciaria, en la cual el Grupo Puno (Formación Puno, F. Brecha Pirín, F. Pichingane, F. Larejata y F. Cojeorco) fue depositado, es extremadamente difícil estudiar por las muchas fallas y sobreescurrecimientos.

#### FORMACION PUNO

La Formación Puno, es parte de la sucesión estratigráfica que corresponde al Grupo Puno (que comprende las formaciones siguientes: Formación Puño, Formación Brecha Pirín, Formación Pichingane, Formación Larejata y Formación Comeorco; Cabrera La Rosa y G. Petersen (1936) fueron los que denominaron con el nombre de Grupo Puno a una serie de areniscas arcósicas continentales de color pardo rojizo a gris achocolatado, conglomerados y lutitas rojas, con un espesor de más de 7,000 mts. que afloran en los alrededores de la ciudad de Puno, constituyendo las llamadas "capas rojas" o "Red beds"; siendo consideradas por Newell dentro del Terciario Inferior.

El Grupo Puno, aflora también en una ancha faja que corre hacia el Noroeste, hasta el departamento del Cuzco. Las montañas que quedan al Oeste del camino que va del Cuzco a Ayaviri, están compuestas principalmente por rocas de la Formación Puno que, como en las formaciones equivalentes del Centro y Sur del Perú, se distingue por no ser fosilífera, con algunas excepciones.

En el área mapeada del Distrito Minero de Mañazo, aflora a ambos lados del Sobreescorrimiento Maravillas.

En el Block Norte, aflora formando crestones y prominencias irregulares en los cerros Vilque, Huayllani, Quearaga, Tiracomilla, Pina Piña y otros. La formación está compuesta por una sucesión de areniscas, arcosas, lutitas lilas a marrones; habiendo sido estudiadas por Newell (1949), quien a su vez midió una sección desde el pueblo de Vilque hasta la hacienda Tutayani, sección a la que ya me referí anteriormente.

En el Block Sur, aflora formando prominencias en la hacienda Chearaje y en las estancias Patillara y Panipera. La formación está compuesta por conglomerados en la base y areniscas café rosadas; siendo más conglomerática que en el Block Norte.

En el Block Norte, en el cerro Vilque infrayace en discordancia con una colada basáltica de edad Sillapaca. Frente al caserío de la hacienda Vizcachani está el tope de la secuencia estratigráfica de la zona; además, en este block, las capas Puno descansan en forma discordante sobre la Formación Muñani del Cretácico Superior.

En el Block Sur, descansa en forma discordante sobre capas de la Formación Lagunillas del Jurásico Superior, tal como en el cerro Chearaje y en la estancia Patillara; además, infrayace en discordancia angular a las arcosas y derrames andesíticos de edad Tacaza, tal como en la Estancia Patillara y en el cerro Cruz Apacheta.

En el Block Norte, ha sufrido una intrusión de pórfido andesítico en forma casi pasiva, vertical y sin producir disturbios.



Descripción de las Rocas. Las lutitas varían de colores, desde rojo oscuro como en la Unidad 4 (ver Sección N° 4) hasta un color chocolate claro o rojizo; son de grano muy fino, bien exfoliables, frágiles al golpe, sin fósiles ni materias carbonosas, forma las quebradas y hoyadas porque es poco resistente a la erosión. Las areniscas de colores lilas a rojo oscuro, con granos finos a gruesos que, a veces pasan a ser microconglomerados, su dureza es variable; por lo general tienen estratificación en capas delgadas y en bancos; presentan en las unidades inferiores "ripple marks", seguramente formado en un ambiente acuático.

Las arcosas tienen casi iguales características que las areniscas, solamente que sus colores son grises, grises lilas a violáceas. Tanto las areniscas como las arcosas están decoloradas y endurecidas en los contactos con la roca intrusiva del pórfido andesítico del cerro Huayllani.

En el Block Sur, las areniscas son café rosadas oscuras, con granos medios a gruesos, bien compactos, descansan sobre una base de conglomerados; estas capas estratifican en bancos gruesos y en algunas partes con estratificación cruzada; se parece mucho a las areniscas ferruginosas de la misma formación que hay en los alrededores de la ciudad de Puno. Los conglomerados calcáreos de la base de la Unidad N° 3 y en la Unidad N° 2 de la Sección 4, están compuestos por guijarros de cuarcita, calizas y areniscas seguramente mesozoicas o más antiguas con una que otra guija de granito o andesita gris; los tamaños de las inclusiones son desde pocos milímetros hasta 15 cms., cementados por arenisca calcárea en el Block Norte y arenisca ferruginosa en el Block Sur. Tampoco posee fósiles de ningún género.

Se ha medido una sección a lo largo del perfil geológico B-B, desde la hacienda Vizcachani, hasta la falda Norte del cerro Yarani; en la sección medida, las 4 unidades corresponden a las 4 unidades superiores de la sección que midió Newell (1949) entre el pueblo de Vilque y la hacienda Tutayani. El tope de la sección medida está en un sinclinal que queda frente al caserío de la hacienda Vizcachani; justamente allí, la carretera Panamericana corre a lo largo del eje de dicho sinclinal.

La sección medida es la siguiente:

Sección N° 4.- Sección medida entre la hacienda Viscachani y la falda Norte del cerro Yarani. Total medido: 3,330 mts..

<u>Capa:</u>	<u>Potencia</u>
4. Tufos volcánicos gris crema; arcosas ferruginosas tufáceas lilas grisáceas a gris verdosas, con granos sub-angulares de cuarzo y feldespatos finos, bien estratificadas y frágiles al golpe; areniscas ferruginosas gris lilas, con granos de cuarzo sub-angulares y fragmentados, frágiles, estratificada en bloques y en láminas delgadas, a veces con estratificación cruzada; arcosas grises, de grano grueso a medio que al intemperizar toma el color pardo blanquesino, bien estratificada en bloques, resistentes al golpe, con guijarros de andesita y cuarcita en la base .....	930 mts.
3. Areniscas rojo oscuro, con granos finos de cuarzo y feldespatos sub-angulares, bien estratificadas en capas delgadas, frágiles, intercalada con lutitas de color rojo oscuro, estratificada en láminas delgadas exfoliables; conglomerados calcáreos en la base, con inclusiones de guijarros compuestos por calcáreos mayormente, cuarcitas y granito seguramente del Mesozoico, cementados por una arenisca calcárea gruesa. ....	1,050 "
2. Arcosas, gris violeta a rosado, con granos medios a gruesos de feldespatos y cuarzos sub-angulares y subrodados, estratificada en capas delgadas, muy frágiles conglomerados calcáreos con guijarros de calcáreos mayormente, cuarcitas y areniscas pardas seguramente del Mesozoico, cementada por una arcosa calcárea de grano fino de color café rosado .....	550 "
1. Lutitas, chocolate rojizos, claros, frágiles y exfoliables, con capas gruesas de arcosas cafés de grano fino y medio de cuarzo y feldespatos sub-angulares, estratificada en capas delgadas y bloques gruesos...	800 "
<b>TOTAL</b>	<b><u><u>3,330 mts.</u></u></b>

Formación Muñani en la Base. La unidad 4 ocurre en el cerro Jorayani y Quearaya de las haciendas La Banda y Vizcachani y en el cerro Quearaya Chico Ayrapuni de la Estancia Quearaya; la unidad 3, aflora en la falda Sur del cerro Huayllani; la unidad 2 aflora en los cerros Tiracomilla, Tujumarca y Pina Piña; finalmente, la unidad 1 aflora en la falda Norte del cerro Yarani, Marca Orcco y Pina Piña.

Se ha hecho el estudio de dos muestras de esta formación y son las siguientes:

Muestra N° 11. La muestra ha sido extraída del cerro Quearaya Chico Ayrapuni, de la Estancia Quearaya a 4.4 kms. al Este del pueblo de Mañazo; dentro de la unidad 4 de la sección 4.

El estudio macroscópico de la muestra ha dado las características siguientes: su coloración es lila grisáceo oscuro; resistente al golpe, con fractura irregular, sin efervescer bajo la acción del ácido clorhídrico; se distingue cuarzo y feldespato sin ninguna orientación.

El estudio microscópico da las características siguientes: se ven cristales de feldspatos y cuarzo de tamaño medio; entre los feldspatos se ven ortosa y sanidina pertitizados y mimetizados y también plagioclasas; con formas anhedrales, subhedrales y euhedrales, indicando que el grado de transporte no ha sido grande. Las ortosas están en proceso de caolinización y las plagioclasas pasando a calcita y otras presentan intercrecimiento paralelo al cuarzo. Se ven cristales de hornblenda bruna en alto estado de epidotización (reconocido por su pleocroismo y clivaje); existen también inclusiones pequeñas de calcita y hematita que hace de cemento y biotita pasando a magnetita. El cuarzo se presenta en formas anhedrales y fragmentados.

La composición de los minerales es aproximadamente la siguiente;

Plagioclasas	-	35 %
Ortosa	.....	- 35 %
Cuarzo	.....	- 20 %
Hematita	...	- 10 %

Por sus características y composición la muestra se clasifica como una arcosa ferruginosa de poco transporte y sin microfósiles.

Muestra N° 7.- La muestra ha sido extraída del paraje Quiliquili, a 6 kms. al SE del pueblo de Mañazo.

Macroscópicamente, se ve que es un conglomerado calcáreo con inclusiones de calizas, cuarcitas blancas y rosadas y granos sueltos de cuarzo rosado; su pasta es una arenisca calcárea; sus inclusiones calcáreas son de diferente color: grises oscuros y claros, indicando que son jurásicos y cretácicos seguramente.

Microscópicamente, se ve que la pasta cementante es una arenisca calcárea, con granos orientados de cuarzo angulosos y fragmentos de caliza rodados y subrodados. No se ven microfósiles de ningún género.

Estructuralmente, en el Block Norte, las capas tienen un rumbo aproximado de Este a Oeste, con buzamientos hacia el Norte, con ángulos que varían de 9° hasta 55°; en el Block Sur, el rumbo se mantiene aproximadamente de Este a Oeste y los buzamientos son hacia el Norte o al Sur y variando su ángulo alrededor de 30° en promedio.

Del origen de las capas sedimentarias de esta formación se puede suponer lo siguiente: seguro que proviene por la erosión de los sub-estratos mesozoicos y paleozoicos. La unidad 1, parece haberse formado en un ambiente semicontinental; la unidad 2 es depósito de "piedemont", seguramente en un ambiente semidesértico; y las unidades 3 y 4, son evidentemente continentales, de un ambiente desértico de muy escasa o ninguna vegetación. En el Block Sur, el origen de las capas se puede indicar como depósitos de "piedemont" y de clima semi desértico.

Edad y Correlación.- Newell (1949) designó una edad Terciaria Inferior a estas capas rojas de la Formación Puno; Jenks (1948), correlacionó tentativamente estas capas con la Formación Huanca, aunque la edad de esta formación no está determinada. Se le puede correlacionar además con las

capas Rímac-Casapalca del Perú Central y Puca que se consideran terciarios por los estudios efectuados por Rüegg (1953) y G. Petersen (1954). Ahlfeld (1946) correlacionó al Grupo Puno con el Corocoro I; Newell (1949) pensó que la correlación debía incluir Corocoro II; también se le ha correlacionado con la Formación San Pedro de Chile.

Es muy difícil asignarle una edad a la Formación Puno, por la falta de fósiles determinantes; de ser Terciario Inferior, quizá sea del Paleocénico hasta el Eocénico Inferior; al respecto Cabrera La Rosa y Petersen G. (1936) indican que: "en la cuenca del Lago Titicaca, no se puede asignar a la Formación Puno una edad más exacta que Terciario Inferior hasta Medio".

#### ROCAS SEDIMENTARIAS CUATERNARIAS

Gran parte del área mapeada del Distrito Minero de Mañazo, está cubierto por depósitos cuaternarios tal como puede apreciarse en el plano Geotopográfico General; habiendo también grandes porciones de terrenos cubiertos por detritus sólo como capas delgadas, en las zonas donde hay afloramientos de rocas antiguas.

Estos depósitos pues, se hallan relacionados a las zonas fisiográficas y se consideran de varios tipos:

Depósitos Aluviales. Constituidos por material acarreado por las aguas provenientes de las lluvias; formado por detritus provenientes de las formaciones Puno y Lagunillas que son las más ampliamente expuestas en el Distrito, formando abanicos de deposición como el de Huayllani a 5 kms. al Este del pueblo de Mañazo, constituido por una acumulación de arenas, gravas y cantos sin mucho grado de transporte.

Depósitos Fluviales. Son depósitos acarreados por los ríos, material que se caracteriza por haber sufrido buen grado de transporte, que a veces está expuesto en terrazas como en el río Cayrani y Conaviri. Está compuesto por gravas gruesas, cantos de diferente tamaño y arenas en los lugares más bajos.

Depósitos Eluviales. Formado por fragmentos angulares, o sea sin haber sufrido transporte, acumulados al erosionarse las rocas que integran las formaciones aflorantes; formando taludes y abanicos que son típicas estructuras de deslizamiento; buenos ejemplos hay en las faldas de los cerros Santiago, Corcollana y Pucará, donde se ven grandes piedras en las faldas de dichos cerros, como acumulaciones irregulares en la base.

Depósitos Glaciares. Encima de los 4100 mts. de altura se ven aunque no tan notoriamente depósitos glaciares, formados por acumulación de cascajo y morrenas; se pueden ver estos depósitos en las estancias Yanapusa y Panipera. Un buen ejemplo es un extenso depósito fluvioglacial que está a todo lo largo de la quebrada donde corre el riachuelo Tutayani; con sus materiales expuestos por terrazas.

Depósitos Lacustres. Frente al caserío de la Hacienda Vizcachani, está la Pampa de Yanarico, allí hay arcillas y arenas que seguramente son de un lago antiguo; tal como el Lago Ballivián, porque, terrazas de este lago pueden verse en el pueblo de Vilque y en las haciendas Central y Machamarca más al Norte del Distrito Minero de Mañazo, pareciéndome las más antiguas entre las formaciones cuaternarias de la Región de Mañazo.

## 2 Rocas Igneas

Es indudable que la sierra del Perú, ha sido uno de los centros más grandes del mundo en cuanto se refiere a actividad ígnea. El enorme empilamiento de lavas tiene una historia compleja y se necesitará todavía mucho más investigación geológica antes de que su historia pueda ser mejor comprendida. La actividad intrusiva ígnea, aunque no está tan desarrollada como el volcanismo, tampoco se ha estudiado mucho, sino más que en parte.

Hay gran número de afloramientos de rocas ígneas en toda la Región del Lago Titicaca y ocurren principalmente a todo lo largo de la Cordillera Occidental, en donde las rocas intrusivas están relacionada a los extensos derrames volcánicos de dicha Cordillera.

La mayor parte de intrusivos son de tipo subvolcánico o hipabisal.

Stocks pequeños de granito afloran a pocos kilómetros al NW de Cabanillas, a las cuales seguramente están asociadas las mineralizaciones de tungsteno y molibdeno de esa región.

Desde las vecindades de Lampa, siguiendo al lado Suroccidental de la cuenca del Lago Titicaca hacia Copacabana y posiblemente hacia Puerto Acosta en Bolivia, las rocas intrusivas dominantes son traquitas y dacitas, generalmente conspicuamente porfiríticas. Una serie de stocks de diorita cuarcífera se extiende a lo largo del margen NE de la cuenca del Titicaca, desde el Nudo del Vilcanota hasta la Laguna de Arapa, hallándose una serie similar en las vecindades de Maravillas. En San Antonio de Esquilache ocurren intrusivos de pórfido riolítico, el que es de una edad relativamente posterior al pórfido andesítico; según Jenks, allí, el pórfido riolítico es el portador de las soluciones mineralizantes. Cerca de Palca al NW de Lampa y en las vecindades de Tiquillaca, al W de Puno y al E del Distrito de Mozo, hay considerables masas de gabro, que parecen asociarse con stocks de traquita del Cerro Mesa de Plata al Sur de Tiquillaca, en la Hacienda Cayrani, aunque son más recientes.

En ninguna parte de la Región del Lago Titicaca han modificado los intrusivos a las rocas pre-existentes, excepto por ligeros derrames y metamorfismos cerca de los contactos.

En el Distrito Minero de Mañazo afloran rocas ígneas tanto volcánicas como intrusivas, de edad indudablemente Terciaria; ocupando las rocas intrusivas la parte intermedia del área mapeada.

Las rocas ígneas intrusivas a las que está relacionada la mineralización, ocurren en forma de pequeños stocks y diques; y están clasificadas como diorita hornobléndica, monzonita, pórfido riolítico y pórfidos andesíticos.

Las rocas ígneas efusivas o volcánicas ocurren en forma de derrames de andesita, basalto y tufos.

Harrison (1951), ha demostrado que los volcánicos terciarios de la Cordillera Occidental son posteriores al Batolito Costero, pues se derramaron sobre su superficie intemperizada, aunque, la edad de los volcánicos no se puede determinar exactamente.

El hecho de que los intrusivos penetren en las rocas terciarias y que los volcánicos yacen sobre rocas de esta misma edad, de muestra categóricamente que estas rocas ígneas pertenecen a un ciclo diferente de actividad magmática, independiente del batolito granodiorítico de la Costa Peruana al que Ulrich Petersen (1958) asigna una edad Cretácica Superior, o sea a fines del período del plegamiento "peruano" reconocido por Rüegg (1957).

Las rocas ígneas que afloran en el Distrito Minero de Mañazo, son seguramente el resultado de la cristalización de magmas secundarios, es decir de los debidos a diversas modificaciones de magmas primarios de tipo granítico-granodiorítico o basáltico.

Kennedy clasifica las asociaciones de rocas ígneas, según sean volcánicas o plutónicas. Una asociación volcánica puede incluir y frecuentemente incluye rocas intrusivas plutónicas, pero éstas están genéticamente relacionadas con un ciclo de actividad volcánica y se han derivado de los mismos magmas que las rocas estrictamente volcánicas con las que están asociadas. Por otra parte, las asociaciones plutónicas "comprenden los grandes Stocks y batolitos subyacentes junto con las diversas intrusiones secundarias de estas masas abisales". Para Kennedy, las asociaciones volcánicas y plutónicas difieren fundamentalmente en cuanto a su emplazamiento tectónico.

Los petrólogos actuales creen en general que, la variación química y mineralógica observada dentro de las rocas ígneas asociadas, es en gran parte el resultado de alguna modalidad de evolución magmática.



Por todo lo dicho anteriormente y teniendo en cuenta la clase de rocas ígneas que afloran en el área del Distrito Minero de Mañazo y en otros lugares circunvecinos, puedo afirmar que la fuente original de estas rocas ígneas o mejor dicho el magma original de las rocas ígneas que afloran en el Distrito provienen de un magma basáltico, que dió lugar a la serie de magmas secundarios que fueron intruídos y extruídos en el área a intervalos, después de haberse formado por una diferenciación magmática o cristalización fraccionada y muy posiblemente siguiendo las siguientes secuencias que señala E.W.M. Heinrich:

- 1 - Basalto, traquita y fonolita.
- 2 Basalto, andesita y riolita.
- 3 - Gabro, tonalita, granodiorita (granito accesorio).

Seguramente también, como dice Heinrich, la monzonita es una fase original de la diorita hornebléndica que también aflora, o de una masa granodiorítica que puede estar a más profundidad; la diorita hornebléndica seguramente es la fase periférica de masas más pequeñas granodioríticas.

Pueda también que, los stocks de diorita hornebléndica que es un tanto porfídica, la monzonita y el pórfido diorítico sean cuerpos satélites o zonas de bordura de un batolito granítico o granodiorítico; en el interior del cerro Huayllani se ha reconocido pórfido diorítico, fase filoniana de una masa diorítica y en la superficie de dicho cerro está la fase de bordura de dicha masa diorítica que seguro se halla a más profundidad, o sea es su fase hipabisal respectiva.

Todos estos intrusivos, con seguridad, se hallan relacionados a las fases efusivas de rocas más profundas; me refiero a los grandes derrames de andesitas, basaltos y riolitas que ocurren sobre todo en la Cordillera Occidental.

Las rocas ígneas del Distrito Minero de Mañazo, en relación a las demás rocas terciarias y recientes del mundo, según la clasificación que tentativamente hace Harker, pertenecerían a las rocas de la provincia petrográfica "Pacífica" que, son rocas sobresaturadas

más cálcicas tales como las riolitas y dacitas, con tendencia a asociarse con plegamientos como los que bordean al Océano Pacífico, siendo muy diferentes de las rocas terciarias de la provincia petrográfica "Atlántica" que, son rocas no saturadas alcalinas como los basaltos nefelínicos y las fonolitas que tienen la tendencia a presentarse en áreas estables de la corteza terrestre o en las de fracturación regional; aunque existe un margen tan amplio de modalidades tectónicas (así como de tipos rocosos asociados) en ambas "provincias" petrográficas Atlántica y Pacífica que, ahora esta subdivisión en dos grupos ha caído en desuso.

Las rocas ígneas halladas en algunos conglomerados de la Formación Puno de edad terciaria, incluyen una amplia variedad de andesitas y dioritas, también granito y basalto; las dacitas porfiríticas y traquitas son ausentes notablemente. Evidencian pues que, hubo alguna actividad ígnea en la región antes de la deposición de la Formación Puno.

#### a) Rocas Intrusivas

Respecto a los intrusivos que afloran en la Sierra del Perú, Ulrich Petersen (1958) manifiesta:

"Independientemente y definitivamente posterior al batolito de la Costa, es la serie de intrusivos más pequeños, con los cuales se hallan frecuentemente asociados depósitos minerales. Estos constituyen una al Este del batolito sobre todo a lo largo de las partes centrales más altas de la Cordillera".

A esta misma zona, a la que Steinmann llamó "Hemimagmática", señalando que son terciarias y coinciden con la faja de máximo plegamiento, pertenecerían una serie de rocas intrusivas que afloran en toda la Región del Lago Titicaca, desarrollándose mayormente en la parte occidental, en donde parecen estar asociadas al extenso desarrollo de volcánicos de la Cordillera Occidental.

Numerosos stocks de diorita, monzonita, pórfidos traquíticos, dacíticos y riolíticos reconocidos por Newell (1949) y por Jenks (1946), afloran a lo largo del Sobreescurreimiento Maravillas, abarcando desde luego el área del Distrito Minero de Mañazo; siguen al parecer zonas de empuje y surgiendo a lo largo de puntos débiles o cerca de exposiciones de fallas sobreescurridas.

En el Distrito Minero de Mañazo, en el área mapeada, existen dos áreas de intrusión situadas a cada lado del Sobreescurrimiento Maravillas; llamaré Area Huayllani, al área donde está desplazado el stock del cerro Huayllani, el mismo que está situado en el Block Norte del Sobreescurrimiento Maravillas; y Area Turriturrini, al área donde están emplazados los stocks de los cerros Santa Carmen, Jancochilla y Turriturrini, situados en el Block Sur del Sobreescurrimiento Maravillas.

Los intrusivos reconocidos y mapeados en el área del Distrito Minero de Mañazo, por su textura y composición mineralógica se les ha clasificado de la manera siguiente:

Pórfido Andesítico

" Riolfítico

Monzonita

Diorítica Hornebléndica

Los cuatro en el Area Turriturrini, en el Area Huayllani, solamente el primero.

Como se ve, por su composición mineralógica casi idéntica de la mayoría de estos intrusivos, se supone que tienen una fuente común, por lo tanto quizá una misma edad; sus relaciones son difíciles de establecer porque sus contactos no se ven en el campo, lo que no permite saber si alguna roca pasa gradualmente a ser otra, o una de ellas penetra en el otra viéndose de esta manera su edad relativa.

Con seguridad, son stocks provenientes de la última etapa de consolidación de un Batolito Andino de composición seguramente granítico-granodiorítico o basáltico; magma que seguramente fue movido por fuerzas orogénicas, siendo desde luego muy posible que sean post-tectónicos o subsecuentes a la orogenia "quichuana" de Steinmann (1929) en el Plioceno y según Newell (1949) a principios del Plioceno (?); pero, la opinión de Ulrich Petersen (1958), textualmente es: "Dicha intensidad de deformación "Quichuana" es probablemente local, es decir, confinada a la vecindad del Lago Titicaca y Corocoro (Bolivia) y no un fenómeno general de la Cordillera; (3) según veremos más tarde, la base de la cronología de Newell es débil y tal compresión intensiva puede ser más antigua (Oligocénico ?)".

Se puede pues afirmar que, las intrusiones se produjeron en el Oligocénico; pero, a pesar de no haber una exactitud suficiente en la cronología de los sucesos post-cretácicos, la edad Terciaria de estos intrusivos está fuera de duda, por cuanto, no solamente atraviesan los sedimentos de las formaciones cretácicas y terciarias, alterándolos un poco por metamorfismo de contacto, sino también que en estos lugares han intruído a los volcánicos Tacaza (Eocénico Superior a Oligocénico). Seguramente también estos intrusivos están relacionados con el plegamiento principal de los Andes, que pudo haber ocurrido probablemente durante el Eocénico Medio, cuando las capas de la Formación Puno se plegaron.

Particularmente, estoy de acuerdo con lo manifestado por Ulrich Petersen (1958). Los intrusivos son subsecuentes a la orogénesis "Quichuana", porque, no muestran ninguna manifestación perceptible de presión tectónica que, debería estar expuesta si la roca hubiera existido antes de la comprensión del NE al SW que produjo los fallamientos post-Tacaza; y como estos intrusivos, ocurren cerca de exposiciones de fallas sobreescorridas post-Tacaza, parece evidente también que guardarán relación con ellas; también es cierto que, fuerzas tectónicas siguieron produciendo posteriormente una comprensión del NE al SW, igual a la anterior pero con menos intensidad y me parece que inclusive siguen actuando durante la Era Huamana, ya con muchísimo menos intensidad desde luego.

Estoy seguro que, en una misma área donde está emplazado un intrusivo de un tipo de roca, se producen variaciones; tal cosa se nota inclusive por la forma de intemperizarse y por las distintas clases de disyunciones.

Entre los apófisis y stocks que han ascendido en el período Terciario, se ven dos clases de ocurrencias:

De profundidad o Abisales: la monzonita del cerro Santa Carmen (Intermedia).

Filonianas o Hipoabisales: la diorita hornebléndica, porfirítica del cerro Santa Carmen (Intermedia). Los pórfidos andesíticos de los cerros Huayllani y Jancochilla (Intermedios). El pórfido riolítico del cerro Turriturrini (Félsico).

La monzonita y la diorita hornebléndica se presentan como intrusivos muy pequeños, ocupando áreas reducidas como se ve en el plano Geo-Topográfico; inclusive la diorita hornebléndica se presenta porfirítica, seguro debido a que ocupó una cavidad estrecha.

Supongo que, el magma inicial se enfrió lentamente a profundidad considerable y los diferentes minerales se segregaron durante un proceso largo y homogéneo, según una determinada ley de sucesión, uno tras otro, formándose por lo general cristales de tamaño regular, siendo pues, una diferenciación magmática que dió lugar a los diferentes tipos de masas rocosas del Distrito Minero de Mañazo, habiendo sido este proceso seguramente relacionado al plegamiento de la Cordillera a fines del Cretácico; luego, por alguna fuerza orogénica posterior que pudo haber sido de la orogenia "quichuana", empujó a las masas rocosas que estaban solidificándose parcialmente en profundidades con segregación de algunos cristales de mayor tamaño, que subió luego a las partes altas de la corteza terrestre y otras muy cerca de ellas o a la misma superficie, por medio de cavidades estrechas, sufriendo estas últimas una solidificación relativamente rápida y sus mismos minerales se segregaron otra vez en una segunda generación, formando un agregado de cristales pequeños que viene a ser una pasta o matriz, en donde están encerrados aisladamente cristales de mayor tamaño, principalmente de feldespatos, horneblenda y cuarzo; de este modo, la textura porfirítica de esta clase de intrusivos hipabisales es muy característica.

Enseguida haré una descripción de cada tipo de roca que ocurre en el Distrito Minero de Mañazo, abarcando los puntos siguientes:

Ubicación, área y tipo de intrusión.

Rocas intruídas y forma de la intrusión.

Examen microscópico de una muestra fresca de la roca: se estudia el color, fractura, comportamiento con el ácido clorhídrico, componentes que se distinguen a simple vista y forma de orientación de los cristales.

Examen microscópico de una muestra de roca; estudiando el grado de cristalización, tamaño de los granos, forma, tamaños relativos, distribución de los granos y textura.

Descripción de los minerales componentes.

Clasificación de la roca.

Clasificación química de la roca (ácida, básica o neutra).

Relación de la roca con otras rocas intrusivas de la zona.

Edad de la roca.

Alteraciones de la roca.

Geología económica.

Pórfido Riolítico. Una masa rocosa, reconocida como un pórfido riolítico, aflora en el cerro Turriturrini, a 4 kms. al Sur del pueblo de Mañazo; abarca un área de sección horizontal irregular, cuyo eje menor tiene una longitud aproximada de 1750 mts. y el eje mayor más o menos 2000 mts. de longitud; de superficie suave, teniendo los afloramientos formas casi elípticas, debido a la facilidad y al igual grado de intemperismo de la roca.

Intruye a las rocas sedimentarias marinas del Grupo Moho del Cretácido Medio y Formación Lagunillas del Jurásico Superior; no se puede ver la forma cómo lo hace, pero supongo que en forma vertical y discordante.

Los contactos de esta roca con las que la rodean, están cubiertos por material suelto producto del intemperismo.

Estructuralmente, el afloramiento de este pórfido riolítico se halla afectado por la Falla Santiago; no he podido observar jun<sup>tu</sup>ramientos, debido a que se hallan ocultos por los materiales producto del intemperismo.

La roca expuesta a la intemperie, tiene un color gris <sup>pa</sup>rduzco con tono claro y en los lugares cercanos a la Veta B, tiene una coloración blanca con manchitas muy pequeñas de limonita; presenta en su superficie unas cavidades muy pequeñas, debido a la disolución de algún ferromagnesiano o de magnetita.

El estudio macroscópico de una muestra fresca, dá las características siguientes: tiene una coloración blanca grisácea a crema; con fractura irregular y sin efervescer bajo la acción del ácido clorhídrico; notándose su textura porfídica con fenocristales de feldespatos y cuarzo, distribuidos irregularmente en una masa

afanítica blanca; los fenocristales de feldespatos tienen una coloración blanca sin que se pueda identificar a simple vista, por su notable alteración a caolín. Los fenocristales de cuarzo están rodeados de una masa blanca que es la matriz, la misma que también ha sufrido cierta alteración a caolín.

El estudio microscópico de una muestra, la N° 1, extraída de la falda E del cerro Turriturrini, da las características siguientes: hemicrostalina; cristales de tamaño promedio 1.2 milímetros; cristales por lo general subhedrales y anhedrales; heterogranular y con distribución irregular de los granos; la textura de la roca es porfirítica, con fenocristales principalmente de cuarzo y ortosa (en forma muy esporádica hornoblenda); en una matriz afanítica y microlítica, en parte compuesta principalmente de ortosa y cuarzo.

Los fenocristales de cuarzo se encuentran en forma anhedral y subhedral; fracturados, angulosos y corroídos; algunos de ellos con inclusiones muy pequeñas de augita de la variedad diópsida.

Los fenocristales de ortosa se encuentran en formas anhedrales, con alteración a sericita y con manchitas de caolín.

Los fenocristales de hornoblenda, de la variedad bruna, se presentan en cristales alargados, euhedrales y subhedrales y presentando cloritización.

La matriz presenta una fuerte alteración a sericita y caolín, posiblemente debida a la alteración de los feldespatos; siendo reconocible el caolín por su alto índice de refracción. Dentro de la matriz ocurren cristales finos y medianos de cuarzo, fragmentos de cuarcita en forma esporádica y algunas fisuras rellenadas por cuarzo detrítico y cementadas por caolín.

Existen en forma esporádica cristales finos de epidota y elementos oscuros principalmente de magnetita y casiterita como pequeñas inclusiones sin importancia.

En vista de que la roca tiene mayor proporción de cuarzo, viene a ser una roca ácida o félsica. No puede ser un pórfido cuarzo latítico, porque no posee plagioclasa sódica en exceso sobre la ortosa. ni mucho menos puede ser un pórfido traquítico. porque la proporción de cuarzo en la roca es muy alta. luego, con toda seguridad, la roca se puede clasificar como un PORFIDO RIOLITICO.

Esta masa rocosa de pórfido riolítico, parece que fuera de un período final de actividad ígnea intrusiva de la región, siendo su origen el producto de una diferenciación progresiva de un magma básico; pueda que, sea la fase hipabisal o filoniana de un batolito granítico que se halla a más profundidad.

En cuanto a la edad de este intrusivo, evidentemente que es Terciaria, Post-Tacaza y Pre-Sillapaca. Según Ulrich Petersen (1958), puede que sea del Oligocénico; se puede afirmar que es ligeramente posterior a todos los intrusivos de la región y desde luego, relacionado a ellos.

En vista de que la roca tiene abundancia de feldespatos alcalinos, es que ha sufrido la acción del intemperismo más fácilmente, sobre todo en las cumbres y en los lugares cercanos a la Veta B, en donde además, se nota una muy marcada seritización y caolinización debidas a las soluciones hidrotermales. No se nota fácilmente una zona de metamorfismo en las formaciones que intruye, solamente se aprecia ligera silicificación y marmolización en algunas calizas tanto jurásicas como cretácicas.

Este intrusivo de pórfido riolítico, sirve de roca encajonante de la Veta B, habiendo sufrido en parte las consecuencias de una alteración hidrotermal.

Pórfido Andesítico del Cerro Huayllani. Una masa rocosa de pórfido andesítico, ocurre formando prominencias, sobre todo en las cumbres de los cerros Huayllani y Quearaya, a 4 kms. al Este del pueblo de Mañazo; ubicado dentro del área Huayllani de intrusión ígnea y situado en el Block Norte del Sobreescarrimiento Maravillas. Aflora en forma de un stock de sección horizontal y superficie irregulares, y en dikes dispuestos radialmente; bordeando a la masa central y generalmente con direcciones casi perpendiculares al rumbo de los pliegues de las formaciones sedimentarias intruídas, aunque, algunos tienen direcciones paralelas a dichos rumbos. Es uno de los intrusivos más extensos de la región, teniendo su eje mayor una longitud de 2 kms. y su eje menor 1 km. de longitud.



Intruye a arcosas y conglomerados de la Formación Puno del Terciario; lo hace sin provocar distorsiones notables en las capas, y en forma vertical y discordante.

La roca expuesta a la intemperie tiene una coloración gris parduzca, en algunos sitios blanca, o bien parda cerca a las vetas; se notan formas esféricas debidas al intemperismo.

El examen macroscópico de una muestra fresca, dá las características siguientes: color gris claro; fractura irregular; no efervesce bajo la acción del ácido clorhídrico; se distingue su textura porfirítica, con fenocristales negros de horneblenda y blanco amarillentos de feldespatos, con orientaciones irregulares en medio de una matriz grisácea.

El examen microscópico de una muestra de esta roca, la N° 3, extraída de la cumbre del cerro Quearaya, dá las características siguientes: hemicristalina; granos hasta de 2 milímetros de largo; anhedrales, subhedrales y euhedrales; heterogranular; con distribución irregular de los granos; con textura porfidítica, compuesta por fenocristales principalmente de feldespatos y horneblenda, en una matriz afanítica compuesta de los mismos minerales de los fenos.

Entre los fenocristales de feldespatos, los que más predominan son las plagioclasas sódicas, siendo a la vez los minerales principales de la roca, habiendo en forma esporádica ortosa y sanidina; se presentan con alteraciones a sericita, caolín, arcilla y calcita, haciendo difícil la identificación; pero sin embargo, entre las plagioclasas se ha visto que predomina la variedad andesina de composición aproximada  $Ab_{52}$  y  $An_{48}$ , también albita, oligoclasa y labradorita en forma esporádica; se presentan en formas anhedrales, subhedrales y euhedrales; presentando la macla Carlsbad y algunos con crecimiento zonal.

Los fenocristales de horneblenda se muestran en formas subhedrales y euhedrales; hay cristales alargados de horneblenda bruna cloritizada y epidotizada; también existe abundancia de cristales pseudo hexagonales de horneblenda augítica, completamente cloritizados y epidotizados algunos, presentando en ciertos casos corrosión de tal modo que sólo se ve los contornos y no la parte interna porque ha desaparecido.

La matriz es afanítica, posiblemente compuesta por plagioclasas de la misma composición de los fenocristales; presenta también alteración a caolín y sericita, con unas playas de calcita; en forma espaciada se encuentran pequeños cristales de epidota, como producto de alteración de la horneblenda.

Como elementos accesorios, aparte de la horneblenda, hay elementos oscuros y son seguramente magnetita y pirita, en tamaños medianos y microlíticos.

Por todo lo anotado líneas arriba, la roca se puede considerar neutra porque no posee cuarzo ni mucha plagioclasa cálcica. En vista de que, como minerales principales posee plagioclasas sódicas y como minerales accesorios y secundarios tiene ortosa, horneblenda, magnetita y pirita: la roca no puede ser un pórfido latítico ni un pórfido traquítico, porque no tiene alta proporción de ortosa; ni tampoco puede ser un gabro, por cuanto no posee plagioclasas más cálcicas que la labradorita en proporción elevada; luego por su textura y composición, la roca se puede clasificar como un PORFIDO ANDESITICO.

En el interior de la mina "Los Rosales N° 4" que está situada en el cerro Huayllani, en el nivel 4136 y a 500 mts. de la cortada, se ha extraído una muestra de roca de una de las cajas y el estudio microscópico ha dado las características siguientes: holocristalina en su totalidad; con textura porfídica, formada por fenocristales de plagioclasa sódica y horneblenda, en una matriz holocristalina formada también por plagioclasas sódicas, horneblenda y elementos máficos; las plagioclasas que se hallan como elementos principales, se encuentran en forma subhedral, presentando la macla de Albita, encontrándose en su totalidad en estado de alteración, reconociéndose andesina de composición aproximada  $Ab_{52}An_{48}$ ; en forma accesoria se encuentran cristales aislados de sanidina y ortosa anhedrales, cuarzo enmascarado por elementos ferromagnesianos y elementos oscuros como la pirita, magnetita y óxidos de fierro; por su textura y composición, la roca se puede clasificar como un PORFIDO DIORITICO.

El Dr. Norman D. Newell (1939), señala que este intrusivo del cerro Huayllani está constituido por diorita, pero como se ha visto sólo aflora pórfido andesítico; al respecto sugiero que quizá se refirió a que esta roca pertenecía al clan diorítico, por cuanto se aprecia una especie de secuencia: en la superficie del cerro aflora la fase de bordura, hipabisal o filoniana que es el pórfido andesítico; más al interior o a más profundidad, en el mismo cerro Huayllani, está la otra fase hipabisal o filoniana que es el pórfido diorítico, que también se acaba de estudiar al microscópio; y, seguramente a mucha más profundidad debe hallarse una masa diorítica.

¶ Parece, que este intrusivo está relacionado con los demás intrusivos de la región; seguramente es producto de la diferenciación magmática fraccionada, a partir de un magma basáltico, intruyendo en forma subsecuente a alguna orogénesis. Evidentemente, su edad es Terciaria, Post-Tacaza y Pre-Sillapaca, tal vez del Oligocénico según Ulrich Petersen (1958); pero, con seguridad relacionado a los intrusivos del Area Turriturrini, por cuanto hay similitud en la composición mineralógica, siendo tal vez contemporáneo con el intrusivo de pórfido andesítico del cerro Jancochilla, salvo que sea una intrusión independiente, correspondiendo a otro ciclo de actividad ígnea.

En los contactos con este intrusivo, las arcosas de la Formación Puno han sufrido alteraciones, principalmente caolinización y sericitización de sus feldespatos. En vista de que en algunos lugares, la Veta Principal de la mina "Los Rosales N° 4" tiene como roca encajonante, tanto el pórfido andesítico como el pórfido diorítico, estas rocas han sufrido los efectos relacionados a la mineralización, tales como piritización intensa hasta una distancia de 20 mts. de la veta, caolinización y sericitización también intensas.

Pórfido Andesítico del Cerro Jancochilla. Masa intrusiva andesítica de

tipo porfidítica, se encuentra aflorando en el cerro Jancochilla, a 4 kms. al Sur del pueblo de Mañazo, dentro del área Turriturrini de intrusión ígnea, situado en el Block Sur del Sobreescurreamiento Ma\_ravillas; esta masa rocosa tiene una longitud de unos 750 mts. por unos 400 mts. de ancho, encerrando un área de longitud de unos 750 mts. por unos 400 mts. de ancho, encerrándose un área de longitud alargada en el mismo sentido que el Sobreescurreamiento Maravillas; con una superficie irregular de numerosas protuberancias, presentando en ciertos lugares unas juntas de tipo tensional con una orientación casi de Este a Oeste, probablemente debido a procesos de enfriamiento del magma, dando la apariencia de roca sedimentaria; también, en ciertos sitios presenta formas de apariencia redondeadas debidas al intemperismo.

Esta masa andesítica intruye a formaciones marinas del Grupo Moho del Cretácico Medio, en forma de un stock, cuyos contactos están cubiertos por sedimentos cuaternarios, dando lugar a que no se pueda ver como los intruye; pues, seguramente es en forma vertical y discordante. El stock está bordeado también por el lado SE, por el intrusivo de pórfido riolítico del cerro Turriturrini; tampoco se puede observar el contacto con dicha masa rocosa porque está cubierto por material suelto, producto del intemperismo de la riolita.

La roca expuesta a la intemperie es de color gris pardo claro; en el examen macroscópico de una muestra fresca de esta roca, se ve una coloración gris con fractura irregular; sin efervescer bajo la acción del ácido clorhídrico; notándose su textura porfidica, donde se ven como fenocristales hornoblenda y feldespatos en una pasta microgranular gris.

El estudio microscópico de la muestra N° 2, extraída del mismo cerro Jancochilla, dá las características siguientes: Hemicristalina, el tamaño de los granos varía desde microgranular hasta de 2.5 milímetros de largo; euhedrales, subhedrales y anhedrales; hetero

granular, con distribución irregular; con textura porfídica, formada por fenocristales de feldespatos y hornoblenda en una matriz afanítica compuesta principalmente de feldespatos y agregados ferromagnesianos. Los fenocristales de feldespatos tienen una alteración a sericita, epidota y calcita, razón por la cual no se puede identificarlos con facilidad; predominan mayormente las plagioclasas y en muy pequeña proporción ortosa y sanidina; las plagioclasas son de la variedad andesina, en cristales de formas euhedrales y anhedrales; en gran número de plagioclasas se nota la macla de Carlsbad y muy esporádicamente la macla Polisintética o de Albita; se vé también en otros la estructura de crecimiento zonal. Los fenocristales de hornoblenda se presentan en cristales de formas euhedrales y anhedrales, siendo gran parte de ellas augítas y con mucha alteración a clorita, epidota y hematita.

La matriz está formada por una pasta afanítica de la misma composición de los fenocristales, con agregados de calcita y productos de alteración de las plagioclasas y ferromagnesianos (hornoblenda, etc.).

Gran parte de los elementos oscuros como piritita y magnetita, se encuentran como inclusiones dentro de las plagioclasas; también se ha notado casiteritas pero en forma muy esporádica.

De los fenocristales, la proporción de las plagioclasas es más o menos el 85 %.

Por todo lo dicho anteriormente, la roca como no contiene cuarzo, no puede ser un pórfido dacítico, ni puede ser un pórfido latítico ni mucho menos un pórfido traquítico por cuanto la proporción de feldespatos potásicos (ortosa, sanidina) es ínfima; tampoco puede ser un basalto, porque no posee plagioclasas cálcicas como labradorita. Según su textura y composición, la roca se puede clasificar como un PORFIDO ANDESITICO.

Es una roca intermedia, perteneciente a la fase hipabissal del clan diorítico. Indudablemente que este intrusivo guarda relación con los demás intrusivos de la región; forma seguramente la fase de bordura de una masa diorítica que seguro se halla a más profundidad.

Su edad debe ser tal vez Oligocénico, Post-Tacaza y Pre-Sillapaca, seguramente coetáneo con el intrusivo de pórfido del cerro Huayllani.

Esta masa rocosa no sirve de roca encajonante de ningún yacimiento mineralizado y desde luego, no ha sufrido ninguna acción inherente a las soluciones hidrotermales.

Monzonita. Hay rocas de composición monzonítica en el cerro Santa Carmen, a 6 kms. al SE del pueblo de Mañazo; ubicado dentro del área de intrusión ígnea Turriturini, en el Block Sur del Sobreescurrecimiento Maravillas; la intrusión es un stock, de sección horizontal casi circular, de diámetro aproximado de 300 mts. y de superficie irregular.

Esta masa monzonítica intruye a la Formación Lagunillas del Jurásico Superior, en forma casi pasiva, sin provocar disturbios ni deformaciones notables.

La roca expuesta a la intemperie, tiene colores que varían entre el gris parduzco al pardo, presentando una superficie con muchas cavidades pequeñas, seguramente debidas a la disolución de calcita, ferromagnesianos o magnetita, por el agua de lluvia.

Presenta fractura irregular y la roca en fractura fresca tiene una coloración gris clara algo rosada; efervesce violentamente con el ácido clorhídrico.

En una fractura se distinguen (fresca) cristales alargados de hornblenda y laminillas de biotita, feldspatos, como: ortosa de coloración rosada y plagioclasas blancas y grises.

El estudio microscópico de una muestra, la N° 4, procedente del mismo cerro Santa Carmen, dá las características siguientes: holocristalina, equigranular, con granos hasta de 3 milímetros de diámetro, cristales hipidiomorfos en general distribuidos irregularmente, presentando una textura granítica y fanerítica fina. Sus minerales esenciales son plagioclasas sódicas y ortosa; como minerales secundarios y accesorios tiene la biotita, horneblenda, pennitita, clorita, calcita, olivino y epídota; magnetita y piritita como minerales opacos. Los feldespatos se presentan en cristales de formas anhedral, subhedral y euhedral; presentando algunos maclas de Carlsbad y Albita; casi todos con cierto grado de alteración a arcilla, entre las plagioclasas predomina la andesita de composición aproximada  $Ab_{54} An_{46}$ , la labradorita y bitownita en menor cantidad; la ortosa se presenta en menor proporción y solamente en forma anhedral y presentando par de clivajes, se le reconoce por su extinción radial ondulante. La horneblenda está en cristales más o menos de 3 milímetros de tamaño, es de la variedad augita y presenta cloritización; como producto de alteración de las ortosas y piroxenos, se ven laminillas de biotita que se encuentra en gran cantidad y también cloritizada; epídota, como producto de alteración de la horneblenda y de la biotita; existen además playas de calcita un poco grandes.

La proporción aproximada de los minerales componentes es como sigue:

Plagioclasa sódica...	-	40 %
Ortosa .....	-	30 %
Otros (máficos, etc.)	-	30 %

La muestra no tiene cuarzo, si no sería una tonalita o una granodiorita; no puede ser una sienita, porque la proporción de plagioclasas es notablemente mayor que la de los feldespatos potásicos representados por la ortosa; tampoco puede ser una diorita, porque la proporción de ortosa es mayor que en una diorita; luego, por su textura y composición, la roca se puede clasificar como una MONZONITA BIOTITICA.

Es una roca intermedia, parecida a la sienita y a la diorita; como se ha visto en páginas anteriores, parece que tuviera alguna relación con los demás intrusivos de la zona, principalmente con la diorita hornebléndica que está en su vecindad; pareciendo ser una fase marginal de dicha masa diorítica, o tal vez sea un cuerpo ~~afé~~álite o una zona de bordura de un cuerpo batolítico granítico o granodiorítico, al igual que la roca vecina, la diorita hornebléndica.

La edad de esta monzonita y así de los demás intrusivos no está bien determinado, sólo se sabe que es Terciario evidentemente, Post-Tacaza y Pre-Sillapaca; tal vez sea Oligocénico tal como afirma dubitativamente Ulrich Petersen (1958). Con respecto a los demás intrusivos, seguramente es ligeramente posterior a la intrusión de la diorita hornebléndica del mismo cerro Santa Carmen; siendo este intrusivo diorítico el más antiguo y el de mayor profundidad, según sus evidencias mineralógicas y de textura.

Aparte de las alteraciones ya señaladas, la roca también ha sufrido una oxidación; este efecto se nota por su cambio de color a marrón claro y a marrón oscuro en la roca piritizada intensamente, cuando están expuestos a la intemperie, seguro por la oxidación de sus minerales ferromagnesianos, piritita y magnetita. Como la Veta Santa Carmen se encuentra dentro de esta masa rocosa, ha ocurrido también una alteración asociada a dicho depósito mineral, siendo de las formas siguientes: cloritización, caolinización y en mayor proporción piritización; notándose este último efecto a considerable distancia por el color marrón oscuro de la roca piritizada oxidada a limonita.

Diorita Horneblenda. Roca intrusiva de composición diorítica y de la variedad hornebléndica aflora en la falda Norte del cerro Santa Carmen, a 6 kms. del pueblo de Mañazo y muy cerca del intrusivo monzonítico de dicho cerro; perteneciendo al área Turriturrini de intrusión ígnea, ubicado éste en el Block Sur del Sobreescurrimiento Maravillas.



Aflora formando una prominencia de superficie irregular, ocupando un área de sección horizontal alargada y de 200 metros de longitud; su afloramiento se halla cubierto por depósitos Cuaternarios y es por eso que su continuidad no se puede apreciar.

Esta diorita hornebléndica se presenta seguramente intruyendo a la Formación Lagunillas del Jurásico Superior, sin que se pueda apreciar la forma que lo hace, porque como dije su afloramiento se encuentra cubierto por depósitos cuaternarios.

La roca expuesta a la intemperie tiene una coloración negro grisácea a parduzca; la muestra fresca es de color gris verdoso a negro verdoso; de fractura irregular y no efervesce bajo la acción del ácido clorhídrico. En una fractura fresca de la roca se distinguen principalmente cristales de horneblenda hasta de 4 milímetros de longitud y también plagioclasas, dispuestos en forma irregular, notándose cierto grado de alteración.

El estudio microscópico de la muestra N° 5, procedente del afloramiento situado al pie del cerro Santa Carmen, indica las siguientes características: holocristalina, heterogranular, con granos gruesos hasta de 4 milímetros de largo, con cristales por lo general anhedrales o deformados, dispuestos en forma irregular; presentando una textura porfídica, con fenocristales de feldespatos y predominantemente horneblenda, en una pasta holocristalina de feldespatos y horneblenda. Sus minerales esenciales son plagioclasa y horneblenda; como secundarios y accesorios ortosa, sanidina, augita, epidota, olivino, calcita, sericita, clorita, cuarzo muy poco, hematita, magnetita y piritita que se ve de sección cuadrática.

Entre los feldespatos, mayormente abundan las plagioclasas; habiendo en muy pequeña proporción ortosa y sanidina. Entre las plagioclasas abunda la andesina y en menor cantidad labradorita y bitownita; lo que confirma su carácter filoniano o de roca de stock muy pequeño de esta masa rocosa observada en el campo; la ortosa se le reconoce por su típica extinción ondulante y está en forma anedral y la sanidina en forma subhedral. Gran parte de los feldespatos se hallan en un estado avanzado de alteración a caolín, arcilla y calcita.

La horneblenda se presenta en forma de fenocristales y en muchísimos tamaños variando entre 0.02 y 4 milímetros de longitud, mostrando sus estrías características y por lo general intensamente cloritizadas y epidotizadas; pertenece a la horneblenda bruna o basáltica, por lo que también hay en ciertas playas una textura pilotáxica, por los entrecruzamientos de acedillos de horneblenda. Clorita, sericita, calcita y hematita, seguro son productos de alteración de la roca.

La composición aproximada de la roca es la siguiente:

Plagioclasa sódica	-	20 %
Horneblenda .....	-	70 %
El resto es .....	-	10 %

Debido a que no posee cuarzo ni mucha ortosa, no es una granodiorita ni una monzonita; no puede ser una sienita, porque sus feldespatos potásicos (ortosa y sanidina) se hallan en menor proporción que la plagioclasa sódica; tampoco puede ser un gabro, porque no posee gran cantidad plagioclasas cálcicas como labradorita, bitowita ni anortita; por lo escrito anteriormente, por su textura y composición, la roca puede clasificarse como una DIORITA HORNEBLENDICA, que es una diorita normal.

En vista de que es una roca neutra, pero la más básica entre todas de la región, supongo que es la primera fase de la diferenciación de una magna primario (granítico o granodiorítico) y por consiguiente su consolidación es muy ligeramente anterior a otros intrusivos que irrumpieron en la zona; y, quizá teniendo relación con la masa monzonítica que queda más al Sur, la misma que puede ser una facie marginal de esta masa diorítica; sin que pueda ser posible hallar la certeza de ello, porque no se observa el contacto entre las masas diorítica y monzonítica, tampoco puede observarse si hay una transición gradual de un tipo de roca a otra.

Con respecto a la edad de esta masa rocosa diorítica, no está establecida aún, sólo se sabe con certeza que es Terciaria, Post-Tacaza y Pre-Sillapaca; tal vez del Oligocénico como afirma Ulrich Petersen (1958) y evidentemente subsecuente a alguna orogénesis.

Esta masa rocosa diorítica no es roca encajonante de ningún yacimiento mineralizado y por lo tanto no ha sufrido efectos tales como piritización.

El doctor Norman D. Newell (1939) señaló la existencia de este stock diorítico, sin hacer mención de los demás intrusivos cercanos a él.

#### b) Rocas Volcánicas

Las rocas volcánicas terciarias y cuaternarias se han reconocido en muchos lugares del Perú, a todo lo largo de los Andes, principalmente en la Cordillera Occidental, en forma de potentes derrames y piroclásticos de material volcánico; por lo general de lavas andesitas y basálticas.

Estos volcánicos son considerados por Stille "Post-Orogénicos" o "Subsecuentes" al período de plegamiento principal de fines del Cretácico; sin haberse probado que, estos volcanismos terciarios y cuaternarios están también relacionados a los períodos terciarios de plegamiento, debido a que no se puede establecer la cronología exacta de estos sucesos terciarios de los Andes.

A estudios efectuados por geólogos eminentes como: Mc Laughlin (1924), Harrison (1951, 1953), Jenks (1946, 1948, 1951), Douglas (1914), Brüeggen (1934), Rüegg (1947), Newell (1949), U. Petersen (1958) y otros, se debe el conocimiento amplio de las características de estas masas volcánicas, en el Perú.

En el Sur del Perú, Jenks (1946), fue quien estudió estas masas volcánicas y en una comunicación personal a Newell, las llamó Tacaza al Inferior y Sillapaca al Superior.

Para más información, los ingenieros de minas Juan Ayza y Julián Palacios O.; hacen muy buenas descripciones de estos volcánicos post-cretácicos en sus respectivas Tesis de Grado.

Los volcánicos Tacaza, dentro del área mapeada del Distrito Minero de Mañazo no han sido intruídos por ninguna clase de roca; tampoco son rocas encajonantes de ningún yacimiento mineral como en otros distritos mineros.

El Ing° Julián Palacios Ortega, en su Tesis titulada "Geología del Distrito Minero de Puno", ha realizado estudios microscópicos de muestras de rocas de estas formaciones volcánicas, en forma detallada.

Discordancia Puno-Tacaza. El contacto de las rocas terciarias de la Formación Puno y los del Volcánico Tacaza, se ha observado en la Estancia Patillara, a 11 kms. al SW del pueblo de Mañazo; en dicho lugar se puede observar las capas de la Formación Puno buzando 15° al SW y con un rumbo N 60° W y encima, en contacto discordante angular, unas capas arcóscicas de origen continental, de edad Tacaza, originadas seguramente por erosión y sedimentación de capas más antiguas; con una potencia variable a todo lo largo del contacto, siendo su promedio 20 metros, con rumbo aproximado N 40° W y buzando 10° hacia el Norte.

Las capas de la Formación Puno fueron inclinadas y plegadas por alguna orogénesis, dando lugar a que fueran erosionadas o desgastadas hasta relieves relativamente suaves y bajos, formando las capas arcóscicas y conglomeráticas de edad Tacaza, sobre las que vino la deposición de las corrientes volcánicas de esa época.

No existe todavía una cronología precisa de las orogénesis del Cretácico Superior y Terciario Inferior, siendo esto la causa para que no se afirme categóricamente que orogénesis fue responsable de estos sucesos. Al respecto Newell (1949), afirma que hubo un plegamiento durante el Mioceno (?), del área desde la costa pacífica hasta el Escudo Brasileño, seguida por una peneplanización; sería también causante del plegamiento de los Andes de Bolivia, donde Ahlfeld (1946) corroboró lo sostenido por Stille de que, plegamientos del Cretácico Superior y Terciario Inferior son insignificantes y que la orogénesis principal se produjo durante el Mioceno y Plioceno; a este respecto, particularmente pienso que, el plegamiento principal, el más intensivo, fue mucho más antiguo, quizá durante el Eocénico Medio tal como afirma Ulrich Petersen (1958), por cuanto el volcanismo que siguió a este período orogénico fue demasiado intenso y probablemente se prolongó hasta el Oligocénico.

Volcánicos Tacaza. Constituyen el período principal del volcanismo "post-orogénico" o "Subsecuente".

El nombre de Tacaza fue sugerido por Jenks (1946), a una serie volcánica en las vecindades de la mina Tacaza, a 15 kms. al NW de Santa Lucía, estación del Ferrocarril de Puno a Arequipa; los tipos de volcánicos que descubrió en dicho lugar, están compuestos por flujos de basaltos a piroxenos, brechas, aglomerados rojos en los cuales la matriz es de origen volcánico y en la parte inferior andesita porfirítica; teniendo todo el grupo, un espesor total de 4,000 mts..- Además de la zona de Tacaza, este grupo volcánico aflora al SW del Lago Titicaca y en una franja que se extiende al Oeste, desde el Sur del Distrito Minero de Mañazo, a lo largo de la cuenca del río Tambo, desde donde corre hacia el Sur y SE, abarcando áreas de otras zonas mineras como: San Antonio de Esquilache, Ichuña, Pichacani, Puno, Ilave, Mazo Cruz, hasta la frontera con Chile. Rocas del tipo Tacaza cubren extensas zonas hacia el NW como Palca, Paratía, etc. y otras zonas extensas no indicadas, sobre todo en la vertiente Oeste de la Cordillera Occidental.

En el departamento de Puno, estos volcánicos presentan grandes variaciones litológicas, por lo general hay predominio de andesitas porfiríticas y tobas andesíticas y muy poco lavas riolíticas y basálticas.

Las calles de la ciudad de Puno se han adoquinado con tobas andesíticas labradas; lo mismo en el Stadium Municipal de dicha ciudad, este material traído de la isla de Amantani, ha servido para su construcción.

El lugar donde he podido observar mejor la secuencia del grupo Volcánico Tacaza es en el Distrito de Ichuña, allí hay conglomerados y brechas de andesita de colores verde, gris y chocolate; encima 400 mts. de lavas andesíticas verdes, grises y marrones que están dispuestas en forma de capas e intercaladas con brechas; finalmente, cubriendo a estas masas volcánicas se hallan tufos traquíticos y andesíticos cuyos colores varían entre blanco, rosado y gris marrón.

En el Distrito Minero de Mañazo, el grupo de los volcánicos Tacaza ocurre a 11 kms. al Sur del pueblo de Mañazo, en las estancias Patillara y Chearaje; está formado por derrames de andesita porfirítica y de tipo basáltico en algunos lugares, descansando sobre unas arcosas gris pardas de probable edad Tacaza, con un contacto de 20° hacia el NW; encima de esta lava andesítica de 150 mts. de potencia hay tufos andesíticos de colores variables, entre gris rosados a marrones, unidad que se puede ver más hacia el SW del área mapeada, en las estancias Toco-Toco, Anadamarca y en la Hacienda Charamaya. No he observado brechas ni conglomerados volcánicos debajo de las lavas andesíticas; tampoco he visto lavas basálticas de edad Tacaza en esta área mapeada.

En el área mapeada, al Sur del Distrito, las lavas andesíticas son por lo general porfiroides, con fenocristales de hornblenda; expuestas a la intemperie, tienen una coloración verde marrón y en trozos frescos verde oscuro a gris verdoso, o gris verdoso ligeramente parduzco; en otros lugares la lava andesítica se presenta con cristalización fina, sin fenocristales y de coloración gris verduzca clara.

Newell (1949) asignó dudativamente una edad Miocénica-Pliocénica a estos volcánicos Tacaza y después con Ahlfeld (1946) convinieron en relacionar estos volcánicos con la Formación Maumi de Bolivia, atribuyéndoles una edad Miocénica, basándose en pruebas muy limitadas de fósiles. Jenks (1946) los considera simplemente como terciarios y más antiguos que la Formación Moquegua con quien guarda cierta similitud litológica, indicando en un informe inédito para la Cía. Cerro de Pasco que, es posible, que varíe en edad desde el Cretácico más reciente hasta el Terciario Superior.

Ulrich Petersen (1958) afirma como conclusión que: "Después del Período de deformación tectónica del Eocénico, el volcanismo fue sumamente intenso a lo largo de la Cordillera, probablemente hasta el Oligocénico ("Volcaniscos Terciarios", "Tacaza"). Esto constituye el período principal del volcanismo post-orogénico "o" subsecuente."

Ulrich Petersen (1958) está de acuerdo con la correlación original dada por Ahlfeld (1946) de la Formación Mauri con los volcánicos Sillapaca; sugiere además que, la edad dada por Brüggen (1934), de que los volcánicos Tacaza son del Eocénico más reciente o Superior, sería la más acertada.

También acepta la factibilidad de correlacionar los volcánicos Corocoro III de Bolivia y Chira del Noroeste del Perú con los "Volcánicos Terciarios" o "Tacaza" del centro y Sur del Perú.

Particularmente, estoy de acuerdo con la tesis de Ulrich Petersen respecto a la edad de los volcánicos Tacaza; parece siempre que, este volcanismo es subsecuente a una gran orogénesis que se produjo inmediatamente después de la deposición de las capas Puno, que vendría a ser el plegamiento "incaico" de Steinmann. Al igual que ocurre en muchos depósitos volcánicos extensos, el grupo Tacaza presenta grandes variaciones litológicas en cuanto a tipo de roca; además se nota que, ha sufrido una orogénesis intensa que sería la "quichuana", que determinó fallamientos e intrusiones en las rocas de este grupo volcánico, seguida por una peneplanización que duró mucho tiempo, viniendo luego la deposición de los volcánicos Sillapaca.

Discordancia Tacaza-Sillapaca. Después de la deposición de los "Volcánicos Terciarios" o "Tacaza", en la Región del Lago Titicaca hubo un proceso orogénico que se llamó "quichuana", con una compresión de NE a SW; produciéndose plegamientos, fallamientos e intrusiones, seguidos de una erosión y peneplanización; formándose una superficie que Bowman (1916) designó como superficie "post-madura", Mc Laughlin (1924) fue quien le dió el nombre de "Superficie Puna" y Brüggen le asigna simplemente como "Penillanura Terciaria".

La Penillanura Puna se habría modelado durante el Plioceno según Steinmann (1929), Ahlfeld (1946) y Welter (1947); Bowman (1916) pensó que se constituyó durante el Mioceno y Plioceno; Brüggen indica que la Formación Rioltica se extendió encima de ella, señalando que la edad de esta es Miocénica. Ulrich Petersen (1958), deduce que este episodio Puna puede ser Pre-Pliocénica.

Esta superficie fue alzada, fallada y erosionada; formándose los más conspicuos elementos estructurales del Altiplano. Las laderas orientales de la Sierra recibieron más humedad que las laderas occidentales y por consiguiente, la erosión de la Superficie Puna del lado oriental fue mayor.

En los últimos tiempos terciarios, los volcanes de la Cordillera Occidental derramaron las rocas volcánicas Sillapaca, que ocurrieron hacia el Este hasta la Superficie Puna, rellenando las zonas de tierras bajas. La antigua Superficie Puna no se vé hoy más que en las zonas más altas del Altiplano, en aquellas que no quedaron cubiertas por las rocas volcánicas Sillapaca.

La discordancia entre los volcánicos Tacaza y Sillapaca se vé muy lejos del área mapeada, en la Hacienda Copani, a 20 kms. al SW del pueblo de Mañazo. Allí se observa lavas basálticas de edad Sillapaca, descansando sobre tufos andesíticos marrones de edad Tacaza.

Volcánicos Sillapaca. La Cordillera Occidental y grandes áreas del Altiplano están extensamente cubiertas por gruesas secciones de material volcánico, conocidos con el término de Sillapaca; compuesto principalmente de lavas andesíticas, basálticas y riolíticas, tobas, brechas interlavas, tufos y conglomerados; cubren en discordancia angular las rocas antiguas truncadas por erosión; se distinguen de los volcánicos Tacaza por su color claro y su disposición casi horizontal. El nombre fue sugerido por Jenks (1946) y deriva de un grupo de altas cumbres conocidas como Cordilleras de Sillapaca, los que se encuentran al Norte de la Laguna Lagunillas, cerca de la línea del ferrocarril de Puno a Arequipa.

Estas rocas volcánicas, fueron desparramadas sobre la Superficie Puna. En la Cordillera Sillapaca, Jenks (1946) midió 400 mts. de espesor.

Hay sitios en que resulta muy difícil distinguir las rocas volcánicas y esto es mucho más difícil o casi imposible cuando las dos corrientes contactantes son del mismo tipo de roca.



Los volcánicos Sillapaca, se extienden en una gran superficie; comienzan desde Arequipa y siguen hacia el Sur fuera del Territorio Peruano, por la divisoria continental, a lo largo de las fronteras de Chile con Bolivia y Argentina. En la Región del Lago Titicaca, las ocurrencias de derrames Sillapaca son: derrames de andesita porfirítica y basalto en Pomata y Juli; derrames extensos de riolita en los distritos de Pichacani y Acora; derrames de basaltos olivínicos en los alrededores de la ciudad de Puno, extendiéndose más hacia el Oeste hacia Tiquillaca y Vilque, abarcando una parte del área mapeada del Distrito Minero de Mañazo.

En el área mapeada del Distrito Minero de Mañazo, existe un derrame de lava basáltica de 70 mts. de potencia estimada, con su típica estructura columnar, en forma discordante sobre capas continentales truncadas de la Formación Puno del Terciario Inferior. El derrame basáltico forma una meseta en el cerro Vilque, teniendo ésta una ligera inclinación hacia el Este. Es litológicamente igual a las lavas basálticas de Puno y Tiquillaca, por lo que se supone que sea una continuación de ellas.

El basalto se caracteriza por ser de la variedad olivínica, con estructura amigdaloidal, maciza y altamente competente.

Jenks (1946) sugiere que los volcánicos Sillapaca son más modernos que la Formación Moquegua, y los correlacionó con los "Volcánicos Chachani" de Arequipa, considerando que pertenecen al Cuaternario y a las Postrimerías del Terciario.

Newell (1949), al hacer su reconocimiento de estas lavas basálticas del Distrito Minero de Mañazo, les asignó dudativamente una edad Pliocénica a Reciente.

Ahlfeld (1946), correlacionó las capas Mauri de Bolivia con la Formación Riolítica de Chile y Sillapaca del Perú, asignando a todos una edad Pliocénica; correlación con que está de acuerdo Ulrich Petersen (1958), pero no así con la edad, que puede ser Miocénica según como afirma Brüggen.

Particularmente pienso que, los volcánicos Sillapaca son la última fase de una nueva actividad volcánica extensa, que cubrió una superficie de terreno de poco relieve por la erosión prolongada que sufrió; y su edad creo yó, pueda que sea efectivamente del Pliocénico hasta el Reciente, tal como sostiene Newell (1949), pareciendo evidente que, la mayor parte del volcanismo se hubiera completado durante el Pleistógeno, debido a que en algunas partes de la Sierra alta está erosionada por los glaciares.

Alabeamiento Post-Sillapaca. Las rocas Sillapaca han sufrido un pequeño arqueamiento y en general una ligera inclinación. La meseta basáltica del cerro Vilque tiene una ligera inclinación hacia el Este.

En otros lugares, se han observado fallamientos en estas rocas.

Parece que el mayor arqueamiento y levantamiento de la Cordillera se operó antes de que se depositaran estos volcánicos y seguro se prolongó hasta los inicios de este proceso.

### 3 Rocas Metamórficas

En el área mapeada del Distrito Minero de Mañazo, se distinguen claramente dos tipos de rocas metamórficas; por Metamorfismo Regional y por Metamorfismo de Contacto.

Por Metamorfismo Regional, cuando es por resultado de acciones regionales de amplia magnitud, que pueden ser producidas por acumulaciones sucesivas o muy potentes de materiales, que elevan gradualmente la temperatura y presión a medida que aumenta la profundidad a que estuvieron enterradas (Metamorfismo Estático); también puede ser por las fuerzas diferenciales a que puede estar expuesta una roca, las mismas que pueden ser capaces de producir los pliegues y las fallas compresionales en los procesos de formación de las montañas (Metamorfismo Dinámico). Generalmente, estas dos acciones metamórficas actúan combinadas, como en el caso de las cuarcitas de la Formación Lagunillas del Jurásico Superior en la que, algunas de ellas presentan exfoliaciones, siendo esto en resultado de Metamorfismo Dinámico.

Por Metamorfismo de Contacto, son las que se producen por contacto con masas ígneas ya sea intrusivas o volcánicas; los materiales que se hallan en contacto con estas masas a elevada temperatura, pueden ser calentados, invadidos por gases o líquidos diversamente afectados, como ocurre en las calizas y arcosas que rodean a las rocas ígneas del Distrito.

Como productos de Metamorfismo Regional, aparte de las cuarcitas, pueden ser también las lutitas, que pueden considerarse como rocas que han sufrido metamorfismo débil. Las cuarcitas del Distrito Minero de Mañazo están en la Formación Lagunillas del Jurásico Superior, ubicado en el Block Sur del Sobreescurreamiento Maravillas; como son resistentes a los agentes erosivos, forman crestas irregulares y prominencias en los Cerros Santiago y Corcollana. La utilidad doméstica de las cuarcitas es que, los lugareños las utilizan en morteros para triturar los alimentos, tal como hacían los antiguos peruanos y mexicanos; de allí que, la hacienda donde afloran estas cuarcitas y el río que la cruza se llaman Conaviri (nombre que deriva de la palabra quechua cona, que quiere decir mortero en castellano).

En seguida, haré una descripción de algunas muestras, de cuarcitas de la Formación Lagunillas:

Muestra N° 9. Esta muestra fue extraída de la cumbre del cerro Santiago, a 7,7 kms. al SE del pueblo de Mañazo.

El examen macroscópico de la muestra da las características siguientes: es de color rosado, tiene cierto aspecto ceroso, con fractura irregular; no efervesce bajo la acción del ácido clorhídrico, los compuestos que se distinguen son cuarzo y feldespatos sin notarse orientación.

El examen microscópico da las características siguientes: se ven cristales de granos finos, equidimensionales e interdigitados, anhedrales, equigranulares, distribuidos irregularmente y presentando textura granular.

Como componentes principales tiene cuarzo y feldespato potásico (ortosa y microclina), muchos de ellos sericitados y caolinizados; como elementos accesorios y secundarios tiene plagioclasa de la variedad andesina, residuos de hematita, biotita y zircón. El cuarzo se halla en formas angulosas y subredadas. La proporción de los componentes minerales es como sigue:

Cuarzo .....	-	90 %
Feldespato Potásico	-	7 %
Otros .....		3 %

que nos permite clasificar la roca como una cuarcita feldespática, por metamorfismo de una arenisca feldespática.

Muestra N° 13. La muestra fue extraída cerca de la cumbre del cerro Corcollana, a 7 kms. del pueblo de Mañazo.

El examen macroscópico de la muestra da las características siguientes: es de color blanco con manchitas amarillas, fractura irregular, no efervesce bajo la acción del ácido clorhídrico; sólo se distinguen como sus componentes cuarzo sin que se pueda apreciar ninguna orientación.

El examen microscópico de la muestra da las características siguientes: se ven cristales de granos finos hasta de 0.3 milímetros de longitud, heterodimensionales y digitados, anhedrales, heterogranulares, distribuidos irregularmente y presentando textura granular.

Como elementos principales tiene cuarzo casi íntegramente y como elementos secundarios o accesorios tiene magnetita que está profusamente diseminada en toda la muestra. Los granos de cuarzo están bien trabados unos contra otros y en algunas playas se presenta como cementante la sericita; el cuarzo se presenta en formas angulosas, subangulosas y esporádicamente redondeadas, con halos de pleocroísmo en algunos; hay fragmentos de cuarzo metidos dentro de los cristales medianos. A 1200 X se nota algunos cristales de ilmenita atravesando los granos de cuarzo.

Como quiera que la muestra está compuesta enteramente de cuarzo, se la puede clasificar como una cuarcita normal, por Metamorfismo Regional de una arenisca.

Muestra N° 18. La muestra fue extraída de la falda NE del cerro Corcollana, a 7 kms. al SE del pueblo de Mañazo.

El examen macroscópico de la muestra dá las características siguientes: expuesta a la intemperie tiene color blanco a crema, pero en trozo fresco tiene color gris; con fractura irregular, no efervesce bajo la acción del ácido clorhídrico; los compuestos que se distinguen son cuarzo principalmente, magnetita y feldespatos.

El examen microscópico de la muestra dá las características siguientes: se ven cristales de granos finos, heterodimensionales, con granos de cuarzo interditados (apretujados), anhedrales, heterogranulares, distribuídos irregularmente y con textura granular. Como elemento principal tiene cuarzo casi íntegramente y como elementos accesorios o secundarios se presenta ortosa, epidota, en forma esporádica: playas de sericita, casiterita y magnetita. El cuarzo se presenta en granos subangulares y subrodados con ortosa de cementante; algunos granos de cuarzo son de origen volcánico, deformados por presión; presentan extinción ondulante; algunos cuarzos tienen finas agujas de rutilo y es posible que las agujas hayan venido con el mismo cuarzo.

Hay granos de ortosa, pero están en un alto grado de alteración a sericita.

En vista de que mayormente tiene como componente principal cuarzo, la roca se puede clasificar como una cuarcita por Metamorfismo Regional de una arenisca.

Los cambios físicos y químicos provocados en los materiales de las rocas, por contacto de masas ígneas, no son tan notables en el área mapeada del Distrito Minero de Mañazo.

Los derrames de lavas de los volcánicos Tacaza y Sillapaca han provocado la decoloración y tal vez alguna alteración de la composición química de las rocas sobre las que yacen; en efecto, las areniscas y arcosas del Terciario han cambiado a una coloración negro rojiza, adquiriendo cierta consistencia al golpe.

El intrusivo de pórfido andesítico del cerro Jancochilla ha causado un ligero incremento en la consistencia de las arcosas que la rodean y también, ha afectado en muy pequeño grado a los calcáreos del Grupo Moho, provocando una ligera recristalización de la calcita; la muestra N° 16, es extraída de un lugar que no es el contacto propiamente, pero si ya se halla dentro de la zona de metamorfismo.

Muestra N° 16. La muestra fue extraída en una quebrada que queda al W del cerro Jancochilla, en la margen izquierda del río Acutaqueña y a 4.5 kms. del pueblo de Mañazo; sobre el camino de dicho pueblo a San Antonio de Esquilache.

El examen macroscópico de la muestra da las características siguientes: la muestra es de color negro, con fractura concoidal; efervesce violentamente bajo la acción del ácido clorhídrico; no se distinguen componentes de la masa, pero si calcita en unas fracturitas.

El examen microscópico de la muestra da las características siguientes: mayormente está constituida por una fina cristalización no determinable que por sus características corresponde al carbonato de calcio; esporádicamente se hallan algunos cristales de plagioclasa de un milímetro de longitud y algunos cristales de calcita subhedrales rellenando las fracturas; la roca es evidentemente fosilífera, no pudiéndose determinar especies, sin embargo en algunos casos se puede de terminar la presencia de esponjas.

Por su composición y características, la roca se clasifica como una caliza con ligero metamorfismo, por cuanto la caliza está recristalizada ligeramente y ha cambiado a color negro.

Los intrusivos de monzonita y diorita hornobléndica del cerro Santa Carmen, han producido cierto endurecimiento en las rocas que la rodean; igualmente, el intrusivo del cerro Huayllani, en donde la textura porfidítica del pórfido andesítico no ha variado, notándose sólo, que en el contacto el metamorfismo es de menor grado, sólo se ve que las arcosas grises y chocolates del Terciario están coloreadas a un color blanco o marrón con manchitas rosadas y han adquirido cierta consistencia; notándose también que los feldespatos de las arcosas y del pórfido, han sufrido regular alteración a caolín y sericita.

El intrusivo de pórfido riolítico del cerro Turriturrini, ha provocado ligera silicificación de calizas que se hallan en zonas algo alejadas, lo que se vió al estudiar muestras en el capítulo de Rocas Sedimentarias.

En unos calcáreos de la Formación Ayabacas del Grupo Moho, perteneciente al Cretácico Medio, se ha notado marmolización, debido a que estos calcáreos se hallan en una zona muy cercana al intrusivo de pórfido riolítico del cerro Turriturrini; a continuación se hace un estudio de una muestra.

Muestra N° 10. La muestra ha sido extraída en la falda E del cerro Turriturrini, a 4.7 kms. al SE del pueblo de Mañazo y cerca al intrusivo de dicho cerro.

El estudio macroscópico de la muestra dá las siguientes características: la muestra es de color blanco crema, con fractura irregular, efervesce violentamente bajo la acción del ácido clorhídrico; sólo se distingue ligeramente calcita con su color crema característico.

El examen microscópico dá las características siguientes: es una caliza brechosa sin microfósiles, con fracturas rellenas de calcita cristalizada; se nota ligera marmolización ya que hay proceso de recristalización con incipiente proceso de silicificación; se notan cristales euhedrales de tamaño medio y fino de calcita, viéndose que los primeros se hallan formando fenocristales en una matriz de los segundos; la calcita se ve con su pleocroísmo característico y sin clivajes definidos.

Teniendo en cuenta su composición y características, la muestra se puede clasificar como una caliza brechoide marmolizada.

## B Geología Estructural

La Región del Lago Titicaca ha sufrido las acciones de un fuerte tectonismo que, ha deformado sobre todo a las formaciones mesozoicas y dando origen inclusive a la Hoya del Lago del mismo nombre; Steinmann (1930); Moon (1939), Ahlfeld (1946) y Newell (1949).

El Geosinclinal Primitivo (zócalo desconocido de edad probablemente Precámbrica) ha sido comprimido contra una cuña sumergida en el Golfo del Perú, mediante un movimiento continental de Este a Oeste; a raíz de esta comprensión se produjo una serie de replegamientos (origen) que determinaron la estructura de la Hoya del Lago Titicaca. Según Steinmann, los replegamientos se efectuaron en el orden siguiente; en el Cretácico, la Fase Peruana; en el Mioceno, la Fase Incaica, con arqueamiento inicial de toda la Cordillera y en el Plioceno, la Fase Quichuana. En esta última fase, las rocas del Altiplano han sido grandemente deformadas y rotas; produciéndose sobreescurrimientos con empujes laterales debidos a fuerzas de compresión que, en sentido de Norte a Suroeste produjeron desplazamientos hacia el Noreste (Sobreescurri

mientos Maravillas y Pirín), o en sentido opuesto, de Suroeste a Noreste, produciendo desplazamientos hacia el Suroeste (Sobreescurrecimientos Azángaro y Suches), determinándose en esta forma las estructuras más importantes del Altiplano, a uno y a otro lado del eje de la Hoya del Lago Titicaca; además, estas compresiones se manifiestan por bastantes pliegues recostados, volcados y rotos; muchos de éstos, son pliegues de arrastre producidos por un movimiento diferencial entre unidades competentes, terciarias y devónicas?.

En el área mapeada del Distrito Minero de Mañazo (por donde cruza el Sobreescurrecimiento Maravillas), se observan rasgos estructurales que son característicos en toda la Región del Lago Titicaca, tal como puede verse en los perfiles estructurales que acompañan a este trabajo; se observan pues, efectos provenientes de: plegamientos, fallamientos, diaclasas, discordancias, intrusiones y extrusiones de rocas ígneas.

Quizás en este Distrito, estos rasgos estructurales sean los más complejos y variados de toda la Región del Lago Titicaca, por cuanto, es algo difícil su interpretación.

Plegamiento. Las fuerzas de compresión han representado un rol importante en este aspecto, habiendo generado la deformación y distorsión de los estratos, sobre todo de los mesozóicos.

El Distrito Minero de Mañazo, es una zona que presenta un sistema de plegamientos cuyo rumbo promedio de los planos axiales es en dirección Este a Oeste.

En total se tiene 3 anticlinales y 4 sinclinales. Debido al plegamiento, los estratos de las diferentes rocas de la zona, tienen un rumbo aproximado al rumbo de los plegamientos generales, es decir, aproximadamente Este a Oeste; con buzamientos variables tan bajos como 8° y altos como 85°, a uno y a otro lado del eje de los plegamientos.

En el área estudiada se han mapeado los plegamientos siguientes:

Sinclinal de Vizcachani. Esta estructura que es la única situada al Sur del Sobreescurrecimiento Maravillas, queda al frente del caserío de la Hacienda Vizcachani; su eje es cruzado por la Carretera



Panamericana que va a Arequipa y es justamente allí donde sus flancos forman dos prominencias. Seguro que la extensión de su eje es grande, quizás hasta las cercanías del pueblo de Vilque. Se ha evidenciado la existencia de este Sinclinal por la distinta dirección del buzamiento de los estratos de la Formación de Puno, formados en tufos volcánicos y arcosas lilas, visibles para un viajero frente al caserío de la Hacienda Vizcachani; buza  $10^\circ$  en ambos flancos; el rumbo de su eje se puede considerar aproximadamente de Este a Oeste; siendo un pliegue seguramente simétrico, con su plano axial vertical; no se puede pues tomar medidas precisas de esta estructura por la potente cubierta cuaternaria que la oculta.

Sinclinal de Collcani. Este pliegue está situado en los terrenos de la Hacienda Cayrani, al Sur del Cerro Chararapi, a 10 kms. al SE del pueblo de Mañazo; su eje se aprecia en una longitud de 1700 mts., con rumbo de S  $80^\circ$  W, de una variación muy ligera hacia el Este. El buzamiento de sus flancos es de  $60^\circ$  y  $40^\circ$ , siendo el flanco Norte el más empinado, de tal modo que el pliegue vendría a ser de tipo asimétrico.

Este pliegue está formado en unas cuarcitas blancas, seguramente de la Unidad 6 en la Sección N° 1, medida en el cerro Corcollana. Se nota que el eje de esta estructura tiene una ligera inclinación hacia el Este.

Anticlinal de Collcani. Esta estructura es visible cerca del anterior pliegue, y tiene casi una orientación paralela a ésta, S  $95^\circ$  E. Los flancos del anticlinal tienen buzamientos de alrededor de  $42^\circ$  y  $28^\circ$ , siendo el flanco Sur el más empinado, de tal modo que a este pliegue lo hace de tipo asimétrico. Este pliegue está formado en cuarcitas blancas, las mismas de la anterior estructura. Igualmente, el eje de este pliegue tiene una ligera inclinación hacia el Este y se prolonga una distancia de dos kilómetros o más.

Sinclinal del Cerro Santiago. Este pliegue es claramente expuesto en el Cerro Corcollana, a 8 kms. al SE del pueblo de Mañazo; está formado en lutitas de color marrón oscuro en su núcleo, areniscas pardas y cuarcitas blancas de la Unidad 7, en la Sección N° 1 de

la Formación Lagunillas del Jerásico Superior. Su eje tiene una orientación casi paralela al anterior pliegue, muy ligeramente E a W, pro longándose una distancia de 2.5 kms..

El buzamiento de sus flancos es variable, gradualmente entre 40° y 80°, siendo el flanco Sur el más empinado, de tal modo que se presenta como un pliegue asimétrico.

Anticlinal de Yanapusa. Este anticlinal se halla al Sur del Cerro Santiago, a 8.5 kms. al Sur del pueblo de Mañazo; su eje se prolonga más de 5 kms. en los terrenos de la Estancia Yanapusa y está formada en las lutitas negras verdosas fosilíferas de la Unidad 3 en la Sección N° 1, de la Formación Lagunillas del Jurásico Superior; su rumbo es variable, más o menos hacia el N 55° W, con una fuerte desviación gradual hacia el Norte; el buzamiento de sus flancos es alrededor de 15° y 18°, siendo su flanco Norte el más empinado aunque se ve muy ligeramente, tal como un pliegue asimétrico abierto.

Sinclinal de Panipera. Este pliegue está situado al Sur del Cerro Pucará, a 8.5 kms. al SW del pueblo de Mañazo; su eje se prolonga 4 kms. con un rumbo de Este a Oeste, variando hacia el NW, siendo así, casi paralelo a las estructuras principales de la Región de Mañazo: Fallas Maravillas y Santiago. Está en los terrenos de la Comunidad de Panipera y formada en unas cuarcitas grises de la Unidad 2, en la Sección N° 1 de la Formación Lagunillas; el buzamiento de sus flancos es variable, entre 25° y 40°, siendo su flanco Norte el más empinado, de tal modo que el pliegue viene a ser asimétrico.

Anticlinal de Panipera. Este pliegue está a 10 kms. al SW del pueblo de Mañazo; su eje se prolonga más de 6 kms., con un rumbo de N 68° W, aproximadamente paralelo al pliegue anterior y bien paralelo a las estructuras principales de la Región de Mañazo como las fallas Maravillas y Santiago y a una falla inversa que existe por allí cerca. Está también en los terrenos de la Comunidad de Panipera y formada en unas lutitas negras fosilíferas de la Unidad 3 en la Sección N° 1 de la Formación Lagunillas. El buzamiento de sus flancos es de más o menos 30° a 45°, siendo el flanco Norte también el más empinado, de tal modo que el pliegue resulta ser asimétrico.

Los plegamientos se han producido por efectos de fuerzas de compresión, producidas evidentemente en varias etapas; en efecto, N.D. Newell (1949), que fue el geólogo que hizo un estudio más completo de la Región del Lago Titicaca, afirma que hubo seis ciclos orogénicos en el orden siguiente:

- 1 - Cerca del final del Paleozoico.
- 2 - A fines del Jurásico, limitado principalmente a las cadenas centrales y a la Cordillera Oriental.
- 3 - Cerca del fin del Cretácico Medio; arqueamiento de la Cordillera Oriental.
- 4 - Cerca del final del Cretácico: En la Cordillera Occidental y el Altiplano, que pueda haber continuado hasta el Mioceno (?): "peruano".
- 5 - Arrugamiento durante el Mioceno (?) del área desde la costa pacífica hasta el Escudo Brasilerero, seguida por peneplanización: "incaico".
- 6 - A principios del Plioceno (?) compresión del NE al SW para formar varios sobreescurrimientos: "quichuano".

Según Newell, "los elementos estructurales más conspicuos incluso los sobreescurrimientos fueron producidos .....posiblemente a principios del Pliocénico", aunque, habiendo duda en la cronología de estos sucesos, esta compresión intrusiva puede ser más antigua, quizá Oligocénico, tal como sostiene U. Petersen (1938); salvo que si esta intensidad de deformación fue siempre a principio del Plioceno, esta pudo ser sólo local, confinada a la Región del Lago Titicaca y Bolivia, a raíz de una compresión contra una cuña sumergida en el Golfo del Perú.

Como anoté líneas arriba, no hay una cronología precisa de estos eventos; también es evidente que, a fines del Jurásico hubo un plegamiento que originó un cierto levantamiento de las capas que desaparecieron en una erosión posterior; igualmente, cerca del Cretácico Medio, o sea después de la deposición del Grupo Moho, hubo un ligero plegamiento o alabeamiento, sobre todo manifestado en el lado Occidental de la Cuenca del Lago Titicaca. Cuando llegue al Capítulo de la Geología Histórica, haré más especulación al respecto.

Fallamiento. Como ya se dijo, en la Región del Lago Titicaca se produjo una compresión del NE al SW, determinando que todas las estructuras mayores comprimidas fueran desplazadas hacia el N o el NE.

En el área mapeada del Distrito Minero de Mañazo, también hubo una gran compresión según dirección Norte a Sur aproximadamente, produciendo un gran plegamiento que posteriormente, al vencer el límite elástico de las formaciones rocosas, las ha fracturado según fallas inversas de gran longitud, siendo la más importante la Falla Inversa Maravillas, que por su gran desplazamiento neto y poco ángulo se le considera como un sobreescurreamiento, con rumbo aproximado de Este a Oeste; habiendo también dos fallas inversas adicionales paralelas en el lado Sur de la primera. Evidentemente, estas fallas inversas están íntimamente asociadas a los plegamientos, porque están originadas por la misma fuerza de compresión.

Muy ligeramente posterior al fallamiento inverso, se produjo un reajuste de los bloques de masas rocosas, dando origen a las fallas normales; estas no son pues por efectos de fuerzas de compresión, sino por tensión debidos a la gravedad; evidentemente, asociados a los plegamientos y fallamientos inversos anteriores. La presencia de fallas normales sólo al lado Sur de la Falla Inversa Maravillas, nos dá a entender que el Block Norte de este Sobreescurreamiento ha sido más estable que el Block Sur y que al movilizarse el Block Sur sobre el Block Norte y al cesar la fuerza de compresión que produjo dicho sobreescurreamiento, el Block Sur trató de buscar su estabilidad, produciéndose de esta manera las fallas normales que se hacen mención; no ocurriendo este hecho en el Block Norte, porque era el más estable. En el área se observaron 4 fallas de este tipo, con buzamientos altos y bajos hacia el Norte y el Sur, con rumbos promedios de Este a Oeste paralelos al Sobreescurreamiento Maravillas.

Después de los plegamientos y fallamientos inversos y normales anteriores indicados, han seguido actuando fuerzas de compresión también en la misma dirección Norte a Sur; quizá fue fases, pero lo cierto es que, fue hasta muy después de la mineralización de estas fallas y por consiguiente de la intrusión de rocas ígneas. Seguramente

hubo reajuste en las rocas afectadas por plegamientos y fallamientos anteriores, de tal modo que, las dislocaduras se produjeron en las zonas más débiles como son los sitios cercanos a los planos de fallas; de esta manera se produjeron 4 fallas, las que fueron rellenadas por minerales, estando situadas muy cerca de las fallas Maravillas y Santiago; también hay un tipo de fallas en el área Huayllani que, sigue casi la dirección Norte a Sur, o sea, una dirección perpendicular al rumbo de los plegamientos y de las estructuras principales de la zona y por consiguiente perpendicular al frente de empuje de las anteriores compresiones, formando un sistema conjugado con vetas.

Se describirá las principales fallas del área mapeada del Distrito Minero de Mañazo, empezando por las inversas.

#### Fallas Inversas:

Sobreescorrimento Maravillas. Es la más occidental de las grandes fallas sobreescorridas en el Altiplano y ha sido reconocida por Newell en muchos lugares, entre Maravillas y Acora, habiéndole denominado Maravillas; su frente de empuje en toda su extensión puede alcanzar por lo menos 150 kms.

En la Región de Maravillas se observan que delgadas rocas cretácicas son empujadas a través de rocas devónicas y jurásicas.

Tal como en Maravillas, en Mañazo este sobreescorrimento ha sido intruído por Stocks de pórfido andesítico, monzonita y riolita de edades más recientes que él.

En el área de Mañazo, las lutitas rojas y calizos macizos cretácicos del Grupo Moho, han sido empujadas sobre arcos competentes de la Formación Muñani del Cretácico Superior; estando las rocas del Grupo Moho en una confusa mezcla de pliegues de arrastre fracturados y siendo difícil la determinación de su estructura general.

La traza de esta falla cruza el área mapeada, en forma de un arco de Este a Oeste, pasando por los cerros Chararapi, Paltapata y Tutayani; para luego pasar por el cerro Minachilla, fuera del área; allí en este último cerro está muy bien expuesto y es observable desde la Carretera Panamericana. Esta falla pone en contacto las rocas del Grupo Moho del Cretácico Medio con las de la Formación Muñani del Cretácico Superior.

En los lugares del contacto con el plano de empuje, las rocas del Cretácico Superior presentan una reacción al arrastre de capas que seguro pasaron encima (Grupo Moho), presentando un buzamiento bien alto. Seguro que el desplazamiento se produjo por la ruptura de un pliegue recostado de grandes proporciones, sobre una superficie que se inclinó hacia el Sur, que inicialmente sería de poco ángulo y que luego tomó una forma más pronunciada por efecto de empujes posteriores evidentemente débiles; denotando además que, el movimiento fue perpendicular al rumbo promedio de Este a Oeste de este sobreescurrecimiento.

Los pliegues de arrastre formados por el Grupo Moho, están completamente desordenados, triturados y en algunos lugares fuera del área mapeada están volcados en la dirección del movimiento; por estas razones es que, no se puede medir fácilmente el desplazamiento neto y el rechazo estratigráfico de este sobreescurrecimiento; observándose en el campo que, las rocas jurásicas de la Formación Lagunillas están en un nivel más alto que las modernas.

En el área mapeada, no se observan escombros de grandes proporciones, ni de otros indicios claros que podrían indicar a simple vista la existencia de este sobreescurrecimiento, es por ello que, el limitado estadio que se hace de él, no podría obviamente dar más luz sobre esta estructura.

Falla Inversa Santiago. La traza de esta Falla pasa cerca de la cumbre del Cerro Santiago, con un rumbo de N 60° W, prolongándose en una extensión de 3 kms., siendo cortado en su extremo Este por un par de fallas normales de limitada extensión. Esta falla se reconoce por el diferente rumbo que toman las capas de la Formación Lagunillas del Jurásico Superior; se observa que, pone en contacto unas cuarcitas blancas de la Unidad 6 con unos calcáreos de la Unidad 5, de la Sección N° 1 medida en el cerro Corcollana; con un desplazamiento neto de 200 mts. sobre un plano de falla muy pálido, que inclina 74° hacia el Sur y con un rechazo estratigráfico que fluctúa alrededor de 200 metros.

Seguro que esta falla es subsidiaria de la falla principal Maravillas e igual que esta, se formó durante la etapa de plegamiento Oligocénico de las capas mesozoicas, que debido a esfuerzos de compresión las cuarcitas de la Unidad 6 y las calcáreas de la Unidad 5 se plegaron diferencialmente; de tal modo que después del fallamiento y debido al empuje de Norte a Sur, se produjo el desplazamiento hacia el Norte de los calcáreos, quedando éstas elevadas sobre las cuarcitas.

Falla Panipera. Esta falla está situada en la Comunidad de Panipera, a 10 kms. al Sur del pueblo de Mañazo; se halla afectando al flanco Norte del Anticlinal Panipera y está formado en unas cuarcitas grises y en otros sitios en lutitas negras fosilíferas; la falla es de una inclinación pronunciada hacia el Sur, corre paralela al Sobreescorrimiento Maravillas, prolongándose fuera del área mapeada por una extensión de más de 12 kms..

Fallas Normales:- Fallas de este tipo en el Block Sur del Sobreescorrimiento Maravillas, dá a entender que, al deslizarse el Block Sur sobre el Block Norte durante el sobreescorrimiento y al cesar las compresiones que dieron origen a él, el Block Sur que está encima del plano de sobreescorrimiento se ha deslizado hacia abajo por efecto de la gravedad, produciéndose la principal falla de gravedad que es la Falla Santiago, a la cual siguieron otras fallas subsidiarias menores más hacia el Sur formando un sistema escalonado, irregular y con dislocamientos en bloques de fallas gravitacionales; con rumbos aproximados Este a Oeste y buzamientos al Norte y al Sur, siendo algunas como la Falla Santiago, paralelas a la estructura principal de la zona, el Sobreescorrimiento Maravillas a la que, evidentemente están relacionadas.

Falla Santiago. Esta falla se puede observar en el cerro Chararapi, en la falda Norte del cerro Corcollana, en el cerro Ichupata, y prolongándose más dentro de los terrenos de la Hacienda Conaviri; tiene un rumbo de Este a Oeste, cruzando el área de Mañazo en forma de un arco,

Tiene un buzamiento fuerte hacia el Sur; su traza dentro del área mapeada se le reconoce en una longitud de 17 kms., prolongándose más hacia el Oeste hasta la falda Norte del cerro Ninachilla, fuera del área mapeada. Pone en contacto las capas intrincadamente plegadas del Grupo Moho del Cretácico con las lutitas gris oscuras de la Formación Lagunillas del Jurásico Superior. Esta falla se ha reconocido fácilmente por los cambios en las facies sedimentarias y por la mineralización que presenta en algunos lugares.

Falla Yanapusa. Esta falla está situada al Sur del cerro Corcollana, en los terrenos de la Estancia Yanapusa y a 10 kms. al SE del pueblo de Mañazo; con un rumbo de S 40° E y un buzamiento de 25° hacia el SW, su traza se ha reconocido por más de 3 kms. fuera del área mapeada y siguiendo casi el mismo rumbo; manifestándose en la superficie como una franja de material triturado. La falla disloca las capas de la Formación Lagunillas, produciendo en ellas un ligero desplazamiento. Ha sido un tanto difícil su reconocimiento, por el abundante material detrítico que lo ocultó en algunos tramos.

Falla Chearaje. Esta falla está situada al Sur del cerro Chearaje, en la Hacienda del mismo nombre y a 13 kms. al Sur del pueblo de Mañazo; con un rumbo de S 78° W, casi uniforme y con un buzamiento de 60° hacia el Norte. Su traza recorre dentro del área mapeada 3 kms., prolongándose más inclusive fuera del área mapeada; manifestándose en forma de un acantilado con brechas enormes y siendo ocultado en su extremo Oeste por detritus. Disloca las capas continentales terciarias de la Formación Puno.

Falla Pujropata. Esta falla está situada al Norte del cerro Pujropata, en la Hacienda Chearaje y a 15 kms. al Sur del pueblo de Mañazo; con un rumbo promedio de N 60° W y con un buzamiento de 60° hacia el Sur.



Su traza, que en forma irregular recorre dentro del área mapeada una distancia de 3 kms., pone en contacto unas cuarcitas negras verduzcas de la Unidad 2 en la Sección N° 1 de la Formación Lagunillas, con conglomerados terciarios de la Formación Puno; además, en su extremo Oeste disloca a rocas volcánicas de edad Tacaza.

Las fallas normales mineralizadas que, algunas siguen direcciones paralelas a las estructuras principales de la zona y otras a la dirección del empuje, se estudiarán en los capítulos correspondientes a la Geología Económica de la zona; de igual modo, se ha omitido el estudio de dos pequeñas fallas normales transversales a la Falla Inversa Santiago, por su pequeña extensión, aunque claro, son muy visibles porque muestran acantilados en rocas calcáreas y bastante material triturado.

Diaclasas. En el Distrito Minero de Mañazo, todas las rocas ígneas y sedimentarias presentan diaclasas, debidas a fuerzas externas de carácter tensional. En las rocas ígneas intrusivas en general, las diaclasas tienen un rumbo promedio de Este a Oeste y de Norte a Sur aproximadamente; en algunos sitios los intervalos entre ellos son cortos, tal como en el cerro Jan cochilla.

En las rocas volcánicas, principalmente en los basaltos de edad Sillapaca, existe la disyunción columnar típica en estas rocas; fenómeno que puede observar el viajero no sólo en Vilque, sino también en Tiquillaca y Puno.

En las rocas sedimentarias se presentan diaclasas perpendiculares a los ejes de los plegamientos, teniendo un rumbo promedio de Norte a Sur, siendo llamadas "diaclasas de extensión"; habiendo también otro tipo de diaclasas, paralelas a los ejes de plegamiento, llamadas "diaclasas de relajación" y teniendo un rumbo promedio de Este a Oeste. Se puede observar bien diaclasas de estos dos tipos en el cerro Tiracomilla.

Por lo general, las diaclasas están representadas en la superficie por pequeñas quebraditas si es que la roca es poco consistente a los agentes erosivos. Sus longitudes son variables, de pocos metros a más de un centenar.

Discordancias. En Mañazo hay discordancias entre las rocas ígneas y sedimentarias; sobre relieves variables y por lo general de tipo angular, debido a la falta de paralelismo de los estratos en los lados opuestos del contacto.

Mayor especulación sobre este tema se ha hecho en acápites anteriores.

Intrusiones y Extrusiones de rocas ígneas. En el Distrito Minero de Mañazo,

las intrusiones ocurren en forma de stocks de rocas macizas en dos áreas importantes de afloramiento: Turriturrini y Huayllani, en el Block Sur y Norte respectivamente, del Sobreescurrecimiento Maravillas; están formados por intrusiones de pórfido andesítico, diorita hornebléndica, monzonita y pórfido riolítico; la petrografía de cada una de estas intrusiones ya se trató en acápites anteriores.

Estas rocas intrusivas se encuentran en contacto intrusivo con las rocas sedimentarias adyacentes, las que se hallan truncadas en sus contactos, de tal modo que éstos son de tipo discordante.

Cerca del contacto con el intrusivo, las rocas sedimentarias se hallan ligeramente distorcionadas y mostrando cierto grado de metamorfismo termal.

En el área de afloramiento ígneo Turriturrini donde están emplazados el pórfido riolítico, diorita hornebléndica, monzonita y el pórfido andesítico, estos intrusivos tienen contornos redondeados, regulares, sin que se pueda saber como es el contacto entre una variedad de roca y otra, por cuanto no hay contacto visible entre ellos. La intrusión de esta área ha sido posterior a los fallamientos normales, ya que éstas no la atraviesan íntegramente.

El área de los afloramientos ígneos de Huayllani, presenta la particularidad de tener contornos en forma de dikes, algunos de los cuales presentan sus contactos con las rocas sedimentarias rumbos paralelos a la estratificación de éstas, de este modo se ve que, la intrusión de esta área, así como la del área Turriturrini son posteriores al plegamiento general Este-Oeste y al Sobreescurrecimiento Maravillas y desde luego post-tectónicos o subsecuentes a la orogenia "quichuana",

que les dió origen, seguramente fue la orogénesis que se produjo con cierta intensidad en la Hoya del Lago Titicaca, durante el Oligocénico o/a principios del Plioceno según Newell.

En cuanto a la secuencia de deposición de los afloramientos de rocas ígneas, los pórfidos andesíticos del cerro Jancochilla y del cerro Huayllani quizá sean algo contemporáneos y tal vez posteriores a los ígneos del cerro Santa Carmen: diorita hornobléndica y monzonita; pero es evidente que, todos estos ígneos son anteriores al pórfido riolítico del cerro Turriturrini, por el carácter ácido de éste. Por la similitud de los feldespatos constituyentes mayormente intermedios y por la textura porfirítica de ellos, se puede deducir que, los ígneos del cerro Huayllani, Santa Carmen y Jancochilla tienen un origen común.

Con respecto a las rocas volcánicas, las formaciones Tacaza (Inferior) y Sillapaca (Superior) se presentan en forma de coladas de lava. La Formación Tacaza, al Norte del Sobreescorrimiento Maravillas, se presenta con suave inclinación hacia el NW.

La Formación Sillapaca se presenta en forma de un banco de lava basáltica en los cerros Vilque y Tiquillaca, con suave inclinación hacia el Este; evidentemente es una típica colada de lava, depositada seguramente sobre una gran planicie de erosión más o menos horizontal, indicando que, el magma subió a la superficie en forma suave. Igualmente, la petrología de estos volcánicos ya se indicó en acápites anteriores.

### C - Geología Histórica

Du Toit (1937) afirma que la Geología de Sudamérica está ligada con la del antiguo continente de Gondwana, de tal modo que, Sudamérica formaría el borde occidental de dicho continente.

En el Distrito Minero de Mañazo, por sus características tectónicas que se ha visto, parece ser que las rocas más antiguas de la Formación Lagunillas del Jurásico Superior, descansan sobre un piso de rocas Devónicas o Pérmicas, las que a su vez han sido depositadas sobre un zócalo primitivo de edad probablemente Precámbrica

(Geosinclinal Primitivo). En otras zonas se ha visto que las rocas jurásicas están en forma discordante sobre las debónicas, como en Las Huertas cerca del pueblo de Cabanillas, haciendo sugerir que, la más antigua orogénesis en el área de la Hoya del Titicaca ocurrió dentro de los tiempos del Pérmico Inferior y el Jurásico Superior, pudiendo haber sido estas orogénesis Variscana; siendo evidente también que, al fin de los tiempos debónicos hubo un período de elevación llamado Orogénesis Arcadiana, de allí la ausencia del Devónico Superior; estando de acuerdo en este punto Du Toit, Steinmann y Douglas. No se han encontrado en el Altiplano rocas del Triásico, pero no cabe duda que, durante la época del Carbonífero Superior y el fin del Pérmico, el emplazamiento del actual Altiplano fue una área de deposición.

La Historia Geológica del Distrito Minero de Mañazo comenzaría con la deposición de las capas de la Formación Lagunillas del Jurásico Superior, a las que se les asigna una edad Calloviana a Bajociana.

Es muy cierto que, durante la época del Jurásico Superior hubo un período de elevación hasta el fin del Jurásico, de allí que no existe capas de edad Portlandiana en el Distrito de Mañazo, ni en otros lugares de la Región del Lago Titicaca; esta orogénesis es llamada Nevadiana o "Jungkimmerish", reconocida por Stille (1940) a lo largo de los Andes, la que fue seguida por una peneplanización.

Después de un período de elevación del Jurásico Superior, siguió una transgresión marina del Cretácico; avanzando el mar a principios del Cretácico sobre extensas zonas de relieve bajo, caracterizándose por ser un mar poco profundo y según Douglas (1920), se hallaba encerrado por tierras parcialmente, lo que explicaría la abundancia de yacimientos yesíferos en otras zonas. Algunos alaveamientos y curvamientos ocurrieron a fines del Cretácico Medio, o sea al final de la deposición de las capas del Grupo Mocho del Aptiano-Albiano y Cenozoico.

A fines del Cretácico según Du Toit, ha ocurrido una deriva hacia el Oeste de Sudamérica, que comenzó previamente con una actividad volcánica a fines del Jurásico, por lo cual el autor señala que fue el principio de la ruptura del Godwaba; pues, a consecuencia de

esta deriva el Geosinclinal que ya estuvo definido desde el principio del Mesozoico, fue comprimido contra una cuña del Golfo del Perú (Perteneciente al gneiss Precámbrico del zócalo primitivo), mediante un movimiento continental de Este a Oeste. A raíz de esta compresión se produjo una serie de replegamientos (orogénesis), llamándose "Peruana" la que se produjo a fines del Cretácico; pudiéndose afirmar que, en esta época la Cordillera ya emergió totalmente, cuyo indicio de ello es el carácter litológico de las Capas Rojas Terciarias. Parece que esta orogénesis fue seguida por una actividad volcánica, de allí que las capas de la Formación Puno tengan cierta cantidad de material volcánico.

Después de la formación de las capas Puno (Paleocénico?) hubo un plegamiento y peneplanización, llamada Orogénesis "Incaica" por Steimann, quien le asignó una edad Paleocénica a Oligocénica a este evento; pero a mi parecer, estoy de acuerdo con lo que afirma Ulrich Petersen (1956) que, esta orogénesis se produjo en fecha más antigua, tal vez en el Eocénico Medio y pudo ser el plegamiento principal de los Andes.

Posterior al proceso tectónico del Eocénico Medio, hubo un intenso volcanismo al que se llamó "Subsecuente" o "post-orogénico" durante el Eocénico Superior y quizá se prolongó hasta el Oligocénico, en el Sur del Perú y por consiguiente en Mañazo, este volcanismo está representado por los volcánicos Tacaza. En seguida se produjo una compresión del NE al SW, produciendo plegamientos, fallas normales como la Falla Santiago que son reajustes y se han producido por fuerzas de tensión, intrusiones de rocas ígneas relacionados a los anteriores procesos evidentemente y pequeñas fallas con mineralizaciones; se llamó Orogénesis "quichuana" por Steinmann; quizá fue en el Oligocénico, no hay fecha precisa, hay mucha divergencia en los autores respecto a la edad y que si, constituyó el plegamiento principal de los Andes o fue sólo de intensidad confinada a la Hoya del Lago Titicaca y Corocoro en Bolivia; particularmente mi opinión es que, el plegamiento principal de los Andes fue en el Eocénico Medio, cuando las capas del Grupo Puno se plegaron.

La erosión continental que se realizó subsecuentemente a la anterior orogénesis, produjo una superficie de bajo relieve llamada Superficie "Puna", según manifestó U. Petersen que, pudo ser durante el Miocénico Superior o Pliocénico Inferior.

Parece que durante el Pliocénico se levantó la Cordillera de 3,000 a 4,000 metros, en forma de una bóveda; seguro que este fenómeno ascensional de una cadena andina "sumado a la acumulación de varios miles de metros de espesor de materiales volcánicos, tubo su compensación en los hundimientos graduales que han producido en los lados Este y Oeste de la Cordillera Occidental: la fosa Krümmel de\_ delante de la Costa del Pacífico y la Hoya del Titicaca entre las cordilleras". Parodi Isolabella, en un artículo que escribió para el diario "El Comercio" de Lima sobre el origen de la Hoya del Lago Titicaca. La edad de estos eventos pudo originarse entre el Pliocénico Reciente al Pleistoceno Inferior, de tal modo que, las aguas de Mañazo desde esa fecha fueron a depositarse al Lago Ballivián, antecesor del actual Titicaca.

Finalmente, después de haberse drenado parcialmente el Lago Ballivián y haberse formado el Lago Titicaca, durante el Pleistoceno Reciente, se produjo un último arqueamiento del Sistema Andino según Newell, sin que el Altiplano fuera perturbado mucho y produciéndose la última gran fase de una gran actividad volcánica extensa que, pudo haberse producido desde el Pliocénico o en el Pleistocénico-Reciente; no hay tampoco fecha precisa de esta actividad volcánica.

Parece evidente que ha habido levantamientos durante el Pliocénico y el Cuaternario que, junto con las glaciaciones que ocurrió, han transformado el relieve del suelo de Mañazo. Los levantamientos que ocurrió se evidencian por las formaciones de terrazas y planos inclinados a medias laderas de los cerros, por la formación de un cañón profundo en el río Conaviri, al SW del pueblo de Mañazo y fuera del área mapeada y además por el constante rejuvenecimiento de los ríos de la región; no se puede precisar cuántos levantamientos fueron, pero sí es evidente que el nivel del Altiplano está en aumento durante la era humana inclusive, esto se puede observar porque no es posible la agricultura en ciertos andenes hechos en la época Tiahuaquense.

Respecto a las glaciaciones cuaternarias, se puede afirmar que fueron de 3 a 4 ciclos de glaciaciones y que muy probablemente durante el último ciclo aparecieron los primeros pobladores de esta región; se nota también, que estas glaciaciones se desarrollaron en alturas de más de 3,900 metros aproximadamente, la prueba de ello es la formación de relieves glaciares y el depósito de morrenas en las faldas de las cumbres más altas; evidentemente, los efectos erosivos de los glaciares han sido más intensos en las faldas occidentales de las cumbres que en las orientales, debido a la diferente exposición al Sol de ambas faldas.

La cronología de los eventos terciarios y cuaternarios no es precisa, de tal modo que respecto a la edad de los diferentes eventos varía de autor a autor; la correlación que se ha hecho de ellos a base de fósiles es inseguro y está desfavorecido más por el carácter continental de las capas.

-----

V - GEOLOGIA ECONOMICA

En el Departamento de Puno hay yacimientos minerales en sus 9 provincias, pero notoriamente concentrados en grupos que vienen a ser distritos mineros, en número 15; en el cuadro que sigue se señalan los principales minerales de cada uno:

<u>Distrito Minero</u>		<u>Minerales Principales</u>
Chimboya .....	-	Pb, Cu, Sb, W.
Ollachea .....	-	Cu-Ag, Pb.
Nuñoa .....	-	Pb, Cu, Mn.
Orurillo .....	-	Pb, Mn.
Potoni .....	-	Pb-Ag, Cu.
Crucero .....	-	Cu, Pb-Ag.
Picotani .....	-	Pb-Ag, Cu, Sb.
Ananea .....	-	Au.
Santa Lucía .....	-	Cu-Ag, Pb-Ag.
Cabana .....	-	Pb-Ag, Cu, W-Mo.
Mañazo .....	-	Cu-Au, Ag-Pb.
Pichacani .....	-	Pb, Cu.
Juli .....	-	Cu, Pb, Ag.
Santa Rosa .....	-	Ag-Pb
Puno .....	-	Hg, Ag.

El Distrito Minero de Mañazo, está considerado como el principal productor de Pb-Ag y Cu-Au, en el Departamento de Puno; además, en este distrito destaca más que en otro la actividad de la pequeña minería; entre 36 yacimientos pertenecientes a pequeños mineros, con una producción estimada de 1,600 T.M. mensuales, aproximadamente 600 T.M. corresponden a Mañazo, o sea el 37 %; contando además con métodos avanzados para beneficiar mineral en la Planta Concentradora "Santiago de Mañazo", propiedad del Dr. Santiago Ortega Reyes.

Una sola mina "Los Rosales N° 4" de don Faustino Condori Ticona, tiene 150 obreros y produce 500 T.M. mensuales; las demás minas trabajan con grupos escasos de obreros, hasta en forma unipersonal y familiar, alternando con operaciones agropecuarias, comerciales y artesanales.



La mayoría de las minas se hallan paralizadas, debido a múltiples causas; las únicas que se hallan en producción: la mina "Los Rosales N° 4", "Santa Mestres" y "Luz de Oro".

Los costos podrían ser menores si se aumentara la producción de las minas y si se hace más regular el ritmo de las operaciones mineras.

A continuación están las generalidades de las principales vetas, que han sido materia de estudio en la presente Tesis.

a) Veta Principal

Está en su mayor parte dentro del área de la mina "Los Rosales N° 4"; está ubicada en el cerro Huayllani, a 6.5 kilómetros al Este del pueblo de Mañazo. Es la única veta sobre la que se han hecho más de 1,800 mts. de labores, bajo programas de desarrollo y ubicación; su explotación se hace con el método del corte y relleno, empleando un promedio de 150 obreros, con regular mecanización, ya que la perforación se efectúa con equipo neumático y toda la operación se lleva a cabo con planeamiento técnico dirigido por el Superintendente Ing° Dueñas. Esta veta por el Sur, cruza el Denuncio "San Martín" de don Dionisio Silva Andrade, en una pequeña longitud, más delgada y pobre.

b) Veta A

Está en el área de la mina "Luz de Oro" de propiedad de los hermanos Baltazar y Celedonio Apaza. Está ubicada en el cerro Paltapata, a 7.0 kms. al SE del pueblo de Mañazo. Tiene una producción irregular, con frecuentes paralizaciones temporales debidas a la escasez de capital, falta de conocimientos de métodos y ayuda técnica para la operación minera; emplea de 1 a 5 obreros y ninguna mecanización.

c) Veta B

Está en el área de la mina "Luna N° 1" de propiedad del Dr. Santiago Ortega Reyes; está ubicada a 5.5 kms. al Sur del pueblo de Mañazo, en la quebrada de San Marcos; se halla paralizada actualmente por baja ley del yacimiento; con anterioridad se empleó a 10 obreros y con regular mecanización.

d) Veta Santa Mestres

Está en la mina del mismo nombre, de propiedad del Dr. Santiago Ortega Reyes; ubicada en la falda W del cerro Ichupata, a 5.5 kms. al SE del pueblo de Mañazo. Sobre esta veta se han efectuado más de 130 mts. de galerías, estocadas y piques, mayormente sobre estéril; se han empleado con regularidad a 35 obreros; con regular me canización como en la mina "Los Rosales N° 4".

e) Veta Aladino

Está en la mina "Aladino N° 6", fue de propiedad de don Francisco Guevara Ortega, quien se la vendió al Dr. Santiago Ortega Reyes; está ubicada en el cerro Tutayani, a 4.0 kms. al SE del pueblo de Mañazo. Está paralizada su explotación, porque, rehabilitar sus labores derrumbadas y para su explotación misma, es necesario emplear el método de los "marchavantes", operación que es difícil y costosa porque requiere personal especializado y mucha madera.

f) Veta Inmaculada

Está en el área de la mina del mismo nombre, de propiedad de don Juan Luna; está ubicada en la falda SW del cerro Huayllani, a 5.5 kms. al E del pueblo de Mañazo; tuvo una pequeña producción en 1960 y desde entonces se halla paralizada.

g) Veta Jorayani

Sobre esta veta se ha hecho solamente un cateo, no se sabe en que época ni por quien. Está situada en la falda W del cerro Qucaraya, a casi 5.0 kms. al Este del pueblo de Mañazo.

h) Veta Santa Carmen

Está en la mina "Santiago N° 2" de propiedad del Dr. Santiago Ortega Reyes; está ubicada en el cerro Santa Carmen, a 6 kms. al SE del pueblo de Mañazo, sobre esta veta se ejecutan trabajos de exploración, mediante pozos y medias barretas.

i) Veta Las Margaritas

Esta veta se halla dentro del área de la mina "Concebida N° 3", de propiedad de Dn. Fernando Lasteros; está ubicada en el cerro Calachuza, a 6,5 kms. al SE del pueblo de Mañazo. Se observan pocos trabajos mineros, lo que indica que tuvo poca producción, actualmente todos los trabajos se hallan paralizados, seguro por no ser económica su explotación.

j) Veta Callocachi

Esta veta se halla en el extremo Este del cerro Tujumarga, a 5.0 kms. al Este del pueblo de Mañazo; se desconoce el nombre de la mina donde está ubicada, sólo se tiene conocimiento que Don Evaristo Cossi trabajó esta veta efectuando pequeñas cortadas y medias barretas, extrayendo una reducida cantidad de mineral, razón por la cual seguramente la abandonó.

A \* Distrito y Provincia Metalogénica

Distrito Metalogénico sería una parte de la superficie que abarca una Provincia Metalogénica; el Distrito Minero de Mañazo puede considerarse un Distrito Metalogénico porque, sus yacimientos se han formado, sino fue simultáneamente, fue por lo menos, en un período muy breve de tiempo y además los liga una similitud en su origen y en sus características mineralógicas.

En el Distrito Minero de Mañazo, la mineralización constituida principalmente por plata, oro y cobre, asociadas a las intrusiones que ocurren allí y relacionadas a un tectonismo principal del lugar que es el Sobreescorrimiento Maravillas; desde luego, estas características son iguales a las de otros distritos metalogénicos esparcidos dentro de la zona tectónica determinada por el anterior sobreescorrimiento y en otras partes del Sistema Orógeno de los Andes.

Provincia Metalogénica es el área que abarca un gran sistema orógeno, y que bajo condiciones favorables casi similares; se forman allí depósitos minerales relativamente abundantes y de contenido homogéneo. Este término de Provincia Metalogénica

fue introducido por L. de Launay en 1913 y posteriormente ampliada con estudios hechos por Emmons, W. Lindgreen, E. Spurr y John Cabelman, quienes también introdujeron ideas sobre Epoca Metalogénica.

Así pues, el Distrito Metalogénico de Mañazo es una parte de una rica provincia argentífera a la que, Alan Bateman se refiere en su texto así:

"Una rica provincia argentífera que ha dado grandes tesoros comprende porciones de Bolivia, Perú y Argentina."

"Predomina en ella la plata, pero también se observa la presencia de oro y de sulfuros. Los yacimientos son filones de fisuras terciarias."

"Ejemplo: Potosí, Cerro de Pasco, Morococha y Oruro."

Dentro del Departamento de Puno, desde la frontera con Bolivia hay varios distritos metalogénicos argentíferos dentro de esta gran Provincia Metalogenética citada por Bateman, por ejemplo: Juli, Pichacani, Puno, Santa Rosa, Cabana, Mañazo, Santa Lucía, Potoni y otros distritos que tuvieron mineralización de plata en forma de argentita, polibásica y plata roja, que proporcionaron bastante riqueza durante el Virreynato y la Epoca Republicana. De todos los centros mineros, los únicos que han sido estudiados, con relativo detenimiento son: San Antonio de Esquilache y Palca, por los ingenieros que trabajaban en dichos asentamientos mineros. Algunos distritos metalogénicos han sido visitados por Carlos Posth, Castelman, A. L. Gadea, Ayza y otros, pero no hicieron estudios profundos que puedan servir como pauta para descubrir y evaluar los recursos minerales del Departamento de Puno y de este modo saber en resumen cuales son las áreas aprovechables.

#### Características Generales de los Yacimientos

Los yacimientos minerales de Mañazo, se han originado por la precipitación de los elementos metálicos y no metálicos contenidos en un fluido magmático caliente llamado solución hidrotermal, que vino a ser la última etapa de una diferenciación magmática de un magma básico profundo, el cual anteriormente dió origen a los diferentes intrusivos del Distrito, Los minerales fueron

depositados en cavidades pre-existentes en las rocas de la zona y por procesos de reemplazamiento en pequeña proporción.

En vista del origen magmático de los yacimientos de minerales hipógenos del Distrito Minero de Mañazo, haré el comentario de los diferentes factores que han concurrido en su formación:

1) Temperatura y Presión. Los cambios de temperatura y presión provocaron la deposición hidrotermal a partir de las soluciones según H. Shneiderhöhn, las temperaturas de estos yacimientos serían de 100° C a 450°C; correspondería a una profundidad de formación de 300 mts. a 4,000 mts..

2) Carácter de las Soluciones. C. L. Gratton argumenta que los fluidos mineralizadores abandonan el magma en forma de líquidos en una fase ulterior y que "inicial y continuadamente las soluciones eran alcalinas"; de tal modo que, en Mañazo se puede asegurar igualmente que las soluciones mineralizantes fueron alcalinas, las que alteraron químicamente las rocas huéspedes por efecto de la temperatura y la acción de los ácidos que contenían, pero relativamente su acción fue menor y es por ello que este hecho marca un índice de la pequeña mineralización de la zona.

3) Rocas Encajonantes. Las rocas encajonantes de los yacimientos de Mañazo están constituidos por:

- a - Rocas ígneas y sedimentarias de composición feldespática, cuyo comportamiento ha sido regularmente favorable para la deposición de la mineralización.
- b - Roca calcárea, en forma de una masa fragmentada o brechada, que constituye la más favorable para la deposición mineral.
- c - El pórfido riolítico por su carácter ácido fue menos favorable para la deposición mineral.

4) Presencia de Aberturas en las Rocas. Estas se originaron por

fracturamientos producidos por esfuerzos cortantes y de tensión, siendo cavidades donde se depositaron y circularon los minerales; en general, se puede calificar que son de dimensiones muy reducidas estas aberturas en el Distrito, así como también en todo el Departamento de Puno, habiendo una excepción con el Sobreescurrimiento de Maravillas, que tiene condiciones ideales para una buena deposición mineral.

C Estructuras y Sistemas de Fracturación

1) Introducción. Las rocas se quiebran según fracturas de tensión o cizallamiento.

Las segundas provienen de esfuerzos que tienden hacer deslizar las paredes una sobre la otra adyacente; una roca se puede quebrar también por combinación de las dos.

Las paredes de una roca fracturada, pueden ser abiertas por movimientos oblicuos al plano de ruptura, aunque la presión y el poder de disolución de las soluciones puede ser un agente activo en la separación de las paredes de una veta.

2) Estructuras - Rumbos.

a - Veta Principal. Esta veta de la mina "Los Rosales N° 4", tiene un afloramiento reconocido en 1,000 mts., con una dirección predominante de N 5° E, con ligeras desviaciones de 10° a 15° hacia el NW o al NE; su buzamiento es casi vertical, de 80° a 90° hacia el W.

La mineralización es del tipo de relleno de fisuras de una falla de edad anterior a la mineralización; constituyendo mena (mineralización económica) justamente donde las cajas son la roca intrusiva constituida por Pórfido Andesítico o bien el Pórfido Diorítico que ocurre a más profundidad; y por lo general, cuando la falla atraviesa las rocas sedimentarias arcóscicas de la Formación Puno, la estructura de la veta se adelgaza y empobrece, tal como ocurre en el sector de la mina "San Martín".

La estructura de la Veta Principal no es continua, presenta algunas bifurcaciones y pequeños saltos o desplazamientos laterales a causa de las irregularidades de la falla, que indudablemente ha tenido varias épocas de actividad. Se observa en algunos sitios de las labores, cierta tendencia de la falla que aloja la veta, a cambiar de rumbo de trecho en trecho; notándose que estos cambios tienen cierta relación con la riqueza de la veta y quizás se deba a la diferente competencia de la roca encajonante. El relleno mineralizado que constituye la veta, se presenta generalmente bien diferenciado del material de falla; dispuesta en forma de bandas con ubicación simétrica y regular.

El material de falla está constituido por panizo y roca encajonante alterada con algo de pirita diseminada.

La roca encajonante resultante de la alteración hidrotermal, consiste principalmente de arcilla muy semejante al panizo. La veta propiamente dicha se encuentra dentro del material de falla o a uno y otro lado de ella y está constituida por sulfuros de cobre y hierro, carbonatos de cobre, óxidos de fierro, cuarzo y calcita.

La potencia total de la veta y falla varía entre 40 cms. y 250 cms..

En el Sector San Martín la veta promedia 8 cms. de potencia; mientras que en los sectores Huayllani (Sur) y San Simón (Norte) de la mina "Los Rosales N° 4", promedia 24 y 23 cms. respectivamente. El tenor del mineral de la veta es poco variable, pero se observa que la deposición es en forma de rosario, tanto a lo largo de la fractura como en profundidad; en general, se puede decir que es rica y que se halla concentrado en una delgada veta, permitiendo una fácil operación de zircado.

b - Veta A. Esta veta está en la mina "Luz de Oro", pertenece a uno de los dos sistemas de vetas que hay en dicha mina; el principal sistema está constituido por la Veta A, con un rumbo promedio N 70° - 85° W. y buzamiento de 45° a 60° hacia el Sur; el sistema secundario comprende numerosas vetitas diag.

nales • perpendiculares a la principal, con direcciones entre N 30° - 65° E y N 15° - 30° W y buzamiento de 25° - 90° E; a este último sistema también pertenecen algunas fallas de poco desplazamiento que afectan a la Veta A.

La mineralización es del tipo de relleno de fracturas en una zona de falla (Falla Santiago). La escasez de afloramientos y trabajos subterráneos, impide tener un conocimiento mayor de la estructura de esta veta,

La mina necesita exploración; aunque la densidad de los trabajos existentes da una idea de las bonanzas que puedan existir y de igual modo, indican que su rumbo y potencialidad son persistentes.

En el fondo de una labor que hay sobre la Veta A, se ha reconocido una fractura en donde la veta tiene 0.80 m. de potencia; allí se observa que el relleno de la veta constituye material brechado proveniente de las cajas y en donde en forma dispersa y diseminada se halla sulfuros de cobre, fierro, óxidos de fierro y manganeso formando en conjunto una masa gris negruzca suave. Parece que este material proveniente de las cajas (lutitas negras del Grupo Lagunillas, del Jurásico Superior), ha sufrido en parte los efectos de reemplazamiento, ya que su naturaleza carbonosa le sería favorable.

c - Veta B. Esta veta está en la mina "Luna N° 1", en las labores que se ha realizado sobre ella, se ha reconocido una zona mineralizada que tenía 30 mts. de largo por 15 de alto.

Es del tipo relleno de fisura de una zona de falla (Falla Santiago) dentro de un intrusivo de pórfido riolítico el que se observa sumamente alterado a caolín en las inmediaciones de la veta.

Corre con un rumbo S 84° W, prácticamente dentro de la Falla Santiago; buzando casi verticalmente 72° al Sur.

La potencia varía entre 4 a 35 cms. y la mineralización es irregular, del tipo "rosario" o lenticular, presentando varios tramos completamente estériles.

El relleno de la veta está constituido por brechas de la roca encajonante, galena y blenda con menor proporción de sulfuros de cobre y fierro.



d - Veta Santa Mestres. Está ubicada en la veta del mismo nombre. Es la principal veta que, junto con otras vetillas secundarias, constituyen fisuras de una zona de falla (Falla Santiago); siendo rellenadas con una mineralización de plomo y plata con zinc.

Realmente, la zona está compuesta por un gran número de fallas menores, muy irregulares en dirección y buzamientos, que aparecen entrecruzadas formando numerosas fisuras en las que se aloja la mineralización.

Esta veta es más o menos continua, aunque irregular.

Se le ha reconocido en 45 mts. horizontales y en 35 mts. verticales. Su rumbo varía entre E-W en las labores superiores y al N 80° E en las labores inferiores. Su buzamiento varía entre los 35° - 45° N en su extremo Occidental. Su potencia promedio es 56 cms., pero varía entre 5 y 300 cms. (potencias de una bolsonada).

Hay una serie de vetillas irregulares y arqueadas, lenticulares y escalonadas, las que parecen desprenderse de la veta Santa Mestres, constituyendo ramales de ésta.

e - Veta Aladino. Esta veta está en la mina "Aladino N°6". La mineralización de esta veta ha ocurrido a lo largo de una zona de falla originada por el Sobreescorrimento Matavillas, o sea, en el contacto entre las Calizas Ayabacas del Grupo Moho y las lutitas y arcosas de la Formación Muñani del Oretácico Superior.

El relleno de fisuras de esta zona de fallas, forma pues una veta continua con chalcopirita y pirita de naturaleza masiva y arenosa, muy frágiles; suaves, bien trituradas y brechadas, seguro a causa de los continuos movimientos a lo largo de la gran falla sobreescurrada. De otro lado, por su posición casi paralela al contacto de las calizas y lutitas, una parte de la mineralización está dentro de la brecha de calizas, reemplazando al cemento calcáreo de éstas brechas, evidentemente en un grado poco intenso; en forma diseminada, formando a veces cuerpos de tamaños y leyes comerciales.

En general, la veta tiene dirección N 65° W, buza 75° - 90° al SW y su potencia promedio es de 55 cms..

- f - Veta Inmaculada. Esta veta de la mina del mismo nombre, tiene una estructura semejante al de la Veta Principal de la mina "Los Rosales N° 4", aunque de menor extensión.

Las cajas de las vetas son arcosas y lutitas terciarias de la Formación Puno y una roca intrusiva alterada hidrotermalmente que es el pórfido andesítico del cerro Quearayá.

La mineralización está alojada en una falla caracterizada por la abundancia de panizo y se observa que ha habido una bolsonada con mineralización, que coincidió con la aparición de la roca intrusiva, con un largo de 50 mts. y una potencia de 20 cms.; teniendo el resto de la veta potencias menores.

El rumbo general de la veta es N 10° E y su buzamiento es 70° - 80° hacia el Este. La falta de exploración y de sarrollos de esta mina, impide conocer la forma o por lo menos la tendencia de la bolsonada.

- g - Veta Jorayani. Esta veta es una fisura rellena de mineralización muy delgada, representada por una vena de limonita, que rodea a unos cristales de pirita y a residuos de chalcopirita. Su roca encajonante son arcosas cafés de la Formación Puno; la que no se halla alterada hidrotermalmente hasta el grado de que pueda favorecer la idea de que, este yacimiento tenga mineralización de importancia.

Sus características estructurales son: Rumbo N 42° W, con buzamiento 83° al SW y una potencia de pocos centímetros.

- h Veta Santa Carmen. Esta veta es de la mina "Santiago N° 2"; es de notar que, en toda el área del cerro donde está ubicada se observa un sombrero de fierro, que a simple vista da una buena impresión del yacimiento; pero con los trabajos de exploración se ha comprobado que, en realidad no tiene una mineralización de importancia; sólo se han localizado pequeños hilos de galena y blenda, demostrando que no tiene muchas

posibilidades. Su roca encajonante es una monzonita. Sus características estructurales son: rumbo  $350^{\circ}$  W y buzamientos  $76^{\circ}$  al SE.

- i - Veta Las Margaritas. Esta veta se halla dentro del área de la mina "Concebida N° 3"; consiste de una fractura rellena con minerales de cobre en mayor proporción, dentro de arcosas y lutitas de la Formación Muñani; es una veta irregular, con una dirección que varía alrededor de  $N 87^{\circ} E$  y un buzamiento de  $50^{\circ} - 90^{\circ}$  hacia el Sur.

Su potencia y concentración es notable en las capas arcósicas y se estrecha al pasar a las capas de lutitas, inclusive hasta desaparecer; la razón debe ser que las lutitas son menos competentes. Se ha observado que, su potencia en la superficie es de 20 a 200 cms. y en las labores subterráneas varía de 30 a 120 cms....

Se ha reconocido también otra veta muy cerca, ya agotada y por lo que se puede observar, ha tenido las mismas características que la veta Las Margaritas.

- j - Veta Callocachi. Esta veta está en el extremo Este del cerro Tujumarcá; es una falla dentro de un contacto sedimentario, entre unas capas de conglomerados calcáreos y unas arcosas de la Formación Puno; rellena por mineralización de cobre, caracterizada por ser muy discontinua, o sea, formando pequeños lentejones de algunos centímetros de diámetro, con alta ley de cobre; distribuidos irregularmente dentro de una masa o matriz de óxidos de manganeso y fierro, con baritina y siderita.

Su contacto con el conglomerado no es tan nítido, de allí que parece que hubiera un cierto reemplazamiento con los elementos calcáreos de éste.

Sus características estructurales son: Rumbo  $N 98^{\circ} E$ , con buzamiento de  $82^{\circ}$  hacia el Norte; con una potencia completamente variable y muy delgada. La falta de labores en el yacimiento, impide conocer sus demás características.

RESUMEN. La única forma de los depósitos es la filoniana. Las vetas se originaron por relleno de cavidades abiertas por fracturas. Consisten de cuerpos delgados bien concentrados, de mineralización por lo general irregular, de extensiones cortas, con rumbos y buzamientos relativamente persistentes; no tienen potencias uniformes, si no que a lo largo de su rumbo (como en profundidad seguramente) tienen cuerpos irregulares de mineral, o sea estructuras en rosario o bolsonadas en las vetas de Mañazo (y en casi todo el Departamento de Puno), se debió seguramente a soluciones residuales ricas, o al hecho de que fueron enfriadas rápidamente en algunos lugares, por su mezcla con aguas meteóricas.

La mineralización adquiere menos importancia cuando las fracturas guías penetran en rocas menos competentes como las lutitas y arcosas.

El cobre y la plata son los minerales económicamente dominantes.

En vista de que las vetas son delgadas y ricas, los métodos de explotación serán selectivos, o sea por zircado; en caso contrario se produciría dilución innecesaria y antieconómica. Además, cuando la mineralización es irregular, la explotación se torna algo problemática y riesgosa.

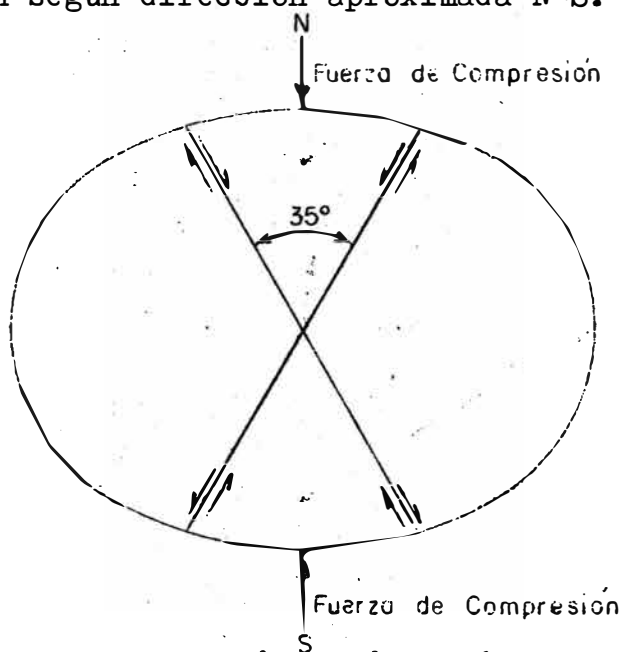
### 3 - Sistemas de Fracturación y Secuencias Tectónicas. Por

explicar el sistema de vetas en el área de Mañazo, se debe hacer la siguiente consideración:

Ya se indicó que se tuvo grandes compresiones según dirección N-S, que produjo el gran Sobreescurreamiento Maravillas; posterior a esta época, tanto al Sur y al Norte de la falla inversa han seguido actuando las fuerzas de compresión, mucho menores, de igual modo en la misma dirección y hasta después de la época de la mineralización,

En el área Sur (Block Techo), estas fuerzas de compresión mengres y las de tensión, tuvieron que aprovechar las zonas más débiles que fueron las fallas normales; mientras que en el área Norte (Block Piso), que era más estable de la gran falla inversa,

no se tenía planos débiles de fallas como en el lado Sur y por efecto de las fuerzas de compresión menores ya mencionadas en la misma dirección N-S, la fracturación en la zona se ha producido según un sistema de vetas, cuyo ángulo entre ellas es de  $\pm 35^\circ$ , cumpliendo la regla de fracturación de rocas por efecto de fuerzas de compresión según dirección aproximada N-S.



D - Mineralización Hipógena (Primaria)

1 - Mineralogía. La mineralogía hipógena de las vetas del Distrito Minero de Mañazo es simple.

Los minerales de mena en orden de abundancia son: chalcopirita, blenda, galena, argentita, chalcosina, sulfosales de plata, tetraedrita, plata nativa, oro, etc..

Los minerales de ganga en orden de abundancia son: piritita, cuarzo, calcita, arsenopirita, baritina, siderita, jaspe y otros.

## 2 Distribución de los Minerales y Valores

### a - Minerales Primarios en General.

Veta Principal. Esta veta está mayormente en la mina "Los Rosales N° 4" y una menor en la mina "San Martín". Su composición varía mineralógicamente con su proximidad o alejamiento de la superficie. Las zonas cercanas a la superficie aparecen lixiviadas con alto contenido de oro. Inmediatamente debajo de la zona li-

xiviada sigue la zona oxidada con restos de pirita, calcita, cuarzo y muy poca chalcopirita.

Las labores relativamente profundas, a más de 50 mts. debajo del afloramiento, aparecen ricas en chalcopirita, pirita, arsenopirita (al que parece que está asociado el oro), cuarzo, calcita y tetraedrita.

En el nivel más bajo que es el 4136, se observa pequeños cristales de enargita, lo que indicaría una zonación vertical sobre esta veta.

La mineralización de esta veta es del tipo mesotermal a leptotermal, es decir bastante regular y propicia a profundizar. Para tener más conocimiento sobre la mineralización de esta veta, se efectuó observaciones con microscopio sobre la sección pulida de una muestra, la N° LR4, a 150 X y con luz natural; se tuvieron los siguientes resultados:

La muestra corresponde a un relleno de fractura, inicialmente es posible que haya sido constituido por pirita; posteriormente hubo reemplazamiento incipiente de galena, a ello le sucedió un reemplazamiento quizá simultáneo de chalcopirita con tetraedrita; en seguida hubo un fracturamiento en la cual se introdujo cuarzo; en otro movimiento de las cajas, igualmente se introdujo siderita; a ello le siguió un nuevo reemplazamiento de la tetraedrita a la chalcopirita; finalmente, por enriquecimiento supérgeno, la chalcosina está reemplazando a la chalcopirita.

Se han efectuado muestreos en varias labores sobre este yacimiento, obteniéndose los resultados promedios siguientes:

% Cu 2,94, oz/TC Au 0,014 y oz/TC Ag 6,88,

= Veta A. En esta veta de la mina "Luz de Oro", en sus afloramientos sólo se observan minerales oxidados. En el fondo de los trabajos actuales, se nota mucha pirita al que parece que está asociado el oro, cuarzo, también se ven óxidos de hierro y manganeso, chalcopirita, chalcosina y malaquita. La mineralización de esta veta es del tipo leptotermal; con sus componentes íntimamente mezclados, de tal modo que no es aparente para un escogido a mano, pero apropiada para una concentración en planta de flotación.

Se han efectuado observaciones con microscopio, sobre la sección pulida de una muestra, la N° LDO, a 150 X y con luz natural, con los resultados siguientes:

-Se observa que la mineralización está formada por pirita, chalcopirita, galena, chalcosina y tetraedrita; diseminados en medio de una masa rocosa gris que es la ganga.

Se vé que se efectuó un proceso de reemplazamiento de la pirita en una roca pre-existentes, carbonatada posiblemente. Esta pirita se presenta en granos euhedrales, diseminados casi indiferentemente en la ganga (la pirita de reemplazamiento siempre es euhedral). Posteriormente a la mineralización de la chalcopirita, se han producido reemplazamientos de tetraedrita, chalcopirita y chalcosina en la pirita; no se puede establecer la sucesión exacta de estas tres últimas especies, debido a la compleja textura que ellas han adquirido; la galena queda como un remanente casi ocasional.

Se efectuó un muestreo de labores, dando los resultados promedios siguientes:

% Cu 5.34, oz/T.C. Ag trz., oz/T.C. Au 0.54

- Veta B. Esta veta de la mina "Luna N° 1", su relleno está constituido por trozos brechosos de la roca encajonante, galena argentífera de la variedad acajillo y blenda esfalerítica; en menor proporción pirita y chalcopirita con una ocurrencia errática.

Su mineralización es de tipo leptotermal. Un muestreo efectuado en una de sus labores, dió leyes siguientes:

% Pb 2.01, % Zn 3.60, % Cu 0.62, oz/T.C. Ag 6.31.

- Veta Santa Mestres. Esta veta de la mina "Santa Mestres", tiene un relleno mineralizado constituido de galena, blenda (mayormente esfalerita), sulfosales de plata y cantidades menores de tetraedrita; en una ganga de panizo, óxidos de hierro y cuarzo. Mineralógicamente y estructuralmente, la veta Santa Mestres, se puede clasificar como epitermal.

Se han efectuado observaciones con microscopio, sobre la sección pulida de una muestra, la N° SM, a 150 X y con luz natural; con los resultados siguientes:

Se observa deposición sucesiva de galena y blenda (marmatita) en espacios abiertos. En cada deposición rítmica ha habido pequeños movimientos de las paredes de la fisura. Como efecto posterior de la deposición de la blenda y la galena, tenemos el reemplazamiento de la chalcosina en la galena. A 60 X y con la luz natural, se observa: La galena presenta ligera coloración rosada, lo que indica la presencia de plata.

Hay fragmentos de galena dentro de la blenda, parcialmente reemplazados en sus bordes.

Un muestreo sobre esta veta, dió los resultados promedios siguientes:

Pb % 9.78, Zn % 9.04, Ag oz/TC 80.67.

Veta Aladino. Esta veta de la mina "Aladino N° 6", su mineralización es muy simple; consiste principalmente de cristales gruesos de pirita y cantidades menores de chalcopirita juntamente con minerales oxidados. Hay varias labores que tienen zonas piritizadas, muy blandas, con minerales bien triturados donde se han formado "echaderos", con salida espontánea del material en forma de carga acuosa; esta carga tiene un aspecto barroso y contiene gran porcentaje de cristales sueltos de pirita y algunos ojos de chalcopirita. La mineralización es de tipo leptotermal a mesotermal y tiene posibilidades de profundizar.

El tenor de la mineralización de esta veta es muy baja; se efectuó muestreos, cuyos resultados promedios son los siguientes: %Cu 2.32, oz/TC Ag trz, oz/TC Au trz.

- Veta Inmaculada. Este depósito de la mina "Inmaculada" tiene un relleno de veta que consiste de óxido de hierro y cobre, con jaspe marrón; en un pique aparece algo de pirita y chalcopirita, pero en general los trabajos han descubierto sólo mineral oxidado y calcita.

Su mineralización puede clasificarse como del tipo mesotermal a leptotermal.

El tenor de su mineralización es marginal, con un contenido de oro bajo; las mejores leyes coinciden con las de la bolsonada, porque un muestreo de ella dió los resultados siguientes: % Cu 2.57, oz/TC Ag 1.00, oz/TC Au 0.25.



- Veta Jorayani. Esta veta situada en el cerro Jorayani, tiene una mineralización muy pobre, compuesta de limonata, con algunos ojos de pirita y residuos de chalcopirita. Seguramente su mineralización es mesotermal o leptotermal. Se efectuó un muestreo de su vena mineralizada, dando los resultados siguientes:  
% Cu 0.80, oz/TC Ag trz., oz/TC Au 0.2.

- Veta Santa Carmen. Esta veta en la mina "Santiago N° 1", tiene una mineralización muy pobre, en hilos delgados, compuesta de galena y blenda esfalerítica con poca cantidad de plata. Mineralógicamente y estructuralmente, su mineralización debe ser del tipo mesotermal a leptotermal.

Se procedió a extraer una muestra, la que dió, los resultados siguientes:

% Pb 2.45, % Zn 3.16, oz/TC Ag 3.25.

- Veta Las Margaritas. Esta veta está en la mina "Concebida N° 3", en la superficie la mineralización está compuesta por óxidos de cobre y fierro, cuarzo y arcilla; en los trabajos subterráneos su relleno consiste de pirita, cuarzo, arcilla, chalcopirita y chalcosita.

Se efectuó un muestreo de un bloque, el que dió los resultados siguientes:

% Cu 9.80, oz/TC Ag 0.4.

- Veta Callocachi. Esta veta está en el cerro Tujamarca, su mineralización en superficie está constituida por óxidos de fierro, cobre y manganeso; en una labor subterránea se observan pequeños lentejos de chalcosita, dentro de una matriz de óxidos de fierro y manganeso, siderita y baritina. Estructural y mineralógicamente, su mineralización correspondería al tipo mesotermal.

Se efectuó un muestreo de este yacimiento, dando los resultados siguientes:

% Cu 6.53, oz/TC Ag Trz. oz/TC Au Trz.

**RESUMEN.** En la Veta Principal, la plata parece asociada a la tetraedrita, el oro puede que sea a la arsenopirita o a la piritita. No se disponen de análisis individuales para verificar estas posibles asociaciones.

Parece que la piritita ha ocurrido en más de una etapa de mineralización, ocurre en casi todas las vetas; evidentemente en la Veta A, el oro se halla asociado a ella.

Las vetas del Distrito Minero de Mañazo, son del tipo leptothermal a mesothermal en promedio.

Solamente la Veta Santa Mestres es de baja temperatura, epithermal o quizás más baja aún.

En las minas del Distrito, no hay labores suficientes que profundicen sobre las vetas, para saber si muestran telescopización de la mineralización en profundidad; tampoco está definida una zona de mineralización horizontal.

Zonamiento de los minerales, es un concepto que involucra el orden de deposición de los minerales; los menos solubles cerca de la fuente de origen (intrusivo ígneo) y los más solubles lejos; en este fenómeno, las variaciones de ley del metal dominante, así como las combinaciones y asociaciones típicas como en estos yacimientos de Mañazo, tuvieron relación con las condiciones presentes durante la deposición de la mineralización; estas condiciones fueron: temperatura, presión y potencia química de las soluciones mineralizantes que alcanzaron hacia arriba, a través de rocas relativamente frías. Lejos de la fuente de origen (intrusivo), la temperatura y la presión disminuirán, así como el poder disolvente de las soluciones después de la deposición y reacción con las rocas encajonantes; serán bruscos estos cambios, si las soluciones ascendentes tienen contacto con masas de aguas freáticas frías.

#### **b - Minerales Primarios Individuales**

- **Arsenopirita.** Es un sulfuro de arsénico y fierro,  $SAs\ Fe$ ; se le llama también mispiquel y pertenece al Sistema Monoclínico; se encuentra en forma de cristales prismáticos, alargados, ligeramente radiados o granudos; con estructuras idioformas, hipioformas y alotrioformas. Tiene el color gris de acero, similar al color del estaño.

Se observa este mineral solamente en la Veta Principal de la mina "Los Rosales N° 4", en todos sus niveles. Está asociado con la pirita, chalcopirita, tetraedrita y seguro con el oro; tal vez a mayores profundidades de la veta, su asociación sea con minerales de estaño tal como en Bolivia.

- Pirita. Es un sulfuro de fierro,  $S_2Fe$ ; se le llama pirita de hierro y pertenece al sistema Cúbico.

Su ocurrencia es en casi todas las vetas de Mañazo; se presenta en forma de masas irregulares compactas o diseminadas, en granos finos y en cristales de tamaños apreciables hasta de 3 cms. de lado, formando piritoedros y cubos, tal como puede observarse en la Veta Principal de la mina "Los Rosales N° 4". Sus estructuras son idiomorfas, hipiomorfas y alotriomorfas. Tiene el color amarillo de latón, con tonalidad verdosa. En Mañazo se halla asociado principalmente a la chalcopirita y al oro. En la Veta Principal además está asociado al cuarzo y a la chalcopirita; en la Veta A, al cuarzo; en la Veta B a la blenda; y en la Veta Las Margaritas al cuarzo y según parece a la chalcosina.

En la Veta Principal se ha notado que, las piritas bien cristalizadas o sea idiomorfas e hipiomorfas no poseen valores en oro y plata. También se observa pirita fina y diseminada en las rocas encajonantes, como producto del fenómeno de piritización.

- Chalcopirita. Es una sulfosal, sulfuro de cobre y fierro,  $S_2FeCu$ ; se le llama también calcopirita o pirita de cobre; pertenece al Sistema Tetragonal. Se presenta generalmente en forma de masas compactas, irregulares y con estructura hipiomorfas. Muestra coloración de amarillo latón a amarillo de oro con tonalidad verdosa. Este mineral, viene a constituir el principal mineral económico de la zona; ocurre en casi todas las vetas de Mañazo, asociado principalmente a la pirita, con la que seguro tiene una intermineralización en parte, ya que de allí se observan variaciones de color.

En la Veta Principal donde abunda este mineral, ocurre en todos los niveles de la mina, pero no en la forma continuada horizontal ni vertical, indicando de este modo que su deposición fue en forma de rosario. En algunos lugares muestra fuertes coloraciones

azules, verdes, rojas y violetas, seguro originadas por las aguas filtrantes.

- Blenda. Es un sulfuro, sulfuro de zinc  $SZ_n$ ; se le llama marmatita o esfalerita, según tenga mayor o menor fierro; pertenece al Sistema Cúbico. En Mañazo ocurren las dos variedades, pero mayormente la esfalerítica; se presenta en forma de masas compactas y muy poco diseminadas en agregados granudos con estructura alotriomorfa.

Mayormente existe en la Veta Santa Mestres de la mina del mismo nombre, en la Veta B de la mina "Luna N° 1" y en la Veta Santa Carmen. Presenta la asociación característica con la galena y probablemente en la Veta Santa Mestres, esta asociación incluye a la tetraedrita.

Galena. Es un sulfuro de plomo del Sistema Cúbico,  $SPb$ ; se llama también galenita. Es el tercer mineral económico de la Región.

Ocurre en todos los niveles de la Veta Santa Mestres, que es la que más produce plomo; allí se presenta en forma de masas compactas gris oscuras, con estructuras alotriomorfas; asociado indudablemente a las sulfosales de plata, argentita y principalmente a la blenda.

No se sabe aún, por falta de labores que profundicen sobre esta veta, cómo continúa esta asociación en profundidad.

En las vetas Santa Carmen y B, se presenta en forma de agregados granudos bien finos, totalmente compactos; mostrando una estructura idioforma, con cristales cúbicos sumamente pequeños. La galena de estas vetas se llama acerillo; son argentíferos y tienen coloración gris plomiso; igualmente, están asociados a la esfalerita principalmente y a minerales de plata con seguridad.

- Tetraedrita. Se le llama cobre gris; es una sulfosal de fórmula  $3Cu S. Sb_2 S_3$ ; si en vez de Sb fuera Sn sería tenantita; pertenece al Sistema Súbico. En las vetas del Distrito se halla en forma bien reducida; solamente se ha observado en las vetas Principal y Santa Mestres. Se presenta formando pequeñas masas compactas;

irregulares y de estructura alotriomorfa. Son generalmente de colores oscuros, oliváceos y parecidos al carbón de piedra. En la Veta Principal ocurre en todos los niveles, pero muy erráticamente; está asociado principalmente con la arsenopirita. En la Veta Santa Mestres está notablemente asociado a la blenda.

- Metales Preciosos (oro, plata).

Oro. Es un elemento, Au; pertenece al Sistema Cúbico. En el Distrito de Mañazo se presenta en las vetas Principal de la mina "Los Rosales N° 4" y en la A de la mina "Luz de Oro", igualmente hay oro en los yacimientos secundarios de Palta Pata y en San Marcos, que fueron trabajados en época pasada; en todos estos yacimientos se le puede observar a simple vista. En la Veta Principal se trabajó oro en su zona de oxidación; se presenta el oro en todos los niveles de la veta, en forma de masas laminares pequeñas o como diseminaciones pulverulentas y con estructura alotriomorfa; evidentemente, está asociado a los minerales de ganga como pirita; su coloración es de amarillo de oro claro. En la Veta A, se presenta en igual forma que en la Veta Principal; asociado a la pirita y mostrando una coloración amarillo de oro, o sea más intenso que el de la anterior veta. En los placeres auríferos mencionados, el oro se presente en forma de pepitas redondeadas y ligeramente aplanadas; no poseen tamaños considerables como las llamadas "charpas" y son por lo general muy menudas; es de la misma coloración que el oro de la Veta A.

Plata. Es el segundo en importancia económica en el Distrito, existe principalmente en las vetas Santa Mestres, B, A y Principal; presentándose como argentita, pirargirita, proustita y plata nativa.

La argentita es un sulfuro de plata,  $S Ag_2$ , del Sistema Cúbico; es el principal mineral de plata; ocurre en las vetas Santa Mestres y B, en todos sus niveles; se presenta en forma de un recubrimiento de masa pulverulenta negra del color betún negro, con estructura alotriomorfa; está asociada a la galena de ambas vetas.

La pirargita, es una sulfosal de plata,  $S_3 Sb Ag_3$ , del Sistema Hexagonal; ocurre en muy pequeña proporción en la veta Santa Mes- tres, en todos sus niveles; se presenta en forma de masas muy pe- queñas, alotriomorfas y diseminadas en medio de la galena, mos- trando una coloración rojiza oscura a gris negro; está asociado a los demás minerales de plata y a la galena.

La prouestita es una sulfosal de plata,  $S_3 As Ag_3$ , del Sistema Hexagonal; ocurre muy erráticamente en la Veta Santa Mes- tres, en todos sus niveles; se halla diseminado en forma de masas alotriomorfas pequeñísimas en medio de la galena; muestra colora- ción rojo intenso parecido al del cinabrio. Se halla asociado a la galena y a los demás minerales de plata.

La plata nativa es un elemento Ag, del Sistema Cúbico; ocurre muy esporádicamente en las labores de la Veta A de la mina "Luz de Oro"; se presenta diseminada en forma de pequeños hilos y ganchitos de color gris-plateado y amarillento, con estructura alotriomorfa. No se puede actualmente establecer si es primario o Supérgeno; tampoco puede establecerse su asociación tal vez sea con los minerales de cobre, porque poseen igual radio iónico.

En la Veta Principal de la mina "Los Rosales N° 4", leyes acusan plata, pero no se ha podido observar en qué forma está, seguro se halla asociada con algún mineral, formando una mezcla mecánica muy íntima.

- Baritina. Se llama espato rosado, es un sulfato de bario,  $SO_4$  pertenece al sistema Rómbico; ocurre principalmente en la Veta Callocachi y muy poco en las demás vetas; se presenta formando masas tabulares radiadas, de estructuras idiomorfas y alotriomorfas; muestra colores blancos con tonalidad gris. En el Departamento de Puno se halla asociado generalmente a minerales de plata.
- Calcita. Se llama espato calizo; es un carbonato de calcio que pertenece al Sistema Hexagonal. Existe muy poco en casi todas las vetas; se presenta como agregados granudos compactos, blancos con una estructura idiomorfa o alotriomorfa; no pudiéndose establecer a qué mineral se halla asociado; generalmente en el Departamento de Puno viene acompañando al cuarzo o a la pirita.

- Cuarzo. Es un óxido de sílice,  $\text{SiO}_2$ , del Sistema Hexagonal; ocurre en casi todas las vetas de Mañazo, en forma de masas compactas irregulares o en agregados granudos; mostrando estructuras alotriomorfas por lo general.

- Jaspe. Es una variedad criptocristalina del cuarzo; lo que se observa es una calcedonia opaca, coloreada a marrón oscuro; ocurre solamente en la Veta Inmaculada de la mina del mismo nombre; seguramente está asociado a los minerales de esta veta.

Siderita. Se llama también espato de fierro, es un carbonato de fierro,  $\text{CO}_3\text{Fe}$ , del Sistema Hexagonal. Ocurre solamente en la mina Callocachi, asociado a minerales de fierro; en forma de masas compactas alotriomorfas o en agregados granudos hipiomorfos; con una coloración blanca amarillenta.

Resumen. En la Veta Principal de la mina "Los Rosales N° 4", se observa en algunos sectores pirita bien cristalizada en forma de piritoedros y cubos con lados hasta de 3 cms.; este hecho indicaría que la pirita se ha depositado en un tiempo relativamente largo, o sea en forma lenta; la causa de que esta pirita no posee valores de oro y plata, puede hacer pensar de que fue de un aporte distinto y posterior.

Como se ha dicho anteriormente, quizás a más profundidad en la Veta Principal, la arsenopirita, la pirita o la chalcopirita se halle asociada con minerales estaníferos u otros que tengan mayor temperatura de formación; seguramente, en la Veta Santa Mestres que, es la única veta de mineralización de tipo Epitermal, a más profundidad el zinc aumentó a expensas del plomo y el cobre a expensas de la plata.

La plata puede estar en forma de mezcla mecánica dentro de la galena; este indica una temperatura de formación elevada y será de media o baja temperatura si disminuye el contenido de plata.

La blenda juega un papel importante para el conocimiento de la génesis de una veta, cuando mayor es el contenido de fierro de una blenda, mayor es la temperatura de formación de este mineral y viceversa, cuando menor es el contenido de fierro, la temperatura de formación ha sido menor.

c - Textura y Paragénesis. Sobre textura de los minerales, los tratados técnicos señalan diferentes nominaciones y clasificaciones; las texturas son muchísimas quizás hasta más de 6 centenares de tipos y variedades, de tal modo que el estudio detallado de esta materia, sería toda una obra científica particular y obviamente, los resultados estarían sujetos a diferencias de opinión; es por esta razón que, el suscrito ha determinado a su parecer, solamente de los minerales de las tres vetas importantes de la región, manifestando que, los minerales de las demás vetas tienen sino es igual, por lo menos si milar textura a las estudiadas, por cuanto, todas las vetas de la Región de Mañazo tienen una fuente común y se han depositado bajo condiciones y circunstancias semejantes. Las texturas señaladas son:

- 1) Mineral de la Veta Principal, mina "Los Rosales N° 4". Posee textura pegmatoide, porque se observa minerales de 1er. orden (cristales grandes), junto a minerales de 2do. orden (cristales chicos), que van ocupando espacios residuales. Si no hubiera cristales grandes, esta textura sería aplitoide.
- 2) Mineral de la Veta A, mina "Luz de Oro". Posee textura de diseminación o dispersa.
- 3) Veta Santa Mestres, de la mina del mismo nombre. Posee textura de bandeamiento por deposición sucesiva en espacio abierto.

Respecto a la paragénesis o secuencia de deposición de los minerales, se ha visto que existe una "similitud general" -según Mc Kinstry- respecto a este punto y que existen muy raras excepciones. Al haberse estudiado la paragénesis de los minerales de la Veta Principal, se vió que no se aparte de las llamadas Secuencias Usuales establecidas por Newhouse (1928) y H. Schneiderhöhn (1949), habiéndose observado inclusive repeticiones en la deposición de un mineral; por consiguiente, teniendo en cuenta que en general, la mineralización de Mañazo tuvo una fuente común y tomando como base principalmente la tabla de secuencias de Schneiderhöhn (1949), se ha establecido en forma general para los minerales de este Distrito, la siguiente Secuencia Normal de los minerales de menas y gangas:



Cuarzo  
Arsenopirita + Oro  
Pirita + Oro  
Blenda  
Tetraedrita  
Chalcosina  
Chalcopirita  
Siderita  
Galena  
Sulfuros complejos de Ag, As, Sb  
Argentita, Plata nativa, Baritina  
Calcita  
Jaspe  
Baritina

d - Clasificación de los Yacimientos. La clasificación de los yacimientos se hace desde diferentes puntos de vista, unos se basan en los aspectos genéticos de los yacimientos y otros en los aspectos magnéticos, siendo más importantes los primeros por ser más usuales, tanto en trabajos de campo, gabinetes y laboratorios.

En el presente trabajo, para clasificar los yacimientos del Distrito Minero de Mañazo, se tendrá en cuenta los últimos aspectos, en base a las opiniones de S. Schneiderhöhn (1949) para la clasificación y denominación de los depósitos magnéticos.

1) Por su Génesis:

- Muchos de los autores como Beck (1904), Bergeat-Stelzwer (1904) e Irwing (1908), han denominado Epigenéticos a esta clase de yacimientos, porque la mineralización fue posterior a las rocas que la circundan,
- Lindgreen (1911), consideró que la mayoría de los yacimientos se han formado por reacciones físico-químicas en soluciones líquidas; según su clasificación que fue la más adoptada, los yacimientos de Mañazo serían: depósitos de minerales originados por procesos químicos en masas de rocas, de sustancias introducidas por aguas ascendentes de alcance leptotermal a mesotermal, evidentemente relacionados a una actividad ígnea anterior.

- Schneiderhöhn (1932), formuló una clasificación genética más extensa, en base a ello estos yacimientos serían: de carácter magmático, de tipo magmático intrusivo y originado a partir de soluciones hidrotermales de alcance promedio leptotermal a mesotermal.

- Finalmente, según la clasificación propuesta por Alan M. Bateman, los yacimientos de Mañazo serían filones, de tipo relleno de cavidades, con minerales originados a raíz de procesos hidrotermales.

2) Por sus Aspectos Mágmaticos:

- Por la profundidad del foco mineralizante: Corresponderían a un nivel de intrusión de tipo subvolcánico.

- Por la posición relativa con el batolito: Parece que son acrobatolíticos-criptobatolíticos; es difícil discernir bien, porque son depósitos que en su mayoría están ubicados a cierta distancia -no muy grande- del batolito.

- Por la distancia con el magma original: Pueden ser apomagmáticos-criptomagmáticos, es decir que, se han formado cerca de la periferia y algo lejos del magma regional; tampoco es fácil discernir.

3) Efectos sobre las rocas encajonantes. Al ascender las soluciones mineralizantes por las diferentes aberturas de las rocas, han atacado a la roca circundante alterando su composición química y produciendo efectos comunes de alteración hidrotermal, característicos en este tipo de yacimientos como el de Mañazo: caolinización, sericitización, piritización y silicificación.

La caolinización es la más visible en las rocas encajonantes con minerales aluminíferos como las arcosas, pórfido diorítico, pórfido andesítico y pórfido riolítico; se observa en forma de un blanqueamiento de estas rocas, alcanzando a distancias considerables de las vetas, hasta 50 mts.; también es notable esta alteración cerca de las fallas que afectan estas vetas.

Al producirse una alteración hidrotermal, la hornblenda es el primer mineral atacado, siendo reemplazada por magnetita, clorita y calcita; los feldespatos son sericitizados, aunque esta última alteración no es tan notable en la zona; al final, las

rocas alteradas vienen a ser masas de roca blanquecina, con materiales arcillosos como caolín, poco de sericita, calcita, clorita, cristales de cuarzo aislados y fenocristales de feldespatos remanentes.

La piritización es bien distinguida en las cajas de las vetas, hasta una distancia de más o menos 20 mts.; generalmente está formado por diseminaciones de granos finos de piritita o rellenando pequeñas fracturas próximas a las vetas; resulta de la combinación del azufre de las soluciones hidrotermales y del hierro que contiene la roca, aunque pueda que los dos elementos también sean introducidos. La piritización es una roca ígnea, es prueba de que la mineralización es posterior a su consolidación.

Se observa silicificación en zonas cercanas a las vetas y en todas las rocas encajonantes, hasta distancias alrededor de 20 mts.; se reconoce por ciertos endurecimientos de las rocas o como venas de cuarzo hialino en las calizas.

En la Veta Aladino, una de sus cajas es caliza que, ha sufrido un cierto blanqueamiento, debido seguro a la pérdida de materiales carbonosos por efectos térmicos habidos en el momento de la formación del yacimiento. La presencia de alteraciones en las formaciones sedimentarias, es prueba de que la mineralización es posterior a ellas.

e - Controles Estructurales, Regionales, Estratigráficos y Petrográficos. En el Distrito Minero de Mañazo el plegamiento, fallamiento, intrusión y mineralización están relacionados. La mineralización más importante en la Región ocurre en espacios abiertos continuos, en zonas de brecha permeable tal como se presenta en la gran falla del Sobreescorrimento Maravillas, el que al favorecer la formación de intrusiones ígneas, también sirvió como conducto por el cual ascendió y se depositó la mineralización, bajo condiciones geológicas favorables. Esta falla constituye un control estructural-regional de mucha importancia en el Distrito de Mañazo y también en los otros distritos mineros vecinos como Santa Lucía y Cabana.

Las propiedades físicas y químicas de las rocas influyen en que las fracturas lleven mayor o menor cantidad de mineral cuando pasan de una roca a otra; son pues, los controles estratigráficos y petrográficos para buscar la mayor favorabilidad en la deposición de la mineralización en una zona. Así pues, en Mañazo las lutitas son las rocas menos favorables para la deposición de la mineralización, por ser incompetentes e impermeables al lado de las arcosas como se puede observar en la veta Las Margaritas y Santa Mes- tres; de igual modo, las lutitas son menos favorables en la Veta Aladino al lado de las calizas que son más competentes, brechadas y reactivas; en la Veta Principal de la mina "Los Rosales N° 4", el pórfido diorítico es más favorable que las arcosas de la forma- ción Puno, seguro porque es relativamente más competente y por no ser ligeramente más ácida como las arcosas; en la Veta Callocachi, los conglomerados calcáreos son más favorables que la arcosa por su reactividad y mayor competencia.

f - Afloramientos, Oxidación y Enriquecimiento Secunda- rio. Todos los yacimientos del Distrito Minero de Mañazo han sufrido intemperismo, produciéndose oxidación debido a agua de lluvia y al oxígeno de la atmósfera; afectando la composi- ción de los minerales originarios, determinando en muchos casos la modificación parcial de algunos cuerpos y en otros casos origina- cuerpos totalmente distintos; solamente aquellos minerales inataca- bles e insolubles resistieron la lixiviación que se produjo superfi- cialmente, quedando como residuos.

El material residual de estos yacimientos, con mayor proporción de pirita y otros minerales ferríferos, forman lo que el Perú se llama "pacos", también llamados "sombrosos de fierro", observándose en la parte superior de las vetas y en los afloramien- tos; compuestos por lo general de hematita, limonita, óxidos negro de manganeso, sílice, baritina, calcita, etc..

El oro nativo fue encontrado en las principales vetas Mañazo, como mineral residual y su explotación ha constituido los primeros trabajos sobre estos yacimientos.

La pirita de estas vetas, por los elementos anteriormente mencionados fue transformada en sulfato ferroso; la oxidación de fierro ferroso a férrico es retardada por ácido sulfúrico libre, por consiguiente, la pirita cuyas oxidaciones producen ácido sulfúrico libre, tiende a tener fierro al estado ferroso y por esto son llevados fuera; en cambio, según LOCKE la oxidación de ferroso a férrico es acelerada por el cobre que actúa como catalizador. El sulfato férrico se hidroliza formándose hidróxido férrico es el que se transforma en limonita. La deposición de la limonita es retrasada por el ácido sulfúrico libre y acelerada por el cobre; en el primer caso la deposición se efectúa lejos del lugar donde estaba ubicado el sulfuro, llamándose limonita transportada o esponjosa; en el segundo caso la deposición se efectúa "in situ", llamándose por ello limonita indígena o masiva, que está siempre asociada con valores de cobre. De este modo hay una constante producción de sulfato férrico y ácido sulfúrico, que son los disolventes principales y básicos en la oxidación de los minerales hipógenos de los yacimientos; realizando trabajos de ataque, disolución y acarreo más activo que las aguas meteóricas.

La oxidación siempre va aumentando desde el fondo del yacimiento hacia la superficie, de tal modo que la cantidad de limonita decrece gradualmente en sentido contrario.

La zona lixiviada tiene más porcentaje de insolubles que la oxidada y además en la primera, los elementos poco solubles como el oro y la plata son exclusivamente más altos, lo que contrariamente en la zona oxidada son bajos.

El enriquecimiento secundario es importante, puede convertir minerales de baja ley en depósitos de más alto valor comercial. Los minerales de fierro y cobre han sido los más solubles, ocupando la totalidad del proceso de oxidación, siendo mínima de los demás elementos; la actividad fue limitada por la poca profundidad en que se hallan los niveles hidrostáticos, porque por debajo de este nivel no existe oxígeno libre y la ley química de solubilidades relativas a los distintos sulfuros metálicos es nula.

Entre los minerales que se han originado en la zona de oxidación de las vetas, están los siguientes:

Limonita .....	-	Fe O (OH). nH <sub>2</sub> O
Goetita .....	-	Fe O (OH)
Malaquita .....	-	CO <sub>3</sub> Cu (OH) <sub>2</sub> Cu
Azurita .....	-	CO <sub>3</sub> Cu (OH) <sub>2</sub> Cu
Psilomelano .....	-	Mn O <sub>2</sub>
Pirolusita .....	-	Mn O <sub>2</sub>
Cerusita .....	-	Pb CO <sub>3</sub>
Smithsonita .....	-	Zn CO <sub>3</sub>
Chalcantita .....	-	Cu SO <sub>4</sub> . 5H <sub>2</sub> O
Cuprita .....	-	Cu <sub>2</sub> O
Cobre nativo .....	-	Cu
Yeso .....	-	SO <sub>4</sub> Ca. 2H <sub>2</sub> O
Oligisto .....	-	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

Se ha comprobado con observaciones microscópicas que, el principal mineral secundario de reemplazamiento es la chalcosina, por arsenopirita, pirita y tetraedrita; seguro, en circunstancias en que la relación de sulfato férrico al ferroso era baja.

En general se puede decir que en Mañazo, los procesos de oxidación y enriquecimiento supergénico han sido en menor grado, debido a los diferentes factores desfavorables que se conjugaron; sucesivas glaciaciones antiguas y erosiones derivadas de ellas, clima relativamente frío y la altitud a la que están situados estos yacimientos.

Después de las observaciones que se han hecho, se verá como ocurren las oxidaciones en cada veta;

\* Veta Principal. Esta veta de la mina "Los Rosales N° 4", tiene un floreamiento de 1,000 mts. de largo, con un ancho promedio de 50 cms. En la superficie y zonas cercanas se observa lixiviación, con mucha limonita, oligisto, cuarzo y concentraciones erráticas de malaquita, azurita y óxidos negros de manganeso. El ácido carbónico del agua meteórica mayormente, ha transformado al sulfato de cobre producido a partir de la chalcopirita en malaquita y azurita; prácticamente estables y que representan a la vez la última etapa de la oxidación del cobre. Los óxidos de manganeso seguro que se forman por descomposición de las cajas.

Generalmente el contenido de oro de estas zonas es alto, posiblemente debido a una concentración residual pero, en algunos casos ocurre lo contrario, los valores bajos de oro corresponden a zonas donde los óxidos de manganeso son abundantes, seguramente debido a que el oro emigra en presencia de manganeso.

Inmediatamente debajo de la zona lixiviada sigue la zona oxidada. Esta zona oxidada es rica en carbonatos de cobre, pirita, limonita, oligista, calcita, cuarzo, poca chalcopirita y chalcantita en ciertas fracturas aisladas. Está visto que la oxidación de esta zona ha sido de menor grado, de allí que halla residuos de minerales hipógenos, en consecuencia, la zona de enriquecimiento a los 50 mts. debajo de la superficie es muy poco discernible e incipiente; además, la chalcopirita no produce suficientes disolventes, por lo cual su grado de enriquecimiento supérgeno carece siempre de importancia y para determinarlo más exactamente habría que efectuar muestreos, a fin de calcular su contenido metálico a medida que se profundiza con las labores; ahora con respecto al oro, su enriquecimiento parece no tener importancia.

Veta "A". Esta veta de la mina "Luz de Oro", tiene más de 100 mts. de afloramiento, poco visible por la erosión glacial que se operó en el y porque está cubierto en muchas partes por sedimentos cuaternarios. En los afloramientos y en las labores superficiales, o sea en la zona lixiviada, el relleno de la veta está compuesto de óxidos de hierro y cuarzo, con cantidades menores de calcita, óxidos de manganeso, malaquita y azufre; se observan entremezclados con los anteriores minerales, oro y plata nativos. El azufre seguro que se formó por el escape gaseoso de ácido sulfhídrico producido por reacciones precedentes y que reaccionando con el sulfato ferroso o bien por efecto oxidante del aire, se produjo pues precipitaciones de azufre; quizás la plata nativa existente, derive de la reacción de un sulfuro de cobre con sulfato de plata producido por reacciones sulfúricas, de este modo llegando a precipitar plata en forma nativa.

A poca profundidad, en el fondo de los trabajos actuales se halla la zona de oxidación, notándose mucha pirita con cuarzo, óxidos de hierro, calcopirita, chalcosina, malaquita y chalcantita. Esta oxidación es incipiente, seguramente es debido a que el nivel de las aguas freáticas es elevada en ese lugar; obviamente, el enriquecimiento supergénico de esta veta debe ser también reducido, no se le puede apreciar actualmente.

Veta "B". En esta veta de la mina "Luna N° 1", su afloramiento está marcado por un material arcilloso de color blanco con tinte marrón, muy poco distinguible porque está cubierto en gran parte por sedimentos cuaternarios. En sus labores superficiales existe muy poca cantidad de limonita, pirolusita, con esporádicos nódulos de galena y esfalerita.

Se nota pequeñísima proporción de óxidos blancos de plomo y cerusita, debido seguramente a la acción de aguas carbonatadas sobre el sulfato de plomo que se pudo haber formado previamente.

- Veta Santa Mestres. Esta veta de la mina del mismo nombre, no tiene afloramiento visible, porque está cubierto enteramente por sedimentos cuaternarios, de allí que su descubrimiento fue obra de la casualidad.

En labores cercanas a la superficie, se nota cantidades menores de limonita, hematita y cuarzo.

Esta veta posee una zona de oxidación no intensa; debajo del nivel de aguas freáticas que está elevado, no se podría decir con certeza que grado de enriquecimiento tiene, por cuanto, las labores actuales no han profundizado mucho; sin embargo a consecuencia de la poca oxidación, seguro que el enriquecimiento supergénico es también deficiente.

Se nota una oxidación de la blenda y la galena en forma reducida; seguro la poca pirita existente en este yacimiento fue oxidado y formado a sulfato férrico, el mismo que atacó a la galena y a la blenda, produciendo los sulfatos de plomo y zinc correspondientes y que son inestables; los que al reaccionar con aguas carbonatadas forman la cerusita y smithsonita, que viene ha ser carbonatos de plomo y zinc, más estables.



Por el poco desarrollo de los trabajos a profundidad, no se sabe si las sulfosales de plata existentes en esta veta hayan tenido enriquecimiento supergénico.

- Veta Aladino. Esta veta de la mina "Aladino N° 6", su afloramiento es distinguible en unos 100 metros; es una zona de falla en donde se observa limonita, oligisto, malaquita y azurita. No hay oro residual en la superficie, seguro porque los valores de este metal son bajos.

En esta veta, la zona de oxidación es bien delgada debido a la cantidad de agua freática, por lo cual el enriquecimiento supergénico debe ser insignificante o bien nulo. Estando presente sulfato de cobre en las soluciones de la oxidación de las bolsanadas de chalcopirita y pirita, la solución entró en contacto con la caliza, entonces las precipitaciones de óxido férrico fueron rápidas, ayudados por los efectos combinados de la baja acidez, el poder disolvente de la solución y el efecto catalizador de los iones de cobre; asimismo, el sulfato de cobre fue atacado por la caliza formando malaquita y azurita, impidiendo desde luego enriquecimiento de cobre a más profundidad.

Unos lentes de yeso observados en el afloramiento de esta veta, puede ser producto de la oxidación de la pirita, que produjo soluciones altamente ácidas, las que fueron neutralizadas al tener contacto con la caliza, oxidándose los iones ferrosos a férrico y precipitándose luego yeso, que al ser soluble fue precipitado fuera, inclusive dentro de las formaciones del Grupo Moho.

- Veta Inmaculada. Esta veta de la mina del mismo nombre no aflora en la superficie, ya que está cubierta por sedimentos cuaternarios siendo su mineralización similar al de la Veta Principal, tiene los mismos minerales oxidados que ésta.

En una bolsanada al nivel de la galería se encuentra malaquita, azurita, chalcantita, algo de cuprita con cobre nativo. La cuprita y el cobre nativo fueron precipitados simultáneamente con los demás óxidos mencionados; la reacción para formarlos puede creerse que, ha sido en parte dependiente del efecto reductor de los sulfatos ferrosos, cuando fueron oxidados a sulfatos férricos,

hidrólisis posterior pudo producir cuprita y si la reacción fuera llevada un poco más adelante, resultaría cobre nativo; se cree que estas reacciones tomaron lugar bajo condiciones neutras o alcalinas.

Resumiendo, se puede decir que el grado de oxidación en esta veta es igualmente incipiente, porque, en un pique se ha observado minerales primarios juntamente con los oxidados, y desde luego, el enriquecimiento supergénico debe ser también bajo.

- \* Veta Jorayani, Su afloramiento es de dimensiones muy reducidas, por lo cual no ha merecido la atención debida.
- \* Veta Santa Carmen, Esta veta es de la mina "Santiago N° 1", es de una mineralización pobre, pero muestra un sombrero de fierro muy notable por la presencia de limonita transportada, sin valores en oro y plata como son característicos.
- \* Veta Las Margaritas, Esta veta de la mina "Concebida N° 3", tiene un afloramiento poco visible, con materiales arcillosos, malaquita y óxidos de fierro. Estos óxidos se han formado sin sufrir mucha dispersión, debido a que existe poca pirita en el yacimiento.
- \* Veta Calloqachi, Su afloramiento es muy corto y está constituido por óxidos de fierro y manganeso, malaquita y azurita. La malaquita y la azurita son productos de la oxidación final de la chalcosina, a la que cubren con una capa oxidada bien estable; previamente, este sulfuro pudo haberse oxidado formando la cuprita y el cobre nativo.

Evidentemente, ha habido muy poca cantidad de pirita, de allí que por acción neutralizante del conglomerado calcáreo, estos óxidos de cobre se han depositado en la superficie o muy cerca de ella.

g) Profundización de la Mineralización. La profundidad que pueda alcanzar un depósito mineral, es de importancia capital para futuras inversiones de una mina; a pesar de ello, son relativamente pocos los conocimientos que la Geología proporciona para predecir hasta donde puede profundizar un yacimiento; se necesitaría un

estudio técnico bien avanzado, que mineros chicos con pocos medios económicos como los de Mañazo, no están en condiciones de realizar, aún así, no se tendría un conocimiento científico exacto de la profundidad alcanzada, pues, son muy complejos los factores que influyen en la profundidad y no se tienen a mano determinantes que podrían servir de base para predecirlas

Faltan muchos sedimentos de las series estratigráficas cretácicas y terciarias en donde se depositó mineralización, a causa de la fuerte denudación efectuada; habiendo pues variado de este modo, la profundidad relativa a la que se consolidó la fuente magmática común antes de depositarse la mineralización.

Se ha observado que, el agotamiento de un yacimiento nunca es en forma brusca, generalmente está sujeto al costo de extracción que será mayor a medida que se profundiza las labores; se torna pues, no en un problema geológico, sino más que todo económico.

Hay una regla práctica, basada en hechos reales, con la que puede asumirse que la veta se extiende hacia abajo, por una distancia al menos igual a la mitad de la longitud horizontal de la masa expuesta en el último nivel. Sobre esta regla ha opinado Mc Kinstry que, "si se aplica a un gran número de criaderos en diferentes distritos no conducirá a una sobreestimación", aunque hace la observación de que pueda dar resultados erróneos en algunos casos y que no es recomendable para predecir la cantidad máxima que existe de mena.

Willian Harvey, destacado propulsor de la Geología Económica fue el primero que opinó de que, un yacimiento en rocas plutónicas nunca alcanza una profundidad mayor de la milla; pero, si bien en este caso no profundizan mucho, en cambio pueden haberse prolongado hacia arriba a través de la roca superyacente que cubría al batolito y recorriendo grandes distancias haber alcanzado hasta la superficie, muchos kilómetros hacia arriba. Este hecho explicaría que muchas vetas en rocas sedimentarias profundizan bastante hasta llegar a las rocas plutónicas e inclusive continúan a través de ella.

Las vetas A, Principal, Santa Mestres y Aladino, son las únicas vetas del Distrito de Mañazo que, tienen los factores estratigráficos y estructurales favorables que, indican la existencia de minerales en volumen y a profundidad. A continuación, se harán algunas observaciones especulativas respecto a sus posibilidades de

profundidad:

- La Veta Principal de la mina "Los Rosales N° 4", por tener en algunos sectores caja constituida por roca intrusiva, quizás no profundice hasta alcanzar la zona hipotermal; aunque, seguro a más profundidad la mineralización será enteramente mesotermal.
- La Veta A de la mina "Luz de Oro", por tener cajas de roca sedimentaria es muy probable que profundice bastante hasta alcanzar mineralizaciones de tipo hipotermal o katatermal, salvo que existan cambios debidos a causas estructurales o a cambios de su roca encajonante.
- La Veta Aladino de la mina "Aladino N° 6", tiene iguales condiciones favorables de profundizar que la Veta A, pero las condiciones físicas de sus cajas y de la veta misma, no van a permitir que se profundice las labores, porque se necesitará mucha madera para sostenimiento y además brota bastante agua del yacimiento mismo.
- La Veta Santa Mestres, de la mina del mismo nombre, es la única de carácter epitermal; por tener cajas de rocas sedimentarias, tiene posibilidades para profundizar; claro a más profundidad la ley de plata disminuirá y quizás aumente la de los minerales comunes como plomo y zinc, creando una compensación cuando se llegue a los niveles leptotermales; habiendo la posibilidad de que, estos minerales aunque conspicuos se hagan escasos y deje de ser económico el mineral porque generalmente este tipo de yacimiento es persistente en profundidad, en muchos casos el ancho de la fractura no disminuye cuando profundiza, pero los valores bajan bastante hasta hacer antieconómico la explotación. Se espera que la ley del cobre aumente a expensas de la plata y del zinc a expensas del plomo.

#### h) Reservas y Posibilidades Futuras de la Zona.

Reservas Minerales. En 1961, los ingenieros Dante Brambilla Picasso y Rex Robilliard, hicieron una inspección a varias minas de Mañazo, por encargo del Banco Minero del Perú; en el informe que emitieron, anotaron 4 categorías de mineral: Probado, Probable, Posible y Potencial.

El que suscriba, se basó en los datos del anterior informe pero, en vista de que, hay poco mineral "Probado", con mayor parte de reservas consistentes en bloques reconocidos por uno o dos lados

solamente, por lo general las minas no tienen desarrollo y por tenerse poco reconocimiento respecto a la regularidad de la mineralización, es por estos motivos que solamente tomará en cuenta las reservas existentes como "Probado-Probable", suprimiendo los bloques cubicados en niveles altos porque, además de tener leyes bajas, se encuentran inaccesibles; tampoco considera las reservas minerales a mayor profundidad, porque es prematuro pensar que con tinúan profundizando con valores similares a los actuales.

- Veta Principal. En esta veta de la mina "Los Rosales N° 4", se ha cubicado 9 blocks de mineral Probado-Probable.

Con un total de 40,360 T.M., con 2.09 % Cu, 0.04 oz/TC Au y 1.8 oz/TC Ag; que valorizado en las condiciones actuales y según condiciones de compra de Mauricio Hochschild y Cía. Ltda. S.A., tendría un valor de US\$ 11.85/T.M.S. y no alcanzaría a cubrir el Cut-off de US\$ 12.84/T.M.S., como se verá más adelante.

Haciendo una selección de blocks explotables con valor sobre el Cut-off, la cubicación de reservas Probado-Probable en la Veta Principal y que se considera para posteriores cálculos serán:

8,300 T.M. con 2.94 % Cu, 0.014 oz/TC Au, 6.88 oz/TC Ag y con un valor de US\$ 21.26/T.M.S..

El tonelaje correspondiente a los demás blocks alcanzaría a 32,060 T.M. con una ley de 1.87 % Cu, 0.04 oz/TC Au y 1.25 oz/TC Ag; que con un valor de US\$ 10.00/T.M.S. no alcanzaría a cubrir sus costos.

- Veta A. En esta veta de la mina "Luz de Oro", existe un pequeño bloque de mineral que, por la considerable potencialidad de la ve ta se puede considerar como Probado-Probable, a pesar de que hay pocos trabajos de desarrollo sobre este yacimiento; está situado debajo de unas labores modernas y se espera 1,200 T.M. con leyes promedios de 5.34 % Cu, 0.54 oz/TC Au y algo de plata; con un valor de US\$ 42.60/T.M.S..

- Veta Santa Mestres. En esta veta de la mina del mismo nombre, gran parte del mineral de los bloques ha sido explotado. En vista de que la continuidad de la veta es discutible, porque se tiene un conocimiento alarmante pequeño debido al poco desarrollo de la mina, es que, cualquier cifra que se diera para indicar el mineral potencial de esta mina sería altamente especulativa.

No se ha cubicado nuevas reservas después de la inspección del ingeniero Dante Brambilla en 1961, sólo se han explotado parte de las existentes, de tal modo que con una producción anual estimada de 500 T.M., según informa el Dr. Santiago Ortega, las reservas Probado-Probables después de 3 años de explotación alcanzarían a 5,300 - 1,500 = 3,800 T.M. con 9.87 % Pb, 9.04 % Zn y 80.67 oz/TC Ag; con un valor de US\$ 45.30/T.M.S.; mineral que por encontrarse como puentes y pilares, a causa de un busconeo desordenado, será difícil de explotar y regularizar una producción.

- Veta Aladino. En esta veta de la mina "Aladino N° 6", el mineral posible está ubicado en los extremos orientales y occidentales de las zonas trabajadas, sobre posibles extensiones de la veta; cabe hacer notar que, el yacimiento aparece muy débil en el frente Este de las labores actuales y que el frente Oeste se encuentra paralizado, porque la veta presenta gran cantidad de óxidos. Las reservas de mineral Probado-Probable están ubicadas entre los niveles 4045 y 4030; su extracción depende de la habilidad de los operadores para cruzar la zona de derrumbes en el nivel 4030. La explotación de estas reservas por medio de piques desde el nivel 4045, parece difícil y hasta antieconómico debido a la gran humedad de la mina y a la naturaleza de las cajas y del material de la veta.

En vista de que no se han cubicado nuevas reservas, ni se han explotado las existentes con posterioridad a la inspección del ingeniero D. Brambilla en 1961, se puede aceptar las cubicciones a esa fecha que diluidas a una potencia de 1.00 m, alcanzaría a unas 3,000 T.M.S. con 2.32 % Cu y con un valor de US\$ 9.77/T.M.S.

La Veta B de la mina "Luna N° 1", tiene muy pequeña cantidad de reservas minerales y por su baja ley no se le tomará en cuenta. En las vetas Inmaculada, Jorayani, Santa Caymen, Las Margaritas y Callocachi, las reservas son completamente nulas.

A continuación, se anota el resumen de las reservas minerales Probado-Probables de las vetas del Discrito Minero de Mañazo:

## RESUMEN DE RESERVAS

V E T A S	T.M.S.	L E Y E S					VALOR US\$/TMS
		Cu %	Pb %	Zn %	Ag oz/TC	Au oz/TC	
PRINCIPAL	8,300	2.94	-	-	6.88	0.014	21.26
A	1,200	5.34	-	-	trz.	0.54	42.60
B	--	-	-	-	-	-	-
SANTA MESTRES	3,800	-	9.87	9.04	80.67	-	45.30
ALADINO	3,000	2.32	-	-	-	-	9.77
INMACULADA	--	-	-	-	-	-	-
JORAYANI	--	-	-	-	-	-	-
SANTA CARMEN	--	-	-	-	-	-	-
LAS MARGARITAS	--	-	-	-	-	-	-
CALLOCACHI	--	-	-	-	-	-	-
T O T A L	16,300	-	-	-	-	-	-

No puede estar desligado el presente estudio geológico de Mañazo de los aspectos económicos que giran sobre su actividad minera; es por eso que se incluirá observaciones sobre el valor de los minerales, costo de producción, utilidad por T.M.S. de mineral y producción de los yacimientos.

Valor de los Minerales. Se ha anotado con anterioridad. Se calculó con los resultados de las pruebas metalúrgicas de flotación de los minerales, con las cotizaciones promedio (LME) y según condiciones de compra de Mauricio Hochschild & Cía. Ltda. S.A..

Costos de Producción. Son en su mayoría estimados; se ha tenido en cuenta las características de los yacimientos, los costos asumidos en la mina "Los Rosales N° 4" que explota la VETA PRINCIPAL y la información verbal de los dueños de las minas.

Los costos de los desarrollos y explotación de la VETA A, se ha considerado 10 % mayor que el de la VETA PRINCIPAL y para la VETA ALADINO el 100 % más.

El costo de transporte varía de una mina a otra, según la distancia a la Planta Santiago de Mañazo.

El costo de planta, es la tarifa que cobra el Dr. Santiago Ortega Reyes por tratamiento.

Los costos generales de la mina "Los Rosales N° 4" son altos relativamente, porque es la única mina que toma los servicios de un ingeniero y además, posee una oficina en la ciudad de Puno.

V E T A S	M I N A	Explo- ración	Desarro- llo	Trans- porte	Planta	Gene- rales	TOTAL
PRINCIPAL	"Los Rosales N° 4"	1.72	1.20	2.25	5.50	2.25	12.84
A	"Luz de Oro"	1.92	1.32	1.50	5.50	0,92	11.60
SANTA MESTRES	"Santa Mestres"	2.92	2.00	1.50	6.10	1,20	14.72
ALADINO	"Aladino N° 6"	3.50	2.40	1.15	5.50	0.92	13.47

Seguidamente se estructura un balance económico, teniendo en cuenta que gran parte de los costos son estimados y quizás hasta cierto punto optimistas.

#### BALANCE ECONOMICO

V E T A S	M I N A S	VALOR DEL MINERAL US\$/TMS	COSTO ESTI- MADO F. DUC. US\$/TMS	PERDIDA PROBABLE US\$/TMS.	UTILIDAD PROBABLE US\$/TMS.
PRINCIPAL	Los Rosales N° 4	21.26	12.84	----	8.42
A	Luz de Oro	42.60	11.16	----	31.44
STA. MESTRES	Santa Mestres	45.30	14.72	----	30.58
ALADINO	Aladino N° 6	9.77	13.47	3.70	---

Producción de Yacimientos. El mineral producido en el Distrito Minero de Mañazo es bien reducido; el cuadro que sigue, resumirá este punto:

#### PRODUCCION MINERAL EN EL DISTRITO MINERO DE MAÑAZO (Promedio Mensual de 1964)

V E T A S	M I N A S	MINERAL COMERCIAL TMS	MINERAL PARA PLANTA TMS	TOTAL TMS	TOTAL %
PRINCIPAL	"Los Rosales N° 4"	200	300	500	83.33
A	"Luz de Oro"	10	42	58	9.57
SANTA MESTRES	"Santa Mestres"	32	12	42	7.00
ALADINO	"Aladino N° 6"	--	--	--	--
<b>T O T A L E S</b> .....		<b>242</b>	<b>350</b>	<b>600</b>	<b>100.00</b>



Como puede observarse, la mayor producción de mineral corresponde a la VETA PRINCIPAL de la mina "LOS ROSALES N° 4", con el 83.33 % de lo que se produce en el Distrito Minero de Mañazo.

h.1) Posibilidades Futuras de la Zona:

- En la VETA PRINCIPAL de la mina "LOS ROSALES N° 4". La profundidad del mineral Probable por debajo de las labores inferiores es del orden de 15-18 metros y se basa en consideraciones geológicas, principalmente en la regularidad de la mineralización. Debajo del mineral Probable se ha considerado que existe mineral potencial. El problema principal de la mina "LOS ROSALES N° 4" es la falta de exploraciones y desarrollos, que se traduce en la pequeña cantidad de reservas actuales. Se recomienda los siguientes trabajos de exploración y desarrollo para esta mina:
  - Desarrollar sobre el Nivel 4136, 75 mts. hacia el Sur y 100 mts. hacia el Norte; en estos extremos hundir piques de reconocimientos.
  - Desde el extremo Norte del Nivel 4136, hacer una chimenea para reconocimiento y ventilación.
  - Continuar el Nivel 4270 en el Sector Huayllani, hasta comunicar con las labores del Sector San Simón.
  - Continuar dos piques principales en el Sector Huayllani, debajo del Nivel 4270, para llegar a la altura del Nivel 4230, porque esta zona es inexplorada.

Si en las labores recomendadas no hubiera mineral comercial, pero, persistiera siempre la fractura, convendría intensificar los trabajos solamente en el Sector Huayllani que está al Norte. Si la fractura se observa muy delgada, habría que hacer un estudio geológico cuidadoso, antes de juzgar que no se hallará mineral.

- EN LA VETA A de la mina "LUZ DE ORO". La ausencia de desarrollo y su considerable tonelaje potencial, hacen imprescindible que se efectúen trabajos de exploración y desarrollo, tanto lateralmente como en profundidad. Se recomienda continuar una cortada que está situada al Este de la zona trabajada; es más factible realizarla, no todo sería sobre estéril ya que cortaría a la VETA A, serviría para hacer reconocimiento y además desaguaría las labores antiguas.

- EN LA VETA SANTA MESTRES de la MINA DEL MISMO NOMBRE. Con los trabajos de exploración seguidos hacia el Oeste, en el Nivel 25, no se pudo hallar información sobre la continuidad de la veta, debido a la irregularidad de la mineralización; lo único recomendable es continuar el pique principal, por lo menos unos 50 metros más; labor que será de exploración y base para un futuro plan de desarrollo con un nivel más inferior.
  
- EN LA VETA ALADINO de la MINA "ALADINO N° 6". La exploración en profundidad es lo único que se podría hacer, pero sería muy costoso, por la naturaleza suelta de las cajas y del relleno en la veta y aún mucho más por la gran humedad de la mina. Por otro lado, la topografía del terreno imposibilita la ejecución de cortadas más inferiores. Las reservas cubicadas están en una zona derrumbada y su exploración ha de ser sumamente difícil y costosa; ya se estimó que el costo de producción es superior al valor del mineral, de tal modo que la VETA ALADINO, a pesar de que su mineralización puede ser constante y teniendo una estructura continua y cuanto menos lenticular, su exploración es antieconómica y no justifica emprender ningún trabajo sobre este yacimiento.

- - - - -

## VI - RECOMENDACIONES

La presente Tesis, tuvo como finalidad el estudio de los recursos mineros del Distrito Minero de Mañazo; pero, los recursos naturales de una región (humanos, agrícolas, mineros, etc.) son interdependientes, siendo imposible estudiar, evaluar y desarrollar aisladamente uno de ellos sin tener en cuenta la relación de los otros sobre él. En base a este principio es que, el suscrito hace algunas recomendaciones que a continuación se anotan:

- 1 - Recomendar al Gobierno, tener personal entrenado para encarar problemas de control de erosión de los suelos, por mucho tiempo descuidado en el Perú.
- 2 Recomendar al Ministerio de Agricultura que, en base de un estudio geológico de Mañazo, efectúe un programa integral de investigación de riegos, para que de este modo, tanto la agricultura como la ganadería sean beneficiados.
- 3 - Que al personal obrero de las minas, como factor humano en la producción, se le rodee de condiciones atractivas de vida, dentro de su medio, contemplando no sólo sus necesidades económicas sino las facilidades de vivienda, de elementos indispensables para la vida, educación para sus hijos y asistencia sanitaria personal y de su familia; factores todos necesarios para la vida normal de un ser humano.
- 4 Las vetas Principal, A y Santa Mestres, que son las que mejores posibilidades tienen, requieren trabajos de exploración y desarrollo, tanto lateralmente como en profundidad.

Ante este hecho, es recomendable que el Estado, ya que los intereses individuales no alcanzarían, por intermedio del Banco Minero del Perú, debe conceder las más grandes y extraordinarias facilidades para la explotación de estos yacimientos, ya que la minería es ahora piedra angular de la economía y progreso de Mañazo y del Perú entero.

Para este cometido el Banco Minero del Perú, debe efectuar los siguientes pasos:

- a) Que dote a su Agencia en la ciudad de Juliaca, de más recursos necesarios, a fin de que sus beneficios (Asistencia Técnica y Créditos, complementados), alcance a todos los mineros de Mañazo y del Departamento de Puno.
- b) Que estudie, financie y realice obras de interés económico que puedan servir de elemento aglutinante para la formación de una cooperativa minera. Estas obras que se realicen previo acuerdo con los mineros.
- c) Habiendo ya una Planta Concentradora "Santiago de Mañazo", de 70 T.M./día de capacidad y que realiza labor de promoción minera, se recomienda que a su propietario el Dr. Santiago Ortega R. se le proporcione toda la ayuda necesaria para la mejor operación de dicha planta.
- d) Como los pocos trabajos de exploración y desarrollo se traducen en la poca cantidad de reservas de mineral, es que, la Planta "Santiago de Mañazo" trabaja con un abastecimiento muy inferior a su capacidad; por lo tanto, lo único que resta para el desarrollo de la minería en Mañazo es que, se fomente el desarrollo de labores, proporcionando fondos para dicho fin; que sean planeados y conforme se avancen en estos desarrollos se efectuarán muestreos y mapeos, para determinar datos precisos e inmediatos sobre cantidad y calidad de mineral. El Banco Minero del Perú puede hacer contratos especiales para estos trabajos, concediendo créditos amortizables con el mismo mineral de desarrollo que sea después beneficiado en la "Planta Santiago de Mañazo".
- e) Es conveniente que, el Banco Minero realice una investigación de costos de producción y que estos resultados sean utilizados por los mineros para el mejor planeamiento de sus operaciones y que la determinación de estos costos tengan una metodología uniforme.

- - - - -

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

- AGUILAR REVOREDO JUAN (1940).-Geología Económica de Yacimientos Minerales.  
-Una Teoría sobre la Profundidad Límite de los Filones según la roca donde se encuentren.
- AHLFELD F. y BRANISA L. (1960). Geología de Bolivia.
- BATEMAN ALAN M. Yacimientos Minerales de Rendimiento Económico.
- BASADRE CARLOS G. Estado actual y porvenir de la industria minera en el Sur del Perú.
- BADGLEY PETER C. (1959). Structural Methods for the Exploration Geologist.
- BELLIDO E. y SIMONS F. (1957). Memoria Explicativa del Mapa Geológico del Perú.
- BILLINGS P. MARIAND (1954). Geología Estructural.
- BOWMAN ISALAH (1924). Los Andes del Sur del Perú.
- BROGGI J.A..- Historia y Geología de los Yacimientos Metálicos del Perú.  
- Geología de los Afloramientos.
- CABRERA LA ROSA y PETERSEN GEORG (1936). Reconocimiento Geológico de los Yacimientos Petrolíferos del Departamento de Puno.
- CASTRO B. LEONIDAS (1960). Bibliografía Geológica del Perú.
- DOUGLAS J. A..- Geological Sections Through the Andes of Perú and Bolivia.
- EMMONS WILLIAM H. (1922). General Economic Geology.
- ESCUELA DE GEOLOGIA DE LA UNMSM. El Ingeniero Geólogo (Boletín N° 12).
- FERNANDEZ C. JAIME. Apuntes del Curso de Geología Estructural.
- FORBES D. Report on the Geology of Part Bolivia and Southern Peru.
- FOSTER RUDOLF. Apuntes del Curso de Petrología.
- FUENTES A. MANUEL (1878). Estadísticas de Minas.
- FUCHS FERNANDO. Geología Económica de los Yacimientos Auríferos de Cuzco y Puno.
- GADEA A.L..- La Formación Geológica de los Alrededores de Puno.
- GERTH H..- La Importancia del Magma en la Orogénesis de la Cordillera Sudamericana.
- GUEVARA V. AUSTIN. Apuntes sobre mi Patria. Departamento de Puno.
- HEIM ARNOLD (1947). Estudios Tectónicos en la Región del Campo Petrolífero de Pirín.
- HEINRICH E.W.M. (1960). Petrografía Microscópica.
- HURLBUT - DANA (1960). Manual de Mineralogía.
- HOHAGEN, JORGE. La Industria Minera en el Perú.

- JENKS WILLIAM H.-Tertiary and Quaternary Volcanism in Southern Peru.  
- (1948) Geología de la Hoja de Arequipa.
- JIMENEZ CARLOS P. (1924). Síntesis de la Minería Peruana.
- KENNEDY W. Q.. Crustal Layers and the Origen of Magmas.
- KERR PAUL F. (1959). Optical Mineralogy.
- KLOCKMANN y RAMDOHR. Tratado de Mineralogía.
- LAHEE F. H. (1958). Geología Práctica.
- LISSON, C. I. y BOIT B. (1942). Edad de los fósiles peruanos y distribución de sus depósitos.
- MC-KINSTRY. Mining Geology.
- MC-LAUGHLIN, D. H.- Notes on Geologic Studies in Peru.
- MENDIVIL y W. CASTILLO (1960). Geología del Cuadrángulo de Ocoña.
- MOORHOUSE W. W. (1964). The Study of Rocks in thin Section.
- NEWELL, N. D. (1949). Geología of the Lake Titicaca región Peru and Bolivia.
- NIGGLI PAUL (1953). Rocks and Mineral Deposits.
- PALACIOS O. JULIAN. Geología del Distrito Minero de Puno.
- PARODI ISOLABELLA ALBERTO. Origen tectónico de la Hoya del Titicaca.
- PASTOR FRANCISCO. Apunte Monográfico de Puno.
- PENTLAND, W.- De Quilca a Puno.
- POSTH CARLOS (1839). Estado Actual de la Minería en el Departamento de Puno.
- PETERSEN ULRICH. Plutones y Mineralización en los Andes del Perú, Bolivia y Chile.
- PETTUJOHN F. J. (1948). Rocas Sedimentarias.
- PERCY SLADEN TRUST EXPEDITION. Geological History of Altiplano.
- RASSMUS JUAN E. (1935).-Informe sobre la Región Petrolífera de Puno.  
-Movimiento Orogénico y Epirogénico en el Perú.
- RIVERA GIL P. Minerografía.
- ROMERO EMILIO (1929). Monografía del Departamento de Puno.
- TOTHER, ROBERT. Exploración Minera.
- STEINMANN GUSTAV.-Los filones metalíferos de la Cordillera de Sudamérica y sus relaciones con ciertas rocas eruptivas.  
- (1929). Geología del Perú.
- SSEPEZZY SCHAUREX ALI DE. Contribución al conocimiento de la tectónica de los Andes Peruanos-Bolivianos.

TORRES BENITES. Política Minera.

TURNER, F. J. y VERHOOGEN, J. (1963). Petrología Ignea y Metamórfica.

TUMIALAN PEDRO. Geología de Campo.

VIELMETTER RICARDO. Estudio de las rocas ígneas y de contacto en la Cordillera de Bolivia y del Perú.

WELTER, OTTO. Sobre el levantamiento pliocénico cuaternario de los Andes Peruanos.

WILLIAM, HECTOR F.- Importancia del factor estructural en los yacimientos metálicos.

ZEVALLOS, GERMAN D.- Minerales y rocas de los departamentos del Sur.

## ANEXO

Este trabajo ha sido elaborado entre 1,963 y 1964. Como quiera que desde 1,964 hasta la fecha han transcurrido once años, he visto por conveniente reactualizar algunos aspectos fundamentales sobre las condiciones actuales de las minas de la Zona de Mañazo, mediante el presente anexo:

Mina " Aladino Seis ".- En Diciembre de 1972, el Dr. Santiago Ortega Reyes, propietario de la Mina, mandó efectuar un estudio de las posibilidades de seguir explotando esta mina, llegando a la conclusión de que pueden estimarse 15,000 T.M. de mineral probable, con leyes variables entre 3.20 a 3.40 % de cobre; cuya explotación debajo del nivel 4,050, requeriría la ejecución de una cortada de 720 metros de largo y un desarrollo total de 158 metros de galería y tres chimeneas de 20 metros cada una, que por las características físicas del yacimiento y de las cajas del mismo, resultaría antieconómico, la explotación, a priori.

Mina " Santa Mestres ".- En esta mina de propiedad del Dr. Santiago Ortega Reyes, se han agotado las reservas minerales el año 1968 y las posibilidades de encontrar otras están sujetas a prospecciones geoquímicas y geofísicas de carácter sumamente riesgoso, por cuanto no existen guías mineralógicas, sólo quedando guías litológicas y estructurales que no dan muchas luces en lo referente a la prospección de nuevas reservas.

Mina " Luz de Oro ".- Su Propietario el Dr. Santiago Ortega Reyes, está actualmente explotando la mina, habiendo producido el año 1974 3,126 T.M.S., que las benefició en su Planta.

Mina " Los Rosales Nº 4 ".- Esta mina de propiedad del Señor Faustino Condori Ticona, sigue en explotación hasta la fecha, habiéndose beneficiado en la Planta " Santiago de Mañazo " en el ejercicio del año 1974, el tonelaje de 3,500 T.M.S. con las siguientes leyes % Cu. 4.5, Au. gr/T.M. 15.00 y Ag. Kg/T.M. 0.120. Se efectuó una cortada a 66 metros más bajo del nivel 4,136, siendo el nivel 4,070, este nivel se está comenzando a explotar, habiéndose cubicado 25,000 T.M. de reservas, como mineral Probado-Probable.

En vista de que hay tendencia alcista en los precios del oro, se proyecta efectuar una cortada a 90 metros, más bajo que el nivel 4,070, calculándose que dicha cortada tendría 1,400 metros de largo y que cubicaría 20,000, T.M. de mineral aproximadamente.

En las zonas más bajas al nivel 4,136 el cual ya se ha explotado en su totalidad, se observa que las leyes de oro y plata tienden a bajar, en cambio cubren los valores de cobre, quizá debido a que hay mayor ocurrencia de tetraedrita; así mismo, entre los minerales de ganga, se nota mayor cantidad de arsenopirita y fierro oligisto, en razón de que la mineralización está entrando a una zona de mayor temperatura naturalmente.

### CONCLUSIONES :

Se recomienda una exploración del Distrito a cargo de una Brigada de Geólogos competentes, para realizar un estudio de Pre o Factibilidad minera en este Distrito, a cargo del Estado. Paralelamente el Estado a través del Banco Minero del Perú debe proporcionar al minero Santiago Ortega Reyes la ayuda económica y técnica para que siga su labor de Promoción Minera con su Planta.

Lima, 29 de Abril de 1975.

  
Rubén Ortega Mestas.