

Universidad Nacional de Ingeniería

*FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA,
MINERA Y METALURGICA*



Estado Operacional Minera Aurífera Calpa S.A.

**INFORME DE INGENIERIA
Para optar el título profesional de
INGENIERO DE MINAS**

Percy Torres Bastidas

Promoción 89-I

LIMA - PERU

1997

INDICE

	INTRODUCCION.....	1
	<u>CAPITULO I</u>	
	ASPECTOS GENERALES.....	3
I.1	UBICACIÓN Y ACCESO.....	3
I.2	CLIMA Y VEGETACION.....	4
I.3	RFSEÑA HISTORICA.....	4
I.4	PROPIEDAD.....	6
I.5	CUADRO HISTORICO DE PRODUCCION.....	7
	<u>CAPITULO II</u>	
	ASPECTOS GEOLOGICOS.....	9
	GEOLOGIA.....	9
II.1	GEOLOGIA REGIONAL.....	9
II.1.1	ESTRATIGRAFIA.....	10
II.2	GEOLOGIA ESTRUCTURAL.....	12
II.3	GEOLOGIA ECONOMICA.....	13
II.4	GEOLOGIA LOCAL.....	14
II.4.1	LITOLOGIA.....	14
II.4.2	ALTERACIONES HIPOGENAS.....	15
II.4.2.1	ALTERACION PROPILITICA.....	16
II.4.2.2	ALTERACION SERICITICA.....	16
II.4.2.3	ALTERACION ARGILICA INTERMEDIA.....	17

II.4.2.4	ALTERACION POTASICA.....	17
II.4.2.5	ALTERACION PIRITIZACION.....	17
II.4.2.6	ALTERACION SILICIFICACION.....	18
II.5	INVENTARIO DE MINERAL EN EL YACIMIENTO AURIFERO	
	CALPA S.A.....	18
II.5.1	CLASIFICACION DE LOS MINERALES.....	18
II.6	MINERALOGIA.....	23
II.6.1	ZONA DEL YACIMIENTO.....	25
II.6.1.1	ZONA DE LIXIVIACION.....	26
II.6.1.2	ZONA DE OXIDACION.....	26
II.6.1.3	ZONA DE ENRIQUECIMIENTO SUPERGENO (SECUNDARIO)..	26
II.6.1.4	ZONA DE MINERAL PRIMARIO.....	26
II.6.1.5.	ZONA DE ENRIQUECIMIENTO HIPOGENO.....	27
II.7	CONTROL DE CALIDAD DE MINERAL	27
II.7.1	RECUPERACION DEL ORO.....	27
II.7.2	MUESTREO DE MINA.....	31
II.7.3	PLANOS DE MUESTREO.....	33
II.7.4	PRUEBAS DE METALURGICAS.....	33
 <u>CAPITULO III</u>		
	MINERIA.....	36
III.1	DESCRIPCION DE LA OPERACIÓN ACTUAL.....	36
III.2	METODO DE EXPLOTACION.....	37

III.3	PLAN DE OPERACIONES MINA.....	40
III.3.1	LABORES DE EXPLORACION.....	42
III.3.2	LABORES DE DESARROLLO Y PREPARACION.....	43
III.3.3	OPERACIÓN DE MINADO.....	46
III.3.4	OPERACIONES UNITARIAS.....	52
III.3.4.1	PERFORACION.....	53
III.3.4.2	VOLADURA.....	62
III.3.4.3	ACARREO O LIMPIEZA.....	70
III.3.4.4	TRANSPORTE.....	72
III.3.4.5	SOSTENIMIENTO.....	76
III.3.4.6	RELLENO.....	80
III.3.4.7	CICLO DE MINADO Y RELLENO.....	81
II.3.5	NIVEL DE PRODUCCION.....	83

CAPITULO IV

	PLANTA DE BENEFICIO.....	85
IV.1	DESCRIPCION DEL PROCESO.....	85
IV.1.1	CHANCADO.....	85
IV.1.2	MOLIENDA.....	86
IV.1.3	FLOTACION.....	86
IV.1.4	LIXIVIACION DE CONCENTRADOS.....	87
IV.1.5	PRECIPITACION Y FUNDICION.....	87
IV.2	REACTIVOS UTILIZADOS.....	88

IV.3	BALANCE METALURGICO.....	89
IV.3.1	BALANCE METALURGICO ACUMULADO AÑO 1996.....	89
IV.4	LISTADO DE EQUIPOS DE LA PLANTA DE BENEFICIO.....	90

CAPITULO V

	SERVICIOS AUXILIARES DE MINA Y PLANTA.....	92
V.1	AIRE COMPRIMIDO.....	92
V.1.1	VENTILACION.....	93
V.1.2	AGUA.....	94
V.1.3	ALUMBRADO.....	96
V.1.4	COMUNICACIONES.....	97
V.1.5	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO.....	97
V.1.6	ENERGIA ELECTRICA.....	99
V.1.7	ORGANIZACIÓN.....	99

CAPITULO VI

	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	102
--	-------------------------------------	-----

BIBLIOGRAFIA

CUADROS REFERENCIALES

INTRODUCCION

El presente trabajo es un informe del estado operacional actual de Minera Aurífera Calpa, en el que se describe en forma general el marco geológico, minero y metalúrgico de la empresa en sus 16 años de experiencia en la explotación del oro.

Minera Aurífera Calpa, reabrió la antigua mina Calpa desde el año 1979 como el anterior dueño, el Consorcio Minero había suspendido todos sus trabajos en el año 1963 y desde ese tiempo no se reinició las actividades mineras en el Yacimiento, muchas labores de rehabilitación, exploración y desarrollo eran necesarias hasta el inicio de la producción. Se había empezado una muy pequeña operación y se iba aumentando su capacidad poco a poco paralelamente a los progresos que se experimentaban hasta la actual operación de 800 t/d., con una reserva a diciembre 96 de 1'579,050 Tn. y una ley promedio de 3,77 gr/t (Dato proporcionado por el departamento de Geología).

Minera Aurífera Calpa, es una mina convencional cuyo método de explotación empleado a lo largo de su historia es el método de corte y relleno ascendente convencional (Cut and Fill), utilizando como relleno material estéril de superficie, empleando equipos mecanizados como winches de arrastre neumáticos y autocargadores neumáticos sobre llantas en el acarreo o limpieza de mineral.

Con el tiempo los niveles de trabajo entraban a mayores profundidades, al mismo tiempo que se extendía la operación más hacia el Este y Oeste. Pronto se constató por los resultados metalúrgicos diferencias en el

comportamiento del mineral extraído de diferentes lugares. Es por ello que se hizo estudios de microsonda, espectometría y pruebas metalúrgicas para conocer más a fondo a la pirita, el sulfuro más importante de Calpa - en el volúmen y como portador del oro - y su relación con el oro y más los metales accesorios presentes, logrando con ello determinar los factores geológico - mineralógicos que influyen nuestra operación, lo que permitirá optimizar los programas de exploración, minado y beneficio a corto plazo.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

I.1 UBICACION Y ACCESO El Yacimiento Aurífero Calpa se encuentra ubicado en el Flanco Oeste del Batolito Costenero y en la Provincia Metalogenética Nazca-Ocoña, a una altura de 2000 m.s.n.m. y a 56 Km. al Nor-este de Atico y 45 Km. al Oeste de Caravelí. Políticamente pertenece al Distrito de Atico, Provincia de Caravelí, Departamento de Arequipa.

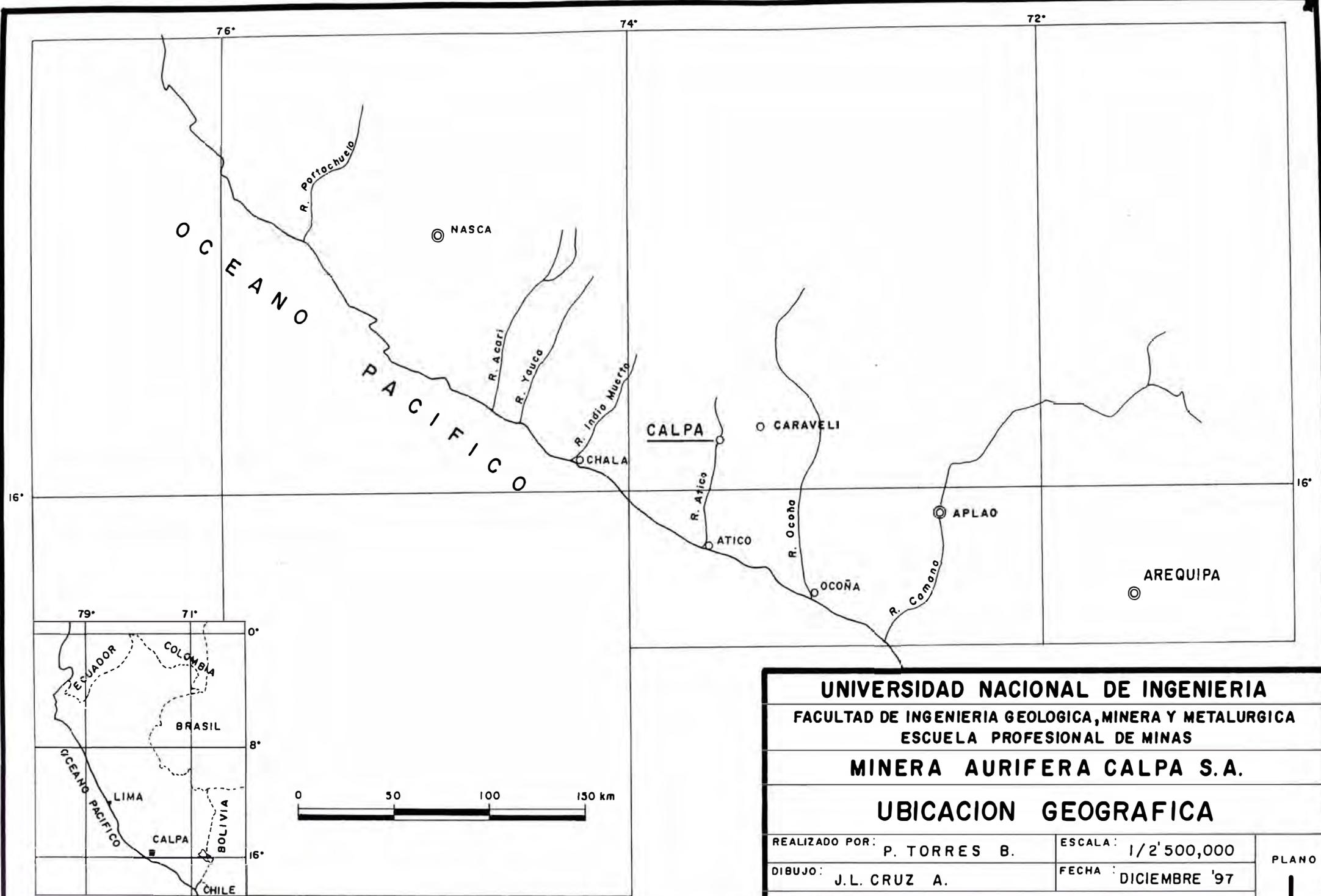
Las coordenadas geográficas son:

Longitud Oeste 73°33'30"

Longitud Sur 15°46'30"

El acceso de la ciudad de Lima en camioneta es de aproximadamente de 10 horas, con una distancia de 757 Km., el cual se detalla:

De:	A:	Distancia Km	Vía	Tiempo
Lima	Atico	701	Asfaltada (Panamericana Sur)	8H 40m
Atico	Desvío	40	Afirmada	1H 00m
Desvío	Calpa	16	Afirmada	0H 00m
Lima	Calpa	757		10H 00m



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA		
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINERA Y METALURGICA		
ESCUELA PROFESIONAL DE MINAS		
MINERA AURIFERA CALPA S.A.		
UBICACION GEOGRAFICA		
REALIZADO POR:	P. TORRES B.	ESCALA: 1/2'500,000
DIBUJO:	J.L. CRUZ A.	FECHA: DICIEMBRE '97
FUENTE:	INFORME ANUAL MINA CALPA S.A.	

PLANO
1

I.2 CLIMA Y VEGETACIÓN El clima es cálido y seco propia de una zona desértica, en donde las precipitaciones pluviales están restringidos a los meses de enero , febrero y marzo en forma esporádica.

Los días son soleados casi todo el año, la temperatura alcanza 30 ° c bajo sombra y desciende en las noches hasta 4 ° c en los meses de julio y agosto.

I.3 RESEÑA HISTÓRICA

Los primeros denunciante del área minera de Calpa fueron los señores Cueva y luego Rivera y Schreiber, quienes abandonaron la propiedad.

Esta operación que se dedico a explotar, el mineral oxidado , con la ley de oro tuvo que cerrar en 1942.

Posteriormente , se formó el consorcio Minero Del Perú S.A. que trabajó la mina en el período de 1947-1960 esta empresa instalo la planta de Cianuración a la que añadió un circuito de flotación en 1952 para el beneficio de los sulfuros de cobre .

En esta época fueron desarrolladas varias estructuras mineralizadas, por medio de galería y chimenea, en una longitud

aproximada de 1200mt. y una altura superior a los 400mt. entre los Niveles 2354 y 1950.

Las principales labores de acceso fueron el tunel Mercedes (Nivel 2184) y el tunel Calpa (Nivel 1950) , que tiene una longitud de mas de 2500mt. y que fue abierto entre los años 1958 y 1960. La estructura mas importante es la Veta Hilo 375N, de ella provino el mayor porcentaje de mineral que fue explotado, también en profundidad por medio de un pique, otras vetas importantes son la llamada “Veta Coqueta”, que fue explotada desde el Nivel 1950 hasta el 2227 y la Veta “Sin Nombre” que la explotaron por encima del Nivel 2184, principalmente en la zona de óxidos, esta empresa cerró sus operaciones en 1963 (Llegando a tratar 280 Tn/Día) y la mina pasó a ser propiedad del Banco Minero del Perú.

Desde 1978, la mina pertenece a Minera Aurífera Calpa, que en los primeros años se dedicó a rehabilitar los accesos a las labores mineras, en los que se habían

producido muchos derrumbes durante los años de paralización para luego ir incrementando su producción a las 800 Tn/Día, (Actualidad).

I.4 PROPIEDAD Minera Aurífera Calpa S. A. , tiene cinco concesiones con una extensión total de 2400 hectáreas, de acuerdo al siguiente detalle:

CONCESIONES	PADRON N°	Has.
1° Santiago de Compostela A1	142	600
2° Santiago de Compostela B	2152	600
3° Santiago de Compostela N° 5	190	600
5° Santiago de Compostela N° 6	151	500
6° Santiago de Compostela N° 7	229	100

I.5 CUADRO HISTÓRICO DE PRODUCCIÓN

Cuadro Histórico de Producción de la Mina Calpa a la fecha.

CUADRO N° 1

AÑOS	T.M.H.	gr.Au/TMS
1943	125,000	20.00
1944	46,580	11.40
1945	48,600	10.80
1946	42,640	7.60
1947	13,210	11.20
1948	60,410	9.90
1949	69,560	6.90
1950	63,370	8.10
1951	52,350	8.60
1952	49,790	8.90
1953	43,860	8.80
1954	51,960	14.60
1955	59,470	14.50
1956	68,170	14.80
1957	74,690	13.30
1958	86,420	12.80
1959	75,720	12.50
1960	77,570	12.40
1980	9,127	3.20
1981	13,769	2.81
1982	20,802	2.25
1983	40,285	2.89
1984	42,598	3.92
1985	54,592	4.27
1986	46,511	4.69
1987	46,449	4.75
1988	55,441	4.46
1989	83,594	5.49
1990	117,692	5.75
1991	142,796	5.86
1992	169,434	5.88
1993	186,214	5.66
1994	285,432	4.64
1995	253,902	4.41
1996	243,366	4.16

Es bueno indicar que la mina quedó paralizada entre los años 1961 y 1979 y que los resultados obtenidos entre 1980-1981 fueron bajos, debido a los trabajos de rehabilitación de todas las galerías y accesos principales producto del abandono a la que estuvo expuesta durante años.

CAPITULO II

ASPECTO GEOLÓGICOS

GEOLOGÍA

El yacimiento de Calpa está ubicado en la Provincia Metalogenética Nazca-Ocoña siendo las andesitas y dacitas las rocas más antiguas que afloran en la región y están intruidas por rocas intrusivas, correspondientes al batolito de la costa constituida por granodioritas, monzonita, monzodiorita y tonalita que pertenecen a las superunidades litológicas Linga e Incahuasi.

Sobreyacen en discordancia angular a los intrusivos del batolito de la costa conglomerados y depósitos sedimentarios consolidados (Formación Caravelí), tufos dacíticos y neolíticos (Formación Huaylillas), conglomerados con matriz arena-tufacea y cenizas (Formación Millo) y tobas y brechas tobaceas dacíticas y neolíticas de color blanco rosado (Volcánicos Sencca).

Por sus características físico-químicas el Yacimiento Aurífero Calpa puede clasificarse como epigenético, subvolcánico e hidrotermal y se relaciona con el subsecuente síalico-palingénico. La deposición del oro primario había ocurrido al final de la segunda fase de mineralización con temperaturas de 250° - 200°c la precipitación del oro visible (Aquí es considerado como una redeposición), más bien a sido probablemente con temperaturas entre 200 - 175°c, o sea durante condiciones epitermales.

II.1 GEOLOGÍA REGIONAL

Las rocas de la región están constituidas por metamórficas, sedimentarias y volcano sedimentarias que van desde el precambiano hasta el cuaternario reciente.

II.1.1 ESTRATIGRAFIA

Las formaciones de las columnas estratigráfica son las siguientes:

Formación Caravelí (Paleoceno superior-Eoceno inferior)

Son depósitos de carácter molásico representada por acumulaciones de pie de monte como consecuencia de un intenso ciclo erosivo que siguió al levantamiento regional, como resultado de la primera fase de la tectónica andina, están constituidos por conglomeraciones medianas, lutitas tobáceas, arenisca de grano fino y delgadas capas de ceniza volcánica bien compactada.

Formación Huaylillas (Mioceno superior)

Constituída principalmente por toba dacíticas y riolíticas, esta formación suprayace en discordancia erosional al batolito de la costa.

Formación Millo (Plioceno inferior)

En la zona la litología, está constituída por conglomerados, areniscas, tobas y cenizas volcánicas. Se le asigna al plioceno inferior por la relación estratigráficas ya que suprayace en discordancia erosional a rocas del batolito de la costa y del Complejo Bella Unión e infrayacen al Volcánico Sencca.

Volcánico Sencca (Plioceno medio)

Son rocas piroclásticas depositados en forma casi horizontal, litológicamente esta constituído por riodacitas. Los volcánicos Sencca suprayace en discordancia erosional a la formación Millo y en otros casos sobre una superficie de erosión subhorizontal a rocas intrusivas plutónicas e hipabisales.

Depósitos Aluviales (Reciente)

Formados por depósitos como: Cono de escombros, terrazas aluviales, depósitos fluviales, deslizamientos y depósitos eólicos originados por la meteorización y erosión actual.

Rocas Igneas

Estas rocas corresponden al 50% de los afloramientos y podemos diferenciarlos de acuerdo al nivel de emplazamientos, comprendiendo:

a) Rocas Hipabisales

Complejo Bella Unión (Cretáceo medio-superior)

Litológicamente está constituido por una brecha de intrusión de naturaleza andesítica a dacítica en grandes bloques ángulos y subangulosos, desarrollados mecánicamente durante su emplazamiento, los mismos que están intruídas por plutones y diques de andesitas profiríticas piritizadas.

b) Rocas Plutónicas

Super Unidad Linga (Cretáceo superior)

Constituídas por granodioríticas y monzonitas que se exponen al Norte y Sur de Calpa. Sus contactos se encuentran cubiertos por depósitos terciarios y cuaternarios.

Super Unidad Incahuasi (Cretáceo superior)

Constituída principalmente por intrusivos tonalíticos, granodioríticos y dioríticos, originados por fases de pulsaciones magmáticas pero la zona central de la super unidad está constituída por una asociación de granodiorita y tonalita, es

difícil de delimitar mediante un contacto, debido a que son mayormente gradacionales.

II.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

La formación geológica del Yacimiento Calpa pertenece al cretáceo superior, las vetas se encuentran orientadas según el rumbo en dos direcciones NW y EW. En Calpa la mineralización se presenta en vetas que han sido emplazadas en fallas y estructuralmente se tiene tres sistemas de fallamiento por donde fluyeron las soluciones mineralizantes habiéndose conocido como fallas inversas con buzamiento entre 60° a 75°.

- Sin Nombre, con rumbo N85°W y buzamiento (65-70°)N, al cual pertenecen las vetas Sin Nombre, Celia, M, Buena Vista, Don Ernesto.
- Hilo, con rumbo N65°W y buzamiento (65-70°)N, comprendiendo las vetas Hilo, San Miguel, Juliána, Fastidiosa, Buen Paso, Norte Uno, Coqueta, Athala, Julio Uno, Julio Dos, Julio Tres a excepción de Santo Tomás, Indio, San Lorenzo que están buzando al Sur.
- Norte Dos, con rumbo N80°E y buzamiento 70°N integrada por la veta Norte Dos, Vicuña y Alpaca.

CUADRO N° 2 ESTRUCTURAS MINERALIZADAS AGRUPADAS POR SISTEMAS EN EL YACIMIENTO CALPA

Sistema	Veta	Rumbo Prom. Gral.	B.	Longitud Afloramiento		Reconocida Desarrollo		Profundidad Reconocida	
				Continuado	Correlacionado	Nivel	m.	Nivel mas abajo	m
Norte Dos N80° 00' E	Norte Dos	N80° 00' E	NW	300	600	2354	250	2184	170
Hilo N65°W	Norte Uno	N65° 30' W	NE	700	1000	2184	700	1950	430
	Coqueta	N60° 00' W	NE	350		2184	380	1950	450
	Athala	N74° 30' W	NE	90		2184	70	2269	90
	San Lorenzo	N65° 30' W	SW			2184	250	2184	70
	Buen Paso	N71° 00' W	NE	300	400	2184	190	2184	170
	Hilo	N65° 30' W	NE	1400	1900	2184	1320	1910	460
	Hilo Intermedio	N64° 30' W	NE	150	250	2020	180	2020	210
	Julio Uno	N65° 30' W	NE	120		2184	500	2060	300
	Julio Dos	N65° 30' W	NE	120		2311	190	2269	90
	Julio Tres	N65° 30' W	NE			2100	140	2100	40
Juliana	N62° 30' W	NE			2184	90	2184	40	
Sin Nombre N80°W	Sin Nombre	N82° 00' W	NE	2000	2500	2184	1950	370	
	Don Ernesto	N81° 30' W	NE	110		2184	2184	180	
	Celia	N88° 30' W	NE			2183	2100	100	
	Buena Vista	N85° 30' W	NE	1500	2000	2184	2143	90	
	M	N85° 00' W	NE			2184	2060	170	

De los tres, el Sistema Hilo es el que se presenta con mayor frecuencia y mejor contenido aurífero, principalmente en las vetas Norte Uno e Hilo.

Las estructuras de todos los sistemas presentan ramales tanto al techo como al piso de la veta mostrando una geometría de lazos cimoidales, tal como se aprecia en las vetas Norte Dos y Sin Nombre, principalmente.

En el siguiente cuadro se resume los tres sistemas y las estructuras que lo conforman así como la profundidad a la que ha sido reconocida.

II.3 GEOLOGÍA ECONÓMICA

El Yacimiento Calpa es de origen hidrotermal esto es de medio a baja temperatura

(epitermal a mesotermal), las vetas son del tipo relleno de fracturas y emplazadas en las andesitas volcánicas, las cuales constituyen vetas típicas del sur del Perú, son las llamadas filones hidrotermales de cuarzo y oro, los cuales se encuentran asociadas con pirita y otros sulfuros, previenen principalmente de una fuente magmática, calcoalcalina como fusión parcial de la corteza terrestre, el oro en este Yacimiento es de origen microscópico y se encuentra como inclusiones en la pirita cuarzo y calcopirita, por lo cual se puede concluir que el oro fue mezclado mecánicamente con los sulfuros.

Asimismo, en el yacimiento Calpa se puede notar que la mineralización fue en etapas diferentes esto en si sería una primera fusión con oro,

cuarzo y pirita y en una etapa posterior con cuarzo y pirita con contenidos mínimos de oro, otra de sus características importantes es la alteración de las rocas encajonantes, como son propilitización, cloritización, sericitización y la silicificación.

II.4 GEOLOGÍA LOCAL

II.4.1 Litología.-

En el Yacimiento Aurífero Calpa la litología que se observa localmente está constituido por las siguientes unidades:

Super Unidad Linga (Cretacio Superior)

Son rocas de carácter granodiorítico del batolito de la costa con coloraciones gris-gris claro, en algunas zonas con tono rojizo por las ortoclasas, de grano medio a grueso, se ha determinado plagioclasas, mayormente como andesina alcalina.

Es típica la presencia de biotitas de color gris claro a verde de hábitos tabulares de algunos milímetros la hornblenda ha sido determinado como anfíbol, representada de color marrón verdoso en pequeñas columnas. El cuarzo y las feldespatos potásicos muestran una textura gráfica.

Complejo Bella Unión.-

Está constituido por andesitas que forman la roca encajonante de las estructuras mineralizadas del Yacimiento, de color gris verdoso a gris oscuro de grano medio, los fenocristales de las plagioclasas son andesinas intermedias hasta alcalinas.

Esta se desplaza en el flanco Oeste del batolito de la costa en una franja extensa con una dirección aproximada de NW - SE. Alcanzando una extensión de 26 Km y un grosor de 500m., las características principales de estas rocas andesíticas es la alteración gradual y zonal.

Volcánico Sencca.-

Constituído por riocitas con una coloración blanquesinas a rosada que han sido alteradas solamente por el intemperismo cambiando el color de gris amarillento hasta rojizo, siendo sus principales componentes feldespatos, cuarzo, biotita (laminillas) y matriz vitra volcánica, estas riocitas muestran una bien reconocible estructura fluidal.

II.4.2 Alteraciones Hipógenas.-

Las rocas encajonantes compuesta por andesita pertenecientes al Complejo Bella Unión se encuentran alteradas como producto de soluciones mineralizantes que produjeron cambio físico-químico y mineralógicos de estas rocas iniciales.

En Calpa existe un zonamiento horizontal de las alteraciones de las rocas empezando con una fuerte sericitización en las cercanías de las vetas y alejándose mas de la veta se produce la propilitización en donde la roca tiene una coloración más oscura. También se ha determinado una zonamiento vertical desde arriba (superficie) hacia abajo (en profundidad). Estos son la silicificación, sericitización y una alteración potásica.

II.4.2.1 Alteración Propilítica.-

Alteración en que las rocas no han sufrido mayores cambios a excepción de la sustitución de sílice por carbonatos, siendo la característica principal de esta alteración la formación de plagioclasas (albita), cloritas, epidotas, carbonatos y biotitas conteniendo en otros casos óxidos de fierro, pirita y sericita. La alteración comprende grandes volúmenes de roca y es la parte exterior de todo un complejo alterado pasando luego a roca fresca.

En Calpa las andesitas propilitizadas son muy uniformes sobre una zona más extensa en donde se reconoce a simple vista pequeñas biotitas y epídotas en contraste con las andesitas sericitizadas que presentan grandes cambios sobre pequeñas distancias.

II.4.2.2 Alteración Sericítica.-

Es el producto de la transformación mineralógicos de las plagioclasas, feldespatos potásicos debido a las condiciones físico-químico de las soluciones hidrotermales (pH, T, P, Presión de S₂, Presión de O₂).

Las zonas de alteración tienen un aumento en pH desde la parte interna hacia el exterior. Durante la mineralización las soluciones hidrotermales al inicio y al final fue levemente alcalino, debido a la presencia de carbonatos en los extremos Este y Oeste de las vetas horizontales y verticales, mientras que las soluciones ácidas fue entre las dos fases por el predominio

de cuarzo en las zonas mencionadas, como consecuencia de la disminución de pH en esta etapa.

II.4.2.3 Alteración Argílica Intermedia.-

Los minerales predominantes son la caolinita, montmorillonita, cloritas y biotita. Este tipo de alteración se encuentra ubicado entre las rocas propolizadas y las sericitizadas que son las mas alteradas en este Yacimiento.

La alteración se desarrolla en rocas que tienen componentes como el Na, Ca (feldespatos) y muestra generalmente un zonamiento en si, con mas caolinita hacia las sericitas y biotitas, montmorillonita hacia la parte alterna.

II.4.2.4 Alteración Potásica.-

Ha sido reconocida y localizada en el nivel 1950, en donde se observa el feldespato potásico (Ortoclasa) de color rojo claro, hematitas, venillas de calcitas, biotitas blancas, cloritas y venillas de piritita con algo de calcopiritita. La alteración potásica cambia bruscamente a roca fresca en profundidad. A continuación se menciona las alteraciones de piritización y silicificación que son alteraciones respecto a las formaciones de diversos minerales

II.4.2.5 Alteración Piritización.-

En este Yacimiento es común y se presenta en la zona de sericitización y en rocas encajonantes de la veta. Esta piritita por lo general contiene muy poco oro y aumenta en profundidad y

en los extremos de las estructuras para la formación de esta pirita, el fierro proviene mayormente de la descomposición de los silicatos ferrosos, mientras que el azufre es introducido.

II.4.2.6 Alteración Silicificación.-

Es la introducción y redistribución de cuarzo secundario en la roca encajonante y está íntimamente ligado a la deposición de los sulfuros en la veta, teniendo leyes de oro por lo general altas.

II.5 INVENTARIO DE MINERAL EN EL YACIMIENTO AURIFERO CALPA S.A.

El inventario de mineral en el Yacimiento Aurífero Calpa S.A., se hizo en base a criterios generales (que no detallaremos por no ser materia del tema), pero que pueden variar de acuerdo a las circunstancias del avance en el conocimiento del yacimiento y los avances de la tecnología.

II.5.1 Clasificación de los Minerales.-

Clases de Mineral según su Corteza

Mineral Probado.-

Es el mineral suficientemente muestreado en donde la continuidad de la mineralización entre dos niveles está segura (La distancia promedio entre niveles es menor que 45m), seguridad de continuación de mineral significa que el mineral está confirmado por niveles y chimeneas.

Mineral Probable.-

Es aquel en donde el riesgo de continuidad del mineral es mayor que para el mineral probado, pero que tiene suficientes evidencias geológicas para suponer la continuidad del mineral. Ello significa que está confirmada por una labor (galería y/o chimenea) y ley de la misma y se puede deducir la existencia de mineral sobre o debajo del block probado.

Los minerales probado y probable constituyen reservas.

Mineral Prospectivo.-

Es aquel cuyo tonelaje y leyes estimadas se basan en el amplio conocimiento del comportamiento geológico del yacimiento. El estimado se basa en la continuidad asumida o inferida o la repetición de evidencias geológicas como:

- 1º Diagrama de curva de isoleyes
- 2º Cateos trincheras o labores subterráneas parcialmente accesible con muestreos aislados.
- 3º Areas de influencia cercanas a bloques de mineral probado o probable.

Mineral Potencial.-

Es aquel cuya estimación se basa en el carácter geológico del yacimiento, no es necesario su exposición directa basta con indicaciones indirectas, tales como estructuras geológicas.

Se localiza mas alejado que el mineral prospectivo.

Estos minerales (Prospectivo y potencial) no constituyen reservas.

En el presente cuadro se ha considerado las menas probadas así como su accesibilidad al mismo.

Datos proporcionados por el Departamento de Geología a diciembre 1996.

A Diciembre 1996

Veta	Potencia	t.	Ley (g.Au/t)
Norte Uno	1.21	364300	3.96
Don Ernesto	1.19	35800	3.80
Hilo	1.08	90950	4.80
Hilo Intermedio	0.96	9300	7.78
Julio Uno	1.05	80600	4.02
Julio Tres	1.19	16350	4.69
Celia	1.40	370550	3.85
Coqueta	1.11	22550	4.26
Sin Nombre	1.23	124600	3.81
"M"	1.62	126300	4.82
Buena Vista	1.00	22100	4.30
San Miguel	1.49	11150	4.56
Indio	0.95	1100	3.95
Fastidiosa	0.97	4100	3.31
Santo Tomás	0.94	5000	2.06
Buen Paso	1.18	30300	1.64
Juliana	1.68	94200	2.31
San Juan	1.11	1600	3.75
Chaparrita	1.46	4000	3.61
Vicuña	1.13	37500	3.61
Alpaca	1.10	58400	4.78
Norte Dos	0.97	50900	3.68
San Lorenzo	1.40	17400	3.91

En el presente cuadro no se ha considerado el mineral prospectivo y potencial dado que no son reserva pero con un plan más agresivos en trabajos de exploración y desarrollos conseguiremos hacerlos accesiblemente probables y/o probados logrando por ende una mayor vida a la mina. El estimado de mineral prospectivo según Geología es aproximadamente 600,000t.

Si clasificamos como mineral de mena A mayor o igual a 4gAu/t y mineral marginal 2 menor o igual a B menor que 4. Tendría el siguiente cuadro total de reservas.

Tipo de Mineral	Potencia	t.	Ley (gr.Au/t)
Mena (A)	1.22	581,700	5.39
Marginal (B)	1.31	997,350	2.83
TOTAL	1.26	1'579,05	3.77

Cabe mencionar, que para la estimación del tonelaje se ha considerado un factor de corrección del 5% (Castigo), por la presencia de zonas estériles y pérdidas durante la extracción del mineral. Asimismo, un factor de corrección a la ley (independiente de la corrección por dilución) la ley de cada bloque se ha castigado en 5% (0.95%) mas un castigo del 5% (0.95), que resulta de la comparación de la ley de cabeza de la planta ley de cubicación de los bloques, entonces el castigo a las leyes es de 10% (0.90).

Luego la vida de la mina será:

$$\begin{aligned}
 \text{V. Min.} &= \frac{1579,050 \text{ Tn}}{800 \text{ Tn/d}} \times \frac{1}{26 \text{ días/mes}} \times \frac{1 \text{ año}}{12 \text{ meses}} \\
 &= \frac{1579,050}{800 \times 26 \times 12} \quad \text{Años} = 6.32 \text{ años} \\
 &= 6 \text{ años}
 \end{aligned}$$

Si consideramos el mineral prospectivo la vida de la mina sería de:

$$\begin{aligned}
 \text{V. Min.} &= \frac{2179,050}{800 \times 26 \times 12} \quad \text{Años} = 8.73 \\
 &= 08 \text{ años}
 \end{aligned}$$

II.6 MINERALOGIA

El Yacimiento Aurífero Calpa, está situado en la faja aurífera del Sur-Oeste del Perú. En sentido magmático petrográfico corresponde a la Cordillera Occidental. Se supone que las rocas magmáticas de esta región tienen un origen en común, la diferenciación fraccionada de una magma basáltico-toleitico que ha avanzado en forma generalizada en dos etapas y que ha constituido la provincia magmática del gran batolito.

En la primera etapa en una profundidad mayor se separaron las magmas de las diferentes provincias petrográficas (sub-magmas) y en

una posterior segunda etapa - en menos profundidad- se diferenciaron de estos submagmas los distintos magmas locales, los cuales dan origen a las rocas características de cada yacimiento, inclusive en la fase residual de este proceso de diferenciación fraccionada resulta una mineralización típica para cada yacimiento de origen magmático, pero casi siempre, espacio y la asociación con el magma inicial.

Estas etapas de la diferenciación en Calpa formaron un yacimiento aurífero, subvolcánico, hidrotermal y epigenético. Las estructuras mineralizadas en Calpa son netamente fisuras en cizalla. El subvolcanismo más bien ha superpuesto sus demás características a un simple relleno de mineral "En un solo sentido" (fissure filling). "Flat Veins", o sea vetas con poco buzamiento y corta extensión pero buena mineralización son muy comunes en varios niveles y refleja aparentemente una formación en la parte superior del conducto por donde salen las soluciones mineralizadas, una silicificación que había cerrado esta salida y la presión de ellas no sobrepasaba todavía la presión estática. Como resultado de ésta, entraban las soluciones en ciertos casos a las fracturas de las rocas encajonantes mineralizándola en forma de una impregnación con múltiples vetillas, un efecto típico del subvolcanismo.

Las diferentes vetas en Calpa tienen longitudes de hasta 2.5 Km y muestran ramificaciones en los extremos, tanto al Este como al Oeste, así también hacia la superficie son frecuentes y en profundidad, éste yacimiento ha sido reconocido por la actividad minera hasta los 540, (En Veta Hilo, Nivel 1950).

II.6.1 Zonamiento del Yacimiento.-

Factores físico - químico (Como p.e., la disminución de la temperatura así, como la presión en las soluciones mineralizantes acercándose a la superficie) causan diferencia horizontales y verticales en los procesos de mineralización y alteración.

- La soluciones al entrar a la fisuras afectan en su flujo en la periferia de las vetas a la roca encajonante, causando diferentes tipos de alteraciones en ellas.
- En la manera como bajan la temperatura y/o presión de las soluciones baja también las solubilidades precipitando los correspondientes elementos.
- Otro factor de influencia podría ser la mezcla de las soluciones con agua meteórica cerca de la superficie.
- El efecto "boiling" (Zona de ebullición), es causado por una súbita disminución de la presión de los flujos hidrotermales cerca de la superficie y libera ciertos gases que mas arriba condensan y forman soluciones ácidas, los cuales a su vez afectan a las rocas encajonantes, produciendo la zona de argilitización, aparte de las diferencias bien marcadas en las alteraciones que son originadas por las soluciones hidrotermales (hipógenas) hay ciertos efectos por la descomposición de minerales primarios y/o deposición de nuevos minerales

secundarios (p.e. zona de lixiviación, oxidación y cementación).

II.6.1.1 Zona de Lixiviación.-

Este zonamiento supérgeno en el Yacimiento Calpa es muy irregular y está limitada aproximadamente a unos 15m de la superficie hacia abajo, con valores de oro bajos a muy bajos, debido al proceso de lavado que sufren los minerales por las aguas meteóricas.

II.6.1.2 Zona de Oxidación.-

Zonamiento supérgeno que baja hasta unos 90m desde el piso de la zona de lixiviación en donde los valores auríferos son por lo general altos.

II.6.1.3 Zona de Enriquecimiento Supérgeno (Secundario).-

Se encuentra inmediatamente después de la zona de oxidación entre 15 a 20m más bajo, estando el oro en mayor cantidad en la parte alta de esta zona más plata y cobre en las partes bajas y además por su alto contenido de bornita, covelita y calcosita es muy dañino para la cianuración.

II.6.1.4 Zona de Mineral Primario.-

Zonamiento higógeno que de acuerdo a las labores mineras realizadas hasta el momento en el Yacimiento Aurífero Calpa se extiende desde el Nivel 2311 - 2269 hasta el Nivel 1910, es decir 360m verticales, donde la

mineralogía dominante está constituida por oro, pirita, calcopirita y cuarzo.

Asimismo, es notable un zonamiento horizontal en el sentido que las vetas contienen en el sector Este relativamente más oro y cobre y el sector Oeste relativamente más plata (y subordina más zinc y plomo).

II.6.1.5 Zona de Enriquecimiento Hipógeno.-

Se le denomina a la zona en donde por efecto de múltiples pulsaciones de las soluciones mineralizantes en el yacimiento que originaron el enriquecimiento de ciertos sectores y en Calpa es reconocible sobre todo en los niveles 2020 y 2060 con una mineralización muy errática (Valores altos y bajos), en el contenido aurífero.

II.7 CONTROL DE CALIDAD DE MINERAL

Para la buena marcha en sentido técnico económico se viene realizando un control riguroso y continuo de esta operación de baja ley de oro y de una gran fracción de material refractario.

II.7.1 Recuperación del Oro.-

Como la ley de los diferentes sectores del yacimiento varían, se tiene que considerar para la planificación del programa de la extracción sobre todo se debe tener presente su respectivo tonelaje y la correspondiente recuperación en la Planta para anticipar la producción futura.

La recuperación del oro en la Planta está compuesta en Calpa por la recuperación de flotación y la recuperación de la cianuración.

Las interpretaciones geológicas y especialmente la mineralogía juegan aquí un papel muy importante como se tiene que predecir la calidad y el carácter del mineral por beneficiar. En este sentido se presentan frecuentemente problemas con mineral que contienen oro refractario y/o mineral cianicida y/o óxidos de los niveles superiores de la Mina.

La covelita, bornita, marcasita y pirotita, pero sobre todo el mineral que contiene el oro refractario en mayores cantidades tienen una influencia negativa para una buena recuperación en la cianuración y así también los óxidos para la flotación. Eso lo demuestra la tabla que resume los resultados desde el inicio de la operación de Minera Aurífera Calpa S.A.

Se trabajó los primeros años (1980-1984), casi exclusivamente en los niveles superiores en la zona de oxidación de recuperaciones bajas en flotación, pero elevados en la cianuración. Desde 1988, se explotó mineral primario (sulfuros) lo que resultaba en una flotación muy buena, pero con recuperaciones bastante bajas por el oro refractario. La zona de enriquecimiento supérgeno con covelita y bornita se hacía selectiva su explotación. Los años 1985-1987, eran años de transición entre las dos clases de minerales.

RECUPERACIÓN

AÑO	FLOTACION %	CIANURACION %	TOTAL %
1980	59.9	-	-
1981	73.1	65.7	48.0
1982	70.7	89.3	63.2
1983	69.2	80.5	55.7
1984	60.8	83.4	50.7
1985	67.7	87.4	59.2
1986	77.7	81.5	63.3
1987	81.1	81.7	66.3
1988	85.4	74.3	63.4
1989	90.4	80.9	73.1
1990	92.1	74.8	68.9
1991	91.6	77.5	70.9
1992	91.7	73.2	67.1
1993	92.2	74.9	69.1
1994	91.3	71.2	65.0
1995	91.5	69.9	63.0
1996	87.03	71.90	62.57

Cuadro N° 4, Porcentaje de Recuperación, Flotación y Cianuración total por año.

Los demás factores que son influenciados por la procedencia del mineral se mencionara en forma generalizada como sigue:

- El consumo de cal y cianuro decrece con mayor profundidad.
- La dilución de la ley sistemática aumenta en el mismo sentido.
- El consumo de barrenos es menor avanzando hacia mayores profundidades.

Todo lo remarcado indica leyes cambios de un ambiente más ácido y rocas encajonantes más competentes en los niveles superiores hacia un ambiente más alcalino y rocas encajonantes menos competentes en los niveles inferiores.

Los procesos de tratamiento del mineral son acompañados por numerosos muestreos y análisis, p.e., para el mes de diciembre de 1996 nos dio los siguientes promedios diarios.

Flotación	Cianuración		Total	
	Sólidos	Soluciones		
Au	25	13	18	56
Ag	-	10	-	10
Cu	2	-	2	4
Insolubles	6	-	-	6
Total Diario	33	23	20	76

Cuadro N° 5, número de muestras diarias analizadas para Planta de Beneficio.

II.7.2 Muestreo Mina

El mineral destinado para la operación extractiva está basado en primer lugar en las respectivas leyes de las muestras. En Calpa se tiene tres tipos de muestreo:

- Muestreo Común Diario.-

Es el que se realiza diariamente en todas las labores de desarrollo, preparación, explotación y exploración en el cual se está trabajando.

- Muestreo Sistemático.-

Se realiza en galerías y chimeneas, cada dos metros cuyo resultado nos sirve para la respectiva cubicación, del mismo modo se hace este muestreo en las labores de explotación para ir controlando sus leyes.

- Muestreo Especial.-

Se realiza en todas las labores como comprobación de algunas leyes que varían en los demás muestreos.

La variación de leyes de mineral de una labor a otra puede ser muy fuerte debido a que el material roto de la mina puede estar muy diluído y aparte de esto puede influir la potencia de la veta, estado de las rocas encajonantes, sistema de trabajo, tipo de mallas de perforación, cantidad de explosivo usado/por talador, medio de transporte y puntos de transferencia del mineral hasta la tolva de gruesos en la Planta de Beneficio y

como la variación de unas décimas de 1 g. de oro pueden ser decisiones para el arranque del respectivo material, en estos casos es obligatorio en el exhaustivo control del muestreo. Los resultados de estos trabajos (muestreo de frentes, chimeneas, sistemáticos, común disparo y puntos de transferencia), son resumidas mensualmente, eventualmente ajustadas a la ley de cabeza de mineral en la Planta y puestos al día en los respectivos planos de muestreo, cada 10m., se analizan también las mismas muestras por plata y cobre aparte del oro, obteniéndose por un simple estudio de estos planos un esquema paragenético muy acertado. La cantidad de análisis por día en la mina en promedio durante un mes es según el cuadro N° 6.

Elemento	Muestras Común Diario + Especiales	Muestras Sistemáticas	Total
Au	85	25	110
Ag	-	10	10
Cu	-	10	10
Total Análisis Día	85	45	130

II.7.3 Planos de muestreo.-

Para los planos de muestreo se utiliza las leyes de los muestreos sistemático que se toman mensualmente de todos los avances (subniveles y tajeos cada 3m, galerías y chimeneas cada dos metros).

Estos planos son la base para los cálculos de las reservas y para la programación y desarrollos. Nos dan muy buena información sobre los procesos paragenéticos del yacimiento.

Se resaltan que las leyes mas altas en oro son en los niveles 2143 y 2100 (El cobre aparente tiene aquí también su máximo), la plata mas bien es escasa en estos niveles, pero aumenta hacia las periferias de las vetas. En este sentido la relación Ag,Au es un parámetro muy importante en Calpa.

II.7.4 Pruebas Metalúrgicas .-

Para afrontar mas eficientemente el problema del oro refractario, la operación de Planta de Beneficio está acompañado continuamente por pruebas metalúrgicas mayormente de cianuración. Con los resultados obtenidos en el Laboratorio Metalúrgico de Calpa se ha podido confirmar que la recuperación por cianuración es relativamente alta en la zona central, donde existe el oro visible (Oro nativo de grano grueso), además del oro invisible (refractario). Aquí las leyes del oro total son elevados y la cianuración alcanza su optimización en poco

tiempo. En las periferias de las vetas en donde existe el oro invisible, la recuperación baja drásticamente, por eso se puede deducir un límite de explotación hacia los extremos de las estructuras mineralizadas siempre con las condiciones económicas presentes.

Otro factor de suma importancia en la operación de Calpa es la cantidad de sulfuros dentro de toda la mina, este parámetro que nos da el ratio de concentración aumenta hacia los contornos de la veta (tanto en sentido horizontal como vertical), define prácticamente el tamaño de la Planta de Cianuración e incluye grandemente en los costos de operación .

Año	1980,	80,	82,	83,	84,	85,	86,	87,
	88,	89,	90,	91,	92,	93,	94,	95,
	96.							
Ratio	---	27.28,	25.77,	32.5,	24.11,	18.52,	10.48,	9.15,
	5.76,	4.7,	4.94,	5.27,	5.1,	5.37,	5.58,	5.24.
								6.7.

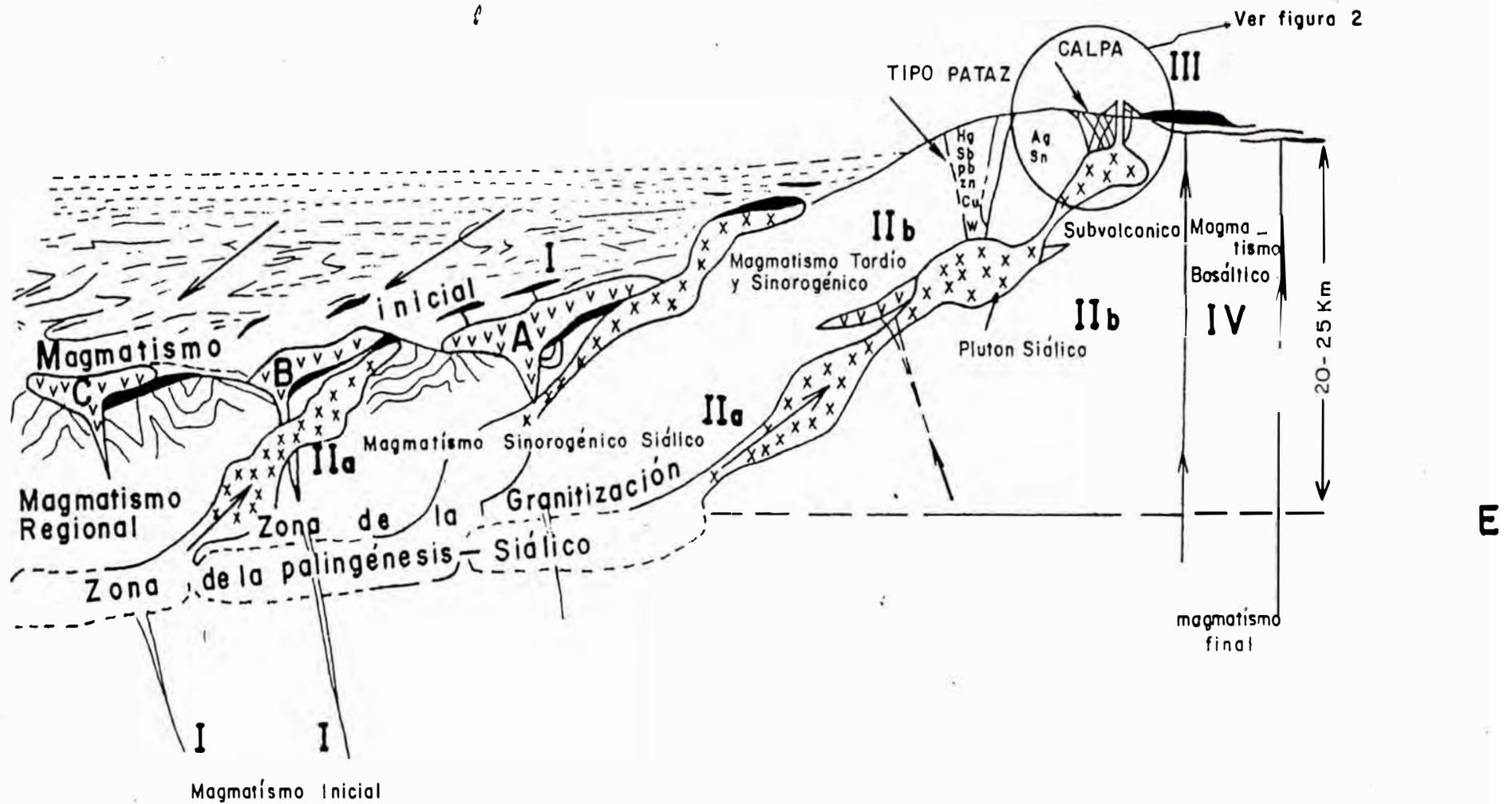
CUADRO N°7 PROMEDIO ANUAL DEL RATIO DE CONCENTRACIÓN

Las experiencias que se ha podido acumular durante la explotación de algunas vetas desde la zona de lixiviación hasta la más profundas de la mineralización primaria y la confirmación de estas experiencias por los resultados obtenidos en las pruebas metalúrgicas nos ha permitido :

- Una subdivisión del mineral por extraer según su carácter

minerológico con los resultados favorables para el futuro minado.

- Una eficiente planificación de la operación.
- Adelantar las investigaciones y la planificación de un proceso de tostación de los reves de cianuración (que contienen el “ oro invisible”) con la consiguientes recianuración.
- Visualizar una explotación del yacimiento en forma mas racional por un Cut – Off más bajo.



- I Magmatismo inicial (sílico)
- II Magmatismo tardío y sinorogénico (sílico) = IIa + IIb
- III Magmatismo subsecuente (sílico)
- IV Magmatismo final (basáltico)

Figura 1 : El ciclo magmático en tiempo y espacio según H. BORCHERT (1967)

El esquema muestra la evolución del magma y la posición tanto de Calpa (subvolcánico) como también de Pataz (pluton alto) en este ciclo.

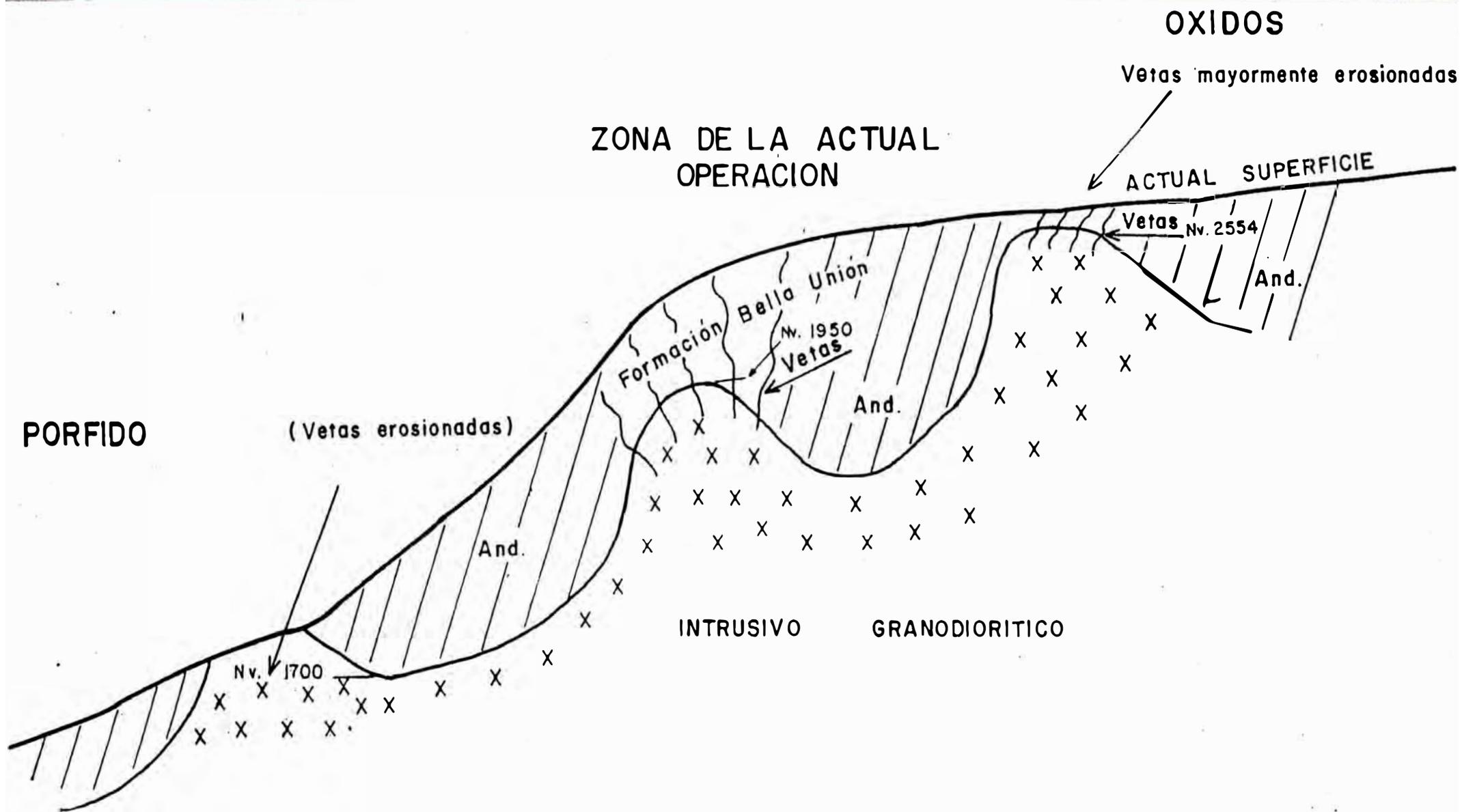


FIGURA 2: Esquema general de la mineralización del yacimiento aurífero Calpa (sin escala)

CAPITULO III

MINERIA

III. 1 DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN ACTUAL

En la actualidad la operación minería está concentrado en los niveles 2514, 2311, 2269, 2227, 2184, 1985, sobre el sector Este y /u Oeste de las Vetas Alpaca.

Norte Uno, M , Juliana, Hilo, Celia el acceso a estas labores es por la zona de Mina Vieja – Nivel 2269, Tunel Mercedes – Nivel 2184 , Tunel Calpa - Nivel 1950.

La zona de explotación comprenden sulfuros y óxidos repartidos de la siguiente manera :

Veta Alpaca	Nivel 2514	Oxido
Veta Norte Uno	Nivel 2311	Oxido
	Nivel 2269	Oxido
	Nivel 2227	Sulfuro
	Nivel 2184	Sulfuro
Veta M	Nivel 2269	Oxido
	Nivel 2227	Sulfuro
	Nivel 2184	Sulfuro
Veta Juliana	Nivel 2269	Sulfuro
	Nivel 2184	Sulfuro
	Nivel 2143	Sulfuro
Veta Hilo	Nivel 2184	Sulfuro
Veta Celia	Nivel 2060	Sulfuro
	Nivel 1985	Sulfuro

CUADRO N° 8

Debido a las características del mineral y las cajas encajantes la explotación en mina se efectúa con el método de corte y relleno ascendente convencional utilizando como relleno material estéril de superficie a través de echaderos que comunican hasta superficie, el cual es transportado por locomotoras ubicadas estratégicamente en los distintos niveles a la labor requerida.

Actualmente la producción de la mina está en el orden de las 800 TMD.

III. 2 MÉTODO DE EXPLOTACIÓN

La Compañía Minera Calpa , está explotando todas sus vetas por el método de corte y relleno ascendente convencional (CUT AND FILL) .

Que es el que se adapta mejor a sus características geométricas y geológicas.

La preparación en la labor (corte) se realiza con perforadoras " JACK LEG " marca Atlas COPCO, modelo BBC16W, que también se utilizan en las labores de desarrollo (Galerías, Chimeneas). El mineral derribado es acarreado mediante el winche de arrastre en la mayoría de los casos y en algunos mediante el uso de autocargadores neumáticos (Cavos).

DESCRIPCIÓN .-

El método consiste en abrir chimeneas cada 40 m. sobre galería hasta comunicar al nivel superior formando un de 40 x 40m. en el nivel

interior a 20m entre las dos chimeneas se abre buzón / camino de 3m x 3m (1.5m x 1.5m c/u). El buzón se construye de manera a base de tablas, con una compuerta metálica que permitirá un descargue fácil y cómodo, tanto al buzón como el camino se encriban utilizando cribes de 1.5m. largo por 6" de diámetro hasta una altura de 3m a partir de ahí se corren subniveles de (5'x 6') winche y (10'x 10') para cavos, a ambos lados dejando un puente de 3m hasta comunicar a la chimenea es entonces que comienza el ciclo de corte y relleno, a cada corte respectivo se reemplazará con el equivalente en relleno, relleno que proviene de material de superficie y que es depositado por locomotoras diesel a la chimenea respectiva. Para el caso de winche de arrastre . mientras que una ala se está perforando la otra ala está con relleno para la siguiente guardia.

El material derribado es acarreado mediante un winche de arrastre (marca Joy de 10HP y con rastrillo de 36") al echadero para luego ser transportado por dos locomotoras en el Nivel 1950 (Nivel principal de extracción hasta las tolvas de la Planta de Beneficio que se encuentran en el mismo nivel.

En Calpa se cuentan con cuatro autocargadores neumáticos (Cavo) dos en operación y los otros dos en stand by. en el tajo que se está usando se empleado el mismo concepto mientras que una ala está perforándose la otra está rellenándose con el cavo luego cuando la ala disparada está en limpieza ala rellena está perforándose para dispararla al final del turno para la guardia siguiente y así sucesivamente se cumple con el ciclo respectivo en cada turno.

La aplicación del método de corte y relleno ascendente en mina Calpa es el mas indicado por tener :

- Potencias de sus vetas mayor o igual que 1m.
- Cajas medianamente competentes y no tan competentes en algunos casos.
- Buzamiento promedio de 70 °.
- Disponibilidad de relleno.

Con las siguientes ventajas:

- Buena recuperación de reserva.
- Mayor seguridad
- Fácil mecanización
- Dilución disminuye
- Mineral que se rompe sale al 100%.

Si a ello agregamos una mecanización apropiada mediante el uso de winches de arrastre, autocargadores neumáticos (cavos) , locomotora diesel, etc. obtenemos un incremento de la producción, reducción costo mano de obra y mayor velocidad de minado, que es lo que se esta logrando en Minera Aurífera Calpa, con buenos resultados, siendo estas condiciones lo que permitió en el año 1993 aumentar nuestra producción de 400Tm / d a 800Tm / d (es decir, un100%).

Para entender como funciona la operación minera en Calpa se describirá en forma general cada una de ellas en el Plan de Operaciones de Mina.

III.3 PLAN DE OPERACIONES MINA

El plan de operaciones mina se basa principalmente en lograr una producción racional (sin matar mina), para ello se necesita una preparación de la mina acorde con nuestras necesidades de producción.

Minera Aurífera Calpa, prepara la mina en base a un agresivo Plan de Desarrollo y exploraciones en todos los niveles con el fin de incrementar sus reservas y así encontrar nuevas estructuras que le permitan dar una mayor vida a la mina es así que cuenta con los niveles:

- Nivel 1950
- Nivel 1985
- Nivel 2020
- Nivel 2060
- Nivel 2100
- Nivel 2143
- Nivel 2184
- Nivel 2227
- Nivel 2269
- Nivel 2311
- Nivel 2514

Con una diferencia de altura de nivel a nivel promedio de 40m.

En un inicio Minera Aurífera Calpa tenía por echaderos buzones camino de tajos ya concluidos que comunicaron al nivel superior es decir, estaban sobre vetas, si bien en un inicio dio buenos resultados con el tiempo fueron quedando obsoletos, generando dificultades operativas que cada vez eran mayores a medida que se iba profundizando. Esto motivó que se construyeran echadores acorde con

el nivel de producción de la mina para ello se construyó en estéril sobre rocas muy duras, lo que permitió:

- Lograr mayor velocidad de extracción de mineral al comunicar varios niveles al mismo tiempo con el nivel principal de extracción, se evitó en algunos casos los niveles intermedios donde se recibía el mineral con otra locomotora para vaciarlo a otro echadero.
- Selectividad en el tipo mineral porque al tener varias ORE PASS, se puede escoger el mineral de alta ley, mineral dudoso para un posterior remuestreo en cancha y el desmote proveniente de material de desarrollo o de superficie que normalmente va a las labores (Tajeos).
- Mejor ventilación en todos los niveles.
- Reducción de tareas en servicios ya que en algunos casos alternadamente se usan para tal fin.
- Optimizar la supervisión en todos los niveles, porque en algunos casos construyeron chimeneas paralelas una utilizadas como ORE PASS y la otra como camino.

Los echaderos más importantes que se construyeron son los siguientes:

		De Nivel	A Nivel	Observación
ORE PASS	500	2184	1950	Con Ch. camino respectivo.
ORE PASS	770 A	2100	1950	
WASTE PASS	770 B	2100	1950	
ORE PASS	770 C	2100	1950	
ORE PASS	475 A	2184	2100	
WASTE PASS	475 B	2184	2100	
ORE PASS	600	2020	1950	
ORE PASS	998	2184	2100	
ORE PASS	988	2269	2184	
CHIMENEA	600	2020	1950	Pique para servicios
CHIMENEA	790	2184	2100	Pique para servicios
CHIMENEA	238	1985	1950	

CUADRO N° 9

III.3.1 LABORES DE EXPLORACIÓN

En Minera Aurífera Calpa las labores de exploración son prioridad conjuntamente con las labores de desarrollo porque nos determinará las dimensiones , posición, características mineralógicas, estructurales y litológicas de las estructuras mineralizadas. Las labores de exploración que se están ejecutando son galerías, cruceros, chimeneas y pique que son:

- Xc. 380N a veta Norte Dos

Nivel 2184

-	Tunel Santa Rosa	Nivel 1700
-	Gal. 107E, Veta Vicuña	Nivel 2594
-	CH. 8, Veta Vicuña	Nivel 2594
-	Gal. 268E, Veta Alpaca	Nivel 2554
-	Gal. 184E. Veta Alpaca	Nivel 2514
-	Gal. 781 E y W. Veta A	Nivel 2100
-	Pique 061. Veta Hilo	Nivel 1950

Dentro de la importancia que tiene cada una de estas labores la principal es el Tunel Santa Rosa Nivel 1700, la cual permitirá confirmar la continuidad de todas las estructuras reconocidas en el Nivel 1950 con 250 mt. de altura (6 niveles), se ampliaría significativamente nuestras reservas y por ende una mayor vida a la mina.

III.3.2 LABORES DE DESARROLLO Y PREPARACIÓN

Para el caso de las labores de desarrollo, estos trabajos se realizan en las zonas ya explotadas en estructuras mineralizadas ya conocidas, para ampliar o comprobar las reservas. Los trabajos son galerías de 7' x 8' y chimeneas de 4' x 4' de sección, a continuación mencionamos algunas de las labores de desarrollo que estamos trabajando :

- Gal. 973E . Veta M. Nivel 2269
- Gal. 019E y W. Veta M, Nivel 2227.
- Gal. 037E y W. Veta Juliana, Nivel 2184
- Gal. 184E . Veta Alpaca, Nivel 2514
- Gal. 243E . Veta Celia, Nivel 1985

- Gal 060W , Veta Norte Uno, Nivel 2311

Las labores de Preparación son el conjunto de operaciones preliminares para explotar las reservas minerales, son labores propias que comprenden construcción de buzones, preparación de subniveles de 5' x 6' de sección (Para el caso de acarreo con Winches de arrastre) y de 10' x 10' de sección (Para el caso de acarreo con autocargadores neumáticos), avance de chimeneas de 4'x4' .

El número de labores de desarrollo y preparación totales que se están trabajando en Minera Aurífera Calpa es de 18 labores.

CUADRO N° 10

Labor de Desarrollo	N° de Labores	Sección
Galerías	6	7' x 8'
Chimenea	4	4' x 4'

CUADRO N° 11

Labor de Preparación	N° de Labores	Sección
Subniveles	6	5' x 6'
Buzones	2	

Las labores de desarrollo en Galerías debido a las características de la roca encajonante y mineralización se corren en un 100% con cuadros, es decir el ciclo comprende perforación, voladura, acarreo, cuadro. Como se ha mencionado las galerías tienen una sección de 7' x 8' y a medida que se va avanzando se van haciendo las labores de preparación respectivas armado de buzones, chimeneas, subniveles lo que permite tener cierta holgura en cuanto a labores ya que a medida que se agoten los tajos se tiene el reemplazo respectivo listo para entrar a la etapa de explotación, ello comprende chimeneas y subniveles comunicados entre si. Estas galerías son usadas para transporte de mineral relleno, servicios, etc.

Las labores de desarrollo y preparación de chimeneas son realizadas a partir de la galería con una preparación de 40m y una sección de 4' x 4' con una altura promedio de 40m. (de nivel a nivel). Estas Chimeneas sirven como chimeneas de relleno, ventilación, servicios y ocasionalmente como echadores de mineral y/o desmonte (En este último caso, para tal fin la Chimenea debe llevarse encribada desde un inicio usándose cribes de 5' x 6' de diámetro. Los cuales se van colocando a medida que se va levantando el tajo).

En Minera Aurífera Calpa se tiene como norma utilizar el subnivel como camino para el personal que corre la chimenea (como medida de seguridad) en caso contrario que no hubiera un subnivel aledaño se hace una chimenea auxiliar corta, paralela y a ± 3 m. de la chimenea, dejando un puente de ± 3 m. que luego será comunicado mediante un subnivel y que posteriormente servirá como camino para el personal

que corre la chimenea (Esto último se hace tanto para el mineral y/o estéril ya sea para chimeneas inclinadas o verticales).

III.3.3. OPERACION DE MINADO

La operación de minado son los trabajos conducentes a la extracción económica de los minerales contenidos en el Yacimiento. En nuestro caso comprende que está formado por un block (mineral) de 40'x 40'm con sus respectivas chimeneas de relleno en ambos extremos y con una altura promedio de 6' . Las labores de preparación previas para pasar a la etapa de explotación son los siguientes :

a) Labores de Preparación .-

Las labores de preparación de un tajo comprende :

- Construcción de chimeneas cada 40m. sobre galería, con una sección de 4'x 4' y una altura de 40m.

- Construcción de buzón camino en el centro del block (a 20m) de las chimeneas de relleno con una sección totalde 3'x 3'm es decir de 1.5 x 1.5m cada una, se construye el buzón (Tolva) mediante tablas de madera de 10'x 7" x 2" con una inclinación de 45° , el cual lleva una compuerta metálica (Trabaja manualmente) que permite al operador un descargue rápido y seguro.

- Construcción de subnivel a partir del buzón camino, dejando un puente aproximado de 3m. se corren subniveles horizontalmente hacia ambos lados con una sección de 5' x 6' hasta comunicar a las chimeneas que debilitan el block.

Tanto el buzón como el camino van encibados utilizando cribes de 1.5m x 6" de diámetro lo que le da un sección interior de 1.25 x 1.25m. a cada uno de ellos y a medida que el tajo se va levantando el encibado va subiendo simultáneamente.

El Camino presenta las siguientes características :

- Escaleras de 3m. mirando en una misma dirección y alternadas de un lado a otro para prevenir que la caída de personas u objetos pase más allá de la siguiente plataforma . Asimismo, se extiende como mínimo tres pies por encima de cada plataforma.
- Plataformas a nivel de 14" x 55" x 2" a continuación de cada escalera.
- Instalación de agua y aire a un lado del camino de tal manera no impida el libre tránsito de personal.
- Construcción de chimeneas cada 40m. Sobre galería con una sección de 4' x 4' y altura de 40m.

b. Labores de Explotación .-

Dentro de las Labores de explotación debemos distinguir dos tipos de acarreo:

- 1.- Winches de arrastre neumáticos
- 2.- Autocargadores neumáticos sobre llantas (Cavo).

Caso 1.-

El empleo de winches de arrastre predominan en un 80%, aproximadamente la explotación de un tajo comprende dos alas cada una con 20mt. de largo. El tonelaje promedio extraído por tajo considerando una potencia promedio de 1m. y un avance de 1.58m. es de 35 tn/guardia.

Caso 2 .-

El empleo de autocargadores neumáticos sobre llantas (Cavo) corresponde al 20% del total extraído para una potencia promedio de 2.5mt. y un avance de 1.58m el tonelaje promedio es de 60 tn/guardia.

En ambos casos se trabaja diariamente comprendiendo las operaciones unitarias de :

- Perforación
- Voladura
- Acarreo o limpieza
- Sostenimiento (En algunos casos mediante el uso de puntales)
- Relleno.

Para una producción requerida de 800 tn/día considerando el 80% para winches de arrastre y 20% autocargadores neumáticos tenemos:

a) Winches arrastre =

$$800 \times 0.8 = 640 \text{ tn/día} = 320 \text{ tn/guardia}$$

b) Autocargadores =

$$800 \times 0.2 = 160 \text{ tn/día} = 80 \text{ tn/guardia.}$$

Luego el número de labores requerida para cada uno de estos equipos es :

$$\text{N}^\circ \text{ labores winche} = \frac{320 \text{ tn.}}{\text{guardia}} / \frac{35 \text{ tn.}}{\text{guardia}} = 9$$

$$\text{N}^\circ \text{ labores autocargadores} = \frac{80 \text{ tn.}}{\text{guardia}} / \frac{60 \text{ tn.}}{\text{guardia}} = 2$$

Por seguridad se trabaja con dos tajos más en producción es decir estamos hablando de 13 labores en total 11 con winches de arrastre y 2 con autocargadores neumáticos.

Si a ello le agregamos el tonelaje extraído por concepto de labores de desarrollo que en nuestro caso es el orden del 20% tenemos un respaldo que nos permite mantener

stock de mineral para los domingos y feriados y en algunos casos jugar con las leyes de zonas que en determinado momento presenten leyes bajas.

c.- Transporte de Mineral .-

El transporte de mineral es de tres tipos:

1. Transporte de Interior Mina

Este tipo de transporte se realiza con locomotoras diesel repartidas estratégicamente en los distintos niveles de producción, utilizando carros mineros tipo balancín, tipo U35 (35p3) de 1.5 tn, hacia los ORE PASSES secundarios y de ahí a los ORE PASSES principal de extracción Nivel 1950.

Las locomotoras diessel usadas son marca JENBACH de tn. (Austria) , MINING EQUIPMENT de 4tn. y 3 tn. (USA) BROOK VILLE 6 tn. (USA) formando un total de 9 locomotoras en operación, teniendo una locomotora en stand by marca THE HUNSLET ENGINE Co. LTD. LEEDS OF 4 Tn. (England), para casos de emergencia.

2. Transporte Mina Planta.

Este tipo de transporte se realiza en el Nivel principal de extracción (Nivel 1950) de 10´x 10`de sección empleando para ello dos locomotoras diessel marca BROOK VILLE 6 Tn. (USA) y MINING EQUIPAMENT de 6 TN. (USA), las cuales extraen el mineral acumulado de los distintos ORE PASSES a superficie para descargarlo

en la Tolva de gruesos " A " de la planta de Beneficio (1000 TM de capacidad).

3. Transporte Cancha Planta.-

Este tipo de transporte se hace mediante volquetes (3 unidades) marca volvo de 12 tn. de capacidad y es muy importante por que permite seleccionar el tipo de mineral que se va a transportar.

- Mineral alta ley para lo cual se deposita en la tolva de gruesos "B" (250 TM de capacidad) aledaña a la anterior para su tratamiento en cianuración directa normalmente óxidos de las zonas de Alpaca y Vicuña.
- Mineral baja ley, que se emplea ocasionalmente para las campañas en domingos y feriados para su cabeceo con mineral relativamente alto (sulfuros y/o óxidos).
- Mineral dudoso, es el mineral que por razones de seguridad se depósita en las canchas para un posterior remuestreo y por presentar valores (leyes) muy aleatorias.
- Mineral económico que se deposita generalmente en las canchas para hacer campaña los domingos y feriados.

III.3.4 OPERACIONES UNITARIAS

Es el conjunto de operaciones que comprende el ciclo de perforación, voladura, acarreo, transporte sostenimiento y relleno. Los de mayor importancia son la perforación y voladura en promedio estas dos operaciones alcanzan el 40% de los costos de minado.

Deficiencias en la perforación y voladura influirán en un incremento de costos de las etapas siguientes, por lo que es necesario llevar un estricto control de estas dos etapas iniciales, estos costos son afectados por el grado de fragmentación, es decir por el tamaño del material disparado.

Es por estos motivos que en Minera Aurífera Calpa permanentemente esta en la búsqueda de reducir sus costos de perforación y voladura en base al seguimiento de sus equipos y el empleo de distintos explosivos y mallas de perforación adecuadas que permitan influenciar positiva y determinadamente en el resultado de un disparo es así que se ha llegado a algunas conclusiones que se mencionara mas adelante.

III. 3.4.1. Perforación.-

Dada las características del terreno y del método de explotación usado se hacia necesario utilizar un equipo de perforación muy versátil (para perforación, horizontal y vertical) fácil de transportar (en los tajeos y por los accesos de escaleras) y de alta eficiencia en las condiciones mas desfavorables. Por estas razones en Minera Aurífera Calpa se utiliza las perforadoras tipo Jack Leg, marca Atlas Copco, modelo BBC16W y como accesorios tipo cincel de 3'(Patero) y de 6' (Pasador) de 38 mm de diámetro respectivamente. Cabe mencionar, que estos equipos se utilizan en un 100% en la mina (Labores de Exploración, Preparación, Explotación y Desarrollo), con muy buenos resultados.

El tipo de roca se clasifica como suave y semiduros (roca volcánica, conglomerado y mineralización de sulfuros).

Uno de los mayores problemas que se tenia anteriormente era el desgaste prematuro de rotura de los barrenos y repuestos (Pistón, bocina Rifle Nut,

Water tube, etc), se hizo un estudio y se concluyo que el factor determinante era que la presión estática del aire comprimido era menor que la presión estática del agua en 0.5 bar cuando debía ser todo lo contrario $P_{\text{aire}} > P_{\text{agua}}$ en por lo menos un Bar, esto significaba la que estaba lavando el sistema de lubricación de las perforadoras, ello explicaba la presencia de :

- La espiga con brillo metálico, es consecuencia de una deficiente lubricación de la perforadora esto ocasiona la recristalización del acero y su probable rotura posterior.
- Las bocinas desgastadas deforman el culatín (Champeo), dando origen a un atascamiento del barreno a causa del deslizamiento del mismo, así como las roturas del water tube de la perforadora.
- Un avance excesivo y un barrido deficiente ocasiona un desgaste helicoidal, ya que el material triturado no son evacuados rápidamente.

Para contrarrestar este problema se diseño y construyo 2 tanques de agua ubicados estratégicamente (niveles intermedios) con la finalidad de bajar la presión de agua.

Para nuestros datos consideramos para todo los casos un avance por disparo igual al 88% de la longitud nominal del barreno, es decir 1.58m. Esto por que es imposible que operacionalmente se logre un avance por disparo igual al 100% de la longitud del barreno por los siguientes motivos :

- Perforación incompleta
- Angulo de perforación
- Desviación de los taladros
- Mala ubicación de la maquina perforadora
- Otros

Por estos conceptos se ha considerado un 88% de rendimiento.

Avance/disparo = 1.58, utilizando barrenos de 6'.

a) **Perforación en un tajo.** -

Como se sabe existen dos tipos de equipos a utilizarse en un tajo como son :

Tajo con winche de arrastre

neumático.-

Se utilizan maquinas perforadoras tipo Jack Leg, marca Atlas Copco BBC16W y barrenos integrales de 3' y 6' respectivamente en ese orden. Las características de la perforación en el tajo son :

- Veta Norte Uno
- Roca semi dura
- Malla perforación 0.8m x 0.8m.
- Tramo ala perforada 7m.
- N° de taladros 18
- Tonelaje 35 Tn/guardia
- Avance 1.58m.
- Tiempo perforación/taladro = 4.5min/Tal.
- Tiempo total de perforación 100min. (Incluye instalación equipos perforación, cambio / taladro).

Tajo con autocargadores

neumáticos (Cavo).-

Se utilizan maquinas perforadoras tipo JACK LEG, marca ATLAS COPCO BBC16W y juego de barrempes integrales de 3' y 6',

respectivamente, en ese orden.
Las características de la perforación en el tajo son :

- Veta Juliana
- Roca semi dura
- Malla perforación 0.7 x 0.7
- Tramo ala perforada 5m.
- N° taladros 21
- Tonelaje 60 Tn/guardia
- Avance 1.58m.
- Tiempo perforación / taladro 4.5.min.
- Tiempo total de perforación 115min. (Incluye instalación equipo de perforación; cambio / taladro).

b) **Perforación en Labores de Desarrollo y Preparación.-**

Una de la mayores preocupaciones en Minera Aurífera Calpa es lograr reducir sus costos de perforación y es en base a esto que continuamente se van haciendo pruebas, tanto en mallas de perforación así como en el uso de distintos explosivos es así que llegamos a determinar los parámetros de perforación para las diversas estructuras, aquí solo mencionaremos algunas de ellas.

Estas labores se realizan en estructuras mineralizadas ya conocidas utilizándose maquinas perforadoras tipo JACK LEG, marca ATLAS COPCO, modelo BBC16W y un juego de barrenos de 3' y 6' respectivamente.

Perforación en Galerías.- (Sección 7' x 8')

- Veta Celia
- Roca semi dura
- Malla perforación 0.45mx 0.45m.
- N° taladros 20
- Tipo arranque piramidal
- Avance 1.58m.
- Tiempo perforación / taladro 4min.
- Tiempo total perforación 100min.
(Incluye instalación equipo perforación y cambio / taladro).

Perforación en subniveles.- (Sección 7'x 8')

- Veta Celia
- Roca semi dura
- Malla perforación 0.4mx 0.4m.
- N° de taladros 15
- Avance 1.58m.
- Tiempo perforación / taladro 4.5min.

- Tiempo total perforación 85min.
(Incluye instalación equipo perforación y cambio / taladro).

Perforación en Chimeneas.- (Sección 4' x 4')

- Veta Celia
- Roca semi dura
- Malla perforación 0.4mx 0.4m.
- N° de taladros 10
- Avance 1.58m.
- Tiempo perforación / taladro 5min.
- Tiempo total perforación 65min.
(Incluye instalación equipo perforación y cambio / taladro).

c) **Perforación en Labores de Exploración**

Este tipo de perforación abarca galerías, chimeneas, cruceros, piques para nuestro ejemplo solo mencionaremos los datos de la perforación de un crucero en roca dura.

Perforación en un Crucero.- (Sección 7'y 8')

- Roca Dura
- Xc. 380N para cortar a Veta Norte
Dos

- Corte quemado
- N° de taladros 32
- Avance 1.58m.
- Tiempo perforación 5.5min/ taladro.
- Tiempo total de perforación 202 min.
(Incluye instalación equipo perforación y cambio / taladro).

Cabe mencionar, que en algunas zonas menos duras algunos cruceros están haciendo trazo en V (cuña), como el Xc 9988, (22 taladros) ó el Xc. 160 N (20 taladros).

d) **Perforación en Relleno Superficie**

Este tipo de perforación secundaria se realiza en superficie en algunos casos en que la roca (material estéril) sea muy dura y no permita un arranque fácil por parte del tractor para su posterior acumulación en las chimeneas de relleno principales y que luego serán transportados por las locomotoras por los distintos niveles hacia la labor requerida.

e) **Requerimientos de maquinas perforadoras.-**

El número de maquinas perforadoras que se requieren para una producción

de 800 Tn/día en Minera Aurífera Calpa es de 40 maquinas repartidas en las distintas labores de Desarrollo, Preparación, Explotación y Exploraciones. El 100% de maquinas perforadoras son marca ATLAS COPCO, modelo BBC16W utilizando un juego de barreno integrales tipo cincel de 3' (Patero) y de 6' (Pasador) de 38mm. de diámetro marca Sanvick Coromant.

CUADRO N° 12

LABORES		N° DE LABORES	N° DE MAQUINAS PERFORADORAS	MARCA
EXPLOTACION	TAJO WINCHE	11	11	ATLAS COPCO
	TAJO CAVO	2	2	ATLAS COPCO
Desarrollo y preparación		16	16	ATLAS COPCO
Exploraciones		8	8	ATLAS COPCO
Relleno		1	1	ATLAS COPCO
Total		38	38	

Como se observa en el presente cuadro en Minera Aurífera Calpa, se tiene un programa agresivo en Labores de Desarrollo, Preparación y Exploración, para lo cual se requiere un programa de mantenimiento de maquinas perforadoras constante que nos garantice cumplir con nuestros avances de acuerdo al programa del mes. Para ello se lleva el récord de cada una de las maquinas mediante el uso de una tarjeta en el cual se detalla todas sus

características como fecha de ingreso, récord de perforaciones, fecha de internamiento, etc. En nuestro caso la vida promedio de las maquinas perforadoras es de 80,000 pies perforados y el rendimiento de los barrenos integrales es de aproximadamente 1500 pies.

III.3.4.2. **Voladura.-**

Los factores que influyen un disparo esta determinado por tres variables fundamentales que influenciara predominantemente en los resultados de un disparo.

- El explosivo
- La geometría del disparo
- La masa rocosa

El explosivo es una mezcla de sólidos y líquidos que con la aplicación de un estímulo apropiado a una pequeña porción de la masa explosiva, esta se convierte en un pequeño intervalo de tiempo en otras sustancias mas estables, con una liberación de calor y altas presiones y gran cantidad de gases, los cuales se expanden rápidamente con fuerzas suficientemente grandes para vencer

fuerzas confinantes de la roca circundante.

El material explosivo luego de la detonación, produce una fuerza de ruptura, cuando el taladro esta confinado en la roca mayormente la energía violenta "strain energy" (SE) creara fracturas radiales en la roca a partir del foco de energía "bubble energy" BE, los gases a alta presión expandirán las fracturas creadas.

El estimulo mencionado, puede ser provocado accidentalmente por fricción, impacto o calor, pero bajo condiciones controladas se producirá una onda de choque, por la incorporación de un detonador en la carga explosiva.

Propiedades de los explosivos :

Velocidad de detonación.-

Es la velocidad a la cual la onda de choque viaja a través de la columna explosiva, depende de la densidad, tamaño partícula, diámetro de taladro y grado de confinamiento.

Potencia del cartucho.-

Es el trabajo útil realizado por un explosivo.

Sensibilidad.-

Es la facilidad con que un explosivo es detonado. El explosivo puede ser sensible al choque, sensible al calor, sensible a la llama.

Densidad.-

Se expresa en términos de gravedad específica. Es muy importante por su relación directa con el "brisanca", mientras mayor en su densidad mayor será su velocidad de detonación y su brisanca.

Simpatía.-

Es la explosión inducida por un cartucho iniciador a otro que está próximo. Es importante por que asegura la continuidad de explosión dentro del taladro.

Presión de detonación.-

Es la presión que existe en el recorrido de la onda de detonación. Es una propiedad muy importante especialmente para rocas duras. Esta

presión creada fragmentara y le dará al explosivo el poder fragmentador o brisance.

Resistencia al agua.-

Para taladros secos no se requiere, pero en zonas donde existe bastante agua es muy importante por que evitaremos el deterioro de su sensibilidad, al resistir una prolongada exposición al agua sin perder sus características.

Volumen de gases de explosión.-

Este valor indica cuantos litros de gases se producen después de una explosión de 1 kg. de explosivo en condiciones de 0°C y una atmósfera de presión, tiene relación directa con la fuerza de los explosivos.

Categorías de humos.-

La detonación de todo explosivo produce vapor de agua y gases inocuos pero también llamados "humos" como el monóxido de carbono y el bióxido de nitrógeno. Según su grado de densidad se clasifican en tres categorías.

1a. Categoría

Se emplean en cualquier labor subterránea.

2a. Categoría

Solo se emplean las que garanticen una buena ventilación.

3a. Categoría

Solamente se emplea en superficie. Todas estas propiedades son las que se deben tener en cuenta al elegir un explosivo, es así que en Minera Aurífera Calpa (agente voladura) en su busqueda de encontrar el explosivo ideal empleo en sus inicios anfo (agente voladura), el cual era cebado con un cartucho de dinamita que le daba la energía necesaria para su iniciación, luego uso dinamita de diversas marcas como EXSA, Dinasol y Famesa, en ese orden respectivamente. Esta ultima en base a varias pruebas realizadas en las distintas labores es la que mejor resultado no ha dado en cuanto a rendimiento y costo que nos ha permitido un ahorro anual de \$ 20,000 sin considerar el ahorro que se tiene en accesorios de voladura y en barrenos y es que los parámetros de voladura han

sido adecuados al rendimiento de la dinamita Famesa.

En Minera Aurífera Calpa los elementos que conforman una voladura son :

1) **El explosivo.-**

La dinamita marca Famesa tipo semigelatina de 65% y 45% de 7/8 x 7".

2) **Accesorios de voladuras.-**

- **Mecha de seguridad**

Se utiliza la mecha de seguridad de color blanco marca Famesa, con una velocidad de combustión promedio de 47 seg/pie.

- **Fulminante simple**

Se utiliza el fulminante N° 6, marca Famesa. Se usa para iniciar la dinamita el cual forzosamente debe ser iniciado por una mecha de seguridad.

a) **Voladura en un tajo**

Se indicaran para los dos casos los tiempos respectivos, tanto para tajo con winche de arrastre y para tajo con autocargador neumático (Cavo).

- Carguio / taladro 1.5min.
- Tiempo total de carguio 35min.
- Tiempo de encendido 2min.
- Tiempo de ventilación 60min.
- Tiempo total voladura en tajo 97min.

Voladura en tajo con autocargador neumático (Cavo)

- N° Taladros 21
- N° Cartuchos / taladro 4
- Total de cartuchos 84
- Tiempo preparación cebos 9min.
- Carguio / taladro 1.5min.
- Tiempo total de carguio 4.0min.
- Tiempo de encendido 2.5min.
- Tiempo de ventilación 60min.
- Tiempo total voladura en tajo 103min.

b) **Voladura en Labores de Desarrollo y preparación.**

Voladura en Galería (7' x 8')

- N° Taladros 20
- N° Cartuchos / taladro 5
- Total de cartuchos 100
- Tiempo preparación cebos 8min.
- Carguio / taladro 1.5min.
- Tiempo total de carguio 38min.
- Tiempo de encendido 2.5min.
- Tiempo de ventilación 60min.
- Tiempo total voladura en tajo 100.5min.

Voladura en Subniveles (5' x 6')

- N° Taladros 15
- N° Cartuchos / taladro 4
- Total de cartuchos 6
- Tiempo preparación cebos 7min.
- Carguio / taladro 1.5min.
- Tiempo total de carguio 29.5min.
- Tiempo de encendido 2min.
- Tiempo de ventilación 60min.
- Tiempo total voladura en tajo 91.5min.

Voladura en Chimeneas (4' x 4')

- N° Taladros 10
- N° Cartuchos / taladro 4
- Total de cartuchos 40
- Tiempo preparación cebos 5min.
- Carguio / taladro 1.5min.
- Tiempo total de carguio 20min.
- Tiempo de encendido 2min.
- Tiempo de ventilación 60min.
- Tiempo total voladura 82min.

c) **Voladura en Labores de Exploración**

Para nuestro caso solo mencionaremos los datos tomados de un crucero en roca dura.

Voladura en un Crucero (Sección 7' x 8')

- N° Taladros 32
- N° Cartuchos / taladro 5 (Ayudas, cuadradores, alzas y pisos), 6 (arranques).
- Total de cartuchos 148 (3 taladros quedan vacíos)
- Tiempo preparación cebos 12min.
- Carguio / taladro 1.5min.
- Tiempo total de carguio 60min.
- Tiempo de encendido 3min.
- Tiempo de ventilación 60min.
- Tiempo total voladura en tajo 123min.

Para todos los casos la dinamita usada es la de marca Famesa semigelatina de 65 y 45% de 7/8 x 7" cuyo uso en particular dependerá básicamente de la dureza de la roca en la que estamos trabajando. El método de iniciación o encendido es el convencional de chispeo taladro por taladro (encendió individual).

III.3.4.3. **Acarreo o Limpieza.-**

El acarreo es la remoción de material derribado (mineral o desmonte) en corta distancia.

Acarreo en tajos

En los tajos de explotación se denomina acarreo o limpieza del mineral al conjunto de operaciones unitarias, hasta depositar el mineral en las tolvas del tajo como rastrillado, lampeo y cargui y descargue con autocargadora neumáticos sobre llantas (Cavo).

En Minera Aurífera Calpa, se cuenta con los siguientes equipos para el acarreo en tajos.

- Winche de arrastre neumáticos de dos tambores, marca JOY de 10 HP, rastrillo de 36" con cable de acero de 1/4" y 3/8" (14 unidades, 3 stand by).
- Autocargadores neumáticos sobre llantas (Cavo), marca ATLAS COPCO, modelo 310 (4 unidades, 2 en stand by).
- Carretilla, lampa y pico (Excepcionalmente en los casos en que la veta es muy angosta y sea difícil un acarreo con los equipos convencionales).

Acarreo en frentes (Galería y cruceros)

En los frentes de avance se denomina acarreo o limpieza al carguio en el frente, pudiendo ser carguio manual o mecánico y su correspondiente traslado a los echaderos o cambios de vía.

Como equipo mecánico de carguio se usan palas mecánicas convencionales (sobre rieles) cuyo principio de carguio mediante sistemas de impulsión le permite cargar todo material disparado para luego ser transportado.

En Minería Aurífera Calpa se cuenta con los siguientes equipos :

- Pala neumáticas mecánicas 128, marca EIMCO (2 unidades)
- Pala neumáticas mecánicas LM36 y Lm37 marca ATLAS COPCO (12 unidades).

III.3.4.4. Transporte.-

El transporte es la translación del material derribado en distancias mayores que en el acarreo y se puede clasificar en tres tipos :

a) Transporte de interior mina

El transportador en interior mina se realiza con locomotoras diesel, el cual va recolectando el mineral de los buzones de las distintas labores mediante el uso de carros mineros tipo balancín, tipo U35 de 1.5. Tn. De capacidad, hacia los ORE PASS secundarios y de ahí a los ORE PASS principales que están comunicados al nivel principal de extracción Nivel 1950.

En los niveles secundarios cada locomotora tiene un promedio de 10 carros por nivel.

Las locomotoras usadas en los distintos niveles son los siguientes:

CUADRO N° 13

Nivel	Marca de Locomotora	Peso	N° de Carros
2311	MINING EQUIPMENT (USA)	3 Tn	8
2269	BROOK VILLE (USA)	6 Tn	10
2227	JENBACH (AUSTRIA)	3 Tn	10
2184	JENBACH (AUSTRIA)	3 Tn	12
	MINING EQUIPMENT (USA)	4 Tn	
2143	JENBACH (AUSTRIA)	3 Tn	10
2100	JENBACH (AUSTRIA)	3 Tn	10
	MINING EQUIPMENT (USA)	4 Tn	
2020	JENBACH (AUSTRIA)	3 Tn	9
TOTAL	09 LOCOMOTORAS + 1 (Stand by)		

Hay una locomotora en stand by, marca THE HUNSLET ENGINE Co. LTD. LEEDS DE 4Tn (England).

b) **Transporte Mina Planta**

El mineral recolectado por las locomotoras en los niveles secundarios hacia los ORE PASSES principales es extraido en el nivel 1950 por dos

locomotoras diesel hasta superficie para descargarlo en la planta de Beneficio en la tolva de gruesos "A".

Los equipos utilizados son los siguientes :

CUADRO N° 14

Nivel	Locomotora	Peso	N° Carros
1950	BROOK VILLE (USA)	6 Tn.	30
1950	MINING EQUIPMENT (USA)	6Tn.	-

Para cumplir con el tonelaje por guardia de 400 Tn/guardia la locomotora necesita hacer un promedio de 9 viajes/guardia, el ciclo de la locomotora estimado tiempos promedios para el perfil de acarreo de la máxima distancia de 3 km a una velocidad normal es :

Tiempo de ida	25min.
Tiempo de descarga	8min.
Tiempo de retorno	18min.
Tiempo de carguio	10min.
Otros	6min.
	—————
	67min.

El ciclo total de la locomotora será de 67 min/viaje, cabe mencionar que la segunda locomotora es solo un apoyo que le permite agilizar el carguio y reducir el numero de maniobras a la primera locomotora, ya que solo una de ellas es la que sale a superficie a la Planta de Beneficio, ambas locomotoras están 100%

operativas y en el caso de que alguna tenga desperfectos mecánicos una sola locomotora puede cumplir con el tonelaje programado por guardia.

c) **Transporte Cancha Planta**

El mineral acumulado en las canchas se va agrupando en diversos stocks que luego serán muestreados para su posterior transporte a :

- La tolva "A"
Para su tratamiento normal de flotación, cianuración, etc, (Normalmente sulfuros y oxido de ley un poco mayor que la cabeza)
- La tolva "B"
Para su tratamiento en base a cianuración directa que permite una mayor recuperación de los óxidos de alta ley que como se sabe son muy lentos para la flotación evitándose así el escape del oro libre en el relave de flotación.

El ciclo de los volquetes es el siguiente :

Tiempo de ida	40min.
Tiempo de descarga	4min.
Tiempo de retorno	35min.
Tiempo de carguio	6min.
Otros	4min.
	<hr/>
	89min.

Para este tipo de transporte se cuenta con los siguientes equipos

- Volquete, marca Volvo de 12 Tn de capacidad (3 unidades).
- Cargador frontal, marca Caterpillar CAT 930T y CAT 950E (2 unidades).

III.3.4.5. **Sostenimiento** .-

La finalidad del sostenimiento consiste en proporcionar estabilidad a las diferentes labores mineras como galerías, cruceros, subniveles, chimeneas, tajeos de explotación, etc.

En Minera Aurífera Calpa se usan dos tipos de sostenimiento.

Sostenimiento Natural.-

Que consiste en sostener las labores sin el empleo de materiales de sostenimiento. Esto se logra con un buen estudio del comportamiento mecánico de las rocas y a los trazos adecuados de perforación y voladura. Normalmente esto se logra en los cruceros y en algunas zonas de las galerías ; en este segundo caso es un poco difícil por las características de la roca encajonante que consiste en una andesita sumamente alterada y fracturada, usandose para tal fin el sostenimiento artificial.

Sostenimiento Artificial.-

Consiste en brindarle estabilidad a las labores mineras mediante la utilización de diversos materiales de sostenimiento como madera (redondos y tablas) que se usan en cuadros, puntales y encribado.

El sostenimiento en base a madera de acuerdo a la diversidad de labores requiere asimismo de madera de diversas medidas que las podemos clasificar por labores en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 15

Labor	Cribbing's	Redondos 8", 9", 10" X 1.8m	Redondos 8", 9", 10" X 2.4m	Redondos 8", 9", 10" X 2.6m	Redondos 4", 5", 6" X 3m	Tablas 2' x 8" x 10
Tajo	x	x			x	x
Galerías		x	x	x	x	
Cruceros		x	x	x		
Chimeneas	x					
Subniveles	x	x				x

A continuación se describen algunos de los usos que tienen :

Cribbing's.-

Básicamente se utilizan en el encribando de buzones / camino de tajos y/o subniveles y en chimeneas.

Redondos (8", 9", 10" x 1.8m)

Se utilizan en los sombreros de los cuadros y solo en caso necesario cuando la caja del buzón / camino del tajo este peligroso como cuadros de sostenimiento (guarda cabeza)

Redondos (8", 9", 10" x 2.4m)

Se utilizan como postes para el refuerzo de cuadros (redoblar cuadros rendidos).

Redondos (8", 9", 10" x 2.6m)

Se utilizan como postes normalmente en galerías y cruceros recientes.

Redondos (4", 5", 6" x 3m)

Se utilizan en el enrejado y encamado de los cuadros de tajos y galerías ; ocasionalmente se cortan por la mitad para ser usado como puntales de seguridad en los tajos.

Tablas (2"x 8"x 10")

Usado normalmente para el armado de buzones / camino, estas se cortan para ser usados como

del puntal de seguridad las cuales se colocan perpendicularmente a la cajas.

El relleno también esta considerado como un tipo de sostenimiento artificial, pero se vera como otro punto mas adelante.

III.3.4.6. **Relleno.-**

El método de corte y relleno convencional ascendente utilizado en Minera Aurífera Calpa, es usado en un 100%. Ello involucra que el espacio vacío dejado por el mineral extraído debe ser cubierto con material estéril que en un 85% proviene de superficie y un 15% proviene de las labores de exploraciones y desarrollos (Cruceros, Chimeneas y galerías de baja ley).

El abastecimiento de relleno con material de superficie se hace mediante los siguientes equipos pesados :

- Tractor sobre orugas CAT D6D (2 unidad)
- Tractor sobre orugas FIAT AD14C (1 unidad)
- Cargador Frontal CAT 930T (1 unidad)
- Cargador Frontal CAT 950E (1 unidad)

Los cargadores frontales se usan alternadamente, tanto en relleno como en el carguio de mineral en el transporte con volquetes.

El material estéril (relleno) es transportado por diversas locomotoras diesel ubicadas estratégicamente en los niveles inferiores hacia las labores de explotación (Tajos) que requieran de relleno. El sistema de trabajo en las labores de explotación consiste en tener una ala en producción y la otra en preparación, es decir en relleno, esto se aplica tanto para el acarreo de mineral empleando winches de arrastre o autocargadores neumático. Normalmente la altura dejada entre el piso y el techo una vez rellenada la ala es de 6' en casos excepcionales en que las cajas presenten un grado de fracturamiento y fallamiento muy marcados se rellena a una altura de 3', evitándose así posibles derrumbes en el tajo.

III.3.4.7. Ciclo de Minado y Relleno.-

El ciclo de minado y relleno se estima según los datos calculados para las operaciones unitarias que comprende perforación, voladura, ventilación, acarreo y relleno.

En el siguiente cuadro se estima el ciclo de minado y relleno para una labor en explotación usando winches de arrastre y autocargadores neumáticos (Cavo), para una eficiencia operativa de 50 min/hora.

Estos tiempos promedios son los mas probables que debe durar el ciclo de minado y relleno, por ser los mas concordantes con la realidad operacional,

teniendo en cuenta las bondades y restricciones operacionales.

CUADRO N° 16

LABOREO	EFECTIVAS HORAS DE TRABAJO		EFICIENTE OPERATIVA 50min/Hora	
	Tajo winche arrastre	Tajo Autocargador Neumático	Tajos winche arrastre	Tajo Autocargador neumático
Perforación	1.67	1.91	2.00	2.30
Voladura	1.61	1.71	1.94	2.06
Ventilación	1.00	1.00	1.20	1.20
Acarreo	5.00	5.00	6.00	6.00
Relleno	4.00	4.00	4.80	4.80

En todo centro de trabajo de las horas de trabajo / turno, solamente un porcentaje de tiempo es utilizado en realizar la actividad propiamente (Horas efectivas de trabajo) y el otro porcentaje de tiempo es desperdiciado en las demoras, esperas, transporte, etc. (Tiempos muertos). En Minera Aurífera Calpa el porcentaje de horas efectivas es aproximadamente 82% de las horas trabajadas / turno y el resto es tiempo muerto.

El ciclo de minado y relleno para las diferentes operaciones de una labor en explotación comprende tramos de 7m (winches de arrastre) y 5m. (autocargadores neumáticos), atacando desde la chimenea de relleno hacia el buzón / camino del tajo; mientras que un ala esta en producción la otra esta

en relleno hasta completar un total de tres turnos (winches de arrastre) y de 4 turnos (autocargadores neumáticos), ellos significa que cada 3 días empieza un nuevo ciclo (winches de arrastre) y de 4 días (autocargadores neumáticos).

La política de la empresa es mantener un ciclo ordenado, lo cual va a estar en función directa del grado de organización, control, coordinación, incentivo, etc, que se este dando, permitiendo así aumentar el porcentaje de horas efectivas de trabajo (rendimiento) y disminuir los tiempos muertos.

III.3.5. NIVEL DE PRODUCCION

El nivel de producción en el año 1996 es una combinación de óxidos y sulfuros en la proporción siguiente 80% sulfuros y 20% óxidos. En el cuadro N°1 se describe detalladamente los avances, tonelajes, leyes por vetas así como el aporte de cada uno de ellos (%). Cabe señalar que la relación óxidos/sulfuros ha variado en el transcurso de los años, siendo los años 93, 94, 95, en que el porcentaje de sulfuros llega a su máximo 95% esto debido principalmente al "Agotamiento" en este entonces de la reservas de la zonas de óxidos y al inicio de las zonas de sulfuros que nos permitió llegar a tener labores de explotación hasta el nivel 1950.

La política de la empresa de mantener un plan agresivo en labores de desarrollo y de exploración ha permitido encontrar nuevas estructuras y reiniciar otras que se dejaron

por que aparentemente no presentaban continuidad, lográndose de esta manera incrementar el porcentaje de óxidos y de sulfuros con mejores leyes y recuperaciones y por ende un aumento de reservas cuya única finalidad es darle mayor vida a la mina haciéndola operacionalmente rentable.

**NIVEL DE PRODUCCION
CUADRO N° 17**

1. AVANCES, TONELAJES Y LEYES POR VETAS OBTENIDAS EN EL AÑO 1996 (CUADRO I)

N°	VETA	AVANCES (m)						EXPLORACION		TOTAL				% APORTE
		Gal.	Ch.	Xc.	S/N	Pique	Total	Desarrollo	Preparac.	\$	g Au/t	\$	g Au/t	
								\$	g Au/t					
1	Norte Uno	1,313.00	1,070.9		766.05		3,149.95	31,797	4.41	53,300	3.93	85.097	4.11	35.0
2	Don Ernesto	350.20	141.15		25.35		516.70	4,173	3.02			4.173	3.02	2.0
3	San Lorenzo		64.60	8.70	319.55		392.85	5,731	2.68			5.731	2.68	2.0
4	Hilo	271.35	216.00		127.35	32.20	646.90	5,570	4.16	9,387	3.90	14,957	4.00	6.0
5	Julio Uno	56.30	161.50		157.80		375.60	2,200	3.78	10,372	4.08	12,572	4.03	5.0
6	Cecilia	391.85	578.10		477.20		1,447.15	12,790	4.98	38,292	4.30	51,082	4.47	21.0
7	Sin Nombre	13.00			13.50		26.50	388	4.07	2,004	3.45	2,392	3.55	1.0
8	M	435.40	324.56	18.65	169.95		948.56	7,655	3.93	27,856	3.69	35,511	3.74	15.0
9	Buena Vista	63.60	52.70		10.70		127.00	1,387	5.48			1,387	5.48	0.6
10	Fastidiosa	32.40	38.30		52.90		123.60	1,254	2.84	2,227	3.88	3,481	3.51	1.5
11	Santo Tomas	34.10	71.00	10.30	108.50		283.90	1,983	3.55	1,161	2.65	3,144	3.22	1.0
12	Vicuña	594.47	351.30	11.80	221.31		1,178.88	5,068	4.54	4,240	7.13	9,308	5.72	4.0
13	Vicuñita	45.80					45.80	160	3.15			160	3.15	0.1
14	Ramal 680	81.00					81.00	1,519	2.93			1,519	2.93	0.6
15	Alpaca	623.12	330.75		216.40		1,170.27	6,702	6.00	2,347	5.68	9,049	5.92	4.0
16	Juliana	74.50	24.65	2.35	61.90		163.40	2,998	3.62	379	3.38	3,377	3.59	1.0
17	A	53.80	3.50				57.30	426	3.05			426	3.05	0.2
18	Pablito	13.50					13.50							
19	Cruceros y otros		118.50	1,646.72	10.80		1,776.02							
TOTAL		4,507.39	3,547.39	1,698.52	2,739.26		12,524.88	91,801	4.28	151,565	408	243,366	4.16	100
PORCENTAJE		35.99	28.32	13.56	21.87	0.26	100	38		62		100		

CAPITULO IV

PLANTA DE BENEFICIO

La planta de Beneficio, esta diseñada para el tratamiento de minerales auríferos a una capacidad diaria de 800 Tn. concentrando primero por flotación la pirita aurífera y luego cianurando el concentrado para obtener el bullion de oro y plata. El mismo proceso, pero sin pasar por flotación se realiza la cianuración directa de óxidos de leyes altas, para ello se separan sulfuros y óxidos de leyes bajas en la tolva de 1000 TM de capacidad "A" y los óxidos de leyes altas que pasaran por cianuración directa en la tolva de 250 TM. de capacidad "B".

IV.1. Descripción del Proceso

Como puede apreciarse en el FLOW SHEET, adjunto la Planta de Beneficio cuenta con las secciones de chancado, molienda, flotación, cianuración del concentrado, precipitación del oro y la plata y la fundición del precipitado.

IV.1.1. Chancado

El mineral procedente de la mina mediante carros mineros, es almacenado en una tolva de gruesos "A" de 1000 TM. de capacidad, la cual esta provista de una parrilla de 5" de luz, sulfuros y óxidos de baja ley. Para el caso de cianuración directa este mineral abastecido por volquetes de 12 Tn. de capacidad hacia la Tolva de gruesos "B" de 250 T.M. de capacidad, la cual esta provista de una parrilla de 5" de luz, óxidos de alta ley en un 100%.

El mineral de - 5" es triturado en dos etapas, utilizando primero una chancadora de quijadas de 10" x 24", cuyo producto triturado es

llevado por una faja transportadora hasta la zaranda vibratoria de 5' x 10', los gruesos pasan a una chancadora cónica de cabeza corta de 3' de diámetro, obteniéndose un producto chancado de - 5/8", que unidos con los finos de la zaranda vibratoria, son depositados en una tolva para su molienda.

IV.1.2. Molienda

La molienda se realiza en dos circuitos que cuentan cada uno con un molino de bolas de 7' x 7' con capacidad de 400 Tm/día c/u, circuito cerrado con su respectivo clasificador helicoidal de 48" x 27', el grado de molienda es de 45% malla - 200.

IV.1.3. Flotación

La flotación de la pirita aurífera se efectúa en dos circuitos rougher paralelos, uno para cada molino, mientras que la flotación scavenger se realiza en un solo circuito común, la pulpa provenientes de los clasificadores helicoidales son conducidos a dos tanques acondicionadores de 5' x 5' y 8' x 8', donde se les adiciona los reactivos ; luego pasan a las respectivas celdas de rougher y finalmente a las celdas de flotación scavenger, que es común para ambos circuitos.

La flotación de limpieza se hace en dos circuitos paralelos independientes.

El relave final de flotación sale del circuito de flotacions scavenger, siendo almacenado en un espesados metálico para la recuperación del agua, donde es decantada y reciclada al proceso, el Under Flow de este espesador es conducido por gravedad a la cancha de relaves utilizando un canal excavado en el mismo

evapora e infiltra en el subsuelo de la misma relavera, sin salida visible en el terreno.

IV.1.4. Lixiviación de concentrados

Los concentrados de flotación se clasifican y remuelen en dos molinos de bolas de 5'x 5 c/u, que operan en circuito cerrado con hidrociclones de 4, hasta el tamaño de partícula de 70% de la malla - 325.

El relave de los ciclones se densifica en un espesador cuyo densificado pasa a cianuración en ocho agitadores, en un tiempo de agitación de 50 horas, luego a un lavado en contracorriente en cuatro espesadores.

La pulpa densificada del espesador N° 5 se conduce a la cancha de relaves de cianuración, almacenándose en forma separada de los relaves de flotación, el contenido de agua es igualmente evaporado en el medio ambiente seco y filtrado en el subsuelo de la misma relavera sin salida visible en el terreno.

IV.1.5. Precipitación y Fundición

La solución rica de los tanques es conducida a otros dos tanques para su clasificación preliminar, luego se traslada a una torre crowe de desaireacion y enseguida a las cajas de precipitación, donde se adiciona polvo de zinc.

El precipitado se seca y funde en un horno de crisol, obteniéndose un bullion de oro y plata que se envía a Lima para su refinación y comercialización ; las leyes son de 29.2% de Au y 60.4% Ag.

IV.2. Reactivos utilizados

Los reactivos utilizados en el proceso son los siguientes :

- Xantano isopropilico de sodio Z-11 que es el promotor de la flotación de los sulfuros
- Aerofloat 208, como promotor de la flotación de los sulfuros.
- Aeropromotor 404, como promotor de la flotación de los sulfuros.
- Dow Froth 250, como espumante de la flotación de sulfuros.
- Cianuro de sodio, como disolvente del oro y plata.
- Cal apagada, se emplea como modificador del pH de la pulpa, protegiendo la descomposición del cianuro.
- Acetato de plomo, mejora la precipitación del oro y la plata, a partir de la solución rica.
- Polvo de zinc, precipita el oro y la plata de la solución rica.

En resumen los reactivos utilizados son :

FLOTACION

REACTIVO	COMPOSICION	CONSUMO (Kg/TMS)
Xantato Z-11	XANTATO	0.02419
Aero Promotor 404	MERCAPTO BENZOTIAZOL	0.03454
Aero Float 208	ETIL SEC BUTIL DITIOFOSFATO	0.03454
Dow Froth 256	POLIPROPILEN GLICOL	0.0156
Bolas de acero 3 ^{1/2} "		0.675

REACTIVO	COMPOSICION	CONSUMO (Kg/TMS)
Cianuro de sodio	CIANURO DE SODIO	4.82
Cal	OXIDO DE CALCIO	7.47
Polvo de zinc	ZINC	0.11
Acetato de plomo	ACETATO DE PLOMO	0.01
Magnafloc 351	POLIACRILAMIDA	0.06
Bolas de acero 2"		1.42

IV.3 Balance Metalúrgico

PRODUCTO	PESO t.	LEY g/t	CONT. gAu	RECUP. %
Alimentacion	20,672.00	3.46	71,449.97	
Concentrado	2,970.11	20.74	61,604.31	86.22
Relave	17,701.89	0.56	9,845.66	

RADIO DE CONCENTRACION : 6.96

IV.3.1. Balance Metalúrgico Acumulado Año 1996

CIRCUITO DE FLOTACION

PRODUCTO	PESO	LEY g/t	CONT. gAu.	RECUP. %
Alimentacion	243,366.00	4.16	844,672.00	
Concentrado	35,034.30	20.98	735,156.83	87.03
Relave	199,587.70	0.55	109,515.17	

RADIO DE CONCENTRACION : 6.70

CIRCUITO DE CIANURACION

PRODUCTO	PESO t.	LEY g/t	CONT. gAu	RECUP. %
Material cianurado	35,270.80	20.89	736,711.08	71.90
Solución rica	152,405.00	3.48	529.698.02	
Relave de cianuración	35,270.80	5.87	207.013.06	

RECUPERACION PROMEDIO ANUAL

$$87.03 \times 0.7190 = 62.57\%$$

IV.4. LISTADO DE EQUIPOS DE LA PLANTA DE BENEFICIO

CANT,	SECCION CHANCADO	DESCRIPCION
1	Tolva de gruesos "A"	1000 TM
1	Tolva de gruesos "B"	250 TM
1	Alimentador de placas	
1	Grizzly vibratorio	
1	Chancadora de quijadas	10" X 24"
1	Chancadora de quijadas	10" X 18" (*)
1	Chancadora vibratoria	3' X 10'
1	Zaranda vibratoria	3' X 6' (*)
1	Chancadora de cono simond's	3'
1	Tolva de finos "A"	400 TM
1	Tolva de finos "B"	80 TM

CANT.	SECCION MOLIENDA	DESCRIPCION
2	Molino de bolas	7' x 7'
1	Molino de bolas	5' x 5'
2	Clasificador helicoidal	48" x 27'
1	Clasificador de rastrillo	36" x 14' 8" (*)

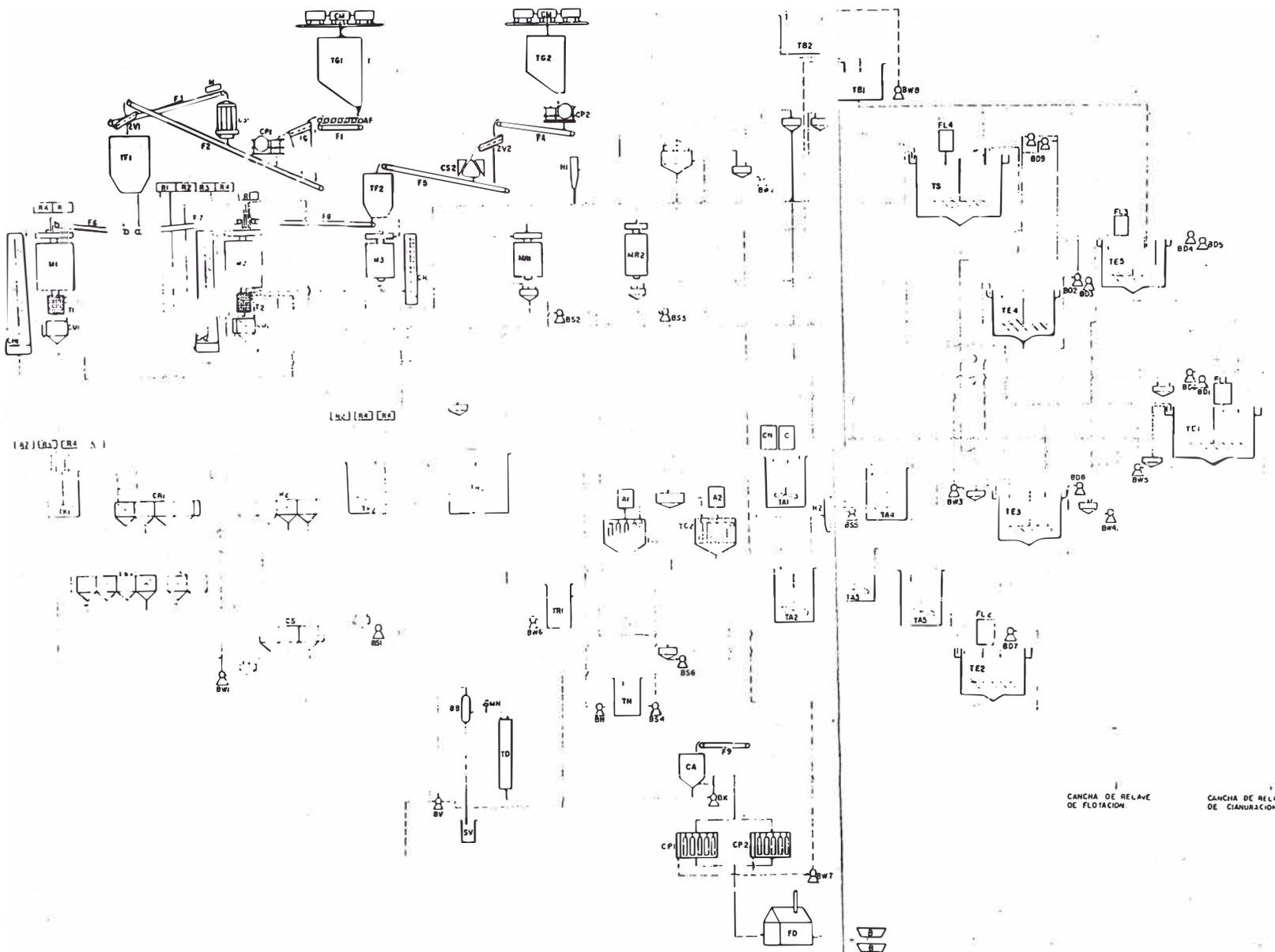
CANT.	SECCION FLOTACION	DESCRIPCION
2	Celda unitaria	N° 750
1	Acondicionador	5' x 5'
1	Acondicionador	8' x 8'
11	Celdas de flotación	DR-30
4	Celdas de flotación	Sub - A N° 18 SP
2	Celdas de flotación	Sub - A N° 24

CANT.	SECCION REMOLIENDA	DESCRIPCION
1	Molino de bolas	5' x 5'
1	Molino de bolas	4' x 10'
1	Hidrociclón	10"
4	Hidrociclón	4"

CANT.	SECCION CIANURACION	DESCRIPCION
1	Espesador	30' x 10'
1	Agitador	18' x 19'
1	Espesador	20' x 10'
1	Espesador	23' x 10'
1	Espesador	23' x 8'
1	Tanque de solución rica	5' x 11'
1	Tanque de solución rica	20' x 10'

CANT.	SECCION PRECIPITACION
1	PLANTA MERRIL - CROWE DE PRECIPITACION

(*) EQUIPOS EN STAND BY.



- TG1 TOLVA DE GRUESOS CAP 1000 TM
- TG2 TOLVA DE GRUESOS CAP 300 TM
- AF ADORN. FRENTE
- CP1 CHANCADORA PRIMARIA DE QUIJADA 10' x 16"
- CP2 CHANCADORA SECUNDARIA DE MINERAL
- M MAGNETO
- ZV1 ZARANDA VIBRATORIA 5' x 10'
- ZV2 ZARANDA VIBRATORIA 3' x 6'
- CS1 CHANCADORA SECUNDARIA SYMONS 3'
- CS2 CHANCADORA SECUNDARIA CAHUDE 2'4"
- TF1 TOLVA DE FINOS CAP. 450 TM
- TF2 TOLVA DE FINOS CAP 150 TM

SECCION MOLINERIA

- M1-2 MOLINO DE BOLAS 7' x 7'
- M3 MOLINO DE BOLAS 5' x 5'
- M1-2 PROMUELS V8 8 MALLA
- CH-2 CLASIFICADOR HELICOIDAL 48' x 21'
- CR CLASIFICADOR DE RASTRILLO 36' x 14'8"

SECCION FLOTACION

- QUI-2 CELLA UNITARIA DE FLOTACION 750.
- R1 XANTATO ISOPROPILICO DE SODIO 2" 11.
- R2 ESPUMANTE DOWFROTH DW-250.
- R3 PROMOTOL AEROFLOT A-20B.
- R4 PROMOTOR AERO A-4CA.
- TK1 TANQUE ACONDICIONADOR 5' x 5'.
- TK2 TANQUE ACONDICIONADOR 8' x 8'.
- CR1-2 CELDAS DE FLOTACION ROUGHER DR 30.
- CC1 CELDAS DE FLOTACION CLEANER SUB. A-18 SP.
- CC2 CELDAS DE FLOTACION CLEANER 24 SUB. A.
- CS CELDAS DE FLOTACION SCAVENGER DR 30.
- BW1 BOMBA WILFLEY 3"
- B51 BOMBA COMESA SRL 5' x 4'.
- B7 BOMBA VERTICAL SALA 3"

SECCION REMOLIENDA

- B52-3 BOMBA COMESA SRL 4' x 3"
- M1 HIDROCICLON BB12 10" e
- MC MOLINO DE CICLONES BB12 4" e
- MH1 MOLINO DE BOLAS 5' x 5'
- MH2 MOLINO DE BOLAS 4' x 10'
- BW2 BOMBA WILFLEY 2"

SECCION CIANURACION

- TE1 TANQUE ESPESADOR 36' x 10'
- TA1 TANQUE AGITADOR 12' x 12'
- CA CAJERO DE SODIO NaCN
- C CAL P&G
- TA2-5 TANQUE AGITADOR 10' x 10'
- TE2-3 TANQUE ESPESADOR 24' x 10'
- FL1-3 FLOCULANTE MAGNAFLOC 2-351
- TE4 TANQUE ESPESADOR 23' x 10'
- TE5 TANQUE ESPESADOR 23' x 10'
- BW1-5 BOMBA DE DIAFRAGMA 1 1/2"
- BW2-8 BOMBA DE DIAFRAGMA 1 1/2"
- BW3-6 BOMBA WILFLEY 2"
- TA TANQUE DE RELAYE DE SOLUCION N/CA 20' x 10'
- TA TANQUE DE SOLUCION N/CA 20' x 10'

SECCION PRECIPITACION

- A1-2 FETATO DE SODIO CH3
- TC1-2 TANQUE CLARIFICADOR
- TO TANQUE TANQUE DE DESAHUACION
- MH1 MACHOYAC
- MH2 MACHOYAC
- B BOMBA DE 1 1/2"
- S TANQUE SELLO 12' x 12'
- CA COMO MESCLADOR DE N/CA
- F9 FAJA ALIMENTADORA DE ZINC
- MK BOMBA KIMBA 2"
- MH3 CAJA DE PRECIPITACION
- BW7 BOMBA WILFLEY 2"
- FL FULVICION
- B BUNGN ALFA
- TA2-2 TANQUE DE SOLUCION BARREN 20' x 10'
- BW8 BOMBA WILFLEY 1"

RECUPERACION DE AGUA

- B54-5 BOMBA SRL 1 1/2" x 1 1/4"
- B56 BOMBA SRL 3' x 3"
- BH BOMBA HIDROSTAT 2"
- H2 HIDROCICLON BB12 10" e
- TS TANQUE SEDIMENTADOR 42' x 12'
- FL4 FLOCULANTE MAGNAFLOC 2-351
- B09 BOMBA DE DIAFRAGMA DUPLEX 3"
- TA TANQUE DE AGUA FRESCA

- SOLUCION BARREN.
- AGUA FRESCA.
- AGUA RECUPERADA.
- CAJA DE DISTRIBUCION.

MINA CALPA S.A.	
FLWSHEET DE LA PLANTA DE BENEFICIO	
ELABORADO: NILO CONTRERAS C.	REVISADO: ING. JOSE SANABRIA C.
APROBADO: ING. WILHELM ARMAS P.	FECHA: JUNIO '94

CAPITULO V

SERVICIOS AUXILIARES MINA Y PLANTA

V.1. Aire comprimido

La unidad Minera cuenta con una capacidad instalada de 10,250 PCM., los cuales son repartidos de casa de compresoras a través de una red de tuberías con una principal de 6" de diámetro hasta los niveles secundarios en donde la tubería se reduce a 4" y/o 3" de diámetro ya en la labor esta tubería se reduce a 2" de diámetro para luego tener una salida al equipo de 1" de diámetro usando manguera de jebe.

Los tipos de compresoras y sus capacidades se describen en el siguiente cuadro :

Compresora	Capacidad PCM	Tipo	Observación
SULLAIR N°1	1300	Portátil	Petróleo
SULLAIR N°2	1300	Portátil	Petróleo
SULLAIR N°3	1300	Portátil	Petróleo
SULLAIR N°4	1300	Portátil	Petróleo
SULLAIR N°5	750	Portátil	Petróleo
SULLAIR N°6	1600	Portátil	Petróleo
SULLAIR N°1	750	Estacionaria	Eléctrica
SULLAIR N°2	750	Estacionaria	Eléctrica
ATLAS COPCO	1200	Portátil	Petróleo

Cabe mencionar que para la perforación de material estéril en superficie para abastecimiento de relleno se cuenta con una compresora chica ATLAS COPCO 4 x 40 que no esta incluida en el cuadro anterior , así como la maquina perforadora en requerimientos de aire comprimido.

En el siguiente cuadro se calcula el requerimiento total de aire comprimido, según los equipos que estamos trabajando.

CUADRO N° 19

REQUERIMIENTOS AIRE COMPRIMIDO

EQUIPO	CONSUMO / EQUIPO		CONSUMO PCM
		(+ 20% Altura)	
37 Perforadores JACK LEG	134	160	5920
02 Autocargadores Neumáticos	260	312	624
11 Winches de arrastre	210	252	2772
12 Palas Neumáticas	210	252	3024
03 Ventiladores	200	240	720
02 Winches pique izaje	300	360	720
			13540
SUB TOTAL			13540

Asumiendo un factor de simultaneidad de 70%, considerando que no todos los equipos trabajan el mismo tiempo.

$$\text{Consumo total} = 13540 \times 0.7 = 9478 \text{ PCM.}$$

El consumo total o demanda real calculado con una buena racionalización es satisfecha por la capacidad de aire comprimido instalada.

V.1.1. Ventilación

La importancia de la ventilación radica en la calidad y cantidad de aire que se tiene en interior mina, no solo para proteger la salud de los trabajadores sino para incrementar la eficiencia de los trabajadores y los equipos al trabajar en un ambiente agradable.

En Minera Aurífera Calpa la ventilación es del tipo ventilación natural, cuyo flujo de aire es aprovechado en todos los niveles mediante chimeneas de ventilación de labores antiguas que van desde el Nivel 1950 al Nivel 2311, así como la serie de galerías comunicada a superficie que brindan el aire suficiente y permisible para el normal desarrollo de las labores mineras.

En aquellas zonas donde no hay movimiento o falta cantidad de aire o vamos a diluir gases o vamos a brindar confort (temperatura adecuada), se utiliza la ventilación auxiliar; generalmente para ventilar zonas que no tienen escape y frentes de exploración y/o desarrollo. Para ello, se cuenta con tres ventiladores neumáticos de 200 PCM, axiales, los cuales utilizan una manga de ventilación de 16" de diámetro y que se instalan en aquellas zonas que así lo requieran.

V.1.2. **Agua**

Para el suministro de este líquido, la mina tiene dos fuentes de agua.

- La primera toma el agua desde el manantial, ubicado en la quebrada cachica, en la cantidad de 8 litros/segundo, que equivale a 690m³ / día, la misma que es transportada mediante una tubería de cemento de 6" de diámetro, instalada pendiente abajo contorneando el cerro que lo separa de la quebrada Calpa y con una longitud de 14 km. hasta un reservorio ubicado en un nivel ligeramente

superior a las instalaciones de la Planta de Beneficio y Campamentos.

- La segunda fuente de agua industrial, es un pozo profundo en la quebrada Calpa a 3 Km. aguas abajo de la Planta de Beneficio, a una cota de 1,600 m.s.n.m., desde donde se bombean 15 horas diarias la cantidad de 5Lt/sg., equivalente a 270m³/dia, mediante una tubería de acero de 3" de diámetro hasta un reservorio ubicado cerca de la bocamina del Tunel Calpa, a una cota de 2000 m.s.n.m. A este pozo se le denomina Guanaco para uso industrial en la Planta de Beneficio, se utiliza el agua de Cachica como del pozo Guanaco, con un consumo de agua 9.95 Lt/seg. (860m³/dia), para uso domestico se utiliza exclusivamente el agua de Cachica que no presenta contaminantes con un consumo de agua de 1.15 Lt/sg. (100m³/dia).

- Para uso industrial en la Mina Calpa se utiliza el agua que es impulsada desde la Planta Concentradora por medio de una bomba a una cota de 1,900 m.s.n.m., usando tubería de 1" de diámetro, a otro reservorio ubicado en una zona estratégica, a una cota de 2400 m.s.n.m. el agua es transportada por gravedad a interior mina, a través de una red de tuberías de 1" de diámetro a las diferentes labores.

- El consumo de agua en interior mina se limita a la perforación y al regado del material roto para evitar polvo,

polvo, utilizando para ello mangueras de jebe de ½" de diámetro.

V.1.3. Alumbrado

El alumbrado para el tipo de sistemas personales utilizando lamparas eléctricas de casco, es muy importante por que permite aumentar directamente el rendimiento de trabajo ya que el obrero puede ejecutar su labor con mayor seguridad y menor fatiga.

En Minera Aurífera Calpa, se cuenta con las siguientes lámparas eléctricas a batería operativas.

CUADRO N° 20

Marca	Lámparas Eléctricas a batería
CEAG	136
OLDHAM	260
TOTAL	396

este total cubre las necesidades del personal trabajando en interior mina, tanto del personal obrero, mecánicos e ingenieros.

V.1.4. Comunicaciones

El sistema de comunicaciones utilizado en Minera Aurífera Calpa es la radio y abarca todos los sectores las 24 horas del

día en forma permanente y está distribuido de la siguiente manera:

- Superintendencia General, 1 radio portátil.
- Superintendencia Mina, 1 radio portátil.
- Administración, 1 radio estacionaria y una portátil.
- Planta concentradora, 1 radio estacionaria.
- Mina, 1 radio estacionaria en la bocamina y otra en interior mina.
- Casa de compresora, 1 radio estacionaria.
- Departamento médico, 1 radio portátil,.
- Servicio de vigilancia, 1 radio estacionaria en la tranquera (Garita) y una radio portátil en Campamento.

Este sistema de radio, permite una comunicación rápida y efectiva para coordinaciones de trabajo y soluciones ante imprevistos en horas de trabajo, tanto en mina como en Planta Concentradora, ahorrando tiempo y reduciendo costos, incrementándose de esta manera el rendimiento de horas trabajadas/guardia.

V.1.5.

Departamento de Mantenimiento

Para una producción de 800 Tn/día es necesario mantener un programa de mantenimiento agresivo que permita el normal funcionamiento de los equipos de producción, es por ello que en la empresa se da vital importancia al apoyo técnico y logístico que

permite dar una solución rápida y segura ante cualquier desperfecto mecánico. Para cumplir este programa se cuenta con personal calificado en todos los equipos de interior.

Mina, Planta Concentradora y equipos pesados.

En Minera Aurífera Calpa, para el servicio de las operaciones de Mina y Planta se cuenta con los siguientes talleres:

- Taller de Maestranza Mina, que cuenta con los equipos básicos de mantenimiento, esmeril eléctrico, máquina de soldadura autógena y eléctricos, taladros, herramientas varios, etc. Aledaña a ella se tiene el taller de máquinas perforadoras, en donde el técnico calificado se encarga del mantenimiento y/o reparaciones del mismo.
- Taller de Maestranza principal, que cuenta con dos tornos, esmeril eléctrico, máquinas de soldar autógena y eléctrica, taladros, tecles, prensas, herramientas varios.
- Taller de Maestranza Planta, que cuenta con equipos básicos máquinas de soldar eléctricas y autógenas, prensas herramientas varios.
- Taller Eléctrico, implementado para atender los servicios de mantenimiento de generadores, transformadores, líneas de transmisión, motores eléctricos, etc.

V.1.6. **Energía Eléctrica**

Las operaciones de Mina, Planta y servicios de Calpa demandan 1,000 Kw de energía eléctrica, con un consumo mensual de de 648,000 Kwh

Del consumo total a la planta de Beneficio corresponde aproximadamente el 70% y el resto se distribuye en Mina y los servicios en general.

Los requerimientos de energía se cubre con una central termoeléctrica de 1980 Kw. de potencia instalada, contando con seis grupos electrógenos marca Caterpillar, de los cuales uno se encuentra es stand by y el de menor capacidad sirve para el bombeo de agua desde el pozo Guanaco. Estos grupos son los siguientes:

2 Grupos electrógenos de 600 Kw. C/u

1 Grupo electrógeno de 420 Kw.

1 Grupo electrógeno de 240 Kw.

1 Grupo electrógeno de 120 Kw.

V.1.7. **Organización**

Minera Aurífera Calpa, presenta una organización acorde con el nivel de producción que ostenta de 800 Tn/día en 6 días de operación semanal en dos turnos de trabajo por 12 horas/turno.

- El sistema de trabajo del personal mina es por contrata, los cuales están clasificados según la labor que desempeñan.

- Labores de Exploración

Contrata, Cirilo Jara

- Labores de Desarrollo y Preparación:

Contrata, Ubaldo Miranda

Contrata, Fidel Flores

Contrata, Marcelino Ayque

Contrata, Remnio Quispe

Contrata, Gerónimo Quispe.

- Labores de Explotación

Contrata, Constantino Calizaya

Contrata, Nicolás Charca

Contrata, Benito Quispe

Contrata, Florencio Ccajia

Contrata, Abdón Gonzáles

Contrata, Demetrio Cárdenas

- Labores des sostenimiento

Contrata, Oswaldo Fuentes

Contrata, Elisbán Jihuaña

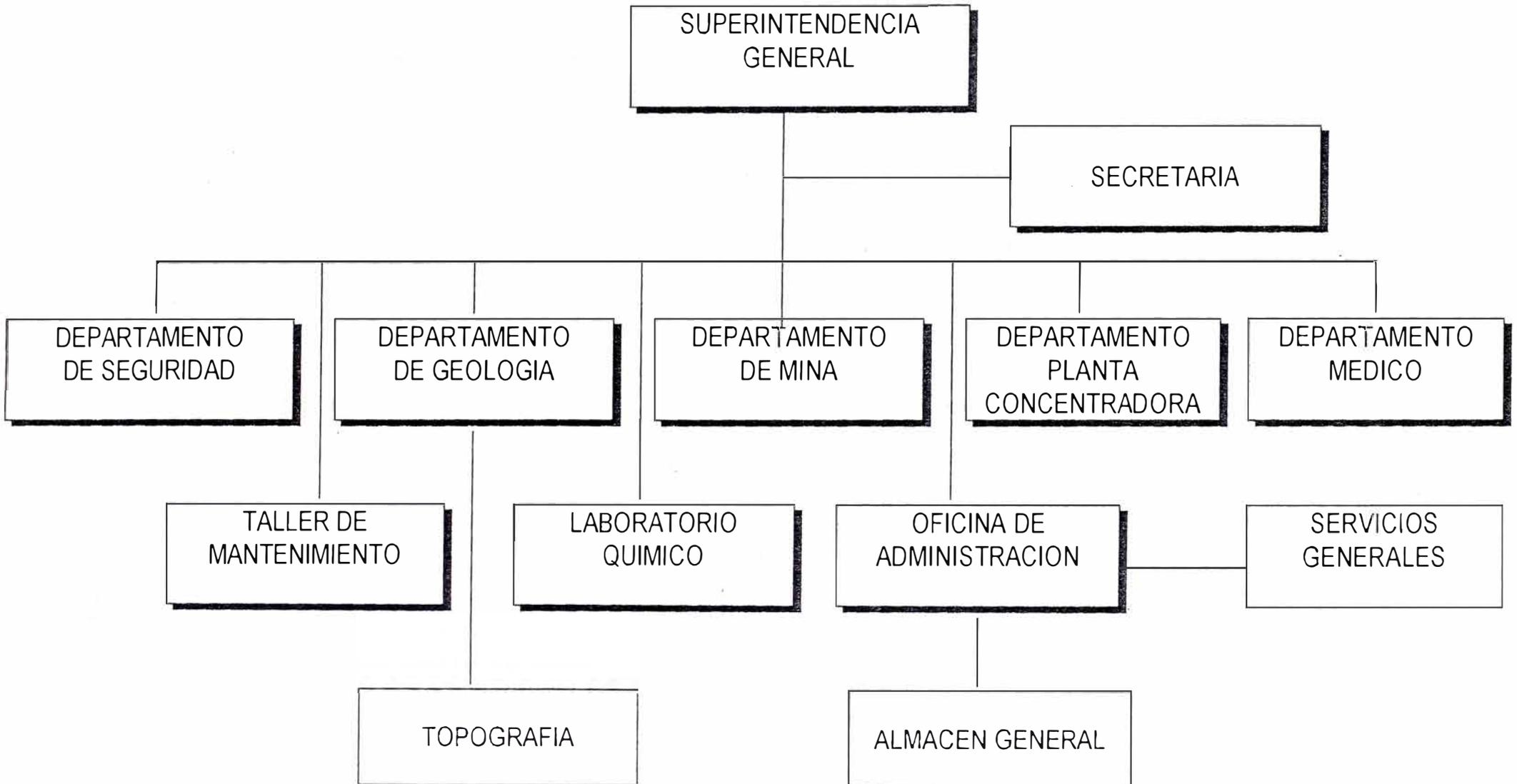
El número de personal de producción en Mina calpa:

■ Personal Contratadas	303
■ Personal Compañía,	
interior mina	42
■ Mina Geología	11
■ Operador tractor	2
■ Operador cargador frontal	2
	<hr/>
	360

Que, corresponde al 78% del total general que es de 460 trabajadores.

ESTRUCTURA ORGANICA

MINERA AURIFERA CALPA S.A.



CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Las principales posibilidades de exploración están en las vetas que no fueron trabajadas por el Consorcio Minero y que tienen un potencial en los niveles bajos, estas vetas son:

- Veta Norte Dos,
- Veta Buena Vista,
- Veta M.
- Veta Norte Uno.

Se propone las siguientes posibilidades de exploración:

- Veta Norte Dos (Nivel 2184 - 1950), Tanto al E como W
- Veta Buena Vista (Nivel 2184 - 1950), principalmente al W.
- Veta M (Nivel 2100 - 1950), principalmente al W.
- Veta Norte Uno (Nivel 2184 - 1950) principalmente al E.

2. la principal labor de exploración es de Túnel Santa Rosa en el Nivel 1700, que nos permitirá incrementar notoriamente nuestro potencial de reservas, por tratarse de una zona nueva puesto que los antiguos dueños solo explotaron parcialmente la mina Calpa hasta el Nivel 1950.

3. En los trabajos de exploraciones uno de los más importantes fue el del cruce 160N, cortando estructuras importantes como Juliana, M y Norte Uno, realizada anteriormente, facilitando el acceso de personal, el abastecimiento de materiales en una distancia mas corta (600m) desde la

bocamina del sector Mina Vieja hasta las labores que estamos trabajando actualmente.

4. En el año 1996, se extrajeron un total de 243,366t, con leyes de 4.16, siendo el 62% de labores de explotación (151,565t, 4.08 gr. Au/t y 38% de labores de explotación desarrollo - preparación (91,801t con leyes de 4.28 gAu/t) mientras que en avances se logró 12,524.88m correspondiendo un 35.89% en galerías, 28.32% en chimeneas, 13.56% en cruceros, 21.87% en subniveles y 0.26% en el pique 061 de Veta Hilo
5. la cantidad de mineral tratados y la producción final son muy variables principalmente por las condiciones geológicas de los block de reservas trabajadas (block ya muy distanciados de uno al otro con una mineralización muy errática y un alto contenido de oro refractario). Un efecto sumamente positivo es conseguido con la explotación de mayor cantidad de mineral de las zonas de oxidación de las estructuras conocida (M, Norte Uno), o nuevas (Vicuña, Alpaca). Los resultados obtenidos en los últimos meses ilustra lo fuerte y positiva influencia de los óxidos.
6. Las estructuras mineralizadas en algunos tramos presentan uno o dos cimoides y a veces cimoides múltiples, como se puede observar en la veta Sin Nombre.
7. La mena está constituido por el oro, que se presenta en esta nativo y asociado a la pirita, se exhibe como relleno de micro estructuras o microvenillas en la pirita.
Los minerales que acompañan a la mena son:
 - Pirita que es el futuro mas abundante se presenta de diversos tamaños y formas principalmente hexagonales.

- Chalcopirita anhedral, se presenta como inclusión en pirita.
 - Cuarzo que es el principal componente de la ganga relleno de las vetas. Predomina el cuarzo hialino sobre el lechoso, presentándose bandeado y masivo.
8. Los afloramientos de las estructuras mineralizadas son persistentes en su extensión, como es el caso de la veta Sin Nombre, que tiene mas de 2.5 Km de longitud. La potencia promedio de las vetas es de 1 m, aunque hay casos de potencias superiores a 2m.
9. Para nuestra mineralización es sumamente importante la relación azufre: hierro, durante el tiempo de la mineralización la oferta de azufre en las soluciones ha ido incrementándose. Es notorio lo siguiente:
- La relación S/Fe, es baja en los niveles inferiores (por eso aquí formación de pirrotina y óxidos de hierro)
 - La relación S/Fe es alta sobre todo en la veta Sin Nombre y los extremos de las demás vetas (por eso aquí la formación de mucha pirita)

- La relación es aproximadamente 1.0 para la formación de solamente pirita, existe una deficiencia de azufre (S/Fe, debería ser para esto 1.14), por eso la sustitución de S/Fe por arsénico/oro en codeposición, resultando en la mineralización económica.
- La relación es baja, pero el contenido de otros metales es alto, resultando la mejor mineralización (estos lugares indican los centros de las vías de ascenso de las hidrotermas).

Esta observaciones respecto la relación S/Fe. Vs la mineralización de oro explican para la actual mina subterránea, también los límites de la extensión del actual Ore Shoot, investigaciones y determinaciones que se ha realizado con la microsonda en la TU Clausthal Zellerfeld/Alemania.

Los resultado de todas las investigaciones concuerdan en que:

- Una alta relación S/Fe. no permite una sustitución de S/Fe. por As/Au en la mezcla de la pirita (el mineral es pobre en Au).
- Una relación baja de S/Fe. más bien agiliza la formación de pirrotina y/u óxidos de hierro (mineral pobre en oro), menos en los centros de las hidrotermas, donde indica una relación abundante de otros metales con oro.

- Una leve deficiencia de azufre ($S/Fe =$ aproximadamente) $1,0 - 0.95$) es muy favorable para una sustitución de S/Fe por As/Au y respecto a las leyes de oro en la mina.

Aplicando la esencia de las cargas geológicas de Calpa a nuestro gran proyecto, Tajo abierto, con Heap Leaching se llega a la siguiente conclusión:

La mineralización aquí está relacionada al mismo magma pero probablemente no tiene trabajo actualmente en la mina subterránea. Aparentemente se trata aquí de un domo separado cuyas vetas radiales han sido erosionadas. Quedando como resultado parte del domo (intrusivo) que es ligeramente mineralizado (solamente pirita y chalcopirita, la relación S/Fe es baja como se esperaba y apunta hacia una débil mineralización en sulfuros (chalcopirita y oro), fisuras de mayor consideración (vetas) debajo de la actual exploración en el Nivel 1700 (Túnel Santa Rosa), no son de esperar.

La relación S/Fe , igualmente como las leyes de oro y cobre en el mineral primario - la plata va paralelamente al cobre - muestran un leve ascenso hacia el Este, lo que dejaría suponer el foco de la mineralización, mas al oeste de la bocamina del Túnel 1700.

10. Las diferentes vetas en Calpa tiene longitudes de hasta 2.5 Km. y muestran ramificaciones en los extremos, tanto al este como al oeste y así también hacia superficie son frecuentes y en profundidad este yacimiento ha sido reconocido por la actividad minera hasta los 540 m. (Nivel 1950).

11. Es factible reducir las horas de trabajo de 12 horas por tarea a 10 horas de sobretiempo diario, sin que esto implique disminución de la producción, debido a que las horas a suprimirse corresponden a horas improductivas, es decir, a horas que realmente no se trabaja.
12. Los resultados de los muestreos de frentes, chimeneas, sistemáticos, común disparo y punto de transferencia también son analizados por Cu y Ag, aparte del Au los que llevados al plano de muestreo nos da una secuencia pargenética muy acertada; es así que las leyes mas altas de Au se encuentran en los niveles 2143 y 2100 (El cobre aparentemente tiene aquí su máximo), la Ag es mas bien escasa en estos niveles pero aumenta en la periferia de la vetas.
13. Los resultados de las pruebas metalúrgicas mayormente por cianuración nos permite concluir que la recuperación por cianuración es relativamente alta en la zona central donde existe el oro visible (Au, nativo grano grueso) además del Au invisible (refractario). Aquí las leyes de Au son altas y la cianuración alcanza su óptimo en poco tiempo. En las periferias de las vetas, donde existe el oro invisible la recuperación baja notoriamente.
14. El control de la extracción de mineral y calidad del mismo requiere de un seguimiento muy especial para detectar aquellos minerales cianicidas (alto consumo de cianuro y cal), para lo cual se realizan las pruebas metalúrgicas correspondientes, de tal manera que se pueda detectar el problema a tiempo antes de ver los resultados en planta, detectándose inclusive a aquellos minerales refractarios al proceso. Es posible que al presencia de sales solubles de estos minerales sea el causante de este problema que se agrave más,

debido a la recirculación del agua que se recupera, tanto del relave de flotación como del concentrado, de ahí su importancia de detectarlo a tiempo.

15. El consumo de cal y cianuro decrece a mayor profundidad.
16. El óxido tiene oro libre, variando su tamaño desde partículas tan finas hasta charpas. Esto ocasiona de que cuando se trata mineral oxidado las partículas gruesas de oro escapen en el relave de flotación. Es por ello que se realiza cianuración directa de los óxidos de leyes altas, utilizando para tal fin un molino de 5' x 5' de 60 TMS/día. Dando por resultado recuperaciones bastante altas en oro.
17. Para asegurar una mejor recuperación metalúrgica en flotación se hace necesario incrementar el número de celdas scavenger, de tal manera que cada circuito de molienda tenga a su bombeo de celdas rougher (04) y scavenger (03 independientes, esto ayudaría a incrementar el tiempo de flotación permitiendo flotar los valores que se encuentran en las partículas finas que son lentas al proceso, tomando en cuenta las posibles variaciones de mineral que tenemos entre los sulfuros y óxidos.

El incremento de volumen de aire no es determinante actualmente, pero si puede ayudar significativamente en el logro de un mejor resultado.

18. En el proceso de Mina Calpa se tienen dos tipos de relaves diferentes en sus características de origen y por lo tanto en su composición física y química, relaves de flotación y relaves de cianuración. Estos depósitos ocupan terreno naturales de carácter eriazo de poco valor agrícola y sin afectar a cuerpos de agua superficiales.

19. En cianuración se sigue evaluando la posibilidad de mejorar los resultados con el tratamiento de pre aireación el cual debe ayudar a bajar inclusive el consumo de cianuro, aunque falta considerar en este camino el uso del litargirio a sales de plomo en el proceso de los reactivos, principalmente en cianuración. En flotación el consumo se normaliza con tendencia a disminuir.

Año	Mineral Tratado		Concentrado Obtenido		Recuperaciones			Ratio X: 1	Producto final Kg. De oro
					Flotación	Cianuración	Total		
1980	9.127	3.20	560.4	31.24	59.9	-	-	-	-
1981	13.769	2.81	504.8	56.06	73.1	65.7	48.00	27.28	18.,576
1982	20.802	2.25	807.1	41.01	70.7	89.3	63.20	25.77	29.563
1983	40.285	3.00	1,239.4	67.52	69.2	80.5	55.70	32.50	67.326
1984	42.598	3.92	1,766.5	57.47	60.8	83.4	50.70	24.11	84.564
1985	54.592	4.27	2,947.2	53.53	67.7	87.4	59.20	18.52	137.977
1986	46.511	4.69	4,440.1	38.17	77.7	81.5	63.30	10.48	138.098
1987	46.449	4.75	5,077.4	35.25	81.1	81.7	66.30	9.15	146.163
1988	55.441	4.46	9,626.4	21.94	85.4	74.3	63.40	5.76	157.988
1989	83.594	5.49	17,795.1	23.33	90.4	80.9	73.10	4.70	352.988
1990	117.692	5.75	23,808.1	26.18	92.1	74.8	68.90	4.94	466.084
1991	142.796	5.86	27,073.1	28.31	91.6	77.5	70.90	5.27	593.953
1992	169.434	5.88	33,239.3	27.48	91.7	73.2	67.10	5.10	667.951
1993	186.214	5.66	34,683.2	28.05	92.2	74.9	69.10	5.37	728.977
1994	285.432	4.64	51,195.9	23.60	91.3	71.2	65.00	5.58	860.039
1995	253.902	4.41	48,494.2	21.14	91.5	69.9	63.00	5.24	706.287
1996	243.306	4.16	35,034.3	20.98	87.0	71.9	62.57	6.70	529.698

Cuadro N° 1 : Mineral tratado, Concentrados obtenidos, Recuperaciones, Ratio de concentración y Productos finales 1980-1996

Año	Recuperaciones			Ratio de Concentración X: 1	Relación Au:Ag. 1: X	Observaciones
	Flotación	Cianuración	Total			
1980	59.90	-	-	-	-	1980 - 1981 Mineral Mixto
1981	73.10	65.70	48.00	27.28	-	
1982	70.70	89.30	63.20	25.77	-	
1983	69.20	80.50	55.70	32.50	1.79	1982 - 1986 Preferencialmente mineral la zona de oxidación
1984	60.80	83.40	50.70	24.11	1.49	
1985	67.70	87.40	59.20	18.52	1.41	
1986	77.70	81.50	63.30	10.48	1.20	
1987	81.10	81.70	66.30	9.15	1.82	1987 Mineral de la Zona de transición
1988	85.40	74.30	63.40	5.76	2.38	1988 - 1995 Mineral de La zona de sulfuros (Mineral primario)
1989	90.40	80.90	73.10	4.70	2.04	
1990	92.10	74.80	68.90	4.94	2.38	
1991	91.60	77.50	70.90	5.27	1.25	
1992	91.70	73.20	67.10	5.10	1.59	
1993	92.20	74.90	69.10	5.37	1.41	
1994	91.30	71.20	65.00	5.58	2.08	
1995	91.50	69.90	63.00	5.24	2.15	
1996	87.03	71.90	62.57	6.70	2.03	1996 Fondo de la zona de sulfuros + 20% de Oxidos

Cuadro N° 2 : Recuperación del oro, Ratio de concentración y Relación oro : Plata en función al carácter del mineral (o progreso de la operación hacia mayores profundidades).

Año	Galerías y Cruceros	Subniveles	Piques	Chimeneas	Rehabilitaciones	Totales
1980	207.10	233.90	-	360.80	-	801.80
1981	510.50	351.55	-	938.20	-	1,800.25
1982	874.00	148.50	-	456.20	-	1,478..70
1983	695.00	169.00	--	337.50	-	1,201.50
1984	279.00	123.00	-	459.00	-	861.00
1985	343.00	448.00	-	453.00	-	1,244.00
1986	255.95	447.63	-	595.92	-	1,299.50
1987	629.00	625.00	-	487.50	-	1,741.50
1988	2,084.25	462.65	-	863.45	-	3,410.35
1989	2,912.55	1,201.15	15.05	1,766.05	-	5,894.80
1990	1,024.65	1,524.00	80.75	1,899.95	-	4,529.35
1991	1,750.79	1,155.27	-	1,525.79	828.05	5,259.90
1992	3,245.35	1,282.95	-	3,172.62	853.35	8,554.27
1993	4,359.75	1,911.00	-	3,080.32	-	9,351.07
1994	4,963.55	3,065.05	-	3,452.72	-	11,481.32
1995	4,734.56	3,319.16	13.35	3,054.91	-	11,121.98
1996	6,205.91	2,739.26	32.20	3,547.51	-	12,524.88

Cuadro N° 3 : Avances (en metros) en galerías + cruceros, subniveles, piques, chimeneas y rehabilitaciones 1980-1996

Año	kWh - generadas	kWh/t tratada	kWh - generada/ galón de petróleo
1980	380.400	41.70	-
1981	763.100	55.40	-
1982	911.100	43.80	-
1983	1,608.600	39.90	-
1984	1,825.200	42.80	-
1985	2,146.800	39.30	-
1986	2,201.500	47.30	-
1987	2,143.000	46.10	-
1988	2,687.830	48.50	-
1989	3,428.026	41.00	9.55
1990	3,745.562	31.80	11.29
1991	4,528.780	31.70	12.60
1992	6,151.924	36.30	11.53
1993	5,533.744	29.70	11.70
1994	7,839.786	27.50	11.63
1995	7,450.743	29.30	11.38
1996	6,694.828	28.53	11.38

Cuadro N° 4 : Perforaciones y Disparos (relacionados al mineral tratado)

Año	PERFORACION		Fulminantes		Dinamita		Guía		Anfo
	m. perfor.	m. perfor/t.	Unidades	Unidades por m. perforado	Kg.	Kg./t	m.	m/m. perf.	Kg.
1980	31.205	3.42	20.610	0.66	5.135	0.56	347838	1.12	6.069
1981	37.884	2.81	24.577	0.65	15.181	1.10	45740	1.20	-
1982	41.052	1.91	26.942	0.66	16.332	0.79	50466	1.23	1.500
1983	73.770	1.83	43.961	0.61	23.667	0.59	86482	1.17	4.650
1984	88.057	2.07	53.732	0.61	30.422	0.71	110685	1.26	3.440
1985	161.517	2.96	97.928	0.61	46.392	0.86	201614	1.25	1.080
1986	126.881	2.73	82.856	0.65	27.431	0.59	155550	1.23	290
1987	110.535	2.38	72.186	0.65	25.082	0.54	139145	1.26	-
1988	162.555	2.93	115.214	0.70	39.089	0.71	203894	1.25	-
1989	198.428	2.37	130.745	0.66	49.191	0.55	243335	1.23	-
1990	259.877	2.21	119.314	0.55	51.823	0.44	183854	0.71	-
1991	260.937	1.83	157.052	0.60	57.148	0.40	301362	1.15	-
1992	279.977	1.65	182.281	0.65	69.481	0.41	356975	1.27	-
1993	313.197	1.68	205.508	0.66	79.205	0.43	392904	1.25	-
1994	379.095	1.33	269.186	0.71	105.633	0.37	523852	1.38	-
1995	361.839	1.42	240.828	0.67	98.399	0.39	494617	1.37	-
1996	406.514	1.73	267.444	0.66	114.764	0.49	507202	1.24	-

* Desde 1992, incluye las compresoras eléctricas

Cuadro N° 5 : Generación de energía eléctrica y consumo específico

BIBLIOGRAFIA

1. CONTROL DE OPERACIONES MINERAS, FELIX PRADO RAMOS
2. CURSO DE ACTUALIZACION DE TEORIA DE VOLADURAS DE ROCAS, DR. CARLOS AGREDA T.
3. MANUAL DE FAMESA EXPLOSIVOS
4. I Y II SIMPOSIUM NACIONAL DE PERFORACION Y VOLADURA DE ROCAS
5. MANUAL DE PERFORACION Y VOLADURA DE ROCAS, INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA.
6. REVISTAS DE LA CONVENCION DE INGENIEROS DE MINAS DEL PERU, INSTITUTO DE INGENIEROS DE MINAS DEL PERU.
7. INFORME DE LA VISITA TECNICA DE MULTIEXPORT
8. INFORME DE LA VISITA TECNICA DE FAMESA
9. INFORMES MENSUALES DE PLANTA DE BENEFICIO DE MINERA AURIFERA CALPA S.A.
10. INFORME MENSUALES DE GEOLOGIA DE MINERA AURIFERA CALPA
11. INFORMES MENSUALES DE MINA DE MINERA AURIFERA CALPA
12. INFORMES MENSUALES DE ADMINISTRACION DE MINERA AURIFERA CALPA
13. INFORMES DEL YACIMIENTO DE MINERA AURIFERA CALPA. DR. ING.° SIEGFRIED STEPHAN CATEDRATICO DE LA TU CLAUSTHAL - ZELLERFELD/ALEMANIA Y ASESOR DE LA CIA.
14. INFORME DE LA MINERALIZACION EN EL YACIMIENTO DE MINERA AURIFERA CALPA 1996 ING.° JAIME ZAMBRANO VALLES
15. INFORME DE LAS ALTERACIONES HIPOGENAS EN EL YACIMIENTO DE MINERA AURIFERA CALPA - 1993 ING.° CARLOS RODRIGUEZ FLORES
16. CARTA GEOLOGICA NACIONAL - GEOLOGIA DEL CUADRANGULO DE ATICO, E, BELLOS Y S. NARVAEZ.
17. COMPENDIO GEOLOGIA, G. VALDEZ Y A.,. RODRIGUEZ.