

C O D E L C O

RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

INFORME PROVISORIO



SOFREMINES
Santiago - Junio, 1971

C O D E L C O

RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

ANDINA

SOFREMINE
Santiago - Junio, 1971

A N D I N A

RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1. -	Explotación Minera	1
2. -	Tratamiento de los Minerales	3
3. -	Servicios Generales	4

1. EXPLOTACION MINERA

La mineralización del yacimiento de Río Blanco está constituida esencialmente de sulfuros cuya concentración por flotación no presenta mayores problemas.

La cantidad de reservas ha sido evaluada a 110 Mt. de mineral, con una ley de cobre de 1.58 %. Esta evaluación no toma en cuenta las zonas laterales con ley inferior a 1 %.

La importancia de estas reservas es compatible con el programa de producción previsto.

Un conocimiento más preciso que se apoyara en métodos geo-estadísticos, sería aconsejable sin embargo. Permitiría en especial, juzgar el interés de la explotación de reservas suplementarias menos ricas y la recuperación del molibdeno cuya ley en el mineral es lejos de ser sin interés.

Las condiciones geográficas y climatológicas han llevado a concebir la estructura de la explotación de manera de poder trabajar en cualquier estación del año.

El método de explotación escogido es el de "block caving".

La estructura de la mina y sus instalaciones, convenientemente estudiadas en sus dimensiones, son susceptibles de rendir una productividad elevada.

Esta realización moderna llama sin embargo a hacer algunas observaciones.

1.1 Método de explotación

El método por "block-caving" bien conocido en Chile donde está aplicado con éxito en minas de importancia mundial como, El Teniente y El Salvador parece a primera vista justificado.

Ha estado además puesto en marcha por técnicos experimentados.

Gracias a su experiencia, el delicado problema del comienzo de la explotación parece haber sido resuelto, sin por lo tanto considerar las dificultades del método como controladas.

En efecto, la explotación se irá desarrollando bajo un espesor creciente de terreno, lo que constituirá una bóveda más y más firme.

Hubiese sido preferible sustituir a los métodos empíricos utilizados, los métodos más precisos de simulación de explotación basado sobre estudios de mecánica de rocas, y permitiendo así definir los parámetros óptimos de la explotación.

Con el fin de evitar posibles dificultades en el futuro, sería conveniente averiguar el corte adoptado según los modelos matemáticos de los "elementos finitos".

1.2 Problema de los blocks en el hundimiento

Este mismo método define las condiciones de explotación, provocando una decompresión progresiva de los terrenos, sin alcanzar su repentino derrumbamiento.

1.3 Problema del agua

Hay grandes probabilidades para que las explotaciones abiertas en las pendientes de las montañas tengan una cantidad importante de agua cuando viene el deshielo.

Las estructuras de transporte y las instalaciones de chancadoras en aval quedan en estas condiciones, muy vulnerables.

La evacuación de las aguas antes de desligarse en las chimeneas de evacuación del mineral tal cual, debe ser estudiado.

1.4 Abrasividad del mineral

El desgaste de las chimeneas del mineral aparece en los puntos de traspaso de los productos de un elemento de chimenea a otro.

El sistema dispuesto debe ser mejorado.

Una precaución suplementaria consiste en trabajar con chimenea llena, elemento por elemento.

1.5 Correas transportadoras

Todo el transporte de mineral se hace por correas transportadoras. Algunos defectos en su concepción merecen ser señalados.

- Rodillos

Hubiese sido preferible sistematizar el empleo de rodillos estancos en vez de rodillos engrasados que exigen un esfuerzo importante de mantención y que son mal adaptados a las condiciones de trabajo en una mina.

- Cabeza de transportador de unión Mina Concentrador

La posición de la cabeza del transportador crea una separación de los productos finos y gruesos en la tolva superior de la planta de tratamiento.

- Tensión de las correas

El dispositivo de tensión no está en relación con las distenciones previstas de las cintas tipo Nylcord escogido.

- Limpiadores

El concepto del sistema de limpieza de las bandas no es satisfactorio tomando en cuenta la naturaleza del material transportado.

2. TRATAMIENTO DE LOS MINERALES

2.1 Observaciones

- 2.1.1 Concepto. En su conjunto y salvo algunos detalles, se puede afirmar que el proyecto es excelente. Como todo proyecto, adolece sin embargo de algunas fallas que son las siguientes:
- 2.1.1.1 Chancador primario. La apertura es un poco débil. La mina envía bloques demasiado gruesos. Por lo que hemos visto, y con nuestra experiencia, las minas envían casi siempre bloques más gruesos que los previstos en el proyecto. Es por lo tanto, el proyectista quién debe tomar ésto en consideración.
- 2.1.1.2 Alimentación disimétrica de buzones de grueso. Nada ha sido previsto para una mejor distribución de los gruesos y finos en este buzón. A la salida, las dos secciones de chancado fino reciben productos muy diferentes.
- 2.1.1.3 Insuficiencia de capacidad de las instalaciones de espesadores, filtración, secado de los concentrados. Al tratar a capacidad máxima un mineral más rico que el mineral mediano, estas instalaciones se sobrecargan y funcionan mal.
- 2.1.1.4 Riesgo de obturación del mineroducto para concentrados. Nada ha sido previsto para el caso de que el tubo de concentrados se encuentre, ya sea obstruído, ya sea fuera de servicio por una razón u otra. Debería considerarse una tubería adicional.
- 2.1.1.4 Insuficiencia de los sistemas de muestreo. Falta, muy especialmente, un sistema de muestreo automático de los minerales, después del chancado para determinar su humedad, así como también falta un sistema de muestreo automático de los concentrados cargados y enviados. Son operaciones en las cuales es peligroso confiar en la exactitud de las tomas de muestras manuales.
- 2.1.2 Realización. Aquí también en conjunto, la realización del concentrador es excelente. Los pocos puntos que pueden mencionarse son:
- 2.1.2.1 Desgaste por abrasividad de los alimentadores de los molinos de barras: Los tubos de acero son reemplazados por chutes (encauchados) que debieran cumplir satisfactoriamente con su cometido.
- 2.1.2.2 Mal funcionamiento de los repartidores entre los molinos
- 2.1.3 Gestión. Es aún muy prematuro dar una opinión sobre la gestión de un conjunto tan nuevo. Pero, lo que hemos visto y las conversaciones que hemos tenido con las personas responsables nos hacen pensar que el concentrador y sus anexos están en buenas manos y que tendrán una buena gestión.

2.2 Recomendaciones

- 2.2.1 Diferenciación de la molibdenita. Es de interés para la Compañía proceder rápidamente a la erección de una planta de flotación diferencial de la molibdenita, ya que el proyecto ha sido postergado. Hemos sabido que ya se había estudiado el problema en la Universidad de Concepción. Quedaría pues únicamente hacer el proyecto y realizarlo.

Esta planta estaría lógicamente instalada cerca de la planta de filtración de Saladillo.

- 2.2.2 Alimentación del buzón del chancado de grueso. Está en estudio la modificación de la alimentación de este buzón, con el objeto de mejorar la repartición entre los dos circuitos de chancado terciario. La realización debería hacerse rápidamente.

- 2.2.3 Alimentación de molinos de bolas. Con el fin de mejorar la repartición entre los dos molinos de bolas de una sección, habría que estudiar el reemplazo de los distribuidores actuales por verdaderos repartidores que aseguren una buena distribución entre los dos molinos.

- 2.2.4 Espesador, filtración, secado de concentrados. Teniendo estas instalaciones una capacidad limitada correspondiente al tratamiento de un mineral mediano, debe pues obligarse a la mina a no entregar minerales demasiado ricos, o bien pensar en doblar el espesor situado antes de la filtración para suprimir las pérdidas actuales de concentrado, que pueden no ser muy importantes, pero que son chocantes.

Sin embargo, esto no resuelve el problema de los filtros y del secador. Debe pues evitarse enviar un tonelaje demasiado importante de concentrados.

- 2.2.5 Mineroductos de concentrados y de relaves. Nos parece urgente encarar el problema de doblar los mineroductos de concentrados. Es menos urgente encarar el del mineroducto de relaves.

- 2.2.6 Muestreo. Sería interesante estudiar las instalaciones de sistemas de muestreo automático:

Por una parte en la alimentación del buzón de grueso; este proyecto debía realizarse junto a la modificación de la alimentación.

Por otra parte, en el embarque de los concentrados en "containers".

3. SERVICIOS GENERALES

3.1 Red Eléctrica y Red de Agua

3.1.1 Distribución eléctrica

La red de distribución de Andina es nueva y su realización ha sido muy cuidada tanto en la selección de los equipos como en su montaje.

Debe sin embargo echarse de menos la alimentación en antena por la red 67 KV que, aunque impuesta por el relativo aislamiento del lugar en una región montañosa, acarrea una disminución de la seguridad de explotación.

3.1.2 Distribución de agua

La red de agua en servicio (agua del Río Castro) es la más importante, tanto por la calidad del agua como por el rol de apoyo que le corresponde.

Sin embargo, en la época seca el caudal del agua disponible en la toma de agua al nivel 3035 m. es insuficiente.

Parece más interesante para la seguridad de la planta, aunque no se considere sus posibilidades de extensión seguir con el estudio de la creación de un embalse sobre el Río Castro (Lago Turquesa).

Tal embalse debería permitir extender los consumos de agua de servicio durante la época seca.

3.2 Talleres y Bodegas

3.2.1 Talleres Centrales Electro-Mecánicos

Considerando la creación reciente de estos Talleres no hemos podido analizar la historia y el control técnico con la suficiente retrospectiva.

Sin embargo, hemos notado el establecimiento de una Mantenición Preventiva así como la creación en el seno de la Sección Técnica, de la Organización de la Planificación del Trabajo en los Talleres. La carga de trabajo de los Talleres es buena actualmente, pero debe tenerse en cuenta que el material de explotación aún no ha conocido un porcentaje de desgaste importante, y por consiguiente, grandes problemas de reparaciones.

En definitiva, podemos decir que el conjunto de estos Talleres bien equipados en material y en calidad del personal, pueden producir una calidad y una cantidad superior de obras nuevas y de mantención.

3.2.2 Talleres de mantención general Mina y concentrador

Estos talleres de sectores aislados en relación a los Talleres Centrales laboran en condiciones correctas, tanto en lo referente al material como al personal.

Cada jefe de mantención asegura personalmente su mantención Preventiva. En términos generales hemos constatado que existía en este momento, una nueva organización de la mantención con una importante participación consagrada al Preventivo.

En conclusión, pensamos que sería de desear que el conjunto de esta organización en los diferentes sectores y Talleres se base en una Oficina Técnica Central, técnicamente competente y jerárquicamente responsable.

3.2.2 Departamento gestión de Stocks

Hemos constatado en la organización de estas bodegas, un funcionamiento adecuado, bien adoptado a las necesidades de esta mina. Luego de examinar los diferentes circuitos y formularios, pensamos que la política escogida es la mejor, teniendo en cuenta las dificultades encontradas en esta región montañosa.

C O D E L C O

RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

CHUQUICAMATA

SOFREMINE
Santiago - Junio, 1971

C H U Q U I C A M A T A

RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1.	Explotación Minera	1
2.	Tratamiento de los minerales	4
3.	Fundición	9
4.	Refinería	11
5.	Electricidad	12
6.	Transporte	14
7.	Talleres y Bodegas	15

1. EXPLORACION MINERA

1.1 Geología

El problema principal es actualmente el reconocimiento de la extensión del yacimiento principal hacia el Norte para determinar el límite económico de la faja. Hay que hacer rápidamente una campaña de reconocimiento en este Sector. Después de eso habrá de hacerse un estudio de la extensión del yacimiento en profundidad. Por último, la Compañía deberá proseguir con la explotación de extensiones alejadas (Pampa Norte) aunque fuera para fijar los emplazamientos de los botaderos de estériles con la seguridad necesaria para el programa a largo plazo.

Hay que emprender también estudios particulares para mejorar el conocimiento del yacimiento principal (geostatístico, cálculo de reservas por computadora, etc.).

1.2 Planificación

Hay dos problemas que estudiar y resolver lo más rápidamente posible.

1.2.1 Planificación a corto plazo

Por diversas razones la mina está actualmente en una situación crítica; hay muy poco mineral al descubierto y se está obligado en este momento a hacer la explotación de zonas con alta ley para llegar a satisfacer la producción de cobre deseado.

Es indispensable preparar un plan de desenclavo de la faja para volver a encontrar condiciones de trabajo normales (ancho y altura correctos de los bancos). Ese plan deberá evidentemente tomar en cuenta la capacidad de los equipos existentes pero no está excluido que equipos suplementarios (comprado por la Compañía o pertenecientes a empresas exteriores) no sean necesarios.

La compañía ha empezado el estudio de tal programa.

1.2.2 Planificación a largo plazo

Nos parece que uno de los puntos esenciales para la compañía es el de determinar el nivel de producción correspondiente al óptimo económico del conjunto de Chuquicamata. Esto evidentemente sobrepasa el cuadro de la mina, ya que se trata de un balance en conjunto de la mina y plantas, tomando en cuenta las diferentes variables posibles, cada cual correspondiente a inversiones y costos diferentes que habrá de comparar desde el punto de vista de la rentabilidad.

Habría especialmente que comparar la extensión de la explotación a cielo abierto del yacimiento principal, su explotación subterránea y el desarrollo de los yacimientos satélites.

Después de haber establecido los objetivos de producción de la mina, será imprescindible preparar un programa de explotación a largo plazo del yacimiento, lo que no parece haber sido hecho hasta la fecha sino que en rasgos generales.

Uno de los primeros problemas técnicos por estudiar en la realización de ese plan a largo plazo, es el de la estabilidad de los bordes de las fosas que ya causaron serios accidentes en el pasado.

Este estudio debe emprenderse inmediatamente, ya que desde ahora mismo se está creando este problema en la hendidura oeste y en el contrafuerte nor oeste.

Para la preparación del plan a largo plazo, sería deseable disponer de una computadora con la cual se podría estudiar en su alcance óptimo el esquema de explotación y simular también etapas de explotación para determinar las instalaciones necesarias.

Este plan de largo plazo preparado por etapas, deberá desde luego, poder adaptarse a cambios de objetivos en la producción, pero permitir determinar en el principio las obras gruesas por emprender en la mina (desplazamiento de chancadoras, desplazamiento de botaderos de estériles, etc.).

1.3 Control de la producción

El control de las producciones debe ser mejorado, por un sistema de selección de muestras del mineral después del chancado primario y por un sistema de medición rápida de las estériles sacadas que por el momento no está controlado con precisión.

1.4 Equipo

Se puede considerar que el material minero principal para la producción está constituido por:

- 5 perforadoras rotativas en buenas condiciones
- 14 palas eléctricas en bastante buenas condiciones
- 35 camiones Lectrahaul en buenas condiciones
- 1 red férrea en bastante buenas condiciones
- 1 chancadora primaria y un transportador de mineral sulfuroso-nuevo .

Este equipo permite asegurar en estos momentos una producción de 180.000 t/diarias (mineral y lastre) pero debe poder rendir mejor si se mejora la red férrea (hay que tratar de conectar lo más luego posible las vías de los sectores este y oeste para mejorar el tráfico y ganar de esta manera tiempo en la operación de cargamento), y si toda la producción de mineral sulfuroso pasa por la chancadora primaria, lo que supone que ésta trabaja convenientemente.

Sin embargo, hay que preveer algunos mejoramientos de este equipo, (reemplazo de palas PH por 280 B) y algunas adquisiciones de material complementario (entre otras cosas bulldozers).

Además, cuando la futura planificación haya sido determinada, es probable que métodos nuevos de trabajo y equipos nuevos deban ser estudiados en algunos sectores de la explotación.

1.5 Control de la marcha de la explotación

El sistema de estadísticas de la mina está por revisar enteramente, con el

fin de que los que están explotando y los servicios de control puedan utilizarlo como un instrumento útil y eficaz (disponibilidad y utilización de cada máquina, pruebas, costos).

1.6 Mantenimiento del material

Las instalaciones actuales de mantenimiento del equipo minero no corresponden al tamaño de la empresa y están en mal estado.

Acaban de construirse nuevos talleres.

Hay que aprovechar a todo costo este cambio para volver a establecer una organización completa de los servicios de mantenimiento sobre bases y equipos modernos.

La mantención preventiva debe ser desarrollada al máximo.

Por último, hay que encontrar rápidamente una solución al problema de aprovisionamiento de piezas de repuestos, que en ciertos sectores pueden causar una dificultad importante a la explotación.

2. TRATAMIENTO DE LOS MINERALES

2.A Minerales Sulforosos

Las observaciones y recomendaciones que aparecen a continuación se refieren solamente a los aspectos esenciales.

2.A.1 Concepto

La primera observación es la diferencia que existe entre el concepto amplio y eficaz de las dos secciones recientes y el concepto estrecho sin imaginación de las diez secciones antiguas. Para resumir en algunas palabras los errores de concepto de los antiguos sectores, diremos que en general los aparatos principales son correctos, pero que el proyectante ha olvidado completamente el problema no obstante tan importante de los accesorios de unión: cajas de alimentación, repartidores, canaletas, "chutes" sin pendiente, espacios libres al lado de los aparatos. Ahí se encuentra una de las principales dificultades de explotación del concentrador de Chuquicamata.

Una segunda observación guarda relación, por una parte, con la falta de recuperación de la pirita (la que se recupera es difícilmente recuperable con el tratamiento masivo con cal) y por otra parte, el deficiente barrido de los relaves que ha obligado a construir una planta especial en el Salar de Talabre.

En efecto, estos dos puntos nos parecen que están relacionados. Si, después de haber espesado los relaves actuales del concentrador, se procediera a su flotación en un medio ligeramente acidificado (PH 8 por ejemplo) se recuperaría por una parte la pirita y por otra parte sulfatos de cobre, que sea unidos a la pirita, o activados por el medio ácido.

Se podría entonces preparar dos concentrados de pirita. Uno de ellos rico en cobre y utilizable en los hornos de reverbero que presentan un déficit de hierro en su escoria, el otro con deficiencia en cobre y que puede servir para otros fines.

Situándonos en el plano de las observaciones esenciales, diremos que los buzones de almacenamiento en la parte superior de los molinos, han sido mal diseñadas: su verdadera capacidad es solamente una pequeña fracción de su capacidad teórica. La capacidad de espesamiento de los concentrados globales es insuficiente y el funcionamiento de los espesadores es deficiente.

2.A.2 Ejecución

Ciertos defectos de ejecución se unen a los de concepto: todos los dispositivos de unión entre los aparatos parecen resultar de un trabajo poco logrado: deficiente distribución entre las chancadoras secundarias así como entre las chancadoras terciarias (unas están cargadas excesivamente y las otras son alimentadas deficientemente), deficiente distribución entre los dos molinos de bolas de una misma sección, deficiente distribución entre las líneas de flotación de una misma sección, deficiente unión entre las celdas de flotación y las bombas de concentrados (falta de pendiente)... etc.....

En otro orden de ideas, deficiente recolección de polvos en el chancado.

2.A.3 Gestión

Las observaciones que podremos hacer no constituyen en ningún caso una crítica con respecto a los que ahora tienen responsabilidad, que están en su lugar desde hace algunos meses, y que han heredado, una situación extraordinariamente difícil.

Nos ha sido informado que 13 Superintendentes generales, se habían sucedido en un espacio de 15 años en el concentrador de Chuqui, de los cuales 6 fueron durante estos tres últimos años. Si estas cifras son exactas, explican por sí solas el estado actual de las instalaciones.

Actualmente el conjunto de las plantas se encuentra en un estado alarmante, porque en un tiempo útil no se han tomado las medidas adecuadas para que el material sea mantenido según el plan preventivo coordinado.

Por ejemplo, la planta de molibdeno es una ruina y las celdas de flotación de la planta principal ya no lo están mejor.

En general, la higiene y la seguridad no se encuentran en las debidas condiciones, como deberían estarlo en un complejo industrial moderno.

No obstante, los responsables de hoy han heredado una situación tal, que se ven enfrentados con todos los problemas al mismo tiempo: falta de piezas de repuesto, falta de créditos, obligaciones de producir al ritmo más elevado. Se ven en la obligación de dedicar todos sus esfuerzos a hacer que siga funcionando el concentrador y a producir.

2.A.4 Recomendaciones

Cuando una planta se encuentra en estado de ruina como el que hemos visto, la dificultad reside en encontrar un orden de prioridad.

Por esta razón, distinguiremos dos clases de recomendaciones:

- Las medidas de precaución que tienen por objeto único de impedir que la situación se haga aún peor.
- Las medidas de desarrollo que tienen por objeto aumentar la eficiencia del concentrador.

2.A.4.1 Medidas de Precaución

Dejando a un lado todo lo demás, nos parece indispensable preveer:

1. Un estudio detallado de todas las uniones internas por cajas de alimentación, "chutes", canales, etc., etc. Es probable que constatemos por ejemplo que falta pendiente para hacer funcionar convenientemente los canales de concentrados y de relaves. Es imperioso estudiar la solución que permitirá darles una pendiente suficiente. Es un problema de Oficina de Estudios, y no nos haremos prejuicio en cuánto a la solución que se debe retener: la sobreelevación de los pisos de flotación al nivel de los sectores 1 y 2 es ciertamente la mejor, aunque no sea sin duda la más económica.

2. El reemplazo, sector por sector, de todas las cajas de celdas de flotación que se usen, así como al mismo tiempo, que la renovación de cada sector. Parece ser que la planta de molibdeno debe tratarse con primera urgencia.
3. A medida que la reparación del taller en todos sus sectores, la eliminación por tratamiento de todo el mineral acumulado bajos los aparatos. Hay que impedir de todas maneras que la situación no se presente más en la forma que lo ha hecho hasta ahora.
4. Suscitar en el personal, en todos los escalones de la jerarquía, un estado de ánimo basado por ejemplo en la fórmula "una planta limpia es una planta segura" que vemos en los afiches pero no en los hechos.
5. Organizar las bodegas de repuesto y los talleres de mantención mecánica de los concentradores para que no dificulten la labor de los sectores productores. Aprovisionar quizás de repuestos, por un año de funcionamiento a lo menos.

2.A.4.2 Medidas de desarrollo

1. Revisiones de la recolección de polvo en el chancado.
2. Estudio de la instalación en los buzones de minerales finos de organismos que permitan evitar la formación de chimeneas que disminuyan la capacidad útil y el funcionamiento mismo de la extracción libre de los residuos húmedos de lixiviación de los minerales mixtos.
3. Reparación de las chancadoras secundarias y terciarias que deberían montarse y que esperan en la bodega.
4. Estudio en planta piloto de la mejor mineralurgia posible y estudiar por adelantado las variaciones de los minerales que puedan ser entregados por la mina.

2.B Minerales oxidados

2.B.1 Observaciones

2.B.1.1 Concepto

La concepción de la división lixiviación es de 1915, con algunos tímidos intentos para actualizarlos.

Si hoy en día debiera crearse enteramente un conjunto hidrometalúrgico moderno, no es nada seguro que se adoptaría el mismo procedimiento de lixiviación estática.

Por otra parte, actualmente no se concebiría enviar directamente a la electrolisis una solución fuerte, mal refinada, como aquí es el caso. Se puede decir pues que esta instalación que data de principios de siglo es hoy en día totalmente caduca.

2.B.1.2 Realización

En cuánto a su realización, ocurre lo mismo que con su concepto. Una parte importante de los materiales utilizados son las materias de origen. Se sabe que actualmente ya no se piensa como se hacía hace ya 50 años.

La parte más reciente de la división, la estación de chancado. Este, si bien ha sido concebida debidamente, ha sido mal realizada, pues su capacidad no es suficiente.

Su dispositivo de recolección de polvo es ineficaz.

Al tener que hacer transformaciones y acondicionamientos necesarios debido al tratamiento de los minerales de mina Exótica, prácticamente lo único que se ha hecho es volver a utilizar lo que existía anteriormente. Estas fallas de concepto y de realización se traducen en un precio de costo muy alto y una muy mala recuperación del cobre.

El aprovechamiento de un conjunto industrial tan viejo y tan mal adaptado le cuesta muy caro a la Compañía.

2. B. 1. 3 Gestión

En tales condiciones debiendo combatirse continuamente dificultades de toda clase, debidas tanto a lo vetusto de los equipos de trabajo como a la naturaleza refractaria de los minerales de la Exótica, solamente puede felicitarse a los responsables actuales quienes han logrado, sin embargo, asegurar una cierta producción.

No es ciertamente a estos responsables a quienes van dirigidas las críticas que hemos formulado.

La gestión de un conjunto tal es prácticamente imposible.

2. B. 2 Recomendaciones

2. B. 2. 1 Solución a largo plazo

En primer lugar, subrayaremos que no es con la ayuda de algunos paliativos concernientes a detalles, que se podrá devolver una vida normal a los talleres de lixiviación y a sus anexos: Se impone una reforma y una reorganización completa.

La mejor solución a largo plazo, aquella que permitiría sacar el mejor partido del yacimiento de la Exótica consistiría en:

1. - Volver a estudiar enteramente el procedimiento y definir cuales son los métodos aplicables para extraer economicamente la mayor parte del cobre contenido y entregar a la electrolisis una solución bien purificada. Este estudio debería hacerse sin tomar en cuenta las instalaciones existentes.
2. - Basándose en las conclusiones de este estudio, construir un conjunto moderno y eficaz sin utilizar las instalaciones existentes. Sin pre-juzgar sobre los resultados del estudio, parece importante realizar una homogenización por "bedding on" de la alimentación.

2. B. 2. 2 Solución de espera

Es evidente que la solución radical que acaba de describirse no es inmediata. Hay que contar por lo menos con un año de estudios y probablemente con más de dos años, para poder pasar luego a la realización. Debería pues tomarse un cierto número de disposiciones para permitir a las instalaciones actuales una duración de por lo menos tres años más.

1. - En la Planta Chancado Este, agregar una tercera chancadora Symons Standard y dos Short-Head. Mejorar la recolección de polvo. Hacer durar hasta entonces por lo menos la planta de chancado oeste.

2. - En la Planta de aglomeración estudiar la posibilidad de reemplazar el dispositivo actual por un dispositivo más eficaz, pero sin llegar a la instalación de un tambor de aglomeración.
3. - En la lixiviación, utilizar como sea posible el material existente: estanques, bombas, canalizaciones, cucharas de vaciado de ripios.
4. - A los procesos de decloruración y cementación tratar de mejorar el trabajo de las actuales instalaciones controlando en forma más adecuada las distintas fases del proceso, a fin de enviar a la electrólisis soluciones de mejor calidad.
5. - En la Planta de ácido sulfúrico duplicar la capacidad de producción total de ácido (1.000 T/j).

2. B. 2. 3 Solución de emergencia

Si la solución propuesta en la sección 2. B. 2. 1 no fuese aceptada, debiera, sin embargo, procederse al mínimo de estudios que permitan adaptar, como se pueda, las instalaciones existentes en el mineral de la Exótica y realizar las modificaciones sugeridas por los resultados de este estudio.

En todo caso habría que:

1. - En la planta de chancado Este, agregar la nueva sección propuesta más arriba y renovar la recolección de polvo.
2. - En la planta de chancado Oeste, reemplazar las antiguas chancadoras de discos, si se quiere conservar esta instalación para reparar y ayudar las otras instalaciones. Examinar la recolección de polvos.
3. - En la planta de aglomeración: estudiar la instalación de un tambor de bolillas.
4. - En la planta de lixiviación estudiar la posibilidad de multiplicar los puntos de bombeo bajo la carga y la transformación de rebales. Estudiar el reemplazo de las palas por un dispositivo más moderno. Proceder a la instalación de nuevos estanques para soluciones.
5. - En la planta de purificación de soluciones: perfeccionar un procedimiento eficaz y realizarlo sin tomar en cuenta las instalaciones existentes.
6. - En la planta de ácido sulfúrico: duplicar la capacidad de producción.
7. - Organizar un servicio de control metalúrgico moderno y eficaz.

2. B. 2. 4 Discusión

Es obvio que esta última solución, si a corto plazo parece permitir hacer economías de inversiones, no es a largo plazo la más satisfactoria. Es así como gracias al aumento de la recuperación del cobre y a la baja del precio de costo de éste, es indudable que las nuevas instalaciones propuestas en la solución N° 1, se verían muy rápidamente amortizadas, seguramente, mucho antes de que se agote el yacimiento la Exótica. Llega un momento en el cual debe cortarse radicalmente con el pasado y reemplazar las instalaciones vetustas e ineficaces.

3. FUNDICION

3.1 Observaciones generales

De una manera general se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- Las unidades están bien distribuidas en relación unas con otras.
- En la fundición los hornos reverbero están mal implantados en relación con los convertidores, lo que obliga a hacer desplazamientos muy largos del eje en función.
- Las unidades, excepto la planta de ácido sulfúrico, están sucias y en malas condiciones de mantención.
- No existe ningún sistema de control, físico-químico que permita el manejo racional de las unidades de fusión.
- No existe servicio de control y de balances que permita seguir realmente el proceso diario de producción.
- Los problemas de higiene y seguridad para los trabajadores están mal solucionados.
- Los problemas sociales existentes en Chuquicamata hacen que esta planta no rinda los resultados normales que tales instalaciones podrían dar.
- No hay mantención preventiva en esa división.

3.2 Preparación de las materias primas

Instalación bien concebida, pero ya vieja y sobretodo mal mantenida y mal manejada.

En especial, las camadas no se pueden practicamente utilizar porque están fuera de uso las rastras y capachos. Esto se traduce por una imposibilidad para mezclar el concentrado seco y fundentes.

La sección chancado acarrea graves problemas de funcionamiento, ya que los equipos necesitan mucha mantención y porque está manejada mal y además muy sucia.

3.3 Fundición

3.3.1 Hornos de Reverbero

Desde el punto de vista capacidad, los reverberos no dan problemas, el cuarto horno aumentará las posibilidades de operación que habrá de utilizar para poder llegar a una mantención preventiva seria.

Desde el punto de vista disposición, hay que modificar el sentido de la colada de eje para eliminar el transporte en ollas y en carros (enfriamiento demasiado importante del eje y utilización de locomotoras completamente gastadas). También se puede volver a estudiar el problema de granulación de escorias en el agua, para suprimir de esta manera el transporte de ollas en carros.

Del punto de vista manejo de hornos, hay que establecer un sistema eficaz de control a priori, de los productos fundidos por análisis espectrográfico rápido de muestra y aumentar la automatización del regulador de mezclas de los constituyentes.

A este respecto, hay que estudiar la reintroducción de Fe en el concentrado mezclado - sea bajo forma de pirita que se recuperará en la concentración, sea bajo forma de calcinado de caliche proveniente de la producción de ácido sulfúrico.

3.3.2 Convertidores y puentes grúas

Del punto de vista capacidad (haciendo notar que estos equipos constituyen el cuello de botella), son las costumbres de trabajo y las pérdidas de tiempo en los cambios de turnos y paradas para almorzar, que son la causa de disminución de producción de 20 % por lo menos.

Hay que organizar en una forma más racional el manejo de los convertidores y de los puentes grúas, haciendo estudios sobre los puestos de trabajo y de los tiempos de operación, con resultado eventual de modificar los puentes y grúas.

Sobre todo, no hay que aumentar el número de convertidores para aumentar la producción, el atascamiento que se produciría, podría reducirla.

Del punto de vista de salubridad y economía, sería indispensable recuperar el azufre que se escapa de los convertidores bajo la forma de SO_2 . La pérdida en estos momentos es del orden de 1.160 T/diarias de SO_4H_2 , mientras que el mineral de Exótica debiera de requerir más en los años próximos. Por otra parte, la cantidad de materias secundarias que se encuentran en la nave de los convertidores es demasiado importante, de aquí que exista una circulación inútil de cobre entre reverberos y convertidores, y una enorme cantidad de polvos en esta nave, haciendo los trabajos muy penosos.

Por último y para terminar, la recuperación de las calorías que se hallan en los gases de insuflación corresponden a una energía de 3.700 KW que podría ser utilizada en la compresión del aire de los convertidores.

3.3.3 Refinación y colada de ánodos

La parte refinación es correcta, pero la colada de ánodos causa demasiados problemas mecánicos ligados a una falta real de mantención.

Se debiera automatizar la proyección de "Bone Ash" sobre los moldes de ánodos.

3.3.4 Acido Sulfúrico

Instalación nueva en buen estado de funcionamiento, con solamente algunos problemas de detalle mecánico que resolver. Pero mucho cuidado, aquí otra vez se observa muy poca mantención preventiva, lo que podría traducirse en poco tiempo en serias dificultades.

Por otra parte, hay una mala implantación de esta unidad que recibe todo el humo de SO_2 proveniente de la fundición (atmósfera irrespirable, corrosión externa posible).

4. REFINERIA

4.1 Refinería N° 1

En el campo de la facilidad de explotación, nos encontramos en presencia de una unidad muy antigua con las dificultades inherentes a esta antigüedad. En el caso de renovación de esta unidad sería indispensable que se considerase el problema del transporte de materias sólidas y de las soluciones.

En resumen, se trata de una unidad caduca y de manera general, mal conservada.

4.1.1 Electro obtención

Los resultados en esta sección son decepcionantes, tanto del punto de vista de la calidad de los cátodos, como la eficiencia de corriente (55 - 60 %) y la recuperación y la calidad de las barras anódicas.

Ante todo, podemos concluir que la mayor parte de las dificultades resulta de la mala calidad de la solución que viene de la lixiviación, con una cantidad muy importante de Cl y de iones pesados tales como Fe^{2+} , Al^{3+} , Mg^{2+} y Mn^{2+} .

Para resolver este problema inicial, podríamos considerar las soluciones siguientes:

- Depuración química completa de la solución lixiviada para alcanzar cantidades de cloro y iones pesados de 1 gramo por litro a lo sumo.
- depuración física por floculación y filtración sucesivas.
- colocación en las celdas de sacos anódicos y catódicos que servirán de diafragmas para los iones y sobre todo para los productos coloidales.

4.1.2 Electro Refinación

Del punto de vista de la electrólisis, esta sección intermedio funciona de una manera aceptable bajo las siguientes reservas:

- Densidad de corriente excesiva 218 Amp/m² comparado a 182 Amp/m² en la refinería N° 2.
- Voltaje relativamente elevado en las celdas.

La calidad de los cátodos es buena, tanto del punto de vista de los análisis químicos como en el aspecto externo.

La solución en circulación posee características normales de los puntos de vista físico y químico.

4.2 Refinería N° 2

Del punto de vista de la explotación, esta fábrica está muy bien diseñada y muy bien realizada, tanto del punto de vista de la disposición general interna como de las facilidades de acceso y de almacenamiento externo.

4.2.1 Electro Refinación

Del punto de vista de la electrólisis esta sección funciona normalmente, en particular con:

- Una densidad de corriente relativamente baja y un débil consumo de KWh/t (261 Kwh/t).
- Un bajo voltaje en las celdas del orden de 0,26 v.
- Una buena calidad de los cátodos tanto en el punto de vista químico como físico.

Hay que señalar de todos modos, una eficiencia de corriente débil (85 %) Esto se debe seguramente a un número muy elevado de corto-circuitos que es el resultado de una deficiente inspección de las celdas.

La solución en circulación posee características normales.

4.2.2 Producción de láminas partidoras

La parte electrolítica funciona normalmente, pero el voltaje entre las celdas es elevado (0,36 - 0,39 v).

La densidad de corriente de 180 Amp/m² es normal.

La calidad de las láminas es excelente y no se plantean problemas para su manejo.

La planta de terminación está muy bien diseñada y permite especialmente la automatización máxima de las operaciones.

4.3 Producción de metal Doré

No hay nada que señalar en cuanto al proceso, salvo que hubiese sido deseable recuperar el selenio, separándolo antes de pasar al horno doré.

4.4. Sección de productos terminados

La refinación de los cátodos en los hornos de reverberos y la fusión en el horno vertical funcionan de una manera muy satisfactoria.

Las técnicas de colada en " wire-bars" son buenas con un sistema de pintura automático de los moldes.

La calidad de las barras es buena tanto química como físicamente. Sin embargo, el porcentaje de las barras chuecas es demasiado elevado y podría ser disminuído considerablemente mejorando el control de la temperatura de los moldes y la técnica de enfriamiento.

5. ELECTRICIDAD

5.1 Producción de energía

5.1.1 Antigua central de Tocopilla

Con un consumo de 4.350 Kcal/kwh, la antigua central alcanza a un costo directo de 2,94 cts. por KW lo que es muy alto si se compara con el precio de KW hora obtenido por las nuevas secciones de Tocopilla (1,62 cts).

Se nota que el hecho de mantener andando tan antigua central trae consigo una pérdida del orden de 1,3 U.S.\$ cts. por KWh.

Una diferencia tan importante justifica fácilmente una inversión.

En realidad, con 8.000 horas por año, la pérdida por KW instalada de la antigua central es de 104 U.S.\$ en el año, en relación con una unidad moderna.

Así pues, la instalación de un KW cuesta alrededor de 200 U.S.\$ lo que representa con una amortización de 15 años a 10 % más o menos 28 U.S.\$ de gastos indirectos por año (en remuneración de la inversión).

Estas cifras hablan por sí solas sobre todo en la óptica de un aumento de producción que aumentará el potencial usado.

5.1.2 Nueva Central de Tocopilla

Poco hay que decir acerca de estas unidades que son modernas.

Parece difícil cambiar el combustible para utilizar carbón en las últimas secciones.

Sólo un estudio técnico económico detallado permitiría llegar a la conclusión de interés por un cambio tal vez de combustibles.

5.1.3 Central de recuperación

No hay ninguna observación importante que hacer sobre esta instalación, cuyo costo de fabricación es bueno, así como el estado en general.

5.2 Problemas de distribución

5.2.1 Líneas de transporte de 100 Kv.

Las pérdidas de esta línea son en estos momentos del orden de 9 % lo que es considerable.

Además, la extensión prevista de la producción de Chuquicamata no puede sino que agravar esta situación.

Es entonces posible que la instalación de turbinas a gas en el sitio mismo de Chuquicamata sea la solución económica más bien que la instalación de secciones térmicas en Tocopilla.

Este resultado es casi asegurado a condición que se pueda utilizar las calorías normalmente eliminadas en la chimenea de las turbinas a gas para una utilización cualquiera en procedimiento.

De todas maneras las protecciones eléctricas de esta línea son insuficientes y deben ser revisadas.

5.2.2 Distribución de Tensión media

Pocas cosas se pueden decir sobre esta red. Un esfuerzo de renovación y modernización debe ser hecho para aumentar la seguridad de marcha de las instalaciones y limitar el importante volumen de los trabajos de mantención de servicio eléctrico.

Del mismo modo, el problema del "black start" o sea, la pérdida total de toda fuente de energía eléctrica no parece estar enteramente resuelto.

La repartición prevista en estos momentos en la Central de Recuperación y la puesta en marcha de una unidad técnica especial en Tocopilla, son actualmente las únicas medidas tomadas y parecen insuficientes. Dejan en efecto la planta a merced, sea del funcionamiento de relay en falta de tensión, sea de funcionamiento más o menos seguro de motores térmicos que permiten la puesta en marcha de Tocopilla (después de un tiempo difícil de precisar).

La instalación de una turbina a gas de 15-20 MW, sea en Chuquicamata, sea más lógicamente en Tocopilla, resolvería este problema.

Esta sugerencia fue ya puesta en estudio por lo demás por la Compañía.

5.3 Conclusión

La producción y la distribución de energía en Chuquicamata, presentan un cierto número de problemas económica y técnicamente importantes y que están además, entre mezclados unos con otros.

Un estudio general parece ser indispensable para mejorar los costos de producción y la seguridad.

6. TRANSPORTE

Las expediciones y el transporte del cobre deben ser examinados en su conjunto (embarque en carros a Chuquicamata y transporte marítimo desde Antofagasta). Actualmente, los lotes de venta son preparados en Chuquicamata, muy lejos del lugar de embarque y las irregularidades en la llegada de los barcos, los incidentes posibles en la vía férrea, inciden en el transporte; por otra parte, el espacio disponible de almacenamiento en Chuquicamata es insuficiente. En Antofagasta, por el contrario, se dispone de más espacio, pero tratan de no descargar los vagones, lo que conduce a inmovilizar a un gran número de éstos últimos para constituir una existencia sobre ruedas. Estos carros hacen después falta en Chuquicamata.

Nos parece entonces necesario tener que considerar la posibilidad de ubicar la existencia principal en Antofagasta, con una constitución de lotes de venta en el lugar mismo. Con este fin un equipo de manutención rápido (pórtico o puente grúa) en el aire libre debiera ser instalado.

Es también deseable dotar el parque de embarque de Chuquicamata de un medio para desplazar los vagones (arrastre o locotractores).

Por último, en lo que se refiere al stock de petróleo de Antofagasta, sería deseable examinar si una extensión de la capacidad permitiría recibir toneladas mayores a la vez, y cual sería la economía sobre el flete marítimo.

7. TALLERES Y BODEGAS

7.1 División Mecánica Planta

El estudio y el análisis de esta División nos permiten constatar un envejecimiento general del conjunto máquinas-herramientas por una parte y por otra, una falta de organización general al nivel División-Mecánica. El análisis de las distintas secciones y sub-secciones nos muestra el rendimiento medio muy débil de las máquinas (aprox. 35 %).

Esta cifra se debe a dos causas:

1. el estado muy antiguo del material
2. la falta de planificación de la mantención.
La constatación del punto 1 nos indica que muy rápidamente deberá aplicarse las soluciones siguientes:

Reparación de las máquinas usadas cuando hay posibilidad de comprar repuestos.

Prever en ciertos casos el reemplazo de las máquinas que están fuera de uso.

La constatación del punto 2 nos indica que debe estudiarse la rápida iniciación de un programa de reorganización del mantenimiento, es decir:

Establecer los documentos necesarios a la mantención.

Poner en marcha y controlar la preparación del trabajo.

Establecer las fichas históricas de las máquinas.

Avaluar el costo de mantención por máquina.

Coordinar la elaboración de documentos que permitan conocer el conjunto de las instalaciones y promover una política económica para los repuestos.

Estudiar los problemas de lubricación.

7.2 Taller Mantención División Fundición

El estudio y el análisis de esta División nos permite constatar la falta de organización en el Taller de Mantención. El personal trabaja esperando la panna, lo que produce el fuerte porcentaje (76,8%) del tiempo pasado en reparaciones en las unidades de producción. Pensamos que también allí, podría crearse una oficina de planificación, con el fin de reducir las horas de espera perdidas y por consiguiente aumentar la productividad de cada obrero.

7.3 Taller División Eléctrica

El mayor problema de esta división es el Taller de reparación de motores eléctricos. Considerando las instalaciones, los medios humanos y técnicos, pensamos en primer lugar que la cantidad de trabajo de este taller podría mejorar. Existen dos soluciones para tratar de reducir el retraso de Ordenes pendientes.

La primera es aquella que consiste en agregar un segundo turno de trabajo, que permita ejecutar ciertos trabajos sin horas suplementarias, a continuación del turno diurno. No serían necesarias inversiones complementarias.

La segunda posibilidad sería la creación de una oficina de Planificación a nivel DIVISION ELECTRICA. Esto permitiría una racionalización del trabajo, es decir: reducir los tiempos de inmovilización de las máquinas, mejorar la productividad del personal y reducir el costo de mantención.

La iniciación de un programa de planificación de talleres está muy estrechamente ligada a la puesta en servicio del mantenimiento preventivo en los diferentes servicios de la Planta. Este mantenimiento preventivo permitiría vigilar eficazmente los incidentes electro-mecánicos y de engrase de los diferentes equipos, y de este modo, evitar las panas y las frecuentes desarmaduras que son la causa del aumento de trabajo en los talleres.

7.4 Bodegas Generales

El conjunto del servicio, incluyendo la gestión de stocks, parece funcionar en buenas condiciones. La implantación de bodegas en las diferentes unidades responde a las necesidades pedidas.

Sin embargo, la cifra global de artículos almacenados (135.000 items) parece ser muy elevada.

Considerando las diversas observaciones en lo referente al problema y la falta de repuestos, sería deseable analizar seriamente el conjunto de artículos almacenados útiles e inútiles en toda la Planta.

El movimiento mensual medio es de aproximadamente 20.000 items, lo que nos hace pensar que hay un stock importante de artículos inmovilizados y que no se utilizan.

C O D E L C O

RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EXOTICA

SOFREMINES
Santiago - Junio, 1971

EXOTICARESUMEN DE OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

De manera general, la mina Exótica es muy moderna (1967), sus instalaciones son de calidad y están en buen estado.-

La organización parece bien adaptada y eficaz. Los resultados son buenos. La capacidad de producción es de 120.000 t/diarias (90.000 t. de mineral y 30.000 t. de lastre). Sin embargo, se puede hacer al respecto las observaciones siguientes:

1. Calidad de los productos

La heterogeneidad de los minerales de Exótica acarrea serios problemas metalúrgicos a Chuquicamata. No parece que se pueda actuar efectivamente en la extracción de materiales de la mina, de modo de garantizar una calidad de entrega más o menos constante durante períodos suficientemente largos. Se debe buscar una solución para regularizar la composición de los productos que llegan de la mina a la entrada de las instalaciones de tratamiento.-

2. Problema del agua en la mina

Alrededor de la mitad de la mina se halla bajo una capa de agua. La explotación empezó naturalmente en la parte seca, pero se está llegando al oeste en la parte bajo agua. Los estudios hechos por la compañía, demostraron que bombas y cañerías de drenaje debían ser puestas en marcha en Abril de 1971, y actualmente el material necesario no está ni siquiera encargado.-

Surgirán problemas cuando la explotación avance hacia el oeste y hay que prever un desagüe de agua si se quiere mantener el ritmo de la extracción, y esto puede tener influencia en la inclinación de los taludes de explotación.-

El proyecto de explotación habrá de ser revisado en función de la solución escogida para este problema de agua. Hay que hacer notar que el agua de la napa es ácida, por lo que habrá que tomar serias precauciones para su extracción.-

3. Estabilidad de los taludes

El límite del yacimiento de la Exótica está situado a 35 m. al norte del pie del gran botadero de estéril de Chuquicamata. Sería conveniente estudiar la estabilidad del talud final bajo la presión de este botadero y determinar así la forma definitiva de la fosa y el límite de extracción de mineral.

4. Carguío de Mineral.

En función de la solución escogida para la homogeneización del mineral, antes de la entrada en las instalaciones de tratamiento, será convenien-

te determinar cuál es el mejor equipo para el carguío de mineral.-

En este momento, habría que disponer de dos palas para hacer una explotación selectiva del material, y en estas condiciones, el número de palas actualmente en trabajo resulta insuficiente para garantizar una producción total diaria de 120.000 tons.-

En este caso, habría que pensar en aumentar la dotación de palas, o en ocupar una pala de mayor movilidad con capacidad para cargar los camiones de 100 tons. y desplazarse rápidamente a lo largo de los frentes que son bastante extensos (Pala cargadora sobre neumáticos en vez de pala eléctrica).-

De todas maneras, es necesario contar con una pala neumática poderosa para efectuar la carga de los stocks de mineral de la mina.-

5. Chancadora primaria

Será tal vez posible pensar de aquí a algunos años en la instalación de la chancadora primaria en el centro de la fosa, lo que reduciría bastante el transporte del mineral en camiones.-

Por otra parte, el almacenamiento de minerales con leyes diversas en una sola pila, ocasiona mezclas que dificultan las operaciones de la planta de lixiviación.-

6. Equipo y Mantenición

Es necesario desarrollar mejor la mantención preventiva en Exótica.-

Una comparación de costos entre los sistemas de mantención de Exótica y Chuquicamata permitiría determinar la mejor política a seguir en este aspecto.-

De todos modos, aparte de los problemas suscitados por la poca disponibilidad de palas, el conjunto de los equipos escogidos es de buena calidad y se encuentra en buen estado.-

Hay sin embargo, que insistir en la necesidad urgente de dar solución al problema de falta de repuestos, que puede causar graves dificultades a la explotación.-

C O D E L C O

RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EL SALVADOR

SOFREMINE

Santiago, Junio 1971

E L S A L V A D O R

RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1.	Explotación Minera	1
2.	Tratamiento de Minerales	6
3.	Fundición	9
4.	Refinería	12
5.	Electricidad	14
6.	Transporte	16
7.	Talleres-Bodegas	17

1. EXPLOTACION MINERA

1.1 Conocimiento del yacimiento.

La mineralización explotable del yacimiento de "El Salvador" se encuentra constituida esencialmente por sulfuros de cobre (Calcopirita bornita y calcosina) acompañados de molibdenita.-

La capacidad global de los recursos está evaluado en 364 Mt. de mineral con una ley media en cobre de 1,30%.-

Las reservas detectadas hasta la fecha como "ciertas" aseguran un volumen de 173 Mt. con una ley media de 1.48%.

El yacimiento ha sido definido perfectamente por el Servicio Geológico. Este servicio dispone de medios poderosos e instalaciones bien adaptadas para llevar a cabo cualquier estudio científico fundamental en relación a la geología, petrografía y mineralogía a nivel regional

Regionalmente, dicho servicio se encarga de realizar estudios relacionados con el conocimiento del yacimiento, dar las informaciones necesarias para el establecimiento de programas de explotación, estableciendo finalmente un control de los resultados obtenidos.-

De acuerdo a su género, es normal que este servicio sea una entidad autónoma, que cumple las funciones que se le han asignado.-

Sin embargo, parece posible mejorar aún su eficiencia:

- Dotándolo de los medios propios para efectuar campañas de sondeo.
- Estableciendo una conexión funcional con el Servicio de Explotación, para todo aquello que se relacione con los estudios del yacimiento.-
- Planificando los programas de investigación.-

1.2 Características mecánicas de las rocas y estudios de mantenimiento de terrenos.-

Los problemas inherentes a la mecánica de rocas son particularmente importantes en El Salvador, ya que condicionan estrechamente la dirección de los procesos de arranque de bloques.-

El conocimiento de la repartición de los esfuerzos y de sus valores en la masa debería permitir orientar la explotación a fin de garantizar la producción y tomar las medidas adecuadas con la debida anticipación.-

1.2.1. Método de Explotación.

El método por "block-caving" ha sido aplicado con éxito en aquellas zonas sensibles del yacimiento donde la roca está constituida de andesita o ciertas categorías de porfirita.-

En cambio, su iniciación en los sectores de diorita compacta plantea ciertos problemas. Estas zonas representan alrededor del 45% de los recursos en "reserva segura".-

Los métodos modernos del estudio de la mecánica de roca, actualmente conocidos permiten determinar los esfuerzos y sus variaciones por una simulación de la explotación. Estos métodos ofrecen una valiosa herramienta para juzgar las condiciones de propagación de hundimiento y rectificar los parámetros de la explotación.-

1.2.2 Presión de los terrenos.

En ciertas zonas del yacimiento se manifiestan importantes presiones. Estas han provocado el hundimiento de galerías en las cuales el sostenimiento rígido utilizado, estaba mal adaptado para resistir sus efectos. Con el tipo de apoyo por cuadros metálicos TH, el equilibrio de las galerías debería ser asegurado sin perjuicio de una cierta deformación de los marcos y del hinchamiento del piso.-

Sin embargo estas presiones, al producir una gran fragmentación en la roca, son un elemento favorable en el método de block-caving.-

El conocimiento de sus diagramas de repartición, aparece no obstante indispensable para establecer un programa de explotación, disminuyendo su acción en los trazados de base.-

Los métodos de estudio de mecánica de rocas sobre modelo matemático, anteriormente enunciados, pueden aportar una solución a este problema.

1.3 Explotación.

Los rendimientos de la mano de obra son bajos. Un análisis detallado de los sistemas de trabajo sería necesario para determinar las causas y definir las medidas a tomar para su perfeccionamiento.-

Hay que señalar algunos puntos:

1.3.1 Explotación de los minerales duros.

En el futuro se desarrollará la explotación de las zonas de yacimiento en rocas duras.-

Estos procesos de arranque plantean el problema de la fragmentación del mineral en bloques, compatible con los medios de extracción.-

El método de "block-caving" no permite el control de esta fragmentación antes del "soutirage", es decir, en los niveles inferiores de extracción inicial.-

La elección de parámetros de la explotación, adaptados a las características mecánicas de las rocas, a fin de provocar una decompresión progresiva de los terrenos sin llegar a su desprendimiento brusco, permite reducir en cierta medida la importancia de los bloques de gran tamaño.

Para resolver el problema del control granulométrico, el técnico dispone solamente de tres soluciones:

- a) Aumentar las cargas por tiro en los niveles inferiores de extracción.
- b) Romper los bloques sobre parrillas antes de pasarlos a las chimeneas principales.-
- c) Aumentar la capacidad del chancador primario.-

Actualmente, se usan las soluciones a) y b).-

- La solución a) tiene el inconveniente de demorar el trabajo en el sitio y por lo tanto, de hacer disminuir los rendimientos.-

La organización de las faenas, que cuente con un número más que suficiente de frentes de trabajo de modo de independizar los frentes de tronadura de los de extracción, permitirá subsanar este inconveniente.-

Quedará siempre el inconveniente de un costo elevado de la operación.-

- La solución b) hace disminuir igualmente el rendimiento pero puede ser mejorada si la explotación se realiza alternadamente en un número elevado de chimeneas de evacuación del mineral.-

Actualmente, el control granulométrico y trozadura tienen lugar en el nivel intermedio N°4, en forma manual o mediante explosivos.-

La lentitud de esta operación, unida al número restringido de chimeneas retarda considerablemente el índice de productividad de los tajos LHD. En realidad, las máquinas cargadoras llenan rápidamente las chimeneas entre el nivel intermedio N°4; después de esto deben detenerse lo que hace escasa su utilización.-

La eficiencia de los obreros que están en las parrillas puede mejorarse, reemplazando la labor de trozadura tal como se practica por métodos simples con la ayuda de rompedores de bloques.-

- La solución c) merece un estudio más detenido. Aportaría las ventajas de disminuir considerablemente las limitaciones de las soluciones a) y b) y corregiría los errores de concepto en las instalaciones que continúan con el proceso (transporte y chancado en la planta de concentrado).-

1.3.2. Mejoramiento del sistema LHD

El sistema LHD está en período de iniciación.-

Según cálculos realizados por el Servicio de Explotación, un 80% de la

producción futura provendría de frentes equipados para este método.-

Dada la estructura de la explotación, este sistema parece efectivamente el más conveniente.-

El estudio detallado de este método de explotación deberá hacerse a fin de aumentar su rendimiento y disminuir su costo.-

1.3.3. Desarrollo de los trabajos preparatorios.

La mina adolece actualmente de un retraso en los trabajos preparatorios.-

De acuerdo a esto, el método LHD presenta una ventaja considerable sobre el método llamado de los "chatos"; el volumen de los trabajos preparatorios de un bloque tipo LHD es cerca de la mitad del que corresponde al método de los "chatos".-

Dada la importancia de los trazados en galerías, se recomienda el empleo de "jumbos" automotores sobre neumáticos.-

1.4 Ventilación

Aún cuando el sistema de ventilación no es el más satisfactorio, la ventilación de los sitios de trabajo es suficiente a los niveles de producción actual.-

La renovación del aire deberá mejorarse si se eleva la producción o si aumenta la dotación de cargadoras tipo Wagner u otro similar.-

Deberá hacerse un estudio para determinar el flujo óptimo de aire en los frentes de trabajo y ubicar los ventiladores convenientemente.-

Sería preferible en efecto, que la red de ventilación dependiera directamente del Servicio de Explotación, más bien que del Depto. de Seguridad e Higiene Industrial, ya que el papel de éste es, fundamentalmente, controlar las condiciones de trabajo de los obreros.-

1.5. Equipo

1.5.1 Adquisición del material.

Numerosos equipos son antiguos y deben ser reemplazados (algunas de las máquinas provienen de la antigua mina de Potrerillos)

Se deberán adquirir otras máquinas, si se quiere, por ejemplo, desarrollar el sistema LHD.-

Estas renovaciones y adquisiciones se deben determinar en base a un detallado examen de la dotación actual y en función del programa de explotación.-

1.5.2 Mantenimiento.

Un problema fundamental que se presenta en El Salvador es el de la falta de piezas de repuesto y deficiencias en el abastecimiento general. Es indispensable que este problema, del cual no conocemos las causas, sea estudiado y resuelto rápidamente si se quiere poder mantener el nivel de producción.-

2. TRATAMIENTO DE MINERALES

2.1 Observaciones

2.1.1 Concepto de las plantas de concentración.

El proyecto es excelente en su conjunto. Sólo algunos puntos podrían haber sido mejor realizados:

- el chancado primario donde una chancadora de 54" o 60" hubiera sido más indicada que dos chancadoras de 30".-
- insuficiente recolección de polvos en los chancadores.
- La molienda, que sin lugar a dudas, es demasiado gruesa, significa una pérdida no despreciable de mineral en los relaves, a pesar de la existencia de un circuito de remolienda de los concentrados y de las colas.-
- el control mineralúrgico es insuficiente.

La primera de estas fallas desaparecería, si como se nos ha dicho, una chancadora de 54" o 60" fuese instalada en la mina dentro de un plazo cercano.-

El segundo es más difícil de corregir. Los molinos de bolas de 9" x 9" recuperados en Potrerillos nos parecen netamente insuficientes para el trabajo que deberá hacerse.

El cuarto punto puede y debe ser corregido.

A favor del proyecto, hay que notar la excelente disposición de las celdas de flotación y de las bombas que permiten una explotación sin dificultades.

Los edificios están diseñados ampliamente y están listos para acoger modificaciones eventuales del tratamiento.-

Sin embargo, vislumbramos un punto sombrío para el futuro: los molinos parecen insuficientes para moler convenientemente los minerales cada vez más duros que la mina enviará en los años venideros, aún cuando actualmente este defecto no aparece.-

2.1.2 Realización

La realización ha sido igualmente muy cuidada. El material instalado es de primera calidad, las marcas seleccionadas son las que se encuentran en las plantas más modernas: chancadoras Symons Nordberg, molinos Marcy, celdas de flotación Agitair, etc.-

2.1.3 Gestión

Las plantas están muy bien administradas, con mucho orden, disciplina y método.-

Desde este punto de vista, El Salvador puede servir de modelo a numerosas plantas de flotación, en Chile y en el mundo.

El análisis del precio de costo de 1970 nos ha llevado a la conclusión de que éste es anormalmente elevado, más del doble de lo que debiera ser. Sólo vemos, como explicación de esta situación, la posibilidad de una sobretasa del valor real del escudo chileno en la conversión en dólares.

Si esta hipótesis no fuese válida, sería necesario proceder a un estudio profundizado de la descomposición de los precios de costo en las diversas operaciones.

Lo que hemos dicho de la calidad de la gestión del concentrador de Salvador, no es aplicable, desgraciadamente a las instalaciones de relaves y de carguío de concentrados de Llanta, donde un reordenamiento muy serio se impone si se quiere reducir las pérdidas de cobre.

2.2 Recomendaciones

Se puede afirmar que, comparada a la situación reinante en otras minas, la que se produce en el concentrador de El Salvador y en sus anexos es excelente.-

2.2.1 Actualmente, estas instalaciones funcionan a plena capacidad sin dificultad. En cambio, serios estudios deben emprenderse dentro de un futuro cercano para determinar cuáles son las modificaciones que eventualmente podrán aplicarse a la instalación actual de la molienda para que logre absorber los minerales más duros sin que disminuya la recuperación del cobre y del molibdeno.-

2.2.2. El control del proceso mineralúrgico iniciado debiera mejorarse considerablemente para poder estar seguros que las pérdidas de metales sean mínimas. Para lograrlo, dos clases de disposiciones deberían tomarse:

- revisar íntegramente los dispositivos de muestreos y de control,
- contratar un mineralurgista encargado de vigilar el buen manejo del proceso, desempeñando el rol de ayudante del superintendente actual, quién como parte de su trabajo, se preocupa ante todo del buen funcionamiento mecánico de las instalaciones.-

No debe olvidarse que, en una planta como ésta, los problemas mecánicos constituyen sólo una parte de los problemas que tiene que resolver.-

La buena marcha mecánica de los aparatos es condición necesaria pero no suficiente para la buena marcha orgánica del proceso. Desgraciadamente, he aquí un punto a menudo dejado de considerarse.-

2.2.3 El experimento del Río Salado, prueba sobradamente que algo podría y debería hacerse para rebajar la ley en cobre de los relaves de flotación.-

En el texto del informe, hemos sugerido que los relaves de las celdas de flotación que limpian los concentrados primarios vueltos a tratar, residuos que contienen cobre que ya ha flotado o listo para volver a flotar, no sean botados al río, sino que recirculados a la flotación primaria. Es una modificación de muy fácil ejecución.-

Si ésta disposición no fuese suficiente, debiera quizás estudiarse más detenidamente la remolienda y el nuevo tratamiento de los residuos.

En todo caso, parece ser que las instalaciones de Llanta no funcionan con tanta eficacia como debieran. Esto puede tener varias explicaciones, en particular la ausencia en el lugar de un grupo competente de personas, eficaz y enérgico, que defienda los intereses de la Compañía.-

3. FUNDICION

3.1. Observaciones Generales

De una manera general, se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Unidades demasiado dispersas en el sitio, lo que se debe originalmente a la utilización de un mineral diferente.-
Esto provoca un manejo de productos en forma aberrante, y es necesario revisar todo el problema de los transportes de cargas sólidas.-
- La mayoría de las unidades de preparación de las materias deben ser reemplazadas por obsoletas.-
- Las unidades propiamente de "fundición" funcionan normalmente y parecen en buen estado de conservación.-
- Las medidas de higiene y de seguridad son poco observadas.-
- No hay mantención preventiva en esta planta.-

3.2. Preparación de Materias Primas

3.2.1 Molienda del Sílice y de las Materias secundarias

Estudiar la colocación de 2 transportadores que permitan la supresión de transporte de sólidos por vagones y locomotoras (largo del trayecto de varios kilómetros y maniobras continuas por cambios de vías).-

3.2.2 Molienda de caliza y calcinación

La unidad de molienda es peligrosa para el personal, a causa de antigüedad y diseño. Esta instalación debe ser reemplazada por una unidad moderna, mucho más simple y más automatizada.-

Por motivos de higiene debe automatizarse la salida de la cal después de la calcinación.-

3.2.3 Descarga de concentrado y filtración

Esta parte está totalmente obsoleta; del punto de vista técnico se mantiene en servicio solamente al precio de un esfuerzo de mantención excesivamente caro. Revisar esta unidad para mejorarla y modernizarla.-

Cabe señalar que un control de peso debe ser colocado para permitir la contabilización y la automatización de la mezcla.-

3.2.4 Secado de la mezcla

Esta planta debe ser eliminada de la cadena de producción y reemplazada por un tubo secador giratorio corriente, lo que reducirá los gastos de producción y los costos de mantención de manera importante.-

Al mismo tiempo, hay que hacer notar que los transportadores en el área de secadores, están mal diseñados y en algunos casos están completamente fuera de servicio.-

3.3. Fundición

3.3.1 Horno de reverbero

Del punto de vista capacidad este horno tiene un rendimiento excelente que sobrepasa largamente el promedio normal (en tonelada cargada/pie 2 de área) y esto con producción de mata y escoria de buena calidad.-

Del punto de vista disposición, el conjunto horno de reverbero, convertidores y hornos ánodos está bien proyectado y los puentes grúas efectúan sin dificultad los traslados de líquido.-

Del punto de vista gestión, no hay nada que señalar excepto una falta de conocimiento rápido de los análisis por espectrografía, por ejemplo, que permitiría un mejor ajuste de los fundentes.-

En lo referente a calderas, hallamos ahí el punto débil porque la antigüedad de los equipos hace que la recuperación de energía sea 3 o 4 veces inferior a lo que debiera ser.-

3.3.2 Convertidores

No hay problemas de capacidad, pues con el régimen actual de operación, un convertidor de los cuatro puede estar siempre paralizado.-

Los sopladores no satisfacen las necesidades en razón de su antigüedad y falta de eficiencia. Habría que revisar totalmente este circuito de aire para mejorarlo y uniformar los sopladores.-

Del punto de vista salubridad y economía, hay que revisar totalmente el problema, porque una gran parte de SO₂ se queda en la nave. Este problema podría ser resuelto recuperando el SO₂ para producir ácido.-

La pérdida actual es del orden de 500 t/d. de ácido.-

También podría examinarse la recuperación de las calorías del gas bajo forma de vapor, es decir, recuperar energía.-

Habría también que aumentar la eficiencia de cada uno de los equipos y rendimiento del personal, organizando de forma racional la operación de los convertidores.-

3.3.3 Refinación y moldeo de ánodos.

Por regla, no hay problemas de capacidad porque el 1% de utilización es buena en el régimen actual. Sin embargo, el carrusel de moldeo en ánodos es bastante antiguo y necesita mucha mantención.-

Se debería automatizar la proyección de "Bone ash" sobre los moldes porque este producto causa problemas después en la electrólisis.-

4. REFINERIA

4.1 Refinería Electrolítica

La refinería electrolítica ha sido construída seguramente en un conjunto de instalaciones ya existentes, y es por eso que la sección de refinación de los cátodos está ubicada entre los hornos de ánodos y la refinería electrolítica. Hubiese sido lógico tener talleres dispuestos en el sentido de la circulación de los productos; es decir, hornos de ánodos - refinería electrolítica - hornos de refinación de cátodos.-

4.1.1 Refinación.

Esta unidad funciona bien, contando con:

- una tensión baja en las celdas (0.25 v)
- un débil consumo de KWH/t (240)
- una adecuada eficiencia de corriente (90-92%)

Sin embargo, deben exponerse las siguientes reservas:

- La calidad de los cátodos es muy mediana, tanto del punto de vista químico como físico (muy numerosas)
Esto se debe en gran parte a:
 - La calidad mediana de las hojas partidoras.
 - La mala circulación del electrolito en las celdas.
 - La cantidad considerable de sólidos en suspensión en el electrolito (Bone ash que queda en los ánodos).-

La solución en circulación posee características anormales en cuanto a su ley en hierro (3,5 g/l)

4.1.2 Producción de láminas partidoras

Del punto de vista de la electrólisis, esta unidad funciona de una manera normal con las siguientes reservas:

- La tensión entre celdas es relativamente elevada.
- La calidad de las láminas es muy mediocre. Especialmente el grosor de las láminas no es constante de arriba hacia abajo.-

La solución en circulación posee características normales, pero la ley en hierro es demasiado elevada (2,8 g/l)

4.2 Refinación de los cátodos y colada en productos finales.

La refinación de los cátodos en el horno de reverbero y la colada de productos finales funcionan normalmente.-

- Está muy bien realizada la pintura automática de los moldes.-

- Un porcentaje elevado de buenas barras (90,1%), es decir, solamente un 10% de ellas deficientes (barras dobladas).-

Deben, sin embargo, considerarse las siguientes reservas:

- Las barras están cubiertas de una fina película de sales de calcio que les da una apariencia blanquizca.-
- La ley en fierro del producto acabado es muy elevada (17 ppm en comparación al valor normal de 6-8 ppm).-

5. ELECTRICIDAD

5.1 Plantas de fuerza

5.1.1 La Central térmica de Barquito

Construida con una tecnología que data de 1927, esta unidad tiene más de 40 años de antigüedad.-

El consumo calorífico es del orden de 4.200 a 4.350 Kcal/Kwh valor normal para un material de esa época.-

Las unidades modernas sin sobre-recalentamiento tienen para potencias instaladas de 30 a 40 Mw por sección, un consumo de 2.350 a 2.400 Kcal/Kwh.-

Esta diferencia considerable, que significa 0,8 US\$ ctv. por Kwh nos lleva a considerar el estudio económico detallado para instalar una unidad moderna en reemplazo de la central actual. Es por lo demás probable que este estudio acarrearía una respuesta positiva, como ocurre regularmente en Europa.-

5.1.2 Central Diesel

Considerando el precio del diesel oil, habría sido probablemente interesante juntar el problema de instalación de los diesels con el problema de renovación de la central térmica.-

En las circunstancias actuales, puede buscarse un lugar donde instalar las 8 futuras diesels.-

El estudio económico llevaría a escoger entre los siguientes elementos:

- Instalación de los diesels en Barquito, aumento de pérdidas de energía en la línea 88 Kv (actualmente alrededor del 10%)
- Instalación de los diesels en El Salvador, pérdida de fuerza debido a la altura.-

Es actualmente difícil juzgar de antemano el resultado de un estudio de esta índole.

5.1.3 Las Centrales hidráulicas y diesel de Potrerillos y El Salvador

Pocos comentarios pueden hacerse sobre estos equipos:

- Las unidades hidráulicas tienen un precio del Kwh que satisface, gracias a la escasa mano de obra utilizada y a su rusticidad.-
- Las unidades diesel son modernas y juegan un rol esencial de emergencia.-

5.2 Gestión de las unidades de producción.

La iniciación de un control de gestión por objetivos sería una ayuda preciosa para tener un juicio claro sobre la marcha de las diferentes instalaciones.-

5.3 La red de distribución

5.3.1 Línea 88 Ky.

El problema de refuerzo de la línea está supeditado a la solución de instalación de las diesel en Barquito o El Salvador, como también al problema de renovación de la instalación térmica de acuerdo al precio del KWH resultante.-

5.3.2 Red

Poco puede decirse sobre la red de distribución. Si las instalaciones de El Salvador son modernas, Potrerillos en cambio está en su mayor parte equipado con un material antiguo que perjudica a la vez la seguridad del funcionamiento de las instalaciones y el costo de la mantención.-

6. TRANSPORTE

El transporte de productos y equipos entre El Salvador y Potrerillos y en una forma menos importante, entre El Salvador y el puerto de Barquito han sido concebidos e instalados de manera de utilizar al máximo el material existente (ferrocarriles), pero las soluciones técnicas escogidas, conducen a tener un conjunto mal adaptado y muy costoso.-

6.1 El Ducto que traslada la pulpa hasta Llanta presenta ciertos defectos: falta de resistencia a la dilatación, corrosión (no se ha utilizado agentes antibacterianos). Funciona con escurrimiento libre y a una velocidad de flujo excesiva.-

Los estanques de almacenamiento y carguío en Llanta, no operan como se habría proyectado, es decir, no evacúan el excedente de agua.-

Esta agua se evacúa directamente de los vagones por medios primitivos y una gran parte del concentrado se pierde.-

Cuando se trata de almacenar pulpa en los estanques de reserva, es difícil extraerla. Llanta recibe en forma paralela, concentrado seco de Chuquicamata, el que es mojado en parte en Llanta para transportarlo en vagones hasta Potrerillos (60 kms.).-

El transporte del concentrado muy húmedo en vagones auto-descargadores provoca también pérdidas y hay que agregarle nuevamente agua cuando llega para volver a formar la pulpa y pasarla en el espesador y en los filtros en vacío.-

Todo esto representa una serie de operaciones desordenadas y antieconómicas que conviene normalizar a la brevedad. Se puede preguntar si no hubiese sido más racional construir una canalización directa desde El Salvador a Potrerillos con sistema de rebombeo. También se puede considerar la instalación de una planta de Filtración en Llanta.-

6.2 El ferrocarril es antiguo, aunque parte de los rieles fueron cambiados (sin relastreo). Algunos puntos son anormales:

- Los soportes de rieles nuevos están inclinados a 1/40 mientras que las llantas están a 1/20; de ahí que haya un desgaste anormal. Habría que intentar hacer preparar algunas llantas de vagones de concentrado al torno 1/40 tan pronto como la vía sea renovada en todas sus partes.-
- Las curvas no se engrasan automáticamente por las locomotoras.-
- El material de levante (grúas sobre rieles) es muy antiguo.-

6.3 En lo que se refiere al centro portuario de Barquito, parece anormal que se utilicen lanchones para el embarque de materiales y equipos, en circunstancias que hay suficiente profundidad para el atraque de barcos, relativamente cerca.-

7. TALLERES - BODEGAS

7.1 División de Mantención General de la Mina

El estudio y el análisis de esta división, nos permite constatar la buena voluntad de todos para llegar a efectuar dentro de plazos mínimos las diversas reparaciones vitales para la buena marcha de la mina.-

Sin embargo, sería conveniente que dentro de esta división se considerase la compra de algunas máquinas-herramientas (tornos por ejemplo) para evitar al máximo las reparaciones efectuadas por el taller central.-

Por otra parte, si esta división se encarga de la Planta compresora, sería urgente considerar la renovación de algunas unidades demasiado antiguas, y en las cuales se hace notar la falta de piezas de recambio.

7.2 División Ingeniería Mecánica

Esta división es una de las mejor equipadas que hayamos podido encontrar.-

Los edificios son limpios, espaciosos. Los equipos y las máquinas son de buena calidad.-

El personal bien adaptado a los métodos de trabajo y de seguridad.

El secretario técnico tiene a su cargo mantener al día los pormenores de trabajo.-

En el plano organizativo, podemos decir que existe alguna organización sin embargo, por razón de uniformidad, al nivel Planta, pensamos que sería preferible contar con una oficina técnica de planificación y métodos.-

7.3 División Mantenimiento Mecánica Planta

Este taller, a pesar de la buena voluntad de todos, tiene una gran carga de trabajo.-

Se ocupan muchas horas extraordinarias, incluyendo los Domingos.-

Pensamos que en esta sección, una programación de mantención preventiva con un personal idóneo facilitaría considerablemente el trabajo individual y, en consecuencia, disminuirían las horas extraordinarias y por otra parte, mejoraría el estado del material de producción.-

7.4 División Ingeniería Mecánica Potrerillos.

El análisis de este taller nos muestra dos aspectos diferentes:

1. El estado del material
2. La organización.-

El análisis del punto 1 es crítico, el término medio de edad de las máquinas es superior a 40 años; en este caso ningún método de planificación o racionalización del trabajo puede ser eficaz, ya que el estado del material no lo permite.-

Por lo tanto, hay que prever para estos talleres un equipo renovado para responder a las necesidades urgentes de la fabricación.-

El punto 2 es más satisfactorio, pero desgraciadamente poco influyente de acuerdo a las observaciones señaladas sobre el estado del material.-

7.5 División Mantenimiento - Mecánico de la Planta

Las observaciones hechas en esta división son las mismas de los párrafos anteriores.-

La dedicación del personal para mantener y reparar el material de producción, cada vez más solicitado, debido al aumento de la producción, ya no es suficiente.-

Para obtener mejores resultados, hemos visto que el esfuerzo debería converger en base a la uniformidad y desarrollo de la mantención preventiva, con la formación de una Oficina Técnica Central eficaz y responsable.

Podemos decir que la mantención, concebida en una forma preventiva, lleva a la noción de trabajo planificado con todas las ventajas técnicas, económicas y sociales que implica.-

7.6 Bodegas generales

Teniendo en cuenta la repartición geográfica de El Salvador y Potrerillos estimamos que la solución que se ha adoptado es buena.-

Es evidente que sería conveniente reagrupar la sección administrativa dentro de una política futura a largo plazo.-

Los los edificios construídos racionalmente, todo esto permitiría una mejor centralización en El Salvador.-

En todo caso, las bodegas ubicadas en cada sector o región conservarían allí la organización actual.-

El número global de ítems (48.642) parece corresponder a una cifra razonable.-

El problema repuestos señalado en ciertos sectores, es un problema momentáneo en vías de solucionarse.-

C O D E L C O

RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

EL TENIENTE

SOFREMINES,
Santiago, Junio de 1971

C O D E L C O

RESUMEN DE LAS OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- Explotación de la Mina
- 2.- Tratamiento de los Minerales
- 3.- Fundición
- 4.- Red de Distribución de Electricidad - Red de Agua
- 5.- Transportes
- 6.- Talleres y Bodegas

1. Explotación de la Mina

1.1 Conocimiento del Yacimiento

El yacimiento de El Teniente está perfectamente definido, desde el punto de vista geológico. Constituye una aureola mineralizada alrededor de un núcleo central formado por la chimenea volcánica llamada "Braden pipe". En esta área la mineralización impregna un horizonte de andecita incrustado localmente con masas de dioritas cuárcicas y de dacitas porfíricas.-

La mineralización se presenta bajo tres formas de mineral:

- Un mineral primario en sulfuros (calcopiritas y bornitas), una roca compacta cementada por anhídridas.-
- Un mineral secundario que cubre el conjunto de la formación anterior de sulfuros (calcopiritas, bornita, calcocinas y coelinas) en una roca disgregada por la lixiviación de la anhídrita.-
- Por último, en los bordes de la chimenea volcánica, una zona enriquecida en la cual, en un medio muy triturado, la mineralización secundaria ha sido bastante oxidada.-

Las reservas son considerables. Una estimación reciente permite estimar un volumen de 3.000 Mt. con una ley media del orden del 1%. Se persigue su conocimiento progresivo de manera de proporcionar a la explotación los elementos necesarios para establecer programas a largo plazo (20 años) y a plazo mediano (5 años). En la actualidad las reservas acreditadas "como ciertas", con una ley de corte del 1%, alcanzan a 645 Mt. de mineral, con una ley promedio de cobre de 1.4

1.2 Estructura de la Mina

1.2.1 Infraestructura de Explotación

A continuación de las decisiones del programa de explotación, que lleva la extracción diaria de mineral en conjunto, de 36.000 toneladas a 63.000 toneladas, la mina ha sido dividida en dos sectores.

Cada uno de ellos constituye una unidad distinta, explotando mineralizaciones de diferentes naturalezas y dotada de sus propias estructuras de evacuación de productos.-

Mina Norte: que continuando la actual explotación, su producción que ha sido llevada a 47.000 toneladas, continúa abasteciendo las antiguas instalaciones de concentradores de Sewell y entrega un excedente de 11.000 toneladas al concentrador de Colón.-

Mina Sur: abierta en una zona de mineralización primaria más pobre, cuyo aprovechamiento había sido hasta ahora diferido. Su producción

(6.000 toneladas) está orientada para las instalaciones de Colón.-
En el estado actual de los frentes de arranque, las mineralizaciones secundarias explotadas en la Mina Norte dan un mineral del orden del 1.7%. Por el contrario, la ley de las mineralizaciones primarias de la Mina Sur no son más que del 1.3%.-

1.2.2 Método de explotación

El método de explotación en uso es el de Block caving. La aplicación de este método en las mineralizaciones secundarias ha permitido a El Teniente mantener un lugar de privilegio, desde hace muchos años, entre las minas metálicas de alta productividad. La preparación de los bloques de explotación programada a largo plazo y realizados con mucha anticipación ha permitido siempre a la explotación cumplir con sus objetivos de producción.-

1.2.3 Equipos

Tanto en su organización como en sus equipos, la mina dispone de amplios medios y completamente adecuados para los fines perseguidos.-

1.3 Problemas planteados en la explotación

La política de precisión a largo plazo, da a la explotación la soltura suficiente para resolver a tiempo las dificultades que se presentan. Los problemas que se presentan en la explotación son conocidos de los técnicos locales, sin embargo, dada la gravedad de algunos de ellos, un retraso en su resolución pondría en peligro el normal desarrollo del programa de expansión.-

Estos problemas corresponden principalmente a los siguientes temas:

- Aumento del volumen de trabajos preparatorios para conseguir el número suficiente de frentes de ataque, teniendo en cuenta el programa de aumento de la producción prevista.-
- Habilitación del nuevo nivel de extracción de la mina norte, por debajo del actualmente en uso; preparación del nivel Teniente 4 que substituirá al Teniente Sub-B en vías de agotamiento.-
- Adaptación de los métodos de explotación a las características de rocas muy diferentes a las actualmente explotadas. Estas rocas correspondientes a mineralizaciones primarias, se presentarán en toda la mina sur y el nuevo nivel Teniente 4 de la mina norte.-
- Drenaje de la capa en la zona acuífera de contacto entre las mineralizaciones primarias y secundarias.-
- Atraso en la puesta en servicio del nuevo túnel matriz Teniente 8, donde actualmente se desarrollan simultáneamente las faenas de

extracción de mineral y de habilitación del túnel.-

- Problemas singulares en la mantención de la galería de acarreo del nivel de extracción Teniente 5.-

1.4 Recomendaciones

La resolución de los problemas enunciados requiere adoptar algunas decisiones.-

- Suministro de elementos mecanizados para realizar los trabajos preparatorios previstos.-

En efecto, es poco usual que todos los trazados de la mina sean hechos a mano. Estos trazados representan un volumen anual del orden de algunas decenas de miles de metros (más de 50.000 m. en 1970).-

Es aconsejable dotar la explotación con elementos mecánicos modernos de perforación adecuados al tipo de rocas existentes, así como reponer en uso los métodos de trazado de chimeneas, mediante los equipos "Alimak" existentes.-

- El estudio del método de explotación de los minerales primarios.

El método de "block-caving" adaptado a las zonas de mineralización primaria, entrega una importante cantidad de bloques grandes, cuyas dimensiones son incompatibles con las de las estructuras de extracción existentes y con las instalaciones de chancado primario ubicadas a la entrada de la concentradora. El método de explotación debe ser revisado.-

Con este objeto, sería necesario chequear el tamaño de los bloques adoptado, considerando los modernos métodos de mecánica de rocas y definir los parámetros óptimos de la explotación, por sistemas de simulación en modelos matemáticos.-

Los resultados de estos estudios fundamentales permitiría elaborar, sobre bases precisas, las características de los métodos de explotación posibles y escoger el más conveniente basado en un estudio técnico-económico completo de la cadena de producción.-

- Estudio hidrológico en las zonas mineralizadas. Es imprudente permitir las explotaciones por hundimiento bajo un nivel acuífero incontrolado.

El estudio hidrológico de la zona de contacto entre las mineralizaciones primarias y secundarias permitirá resolver el problema de drenaje de la napa antes de la explotación del cuerpo mineralizado.

- Recepción de obras del Túnel Teniente 8.-

Aún cuando todavía no están terminadas, las instalaciones del túnel presentan graves defectos que deberán corregirse a la brevedad con el fin de asegurar un suministro regular del Concentrador de Colón.-

Tanto la recepción provisoria de estas obras como la recepción definitiva deberán realizarse cuidadosamente.-

- Estudio de estabilidad de rocas.

Los métodos de mecánica de rocas ofrecen, en la especialidad minera, una preciosa herramienta para decidir la ejecución de ciertos trabajos en las mejores condiciones.-

Nos parece que la decisión de excavar un nuevo túnel de acceso en el nivel Teniente 5 no debió tomarse sin tener los resultados de un estudio de esta naturaleza.-

2.- TRATAMIENTO DE LOS MINERALES

2.A. Lavadero de Sewell

2.A.1 Observaciones

2.A.1.1. Concepto

El concepto del sistema de circuitos de Sewell data desde hace 40 años. Si bien se le han hecho algunas modificaciones de detalle, en el fondo sigue siendo el mismo que en sus comienzos. Es cierto que hoy, se diseñaría la planta de manera diferente, prueba de esto son las diferencias que hay entre el concentrador de Colón y el de Sewell.-

Sin embargo, no encontramos ningún defecto grave de concepto que pueda obstaculizar la buena marcha de las instalaciones, sino la negligencia con la cual se ha tratado en el pasado el problema vital del control metalúrgico. Por otra parte, el punto que más daría lugar a críticas es sin duda, la disposición en "faldeo de cerro" muy corriente a comienzos de siglo, la cual es muy incómoda para el personal de vigilancia.-

2.A.1.2. Realización

La habilitación de este concentrador se ha efectuado durante varias decenas de años y cada nueva etapa ha dejado su huella. Esto ha dado origen a una heterogeneidad de habilitación que parece perjudicar más a la estética que a la eficiencia.-

No obstante debemos tener presente la existencia de equipos antiguos y caducos como por ejemplo los clasificadores de rastrillos de la primera fase de molienda, así como los elevadores de capachos que se utilizan tanto en los circuitos cerrados de chancado como de molienda final.-

Estos aparatos, a pesar de su complejidad, funcionan perfectamente y de la manera más eficaz.-

En lo que respecta a la flotación, el esquema es clásico y no merece ninguna crítica. Se ha escogido y adaptado adecuadamente el material.

En cambio, los dispositivos de muestreo son muy elementales.-

2.A.1.3 Gestión

Si a pesar de sus años de servicio, las instalaciones de Sewell continúan funcionando de una manera excepcionalmente eficaz, se debe sin duda, a que han estado bajo una idónea mantención. El punto más significativo es que durante los años 1969 y 1970 el concentrador ha podido tratar sin dificultad un promedio diario de más de 38.500 toneladas, lo que significa un ritmo cercano al 99% del tiempo disponible

con el caudal máximo.-

Esto es notable desde todo punto de vista, ya que constituye un record, especialmente para una antigua instalación.-

Esta adecuada gestión mecánica se basa en un plan coherente de mantención preventivo que podría servir de modelo.-

Empero la gestión mecánica es sólo uno de los aspectos del funcionamiento de un concentrador.-

La adecuada gestión mineralúrgica de un conjunto tan importante, exigiría un servicio de muestreo y de control mejor equipado de lo que existe actualmente. Esto no constituye de ningún modo una crítica con respecto al responsable, que ha demostrado por el contrario, su compenetración del problema planteado y su deseo de resolverlo para el mejor de los intereses de la sociedad.-

En resumen, a pesar de un diseño ya antiguo y una ejecución poco homogénea, la gestión del concentrador de Sewell puede considerarse como un ejemplo de eficiencia.-

2.A.2. Recomendaciones

Cuando un concentrador funciona con una regularidad y eficiencia tales, normalmente se vacila en recomendar modificaciones por temor a romper un equilibrio que a duras penas puede lograrse.-

Es por eso que nuestras recomendaciones se limitarán a los siguientes puntos:

1. Estimular el desarrollo del dispositivo que se encuentre en estudio, para automatizar el funcionamiento de los molinos de bolas.-
2. Recomendar el estudio y establecimiento de un sistema de control mineralúrgico eficaz que permita seguir de muy cerca la adecuada recuperación de los metales y de minimizar las pérdidas mediante un estricto control de las causas que las producen. No hay que olvidar que si el funcionamiento mecánico adecuado es un requisito necesario, no constituye una condición suficiente para que funcione la instalación con todo el rendimiento mineralúrgico que se espera.-

2.A.3. Nuestra última recomendación no incumbe a la mina El Teniente. Nuestro temor es precisamente que el personal actual impresionado ante todo por los problemas de un funcionamiento mecánico adecuado, descuide a la larga el buen proceso mineralúrgico. Es por eso que recomendamos que en Chile se formen mineralurgistas idóneos (que los norteamericanos llaman erróneamente metalurgistas) que puedan reemplazar en un futuro cercano a los "metalurgistas" extranjeros. La formación académica de estos mineralurgistas deberá complementarse mediante viajes de estudios y permanencias de perfeccionamiento en las principales

minas de cobre del mundo a fin de que se compenetren en mejor forma de los diferentes aspectos, tanto técnicos como prácticos, de los problemas que tendrán que resolver, una vez que hayan regresado a sus países de origen.-

Creemos que el futuro del cobre en Chile dependerá de esto.-

2.B LAVADERO DE COLON

2.B.1 Observaciones

2.B.1.1. Concepto

El concentrador de Colón es nuevo. Aún se encuentra en la fase de rodaje. Su diseño se remonta a algunos años solamente. No obstante varios aspectos sorprenden. No dudamos que sean el resultado de estudios minuciosos y que por lo demás, esta es una impresión muy general y a priori que damos aquí.-

1. Simplificación tal vez excesiva de los circuitos de chancado y de molienda: el mineral que sale de la mina es reducido al tamaño de la flotación, en 3 etapas lo que normalmente se hace en 5. Tememos que en el futuro con el tratamiento de minerales más duros, la instalación no tenga la flexibilidad y la facultad de adaptación. Será relativamente fácil, aunque de elevado costo, arreglar una chancadora primaria de grandes dimensiones (50" o 60") en la mina, entregando a las chancadoras Symons Standard un producto 100% inferior a 200 mm. Por el contrario, será sin duda mucho más difícil y en consecuencia más costoso instalar, si fuese necesario, una fase adicional de molienda que podría ser un molino de barras que funcione en circuito abierto en cada sección.-

Colón es el único gran concentrador que conocemos que haya ejecutado en una sola fase en molinos de bolas, la reducción de 2.5 mm. a 100 mallas. Tememos que la trituración no sea suficiente cuando la dureza del mineral aumente.-

2. Complicación tal vez excesiva de los circuitos de diferenciación cobre-molibdeno-pirita. No podemos dejar de pensar que debería existir una solución más simple. Pero nuevamente, el esquema de tratamiento retenido se obtiene ciertamente de un estudio minucioso del mineral y no pretendemos emitir aquí un juicio definitivo que tendría solamente como fundamento las apariencias.-

3. Por el contrario, en el activo del proyecto hay que mencionar un nivel interesante de automatización de molienda y proyectos de desarrollo y de automatización en otros lugares de la instalación.-

2.B.1.2. Realización

En forma general, la labor del concentrador de Sewell parece excelente. Los talleres son amplios e independientes, lo que permite una gestión particularmente fácil, y en consecuencia eficaz.-

Desde el comienzo se ha previsto un lugar importante para un aumento de la capacidad lo que es una excelente precaución.

Los puntos más débiles de la instalación parecen ser los espesadores:

los espesadores de concentrados y productos intermedios, así como los espesadores de relaves.-

Parece que los problemas planteados por la labor de los espesadores de concentrados son delicados pero en vías de ser solucionados: éstos no serían mayores que las dificultades que se encuentran en la puesta en marcha de toda nueva instalación.-

Por el contrario los problemas planteados por el espesador de los relaves de Sewell y de Colón parecen más serios y las causas del mal funcionamiento de los espesadores son vagas. No pretendemos, después de solamente algunas horas de visita y de discusiones con los responsables, tener una comprensión mejor del problema que éste.-

Nos limitaremos a decir que el problema es objeto de profundo estudio por los servicios de Ingeniería de la Sociedad que se han fijado un plan de acción sistemático con una lógica rigurosa. Es conveniente que este problema deba abordarse desde un punto de vista pragmático, y no podemos menos que propiciar la idea de destinar uno de los seis espesadores a estudios de carácter sistemático.-

Las causas del mal funcionamiento actual deben ser probablemente de naturaleza más o menos tixotrófica del fino que está en la fase de espesamiento, deficiente adaptación del ángulo de ataque de los rastrillos. Tal vez también una fragilidad de la estructura y una potencia insuficiente de los motores de arrastre.-

Si la Planta recibiera todo el mineral que puede absorber y la cantidad de agua que necesita; si la fundación pudiera dar el espesor adecuado y de filtrar los productos concentrados, estaríamos convencidos que esta instalación aseguraría convenientemente los niveles de producción que se habían previsto en un principio.-

2.B.1.3. Gestión

Para poder emitir un juicio sobre el concentrador necesitaríamos un examen retrospectivo. Las conversaciones que hemos mantenido con los responsables de este concentrador y los de los servicios de control y lo que hemos visto, finalmente nos hace pensar que este concentrador está bien supervisado. No parece que los incidentes que han tenido lugar al nivel de los espesadores se deban a una falla de supervisión.-

2.B.2. Recomendaciones

2.B.2.1. Problema de los espesadores de relaves.

Pensamos que este problema podrá ser resuelto satisfactoriamente por los servicios competentes de la Sociedad. El problema es ciertamente delicado pero de ningún modo insalvable; actualmente hay que dejar que los técnicos resuelvan con tranquilidad este problema. Una solución provisoria consistiría quizás, en alimentarlos con una pulpa previamente liberada de sus granos gruesos mediante un ciclonado.-

2.B.2.2. Problema del dique de relaves.

El dique de relaves en Cauquenes alcanzará su máxima capacidad en unos dos años. Se ha estudiado un proyecto de sobreelevación y que ha comenzado ya a operar. Su valor se calcula en 18 millones de dólares y prolongará en 12 años la vida de la Laguna de Cauquenes.-

En las cercanías inmediatas a esta laguna al noreste y al oeste existen otros dos lugares en los que se podría actualmente construir nuevos diques con una mayor capacidad.-

Sin pretender entregar aquí una opinión definitiva nos parece de antemano que la solución para la sobre elevación de los diques de Cauquenes no es, a largo plazo, necesariamente la más económica, y creemos que sería de gran interés proceder al mismo tiempo al estudio de otros dos lugares para determinar si éstos ofrecerían una solución más satisfactoria y de menor costo.-

2.B.2.3. Problema de la molienda

Pensamos que debería efectuarse un estudio del proceso de triturado de los minerales más duros de la mina, para determinar así si en un plazo de algunos años el triturado actual no corre el riesgo de hacerse insuficiente.-

2.B.2.4. Problema de los circuitos de diferenciación

Será solamente después de algún tiempo, cuando el concentrador haya prestado servicios de manera regular durante varios meses, que sus responsables, gracias a un control preciso de las operaciones, podrán determinar si no es posible simplificar el diagrama actual.-

En consecuencia, aconsejamos que tengan siempre presente esta posibilidad que facilitaría la supervisión, logrando que el trabajo entregue sus mejores frutos.

3. FUNDICION

3.1 Observaciones generales

Esta unidad pasa por un período de mutación. Se pasa gradualmente por etapas sucesivas del antiguo procedimiento clásico a uno nuevo que consiste en un sistema parcial de eliminación de los hornos de reverbero y en tratar directamente el concentrado seco en los convertidores. Está previsto que éstos reciban más o menos 2.300 T.C. de concentrado diario, de las 3.000 T.C. que llegan a la planta de filtros. El resto del concentrado alimenta directamente el horno de reverbero.-

En general, pueden sacarse las siguientes conclusiones:

- Tanto del punto de vista del procedimiento como de las instalaciones, esta unidad está muy bien concebida y representa la planta más moderna que hayamos encontrado en Chile.-

Los problemas de higiene y de seguridad del personal están bien reglamentados.-

Actualmente esta unidad se encuentra enfrentada a todos los problemas de la puesta en marcha de un nuevo procedimiento con instalaciones nuevas. Por tanto, esta planta no podrá alcanzar antes de un año el rendimiento previsto. Para que esto se realice sería necesario además que:

- Se de una prioridad absoluta a todos los problemas técnicos
- Todo el personal tenga el deseo común de lograrlo.-

3.2 Descarga del concentrado y filtración.

Desde la puesta en marcha de esta unidad, a comienzos de 1971, surgieron grandes dificultades (que subsisten aún en parte). Estas dificultades provienen de que el concentrado con un porcentaje de sólidos que varía de 55% a 65% llega directamente a los filtros que no pueden funcionar bien si el porcentaje de sólidos es inferior al 60%. Esto nos parece un error de concepto importante.-

Este problema será resuelto muy luego cuando el segundo espesador esté listo para recibir directamente el concentrado. La alimentación de los filtros podrá hacerse entonces con un producto de concentración constante en sólidos (65%).-

No hay problemas de capacidad ya que se utilizan al máximo sólo 6 filtros de un total de 8.-

3.3. Secado del concentrado.

Esta unidad funciona perfectamente. Del punto de vista de la capacidad no hay problemas. Cada secador puede tratar diariamente 1.500 T.C. de concentrado, por lo que siempre uno de los tres está paralizado.-

3.4. Fundición

3.4.1. Hornos de Reverbero.

Del punto de vista capacidad estos hornos tienen un muy buen rendimiento (0,290 T.C./pie² de superficie) y una producción de mata y de escoria de buena calidad.-

Del punto de vista de disposición el conjunto horno de reverbero, convertidores, horno de retención, horno de refinado está bien concebido, y los 5 puentes grúas deberán poder efectuar sin esfuerzo el traspaso de los líquidos, si la computadora permite realmente el procesamiento de los datos correspondientes. Esto implica un gabinete de inspección de la computación que actúe directamente sobre la operación, lo que no parece existir en este momento.-

3.4.2. Convertidores

Los dos convertidores antiguos que funcionan según el procedimiento clásico no plantean problemas.-

Los convertidores nuevos funcionan ya sea según el procedimiento clásico o bien según el nuevo procedimiento. En este último caso no todos los problemas están resueltos aún de modo que estos convertidores funcionan de una manera muy discontinua.-

Al término del programa de expansión, cuando haya 8 convertidores en línea no debería presentarse problemas de capacidad.-

La utilización de una computadora para organizar el trabajo de los convertidores y de los puentes grúa debería facilitar y optimizar todas las operaciones.-

Del punto de vista de la salubridad y economía: Estos problemas están en general bien reglamentados. El SO₂ está bien recuperado con una producción diaria de 80 t. de H₂SO₄ (máximo de la planta de ácido sulfúrico). Nos han informado que cuando estén funcionando todos los convertidores se podrán producir 2.000 t. diarias de H₂SO₄. Sería entonces posible considerar la introducción de una unidad más grande de producción de H₂SO₄.-

3.4.3. Hornos de retención-colado de blister

Ningún problema en general.-

3.4.4. Hornos de Refinado-colado de "Ingot-bars"

Los dos hornos de refinado son muy antiguos. Tanto las estructuras metálicas como el revestimiento refractario están en muy mal estado. Uno de los hornos debe ser demolido dentro de poco y reconstruido totalmente.

La refacción del otro debiera hacerse inmediatamente después. El colado en "Ingot bars" no parece plantear problemas. Se podría automatizar el sopleteo de "bone ash" en los moldes. La calidad de las barras obtenidas es buena.

3.5. Acido Sulfúrico.

Instalación nueva en buen estado de funcionamiento que podría presentar en el futuro algunos problemas de capacidad.-

3.6. Unidad de Producción de Oxígeno

Se trata de una unidad moderna de "l'air liquide" que funciona satisfactoriamente desde hace varios meses.-

4. RED DE DISTRIBUCION DE ELECTRICIDAD - RED DE AGUA

Observación en relación a los procedimientos y los equipos

4.1 Red de Distribución de Electricidad

4.1.1. Generalidades - Red

La interconexión con la red Endesa es para el complejo de El Teniente un importante factor de seguridad. Desafortunadamente esta ventaja está neutralizada parcialmente por la coexistencia de dos redes de frecuencia diferentes (50 Hz y 60 Hz) unidas mediante 2 intercambiadores de frecuencia de 54 w.-

Este hecho limita igualmente las posibilidades de intercambio de los equipos (motores, transformadores) siempre deseable en lo referente a repuestos.-

De un modo general, el mantenimiento de esta red parece muy bien organizado y se complementa con una política de eliminación progresiva de los materiales obsoletos o insuficientes debido a las extensiones, y de reemplazo por equipos nuevos.-

Por ejemplo, los disyuntores cuya capacidad de corte se ha hecho muy débil frente a las potencias de corte circuito de la red serán reemplazados en 1971.-

Dicha política da garantía suficiente sobre el buen funcionamiento de la red.-

4.1.2. Producción

Producción hidráulica

Las unidades Francis o Pelton de las centrales de Coya y Pangal son antiguas. En efecto, su instalación se remonta a los años 20.-

Además, siendo muy cargada el agua de alimentación se hace necesario un mantenimiento riguroso del material para no bajar la capacidad de producción. De hecho, el mantenimiento de estas unidades, y la organización de su stock de repuestos, son notables. Se vuelve a encontrar la política de recambio de los equipos obsoletos. El costo de operación de estas unidades parece correcto.-

Producción térmica

Pocas cosas pueden decirse con respecto a los diferentes conjuntos, diesel o también a gas que son recientes. La elección de "packages" probados y de fácil instalación es una buena solución.-

Se vuelve a encontrar para estos equipos la misma organización de mantenimiento y de stock de repuestos que en las unidades hidráulicas.

4.2. Red de Agua

El problema de distribución del agua en el complejo de El Teniente parece relativamente simple.-

En efecto, la falta de agua actual parece ser el resultado de dos factores:

- Por una parte la disminución progresiva de las precipitaciones en la zona geográfica del complejo (alrededor del 30% desde 1912)
- Por otra parte las consecuencias del funcionamiento defectuoso del tratamiento actual de los espesadores así como las consecuencias remotas de la sequía de 1968.-

La conclusión práctica que se puede sacar de esta situación es que la producción de la planta de Colón está disminuída entre 8.000 y 15.000 t/día.-

Esta pérdida importante (alrededor de 900.000 dólares por día) justifica un estudio detenido de todas las soluciones posibles tanto a corto como a largo plazo.-

- Estudio de una posible alimentación desde una napa de agua accesible por una galería de mina bajo el Río Teniente.-
- Estudio de trabajos de explotación en una zona de roca aurífera.-
- Estudio de instalaciones de bombeo de agua a la salida de las centrales de Pangal y Coya.-

Estos tres estudios técnico-económicos, que no son por lo demás excluyentes entre sí, debe hacerse.-

En efecto, es difícil admitir que la actividad de un complejo como el de El Teniente pueda ser frenada por un problema de aprovisionamiento de agua cuya solución tiene un costo que parece razonable, frente a las inversiones que se han hecho.-

5. TRANSPORTE

La organización de los transportes hacia la mina y la fundición de El Teniente está cambiando; el ferrocarril en servicio desde 1911, reduce progresivamente su tráfico; la nueva secuencia de transporte hacia la mina por caminos ferrocarril y pozos de servicio debería terminarse próximamente. Paralelamente, la gran mayoría de los obreros vivirá en el valle, lo que aumentará considerablemente la circulación diaria de las personas. Este nuevo estado de cosas plantea problemas serios.-

- Disponibilidad de todos los eslabones de la cadena los 365 días del año. En particular, deberían tomarse medidas para hacer frente a los fenómenos meteorológicos especialmente la nieve (adquisición de equipos adecuados al despeje de las vías).-

- Reordenamiento del ferrocarril tanto para el personal que hay que reclasificar como para el material rodante que haya que ubicar en otras áreas.-

- La duración del trayecto es importante hasta la mina, lo que habrá que intentar reducir al minimum, mediante una organización muy estricta de los movimientos.-

Teniendo en cuenta las grandes inversiones realizadas en materia de transporte, no parece conveniente, desde el punto de vista económico, mantener en operación el ferrocarril, ni siquiera parcialmente, como ayuda o emergencia en el caso de bloqueo del camino, o de problemas de extracción. Es en todo caso preferible mantener el tráfico por los otros medios. (Excelente mantención de los equipos y vehículos, mejoramiento de los taludes, estudio del tránsito de vehículos provistos de cadenas y rodeles adecuados, etc..)

6. TALLERES Y BODEGAS

6.1 Talleres Centrales Rancagua

El estudio y el análisis del estado del conjunto de los talleres nos permiten constatar el esfuerzo hecho desde hace algunos años, en las inversiones destinadas a la compra de los equipos y máquinas modernas.- Estos nuevos equipos serán capaces de absorber el trabajo suplementario debido al programa de expansión. Sin embargo sería recomendable poder terminar el programa de modernización de la Maestranza séptima y última etapa, así como el programa de Fundición, cuarta y última etapa (Proyecto 280).-

Los talleres de calderería y carpintería de la Maestranza Sewell y de la Planta de cal pueden satisfacer la demanda del nuevo programa.-

En este período constatamos un aumento del volumen de Producción de este Departamento; para citar sólo dos cifras tenemos:

	1969	1970
Toneladas producidas en Fundición	4.292 tons.	4.902 tons.

La Maestranza produjo 1.857 tons. de repuestos en 1970, o sea un aumento del 27,3% con respecto al año anterior.-

No queremos recargar el texto con cifras, pero no pudimos dejar de constatar que la organización, el personal y los equipos del conjunto de estos talleres son buenos y pueden responder seriamente a las necesidades técnicas y tecnológicas que exige el programa de expansión de la Sociedad.-

6.2. Talleres de Mantenimiento de la Fundición (Caletones)

El estudio de estos talleres nos muestra el esfuerzo hecho por los obreros de mantenimiento para asegurar un funcionamiento normal de las instalaciones de la Fundición a pesar del aumento del número de equipos de producción.-

La organización del mantenimiento en la fundición parece dar buenos resultados. En efecto, tres cuadrillas son responsables cada una de una Zona (o área) de trabajo correspondiente a un grupo o un conjunto de equipos.

En la sección del taller de reparación la situación no es tan buena; los equipos son viejos, las máquinas antiguas lo que nos hace pensar que cualquier reparación cuidadosa se hace sólo a costa de grandes dificultades.-

Sería recomendable reacondicionar y mejorar el conjunto de estos equipos.-

6.3 Talleres de Mantenimiento del Concentrador

Estos talleres dependen directamente del servicio de producción.-

Podemos decir que el personal y los métodos de mantenimiento usados en estos talleres son buenos.-

El mantenimiento preventivo utilizado desde hace unos diez años ocupa un lugar preponderante en el mantenimiento general.-

El resultado de esta política de mantenimiento nos permite constatar un buen estado del material y de los equipos que funcionan con un mínimo de fallas.-

Sin embargo, a nivel de la Organización General de mantenimiento, sería recomendable agrupar en secciones homogéneas los diversos puntos de apoyo existentes, lo que permitiría, en el futuro, dotarlas de equipos más adecuados para llevar a cabo una mantención racional.-

6.4 Bodegas Generales

El conjunto de la organización de las bodegas es bueno.-

La parte compra y venta es administrada por la bodega propiamente tal.-

Esta sección bodega se encarga por una parte, de la llegada de todo el material para su distribución, después de un control cuantitativo, a las diferentes bodegas de la mina, por otra parte, se ocupa de la administración de su propia bodega encargada de distribuir el material a las unidades de Rancagua.-

La cifra global en stock comprende 85.000 ítems para el total de las bodegas, lo que representa alrededor de 30 millones de dólares.-

Hay que considerar que el programa de expansión de la mina aumentará el stock en 15.000 ítems aproximadamente.-

El movimiento mensual medio aproximado de los ítems es actualmente de 50.000.-

El conjunto de fichas o tarjetas es controlado por un computador IBM.-

Para resumir brevemente podemos decir que la organización y el funcionamiento de estas bodegas son satisfactorias.-