

2.4 Beneficiación

2.4.1 Generalidades de Prueba de Beneficiación

De Informe del "Estudio Preliminar de Factibilidad sobre Desarrollo del Area San Antonio, República de Bolivia (Prueba de beneficiación) en 1986" por Japan International Cooperation/Agency (JICA) y Metal Mining Agency of Japan (MMAJ).

Durante dos meses desde diciembre de 1986 se efectuó una prueba de beneficiación en la escala de nivel laboratorio usando las muestras recibidas de COMIBOL y se examinaron las condiciones básicas para instalar un ingenio y se deducio una balanza metalúrgica en la operación. Respecto a resumen de los resultados de la prueba se escriben en lo siguiente:

(1) Muestras para la prueba

(a) Arreglo de muestras: Se obtuvieron cada dos muestras de las paredes de galería de las vetas I y II. Mezcland cada dos muestras de igual cantidad y se han preparado 9 kgs de muestras respectivamente. El resultado del análisis químico de los componentes principales (Ag, Pb y Zn) es como lo siguiente:

	Ag(g/t)	Pb (%)	Zn(%)
Veta I	431	2.81	5.60
Veta II	46	0.18	0.83

Comparando estas leyes con las fijadas para los minerales cuya producción se proyecta (Ag 145 g/t, Pb 2.92%, Zn 4.73%), se echa de ver que las leyes de la muestra de la veta II son demasiadas bajas para la prueba. Por otra parte, si se usan las muestras de la veta I, Ag podría resultar demasiado alto, y se daría falta de cantidad de minerales brutos para la

prueba. En consecuencia se usó como materio principal la muestra de la veta I, y se dejó como reserva 1 kg de la misma. Combinando los 8 kgs restantes de la muestra de la veta I con 6.4 kgs de la muestra de la veta II, se preparó un total de 14.4 kgs para muestra de la cabeza.

(b) Leyes: En el Cuadro 2-4-1 se muestra el resultado del análisis químico completo de las muestras de la cabeza para la prueba.

Cuadro 2-4-1 Resultados de Análisis Químico Completo de Muestras de Cabeza por Prueba

Elementos	Ley	Elementos	Ley
Au g/t	0.4	Ga g/t	19.5
Ag g/t	208	In g/t	24.5
Cu %	0.04	Ge g/t	7.7
Pb %	1.80	Hg g/t	4.4
Zn %	2.22	Tl g/t	3.2
Fe %	4.17	Sn g/t	4.2
S %	2.98	WO ₃ %	<0.1
Sb g/t	393	SiO ₂ %	64.74
As g/t	1786	BaSO ₄ %	5.90
Cd g/t	272	CaO g/t	616
Bi g/t	57	Al ₂ O ₃ %	4.68
Mn g/t	616		

(2) Propiedades de las Menas

(a) Minerales componentes: A continuación se resumen los resultados de las observaciones por microscopio, análisis por rayos X y análisis EMPA.

- 1) El mineral Zn es de esfalerita (Zn S) y tiene una textura muy fina. En muchos casos se halla en condición de paragénesis con pirita muy fina (Fe S₂). Es difícil hacer separación de una substancia simple.
- 2) El mineral Pb es de galena (Pb S) y se halla parcialmente en estado de grano grueso. Sin embargo en muchos casos se encuentra en estado de paragénesis con blenda, esfalerita o pirita.
- 3) Se supone que Ag de argentita se hace paragenesis con la galena, pero se

observa también tetraedrita argentífera ($3 \text{ Cu}_2 \text{ S} \cdot \text{Sb}_2 \text{ O}_3$) en cantidad muy reducida.

- 4) En cuanto al mineral Cu, se observa muy poco de calcopirita (Cu Fe S_2) y tetraedrita.
 - 5) En cuanto al mineral Fe, además de pirita, existen minerales óxidos como magnetita ($\text{Fe}_3 \text{ O}_4$) y hematita ($\text{Fe}_2 \text{ O}_3$).
 - 6) Acerca del mineral de ganga, en un análisis por rayos X se observaron cuarzo (Si O_2) y baritina (Ba SO_4).
- (b) Peso específico de la mena e índice de trabajo de pulverización

El peso específico real de la muestra para la prueba es 2.95 por la medición por picnómetro. El índice de trabajo de pulverización se calculó en 12.832 kWh/t por el molino para medir.

(3) Prueba de flotación

(a) Selección del método de flotación

Hay dos métodos de flotación: la flotación diferencial recta y la diferencial colectiva. En esta investigación se decidió adoptar el método de flotación diferencial recta en procura de las condiciones más adecuadas. Por lo que toca a este depósito de mineral Pb - Zn, casi sin excepción el método de flotación diferencial recta ofrece mejores resultados de concentración que el de flotación diferencial colectiva. El de la recta se considera el más adecuado para buscar conclusiones en limitado tiempo.

(b) Condición de flotación

Según resultados de una serie de pruebas de flotación, las condiciones adecuadas de ésta por el de flotación diferencial recta son como sigue:

Grado de pulverización	-200 malla	93%
	-400 malla	59%
	Flotación Pb	Flotación Zn

Duración de flotación bruta (minutos)	12	15
Etapas de flotación (veces)	2	2
Flotación bruta p. H	9.0	11.5
Cantidad de reactivos usados (g/t)		
Cal apagada	4,000	4,500
Carbonato sódico	500	
Cianuro de sódio	600	
Sulfato de cinc	1,400	
Ditiofosfato	200	
Xantato etilo		150
Espumante	20	25
Sulfato de cobre		1,200

(c) Resultado de operaciones

El Cuadro 2-4-2 muestra el resultado de la prueba de laboratorio para operaciones con la mena de las leyes fijadas del mineral cuya producción se planea.

Cuadro 2-4-2 Resultado Presumido de Beneficiación

Tipo de mineral	Peso (%)	Leyes			Factor de distribución (%)		
		Ag(g/t)	Pb(%)	Zn(%)	Ag	Pb	Zn
Cabeza	100.0	145	2.92	4.73	100	100	100
Concentrado Pb	4.6	2,522	49.0	16.0	80	77	16
Concentrado Zn	6.7	173	3.6	53.0	8	8	75
Cola	88.7	20	0.48	0.5	12	15	9

En caso de esta mena, es difícil depresar el mineral Zn por el sistema de flotación de Pb, y se presenta relativamente gran mezcla de Zn dentro del

concentrado Pb. Por consiguiente, el factor de recuperación cae algo bajo para este tipo de mena, mientras que parece relativamente bueno el factor de recuperación de Ag y Pb. Si bien sería posible aumentar el factor de recuperación de Zn técnicamente, en ese caso se daría la posibilidad de rebajar en el concentrado de Pb el factor de distribución de Ag. El resultado mencionado se considera dentro del nivel económico adecuado.

(d) Propiedades de productos de flotación

El Cuadro 2-4-3 muestra los resultados obtenidos para concentrado de Pb, concentrado de Zn y cola según análisis completo en la prueba de flotación, y el Cuadro 2-4-4 indica el análisis del agua de deshecho.

Cuadro 2-4-3 Resultado de Análisis Químico Completo de Concentrados Pb y Zn, y Deshecho

Elementos	Ley		
	Conc. Pb	Conc. Zn	Deshecho
Au (g/t)	2.0	0.5	Tr
Ag (g/t)	8.081	514	29
Cu (%)	0.40	0.28	0.03
Pb (%)	47.67	2.86	0.30
Zn (%)	15.84	60.48	0.28
Fe (%)	5.73	2.72	3.20
S (%)	20.39	31.31	1.43
Sb (g/t)	1.888	382	360
As (g/t)	5.863	2.044	1.266
Cd (g/t)	2.461	6.133	33
Bi (g/t)	54	50	88
Mn (g/t)	180	269	549
Ga (g/t)	26.0	17.0	19.5
In (g/t)	122.0	173.0	17.5
Ge (g/t)	0.9	6.9	15.5
Hg (g/t)	128	112	17
Tl	6.6	1.7	2.8
Sn (g/t)	36	4	23
WO ₃ (%)	<0.1	<0.1	<0.1
SiO ₂ (%)	5.06	0.90	70.44
BaSO ₄ (%)	0.06	0.06	5.62
CaO (g/t)	174	672	2.730
Al ₂ O ₃ (%)	0.95	0.10	1.84

Cuadro 2-4-4 Análisis de Agua Residual

Elementos	Ley
pH	1 0.4
F e (PPM)	0.8
C u (PPM)	8
Z n (PPM)	0.1
P b (PPM)	0.3
C d (PPM)	0.0 0 5
A s (PPM)	0.0 9
C N (PPM)	1 7.5
S O ₄ (PPM)	5 0 7

(4) Consideraciones

El resultado de una serie de pruebas de flotación de "Batch" y de observaciones por microscopio y otras, realizadas en laboratorio, indica que esta mena tiene textura muy fina y que requiere fuerte pulverización. Se considera que pertenece a categoría difícil para el mineral Pb-Zn. Sin embargo es económicamente ventajoso por cuanto Ag se porta cerca del mineral Pb, pudiéndose recuperar en el concentrado Pb la mayor parte de Ag. Por eso se pueden esperar resultados relativamente buenos por el método de flotación diferencial recta con cianuro de sodio como reactivo principal. Se considera que el costo de operaciones resultará más alto de lo que se presumía por cuanto la cantidad de reactivos requeridos se eleva sobre el nivel ordinario. En esta prueba solo se utilizaron muestras de una parte de los depósitos. Para obtener datos más detallados, se necesitan pruebas más extensas de flotación de "batch" y las continuas.

2.4.2 Ingenio

(1) Resumen

Se hacen proyectos de dos casos de tratamiento de minerales brutos: (A)

400 toneladas, y (B) 800 toneladas por día. (De aquí en adelante referidos como (A) y (B) respectivamente). Los productos son los concentrados Pb y Zn por medio de las flotaciones de diferencial recta de Pb - Zn. El período de operación es de 26 días al mes y 312 días al año.

Usando unas mismas instalaciones, la alimentación y el trituración se hacen en operación de un turno para el caso (A), y de dos turnos para el caso (B). El arreglo de cantidad de mineral de entre exploración y recepción de ingenio se hace en el patio de recepción de minerales brutos. El tiempo de funcionamiento del sistema de recepción y tituración se calcula en 5 horas con un turno teniendo en cuenta suspensión para reparación, inspección, etc. de máquinas, así como el que la capacidad de tratamiento es de 100 toneladas máximo por hora con 10% de espacio.

En cuanto a operación del sistema de molienda, se proyecta en tres turnos con capacidad de tratamiento de 440 toneladas para el caso (A), y de 800 toneladas para el caso (B) con 10% de espacio. Por medio del buzón de molienda se hará el arreglo de cantidad de minerales entre la turitración y la operación después de la molienda.

(2) Normas de diseño

Según la prueba de beneficiación, este mineral es de textura muy fina, esfalerita, que requiere gran pulverización y que cae en la categoría de beneficiación difícil. En cuanto al diseño de ingenio, se ha adoptado el método estándar de flotación diferencial de Pb-Zn, teniendo en cuenta la disminución de costos de desarrollo y operación, y la simplificación de control mediante cantidad mínima de instrumentos para estabilizar los resultados de beneficiación. Al diseñar se han tenido en cuenta los siguientes puntos esenciales:

- 1) Simplificación del proceso en lo posible.
- 2) Omisión de equipo de lavado ya que el mineral bruto contiene menos

arcilla.

- 3) Como la textura es muy fina, el grado de molienda será de más de -200 malia, 90%.
- 4) No instalar instrumentos de alto técnico, pero adoptar la automatización en el ajuste de volumen de alimentación de molienda y pH de flotación.
- 5) Evitar el sistema de línea complicada con distribuciones y adoptar líneas en serie directa para facilitar el control de procesos.
- 6) Destinación del concentrado Pb a las refrinerías nacionales a fin de favorecer la recuperación de Ag en el concentrado Pb, dando relación a la eficiencia de beneficio. Y en cuanto a concentrado Zn, es importante asegurar la ley con elevación de recuperación por ser para exportación.
- 7) Instalar el sistema de remolienda del concentrado Zn para estabilizar la ley.
- 8) Adoptar una distribución de ingenio lo más eficiente posible teniendo en cuenta el mantenimiento y control.
- 9) Arrojar al río los desechos ya que según investigación local no es necesario equipo de tratamiento de cola.
- 10) Usar circulación de agua rebosada del espesor de concentrado de beneficiación.

Minerales tratados

Ley media (%)	: Pb 2.92, Zn 4.73
Ley media (g/t)	: Ag 145
Peso específico verdadero	: 2.95
Porcentaje de contenido de agua (%)	: 5
Indice de trabajo de pulverización (kWh/t)	: 12.832

Turituración

Método de Turituración	: En 3 etapas. El 3er proceso es sistema cerrado.
------------------------	--

Tamaño máximo de alimentación (mm) : 300
 Volumen máximo de tratamiento (t/h) : 100
 Tamaño de paso del 80% del producto (mm) : 12

Molienda

Método de molienda : Molino de bolas (2 procesos)
 - Hidrociclones (2 procesos),
 circuito cerrado
 Capacidad del buzón de malino (t) : (A) 600 (B) 800
 Volumen máximo de tratamiento (t/h) : (A) 18.4 (B) 36.8
 Tamaño de paso del 80% del producto (mm) : 50
 Densidad de rebosadura en el último proceso de hidrociclón : 40

Pb (Ag) Flotación	Densidad (%)	Tiempo (min)
Acondicionamiento	40	5
Rougher scavenger	40	15
Limpieza	20	10
Número de etapas de limpieza	2	
pH de pulpa	9.0	
Ley de mineral concentrado (% Pb)	49	
Recuperación de Pb (%)	77	

Zn Flotación	Densidad (%)	Tiempo (min)
Acondicionamiento	35	7
Rougher, scavenger	35	15
Limpieza	25	10
Número de etapas de limpieza	2	
pH de pulpa	11.5	
Ley de mineral concentrado (% Zn)	53	
Recuperación de Zn (%)	75	

Remolienda

Especie de mineral tratado	:	Zn en flotación rougher
Método de molienda	:	Molino de bolas e hidrociclón, circuito cerrado
Tamaño de paso del 80% de alimentación (μ)	:	50
Tamaño de paso del 80% de producto (μ):		37

Deshidratación de mineral concentrado	Concentrado Pb	Concentrado Zn
Densidad de sobretamaño de espesador de mineral concentrado	60	60
Tamaño de mineral concentrado (-200 mallas %)	96	96
Porcentaje de contenido de agua (%)	10	9
Peso específico aparente de concentrado	3.0	2.0

A continuación se explica detalladamente cada proceso.

(3) Proceso de beneficiación

(a) Recepción de cabeza

La recepción se efectúa en la yarda del exterior ajustando el volumen de explotación. Se coloca una criba de 300 x 300 mm en la parte superior del cerrado de alimentadora a la tritituración primaria, y se aplica la chancadora, etc. a los bloques grandes sobre la criba de barras.

(b) Tritituración

Se forma por una serie con tres etapas y solo tercera etapa forma un circuito cerrado. Para primera y segunda tritritadoras se usan una chancadora quijadas de 21" x 30" y una chancadora giratoria de 16" x 50". El producto de tritritadora primaria se deposita en el buzón de 250 toneladas de capacidad y se suministra a la titritadora segunda después arreglar la cantidad de los minerales.

El producto de la titritadora segunda se clasifica en la criba vibradora

de tipo uniplataforma de 5' x 10' y el sobretamaño se manda otra vez a la criba vibradora después haber titurado como el tercero con la titradora de conos de 4'.

Los sub tamaños de la criba se transporta al buzón de la mollienda como el producto final de las trituraciones.

(c) Molienda

La mollienda se realiza en 2 procesos por circuito cerrado de molino de bolas e hidrociclones. El molino de bolas primario y secundario es de 7' x 12' y 5' x 12' en caso (A) de 400 t/día de producción, y de 8' x 12' y 6' x 12' en caso (B) de 800 t/día de producción. La rebosadura del hidrociclón secundario será mineral de alimentación para flotación, siendo de -200 malla, 93% el objetivo de grado de gránulo.

(d) Flotación

Adoptar el método diferencial directo Pb-Zn. A continuación se presenta la composición de cada serie de flotación.

		(A) 400 t/día	(B) 800 t/día
Pb	Flotación rougher	40ft ³ 12 secciones	60ft ³ 12 secciones
	Scavenger	40ft ³ 4 secciones	60ft ³ 6 secciones
	Limpieza	30ft ³ 8 secciones	40ft ³ 8 secciones
Zn	Flotación rougher	40ft ³ 12 secciones	60ft ³ 12 secciones
	Scavenger	40ft ³ 4 secciones	60ft ³ 6 secciones
	Limpieza	30ft ³ 8 secciones	40ft ³ 8 secciones

La flotación de limpieza tanto de Pb como de Zn se efectúa en 2 procesos de 4 secciones cada uno en línea. Zn de flotación bruta contiene mayor cantidad del mixto, que es de una textura muy pequeña de esfalerita y piritita haciéndose necesaria la remolienda para elevar la ley de Zn.

(e) Remolienda

Es el circuito cerrado de molino de bolas e hidrociclos. Se usa el

molino de (A) 3' x 6', (B) 4' x 8' y alimentar el sistema de flotación menuda de Zn.

(f) Deshidratación del mineral concentrado

Se concentran enriquecer el mineral concentrado Pb de flotación y el de Zn separadamente mediante un espesador, y se dehidrata con el filtro cilíndrico según las especificaciones siguientes:

	<u>(A) 400t/día</u>	<u>(B) 800t/día</u>
Pb Espesador	ø9m	ø12m
Pb Filtro	6' x 6'	8' x 8'
Zn Espesador	ø9m	ø12m
Zn Filtro	6' x 6'	8' x 8'

El agua decantada de cada espesador se repite y se usa en cada serie.

(4) Equipos secundarios

(a) Reactivos

Se alimenta los reactivos usados en el sistema de flotación a los procesos necesarios con bomba de volumen constante después de diluirlos y mezclarlos en el cuarto de reactivos instalado en el proceso de flotación. Se usa hidróxido de calcio para ajuste de pH.

(b) Instrumentación

No se instalan instrumentos de alta nivel; únicamente se colocan alimentador constante en la alimentación del molino de bolas primaria e instrumento automático de registro y ajuste de pH en el acondicionador del sistema de flotación para estabilidad de procesos y mejora de resultados. Se coloca también la balanza en cada transportador de mineral concentrado.

(c) Grúa

Se instala la grúa viajera de 10t en el lugar de molienda, y la de 1t en el lugar de flotación para instalación y mantenimiento de los equipos.

(d) Otros

Junto con el edificio de ingenio se construye un centro de medidores eléctricos y un laboratorio de análisis.

(5) Principal material unitario por tonelada

El Cuadro 2-4-5 muestra la cantidad del principal material y precio unitario por tonelada de energía eléctrica y agua para la operación del ingenio. El Cuadro 2-4-6 muestra el cálculo del costo de operación a base del Cuadro anterior.

Cuadro 2-4-5 Cálculo de Principal Material y Precio Unitario por Tonelada

	Principal material unitario por tonelada g/t	Precio unitario Millones de \$b/kgs	Precio por tonelada Millones de \$b/t
Materiales principales			
Bolas	1,000	4.00	4.00
Hidróxido de calcio	8,000	0.12	0.96
Carbonato de sódico	500	2.10	1.05
Cianuro de sódico	500	4.46	2.23
Sulfato de cinc	1,200	1.85	2.22
Ditiofosfato	200	5.70	1.14
Xanitite etílico	150	4.18	0.63
Reactivo espumante	40	3.40	0.22
Sulfato de cobre	1,000	1.45	1.45
Otros			2.50
Total de materiales			16.46
Energía eléctrica			
	kWh/t		
(A) 400 t/día	52.8	0.057	3.01
(B) 800 t/día	36.0	0.057	2.05
Agua			
	m ³ /t		
Agua nueva	2.5		
Agua circulante	1.0		
Total de agua	3.5		

Cuadro 2-4-6 Cálculo del Costo de Operación Directa del Ingenio (1986)

	(A) 400t/día		(B) 800 t/día	
	US\$/mes	Millones de pesos/mes	US\$/mes	Millones de pesos/mes
Costos de mano de obra				
Personal salarial	2,496	4,742.4	2,496	4,742.4
Personal de jornal	1,716	3,260.4	1,872	3,556.8
Total	4,212	8,002.8	4,368	8,299.2
Costos de materiales	90,097	171,184	180,194	342,368
Costos de energía eléctrica	16,476	31,304	22,442	42,640
Gran total (mensual)	110,785	210,491	270,004	393,307.2
Sub-total (por tonelada)	10.65	20.24	9.95	18.91

Asimismo, el costo de operación directa se calcula

(A) 400 t/día 20.24 millones de pesos/t

(B) 800 t/día 18.91 millones de pesos/t

Sin embargo, haciendo más estudios se puede buscar reactivos más baratos que tienen mismo efecto, de modo que se realizó la evaluación integral con los valores de 10% de reducción que los valores mencionados arriba.

(6) Diseño y costos de construcción del ingenio

El ingenio diseñado en base al proceso mencionado en la Fig. 2-4-1 es la hoja de flujo de beneficiación que sirve ambos casos de 400 t/día y 800 t/día. De acuerdo a esta hoja de flujo están indicados la especificación y cotización del equipo necesario del caso de 400 t/día en el Cuadro 2-4-7 y del caso de 800 t/día en la Cuadro 2-4-8. La Fig. 2-4-2 es la distribución de equipo del ingenio del caso de 400 t/día, la Fig. 2-4-3 es la de 800 t/día. Y vease la Fig. 2-4-4 sobre el programa de construcción.

Por eso en cuento a los equipos importados se los calcula 60% de los precios de compra considerando aplicar los equipos de las minas polarizadas en Bolivia a esta mina.

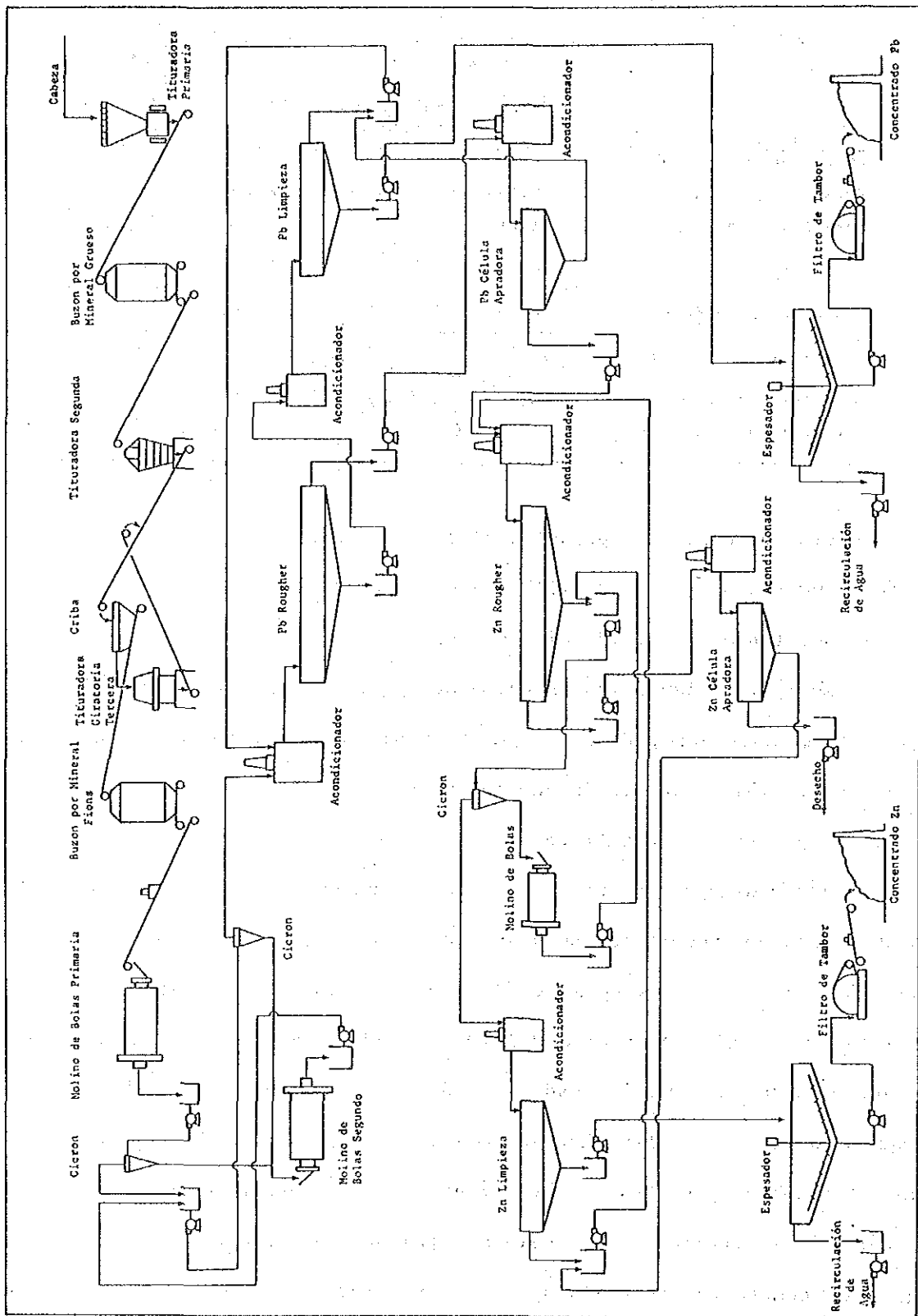


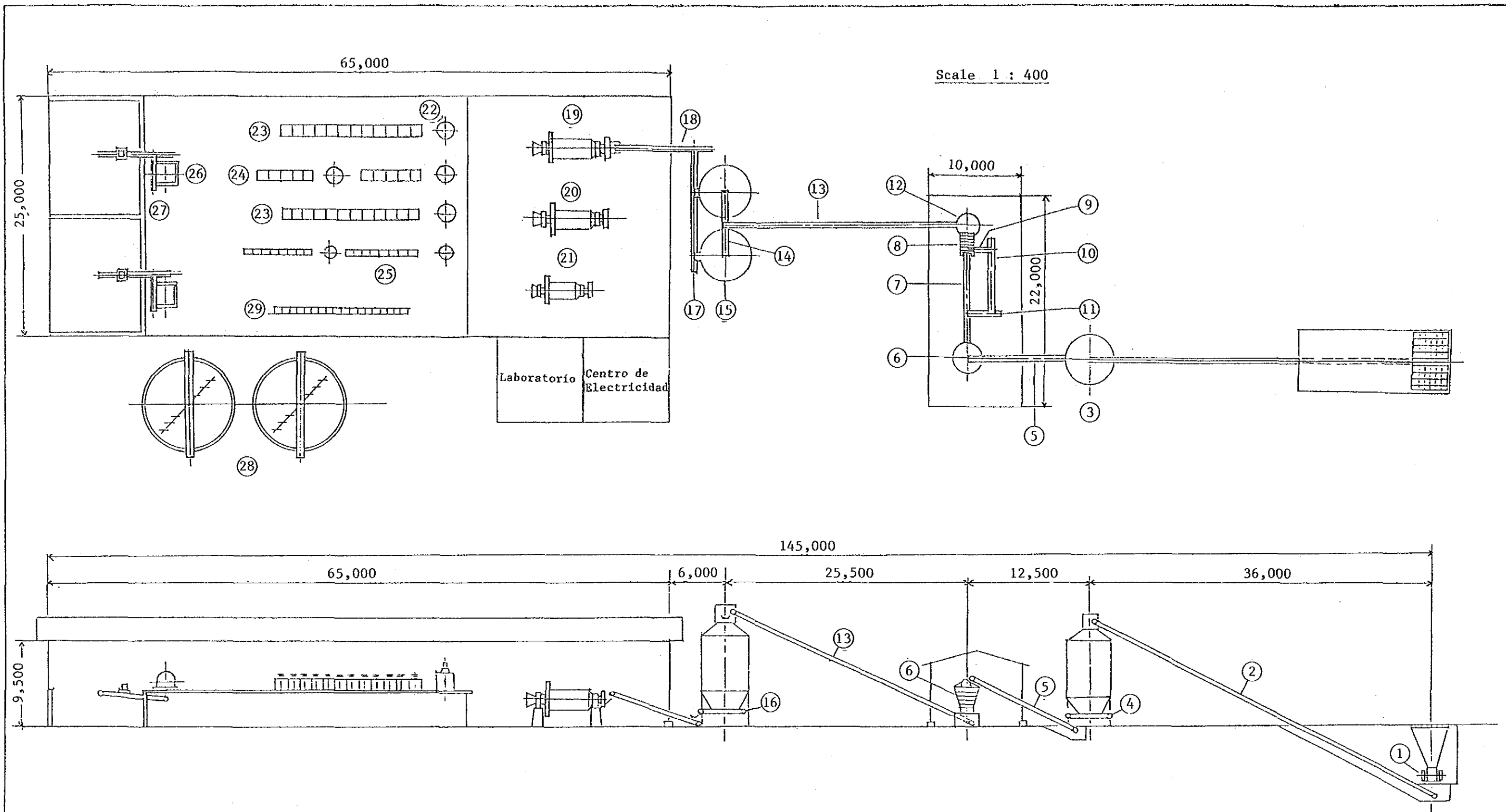
Fig. 2-4-1 Flujoograma de Ingenios (se usa a ambos casos de 400 t/día y 800 t/día)

Cuadro 2-4-7 Especificación y Cotización de los Equipos de Ingenio de Mina San Antonio (400 t/día)

No.	Artículo	Cantidad	Medida o Especificación	Precio de Compras		Costos de Mano de Obra	
				Dólares	Moneda Nacional	Dólares	Moneda Nacional
A. Maquinaria, Equipos Eléctricos							
1	Criba de Barras Tolva	1	Criba de Barras 300 mm Parilla Tolva 50 M ³	31		0.096	
2	Titradora Primaria	1	21" x 30" 45 kW Espacio 100 mm	60		0.096	
3	Titradora Segunda	1	16" x 50" 95 kW	373		0.096	
4	Titradora Tercera	1	4'φ 150 kW	415		0.096	
5	Alimentador	1	40" x 13'	31		0.054	
6	Cinta Transportadora	14	24" x 40M, 15M x 3, 3M x 2, 30M, 8M, 10M x 2, 20" x 5M x 2, 7M x 2	448		0.870	
7	Balanza	5	20 TON/H	122		0.273	
8	Alimentador de Cinturón	2	32" x 13'	72		0.084	
9	Criba Vibratoria	1	5' x 10' 11 kW	33		0.054	
10	Molino de Bolas Primero	1	7'φ x 12' 220 kW	579		0.180	
11	Ciclo	5	6"	17		0.069	
12	Molino de Bolas Segundo	1	5'φ x 12' 95 kW	361		0.096	
13	Flatador	24	40 ft ³ , Pb Rougher x 12, Zn Rougher x 12	595		0.228	
14	Flatador	8	40 ft ³ , Pb Scavenger x 4, Zn Scavenger x 4	213		0.084	
15	Flatador	16	30 ft ³ , Pb Limpieza x 8, Zn Limpieza x 8	288		0.156	
16	Molino de Bolas	1	3'φ x 8' 22 kW	87		0.096	
17	Condicionador	6	5'φ x 5' x 2, 6'φ x 6 x 4	83		0.144	
18	Bombas	18	3" - 2", 4" - 3"	100		0.144	
19	Tambor de Filtro	2	6'φ x 6'	259		0.144	
20	Ventilador	1	30 M ³ /min.	15		0.054	
21	Equipo de Reactivos	1 juego	Tanque, Bomba etc. 8 Series	53		0.114	
22	Espesador	2	30'φ x 10'	409		0.228	
23	Grúa	3	10 T 1 T x 2	393		0.300	
24	Tanques	1 juego	900 M ²	230		0.228	
25	Tubos, Canales	16	0.5 M ³	23		0.084	
26	Equipos de Análisis Química y Prueba	1 juego	Material de Tubos, Válvula etc.	130		0.258	
27	Instalaciones de Distribución y Transformación de Electricidad	1 juego	Equipo de Análisis Química, etc.	330		0.084	
28	Edificios	1 juego	Distribución de Alta Voltage, Baja Voltaje, etc.	446		1.020	
29	Materiales de Cableado	1 juego	Cables, Cables Eléctricas, etc.	50		1.320	
30	Obra de Instalación	1 juego		200		0.300	
			Sub-Total	6,446		7.050	
B.	Equipos de Construcción	1 juego	2,026 M ²	790		12.600	
C.	Obra Pública	1 juego			343		
			Total	7,236	343	19.650	

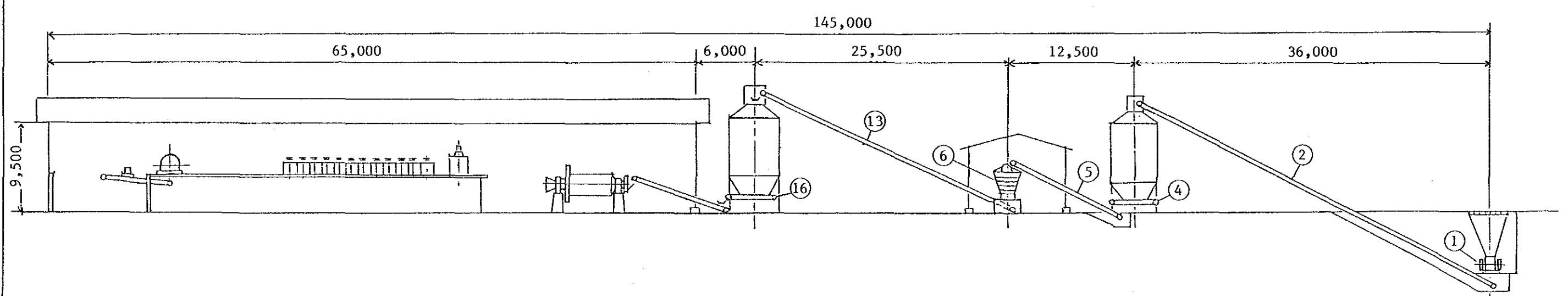
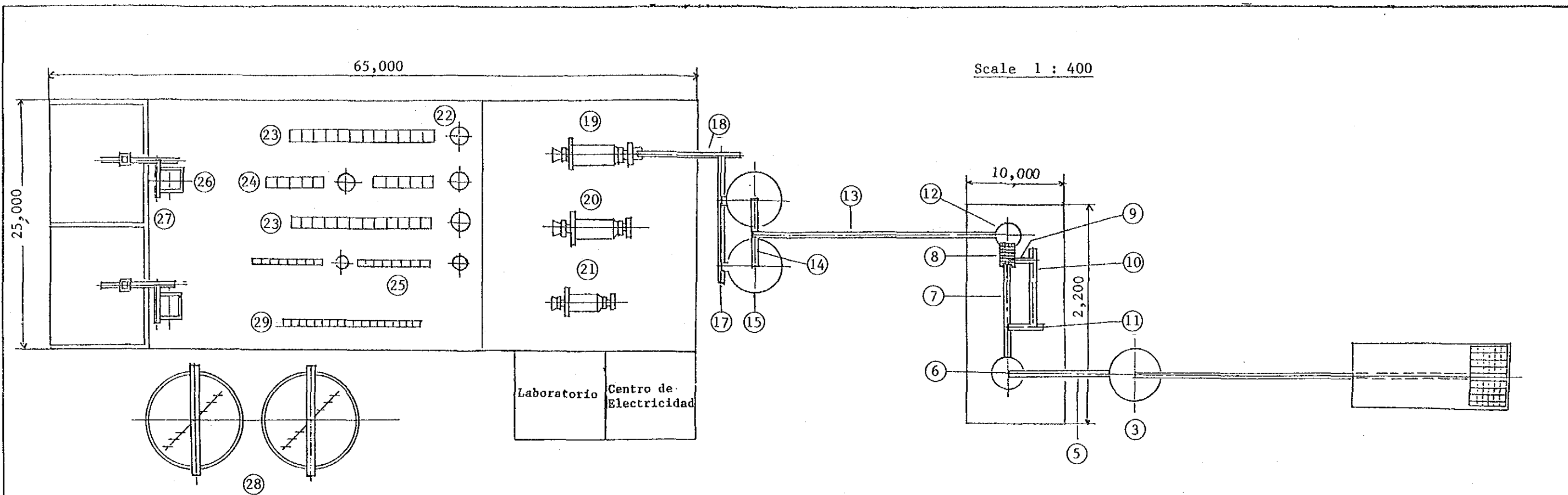
Cuadro 2-4-8 Especificación y Cotización de los Equipos de Ingenio de Mina San Antonio (800 t/día)

No.	Artículo	Cantidad	Medida o Especificación	Precio de Compras		Costos de Mano de Obra	
				Dólares	Moneda Nacional	Dólares	Moneda Nacional
A. Maquinaria, Equipos Eléctricos							
1	Criba de Barras Tolva	1	Criba de Barras 300 mm Párrilla Tolva 50 M ³	31			0.096
2	Tiradora Primaria	1	21" x 30" 45 kW Espacio 100 mm	60			0.096
3	Tiradora Segunda	1	16" x 50" 95 kW Espacio 50 mm	373			0.096
4	Tiradora Tercera	1	4'6" 150 kW	415			0.096
5	Alimentador	1	40" x 13'	31			0.054
6	Cinta Transportadora	14	24" x 40M, 15M x 3, 3M x 2, 30M, 8M, 10M x 2, 20" x 5M x 2, 7M x 2	457			0.870
7	Balanza	5	35 TON/R	134			0.273
8	Alimentador de Cinturón	2	32" x 13'	72			0.084
9	Criba Vibratoria	1	5' x 10' 11 kW	33			0.054
10	Molino de Bolas Primero	1	8'6" x 12' 290 kW	716			0.180
11	Ciclo	10	9"6", 6"	44			0.150
12	Molino de Bolas Segundo	1	6'6" x 12' 110 kW	504			0.123
13	Flatador	24	60 ft ³ , Pb Rougher x 12, Zn Rougher x 12	678			0.228
14	Flatador	12	60 ft ³ , Pb Scavenger x 6, Zn Scavenger x 6	355			0.114
15	Flatador	16	40 ft ³ , Pb Limpieza x 8, Zn Limpieza x 8	341			0.156
16	Molino de Bolas	1	4'6" x 8' 37 kW	160			0.123
17	Condicionador	6	8' x 8' x 4, 5' x 5' x 2	110			0.144
18	Bombas	18	3" - 2", 4" - 3"	100			0.144
19	Tambor de Filtro	2	8'6" x 8'	357			0.186
20	Ventilador	1	40 M ³ /min.	19			0.054
21	Equipo de Reactivos	1 juego	Tanque, Bomba etc. 8 Series	59			0.114
22	Espesador	2	40'6" x 10'	477			0.258
23	Grúa	3	10 T 1 T x 2	393			0.300
24	Tanques	1 juego	1,000 M ²	255			0.228
25	Tubos, Cauales	16	1 M3	34			0.084
26	Equipos de Análisis Química y Prueba	1 juego	Material de Tubos, Válvula etc.	142			0.258
27	Instalaciones de Distribución y Transformación de Electricidad	1 juego	Equipo de Análisis Química, etc.	330			0.084
28	Edificios	1 juego	Distribución de Alta Voltage, Baja Voltage, etc.	503			1.170
29	Materiales de Cableado	1 juego	Cables, Cables Eléctricas, etc.	59			1.380
30	Obra de Instalación			200			0.300
			Sub-Total	7,442			7.197
B.	Equipos de Construcción	1 juego	2,310 M ²	906			13.200
C.	Obra Pública	1 juego				374	
			Total	8,348		374	20.697



No.	Descripción	Cantidad	Medidas	No.	Descripción	Cantidad	Medidas	No.	Descripción	Cantidad	Medidas	No.	Descripción	Cantidad	Medidas
1	Titradora Primaria	1	21" x 30"	9	Cinta Transportadora No. 4	1	20" x 3 M	17	Cinta Transportadora No. 9	1	20" x 15 M	25	Limpieza de Pb, Zn	16	30 ft ³
2	Cinta Transportadora No. 1	1	20" x 40 M	10	Cinta Transportadora No. 5	1	20" x 10 M	18	Cinta Transportadora No. 10	1	20" x 10 M	26	Tambor de filtro	2	6'φ x 6'
3	Buzon por Mineral Grueso	1	250 T	11	Cinta Transportadora No. 6	1	20" x 2 M	19	Molino de Bolas Primario	1	7'φ x 12'	27	Cinta Transportador	2	20" x 5ft x 2, 7ft x 2
4	Alimentador	2	40" x 13'	12	Titradora Tercera	1	4'φ	20	Molino de Bolas Segundo	1	5'φ x 12'	28	Espesador	2	30'φ
5	Cinta Transportadora No. 2	1	20" x 15 M	13	Cinta Transportadora No. 7	1	20" x 30 M	21	Molino de Bolas	1	3'φ x 6'	29	Equipo para Reactivos	1	Tanque, Bomba etc.
6	Titradora Segunda	1	16" x 50"	14	Cinta Transportadora No. 8	1	20" x 8 M	22	Condicionador	6	5'φ x 5' x 2, 6'φ x 6' x 4				
7	Cinta Transportadora No. 3	1	20" x 15 M	15	Buzen por Mineral Fins	2	300 T	23	Rougher de Pb, Zn	24	40 ft ³				
8	Criba	1	5' x 10'	16	Alimenta dor de Cintron	2	32" x 13'	24	Scavenger de Pb, Zn	12	40 ft ³				

Fig. 2-4-2 Disposición de Equipos y Maquinarias de Ingenio (400 t/D)



No.	Descripción	Cantidad	Medidas	No.	Descripción	Cantidad	Medidas	No.	Descripción	Cantidad	Medidas	No.	Descripción	Cantidad	Medidas
1	Titradora Primaria	1	21" x 30"	9	Cinta Transportadora No. 4	1	24" x 3 M	17	Cinta Transportadora No. 9	1	24" x 15 M	25	Limpieza de Pb, Zn	16	40 ft ³
2	Cinta Transportadora No. 1	1	24" x 40 M	10	Cinta Transportadora No. 5	1	24" x 10 M	18	Cinta Transportadora No. 10	1	24" x 10 M	26	Tambor de filtro	2	8'φ x 8'
3	Buzon por Mineral Grueso	1	250 T	11	Cinta Transportadora No. 6	1	24" x 3 M	19	Molino de Bolas Primario	1	8'φ x 12'	27	Cinta Transportador	2	20"x5Mx2, 7Mx2
4	Alimentador	2	40" x 13'	12	Titradora Tercera	1	4'φ	20	Molino de Bolas Segundo	1	6'φ x 12'	28	Espesador	2	40'φ
5	Cinta Transportadora No. 2	1	24" x 15 M	13	Cinta Transportadora No. 7	1	24" x 30 M	21	Molino de Bolas	1	4'φ x 8'	29	Equipo para Reactivos	1	Tanque, Bomba etc.
6	Titradora Segunda	1	16" x 50"	14	Cinta Transportadora No. 8	1	24" x 8 M	22	Condicionador	6	8'φx8'x4, 5'φx5'x2				
7	Cinta Transportadora No. 3	1	24" x 15 M	15	Bugen por Mineral Fins	2	400T	23	Rougher de Pb, Zn	24	60 ft ³				
8	Criba	1	5' x 10'	16	Alimenta dor de Cintron	2	32" x 13'	24	Scavenger de Pb, Zn	12	60 ft ³				

Fig. 2-4-3 Disposición de Equipos y Maquinarias de Ingenio (800 t/D)

Año Artículo	Primero												Segundo												Tercero							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
Investigación																																
Diseño, Planeación																																
Estudio de Materiales y Equipos																																
Transporte Marítimo y Terrestre																																
Obra Pública																																
Construcción de Edificio																																
Obras de Maquinaria y Electricidad																																
Prueba de Operación																																

Fig. 2-4-4 Programa de Construcción del Ingenio de Mina San Antonio

3. INFRAESTRUCTURA

3. INFRAESTRUCTURA

3.1 Transporte

3.1.1 Generalidad de las Instalaciones de Transporte

En la Fig. 3-1-1 se ilustra la red de transporte alrededor de la mina San Antonio. De 40,987 km de longitud total del camino en Bolivia, sólo 1,538 km está pavimentada, y el camino de grava (9,268 km) y el de tierra (30,181 km) ocupan más de 96%. Sobre todo, la mayor parte del camino de tierra queda intransitable en la estación de lluvia. Sud Lípez de la provincia de Potosí donde se encuentra la mina San Antonio es un barrio de poca población en Bolivia, y se puede decir que es una zona vacía desde el punto de vista de la infraestructura de camino, energía eléctrica, etc.

La corporación pública llamada SNC (Servicio Nacional de Caminos) se encarga de la construcción y administración de camino. Actualmente SNC no tiene plan de arreglo de camino en la zona alrededor de la mina. Pero por parte de CORDEPO (Corporación Regional de Desarrollo de Potosí), está interviniendo cerca del SNC dando la importancia al arreglo de camino entre Potosí y Uyuni para que sea un punto de apoyo del desarrollo de la parte oeste de la provincia. En Bolivia hay bastante caminos construidos por las minas y granjas privadas, los que también se mantendrán y se administrarán como caminos públicos bajo la jurisdicción de SNC después de sus construcciones.

El ferrocarril es estatal y ENFE (Empresa Nacional de Ferrocarriles del Estado) lo administra. Es un método de transporte más popular que se comunica las ciudades principales del país y cuenta más de 2 millones de pasajeros y un millón toneladas de carga.

A pesar de la disminución notable de transporte de carga por la crisis

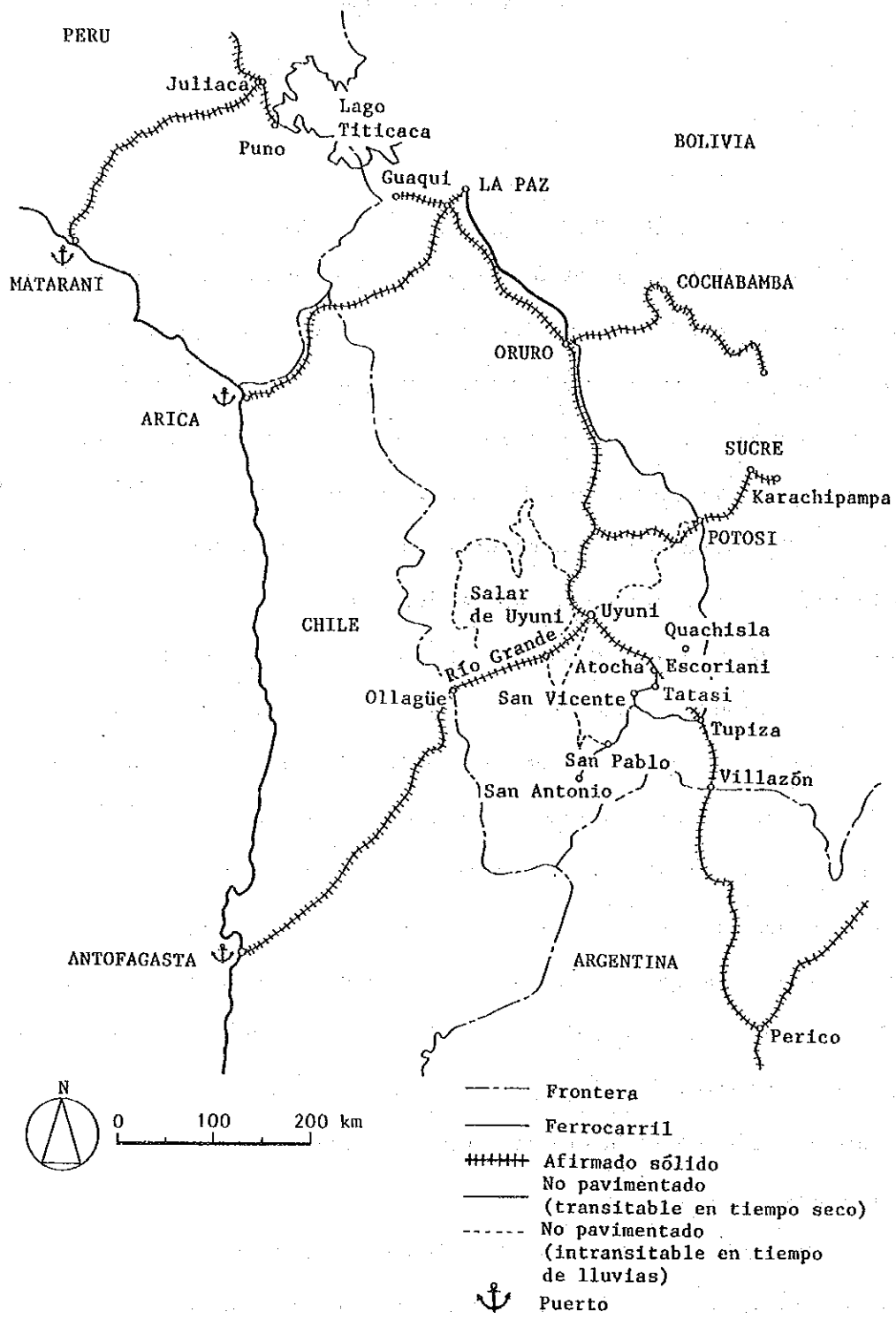


Fig. 3-1-1 Red de Transporte del Oeste de Bolivia

económica a partir del año 1981, ENFE mantiene superávit y sigue siendo un método de transporte de gran confianza. De momento no hay plan de arreglo del ferrocarril que se relaciona directamente con el desarrollo de la mina San Antonio.

3.1.2 Demandas del Transporte

Surge la demanda de transporte con el desarrollo de la mina San Antonio, como sigue :

- (1) Transporte de los equipos necesarios de la construcción y operación de la instalación de mina.
- (2) Transporte de minerales concentrados de Pb y Zn.
- (3) Transporte de los recursos de subsistencia para los mineros.
- (4) Transporte con traslados de los mineros.

De estos, lo más grande como cantidad es el transporte del mineral concentrado (Cuadro 3-1-1). El mineral concentrado de Pb se transporta a la refinería Karachipampa, que se sitúa a 10 km hacia nordeste de Potosí, para procesarlo. El mineral concentrado de Zn se embarca en el puerto de Antofagasta del norte de Chile para enviarse a la refinería de Francia o Bélgica. Por otra parte, mayoría de los equipos y/o materiales de vida se traen de La Paz o almacén de la mina Quechisura y algunas mercancías de importación pasan por Alica o Antofagasta.

Será económico llevar los equipos de operación y materiales de vida como carga de vuelta del transporte de los minerales concentrados. El transporte de personal no será muy grande por la escala de mina por lo cual no se cuenta en este informe.

Cuadro 3-1-1 Demandas del Transporte

Item	Unidad: ton/mes	
	400 ton/día	800 ton/día
Equipos para operación	100	190
Minerales refinados		
Pb	479	957
Zn	697	1,394
Materiales para vida	110	150

3.1.3 Rutas de Transporte Alternativas y su Estudio

Al transportar los materiales mencionados, lo más importante es el camino desde San Antonio hasta la ciudad o estación ferroviaria más cercana. Se pueden considerar las siguientes rutas.

- (1) San Antonio ----- Uyuni (225km)
- (2) San Antonio ----- Estación de Escoriani (179 km)
- (3) San Antonio ----- Tupiza (221 km)

La mayor parte de la ruta (1) es camino plano, pero en realidad sólo se permite pasar jeep en la temporada seca y es necesario dar mayor mantenimiento en toda parte para poder pasar camiones con carga pesada en la temporada de lluvia. La ruta (2) pasa por una zona montañosa que tiene algunos posos difíciles. Pero esta ruta es más corta y además está bien mantenida la parte entre la estación de Escoriani y la mina San Vicente que está en intermedio. El estado de la ruta (3) es parecido a la (2), pero es una desventaja que la distancia sea más larga entre Tupiza y el lugar de entrega de productos o La Paz. Lo siguiente es el estudio comparativo de (1) y (2) en términos del costo de rehabilitación y transporte.

La ruta (1) necesitará rehabilitación casi completa como construcción nueva, pero en la ruta (2) sólo se requieren arreglos como cubierto con

cascajos, amontonamiento de la tierra, canal al lado, refuerzo de borde, canal de desagüe, etc., en un total de unos 60 km entre San Vicente y San Antonio (139 km). En esta parte existen 13 puntos que cruzar ríos, pero no necesitan puentes de plena escala. Es suficiente construir diques y/o cauce. El costo de rehabilitación estimado de (1) es 3,375,000 US\$ y el de (2) es 480,000 US\$ (Cuadro 3-1-2).

(1)-(a)	Mineral concentrado Pb.	SA	$\xrightarrow{225}$	UY	$\xrightarrow{278}$	KP
	Mineral concentrado Zn.	SA	$\xrightarrow{225}$	UY	$\xrightarrow{617}$	AF
(1)-(b)	Mineral concentrado Pb.	SA	$\xrightarrow{225}$	UY	$\xrightarrow{201}$	KP
	Mineral concentrado Zn.	SA	$\xrightarrow{255}$	UY	$\xrightarrow{617}$	AF
(2)	Mineral concentrado Pb.	SA	$\xrightarrow{179}$	ES	$\xrightarrow{390}$	KP
	Mineral concentrado Zn.	SA	$\xrightarrow{179}$	ES	$\xrightarrow{729}$	AF

SA : San Antonio, UY : Uyuni, ES : Escoriani, KP : Refinería de Karachipampa,

AF : Antofagasta, $\xrightarrow{\quad}$: camión de carga, $\xrightarrow{\quad}$: vía férrea,

los números encima de las flechas son distancias en km.

El costo estimado de transporte de minerales de estas 3 alternativas en caso de 400 t/día de producción es como sigue,

(1)-a 131,100 US\$/mes

(1)-b 155,200 US\$/mes

(2) 119,700 US\$/mes

Asimismo, en este aspecto también es evidente que la ruta (2) es más efectiva. Por tanto se tomará la ruta de San Antonio --- Escoriani como la ruta de acceso para la mina y se procurará rehabilitación de la misma.

Y en este caso será necesario establecer un almacén en la estación de Escoriani para depósito temporal de minerales.

Construyendo 1 edificio de 250 m² de superficie (400 tons/día) o 2 edificios (800 tons/día), el alquiler de tierra se encargará a ENFE. Se realiza el transporte de camiones que son propiedad de COMIBOL misma. Hasta

Escoriani es un viaje de dos días de ida y vuelta y se necesitan 12 camiones/23 camiones (incluso los repuestos) los cuales se compran de nuevo.

Cuadro 3-1-2 Cuadro Comparativo de los Costos según Rutas de Transporte

Costo de arreglo

Ruta	Distancia que se necesita arreglo	Unidad (US\$/km)	Costo total (US\$)
1	225	15,000	3,375,000
2	60	8,000	480,000

Costo de transporte de minerales concentrados (En caso de 400 t/día)

Rutas y métodos de trans.	Mineral concentrado	Transporte en camión			Transporte ferroviario					
		Artículo	Cantidad (t/mes)	Distancia de trayecto (US\$/ton/km)	Unitario (US\$/mes)	Costo (US\$/mes)	Trayecto	Precio de trans. (US\$/ton)	Costo (US\$/mes)	Total (US\$/mes)
1 - a	Pb		479	225	0.33	35,600	UY-KP	15.96	7,600	43,200
	Zn		697	225	0.33	51,800	UY-AF	51.74	36,100	87,900
Sub-total						87,400			43,700	131,100
1 - b	Pb		479	426	0.33	67,300	-	-	-	67,300
	Zn		697	225	0.33	51,800	UY-AF	51.74	36,100	155,200
Sub-total						119,100			36,100	155,200
2	Pb		479	179	0.33	28,300	ES-KP	21.02	10,100	38,400
	Zn		697	179	0.33	41,200	ES-AF	57.52	40,100	81,300
Sub-total						69,500			50,200	119,700

Nota: (1) Inclusive el costo de obras necesarias de ríos que cruzan.

(2) Usar el camión particular de COMIBOL.

(3) Aplicar 30% de descuento de mercancías de exportación en el precio de transporte interno de Bolivia. Inclusive el costo de transbordo (7.5 US\$/t) en el puerto de Antofagasta.

3.2 Recursos Hidráulicos

3.2.1 Características Hidrológicas y Meteorológicas Alrededor de San Antonio

En Bolivia se divide en 3 vías acuáticas grandes (Fig. 3-2-1) y San Antonio está situado en el extremo meridional de la vía acuática de cuenca central. La cuenca central llamada altiplano está rodeada de montañas por ambos lados del este y oeste que no tienen salidas de agua formándose varios lagos salinas como el lago salina de Uyuni. Esta cuenca forma una configuración plana en una altitud de 3,600 - 3,900 m, con menos de 500 mm de precipitación anual y menos de 10°C de temperatura media anual, no muy adecuada para agricultura. San Antonio se encuentra en el extremo meridional de esta cuenca y en la falda del norte de la Cerro Lipez que se extienden de este a oeste con un promedio de la precipitación anual de 300 mm (Cuadro 3-2-1). Y se calcula la evaporación latente de esta zona en 600 mm anualmente.

El río Mina Blanca y río Yuraj Salli que nacen en el pie del monte Lipez confluyen cerca de la bocamina, y corren hacia norte como río Santa Rosa. Este río después confluye con el río Grande y desemboca en el lago salina Uyuni. La cuenca de estos ríos es una zona de menos población en Bolivia, según datos de 1976, la población de Nor Lipez es 9,162 y la densidad es 0.40 per./km². Sud Lipez cuenta con 4,149 de población y 0.19 per./km² de densidad. Casi no existen pueblos en la cuenca de los ríos mencionados.

3.2.2 Demanda de Agua

La cantidad necesaria de agua para la operación de la mina está indicada en el Cuadro 3-2-2.

La mayor cantidad de agua industrial se consume en la beneficiación de

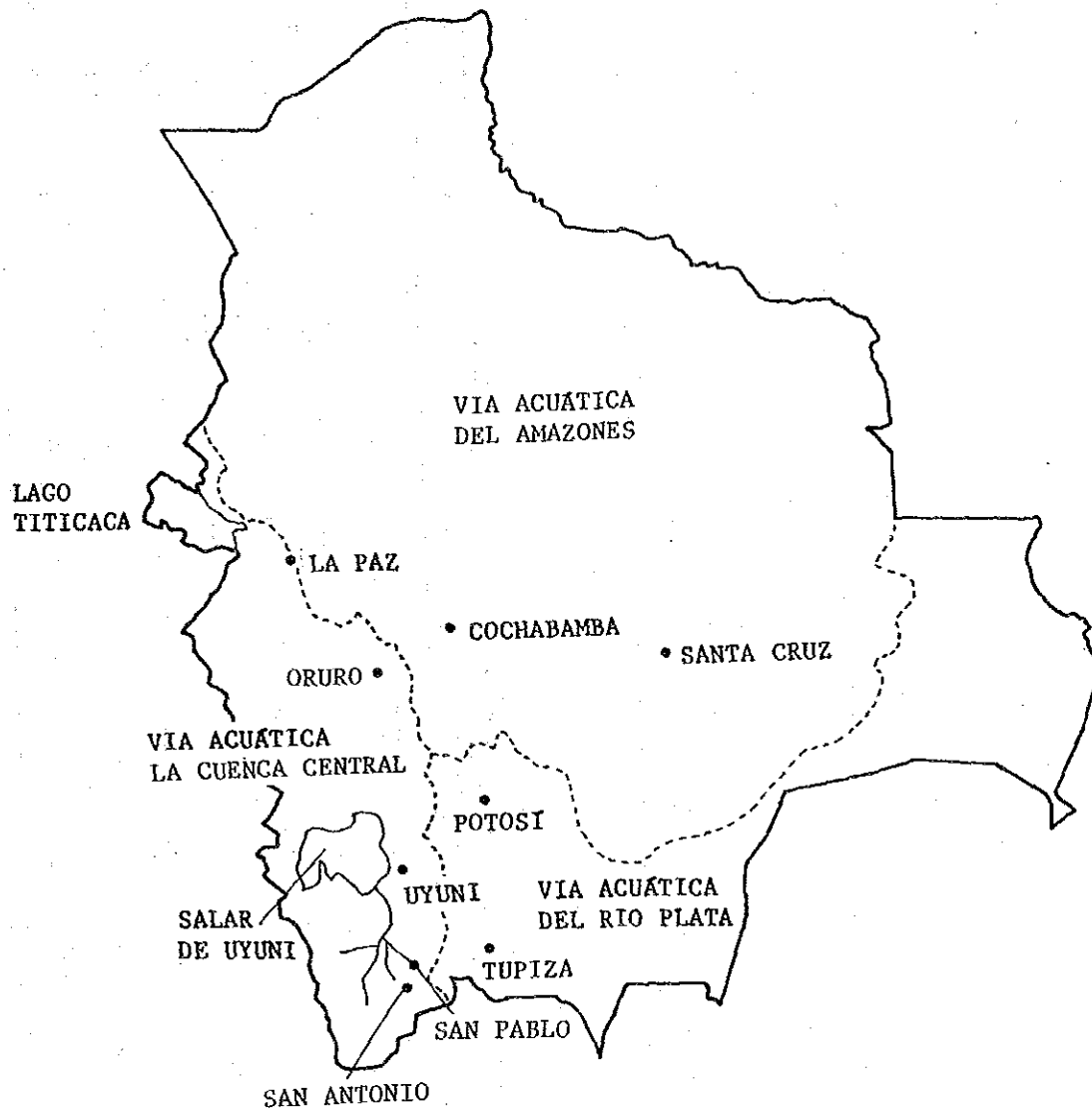


Fig. 3-2-1 Mapa Hidrográfico de Bolivia

Cuadro 3-2-1 Precipitaciones Mensuales

San Antonio (Altitud: 4,500 m)
(Unidad: mm)

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1980	95.9	68.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	163.9
1981	69.4	187.9	40.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.0	93.3	429.6
1982	109.3	28.0	68.7	15.0	10.6	0.0	0.0	2.0	8.9	23.1	0.0	36.7	302.3
1983	19.7	44.5	3.5	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	24.0	0.0	2.3	14.8	110.8
1984	217.4	184.3	200.4	0.0	0.0	-	-	-	-	17.2	32.6	23.8	(-)

San Pablo (Altitud: 4,230 m)

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
1978	135.0	27.5	17.7	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.2	55.1	264.5
1979	211.0	7.0	44.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	1.7	144.0	408.7
1980	80.0	46.0	23.5	0.0	3.0	0.0	8.6	0.0	0.0	16.4	21.8	0.0	199.3
1981	172.6	236.7	48.8	11.3	2.5	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	16.3	66.3	559.7
1982	29.2	48.9	85.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-	8.0	(-)
1983	34.3	52.1	8.8	0.0	2.1	11.2	5.4	0.0	25.0	11.0	2.1	29.6	181.6
1984	177.3	135.5	92.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	20.2	42.9	8.8	476.9

minerales. Suponiendo que el agua para la beneficiación por una tonelada de mineral bruto sea 3.5 m^3 , la cantidad necesaria de agua será $1,400 \text{ m}^3$ por día (400 t/día) o $2,800 \text{ m}^3$ por día (800 t/día), pero tomando en consideración que $1 \text{ m}^3/\text{ton}$ de esta será circulable, en este caso, $1,000 \text{ m}^3$ y $2,000 \text{ m}^3$ con las cantidades necesarias de abastecimiento de agua nueva. Aparte de esto, se necesitarán como $50 \text{ m}^3 - 60 \text{ m}^3/\text{día}$ en la parte de explotación y taller de reparación.

El agua potable que se necesita en las viviendas, enfermería, escuela, etc., será $180 \text{ m}^3/\text{día}$ (400 t/día) o $260 \text{ m}^3/\text{día}$ (800 t/día) suponiendo que el consumo diario por cada habitante de la mina es $200 \text{ l}/\text{día}$.

Cuadro 3-2-2 Demandas de Agua

(Unidad: $\text{m}^3/\text{día}$)

	400 t/día			800 t/día		
	Nueva	Recirculada	Total	Nueva	Recirculada	Total
Agua industrial						
Beneficiación	1,000	400	1,400	2,000	800	2,800
Explotación de minas, y otros	50	0	50	60	0	60
P/vida.	180	0	180	260	0	260
Total	1,230	400	1,630	2,320	800	3,110

3.2.3 Fuente de Agua

El agua mencionada arriba se puede tomar de las siguientes fuentes.

- (1) Río Mina Blanca
- (2) Río Yuraj Salli
- (3) Agua del interior de la mina

El río Mina Blanca corre delante de la actual bocamina, y tiene allí como 7 km de longitud y unos 17 km² de la superficie de la cuenca. El caudal es 26 l/seg. mínimo al fin de la temporada seca. Pero esta agua viene de la nieve perpetua del Cerro Lipez con caudal estable y sin variación en año. Además la calidad de agua es muy buena y potable.

El río Yuraj Salli tiene en la superficie de la cuenca como 24 km² con caudal de 18 l/seg. y corre casi paralelamente al río Mina Blanca. Su estado es igual al río Mina Blanca, que ofrece alta calidad de agua constantemente.

El agua brotada de la mina que está evacuando al río Mina Blanca encuentra unos 5.1 de pH, que no es de mucha acidez, por lo cual es bastante servible para beneficiación. El caudal es 5 l/seg., que no es mucho, pero se puede aprovechar como fuente auxiliar. (Cuando el equipo investigador lo examinó, se observó como 15 l/seg. del caudal en la bocamina. Esto sería por aumento del agua infiltrada de la superficie de la tierra. En el Cuadro 3-2-3 se menciona el resultado del análisis de esta agua. Téngase en cuenta que se encuentra 7.0 de pH, muy diluida el agua original.)

Cuadro 3-2-3 Calidad y Caudal de las Fuentes de Agua

	Color	Olor	Sabor	pH	Ca	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	Residuo	Caudal	
					(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)		l/seg	m ³ /día
Río Mina Blanca	No	No	No	7.2	310	213	90	0.84	26	2,246
Río Yuraj Salli	No	No	No	7.3	500	33	0	1.11	18	1,555
Agua de interior mina (Bocamina)	Amarillo claro	No	Salsada	7.0	955	392	0	16.98	5	432

3.2.4 Método de Suministro de Agua

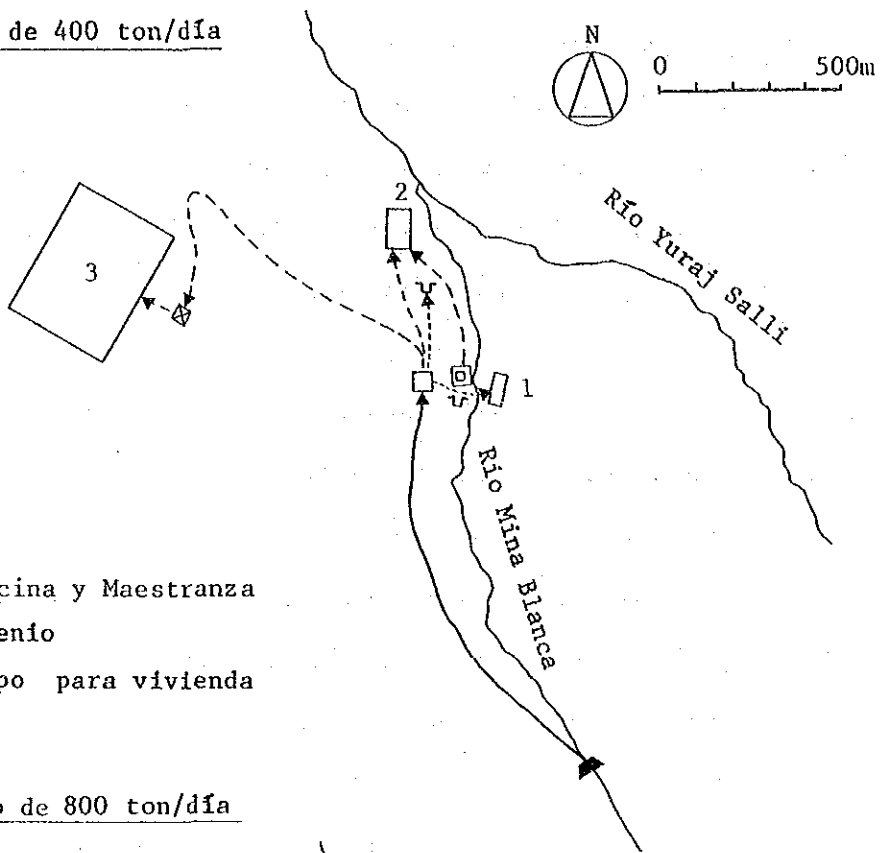
En caso de 400 t/día de producción de minerales, el río Mina Blanca puede abastecer la cantidad necesaria de agua, pero será más seguro usar el agua de mina para beneficiación. El método de traer y abastecer el agua es

el siguiente. Primero, construir el dique en la zona estrecha a la altura de 4,670 m arriba del río Mina Blanca y dejarlo correr naturalmente a través de un tubo de 6 pulgadas. En intermedio, un poco arriba de la bocamina actual, se instala un tanque de agua (100 m³ de capacidad) para sacar agua industrial y conduce el resto al tanque de filtración que se instala en la zona residencial a través de un tubo de 4 pulgadas. Esta agua se abastece a cada casa después de filtrada. El tubo deberá estar enterrado para evitar congelación en el invierno. Y también deberá tener un cierto nivel de velocidad de corriente, pero en este caso está bien condicionado ya que se obtienen 45 m de la diferencia de altura por 2,700 m aprox. de la distancia entre dique y tanque de filtración. Y por otra parte, el agua de mina se lleva de la boca de mina al ingenio por otro tubo de 4 pulgadas.

En caso de 800 t/día, además de los 2 sistemas mencionados será necesario utilizar el agua del río Yuraj Salli. En este río es más conveniente construir el dique de toma de agua en la parte estrecha de 1 km arriba aprox. de la confluencia con el río Mina Blanca. (En este lugar hay vestigio de presa de piedras de la época española.) Pero la altura de este lugar es sólo 4,640 m, que es insuficiente para abastecer agua hasta la zona residencial por corriente natural. Por lo tanto, toda agua de este río se usará en ingenio de minerales. Asimismo, se instalará un tubo de 4 pulgadas del dique a boca de mina y se llavará al ingenio por el tubo de 6 pulgadas después de confluir con el agua de mina.

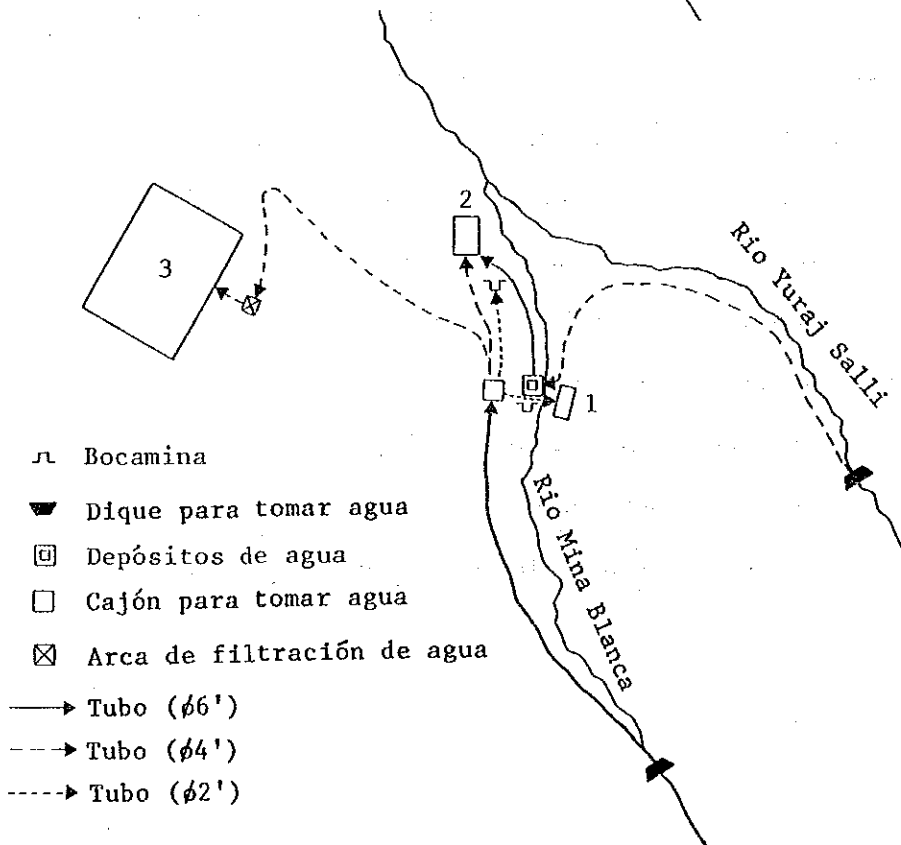
Se ilustra el sistema de suministro de agua en la Fig. 3-2-2.

En caso de 400 ton/día



1. Oficina y Maestranza
2. Ingenio
3. Campo para vivienda

En caso de 800 ton/día



- ∩ Bocamina
- ▼ Dique para tomar agua
- ☐ Depósitos de agua
- Cajón para tomar agua
- ⊗ Arca de filtración de agua
- Tubo (ϕ6')
- - -→ Tubo (ϕ4')
- · · → Tubo (ϕ2')

Fig. 3-2-2 Sistema de Suministro de Agua

3.3 Energía Eléctrica y Comunicación

3.3.1 Aspecto del Sistema de Suministro de Energía Eléctrica

No existe planta eléctrica ni línea de transmisión que puedan ser fuente de suministro de energía eléctrica cerca de San Antonio. Lo más cerca es la línea de transmisión de COMIBOL que se llega actualmente hasta la mina Tatasí (Fig. 3-3-1). COMIBOL tiene 3 plantas hidroeléctricas (Kilpani, Landara, Punutuma.) en el río Yura del sudoeste de Potosí y está suministrando energía eléctrica para las minas de Quechisla, Chorolque, Tatasí, San Vicente, etc,. La capacidad generadora de las 3 plantas en total es 6.4 millones kWh/mes en promedio, y el consumo de las minas de COMIBOL en total es 4.11 millones kWh/mes en promedio. Con esta condición la energía eléctrica restante se vende a la compañía privada de electricidad ENDE (Empresa Nacional de Electricidad).

ENDE es la compañía eléctrica más grande de Bolivia y su sistema está incorporado a las plantas eléctricas que posee COMIBOL y/u otras minas, suministrándose mutuamente energía eléctrica. Está instalada la línea de transmisión de ENDE entre Potosí---Punutuma---Telamayu, pero actualmente entre Punutuma y Telamayu no está en función porque no hay demanda.

ENDE está investigando la posibilidad de la generación geotérmica de electricidad y tiene plan de construir una central eléctrica de 30 MW de potencia cerca del lago Colorada y transmitirla por unos 200 km hasta Atocha. Si se realiza este plan, será una fuente de suministro más cerca de San Antonio, pero está en la etapa de investigación, y no será considerado en este estudio.

3.3.2 Demanda de Energía Eléctrica

Se estima el consumo máximo de la energía eléctrica de la instalación de

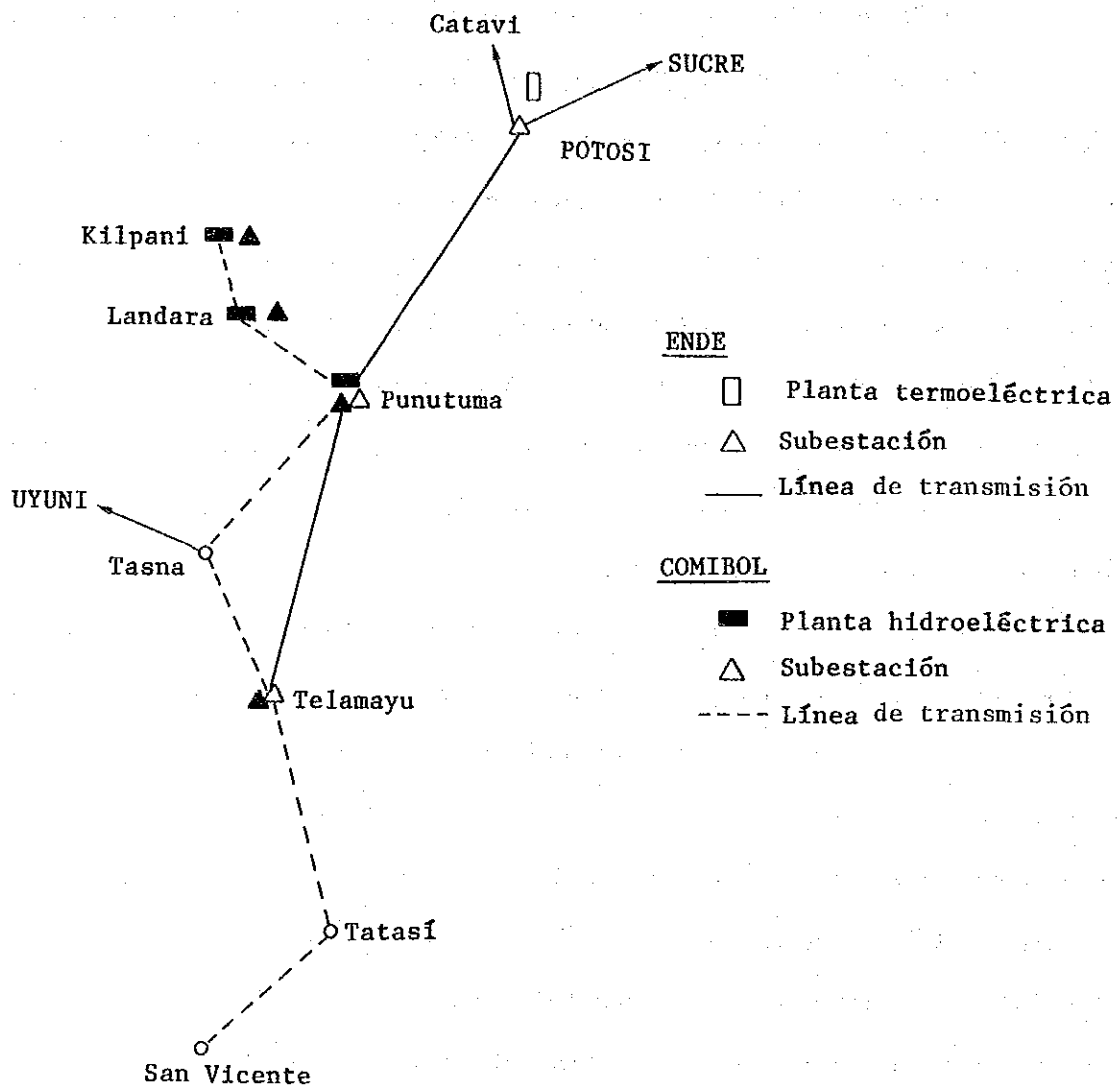


Fig. 3-3-1 Sistema de la Energía Eléctrica

producción y equipos subsidiarios y sociales en unos 1,600 kW (400 t/día), 2,200 kW (800 t/día), en un promedio de 1,200 kW/1,700 kW, y el consumo anual es de unos 9,213/12,541 MWh. Su detalle por cada sección se indica en el Cuadro 3-3-1.

La energía eléctrica necesaria mensual es de 770 mil/1.05 millones kWh en promedio, la que podrá cubrirse suficientemente con la energía sobrante actual (2.3 millones kWh/mes aprox.) aunque la suministre la planta hidroeléctrica de COMIBOL.

3.3.3 Alternativa de Métodos de Suministro y su Estudio

Se consideran 3 métodos de suministro de la energía eléctrica, a saber:

(1) Transmisión de energía eléctrica.

(2) Generación diesel.

(3) Compra de energía eléctrica

(1) Transmisión de energía eléctrica

Se extiende 120 km de la línea de transmisión de COMIBOL (44 kV de voltaje transmitido) que actualmente se extiende hasta la mina Tatasi. En este caso, tomando en consideración la eficiencia de transmisión de energía eléctrica, el voltaje de la línea extendida será 69 kV, y construir una subestación en Tatasi. (La línea instalada entre Tatasi y San Vicente es inservible ya que su voltaje de transmisión es 25 kV.)

Aunque la inversión de la primera etapa sea grande con 3,430 US\$ - 3,780 mil, hay la ventaja de que el costo anual es de 379 US\$ mil (400 t/día) y 489 US\$ mil (800 t/día) que representa la mitad de otros métodos por el costo bajo de la energía eléctrica. (0.03 US\$/KWh)

(2) Generación diesel

En caso de instalar un generador de diesel, se deberá compensar la potencia de acuerdo con la altitud y/o condiciones de temperatura. Se

Cuadro 3-3-1 Demandas de Energía Eléctrica

Area	Capacidad de equipo (kW)		% de demanda	Energía eléctrica max. (kW)		% de trabajo	Energía eléctrica media (kW)		Demanda anual (MWh)	
	t/día	800 t/día		400 t/día	800 t/día		400 t/día	800 t/día	400 t/día	800 t/día
Mina	342	688	80	274	550	70	192	385	1,435	2,883
Ingenio	1,300	1,600	80	1,040	1,280	80	832	1,024	6,230	7,668
Instalaciones Auxiliares	250	250	40	100	100	40	40	40	300	300
Servicios sociales	200	270	85	170	230	60	102	138	894	1,208
Total	2,092	2,808		1,584	2,160		1,166	1,587	8,859	12,059
Compuesto máximo (1.05% de desigualdad)				1,509	2,057					
Pérdida (4%)				60	82		47	63	354	482
Total de la energía eléctrica necesaria				1,569	2,139		1,213	1,650	9,213	12,541

calcula el porcentaje de compensación para disminución de la potencia en 4,600 m de altitud como 37%; por lo tanto, la potencia de generador deberá ser 2,500/3,500 kW, approx. para cubrir el consumo máximo de la energía eléctrica. Asimismo, instalar 3 unidades del generador de diesel con "supercharger" de 820 kW de potencia a nivel del mar en caso de 400 t/día y 5 unidades en caso de 800 t/día. Comparamos con tal que no se cuenta la instalación del repuesto para que disminuya la inversión de primera etapa.

En caso de usar este generador, el consumo anual de la gasolina diesel es 2.76 millones/3.76 millones l aprox. en 0.3 l por 1 kWh. Y el costo es como 880 US\$ mil/1.2 millones (inclusive el costo de transporte.)

(3) Compra de energía eléctrica

Si cubre toda energía eléctrica necesaria por comprar de ENDE, el costo de energía eléctrica se calcula así:

$$\begin{aligned} \text{Precio de energía eléctrica} = & \left[\text{Capacidad contratada (kWh)} \times 14 \text{ (US\$/kW)} \right. \\ & \left. + \text{Cantidad consumida de energía eléctrica (kWh/mes)} \times 0.055 \text{ (US\$/mes)} \right] \\ & \times 12 \end{aligned}$$

Por tanto el costo es de 780 US\$ mil aprox. en caso de 400 t/día y 1.06 US\$ millones aprox. en caso de 800 t/día.

Sin embargo en caso de comprar la energía eléctrica de ENDE, tampoco puede faltar la línea de transmisión desde Tatasí y será cuestión de quien encarga el costo de instalación. En este punto se supone que ENDE se encarga de todo el costo de la misma.

En el siguiente cálculo se da el costo total de cada método con los valores rectificadas para comparación de ventajas y desventajas de los tres métodos. Aquí se aplica la vida de mina como n=10 en caso de 400 t/día y n=5 o 10 en caso de 800 t/día, y el porcentaje de reducción es 10% (i=0.1). (Actualmente el porcentaje de descuento es 8 - 10%, pero aquí se aplica 10%

para hacer la comparación. Este es el caso más desfavorable para el método de transmisión de energía eléctrica, ya que es más grande la inversión de la primera etapa.)

$$\text{Valor actual del costo total} = \text{Inversión de primera etapa} + \left[\text{Costo anual} \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

Está resumido el resultado de este cálculo en el Cuadro 3-3-2. Se nota que la generación diesel es desventajosa en cualquiera escala de operación. Lo más eficiente es la idea de compra de energía eléctrica, pero aquí no está sumado el costo de la instalación de línea de transmisión como se ha mencionado, y la idea de transmisión de energía eléctrica será más lucrativa si COMIBOL se encarga de una inversión de más de 1.0 US\$ millones. Tomando estos puntos en consideración, se adoptará la transmisión de energía eléctrica como método de suministro de la energía eléctrica a la mina San Antonio.

Además de eso, al construir la mina los equipos de subestación etc. se utilizan las máquinas usadas en las minas palarizadas y se intenta la reducción de costo de 30% del monto de la inversión primaria.

3.3.4 Equipo de Comunicación

Está instalado el teléfono con línea telefónica hasta el pueblo de San Antonio que está cerca de la mina San Antonio pero es de un sistema que no es posible ofrecer para la mina. Por lo tanto, deberá instalar propio equipo de comunicación de la mina misma.

Para la comunicación externa de la mina, se adoptará el sistema de radiotelefonía, que COMIBOL está usando al comunicar con las minas. Y en la comunicación interna se usará el teléfono con cable instalando un central telefónica de distribución de 50 circuitos en la oficina central.

Cuadro 3-3-2 Comparación de los Métodos de Suministro
de la Energía Eléctrica

Unidad: US\$ mil.

	Transmisión de la energía eléctrica	Generación diesel	Compra de la energía eléctrica
1. 400 t/día			
Inversión de primera etapa	3,430 ⁽¹⁾	1,764	0
Costo anual			
Energía eléctrica	276	879	776
Mantenimiento	103	38	0
Sub-total	379	917	776
Valor actual del costo TTL (n = 10 Años)	5,759	7,399	4,769
2. 800 t/día			
Inversión de primera etapa	3,780 ⁽¹⁾	2,940	0
Costo anual			
Energía eléctrica	376	1,196	1,059
Mantenimiento	113	63	0
Sub-total	489	1,259	1,059
Valor actual del costo TTL			
n = 5 Años	5,634	7,713	4,015
n = 10 Años	6,785	10,677	6,508

Nota: (1) Inclusive el costo de construcción de subestación.

3.4 Vivienda

3.4.1 Cálculo de Habitantes del Vivienda

El número de personas que trabajan para la mina es 166 (400 t/día) y 237 (800 t/día) (no se incluyen los trabajadores de La Paz y Oruro.) En el Cuadro 3-4-1 está indicada la población calculada del campo en base a este número.

Primero, hay gente que trabaja para la escuela, enfermería y policía aparte de los trabajadores de COMIBOL (esta gente pertenece a cada organización.) y se calculan 19 per. (400 t/día) y 26 per. (800 t/día) en total. Con esto el total de los trabajadores en la mina es 185/263 per., de aquí se infiere que la población total es de 882/1,258 per. suponiendo que 90% es casado y que el número de personas de cada familia es 5.2 per. en promedio, y el número de estudiantes será 353/503 suponiendo que es 40% del total.

Este estudio se realiza suponiendo que todas estas personas van a vivir en las viviendas de mina por las siguientes razones.

San Antonio y San Pablo son los pueblos principales que están cerca de la mina San Antonio. San Antonio es un pueblecito que está en un valle abrupto pasando una cresta desde la boca de mina con unas 60 familias y 250 habitantes aproximadamente. Pero son mucho menos los que viven ordinariamente en San Antonio porque la mayoría de ellos llevan vida nómada de llama. Hay una escuela primaria (2 clases con 23 alumnos) y una iglesia como edificios públicos.

San Pablo se encuentra 50 km al nordeste de San Antonio y es sede del ayuntamiento del distrito de Sud Lipez con 100 familias aproximadamente. Aparte del ayuntamiento del distrito hay puesto de policía, residencia militar, iglesia y escuela. (41 alumnos de primaria y 25 estudiantes de

Cuadro 3-4-1 Habitantes del Campo de Mina

Unidad: Per.

Ocupación	400 t/día			800 t/día		
	Casados	Solteros	Total	Casados	Solteros	Total
Empleados	46	0	46	56	0	56
Obreros mineros	103	17	120	158	23	181
Sub-total	149	17	166	214	23	237
Escuela	11	1	12	15	2	17
Enfermería	5	1	6	7	1	8
Policía	1	0	1	1	0	1
Sub-total	17	2	19	23	3	26
Total	(A) 166	(B) 19	185	(A) 237	(B) 26	263
Habitante total	A x 5.2 + B =		(C) 882	A x 5.2 + B =		(C) 1258
Número de estudiantes	C x 0.4 =		353	C x 0.4 =		503

secundaria, 6 clases en total).

Estos pueblos son inadecuados para lugar de residencia de los trabajadores de la mina San Antonio. En caso de San Antonio, es un pueblo con muy poco terreno llano del valle y no hay más espacio para construir viviendas. La escuela primaria también es demasiado pequeña y no se ve ventaja de aprovechar el establecimiento público que existe.

En San Pablo hay espacio para extender el pueblo pero tiene la desventaja de estar alejado 50 km de la mina a una hora y quince minutos en coche, la cual es mayor que la ventaja de aprovechar los establecimientos que existen en el pueblo. Con estas razones definirá el lugar del vivienda con tal que habite toda la gente de la mina en el mismo lugar.

3.4.2 Selección del Lugar de Vivienda

Se proponen los 3 lugares de la Fig. 3-4-1 como lugar para el campo de mina.

El lugar "A" está a 1 km de distancia en camino y es un terreno plano de 2.5 ha de superficie a la orilla del río Santa Rosa. Está a una altitud de 4,550 m aprox. en buenas condiciones topográficas con una loma baja al sudoeste que detiene las corrientes de aire fuerte del sur.

El lugar "B" es una meseta en forma de plato situada en la parte alta de la loma como a 1 kilómetro del lugar "A" y se puede aprovechar bastante superficie de terrano, como existe 6 ha de superficie, pero tiene las desventajas de estar muy alto (4,620 m) y ser lugar expuesto al viento.

El "C" es un pueblo pequeño (3 familias) llamado Camacho que está a 11 km de la boca de mina. Las condiciones topográficas son excelentes por estar en una vertiente suave que se existen de sur a norte, y sigue un campo de desbordamiento extenso. También está situado a una altitud de 4,300 - 4,350 m en condiciones más favorables que los otros dos. Pero tiene las dos

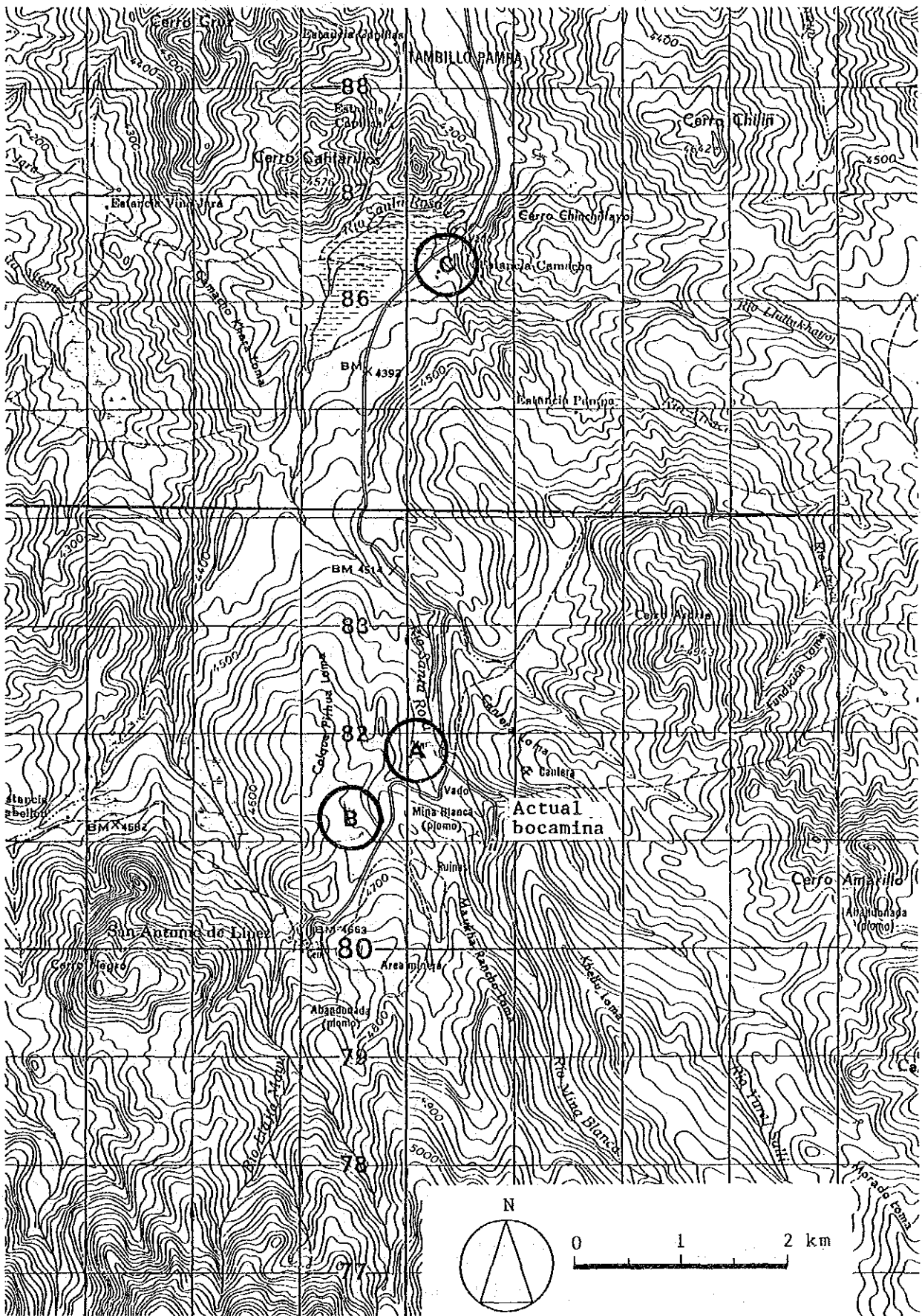


Fig. 3-4-1 Lugares Propuestos para el Campo

desventajas de estar lejos y ser difícil asegurar agua potable.

Por el estudio comparativo de los 3 lugares mencionados se ha decidido el lugar "B" para terreno de construcción de vivienda por las siguientes razones.

La desventaja más grande de "A" es su superficie muy estrecha. Aun en caso de 400 t/día se necesita por lo menos 0.4 ha como solar para la escuela y enfermería. Aunque no es imposible no es favorable construir 160 casas en el resto del terreno de 2 ha y pico. Además considerando que el material de construcción es adobe que no permite construcción alta, será insuficiente como superficie. Otra desventaja es que este terreno está junto a la boca de mina nueva y el area del ingenio y está a sotavento. Es decir que se esperan influencias de ruido y/o polvo.

En caso del lugar "C", Su situación distante es la desventaja más grande. No hay más remedio que usar coches para ida y vuelta de los trabajadores, que efectúan la operación en 3 turnos, con el resultante aumento de costos. En este lugar la fuente de agua será el río pequeño que corre del este con pequeño caudal (como 3 l/seg. al reconocimiento) que nos preocupa de asegurar agua.

Por otra parte, el lugar "B" tiene la desventaja de su posición alta con viento directo. Pero estas condiciones son aguantables comparando con las desventajas de los otros dos lugares. Asimismo se define el terreno para vivienda el lugar "B". Sin embargo, no se puede decir que se hayan hecho suficiente estudio y comparación de terrenos en esta investigación por falta de tiempo. Por lo tanto, en adición será necesario un estudio más detallado sobre selección del lugar de vivienda.

3.4.3 Distribución de las Construcciones

Se indica la distribución de las construcciones principales (ingenio,

subestación, oficina, etc.) de la mina y los establecimientos del campo en Fig. 3-4-2.

3.4.4 Instalaciones Principales del Bienestar

(1) Viviendas para empleados

Todos los empleados serán casados. Los especialistas como maestros, médicos, etc, si son casados se tratarán de la misma manera que los empleados, y se construirán para estas familias los siguientes tres tipos de casas con especificaciones de estándar de COMIBOL.

1. Tipo EP (56 m² de superficie, 2 dormitorios, sala-comedor, cocina y baño.) para empleados de alta categoría.
2. Tipo V3 (52 m² de superficie, 2 dormitorios, sala-comedor y cocina.) para empleados de familia grande.
3. Tipo V2 (36 m² de superficie, 1 dormitorios, sala-comedor y cocina.) para empleados de familia pequeña.

Todas las casas serán de una planta, de adobe. El tipo EP es casa independiente, y se construirán 2 casas o más en un edificio de los tipos V3 y V2.

(2) Viviendas para obreros y mineros

Se construirá los siguientes 2 tipos para obreros y mineros.

1. Tipo V2. (36 m² de superficie, igual a lo anterior.)
2. Tipo VI. (18 m² de superficie, un dormitorio y cocina.)

El estilo es el mismo de lo mencionado antes y de adobe.

(3) Viviendas para solteros

Construir un dormitorio de 2 o 3 ranchos del tipo VI asegurando 20 m² de superficie por persona.

(4) Residencia para empleados

Construir un edificio de residencia para los empleados que visiten la

1. Boca de mina actual
2. Boca de mina nueva
3. Oficina
4. Taller de reparación
5. Almacén
6. Sala de compresor
7. Subestación
8. Área de selección de minerales
9. Residencia de empleados
10. Residencia
11. Pulpería
12. Escuela
13. Enfermería
14. Campo de fútbol
15. Zona residencial de los empleados
16. Zona residencial de los empleados
17. Tanque de filtración de acueducto

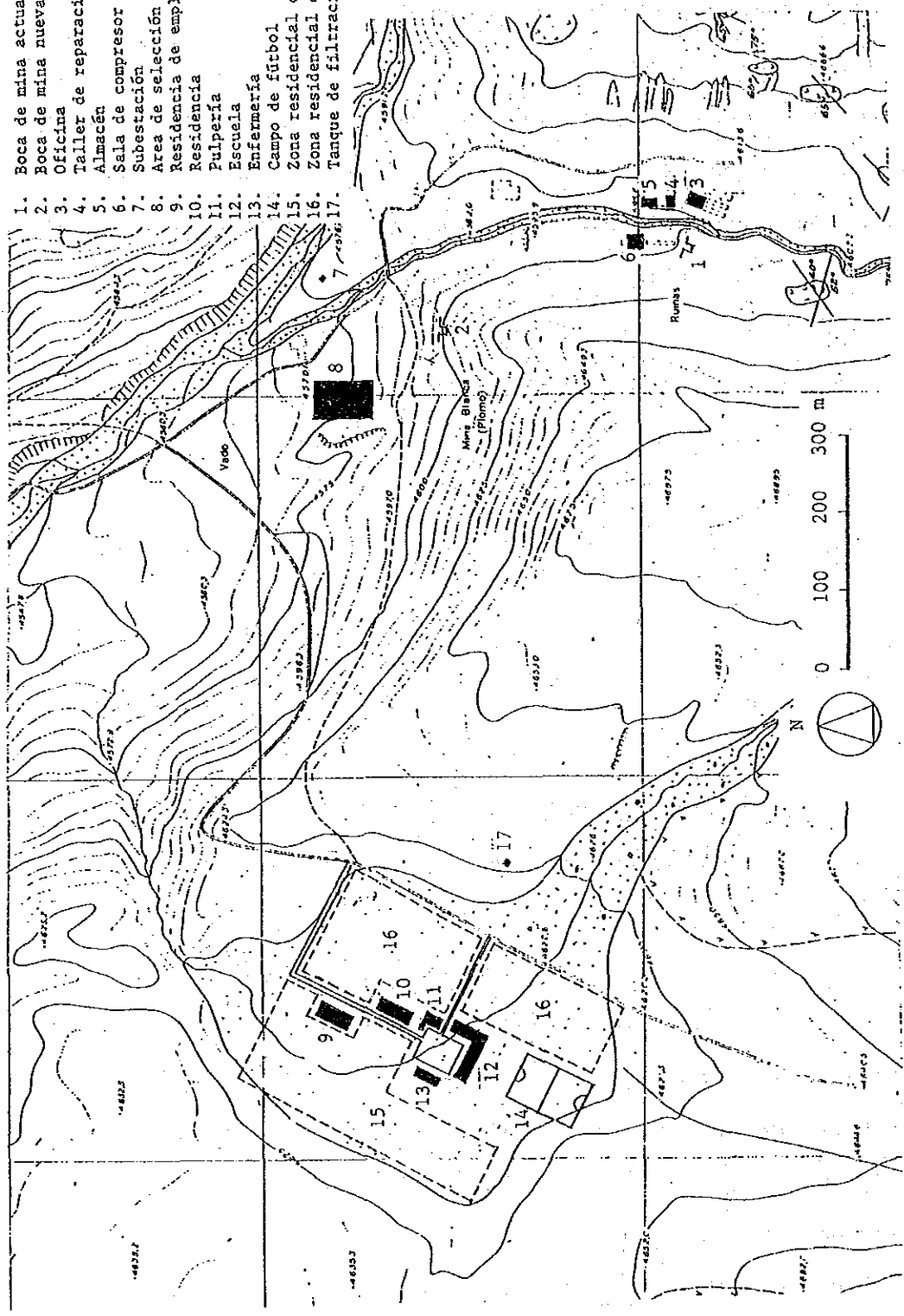


Fig. 3-4-2 Distribución de las Construcciones en el Campo

mina con 13 habitaciones de 25 m² de superficie cada una, y especificaciones de acuerdo con las viviendas.

(5) Residencia para obreros y mineros

Con el mismo objetivo, construir un edificio de residencia para los obreros y mineros con 10 habitaciones de 20 m² de superficie cada una.

(6) Escuela

Será una escuela conjunta de primaria, secundaria y preparatoria, y se realizarán las clases en dos turnos las que se cuentan con 10 a 13 aulas para ahorrar costo. Será también de una planta en de adobe con una superficie de piso de 1,000 m² (400 t/día) o 1,300 m² (800 t/día).

(7) Enfermería

Será dotada de consultorio general, dentistería, sala de operación, sala de enfermeras, farmacia y 8 camas (400 t/día) o 10 camas (800 t/día). Será de una planta con superficie de 300 - 350 m².

(8) Construir una dienda de abastos para abastecer comidas, ropas y artículos de uso diario al habitante de campo y un almacén al lado con una superficie de 250 a 300 m².

(9) Campo de fútbol

Preparar un campo de fútbol como facilidad de recreo. El lugar será a continuación del terreno de la escuela para que normalmente puedan usarlo los alumnos.

(10) Sistema de acueducto y alcantarilla

Se distribuye el agua para cada casa por corriente natural a través del tanque de filtración que se instala al lado este del campo en una altitud de 4,625 m.

Las aguas residuales y excrementos se tratarán en cada casa por el sistema de infiltración en la tierra, y no se instala estación depuradora de aguas residuales. No habrá problemas en este sistema porque la temperatura

es baja y las materias orgánicas no se pudren.

En el Cuadro 3-4-2 está resumido el costo de construcción de instalaciones de la mina, como establecimientos del campo, oficina, etc, antes mencionado. Además en caso de 800 t/día y 5 años de vida de la mina, se debe refrenar el inventario de la primera etapa en lo posible. Por lo tanto en este caso se realizará análisis económico y de finanzas en base de ahorrar como 20% del total de costo de construcción, adoptando especificaciones de una categoría más baja, etc.

Cuadro 3-4-2 Costo de Construcción de Instalaciones de la Mina

Tipo	Unitario de costo de construcción (US\$/m ²)	400 t/día			800 t/día			
		Superficie (m ²)	Número de edificio	Costo (\$ Mil)	10 años de vida			5 años de vida
					Superficie (m ²)	Número de edificio	Costo (\$ Mil)	Costo (\$ Mil)
Vivienda								
Tipo EP	68	56	8	30	56	8	30	
Tipo V3	53	52	45	124	52	59	163	
Tipo V2	53	36	40	76	36	50	95	
Tipo V1	42	18	73	55	18	120	91	
Para solteros	42	400	1	17	520	1	22	
Residencia								
Para empleados	53	325	1	17	325	1	17	
Para obreros	53	200	1	11	200	1	11	
Escuela	84	1,000	1	84	1,300	1	109	
Enfermería	84	300	1	25	350	1	29	
Pulpería	68	150	1	10	200	1	14	
Almacén	42	100	1	4	100	1	4	
Sub-total				453			585	468
Oficina	68	300	1	20	300	1	20	
Maestranza	42	150	1	6	150	1	6	
Almacén	42	220	1	9	300	1	13	
Subestación	42	50	1	2	50	1	2	
Sala de compresor	42	360	1	15	480	1	20	
Sub-total				52			61	49
Total				505			646	517

4. EVALUACION INTEGRAL

4. EVALUACION INTEGRAL

4.1 Objetivo y Método

4.1.1 Objetivo de Evaluación

Hasta aquí se han hecho la elaboración de plan de desarrollo de mina y de arreglo de infraestructura, así como la cotización de costos de construcción y de operación sobre las dos alternativas del desarrollo de mina. En base a esto, en este capítulo se hace la evaluación financiera y económica y el análisis de sensibilidad, y se realiza la comparación en las alternativas así como el estudio de la factibilidad misma del proyecto.

El objeto de evaluación financiera realizada en este capítulo es el estudio de rentabilidad de COMIBOL, como una empresa, cuerpo de ejecución del proyecto, con el análisis de costo y rentabilidad. Mientras tanto la evaluación económica se hace con el fin de juzgar si el proyecto constituye una buena inversión desde el punto de vista económica nacional de Bolivia, con enfoque en la distribución más adecuada de recursos según el análisis de costos y beneficios. La cotización de metales se cambia en futuro por lo cual se preven diferencias en el cálculo de utilidades y/o en el beneficio presumido de la evaluación. Además aun el costo mismo estimado en este informe tiene los factores indefinidos. Por otra parte, como en esta investigación se ha efectuado la prueba de beneficiación con una cantidad limitada de muestras, se pueden considerar poca variación en la ley presumida de la explotación en este informe. Por lo tanto se ha examinado cómo se resultan los elementos mencionados arriba al cambiar los supuestos de análisis financiero y económico; esto se llama análisis de sensibilidad. Se tratará separadamente en final la influencia de minas de los alrededores y/o el impacto en la explotación regional, que no aparecen en estas evaluaciones

métrica.

4.1.2 Método y Suposición de la Evaluación Financiera

Aquí se adopta el método de flujo de efectivo descontado, y se calcula la tasa de rendimiento interior financiero (Financial Internal Rate of Return) en comparación con la tasa de interés del capital y haciendo el estudio de rentabilidad. Posteriormente se explicará el método de la evaluación económica, aunque básicamente se ha adoptado los métodos que se usan las instituciones financieras internacionales, como el Banco Mundial etc., en caso de examinar la posibilidad de crédito de proyectos.

Al decir concretamente, en primer lugar se completa el flujo de efectivo calculando los costos y utilidad de cada año durante todo el plazo del proyecto. Luego se saca la tasa de descuento correspondiente a cero (0) del valor neto real de dicho flujo de efectivo. Esto se satisface por la fórmula siguiente:

$$\sum_{t=0}^T \frac{(\text{Flujo de efectivo a interior}) - (\text{Flujo de efectivo a exterior})}{(1 + \gamma)^t} = 0$$

en que t es el número de años transcurridos y T es el último año. Esta tasa de descuento γ se llama tasa de rendimiento interior financiero (FIRR), y representa la tasa de interés máxima que puede pagarse en el proyecto reembolsando el principal del préstamo. Así puede decirse teóricamente que el proyecto cuyo FIRR sea más alto que la tasa de interés es remunerador. Por estas razones el flujo de efectivo elaborado en este estudio tiene ciertas diferencias con el que se usa en la contabilidad de empresas generales. En el flujo de efectivo no se incluye el pago de intereses, y la amortización solo se aplica al cálculo de regalías sin aparecer en el flujo.

A continuación se explican los puestos y bases de cálculo establecidos

para la elaboración del flujo de efectivo.

(1) Moneda indicada en la evaluación financiera

Como la evaluación financiera es para estudiar la rentabilidad de la empresa, básicamente conviene indicar en moneda boliviana. Sin embargo, en esta evaluación la indicación se hace en dólares porque si se presenta en pesos bolivianos los valores resultarían demasiado altos a causa de la inflación dificultando el entendimiento, y porque también COMIBOL adopta muchas veces la indicación en dólares en el estudio de planes de construcción, condiciones de ventas de minerales, etc.

La definición, sea en dólares o en pesos, no influye en el resultado del cálculo de la tasa de rendimiento interior financiero. En esta evaluación 1 US\$ representa 1,900,000 \$b, y para la cotización de maquinaria adquirida en Japón se ha adoptado el tipo de cambio de 163 ¥ por 1 US\$. La cotización está básicamente unificada en los precios de 1986.

(2) Costos de explotación

Ya se han gastado 382,000 US\$ en la explotación, dos tercios de los cuales han sido a cargo de COMIBOL mismo. Sin embargo, esto no se incluye en la evaluación por considerarse como reconocimiento en una zona extensa y costo estancado. Existe actualmente una cotización por 100,000 US\$ para explotación de aquí en adelante, y serán apropiados de una vez antes de empezar la construcción, así: 50% para compras en moneda extranjera y 50% en moneda nacional.

(3) Vida de los equipos y maquinaria, costo de las partes de reparación y valor subsistente

En el sexto año de operación se necesitará inversión intermedia ya que el 40% de los equipos de explotación sólo tienen una vida útil de 5 años. Por otra parte, en caso de la alternativa II', la vida del proyecto es de sólo 5 años, es decir, se reconoce el valor de recuperación de equipos de

larga duración. Aunque el costo de las partes de reparación depende del tipo, es de 4 - 5%/año de la inversión del primer año.

La vida básica de los equipos y maquinaria de explotación es de 10 años (uso en superficie) durante los cuales no se requiere inversión intermedia. En caso de la alternativa II', se prevé un 40% del valor de recuperación el cálculo se ha hecho considerando un 3% anual para costo de las partes de reparación.

Tampoco se requiere inversión intermedia para los equipos y maquinaria importados de electricidad, agua y comunicación. En caso de la alternativa II', se considera un 40% del valor de recuperación en algunos equipos de electricidad y comunicación. El costo de reparación es de 2% anual.

(4) Sueldo y bienestar de los trabajadores

Se calcula el sueldo de los trabajadores en base a la tabla de distribución de personal indicada en 2.1 y se apropia lo del personal encargado de la explotación y beneficio en la cotización de cada campo, y en el costo de administración lo del personal de infraestructura y administración. El sueldo unitario es como sigue:

Administrador en superficie:	315 US\$/mes
Ingeniero en mina:	340 US\$/mes
Asalariado en superficie:	165 US\$/mes
Jornalero en mina:	5 US\$/día
Jornalero en superficie:	3 US\$/día

Aparte de esto son a cargo de COMIBOL los gastos sociales, tales como seguro de salud, pensión de retiro, anualidad, y subsidios de vivienda y educación; estos gastos representan el 87.7% del total del sueldo.

(5) Costos de administración general

En el costo de administración de los costos de finanzas se incluye el de administración general aparte de sueldos y gastos sociales del personal

encargado de la administración; dicho costo de administración general se calcula en 0.5 US\$ por tonelada de mineral bruto. Se supone que la cantidad de dinero equivalente al costo de administración general cada año sale del plazo de reconocimiento y construcción, como los costos de administración de construcción.

(6) Costos de finanzas de terreno y agua

Siendo el terreno de propiedad pública, no se da costo de adquisición del mismo. Tampoco hay costo por derecho de utilización de agua, por no haberse establecido.

(7) Regalía

COMIBOL está obligado a pagar impuestos (llamados regalía) al Tesoro General de la Nación sin tener relación con los ingresos del proyecto. Estos impuestos son así:

1) Primeramente, se permite la deducción del costo de venta con base en el precio internacional de cotización de metales en la siguiente proporción:

Zinc	60%
Plomo	70%
Plata	15%

2) Según peso de metal se permite la deducción del costo de producción:

Plata	3.50 US\$/toz
Plomo	0.06 US\$/1b
Zinc	0.08 US\$/1b

3) La ganancia supuesta es la que se obtiene después de las dos deducciones mencionadas de venta; la regalía se calcula con la ganancia supuesta según la proporción siguiente:

Plata	53%
Plomo	20%
Zinc	20%

Así mismo, el método de cotización de costos de producción para el cálculo de regalía se define independientemente de la depreciación de equipos y/u otros costos en la cuenta de COMIBOL.

(8) Condiciones de venta del mineral concentrado Zn

Se considera que el mineral concentrado de Zn se venderá a Europa aplicando las condiciones que se usa COMIBOL al vender los minerales semejantes de la mina Tatasi, etc. A continuación se indica el método de cálculo de monto de las ventas.

- 1) La ley de zinc del concentrado Zn es de 53%; en este caso se hace 8% de deducción por desperdicio de refinación. Es decir, el zinc objeto de pago es el 45% de los minerales concentrados producidos al año. Suponiendo que la cotización de zinc es de 870.8 US\$/t, se puede calcular la suma básica de ventas de cada plan alternativo por el volumen de mineral concentrado que produzca. Se aplica la cotización del 8 de diciembre de 1986 estudiando su movimiento pasado y/o su tendencia futura con posterioridad al análisis de sensibilidad. La aplicación se hace según el resultado.
- 2) La cantidad de plata contenida en una tonelada de concentrado de zinc es de 173 g, y corresponde a 5.56 onzas troya. También se hace una deducción por desperdicio de refinación, en este caso de 3 onzas troya. La ley de objeto de pago es de 2.56 onzas troya/t. Suponiendo que la cotización de plata es de 5.371 US\$/onza troya, se puede calcular la suma básica de ventas de cada alternativa de plan por el volumen de mineral concentrado que produzca. La cotización de plata es también del 8 de diciembre de 1986; su movimiento se estudiará igualmente en el análisis de sensibilidad.
- 3) En cuanto al concentrado Zn, el vendedor COMIBOL cargará el costo de transporte a Europa (Francia o Bélgica) y el seguro. Los costos de

embarque en el puerto de Antofagasta y transporte terrestre ya están incluidos en la cotización de costos de transporte; pero el costo de transporte marítimo será de 31 US\$ por tonelada. La prima de seguro es de 0,187% del valor del mineral concentrado, a lo que se agrega 10% de comisión.

4) El precio básico de la refinación es de 160 US\$ la tonelada de concentrado, de acuerdo con GOB, "Producer Basis", de la cotización de zinc, que es de 960 US\$/t. Se hará la correspondiente rectificación en caso de que la cotización de zinc difiera de 960 US\$/t. Descontados 9.8 US\$/t de la cotización supuesta esta vez, el costo de refinación será de 150.2 US\$/t.

5) Según lo mencionado, el importe neto de ventas del concentrado Zn es 1) + 2) - 3) - 4). Así el importe neto de ventas al año en caso de 400t/día de producción es de 1,869,626 US\$, y 3,739,252 US\$ en caso de 800t/día.

(9) Condiciones de venta del mineral concentrado Pb

El mineral concentrado Pb se destinará a la refinería de Karachipampa, mas como dicha refinería no se halla en operación, todavía no se pueden aclarar las condiciones de venta. Por esto básicamente se aplican las condiciones que COMIBOL usa actualmente al vender los concentrados semejantes de la mina Tatasí y/o San José a los Estados Unidos ajustando los costos de transporte y/u otros costos que puedan tener ciertas diferencias de condición con Karachipampa. A continuación se indica el método de cálculo de las ventas.

1) La ley de plomo del mineral concentrado es de 49%, y en este caso se hace 3% de deducción por desperdicio de refinación, es decir, el plomo de objeto de pago es de ley de 46% de los minerales concentrados producidos al año. Suponiendo que la cotización de plomo es de 458.6 US\$/t, se puede

calcular el monto básico de ventas de cada alternativa de planes por el volumen de mineral concentrado que produzca. Aquí la cotización es la del 8 de diciembre de 1986, y se estudiará posteriormente su movimiento pasado y/o su tendencia futura en el análisis de sensibilidad, y se aplicará el análisis más adecuado.

2) La cantidad de plata contenida en una tonelada de concentrado de plomo es de 2,522 g, que corresponden a 81.09 onzas troya. Se carga igualmente una deducción de 4.06 onzas troya (5%) por tonelada como desperdicio de refinación y la lay pagable es de 77.03 onzas troya. Suponiendo que la cotización de plomo es de 5.371 US\$/onza troya, se puede calcular el monto básico de ventas de cada alternativa de planes por el volumen de mineral concentrado que produzca. Se hará también el análisis de sensibilidad en esta venta.

3) Sólo se necesita calcular el costo de fundición ya que el de transporte a la fundición de Karachipampa está incluido en el de costo general. El costo de procesamiento de concentrado es de 90 US\$/t, y el de refinación de plata, 0.15 US\$/onza troya. En este caso si contiene arsénico y otros elementos dañinos, se cargará multa.

4) Según lo mencionado, el importe neto de ventas del concentrado Pb es 1) + 2) - 3); según este cálculo, resultan 3,003,352 US\$ al año en caso de 400 t/día y 6,006,704 US\$ en caso de 800 t/día.

4.1.3 Método y Supuesto de la Evaluación Económica

El método de evaluación económica es igual al de la financiera en rasgos generales, y se elabora primero el flujo de beneficio y costos, y se calcula la tasa interior de rendimiento económico (Economic Internal Rate of Return). Luego se establece la comparación con la tasa de descuento social y se estudia su conveniencia económica. La evaluación financiera se hace con el

fin de estudiar la remuneración de la empresa, para lo cual se calcula el flujo de efectivo de la misma según precios del mercado. En cambio, la evaluación económica es para estudiar la conveniencia de la inversión económica; se calculan los gastos y beneficios sociales del país según el valor denominado precio económico.

En este estudio se aplica básicamente el método propuesto por Little y Mirrlees, adoptado también por el Banco Mundial utilizando dicho precio económico como medio de cálculo. Según esto, se suele emplear como "numéraire" (Norma de medir el costo y beneficio para el análisis económico) del cálculo del precio económico el precio en frontera indicado en moneda nacional y llamado vulgarmente "Border Rupees". La manera correcta de calcular el precio en frontera de bienes de comercio teóricamente se hace por el costo marginal de importación en caso de bienes de importación, y por ingreso marginal de exportación en caso de bienes de exportación. Más no se cree que haya cambios considerables en este proyecto en cuanto al precio en frontera de los bienes de comercio según el volumen de exportaciones e importaciones; así, en caso de bienes de importación su precio en frontera se define convirtiendo el precio de importación (precio en mercado internacional) mismo sin incluir impuestos a las compras ni los de importación en pesos. Igualmente, en caso de bienes de exportación, su precio en frontera es el de exportación (precio en mercado internacional) mismo sin incluir impuestos a las ventas ni los de exportación (o subsidio a las exportaciones).

En cuanto a bienes no comerciales también es teóricamente correcto calcular el precio económico por el costo social marginal y/o beneficio social marginal. Aquí, los gastos sociales marginales son el recurso indicado en el precio económico necesario para una producción suplementaria del volumen unitario de dichos bienes, y beneficio social marginal quiere

decir el que goza la economía del país mediante el abastecimiento de suplementos del volumen unitario mencionado. Sin embargo, siendo difícil sacarlo por análisis minucioso, en este estudio se calcula por el método siguiente.

Primeramente, aunque sean bienes de inversión no comerciales, en el precio de frontera se convierten en comerciales y fácilmente se pueden confirmar como partes de moneda extranjera. De parte de la moneda nacional, la mano de obra y/o el terreno se tratarán como se indica posteriormente; por lo demás, la conversión en precio de frontera se hace multiplicando el coeficiente de conversión normal. Para electricidad, servicio ferroviario, etc., cuyo precio de mercado sobrevalúa o subvalúa los costos sociales y/o los beneficios sociales, el precio en frontera se define con una estadística más adecuada dentro de la información obtenida para sacar el factor de conversión estándar, y lo multiplica por el precio de mercado.

Al efectuar la evaluación económica a base de concepto mencionado, se establecen los supuestos y bases de cálculo de la manera siguiente:

(1) Moneda indicada en el análisis económico

Como se ha mencionado, conviene realizar el análisis económico con la indicación de moneda nacional del precio en frontera. Sin embargo, la indicación en pesos tiene la desventaja de presentar números demasiado grandes debido a la inflación, lo cual dificulta la comprensión. Por tal razón, en este estudio se adopta la indicación en dólares para el precio en frontera con conversión a moneda nacional a razón de 1,900,000 pesos por 1 dólar. No hay inconveniencia en indicar en dólares ya que este análisis se ha hecho simplificando los gastos de importación marginal y/o las ventas de exportación marginal; su índice de evaluación es la tasa interior de rendimiento financiero.

(2) Cálculo del factor de conversión estándar (SCF)

$$SCF(t) = \frac{M(t) + X(t)}{(M(t) + T(t)) + (X(t) - D(t))}$$

M(t): Montos de importación

X(t): Montos de exportación

T(t): Impuestos de exportación

D(t): Impuestos de importación

$$SCF = \frac{\sum_t SCF(t)}{N}$$

t : Año

N : Número de años de observación

SCF : 0.959

(3) Impuestos de importación

Por la enmienda de la ley de 13 de agosto de 1986, se ha determinado gravar con 20% los impuestos de importación uniformemente sobre todos los bienes de importación para producción o consumo, incluyendo los equipos de COMIBOL. En el precio del mercado de los equipos de importación correspondientes a la parte de la moneda extranjera de las inversiones del proyecto están incluidos estos impuestos de importación deducibles para conversión en gastos económicos; pero no está incluido el 5% de impuesto sobre las ventas por suponer que COMIBOL importa directamente estos equipos.

(4) Costos económicos de terreno y agua

Los costos económicos de terreno y/o agua se calculan por el valor en el uso substitutivo. En caso del terreno de la mina San Antonio, sus costos económicos son cero ("0") por no darse usos substitutivos. Igualmente en caso del agua también es cero por no darse usos substitutivos.

(5) Costos económicos de la mano de obra

Los costos económicos de la mano de obra se calculan por la

Estadística de exportaciones e importaciones para el cálculo de factor de conversión estandar (SCF)

t	X(t) Monto de las exportaciones (millones de dólares)	T(t) Derechos de exportaciones (millones de dólares)	M(t) Monto de las importaciones (millones de dólares)	D(t) Derechos de importaciones (millones de dólares)	SCF(t) Factor de conversión estandar
1981	983.968	6.853	917.081	139.061	0.935
1982	898.531	5.225	554.135	56.410	0.966
1983	817.954	3.892	567.746	25.198	0.985
1984	781.508	1.846	473.651	60.700	0.955
1985	672.766	4.950	350.701	52.175	0.956

Nota: Para cálculo de cambio de pesos bolivianos a dólares se utilizó un promedio de la tasa de cambio por cada mes en cada año.

Fuente: Elaborado en base a la estadística de exportaciones e importaciones del Instituto Nacional de Estadística, y de la estadística de los derechos de exportación e importación del Ministerio de Finanzas.

productibilidad de mano de obra marginal. Considerando la política de racionalización de COMIBOL y/o el estado de desocupación en Bolivia, la tasa de conversión de los costos económicos se determina por los costos financieros como 1.0 para mano de obra calificada y 0.5 para la de baja calificación. Se ha calculado 0.822 de carga promedio para la tasa de conversión en base al plan de distribución de personal y normas de sueldos. Es decir, los costos económicos de la mano de obra representan el valor resultante de multiplicar esta tasa de conversión de cargas por el total de sueldos y beneficios sociales (87.7% de sueldo) del personal distribuido.

(6) Electricidad y ferrocarril

Como las empresas de la electricidad y de los ferrocarriles son privativas del gobierno, es posible que los precios de monopolio (para ganancias y/o subsidios) se distancien notablemente de los costos sociales. El coeficiente de conversión de la tarifa de electricidad se han determinado en el precio económico como 0.40, y el de la tarifa de ENFE como 0.93 en base a la audición realizada en "ENDE" (la Empresa Nacional de Electricidad) y en ENFE (Empresa Nacional de Ferrocarriles de Bolivia).

(7) Precio económico de los beneficios

El precio en frontera del mineral concentrado Zn es básicamente el económico por lo que se exporta como mineral concentrado. Para calcular el importe neto de ventas en el precio de frontera sólo es necesario convertir el costo de transporte marítimo y la prima de seguro incluida. El flete marítimo se paga en divisas ya que se usa un banco extranjero, y su precio en frontera es el valor indicado en moneda nacional según precios del mercado internacional. Por otra parte, la prima de seguro se paga en moneda nacional por ser boliviana la compañía de seguros; el precio en frontera se saca multiplicando el factor de conversión estándar.

Se supone que el mineral concentrado Pb se importa como metal después de

ser vendido a la refinería de Karachipampa. Por lo tanto el precio económico de los beneficios es el valor agregado de la diferencia del precio entre el precio mercado y el económico de costo de refinadura al precio del mercado. Como resultado del análisis de la inversión de construcción y costos de operación de la refinería de Karachipampa, se determina como 0.874 el factor de conversión del precio del mercado del costo de beneficio en el precio económico. El cálculo realizado en base a los conceptos mencionados se convierte en 1,869,912 US\$ como beneficio económico anual para el mineral concentrado Zn en caso de 400 t/día y en 3,739,824 US\$ en caso de 800 t/día; el que viene con el mineral concentrado Pb es de 3,076,813 US\$ en caso de 400t/día, y de 6,153,626 US\$ en caso de 800 t/día.

Y la regalía no se considera en el análisis económico como se puede tomar la par la transferencia interna, igualmente a otros impuestos.

4.2 Datos del Análisis Financiero

En los cuadros se resumen los datos para el análisis financiero preparados a base del método mencionado. Primeramente se presentan los costos de explotación, beneficio, infraestructura y administración del plan alternativo I de 400 t/día en los Cuadros 4-2-1, 4-2-2 y 4-2-3 respectivamente. La Cuadro 4-2-4 es el flujo de efectivo resumido de estos costos, y la utilidad de concentrado y la regalía. Los Cuadros 4-2-5 a 4-2-8 contienen los datos del plan alternativo II' (800 t/día : 5 años en operación) sobre los mismos items. Igualmente en los Cuadros 4-2-9 a 4-2-12 se resume lo relativo al plan alternativo II (800 t/día, 10 años en operación).

Cuadro 4-2-1 Costos de Explotación, Alternativa I (Cotización Básica)
(Unidad: US\$)

Año	Moneda extranjera	Moneda nacional	Costos de mano de obra	Total
1 Plazo de reconocimiento	0.	0.	0.	0.
2 Primer año de construcción	1234700.	161700.	69452.	1465852.
3 Segundo año de construcción	917025.	238025.	86930.	1241980.
4 Primer año de operación	1404032.	107328.	149760.	1661120.
5 Segundo de operación	551032.	107328.	149760.	808120.
6 Tercer de operación	551032.	107328.	149760.	808120.
7 Cuarto de operación	551032.	107328.	149760.	808120.
8 Quinto de operación	551032.	107328.	149760.	808120.
9 Sexto de operación	1593032.	107328.	149760.	1850120.
10 Séptimo año de operación	551032.	107328.	149760.	808120.
11 Octavo año de operación	551032.	107328.	149760.	808120.
12 Noveno año de operación	551032.	107328.	149760.	808120.
13 Décimo año de operación	551032.	107328.	149760.	808120.
14 Año de generar el valor de recuperación	0.	0.	0.	0.

Cuadro 4-2-2 Costos de Beneficiación, Alternativa I (Cotización Básica)
(Unidad: US\$)

Año	Moneda extranjera	Moneda nacional	Costos de mano de obra	Total
1 Plazo de reconocimiento	0.	0.	0.	0.
2 Primer año de construcción	0.	0.	0.	0.
3 Segundo año de construcción	4341600.	343000.	19650.	4704250.
4 Primer año de operación	1190128.	0.	50544.	1240672.
5 Segundo de operación	1190128.	0.	50544.	1240672.
6 Tercer de operación	1190128.	0.	50544.	1240672.
7 Cuarto de operación	1190128.	0.	50544.	1240672.
8 Quinto de operación	1190128.	0.	50544.	1240672.
9 Sexto de operación	1190128.	0.	50544.	1240672.
10 Séptimo año de operación	1190128.	0.	50544.	1240672.
11 Octavo año de operación	1190128.	0.	50544.	1240672.
12 Noveno año de operación	1190128.	0.	50544.	1240672.
13 Décimo año de operación	1190128.	0.	50544.	1240672.
14 Año de generar el valor de recuperación	0.	0.	0.	0.

Cuadro 4-2-3 Costos de Infraestructura y Administración

Alternativa I (Presupuesto Básico) (Unidad: US\$)				
Año	Moneda extranjera	Moneda nacional	Costos de mano de obra	Total
1 Plazo de reconocimiento	0.	62400.	0.	62400.
2 Primer año de construcción	19000.	596400.	60909.	676309.
3 Segundo año de construcción	1804400.	1710400.	93471.	3608271.
4 Primer año de operación	1413395.	1120012.	400817.	2934224.
5 Segundo de operación	444395.	1120012.	400817.	1965224.
6 Tercer de operación	444395.	1120012.	400817.	1965224.
7 Cuarto de operación	444395.	1120012.	400817.	1965224.
8 Quinto de operación	444395.	1120012.	400817.	1965224.
9 Sexto de operación	1413395.	1120012.	400817.	2934224.
10 Séptimo año de operación	444395.	1120012.	400817.	1965224.
11 Octavo año de operación	444395.	1120012.	400817.	1965224.
12 Noveno año de operación	444395.	1120012.	400817.	1965224.
13 Décimo año de operación	444395.	1120012.	400817.	1965224.
14 Año de generar el valor de recuperación	0.	0.	0.	0.

Cuadro 4-2-4 Flujo de Efectivo (para el análisis financiero)

Alternativa I (Presupuesto Básico) (Unidad: US\$)								
Año	Utilidad de concentrado de Zinc.	Utilidad de concentrado de Plomo.	Flujo interno total	Costos de producción	Regalía sobre el concentrado de Zinc.	Regalía sobre el concentrado de Ag.	Regalía sobre el concentrado de Plomo.	Flujo externo total
1	0.	0.	0.	162400.	0.	0.	0.	162400.
2	0.	0.	0.	2142161.	0.	0.	0.	2142162.
3	0.	0.	0.	9571501.	0.	0.	0.	9571501.
4	1869626.	3003352.	4872978.	5836016.	152426.	2977.	289097.	6280516.
5	1869626.	3003352.	4872978.	4014016.	152426.	2977.	289097.	4458516.
6	1869626.	3003352.	4872978.	4014016.	152426.	2977.	289097.	4458516.
7	1869626.	3003352.	4872978.	4014016.	152426.	2977.	289097.	4458516.
8	1869626.	3003352.	4872978.	4014016.	152426.	2977.	289097.	4458516.
9	1869626.	3003352.	4872978.	6025016.	152426.	2977.	289097.	6469516.
10	1869626.	3003352.	4872978.	4014016.	152426.	2977.	289097.	4458516.
11	1869626.	3003352.	4872978.	4014016.	152426.	2977.	289097.	4458516.
12	1869626.	3003352.	4872978.	4014016.	152426.	2977.	289097.	4458516.
13	1869626.	3003352.	4872978.	4014016.	152426.	2977.	289097.	4458516.
14	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

Cuadro 4-2-5 Costos de Explotación, Alternativa II' para
Cálculo de Prueba (Cotización Básica) (Unidad: US\$)

Año	Moneda extranjera	Moneda nacional	Costos de mano de obra	Total
1 Plazo de reconocimiento	0.	0.	0.	0.
2 Primer año de construcción	1428348.	229348.	80277.	1737973.
3 Segundo año de construcción	975925.	296925.	108490.	1381340.
4 Primer año de operación	2317628.	204672.	249600.	2771900.
5 Segundo de operación	966628.	204672.	249600.	1420900.
6 Tercer de operación	966628.	204672.	249600.	1420900.
7 Cuarto de operación	966628.	204672.	249600.	1420900.
8 Quinto de operación	966628.	204672.	249600.	1420900.
9 Año de generar el valor de recuperación	-646000.	0.	0.	-646000.

Cuadro 4-2-6 Costos de Beneficiación, Alternativa II'
para Cálculo de Prueba (Cotización Básica) (Unidad: US\$)

Año	Moneda extranjera	Moneda nacional	Costos de mano de obra	Total
1 Plazo de reconocimiento	0.	0.	0.	0.
2 Primer año de construcción	0.	0.	0.	0.
3 Segundo año de construcción	5008800.	374000.	20697.	5403497.
4 Primer año de operación	2196535.	0.	52416.	2248951.
5 Segundo de operación	2196535.	0.	52416.	2248951.
6 Tercer de operación	2196535.	0.	52416.	2248951.
7 Cuarto de operación	2196535.	0.	52416.	2248951.
8 Quinto de operación	2196535.	0.	52416.	2248951.
9 Año de generar el valor de recuperación	-2003520.	0.	0.	-2003520.

Cuadro 4-2-7 Costos de Infraestructura y Administración, Alternativa II' para Cálculo de Prueba (Cotización Básica) (Unidad: US\$)

Año	Moneda extranjera	Moneda nacional	Costos de mano de obra	Total
1 Plazo de reconocimiento	0.	124800.	0.	124800.
2 Primer año de construcción	19000.	655800.	70403.	745203.
3 Segundo año de construcción	2365000.	1423800.	113297.	3902097.
4 Primer año de operación	2706783.	2073404.	541440.	5321627.
5 Segundo de operación	849533.	2073404.	541440.	3464377.
6 Tercer de operación	849533.	2073404.	541440.	3464377.
7 Cuarto de operación	849533.	2073404.	541440.	3464377.
8 Quinto de operación	849533.	2073404.	541440.	3464377.
9 Año de generar el valor de recuperación	-926800.	0.	0.	-926800.

Cuadro 4-2-8 Flujo de Efectivo (para Análisis Financiero), Alternativa II' para Cálculo de Prueba (Presupuesto Básico) (Unidad: US\$)

Año	Utilidad de concentrado de Zinc.	Utilidad de concentrado de Plomo.	Flujo interno total	Costos de producción	Regalía sobre el concentrado de Zinc.	Regalía sobre el concentrado de Ag. de Plomo.	Regalía sobre el concentrado externo	Flujo total
1	0.	0.	0.	224800.	0.	0.	0.	224800.
2	0.	0.	0.	2483176.	0.	0.	0.	2483176.
3	0.	0.	0.	10703934.	0.	0.	0.	10703930.
4	3739252.	6006704.	9745956.	10342478.	304852.	5954.	578194.	11231480.
5	3739252.	6006704.	9745956.	7134228.	304852.	5954.	578194.	8023228.
6	3739252.	6006704.	9745956.	7134228.	304852.	5954.	578194.	8023228.
7	3739252.	6006704.	9745956.	7134228.	304852.	5954.	578194.	8023228.
8	3739252.	6006704.	9745956.	7134228.	304852.	5954.	578194.	8023228.
9	0.	0.	0.	-3576320.	0.	0.	0.	-3576320.

Cuadro 4-2-9 Costos de Explotación, Alternativa II
(Cotización Básica) (Unidad: US\$)

Año	Moneda extranjera	Moneda nacional	Costos de mano de obra	Total
1 Plazo de reconocimiento	0.	0.	0.	0.
2 Primer año de construcción	1428348.	229348.	80277.	1737973.
3 Segundo año de construcción	975925.	296925.	108490.	1381340.
4 Primer año de operación	2317628.	204672.	249600.	2771900.
5 Segundo de operación	966628.	204672.	249600.	1420900.
6 Tercer de operación	966628.	204672.	249600.	1420900.
7 Cuarto de operación	966628.	204672.	249600.	1420900.
8 Quinto de operación	966628.	204672.	249600.	1420900.
9 Sexto de operación	2258228.	204672.	249600.	2712500.
10 Séptimo año de operación	966628.	204672.	249600.	1420900.
11 Octavo año de operación	966628.	204672.	249600.	1420900.
12 Noveno año de operación	966628.	204672.	249600.	1420900.
13 Décimo año de operación	966628.	204672.	249600.	1420900.
14 Año de generar el valor de recuperación	0.	0.	0.	0.

Cuadro 4-2-10 Costos de Beneficiación, Alternativa II
(Cotización Básica) (Unidad: US\$)

Año	Moneda extranjera	Moneda nacional	Costos de mano de obra	Total
1 Plazo de reconocimiento	0.	0.	0.	0.
2 Primer año de construcción	0.	0.	0.	0.
3 Segundo año de construcción	5008800.	374000.	20697.	5403497.
4 Primer año de operación	2196535.	0.	52416.	2248951.
5 Segundo de operación	2196535.	0.	52416.	2248951.
6 Tercer de operación	2196535.	0.	52416.	2248951.
7 Cuarto de operación	2196535.	0.	52416.	2248951.
8 Quinto de operación	2196535.	0.	52416.	2248951.
9 Sexto de operación	2196535.	0.	52416.	2248951.
10 Séptimo año de operación	2196535.	0.	52416.	2248951.
11 Octavo año de operación	2196535.	0.	52416.	2248951.
12 Noveno año de operación	2196535.	0.	52416.	2248951.
13 Décimo año de operación	2196535.	0.	52416.	2248951.
14 Año de generar el valor de recuperación	0.	0.	0.	0.

Cuadro 4-2-11 Costos de Infraestructura y Administración,
Alternativa II (Cotización Básica) (Unidad: US\$)

Año	Moneda extranjera	Moneda nacional	Costos de mano de obra	Total
1 Plazo de reconocimiento	0.	124800.	0.	124800.
2 Primer año de construcción	19000.	667800.	70403.	757203.
3 Segundo año de construcción	2365000.	1544800.	113297.	4023097.
4 Primer año de operación	2706783.	2073404.	541440.	5321627.
5 Segundo de operación	849533.	2073404.	541440.	3464377.
6 Tercer de operación	849533.	2073404.	541440.	3464377.
7 Cuarto de operación	849533.	2073404.	541440.	3464377.
8 Quinto de operación	849533.	2073404.	541440.	3464377.
9 Sexto de operación	2706783.	2073404.	541440.	5321627.
10 Séptimo año de operación	849533.	2073404.	541440.	3464377.
11 Octavo año de operación	849533.	2073404.	541440.	3464377.
12 Noveno año de operación	849533.	2073404.	541440.	3464377.
13 Décimo año de operación	849533.	2073404.	541440.	3464377.
14 Año de generar el valor de recuperación	0.	0.	0.	0.

Cuadro 4-2-12 Flujo de Efectivo (para el Análisis Financiero),
Alternativa II (Presupuesto Básico) (Unidad: US\$)

Año	Utilidad de concentrado de Zinc.	Utilidad de concentrado de Plomo.	Flujo interno total	Costos de producción	Regalía sobre el concentrado de Zinc.	Regalía sobre el concentrado de Plomo.	Regalía sobre el concentrado de Ag.	Flujo externo total
1	0.	0.	0.	224800.	0.	0.	0.	224800.
2	0.	0.	0.	2495176.	0.	0.	0.	2495176.
3	0.	0.	0.	10824934.	0.	0.	0.	10824930.
4	3739252.	6006704.	9745956.	10342478.	304852.	5954.	578194.	11231480.
5	3739252.	6006704.	9745956.	7134228.	304852.	5954.	578194.	8023228.
6	3739252.	6006704.	9745956.	7134228.	304852.	5954.	578194.	8023228.
7	3739252.	6006704.	9745956.	7134228.	304852.	5954.	578194.	8023228.
8	3739252.	6006704.	9745956.	7134228.	304852.	5954.	578194.	8023228.
9	3739252.	6006704.	9745956.	10283078.	304852.	5954.	578194.	11172080.
10	3739252.	6006704.	9745956.	7134228.	304852.	5954.	578194.	8023228.
11	3739252.	6006704.	9745956.	7134228.	304852.	5954.	578194.	8023228.
12	3739252.	6006704.	9745956.	7134228.	304852.	5954.	578194.	8023228.
13	3739252.	6006704.	9745956.	7134228.	304852.	5954.	578194.	8023228.
14	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

4.3 Datos del Análisis Económico

El flujo de costos y beneficio preparados en base al método mencionado para el análisis económico se resume en el Cuadro 4-3-1 en caso del plan alternativo I (400 t/día, 10 años de producción); en el Cuadro 4-3-2 en caso del plan alternativo II para cálculo de prueba (800 t/día, 5 años en operación); y en el Cuadro 4-3-3 la alternativa II (800 t/día, 10 años en operación).

Cuadro 4-3-1 Flujo de Costos y Beneficiación (para Análisis Económico),
Plan Alternativo I (Presupuesto Básico) (Unidad: US\$)

Año	Beneficio	Costos de producción
1 Plazo de reconocimiento	0.	147792.
2 Primer año de construcción	0.	1837135.
3 Segundo año de construcción	0.	8028641.
4 Primer año de operación	4946725.	4723407.
5 Segundo de operación	4946725.	3265807.
6 Tercer de operación	4946725.	3265807.
7 Cuarto de operación	4946725.	3265807.
8 Quinto de operación	4946725.	3265807.
9 Sexto de operación	4946725.	4874607.
10 Séptimo año de operación	4946725.	3265807.
11 Octavo año de operación	4946725.	3265807.
12 Noveno año de operación	4946725.	3265807.
13 Décimo año de operación	4946725.	3265807.
14 Año de generar el valor de recuperación	0.	0.

Cuadro 4-3-2 Flujo de Costos y Beneficiación (para Análisis Económico), Plan Alternativo II' para Cálculo de Prueba (Presupuesto Básico) (Unidad: US\$)

Año	Beneficio	Costos de producción
1 Plazo de reconocimiento	0.	207633.
2 Primer año de construcción	0.	2130594.
3 Segundo año de construcción	0.	8904246.
4 Primer año de operación	9893450.	8432487.
5 Segundo de operación	9893450.	5865887.
6 Tercer de operación	9893450.	5865887.
7 Cuarto de operación	9893450.	5865887.
8 Quinto de operación	9893450.	5865887.
9 Año de generar el valor de recuperación	0.	-2861056.

Cuadro 4-3-3 Flujo de Costos y Beneficiación (para Análisis Económico), Plan Alternativo II (Presupuesto Básico) (Unidad: US\$)

Año	Costos de producción	Beneficio
1 Plazo de reconocimiento	0.	207633.
2 Primer año de construcción	0.	2142102.
3 Segundo año de construcción	0.	9020285.
4 Primer año de operación	9893450.	8432487.
5 Segundo de operación	9893450.	5865887.
6 Tercer de operación	9893450.	5865887.
7 Cuarto de operación	9893450.	5865887.
8 Quinto de operación	9893450.	5865887.
9 Sexto de operación	9893450.	8384967.
10 Séptimo año de operación	9893450.	5865887.
11 Octavo año de operación	9893450.	5865887.
12 Noveno año de operación	9893450.	5865887.
13 Décimo año de operación	9893450.	5865887.
14 Año de generar el valor de recuperación	0.	0.

4.4 Resultados del Análisis y Análisis de Sensibilidad

Se han calculado las tasas interiores de rendimiento financiero (FIRR) y las de rendimiento económico (EIRR) usando los datos resumidos en el artículo 4.2 y en el 4.3. Como resultado aparecieron un valor negativo de FIRR y un 5.48% de EIRR en caso de la alternativa I. En el caso de la alternativa II' la FIRR resultó a negativa, y la EIRR a un 17.35%. Asimismo, en la alternativa II aparecieron un valor negativo de FIRR un 24.16% de EIRR.

En ambos casos la tasa interior de rendimiento financiero es el valor negativo que expresa la situación en que no se pueden recuperar inversión ni, obviamente, intereses desde el punto de vista financiera. Sin embargo, con la tasa interior de rendimiento económico resultó un valor bastante alto en comparación con la de rendimiento financiero, sobre todo para la alternativa II'; es todavía más elevado en caso de la alternativa II si se tienen en cuenta la audición, etc. de la oficina de USAID de Bolivia. Calculándose como en 10% la tasa de descuento social de Bolivia, se puede observar bastante factibilidad del proyecto desde el punto de vista económica en los planes alternativos II' y II.

El resultado del análisis de cada alternativa se puede explicar en otras palabras de la manera siguiente:

(1) En caso de la alternativa I (400 t/día, 10 años en operación), COMIBOL no puede pagar intereses ni siquiera puede recuperar la inversión misma. Así, este proyecto no es para el país ninguna oportunidad de inversión.

(2) La situación financiera para COMIBOL es básicamente igual en las alternativas II' (800 t/día, 5 años en operación) y I, desde el punto de vista del cálculo de prueba. Sin embargo, este plan se considera la oportunidad de inversión para la economía nacional de Bolivia. Es posible tomar medidas para reducir, por ejemplo, los derechos de importación y/o la regarfa sobre la producción de minerales de COMIBOL a fin de mejorar la

situación financiera. Comparando los resultados del análisis de las alternativas I y II', y suponiendo para ambos casos un una reserva explotable de 13 millones, quedan en claro las ventajas de la operación de 800 t/día. En caso de la alternativa II' para cálculo de prueba, no resulta realista por ser de 5 años la vida de la mina; pero ofrece factibilidad económica, y se garantiza que es teóricamente favorable la producción de 800 t/día, aunque no haya posibilidad de gran aumento en la reserva explotable.

(3) En caso de la alternativa II (800 t/día, 10 años en operación), básicamente el resultado es parecido al de la alternativa II'; pero la influencia en la economía nacional es mejor que la de la alternativa II'. Además, según lo ha confirmado posteriormente el resultado del análisis, siendo para COMIBOL la carga financiera menor que en caso de la alternativa II', se facilita la aligeración por las medidas favorables en el sistema de impuestos. Por lo tanto, se llega a la conclusión de que es ventajoso aumentar en lo posible la reserva explotable aunque se realice la producción de 800 t/día.

Estos análisis se han hecho a base de la cotización básica y/o presupuesto básico resumidos en los artículos 4.2 y 4.3. Se hace luego el análisis de sensibilidad para estudiar la influencia que pueda ejercer en el análisis general algún cambio en costos, utilidades y/o beneficios a causa de ciertos factores. Al mismo tiempo este análisis de sensibilidad es útil para establecer objetivos de política, o niveles de mejoramiento de costos, utilidades y/o beneficios.

Se define primeramente el margen de cambio del análisis de sensibilidad considerando los factores de movimiento de utilidades, beneficios y costos.

Como ya se mencionó, la cotización de metal usada en el cálculo de utilidades de concentrados es la del 8 de diciembre. En el Cuadro 4-4-1 se presenta el movimiento de cotización de metales según el cual a partir de

Cuadro 4-4-1 Tendencia de la Cotización de Metales

	Zinc (\$/libra)	Plomo (\$/libra)	Plata (\$/onza troya)
1981	0.389	0.333	10.664
1982	0.340	0.251	8.042
1983	0.352	0.196	11.586
1984	0.406	0.199	8.143
1985	0.383	0.175	6.126
1986 Enero	0.318	0.167	6.065
1986 Febrero	0.309	0.166	5.870
1986 Marzo	0.304	0.166	5.663
1986 Abril	0.316	0.167	5.217
1986 Mayo	0.335	0.170	5.089
1986 Junio	0.371	0.189	5.153
1986 Julio	0.381	0.172	5.049
1986 Agosto	0.384	0.177	5.207
1986 Septiembre	0.409	0.185	5.679
1986 Octubre	0.417	0.195	5.654
1986 Noviembre	0.413	0.211	5.575
1986 ⁸ de Diciembre	0.395	0.208	5.371
1987	0.41	0.22	6.00
1988	0.42	0.22	6.50
1989	0.43	0.23	7.00
1990	0.43	0.22	7.00
1991	0.45	0.22	7.00
1992	0.46	0.23	8.00
1993	0.48	0.23	9.00
1994	0.49	0.23	9.50
1995	0.50	0.24	10.00
1996	0.50	0.24	12.00

Fuente: COMIBOL

Nota : Las cotizaciones a partir de 1987 son pronósticos de la oficina de COMIBOL en Londres.

1981 el plomo y la plata tienden a la baja en la cotización mientras que el zinc se recupera poco a poco. La COMIBOL considera que la cotización del zinc no sufrirá baja notable, y que más bien echará a subir un poco por cuanto la demanda es comparativamente estable como metal barato. La demanda de plomo tiende a disminuir por su uso limitado y su nocividad; y aunque los países en desarrollo puedan hacer subir la demanda, no mejoraría mucho la cotización. Varios factores dificultan el pronóstico de la cotización de la plata, pero se prevé el mantenimiento de la tendencia actual como promedio o una pequeña alza por aumento de demanda particularmente para película.

Otro factor importante del análisis de sensibilidad de utilidad y/o beneficio es la ley de mineral producido cuyo cálculo se hizo en base al resultado de reconocimientos y de la prueba de beneficio hecha paralelamente. Ya se confirmó el contenido de una pequeña cantidad de oro con la probabilidad de ciertos cambios de las leyes de mineral producido al efectuar la prueba de beneficio, etc. más minuciosamente. Asimismo, considerando la cotización de metales, la ley de mineral producido, etc., globalmente, se determina el margen del análisis de sensibilidad de utilidad y/o beneficio en -5%, +5% y +10%.

Por otra parte, respecto a los costos se puede alegar como factores de cambio la disminución de los mismos mediante un plan de estudio detallado posterior y por la asistencia de países extranjeros además de la mejora de precios de materiales de inversión; sintetizando estos factores, se determina un margen e análisis de sensibilidad de -5%, +5%, +10% y +15%. Tal es el análisis de sensibilidad del costo total de construcción, equipos, operación y manejo. Pero este margen de sensibilidad lleva a la disminución de costos, y -5% resulta prácticamente 5% de aumento; conviene, pues, proceder en este sentido.

Se presenta el resultado de análisis de sensibilidad de cada alternativa

de planes en los Cuadros 4-4-2, 4-4-3 y 4-4-4. Estos cuadros indican los puntos siguientes. Además el objeto de comparar con la tasa interior de rendimiento financiero es la de interés anual de crédito, en tal caso, si COMIBOL obtiene el crédito de bajo interés como la ayuda de algunas organizaciones financieras, se considera que el interés es menos de 10%, en cambio si no hace así el interés superará más de 10%. Por otra parte la tasa de descuento social objeto de comparación con la tasa de rendimiento económico es de 10% más o menos, según se ha indicado.

(1) Ya se ha confirmado que la alternativa I es la más desventajosa. Si se da cuenta a la tasa interior de rendimiento económico, no se da factibilidad económica mientras no se aumente 10% la utilidad o se disminuyen 10% los costos (o se mejoren una y otros en 5%). Aun en este caso la tasa interior de rendimiento financiero es todavía negativa, y se necesita tomar ciertas medidas de mejora financiera ya que no se puede recuperar la inversión; si no se toman medidas de mejoramiento financiero, cuando al mismo tiempo aumente como en 10% la utilidad y disminuyan en 15% los costos, la tasa interior de rendimiento financiero llega a un valor positivo de 1.9% posibilitando hasta cierto punto la recuperación de la inversión y el reembolso de los intereses. Pero este pronóstico tiene pocas probabilidades de realización, y aunque se realizara sería insuficiente el reembolso de intereses en capacidad de 1.9%.

(2) En cuanto a la alternativa II' para cálculo de prueba, ya se ha establecido la factibilidad económica según los cálculos básicos. Esto se ha confirmado en el análisis de sensibilidad aun cuando el rendimiento disminuya un 5% o el costo aumente un 5%. Desde el ángulo financiero, es posible reembolsar el total de intereses cuando el rendimiento suba 10% y los costos disminuyan 15%, aunque este pronóstico es casi irrealizable. Pero si se obtiene un préstamo más flexible, el pronóstico resultaría algo más factible sobre reembolso de intereses sin medidas tributarias. Pero si al fin y al

cabo esto no es factible, se deberán tomar las medidas para mejorar la situación financiera del proyecto. De todos modos ambos casos presentan buena oportunidad de inversión para la economía del estado. Se reconfirma también que el caso de 800 t/día de producción es teóricamente más ventajoso que el de 400 t/día, aunque en lo sucesivo no haya aumentado mucho el volumen de mineral exportable.

(3) En caso de la alternativa II, la inversión para la economía del estado es excelente. Financieramente cuando la rentabilidad aumenta un 10% disminuyendo al mismo tiempo los costos un 10%, en el sistema tributario actual se sale del 15% de capacidad de reembolso de intereses. La obtención hipotética de un préstamo flexible posibilitaría el reembolso en las condiciones tributarias actuales con suposición realizable. Aunque el aumento de rentabilidad y/o la disminución de costos no lleguen a los valores estimados básicos, deberá realizarse el programa tomando ciertas medidas de mejoramiento financiera a toda costa por considerar demasiado elevada la tasa interior de rendimiento económico. Por lo tanto, en caso de 800 t/día de producción, se observa de nuevo la importancia del esfuerzo para acercar la reserva explotable a la alternativa II más que a la II'.

Cuadro 4-4-2 Análisis de Sensibilidad de la Alternativa I
(400t/día. 10 años)

Tasa Interior de Rendimiento (%)

		Tasa de Aumento de Rendimiento (contra Presupuesto Básico) (%)				
		-5	0	5	10	
Tasa de Disminución de Costos (contra Presupuesto Básico) (%)	-5	Financiero	—	—	—	—
		Económico	—	2.944	6.389	9.579
	0	Financiero	—	—	—	—
		Económico	1.939	5.483	8.746	11.798
	5	Financiero	—	—	—	—
		Económico	4.548	7.892	11.006	13.942
	10	Financiero	—	—	—	—
		Económico	7.016	10.197	13.186	16.023
	15	Financiero	—	—	—	1.895
		Económico	9.368	12.414	15.297	18.049

Nota: -5% de tasa de disminución de costos significa el caso de aumento de 5% en costos.

Cuadro 4-4-3 Análisis de Sensibilidad de la Alternativa II¹
(800t/día. 5 años)

Tasa Interior de Rendimiento (%)

		Tasa de Aumento de Rendimiento (contra Presupuesto Básico) (%)				
		-5	0	5	10	
Tasa de Disminución de Costos (contra Presupuesto Básico) (%)	-5	Financiero	—	—	—	—
		Económico	9.869	14.413	18.827	23.118
	0	Financiero	—	—	—	—
		Económico	12.875	17.352	21.702	25.934
	5	Financiero	—	—	0.383	4.194
		Económico	15.849	20.260	24.548	28.724
	10	Financiero	—	0.811	4.821	8.733
		Económico	18.792	23.139	27.368	31.488
	15	Financiero	1.288	5.518	9.640	13.658
		Económico	21.704	25.989	30.160	34.227

Nota: -5% de tasa de disminución de costos significa el caso de aumento de 5% en costos.

Cuadro 4-4-4 Análisis de Sensibilidad de la Alternativa II
(800t/día. 10 años)

Tasa Interior de Rendimiento (%)

		Tasa de Aumento de Rendimiento (contra Presupuesto Básico) (%)				
		- 5	0	5	10	
Tasa de Disminución de Costos (contra Presupuesto Básico) (%)	- 5	Financiero	—	—	—	1.669
		Económico	16.894	21.329	25.531	29.553
	0	Financiero	—	—	1.891	6.295
		Económico	19.871	24.162	28.255	32.191
	5	Financiero	—	2.136	6.733	10.907
		Económico	22.760	26.929	30.928	34.789
	10	Financiero	2.405	7.215	11.570	15.606
		Económico	25.575	29.642	33.559	37.353
	15	Financiero	7.748	12.303	16.518	20.484
		Económico	28.330	32.307	36.152	39.887

Nota: -5% de tasa de disminución de costos significa el caso de aumento de 5% en costos.

4.5 Influencia en las Regiones Cercanías

4.5.1 Influencia en el Desarrollo de la Mina

Se tratará posteriormente sobre la fase de la economía social como la influencia del desarrollo de Mina San Antonio en la sociedad local, en este capítulo, primeramente estudiará la influencia de lo mismo en las minas cercanas y/o el desarrollo de minas en Bolivia.

En primer lugar, la producción de minerales concentrados contribuye naturalmente al desarrollo de las refinerías domésticas, y a la adquisición de divisas si los productos son exportados. En este aspecto se beneficia directamente la refinería de plomo de Karachipampa, que recibe el concentrado de cinc en el desarrollo de Mina San Antonio. Actualmente el trabajo en esta refinería se halla suspendido por falta de materias primas, etc., en espera de un rápido desarrollo minero que produzca concentrados de plomo, como la Mina San Antonio.

La industria minera de Bolivia ha sido el sostén de la economía del país, y COMIBOL ha trabajado principalmente en la producción tradicional de estaño, cuyo precio en los últimos 3 años ha caído fuertemente arrastrando en su caída la suerte de COMIBOL agobiado hoy por gran déficit. Se hace necesario aumentar la producción de otros minerales comparativamente bien cotizados, como la plata; tal es el caso de San Antonio con reservas de plata, que puede salvar las finanzas de COMIBOL.

Por otra parte, desde el punto de vista de la técnica, COMIBOL no ha desarrollado minas nuevas desde la nacionalización de las minas en 1952. En este sentido el desarrollo de la Mina San Antonio sería algo que sin exageración podría llamarse completamente nuevo aunque en un pasado ya lejano ya se hubiera oído en ella el ruido de las picas. Para COMIBOL será de gran importancia la nueva experiencia y la adquisición de técnicas a través de las

obras de desarrollo completas, como reconocimiento, construcción de ingenio, infraestructura, etc.

En cuanto al aumento de empleo de personal, entre jornaleros y asalariados, Mina San Antonio dará trabajo a 168 personas en caso de 400 t/día, y a 240 en caso de 800 t/día. Numéricamente tal aumento no será muy grande, pero sí es de mucha importancia para Bolivia, que carece de grandes industrias. Los trabajadores con sus familias formarán alrededor de la mina un pueblo más grande en región de Lipez: 882 personas en caso de 400 t/día, o 1,258 personas en caso de 800 t/día. San Pablo, que es capital de provincia, sólo tiene 200 habitantes. A este aumento de población seguiría el aumento de consumo de alimentos en la zona beneficiando el mercado del aborígen quechua, que vive principalmente de la ganadería de la llama, y que encontraría incentivo para elevar la producción.

Además, al empezar el desarrollo de la mina se requerirá gran número de personas, incluido personal especializado; esto también ayudará a COMIBOL, que tiene entre manos la tarea de racionalizar su personal actualmente en exceso.

El desarrollo de esta mina traerá a COMIBOL y a la zona de San Antonio el mayor beneficio directo, pero no dejará de ejercer influencia secundaria en las zonas de los alrededores de los yacimientos.

Como se mencionó en el capítulo de geología, alrededor de la Mina San Antonio existen numerosos yacimientos; se formaron por la actividad de dacita del terciario tales como Buena Vista (Ag, Pb, Zn, Sb), Escala (Ag, Pb, Zn), Trapiche (Au, Sb), Moroco (Ag, Pb, Zn), Nuevomundo (Ag, Pb), Jaquegua (Ag, Pb), etc. Si en el desarrollo de la mina se obtienen buenos resultados de reconocimiento, tales yacimientos podrán gozar de la infraestructura - principalmente caminos, electricidad, etc. - del desarrollo de Mina San Antonio. El costo de desarrollo será mucho más bajo que el de

San Antonio por no necesitarse reparación de caminos en largas distancias, instalación de líneas de transmisión, etc., lo cual se facilita al desarrollo.

Especialmente la Mina Buena Vista goza de tan buenas perspectivas como la Mina San Antonio, y está situada sólo a 5 km del camino y/o de la línea de transmisión prevista para San Antonio; beneficiándose así Buena Vista de los servicios del desarrollo de la Mina San Antonio, su desarrollo será asimismo promovido. También Mina Escala se beneficiará de las obras de infraestructura como camino, electricidad, etc., a una con Mina Buena Vista, y está situada a unos 37 km de la encrucijada del camino de San Antonio con el que viene de San Pablo. Aunque estas minas de la zona de San Antonio no están en operación, teniendo en cuenta las ventajas intangibles se podrá promover eficientemente los trabajos, preparar equipos mineros, intercambiar personal, etc. Las minas antes mencionadas se desarrollarán con facilidad, de suerte que sin exageración se puede afirmar que la Mina San Antonio es como la primera de un edificio de desarrollo general.

4.5.2 Influencia Económica Social

La economía de Bolivia se ha mantenido por la industria minera, como estaño y otros, la producción de gas natural y la agricultura. Casi la mitad de la población total (6,430,000 habitantes en 1985) se dedica a la agricultura y ganadería, pero la productividad es tan baja que solo llega al 20% del producto interno bruto. La exportación de minerales carece también de fuerza que la haga ascender debido al empeoramiento de la tendencia del mercado de metales en años recientes. Por ejemplo, el total de exportaciones de zinc, plomo y plata en 1985 fue de 33,941 t., 1,369 t., y 52 t. respectivamente, lo que representa una disminución de 24.0%, 91.2% y 74.7%, respectivamente, en comparación con 1981. El balance comercial arroja saldo

positivo aunque de poco alcance (+270 millones en 1984), y de él solo se benefician las entidades mercantiles de menor escala; además crónicamente el comercio externo ha carecido de ingresos con una deuda externa acumulada de 4,500 millones de dólares en 1984 y dependencia de capital importado. Esta situación deberá enfrentarse activamente con un proyecto que ofrezca tasa interior de rendimiento económico satisfactoria en cuanto a ingreso de divisas, como lo es el proyecto de la mina San Antonio.

En años recientes COMIBOL ha suspendido operaciones en muchas minas debido a la caída de cotización de metales, como estaño, etc., y actualmente realiza la tarea de economía de personal con reducción de unas 20,000 personas aprox. en los años 1986 y 1987, de acuerdo con la política de racionalización a que obliga dicha situación. Esto hace subir 1% la tasa de desempleo de Bolivia, que ya casi llega a 20%; en cambio, este proyecto ofrecería la oportunidad de mejora de empleo aunque sea en menor escala.

Bolivia está formada por nueve prefecturas una de las cuales es Potosí, en que está situada la zona de San Antonio, con 878,000 habitantes (1985) o el 13.7% de la población total del país. Sin embargo, el monto de su producto local sólo ocupa el 9.7% del producto interno bruto y se clasifica como prefectura en vías de desarrollo. Sobre todo la región sudoeste de la prefectura de Potosí, en que está la zona de San Antonio, es desértica sin mayor actividad de producción por pertenecer al sur del altiplano boliviano. La población de la región sudoeste es de 48,000 habitantes aproximadamente con una baja densidad de 0.64 pers/km². Su tasa de crecimiento demográfico es de 0.54% cuando el promedio respectivo para el estado de Potosí es de 0.99%; además se observa la tendencia a emigrar de la región.

El empleo de esta región se discrimina así: 53.3% en el sector de agricultura y ganadería; 14.5% en el sector de la industria minera, y 14.0% en el sector de servicios. Sin embargo, siendo de 8.4%, 29.3% y 23.4%,

respectivamente, los valores de producción, la productividad de la agricultura resulta relativamente baja. El producto agrícola típico es la quinua (3,490 ha de superficie cultivada), con producción baja actualmente (435 kg/ha). En el distrito Sur-Lipez es más popular la ganadería de llamas, alpacas y otros animales.

Uno de los mayores cuellos de botella para el desarrollo de esta región es el retraso de la infraestructura, como transporte, comunicaciones, energía, etc. Parece una situación perdida, ya que, por ejemplo, todos los caminos son de grava e interrumpidos, y en la temporada de lluvias se paralizan prácticamente las actividades de producción y hasta las sociales. Desde el punto de vista higiénico, no existe socorro médico oportuno, ni hay defensas contra las epidemias que se propagan por toda la región. En estas circunstancias el desarrollo de la Mina San Antonio ofrece gran esperanza para la estabilidad de vida que tanto desean los habitantes.

En la región sudoeste de Potosí se esconden recursos abundantes para la agricultura (quinua, patatas, trigo, etc.); el lago salar de Uyuni ofrece litio, potasio, boro, etc; se puede desarrollar energía térmica, mármol, etc. Los proyectos mencionados han sido propuestos después de detenido estudio por parte de CORDEPO, que tiene gran entusiasmo. El plan de desarrollo global de la región se ha convertido en una fuerza de mayor importancia para la promoción del desarrollo a base del estudio de cada uno de estos potenciales si al mismo tiempo se avanza en la mejora de la infraestructura. El desarrollo de la mina de San Antonio ha de convertirse como en un pilar del desarrollo integral de la región, o como en el eje del desarrollo de los demás proyectos mencionados.

5. CONCLUSION Y PROPUESTAS

5. CONCLUSION Y PROPUESTAS

En este capítulo describiremos la conclusión y propuestas de acuerdo a la evaluación integral.

(1) En la calculación para la análisis financiera y económica de la Mina San Antonio, tratamos de reducir lo más posible los gastos de construcción y de operación, considerando que esta mina todavía está en la etapa de exploración, en consecuencia, no es suficiente la reserva de mineral explotable y su rentabilidad es dudosa en la situación mundial actual de la baja cotización del metal. Por lo tanto se ha supuesto que los equipos de ingenios y electricidad importados utilizan los usados que actualmente no se usan por palización de otras minas y también se ha calculado con tal que se buscan más baratos reactivos con efecto igual.

(2) La producción de 800 t/día (plan alternativo II' para el cálculo de prueba) es mucho más lucrativa que la de 400 t/día durante los 10 años de vida prevista de la mina (plan alternativo I), incluso aunque la reserva explorable sea igual. Esto se debe a que la producción es eficiente, por consiguiente, los gastos de explotación no resultarán el doble. También porque las ganancias se obtendrán en un tiempo más corto y la conveniencia producida por estas ganancias se adelantará. Además, las instalaciones y los equipos se podrán utilizar con otro fin porque quedarán con valor de recuperación. Viendo que el análisis del plan alternativo II, en el que la reserva de mineral explotable prevista es el doble, muestra el mejor resultado, será muy importante tratar de prolongar la vida de la mina lo más posible mediante prospecciones en el futuro.

(3) En todo caso, el análisis financiero de los valores estándar para el cálculo muestra que es difícil recuperar la inversión de la empresa. Para conseguirlo, hay que tratar de reducir los gastos de explotación, mejorar la

ley de mineral, y aumentar la reserva mediante prospecciones. También deberá esforzarse a aumentar la recuperación de beneficiación.

(4) El resultado del análisis económico es bueno, comparado con el análisis financiero. La diferencia en la tasa interior de rendimiento financiero y la de económico, depende de la transferencia de regalía, impuesto de importaciones, etc. de la parte de beneficios. En Bolivia, apenas hay consumo doméstico de plomo y zinc, o está muy limitado. La mayor parte de la producción se exportará a países extranjeros. Es decir, la producción de estos minerales tiene la ventaja de obtención de divisas. En este sentido, sería un proyecto favorable para Bolivia, si se mejoraran las condiciones financieras de la empresa explotadora supuesta, COMIBOL la relacionada a este proyecto.

Sería mejor si se toman medidas para aliviar la regalía y los impuestos de importación, y por otra parte, se promociona positivamente la prospección de mineral para conseguir una mayor reserva.

(5) Una vez puesta en explotación esta mina, influirá mucho en el área. El empleo aumentará y las circunstancias sociales mejorarán para desarrollar este área que ahora se considera una de las áreas más aisladas de Bolivia. La influencia más positiva que la contribución al desarrollo local, es activar la explotación de todas las minas del sector de San Antonio. En particular, se reducirá grandemente el costo de infraestructura al explotarse las minas.

(6) La refinería de plomo Karachipampa está parada debido a la falta de materiales, etc. Si la Mina San Antonio produce el plomo concentrado, cubrirá parcialmente la falta de materiales de dicha fundición.

(7) El resultado de la prueba de concentración indica que la plata, por tener caracteres parecidos al plomo, puede recogerse en mayor cantidad en la concentración del plomo y se produce eficientemente en proceso del refinamiento de plomo. No será necesario la hidrometarúlgia costosa y

especial para el tratamiento de la plata. Sin embargo, cuando se recoja la plata durante el fundición de cinc, valdrá la pena examinar la aplicación de tal método.

Como hemos mencionado, aunque el resultado del análisis financiera sea severo, el análisis económico es bueno. De tal manera, creemos que es un proyecto que el gobierno de Bolivia podrá promocionar positivamente. Si COMIBOL hace un esfuerzo para obtener una mayor reserva mineral promocionando la prospección, reducir los gastos de explotación llevando a cabo las pruebas de concentración, etc., y por otra parte, el gobierno toma medidas en favor del sistema tributario para este proyecto, la Mina San Antonio se convertirá en el futuro en una mina clave de este sector y contribuirá al desarrollo del país.

INVERSIONES PROGRAMADAS DENTRO DEL PLAN DE DESARROLLO DE LA
SUB-REGION OESTE

PROYECTO	INVERSION \$US
Camino Potosí - Uyuni	63,600,000
Explotación del Salar de Uyuni	210,000,000
Proyecto geotérmico	66,000,000
Refinería del zinc	Por definir
Bioxido de manganeso	6,400,000
Desarrollo integrado de base agropecuaria P-BA S. Lípez	13,781,000
Complejo química-básica	140,000,000
Refinación del azufre	6,730,000
Infraestructura socio-económica	35,000,000
Lexiviación del cobre	Por definir
Prod. de fertilizantes fosfatados	" "
Refinación de sulfatos y producción.	" "
Tratamiento de minerales de uranio	" "
Industrialización de marmol onix (quetería grande y quetería chica)	3,750,000
Planta procesadora de benteaita (rio Mulato)	1,800,000
Desaponificación e industrialización de la quínua	1,175,000
Fabricación de vidrio de botella Uyuni	25,000,000
Hilanderá de lana y fibra de camélidos (Pulacayo)	10,000,000
Fábrica de hipoclorito de calcio	198,000,000
	788,336,000

Fuente: CORDEPO

