

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA
Y METALÚRGICA



**“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO
HIDRÁULICO DE LA COMPAÑÍA MINERA
CASAPALCA”**

INFORME DE INGENIERÍA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:
FREDY ISAÍAS DIONISIO HUARINGA**

LIMA – PERÚ
2003

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO

OBJETIVO

Página

CAPITULO I

Generalidades	1
1.1 Ubicación	1
1.2 Accesibilidad	1
1.3 Clima y Vegetación	1
1.4 Geología	1
1.5 Minería	1
1.6 Situación Actual	2
1.7 Objetivo del Proyecto	
1.8 Descripción del Proyecto	3

CAPITULO II

ESTUDIOS DEL RELAVE

2.1 Gravedad Especifica	7
2.2 Análisis Granulométricos en el Sistema de clasificación	9
2.3 Coeficiente de Uniformidad	12
2.4 Coeficiente de Permeabilidad	12
2.5 Densidad Relativa	13
2.6 Velocidad de Sedimentación	14
2.7 Disponibilidad Actual de Relaves clasificados	16

CAPITULO III

DISEÑO DE LA PLANTA DE RELLENO HIDRAULICO	17
3.1 Producción Actual	17
3.2 Producción Proyectada	18
3.3 Características del circuito de Relleno hidráulico	19
3.4 Criterios Generales de Diseño	21
3.5 Cálculo del sistema de Bombeo y Clasificación	22

3.6	Ubicación y Capacidad de la Planta de Relleno Hidráulico	25
3.7	Características de los Equipos de Relleno Hidráulico	27
CAPITULO IV		
	DISTRIBUCIÓN DE RELLENO HIDRÁULICO EN MINA	27
4.1	Generalidades	27
4.2	Revisión del Diseño de Flujo de Relleno Hidráulico	29
CAPITULO V		
	OBRAS PROYECTADAS	33
5.1	Planeamiento	33
CAPITULO VI		
	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO	35
6.1	Alternativa 1	37
6.2	Alternativa 2	38
6.3	Cuadro Comparativo	39
CAPITULO VII		
	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	40
7.1	Consideraciones previas	40
7.2	Trabajos Provisoriales	40
7.3	Trabajos Preliminares	41
7.4	Movimiento de Tierras	41
7.5	Obra de Concreto Simple	42
7.6	Fundación	42
7.7	Apoyos o Pedestales	42
7.8	Estructuras del Silo Nuevo	42
7.9	Obras Complementarias	44

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES	45
8.1 Materia Prima (Relaves Clasificados)	45
8.2 Sistemas de Clasificación	45
8.3 Planta de Relleno Hidráulico	46
8.4 Instalación de Tuberías	47
8.5 Operación	48
RECOMENDACIONES	48
8.6 Sistema de Clasificación	48
8.7 Planta de Relleno Hidráulico	48
8.8 Instalación de Tuberías	49
8.9 Operación	50

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS :

- **Cronograma de Ejecución de Obra**
- **Graficos**
- **Figuras**
- **Planos**
- **Fotos**
- **Formatos**

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Empresa INCIMMET, quien me brindó la oportunidad de desarrollar mi experiencia profesional, además a mi familia que en todo momento me dió su apoyo.

OBJETIVO

El objetivo del presente informe es mostrar las pautas necesarias que se tiene que tomar en consideración para realizar mejoras en el sistema de relleno hidráulico de la mina Casapalca.

Para ello se analiza dos alternativas: La Primera es acondicionar la implementación existente y además construir un silo nuevo de acumulación de 220 m³, y la segunda alternativa es la de construir dos silos nuevos de 220m³ cada uno; en ambos casos para satisfacer las demandas futuras de la mina a una producción de 45,000 T.M./M y posteriormente 60,000 T.M./M

El análisis de la calidad del producto, es decir el relave clasificado para relleno hidráulico es importante por diferentes razones una de ellas es mejorar el ciclo de minado logrando incrementar el rendimiento en la clasificación de los hidrociclones y la otra es minimizar el impacto ambiental negativo y el derrame de finos en el drenaje por las cunetas.

Asimismo teniendo instalaciones de tuberías que sen las más adecuadas, sin catenarias y correctas uniones, menores distancias para evitar sobre presión en la red, logrando optimizar la capacidad de las bombas y además llevando un control, cumpliendo los programas de mantenimiento y supervisión estricta de las instalaciones lograremos minimizar los problemas de contaminación por relaves en la mina.

CAPITULO I

GENERALIDADES:

1.1 UBICACIÓN

La Unidad Americana de la Compañía Minera Casapalca S.A. se encuentra localizada en el distrito de Chilca, provincia de Huarochirí, departamento de Lima, a una altitud de 4,650 m.s.n.m. y, aproximadamente a 135 Km. de la Ciudad de Lima.

1.2 ACCESIBILIDAD

La mina es accesible por la Carretera Central de Lima y la Oroya.

1.3 CLIMA Y VEGETACIÓN

El clima es variado, de frígido a templado, con precipitaciones pluviales frecuentes a lo largo del año y con mayor frecuencia se llevan a cabo entre los meses de diciembre a mayo, con una temperatura promedio máxima anual de 23 grados centígrados y una mínima de -15 grados.

1.4 GEOLOGÍA

La mina es un yacimiento formado por rocas andesitas porfiríticas y calizas silisificadas.

Esta Unidad es productora de Plata, Plomo, Zinc y Cobre.

1.5 MINERÍA

Los trabajos de minería subterránea se realizan usando el Método de Explotación Corte y Relleno Ascendente, para lo cual utiliza Relleno Hidráulico en el ciclo de explotación; la producción actual de mineral es de 36,500 TMSM la misma que se viene incrementando año a año en aproximadamente 5,000 TMSM.

PLANO DE UBICACIÓN: MINA CASAPALCA



1.6 SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente la Unidad viene atravesando serios problemas en el sistema de relleno; se tiene implementado el Relleno Hidráulico el mismo que reemplaza los espacios vacíos dejados por la explotación del mineral, pero por la inadecuada infraestructura con la que cuenta, este relleno se ha convertido en un serio problema, existiendo derrames de relaves y finos en las galerías producto del relleno aplicado a los tajos y por desgastes prematuros en las tuberías debido a los cambios de dirección bruscos que tienen las redes en su recorrido por las chimeneas y galerías.

El relave es producido en la Planta Concentradora Berna, de donde es enviado a través de 02 tuberías HDPE Φ 6" impulsadas por 02 bombas DENVER de 6"x6" y 5"x4" hasta los ciclones D-15" y D-18" respectivamente, como se puede observar aquí ya existe un problema en el sistema de bombeo para su clasificación, se tiene un sifoneo en la tubería de descarga del Over Flow el cual no permite una buena clasificación.

La instalación de los hidrociclones D-15" y D-18", es pésima, por la que están clasificando mal y éste es uno de los motivos por el que existe exceso de finos.

El sistema que se tiene para la acumulación de gruesos para relleno hidráulico no es el adecuado para una buena dosificación. Por otro lado crea un impacto ambiental negativo constante por los derrames de relave a la carretera esto lo prohíbe el MEM por lo que se tendrá que corregir inmediatamente.

Las líneas de tuberías para relleno solo cuentan con una salida que abastece a la zona de Esperanza o a la zona El Carmen, esto impide rellenar ambas zonas al mismo tiempo.

En las redes principales, su recorrido total no es el recomendable debido a que el sistema de relleno prácticamente es por gravedad y tiene demasiados cambios de dirección.

1.7 OBJETIVO DEL PROYECTO

Realizar un Estudio para el Mejoramiento del Sistema de Relleno Hidráulico que sea de calidad y eficiente para evitar derrames innecesarios y mejorar el ciclo de minado que se tiene, al mismo tiempo disminuir el exceso de finos en el relleno a los tajeos.

Para lo cual se tiene dos proyectos alternativos:

1.8 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.8.1 ALTERNATIVA Nº 1

Consiste en rehabilitar y acondicionar la planta de repulpado existente, incrementando la capacidad de 125m^3 a 175m^3 del acondicionador que se tiene, para esto se tendrá que aumentar su altura y en la base construir una parte cónica, incrementando su altura en 5' y se le acondicionará un cono en la parte inferior de 7' de altura, no pudiéndose incrementar mas su altura debido a que estas deberán de ser no mayores a 13.00 m para su fácil operación y monitoreo toda esta estructura irá montado sobre pedestales de perfiles estructurales de acuerdo a las especificaciones técnicas mas adelante indicadas. Por otro lado poner operativa la tolva cónica de 68.00m^3 e incrementar su capacidad a 98m^3 , aumentando su altura en 5' y así obtener una capacidad de almacenamiento en conjunto de 274m^3 , al igual que el caso anterior no se puede incrementar mas su altura. En esta alternativa se plantea que el sistema de clasificación se instale en la parte superior de los silos rehabilitados, luego el transporte de los finos a la relavera #2 será por bombeo desde el cajón colector hasta la relavera, ya que la diferencia de cotas es 1.00 m entre el punto de clasificación y la relavera #2, esto no permite el transporte de los finos por gravedad, por otro lado los gruesos irán directamente a los silos rehabilitados.

Se instalarán las dos bombas ubicadas actualmente en la planta concentradora en la base de los silos; La alimentación del relave general

será transportada por gravedad desde la planta concentradora hasta los silos rehabilitados, tal como se indica en la Fig. N°1.

El transporte de los finos será por gravedad a la relavera # 3 cuando esta quede concluida.

Cabe indicar que esta rehabilitación solo podrá satisfacer la demanda actual por el momento, mas no cumplirá para una demanda de 45,000 TMSM por lo que se plantea construir a corto plazo uno nuevo silo metálico de 20.5' de diámetro y 20' de altura, con fondo cónico para una capacidad de 210 m³ haciendo un total de 484.00 m³ de capacidad de almacenamiento. La construcción de este nuevo silo será de acuerdo a los planos de la alternativa N°1

Ventajas:

- Reducción de costos en Obras Civiles en trabajos de cimentación.
- Aprovechar las instalaciones actuales.
Proximidad a la planta actual de relleno hidráulico.
- Tener hasta tres líneas independientes para relleno.

Desventajas:

- Adecuar las estructuras existentes para las Obras Civiles.
La planta de repulpado se encuentra casi al mismo nivel que la relavera #2, por lo que los finos deberán ser evacuados por bombeo.
No satisface demandas futuras de incremento en la producción de la mina.

1.8.2 ALTERNATIVA N° 2.

Por otro lado se propone la construcción de dos silos nuevos al pie de la Planta Concentradora Berna al costado de las pozas de decantación de acuerdo a la Fig. N°2; de 210 m³ cada uno haciendo un total de 420 m³ de capacidad lo que garantiza con satisfacer demandas hasta 45,000 TMSM.

Al igual que la alternativa anterior los finos irían directamente a la relavera #2 por bombeo y cuando esta operativa la relavera #3 iría por gravedad y los gruesos directamente a los silos.

Esta construcción cubriría las demandas futuras de la mina.

Ventajas:

- La operación se concentra en un solo punto.
- Se aprovecha las instalaciones con que cuenta la Planta Concentradora.
- Monitoreo constante.
- Satisfacer demandas futuras

Desventajas:

- Construcción de losa de cimentación y muro de contención.
- Corte del talud del terreno para las obras anteriores.
- Disponibilidad de área de terreno mínima.

1.8.3 OTROS TRABAJOS

Por otro lado el proyecto contempla la instalación eficiente de las redes principales es decir se reinstalara las tuberías HDPE tanto en superficie como en interior mina, buscando un alineamiento tanto vertical como horizontal, lo que trae como consecuencia buscar la mayor eficiencia en las líneas de relleno reduciendo el gasto por abrasión y fricción e incrementando la vida útil de la tubería.

Así mismo se ha elaborado el análisis granulométrico y características del relave con el que se trabaja para concluir recomendar las mejoras y óptima operación.

1.8.4 TIPO DE TERRENO EN LA ZONA DEL PROYECTO

El tipo de suelo donde se instalarán los silos de acuerdo a las alternativas que se tiene es:

1.8.4.1 TERRENO DE LA ALTERNATIVA No.1

De acuerdo a la alternativa N° 1 se utilizará la losa de cimentación existente, que servirá de fundación para los silos, esta tendrá que romperse una altura de 1.7m como mínimo donde se tendrá que anclar los nuevos pedestales de concreto armado de 280 Kg/cm² y unirse la losa de cimentación actual con aditivos para unir el concreto nuevo con el antiguo y actue como un solo elemento monolítico de soporte.

1.8.4.2 TERRENO DE LA ALTERNATIVA No.2

Para la alternativa N°2 el tipo de suelo es morrénico suelto lo que nos lleva a construir una fundación de acuerdo a la especificada en los planos de dicha alternativa.

CAPITULO II

ESTUDIOS DEL RELAVE

2.1 GRAVEDAD ESPECIFICA :

Se determinó con el método de la fiola (Taggart)

$$\text{G.E.} = \frac{O}{W + O} - P$$

Donde :

O =Peso de la muestra

W =Peso de la fiola mas agua

P =Peso de la fiola, agua y muestra

2.1.1

ALIMENTACION A LOS CICLONES (Relave General)			
W =	351.15	PROMEDIO	W = 358.76
O =	50.00		O = 60.00
P =	383.29		P = 397.45
G.E. =	2.80	2.81	G.E. = 2.82

2.1.2

OVER FLOW D-18		PROMEDIO	OVER FLOW D-15
W =	346.56		W = 351.15
O =	30.00		O = 41.00
P =	365.74		P = 377.38
G.E. =	2.77	2.77	G.E. = 2.78

2.1.3

UNDER FLOW D-18		PROMEDIO	UNDER FLOW D-15
W =	339.01		W = 345.57
O =	50.00		O = 65.00
P =	371.19		P = 387.40
G.E. =	2.81	2.81	G.E. = 2.81

2.1.4

RELLENO HIDRÁULICO					
MUESTRA #1		PROMEDIO	MUESTRA #2		
W =	350.44		W =	345.57	
0 =	60.00		0 =	50.00	
P =	389.01		P =	377.71	
G.E. =	2.80	2.80	G.E. =	2.80	

2.2 ANALISIS GRANULOMETRICO EN EL SISTEMA DE CLASIFICACION

Se esta tomando promedio de muestreo

2.2.1 ANALISIS GRANULOMETRICO DEL HIDROCICLON D-15

MALLA	Abert. en	Relave General			Over Flow			Under Flow			Radio
	Micrones	% Peso	Ac (+)	Ac (-)	% Peso	Ac (+)	Ac (-)	% Peso	Ac (+)	Ac (-)	Clasific
48.00	297	13.98	13.98	86.02	6.18	6.18	93.82	34.41	34.41	65.59	0.382
65.00	212	11.7	25.68	74.32	9.36	15.54	84.46	19.85	54.26	45.74	0.355
100.00	150	9.09	34.77	65.23	9.41	24.95	75.05	11.49	65.75	34.25	0.317
150.00	105	13.17	47.94	52.06	13.51	38.46	61.54	11.68	77.43	22.57	0.321
200.00	74	8.67	56.61	43.39	9.46	47.92	52.08	5.77	83.2	16.8	0.327
325.00	44	10.87	67.48	32.52	12.31	60.23	39.77	4.91	88.11	11.89	0.351
(325.00)		32.52	100.00		39.77	100		11.89	100		
PROMEDIO											0.342

6

2.2.2.1 CALCULO DE LA PARTICULA D-50 CICLON D-15

MALLA	Abert. En Micrones	f	o	u	% R
48-65	255	74.32	84.46	45.74	61.54
65-100	181	65.23	75.05	34.25	52.51
100-150	128	52.06	61.54	22.57	43.35
150-200	90	43.39	52.08	16.8	38.72
200-325	59	32.52	39.77	11.89	36.56

d50 = 175 micrones (Ver grafico N° 1)

2.2.2 ANALISIS GRANULOMETRICO DEL HIDROCICLON D-18

MALLA	Abert. en	Relave General			Over Flow			Under Flow			Radio
	Micrones	% Peso	Ac (+)	Ac (-)	% Peso	Ac (+)	Ac (-)	% Peso	Ac (+)	Ac (-)	Clasific
48	297	13.98	13.98	86.02	0.50	0.50	99.50	43.02	43.02	56.98	0.464
65	212	11.7	25.68	74.32	2.87	3.37	96.63	18.17	61.19	38.81	0.628
100	150	9.09	34.77	65.23	6.09	9.46	90.54	11.11	72.30	27.70	0.674
150	105	13.17	47.94	52.06	13.32	22.78	77.22	10.89	83.19	16.81	0.714
200	74	8.67	56.61	43.39	10.80	33.58	66.42	4.01	87.20	12.80	0.753
325	44	10.87	67.48	32.52	15.18	48.76	51.24	3.72	90.92	9.08	0.799
(325)		32.52	100.00		51.24	100.00		9.08	100.00		
PROMEDIO											0.672

RADIO DE LA CLASIFICACIÓN TOTAL =

1.014

2.2.2.1 CALCULO DE LA PARTICULA D-50 CICLON D-18

MALLA	Abert. En Micrones	f	o	u	% R
48-65	255	74.32	96.63	38.81	52.22
65-100	181	65.23	90.54	27.7	42.47
100-150	128	52.06	77.22	16.81	32.29
150-200	90	43.39	66.42	12.8	29.50
200-325	59	32.52	51.24	9.08	27.92

d50 = 238 micrones (Ver grafico N° 3)

2.2.2 ANALISIS GRANULOMETRICO DEL HIDROCICLON D-18

MALLA	Abert. en	Relave General			Over Flow			Under Flow			Radio
	Micrones	% Peso	Ac (+)	Ac (-)	% Peso	Ac (+)	Ac (-)	% Peso	Ac (+)	Ac (-)	Clasific
48	297	13.98	13.98	86.02	0.50	0.50	99.50	43.02	43.02	56.98	0.382
65	212	11.7	25.68	74.32	2.87	3.37	96.63	18.17	61.19	38.81	0.628
100	150	9.09	34.77	65.23	6.09	9.46	90.54	11.11	72.30	27.70	0.674
150	105	13.17	47.94	52.06	13.32	22.78	77.22	10.89	83.19	16.81	0.714
200	74	8.67	56.61	43.39	10.80	33.58	66.42	4.01	87.20	12.80	0.753
325	44	10.87	67.48	32.52	15.18	48.76	51.24	3.72	90.92	9.08	0.799
(325)		32.52	100.00		51.24	100.00		9.08	100.00		
PROMEDIO											0.672

RADIO DE LA CLASIFICACIÓN TOTAL =

10.14

2.2.2.1 CALCULO DE LA PARTICULA D-50 CICLON D-18

MALLA	Abert. En Micrones	f	o	u	% R
48-65	255	74.32	84.46	45.74	61.54
65-100	181	65.23	75.05	34.25	52.51
100-150	128	52.06	61.54	22.57	43.35
150-200	90	43.39	52.08	16.8	38.72
200-325	59	32.52	39.77	11.89	36.56

d50 = 175 micrones (Ver grafico N° 3)

2.2.5 EFICIENCIA DE CLASIFICACIÓN CICLON D-15

$$E = O(o' - f') / Fx f'(100 - f')10000$$

Donde:

O = % acumulado en el over flow (u-f/u-o)

F = % acumulado en la alimentación

o' = Con la partícula d50 en el gráfico N° 2 y N° 4.

f' = Con la partícula d50 en el gráfico N° 2 y N° 4

Calculo de "O"	
mallá 48 =	72.37
mallá 65 =	73.81
mallá 100 =	75.93
mallá 150 =	75.67
mallá 200 =	75.37
mallá 325 =	74.00
Promedio	74.53

O =	74.53
F =	100.00

o' =	72.00
f' =	62.00

} (VER GRAFICO N° 2)

E =	31.63
------------	-------

2.2.6. EFICIENCIA DE CLASIFICACIÓN CICLON D-18

Calculo de "O"	
mallá 48 =	68.30
mallá 65 =	61.41
mallá 100 =	59.72
mallá 150 =	58.35
mallá 200 =	57.05
mallá 325 =	55.60
Promedio	60.07

O =	60.07
F =	100.00

o' =	95.00
f' =	72.00

} (VER GRAFICO N° 4)

E =	68.53
------------	-------

2.2.7 RELLENO HIDRAULICO

MALLA	Abert. En Micrones	% peso	Relleno Hidráulico	
			Ac (+)	Ac(-)
48	297	38.54	38.54	61.46
65	212	19.35	57.89	42.11
100	150	12.62	70.51	29.49
150	105	12.26	82.77	17.23
200	74	5.07	87.84	12.16
325	44	4.26	92.10	7.90
(325)		7.90	100.00	

2.3 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

Es una medida que nos sirve para averiguar con que rapidez el relleno hidráulico pasará de un estado de pulpa al de un cuerpo granular firme; se define como la razón del diámetro de partículas que es mayor que el 60% del material, al diámetro de las partículas, que es mayor al 10% del material.

2.3.1 DIAMETRO EFECTIVO DE PARTICULA

D80 =	358.58
D60 =	290.59
D50 =	246.66
D10 =	58.79

C.U. =	d60/d10
--------	---------

C.U. =	4.94
--------	------

2.4 COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD o VELOCIDAD DE PERCOLACION

Es la velocidad con que el agua filtra a través del relleno.

TIEMPO	VOLUMEN	CAUDAL
(min.)	(cm ³)	(cm ³ /min.)
5	90	18.00
10	185	18.50
15	320	20.67
PROMEDIO		19.06

C.P. =	Q/A	
A =	88.25	Cm ²
C.P. =	0.22	Cm/min
C.P. =	12.96	Cm/hr

Comprobando el coeficiente de permeabilidad, con la siguiente formula, se tiene:

C.P. =	(d10*6/100)^2
C.P. =	12.44

2.5 DENSIDAD RELATIVA

Es una medida del grado de compactación que adquiere un relleno.

Probeta de madera de 11cmx12cmx50cm

peso : 1,163 grs.

TIEMPO	PESO TOTAL	PESO MUESTRA	ALTURA LLENADO	AREA SECCION	VOLUMEN	DENSIDAD MUESTRA
(Hrs)	(grs)	(grs)	(cm)	(cm ²)	(cm ³)	(grs/cm ³)
0	11,628	10,465	10.00	600	6,000	1.74
0.5	11,144	9,981	9.40	600	5,640	1.77
1	10,676	9,513	8.80	600	5,280	1.80
2	9,701	8,538	7.50	600	4,500	1.90
3	9,543	8,380	7.00	600	4,200	2.00
15	9,514	8,351	6.80	600	4,080	2.05
20	9,496	8,333	6.70	600	4,020	2.07
24	9,487	8,324	6.60	600	3,960	2.10
48	9,400	8,237	6.50	600	3,900	2.11
72	9,390	8,227	6.50	600	3,900	2.11

2.6 VELOCIDAD DE SEDIMENTACIÓN

2.6.1 NORMAL

Sin Floculante	
TIEMPO	cm/min
2'	1.10
5'	1.08
10'	1.05
15'	0.93
PROMEDIO	1.04

2.6.2 CON FLOCULANTE (Magnafloc351)

p

Consumo 0.003 Kg/TMS		Consumo 0.007 Kg/TMS		Consumo 0.013 Kg/TMS	
TIEMPO	cm/min	TIEMPO	cm/min	TIEMPO	cm/min
2'	5.75	2'	5.20	2'	5.50
5'	2.98	5'	2.72	5'	2.56
10'	1.53	10'	1.44	10'	1.38
15'	1.05	15'	1.02	15'	0.97
PROMEDIO	2.83	PROMEDIO	2.60	PROMEDIO	2.60

2.6.3 CON FLOCULANTE Y SULFATO DE ALUMINIO.- Consumos de:

0.007 Kg Floc-0.01 Kg Al SO4/TMS		0.007 KgFloc - 0.02 Kg Al SO4/TMS		0.007 KgFloc - 0.004 Kg Al SO4/TMS	
TIEMPO	cm/min	TIEMPO	cm/min	TIEMPO	cm/min
2'	4.90	2'	2.30	2'	6.00
5'	2.62	5'	2.20	5'	2.84
10'	1.51	10'	1.36	10'	1.51
15'	1.06	15'	0.95	15'	1.03
PROMEDIO	2.52	PROMEDIO	1.70	PROMEDIO	2.85

0.013 Kg Floc-0.01 Kg Al SO4/TMS		0.013 Kg Floc-0.02 Kg Al SO4/TMS		0.013 Kg Floc- 0.004 Kg Al SO4/TMS	
TIEMPO	cm/min	TIEMPO	cm/min	TIEMPO	cm/min
2'	5.50	2'	5.55	2'	6.25
5'	2.78	5'	2.58	5'	2.86
10'	1.43	10'	1.38	10'	1.59
15'	1.03	15'	0.94	15'	1.1
PROMEDIO	2.69	PROMEDIO	2.61	PROMEDIO	2.95

0.007 Kg Floc - 0.006 Kg Al SO4/TMS	
TIEMPO	cm/min
2'	5.85
5'	2.76
10'	1.46
15'	1.00
PROMEDIO	2.77

De los cuadros anteriores se concluye que se esta consumiendo en exceso el floculante, por lo que se recomienda un consumo óptimo de 0.003 Kg/TMS, ver gráfico N° 5.

Con respecto al sulfato de aluminio (Al SO₄) no influye en la sedimentación por lo que se debe de eliminar su utilización en el relleno y solo usarse en las pozas de decantación ver gráfico N° 6.

2.7 DISPONIBILIDAD ACTUAL DE RELAVES CLASIFICADOS

Consideramos el promedio acumulado del tonelaje tratado de Agosto'01 a Marzo '02.

MES	CABEZA TMS	CONCENTRADOS TMS	RELAVE TMS	%	RADIO DE CONCENTRA.
Agosto'01	32,449.49	2,563.47	29,886.02		12.66
Septiembre	35,278.34	2,885.76	32,392.58		12.22
Octubre	36,559.86	3,187.31	33,372.55		11.47
Noviembre	34,529.39	2,880.09	31,649.30		11.99
Diciembre	37,830.57	3,141.89	34,688.68		12.04
Enero'02	39,228.45	2,949.66	36,278.79		13.30
Febrero	36,689.06	2,735.62	33,953.44		13.41
Marzo	39,767.46	3,403.24	36,364.22		11.69
TOTAL	292,332.62	23,747.04	268,585.58		
PROMEDIO	36,541.58	2,968.38	33,573.20	91.88	12.31

Con el radio de clasificación de **1.014** y aplicando las siguientes formulas, se obtiene los Tonelajes Respectivos:

R CL=U/O 1	1.014=U/O	U= 16,905.19	50.35 %
-----------------	---------	-----------	---------------------	---------

F=U+O2	33573.2=U+O	O= 16,668.00	49.65 %
--------------	--------	-------------	---------------------	---------

F= 33,573.20 100.00 %

Donde:

R CL= Radio de clasificación

F = Alimentación (Relave general)

U = Under flow (Gruesos - R/H)

O = Over flow (Finos)

CAPITULO III

DISEÑO DE LA PLANTA DE RELLENO HIDRÁULICO

3.1 PRODUCCION ACTUAL

Sobre la base mensual actual podemos establecer el siguiente análisis y haciendo las correcciones en la eficiencia de clasificación en el ciclón D-15 aumentaremos el radio de clasificación y por consiguiente el porcentaje de recuperación de gruesos en el under flow. (es posible mejorar este porcentaje de 50.35% a un 60%)

		ACTUAL	MEJORAMIENTO
Producción mina TMS/mes	T.M.S.	36,542	36,542
Mineral de Prep-Desa-Exploración	T.M.S.	2,000	2,000
Producción de corte y relleno	T.M.S.	34,542	34,542
Radio de concentración		12.31	12.31
Producción de relaves	T.M.S.	33,573	33,573
Densidad mineral in situ	T/m3	3.25	3.25
Vació a rellenar	m3	10,628	10,628
Densidad in-situ del R/H	TM/m3	2.11	2.11
Vació a rellenar	T.M.S.	22,425	22,425
Disponibilidad de R/H	T.M.S.	16,905	20,144
Déficit de relleno	T.M.S.	5,520	2,282
Déficit de relleno	m3	2,616	1,081
Relación relleno-mineral*		(2.11/3.25)	
		0.649	

*Significa que para rellenar el espacio dejado por una tonelada de mineral se necesita 0.649 toneladas de relleno.

3.2 PRODUCCION PROYECTADA DE 45,000 Y 60,000 TMS MESUALES

		PROYECCIÓN	
		45,000.00	60,000
Producción mina TMS/mes	T.M.S.	45,000	60,000
Mineral de Prep-Desa-explo	T.M.S.	2,500	3,300
Producción de corte y relleno	T.M.S.	42,500	56,700
Radio de concentración		12.31	12.31
Producción de relaves	T.M.S.	41,345	55,126
Densidad mineral in situ	T/m3	3.25	3.25
Vació a rellenar	M3	13,077	17,446
Densidad in-situ del R/H	TM/m3	2.11	2.11
Vació a rellenar	T.M.S.	27,592	36,811
Disponibilidad de R/H	T.M.S.	24,807	33,076
Déficit de relleno	T.M.S.	2,786	3,736
Déficit de relleno	M3	1,320.19	1,770.51
Relación relleno-mineral*		(2.11/3.25)	(2.11/3.25)
		0.649	0.649

3.3 CARACTERISTICAS DE LOS PRODUCTOS DEL CIRCUITO DE RELLENO HIDRAULICO

Consideremos un trabajo en efectivo en la Planta concentradora de 27 días.

	ACTUAL				MEJORADO			
	ALIMENT	O'FLOW	U'FLOW	R/H	ALIMENT	O'FLOW	U'FLOW	R/H
Relave disponible TMS /Día	1,243.45	617.33	626.12	626.12	1,243.45	497.38	764.07	746.07
Peso especif. Solid. Secos	2.81	2.77	2.81	2.81	2.81	2.77	2.81	2.81
Densidad pulpa (Kgs/Lt)	1.3	1.25	1.89	1.75	1.3	1.15	1.95	1.85
% Solidos en volumen (Cv)	16.6	14.09	49.29	41.54	16.6	8.45	52.61	47.08
% Solidos en Peso (Cw)	35.84	31.27	73.17	66.59	35.84	20.39	75.7	71.39
% de agua en peso	64.16	68.73	26.83	1	64.16	79.61	24.3	28.61
TM agua/Día	2,225.64	1,356.73	229.59	9.4	2,225.64	1,941.36	239.5	298.96
TM pulpa/Día	3,469.09	1,974.06	855.7	635.52	3,469.09	2,438.75	985.57	1,045.03
m3/Día	2,668.53	1,579.25	452.75	363.15	2,668.53	2,120.65	505.42	564.88
G.P.M.	489.6	289.75	83.07	66.63	489.6	389.08	92.73	103.64
Lts/seg	30.89	18.28	5.24	4.2	30.89	24.54	5.85	6.54

	PROYECTADO: 45000				PROYECTADO: 60000			
	ALIMENT	O'FLOW	U'FLOW	R/H	ALIMENT	O'FLOW	U'FLOW	R/H
Relave disponible TMS /Día	1,531.28	612.51	918.77	918.77	2,041.70	816.68	1,225.02	1,225.02
Peso especif. Solid. Secos	2.81	2.77	2.81	2.81	2.81	2.77	2.81	2.81
Densidad pulpa (Kgs/Lt)	1.30	1.15	1.95	1.85	1.3	1.15	1.95	1.85
% Solidos en volumen (Cv)	16.60	8.45	52.61	47.08	16.6	8.45	52.61	47.08
% Solidos en Peso (Cw)	35.84	20.39	75.70	71.39	35.84	20.39	75.7	71.39
% de agua en peso	64.16	79.61	24.30	28.61	64.16	79.61	24.3	28.61
TM agua/Día	2,740.81	2,390.74	294.93	368.16	3,654.42	3,187.65	393.25	490.88
TM pulpa/Día	4,279.09	3,003.25	1213.70	1,286.93	5,696.12	4,004.64	1,618.27	1,715.90
m3/Día	3,286.22	2,611.52	622.41	695.64	4,381.63	3,482.03	829.88	927.51
G.P.M.	602.93	479.14	114.20	127.63	803.91	638.86	152.26	170.17
Lts/seg	38.03	30.23	7.20	8.05	50.71	40.3	9.61	10.74

3.4 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

3.4.1 CAPACIDAD DE SILOS

El silo de almacenamiento es la alternativa mas conveniente para almacenar el relave clasificado.

Para el dimensionamiento consideramos la producción actual y la proyectada .

$$\frac{746.07 \text{ TMSD U'FLOW}}{2.11 \text{ TM/m}^3} = 359.89 \text{ m}^3$$

TONELAJE TRATAMIENTO	U'FLOW	CAPACIDAD de SILO
TMS/Mes	TMS/Dia	m3
36500	746.07	353.59
45000	918.78	435.44
60000	1225.04	580.59

Con la producción actual y la proyectada a mediano plazo de 45000 TMS mensuales, son necesarios 02 silos metálicos con un volumen de 210 m3 c/u con las siguientes dimensiones:

Diámetro	=	20.5'
Altura	=	20'
Cono	=	8'

Dos silos de 420 m3 efectivos tardará 20 horas en llenarse con la producción actual de 1350 TMS/D, (36,500 TMS/D) con una densidad de 1950 grs/lit, y para una ampliación a 1670 TMS/D, (45,000 TMS/M) se llenará en 16 horas, mientras que para una producción de 2,222 TMS/D (60000 TMS/M) se llenará en 12 horas.

3.4.2 ACONDICIONAMIENTO DE PULPA

Para un proceso frecuente permite mantener cierto grado de homogeneidad y el envío de relleno a mina con una densidad adecuada y manejable. Son necesarios 02 acondicionadores 8'x8' igual a 10 m³ cada uno, por adecuarse a las condiciones de operación, porque planteamos la posibilidad de rellenar Carmen y Esperanza en forma paralela e instalar 02 líneas para rellenar 2 tajos al mismo tiempo en Carmen para así mejorar la velocidad de relleno y el ciclo de minado

3.5 CALCULOS DEL SISTEMA DE BOMBEO Y CLASIFICACIÓN

3.5.1 CALCULO PARA EL SISTEMA DE BOMBEO DE RELAVE GENERAL

ALTERNATIVA N°1 y N° 2

CALCULO PARA EL SISTEMA DE BOMBEO

DATOS GENERALES		
PRODUCCIÓN 36 500 TMS/D		
-Gravedad Especifica	=	2.81
-Tamaño de partícula d50 (micrones)	=	98 (0.098 mm)
-% en peso de sólidos en la pulpa	=	35.84
-Cabeza estática de descarga (m)	=	13.50
-Cabeza de succión (m)	=	1.00
-Longitud de tubería (m)	=	20.00
-Accesorios	=	2x90
-Caudal a bombear (Lts/seg)	=	30.9
-Diámetro de tubería seleccionado	=	5'sch-80 (122.26 mm)
-Velocidad limite de sedimentación (m/seg)	=	1.83
-Velocidad de transporte (m/seg)	=	2.63
-Perdida por fricción en la tubería y accesorios (Hf)	=	
-Longitud equivalente	=	26.37
Longitud actual	=	20m
1 codo de radio largo + 1 codo de radio corto	=	6.37

Con una tubería de fierro de 5' de diámetro 122.26 mm y una velocidad de pulpa de 2.63 m/seg se obtiene el factor de fricción de Darcy; $f = 0.018$.

Luego con la ecuación de Darcy:

$$H_f = fL \frac{V^2}{D2g}$$

$$H_f = 1.37 \text{ m. de pulpa por } 26.37 \text{ m de tubería}$$

-Pérdida en la descarga de la tubería H_p , H_e

$$H_p = \text{Altura de presión en el ciclón}$$

$$H_p = \frac{\text{Presión del ciclón} \times 10}{\text{Densidad de pulpa}}$$

Presión del ciclón = 7psi = 0.49 Kg/cm²

$$H_p = 3.77 \text{ m. de pulpa}$$

$$H_e = \frac{V^2}{2g}$$

$$H_e = 0.35 \text{ m. de pulpa}$$

-Pérdida de admisión desde la caja de la bomba a la tubería de aspiración (H_i)

$$H_i = 0.5 \frac{V^2}{2g}$$

$$H_i = 0.18 \text{ m. de pulpa}$$

-Altura dinámica total (H_m)

$$H_m = (Z_d - Z_s) + H_f + H_p + H_e + H_i$$

$$H_m = 18.17 \text{ m. de pulpa}$$

- Conversión de altura de pulpa a altura de agua.

Calculado H_m es necesario convertirlo a una altura dinámica total equivalente

de agua ya que las curvas características de las bombas se refieren generalmente al comportamiento del equipo con agua.

$$H_r/E_r=0.91$$

La altura equivalente de agua será:

$$H_m/H_r = 19.96 \text{ m. de agua}$$

3.5.2 SELECCIÓN DE BOMBA

Caudal de pulpa	=	489.60	G.P.M.
Altura equivalente de agua	=	19.96	metros
Densidad de pulpa	=	1300	grs/lt

De acuerdo a OPERATING RANGE de las ASH PUMP para este caso se puede trabajar con una bomba 5"x4" ver Gráfico N° 7.

El consumo de energía teniendo una eficiencia de 32 % será:

$$\text{Potencia Requerida} = Q \cdot H_m \cdot S_m / 1.02 \cdot e_m$$

Kw	=	25
HP	=	34
Factor de servicio	=	1.15
Factor de altura	=	1.1
HP	=	43 ≈ 48

Producción 45,000 TMSD			
Realizando los cálculos como para el primer caso se tiene			
- Diámetro de tubería seleccionado	=	6'sch-80	146.36mm
- Velocidad de transporte (m/seg)	=	2.26	
- Altura dinámica total (Hm)	=	17.47	

- Altura equivalente de agua (m)	=	19.2	
- Caudal de pulpa (G.P.M.)	=	602.93	
- Densidad de pulpa (grs/lt)	=	1300	

Del grafico N° 7, para este caso también se puede trabajar con una bomba 5"x4", sin embargo, si la densidad bajara a 1,220 grs/lt el caudal subirá a 833 GPM. necesitándose una bomba 6"x 6".

El motor a utilizarse para esta producción será de 60 HP.

3.5.3 HIDROCICLONES

De la Tabla de rendimiento de los CICLONES KREBS, se tiene que para un caudal de alimentación del ciclón hasta 600 G.P.M. y con una caída de presión del ciclón entre 10-15 lbs/pulg² se utiliza un ciclón modelo D20".(Graf.N°8)

DIÁMETRO DEL APEX

Del gráfico N° 8-a, se tiene que para un flujo de under flow de 31 TMSH requiere un ápex de 2" a 2 3/4" de Ø.(Cada ciclón con ápex de 1" a 1 3/8").

DIÁMETRO DEL VORTEX

$$D_v = 0.167 D_c$$

$$3.34$$

$$D_v = 4''$$

3.6 UBICACIÓN DE LA PLANTA DE RELLENO HIDRÁULICO

De acuerdo a la evaluación, se ha concluido que la alternativa N° 1, la que contempla la construcción de la nueva planta en donde se encuentra actualmente la planta de repulpado por ser la que mas se adecua a las necesidades.

3.7 CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS DE LA PLANTA DE R/H.

Para la descripción de los equipos de la planta de Relleno Hidráulico se ha evaluado las dos alternativas y se ha llegado a la siguiente conclusión, considerando que la producción se va incrementando paulatinamente hasta

colocarse en corto plazo en 45,000, TMSD para cualquiera de las dos alternativas y utilizando los equipos disponibles:

- Una bomba Denver SRL 6"x 6" con motor de 48HP; la bomba 5"x 4" trabajará como Stand-by. Las bombas estarán ubicadas cerca o en la parte inferior de los silos de almacenamiento.
- La alimentación a los ciclones D-18 y D-15 se hará con un distribuidor de alimentación en paralelo; se regulará la alimentación al ciclón D-15 con una válvula pinch instalada entre el ciclón y el distribuidor. La descarga de los over flow hará a un cajón, es decir a la presión atmosférica; para las dos alternativas en en el corto plazo no es posible evacuar los finos de los ciclones por gravedad hacia La relavera #2 porque no se tiene suficiente diferencia de cotas y será necesario evacuarlo con una bomba; cuando este disponible la relavera #3 se hará por gravedad.
- Capacidad de almacenamiento de 420m3.
- Dos acondicionadores 8'x8'.
- Bomba para agua Grindex MIDI-H de 17HP

velocidad del relleno, así como también evitar atoros de la red, éste recorrido sería tal como se muestra en la figura N° 3.

La Unidad tiene 50 labores a las que rellena un promedio mensual de 10,611.49 m³ aprox. distribuidos de la siguiente manera:

INVENTARIO DE TAJOS			
ZONA	N° DE TAJOS	VOLUMEN A RELLENAR	% RESPECTO AL TOTAL
ELOIDA(ALTA)	04	442.12	4.17
CARMEN	21	3,684.66	34.72
POTISI Niv.4	17	4,863.77	45.83
ESPERANZA	08	1,620.94	15.28
TOTAL	50	10,611.49	100.00

CUADRO COMPARATIVO N° 1 (LÍNEAS DE RELLENO)			
LÍNEAS	ZONA EL CARMEN	ZONA ESPERANZA	TOTAL(m)
ACTUAL	1,545	3,600	5,145
PROYECTO	1,360	2,400	3,760
DIFERENCIA	185	1,200	1,385

Del cuadro anterior se puede deducir los siguiente:

- La línea actual de relleno tiene mayor longitud en su recorrido mientras que la línea del proyecto es menor.
- El recorrido de la línea del proyecto para la zona El Carmen será el siguiente: 480m en superficie, 250 m en toda la Ch-218, 480 m en la galería 435 y 150m hasta el nivel 3 por la Ch-970, reduciéndose 235m de tubería de acuerdo a la Fig N°4 y Fig N° 4-a.

- Con éste cambio se alarga la vida de útil de la tubería.
- De acuerdo a la corrección realizada en la Fig. 3, el recorrido a la Zona de Esperanza se reduce su longitud en 1,200 m. Esto evita atoros en la red y permitirá incrementar la densidad de la pulpa por lo tanto mejorar la velocidad de relleno.
- Se podrá instalar dos líneas siguiendo el recorrido del proyecto lo que posibilita rellenar dos tajos independientemente uno del otro, esto serviría también como stand by por lo que no pararía el relleno por estas razones

4.2 Revisión del diseño de flujo de relleno Producción 45,000 TMSM

Realizando las mejoras en el sistema de clasificación, se dispondrá de 696 m³ de material de relleno hidráulico con una densidad de 1850 grs/lt; éste volumen debemos evacuarlo en 12 horas para acelerar el rellenado de tajos, por lo que se dispone de 58 m³/Hr, con una densidad de 1850 grs/lt. (41 m³/Hr de sólidos netos).

4.2.1 Selección del diámetro de tubería HDPE

VELOCIDAD CRITICA (VELOCIDAD LIMITE DE SEDIMENTACIÓN)

Formula de Mc Elvain y Cave (1972), para sólidos de granulometría fina y aspecto granulométrico angosto en ductos de pequeño diámetro.

$$V_c = 1.1 F I (2 g D (S-1)^{0.6})^{0.5}$$

V_c = Velocidad critica (m/seg)

D = Velocidad critica (m/seg)

D = Diámetro interno (m)

g = Aceleración de la gravedad (m/seg)

S = Gravedad especifica de los sólidos

Del grafico de MAC-ELVAIN Y CAVE

$$V_c = 1.96$$

PARA TUBERIAS DE 3"

$$V_c = 1.77$$

PARA TUBERIAS DE 4"

$$V_c = 1.96$$

VELOCIDAD LINEAL EN TUBERIAS HDPE

3" (73.6 mm diámetro interno)

4" (90.0 mm diámetro interno)

$$V = Q \cdot 1273 / d^2$$

Q = Caudal de pulpa (Lts/seg)

d = Diámetro en mm.

V = Velocidad lineal (m/seg)

D = Densidad de pulpa (1850 Grs/Lt)

d (Pulg)	Q	V
3.00	13.81	3.25
4.00	13.81	2.17

La tubería de 4" de diámetro CL-10 (90 mm. diámetro interno) es aplicable.

Para este caso ya que produce una velocidad de transporte de 2.17 m/seg (con una densidad de 1.85 Kg/Lt), que es mayor a la velocidad de sedimentación de 1.96 m/seg.

4.2.2 MAXIMA DISTANCIA HORIZONTAL DE TRANSPORTE POR GRAVEDAD

A).- RELLENO HIDRÁULICO EL CARMEN

Aplicamos la fórmula siguiente para obtener la máxima distancia horizontal de transporte por gravedad.

$$L = h (D 2g) / W Vt^2$$

$$W = y (a + 0.0018) / (Vt * D / 2)$$

Donde:

- W** = Coeficiente de resistencia de la tubería en función del diámetro
- D** = Diámetro interno de la tubería
- a** = Constante de pulpas = 0.03
- y** = Densidad de pulpa
- Vt** = Velocidad de transporte
- L** = máxima distancia horizontal
- h** = Distancia vertical

B).- UTILIZANDO LA NUEVA DISTRIBUCIÓN DE TUBERÍAS, PROYECTO

CH-218 (Fig. N° 4).

Cota de la bomba de relleno hidráulico	4,750 m.s.n.m.
Cota de ingreso de tubería R/H por Ch-218	4,681 m.s.n.m.
Diferencia de cotas	74.50 m

Aplicando las formulas anteriores, se tiene:

$$W = 0.089601.38$$

$$L = 315.98$$

SEGUNDO TRAMO (Interior mina)

$$L = 315.98$$

Diferencia de cotas entrada Ch-218 y Nv435	250 m
Distancia horizontal	480 m

$$W = 0.089601.38$$

$$L = 1046.28$$

En consecuencia el transporte de la pulpa de Relleno Hidráulico desde la base de la Planta de repulpado hasta la entrada a la Ch-218, inclusive desde la Planta Concentradora necesita una bomba 4"x4" para vencer la distancia horizontal de 480m. en superficie.

C).- RELLENO HIDRÁULICO ESPERANZA	Fig. N° 3 y	Graf N° 10
Cota de la Planta de Relleno Hidráulico	4,756.00	m.s.n.m.
Cota de ingreso a Ch. para Esperanza	4,432.50	m.s.n.m.
Diferencia de cotas	323.50	M.
Distancia Horizontal	3,200.00	M.

$$W = 0.089601.38$$

$$L = 1353.88$$

En consecuencia, el transporte de la pulpa de Relleno Hidráulico desde la base de la Planta de repulpado hasta la entrada de la Ch. a Esperanza, inclusive desde la Planta Concentradora necesita una bomba 6"x 6" para vencer la distancia horizontal de 3200 m. en superficie.

CAPITULO V

OBRAS PROYECTADAS

5.1 PLANEAMIENTO:

Este se encuentra elaborado de acuerdo a las actividades que intervienen en la ejecución del proyecto.

Las obras civiles en esta área contempla las actividades referidas a cada una de las alternativas elegidas de la siguiente manera:

5.1.1 ALTERNATIVA N° 1

5.1.1.1 OBRAS CIVILES

Los trabajos consisten en la excavación de la fundación existente donde se tendrá que anclar los pedestales a los que montaran los soportes estructurales de cada uno de los silos; luego, en los trabajos de concreto a ejecutar se utilizaran aditivos para unir el concreto antiguo con el concreto nuevo.

5.1.1.2 OBRAS METAL MECÁNICAS

Aquí contemplamos las actividades referentes al desmontaje, construcción y montaje del agitador existente de 18'Ø, 18' de altura de 126 m³, al que se tendrá que aumentar la altura en 5' y construir un cono en la parte inferior de 7' de altura y obtener un silo de 175 m³ el que descansara sobre perfiles estructurales de acero fijados a pedestales de concreto armado, así como también a la tolva existente de 83 m³ aumentar su capacidad a 128m³ incrementando su altura en 10' y la construcción a corto plazo de un nuevo silo de 20.5'Ø y 20' de altura con fondo cónico de 8' de altura cuya capacidad es de 210 m³.

Montar los ciclones en la parte superior de los silos donde se clasificaran los finos que se enviaran directamente a la relavera #2 por medio de una bomba 5"x4", hasta que se ponga operativa la relavera # 3 a la que se

evacuará por gravedad. Los gruesos se enviarán a los silos. Se realizarán obras complementarias como instalaciones de aire, agua, y energía para la puesta en funcionamiento de las operaciones de relleno.

5.1.2 ALTERNATIVA N° 2

Los trabajos consisten en el corte del talud del terreno equivalente a unos 450m³ de eliminación la excavación de la fundación existente donde se tendrá que anclar los pedestales a los que montarán los soportes estructurales de cada uno de los silos

CAPITULO VI

EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

Los Costos de Inversión del Proyecto son:

PRESUPUESTO ALTERNATIVA N° 1

PRESUPUESTO OBRAS CIVILES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	Co. Unit.	PARCIAL	SUB TOTAL
01	<u>TRABAJOS PROVISIONALES</u>					1850.00
01.01	TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	GBL	2.00	600.00	1200.00	
01.02	ALMACEN PARA LA OBRA	GBL	1.00	650.00	650.00	
02	<u>TRABAJOS PRELIMINARES</u>					1680.02
02.01	TRAZOS NIVELES Y REPLANTEO PERMANENTE	M2	120.00	0.29	34.80	
02.02	ESTRUCTURA METALICA PARA IZAJE Y MONTAJE DE SILO	GBL	1.00	950.00	950.00	
02.03	DESCAGUE DE SILOS	M3	195.00	1.85	360.75	
02.04	EXCAVACION EN LOZA DE CIMENTACIÓN	M3	5.06	66.10	334.47	
03	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>					3888.95
03.01	EXCAVACION EN ROCA FIJA C/I	M3	48.60	66.10	3212.46	
03.02	ELIMIN. MATERIAL EXCED. D=5.00 KM	M3	108.76	6.22	676.49	
04	<u>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</u>					558.52
04.01	SOLADOS DE CONCRETO 1:10 + 30% P.G. H=0.60 CM BASE DE FUNDACION DE SILO NUEVO	M2	20.26	27.06	548.24	
04.02	SOLADO DE PESDESTALES DE SILO "B" A REHABILITAR	M2	0.38	27.06	10.28	
05	<u>FUNDACION PARA SILO</u>					5343.55
05.01	CONCRETO F'C 245 KG/CM2. LOSAS MACIZAS	M3	33.77	90.50	3056.19	
05.02	CONCRETO F'C 245 KG/CM2. SILO "B" A REHABILITAR	KG	3.84	90.54	347.67	
05.03	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 EN VIGA Y LOSA DE FUNDACION	M2	2345.00	0.69	1618.05	
05.04	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 EN CIMENTOS SILO "B"	M3	383.00	0.69	264.27	
05.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA DE CIMENTACION	KG	8.80	6.52	57.38	
06	<u>APOYOS</u>					1654.23
06.01	C° ARMADO EN PEDESTALES f'c=245 Kg/cm2	M3	2.85	90.50	257.93	
06.02	ACERO F'Y=4200 KG/CM2	KG	510.49	0.69	352.24	
06.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PEDESTALES	M2	10.80	6.80	73.44	
06.04	TARRAJEO EN PEDESTALES DE CONCRETO ARMADO	M2	31.68	4.53	143.51	

06.05	C° ARMADO EN PEDESTALES $f_c=245$ Kg/cm ²	M3	2.85	90.50	257.93
06.06	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 SILO "B"	KG	510.49	0.69	352.24
06.07	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE PEDESTALES	M2	10.80	6.80	73.44
06.08	TARRAJEO DE PEDESTALES DE SILO "B"	M2	31.68	4.53	143.51
07	<u>PISOS Y PAVIMENTOS</u>				4284.00
07.01	LOSA DE CONCRETO h=.30 m	M2	68.00	63.00	4284.00
COSTO DIRECTO				\$	19259.26

PRESUPUESTO ESTRUCTURAS METALICAS: SILO NUEVO Y REHABILITACION DE EXISTENTES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	Co. Unit.	PARCIAL	SUB TOTAL
08	<u>SILO "A"</u>					26894.72
08.01	SILO METALICO A CONSTRUIR	KG	13256.00	1.35	17895.60	
08.02	CORTE Y ROLADO DE ACERO	KG	8923.30	0.34	3033.92	
08.03	ARMADO Y MONTAJE DE SILO	KG	13256.00	0.45	5965.20	
09	<u>SILO "B"</u>					17919.24
09.01	DESMONTAJE DE AGITADOR	KG	4471.00	0.17	760.07	
09.02	AGITADOR EXISTENTE A REHABILITADOR	KG	7006.80	1.35	9459.18	
09.03	CORTE Y ROLADO DE ACERO	KG	4471.00	0.34	1520.14	
09.04	ARMADO Y MONTAJE DE SILO	KG	13733.00	0.45	6179.85	
10	<u>SILO "C"</u>					3806.20
10.01	TOLVA CONICA EXISTENTE A REHABILITAR	KG	1107.73	1.35	1495.44	
10.02	CORTE Y ROLADO DE ACERO	KG	1107.73	0.34	376.63	
10.03	ARMADO Y MONTAJE DE SILO	KG	4298.07	0.45	1934.13	
11	<u>TRABAJOS COMPLEMENTARIOS</u>					17760.80
	REHABILITACION DE ESCALERA Y PLATAFORMA PARA					
11.01	CAJONES Y UNDER FLOW, BASTIDORES DE					
	APOYO PARA CICLONES D-15	KG	3506.00	1.80	6310.80	
11.02	INSTALACION ELECTRICA	GLB	1.00	750.00	750.00	
11.03	INSTALACION DE AIRE	GLB	1.00	500.00	500.00	
11.04	INSTALACION DE AGUA	GLB	1.00	750.00	750.00	
11.05	INSTALACION Y PRUEBAS	GLB	1.00	250.00	250.00	
11.06	ACCESORIOS PARA LOS TRES SILOS					
	VALVULA PINCH DIAMETRO DE 6" BB, NIPLE BB DE 8" X 4",					
	VALVULAS COMPUERTA, CHECK, GLOBO, UNIVERSALES					
	D-2, TUBO ROLADO DE 2", TEE DE FoFo BB DE 6" X 2'e= 1/2"					
	TUBO DE POLIETILENO 8" CL-10; INCLUYE MANO DE OBRA	GLB	1.00	6500.00	6500.00	
12	<u>PINTADO DE SILO</u>					
12.01	PINTURA ESMALTE EN EXTERIOR DE ESTRUCTURAS Y					

SILO				
Y EXPONICA EN INTERIOR DE SILO 2 MANOS	GLB	1.00	2700.00	2700.00
			COSTO DIRECTO	66380.96

SILO "A".- SILO NUEVO A CONSTRUIR 20.5 X 20' ALTO CAP. 210 M3

SILO "B".- SILO NUEVO EXISTENTE DE 18' X 29' ALTO DE 126 M3; SE INCREMENTA A 176 M3

SILO "C".- TOLVA CONICA DE EXISTENTE 16' X 16' ALTO DE 68.07 M3; SE INCREMENTA A 98 M3

Alternativa N° 1

I OBRAS CIVILES		19,803.31
II CONSTRUCCIÓN Y REHABILITACIÓN DE SILOS		48,620.16
III TRABAJOS COMPLEMENTARIOS		17,760.80
	COSTO DIRECTO \$	<u>86,184.27</u>
	GG. + UTILIDAD 15% \$	<u>12,927.64</u>
	TOTAL \$	99,111.91

SON: NOVENTINUEVE MIL CIENTO ONCE Y 91/100 DOLARES USA.

PRESUPUESTO ALTERNATIVA N° 2

PRESUPUESTO OBRAS CIVILES

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	Co. Unit.	PARCIAL	SUB TOTAL
01	<u>TRABAJOS PROVISIONALES</u>					1850.00
01.01	TRANSPORTE DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	GBL	2.00	600.00	1200.00	
01.02	ALMACEN PARA LA OBRA	GBL	1.00	650.00	650.00	
02	<u>TRABAJOS PRELIMINARES</u>					1019.60
02.01	TRAZOS NIVELES Y REPLANTEO PERMANENTE	M2	240.00	0.29	69.60	
02.02	ESTRUCTURA METALICA PARA IZAJE Y MONTAJE DE SILO	GBL	1.00	950.00	950.00	
03	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>					5874.09
03.01	EXCAVACION EN ROCA FIJA C/I	M3	159.00	24.66	3920.94	
03.02	REFINE Y NIVEL. DE ZANJA T.R. H=2.50 - 5.00 M.	ML	31.42	3.04	95.52	
03.03	ELIMIN. MATERIAL EXCED. D=5.00 KM	M3	204.36	9.09	1857.63	
04	<u>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</u>					1660.19
04.01	SOLADOS DE CONCRETO 1:10 + 30% P.G. H=0.60 CM BASE DE FUNDACION	M2	41.20	27.06	1114.87	
04.02	FALSO PISO CEMENTO ARENA 1:8 e=6"	M2	82.75	6.59	545.32	
05	<u>FUNDACION PARA SILO</u>					12055.75
05.01	CONCRETO F'C 245 KG/CM2. LOSAS MACIZAS	M3	67.54	113.75	7682.68	
05.02	VIGA DE CIMENTACION PARA SILO f _c =245 Kg/cm ²	M3	9.00	113.58	1022.22	
05.03	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 EN VIGA Y LOSA DE FUNDACION	KG	4690.00	0.69	3236.10	
05.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA DE CIMENTACION	M2	17.60	6.52	114.75	
06	<u>APOYOS</u>					1644.27
06.01	C° ARMADO EN PEDESTALES f _c =245 Kg/cm ²	M3	6.00	113.58	681.48	
06.02	ACERO F'Y=4200 KG/CM2	KG	1020.98	0.69	704.48	
06.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PEDESTALES	M2	21.60	6.80	146.88	
06.04	TARRAJEO EN PEDESTALES DE CONCRETO ARMADO	M2	24.60	4.53	111.44	
07	<u>PISOS Y PAVIMENTOS</u>					3250.80
07.01	LOSA DE CONCRETO h=.30 m	M2	51.60	63.00	3250.80	
COSTO DIRECTO \$						27354.70

PRESUPUESTO CONSTRUCCION DE DOS SILOS

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	Co. Unit.	PARCIAL	SUB TOTAL
09	<u>ESTRUCTURAS DE SILO</u>					53789.44
	SILO METALICO DE 20 PIES DE DIAMETRO X 20' DE ALTURA DE 210 M3 DE CAPACIDAD	KG	26512.00	1.35	35791.20	
09.01	CORTE Y ROLADO DE ACERO	KG	17846.60	0.34	6067.84	
09.02	ARMADO Y MONTAJE DE SILO	KG	26512.00	0.45	11930.40	

10	<u>TRABAJOS COMPLEMENTARIOS</u>				16210.80
	CONSTRUCCION DE ESCALERA Y PLATAFORMA PARA CAJONES DE OVER Y UNDER FLOW, BASTIDORES DE APOYO PARA CICLONES D-15 Y D-18	KG	3506.00	1.80	6310.80
10.01	INSTALACION Y PRUEBAS	GLB	1.00	500.00	500.00
10.02	ACCESORIOS				
	VALVULA PINCH DIAMETRO DE 6" BB, NIPLE BB DE 8" X 4" VALVULAS COMPUERTA, CHECK, GLOBO, UNIVERSALES D-2, TUBO ROLADO DE 2", TEE DE FoFo BB DE 6" X 2'e= 1/2" TUBO DE POLIETILENO 8"CL-10; INCLUYE MANO DE OBRA	GLB	1.00	4000.00	4000.00
10.03	PINTADO DE SILO				
	PINTURA ESMALTE EN EXTERIOR DE ESTRUCTURAS Y SILO Y EPOXICA EN INTERIOR DE SILO 2 MANOS	GLB	1.00	5400.00	5400.00
				COSTO DIRECTO	70000.24

Alternativa N° 2

I OBRAS CIVILES	27,354.70
II CONSTRUCCIÓN DE DOS SILOS (NUEVOS)	53,789.44
III TRABAJOS COMPLEMENTARIOS	16,210.80
	<hr/>
COSTO DIRECTO \$	97,354.95
GG. + UTILIDAD 15% \$	14,603.24
TOTAL \$	111,958.19

SON: CIENTO ONCE MIL NOVECIENTOS CINCUENTIOCHO Y 19/100 DOLARES USA.

CUADRO COMPARATIVO N° 2					
ALTERNATIVA	OBRAS CIVILES	OBRAS METAL MECANICAS	OBRAS COMPLEMENTARIAS	Gastos G. y Utilidades	TOTAL
N° 1	19,803.31	48,620.16	17,760.80	12,927.64	99,111.91
N° 2	27,354.70	53,789.44	16,210.80	14,603.24	111,958.19

De esta evaluación se concluye que la alternativa mas recomendable económicamente es la N° 1.

CAPITULO VII

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

7.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

La ejecución del proyecto se basa estrictamente en la rehabilitación de los dos tanques de almacenamiento que existe y a su vez la construcción de un nuevo silo; de las capacidades indicadas anteriormente, estas especificaciones contemplan los procedimientos constructivos para la ejecución del proyecto "Mejoramiento del Sistema de relleno Hidráulico de la Cia. Minera Casapalca S.A.:"

7.2 TRABAJOS PROVISIONALES:

En este rubro se contempla las actividades previas a la ejecución del proyecto como son:

7.2.1. Transporte de Equipos y Herramientas.- Aquí se contempla el costo referente a la movilización y desmovilización de equipos y herramientas para la ejecución del proyecto. Su costo se ha estimado en forma global.

7.2.2 Transporte de Materiales.- En esta partida se considera el costo por el traslado de todos los materiales que intervienen en la construcción del proyecto como: Fierro corrugado, cemento, estructuras metálicas para la construcción del silo etc. Su costo se considera por Kilo.

7.2.3.Campamento y Almacén.- Se refiere al ambiente donde se almacenara todos los materiales que pueden sufrir alteraciones el estar en contacto con el medio ambiente, será un ambiente completamente cerrado y seguro, construido con material resistente: el costo se ha considerado en forma global.

7.3 TRABAJOS PRELIMINARES:

Son actividades directas con la ejecución de la obra:

Trazo de Niveles y replanteo.- En esta partida se contempla el replanteo; cumplir con los datos que figuran en los planos correspondiente específicamente lo relacionado a la fundación. El costo es por m².

Estructura Metálica para Izaje.- Para el desmontaje, montaje y armado del nuevo silo y la rehabilitación de los tanques existentes; para esto será necesario tener una estructura para realizar estos trabajos por ser muy pesado y riesgoso los materiales y el trabajo respectivamente. Su costo esta considerado en forma global.

7.4 MOVIMIENTO DE TIERRAS:

7.4.1 Excavación en Roca Fija.- El tipo de suelo donde se construirá la fundación que soportará el silo, es roca fija para lo cual es necesario usar explosivos, y equipos de perforación.

Se deberá tomar las precauciones correspondientes en todo momento evitándose así causar daños al silo existente y a la fundación del mismo.

El costo se ha considerado por m³.

Por otro lado se ha considerado la excavación de la losa de cimentación existente, losa de concreto armado donde se anclaran los pedestales de concreto armado por lo que se tendrá que usar aditivos como Sikadur para unir estructuras de concreto antiguo con concreto fresco.

7.4.2 Refine y Nivelación.- Esta actividad consiste en lograr una nivelación tanto horizontal y vertical donde se construirá la fundación. Su costo es por m³.
8.4.3 Eliminación de Material excedente. Luego de realizar la excavación en un terreno rocoso el material adquiere un cierto esponjamiento el mismo es necesario eliminarlo a un lugar donde autoricé la supervisión a una distancia no mayor a 5km. Su costo es por m³.

7.5 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE:

7.5.1 Solado de Concreto.- Es una estructura de concreto simple que distribuye todas las fuerzas en forma uniforme se $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$. su costo es por m^3

7.5.2 Falso Piso.- Se refiere a la construcción de un piso en toda el área donde se construirá el nuevo silo y el silo existente para dar facilidad par su limpieza.

7.6 FUNDACIÓN:

Concreto reforzado de $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$.- La fundación del silo así como también la viga de cimentación y los pedestales del silo "B"; será construida con concreto armado de $f'c = 245 \text{ Kg/cm}^2$ con agregados limpios de finos y material orgánico. Mezclado y vibrado a maquina, el agregado grueso será de tamaño nominal no mayor a $\frac{3}{4}$ ". El acero será de $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$. Cumpliendo con la especificado en los planos respectivos.

7.7 APOYOS O PEDESTALES:

El concreto a utilizarse será de la mismas características que el descrito anteriormente, los que serán construidos en forma monolítica desde el inicio de la construcción de la fundación, estos pedestales deberán de cumplir con las especificaciones indicadas en los planos correspondientes la parte superficial deberá de ser revestida con un recubrimiento igual al indicado en los planos respectivos. De igual modo para los pedestales del silo "B".

7.8 ESTRUCTURAS DEL SILO NUEVO:

Los elementos estructurales del silo son de acero estructural y acero LAC, los que serán soldadas de acuerdo a normas ASTM Y AWS.

El desmontaje del silo "B", "C" y el montaje del nuevo silo, se hará tomando todas las medidas de seguridad, se realizaran las pruebas correspondientes, luego se instalarán los accesorios respectivos y al final se

realizará el pintado de la siguiente manera: dos manos de anticorrosivo y esmalte en el exterior del silo y estructuras; en el interior del silo se dará dos manos de pintura epóxica.

Construido con planchas de acero estructural de $\frac{1}{4}$ " roladas, fijadas y reforzadas con anillos de perfil 0U de 4" por 5.4 lbs y en la parte superior con ángulo de $2\frac{1}{2}$ " x $2\frac{1}{2}$ " x $\frac{1}{4}$ " ; soldadas bajo las normas técnicas de ASTM y AWS, en el que se almacenará relave proveniente de la planta concentradora, previamente clasificada; este silo estará soportado por columnas de perfil H de 8" x 8" de 31 lbs, las que estarán confinadas por vigas de perfil H de 6"x 6" de 15.5 lbs. y la rehabilitación de los silos "B" y "C" será de acuerdo a lo indicado anteriormente.

Planchas de Acero Estructural.- Son las que forman la parte cilíndrica y cónica del silo nuevo y de los que se va a rehabilitar.

Canal "U" de 8" y de 6" de 11.5 y 5.4 lbs respectivamente.- Son las que formarán un anillo de refuerzo al que irán fijadas y serán soldadas las planchas de acero estructural.

Columnas de Perfil "H" 6" de 31 lbs.- Estos perfiles serán soldados a una plancha de .50 m x .50 m que irá sujeta a los pernos de anclaje; en estas columnas descansará el silo, las mismas que serán arriostradas con tubo negro de 4" ϕ según detalles indicados en los planos.

Vigas "H" 6" de 15.5lbs.- Estas vigas servirán de confinamiento de las columnas formadas por los perfiles "H" de 8".

Angulo $2\frac{1}{2}$ "x $2\frac{1}{2}$ "x $\frac{1}{4}$ ".- Será fijado en la corona del silo donde descansará la estructura que servirá de puente para unir los dos silos.

Tubo negro de 1".- Será utilizado para la construcción de barandas de la escalera, la misma que será acondicionada para poder tener acceso a los silos.

Piso Metálico para Puente.- Esta estructura será fijada en e incrementada al pasadizo existente instalado para la manipulación y control del os ciclones.

SILO “B”

Para la rehabilitación de este silo se ha considerado incrementar su altura con una plancha de 1.5 m de altura y construir un cono en la parte inferior de 2.1 m de altura, descansará sobre pedestales de acuerdo a las especificaciones para el silo nuevo.

SILO “C”

Corresponde a la rehabilitación de la tolva cónica que existe a la que se incrementará solo la altura en 1.5 m de altura y permanecerá en las actuales estructuras que tiene; esta rehabilitación será de acuerdo a las consideradas para el nuevo silo.

7.9 OBRAS COMPLEMENTARIAS:

Aquí se contempla la construcción de la escalera, la misma que será reubicada de acuerdo al nuevo planteamiento graficado en los planos correspondientes, la construcción de un nuevo cajón para los ciclones, las instalaciones de agua, aire y luz que se requieren para la puesta en marcha de las operaciones.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

8.1 MATERIA PRIMA (RELAVES CLASIFICADOS):

- En el relleno hidráulico se trabaja con coeficientes de uniformidad iguales a 5 en este caso se ha encontrado el valor de 4.94 el que está dentro de los parámetros óptimos.
- El coeficiente de permeabilidad estadísticamente se ha concluido que debe ser alrededor de 10 cm/hr para una buena consolidación, el de nuestros relaves tiene el valor de 12, próximo al recomendable.
- La densidad relativa o densidad in situ del relleno es de 2.11 tn/m³.

8.2 SISTEMA DE CLASIFICACIÓN:

- El ciclón D-15" esta trabajando con una eficiencia muy baja igual a 31%, partícula $d_{50} = 175$ micrones, mientras que el ciclón D-18" con 68% $d_{50} = 238$ micrones.
- De acuerdo al muestreo realizado, la recuperación del relave para el relleno hidráulico es de 50.35 % equivalente a 626 TMSD, 297 m³, respecto a la alimentación por lo que se ha propuesto incrementar a un 60% como mínimo, 746 TMSD, 354 m³, mejorando la eficiencia de clasificación en especial del ciclón D-15".
- Del mismo análisis granulométrico de los ciclones D-15" y D-18" se puede observar lo siguiente:

CUADRO COMPARATIVO N° 3

Ciclón	Under Flow	% (m -325)	Lama / Día	Lama Mensual
D-15"	250 TMSD	11.90 Lama	14.10 m3	380.70 m3
D-18"	376 TMSD	9.08 Lama	16.18 m3	436.86 m3
Totales	626 TMSD		30.28m3	817.56 m3

- Del cuadro anterior se deduce que mensualmente son 818 m3 de lama que se produce con el sistema de clasificación actual el que se envía a mina.

8.3 PLANTA DE RELLENO HIDRÁULICO:

- Luego de realizar los cálculos correspondiente se ha concluido trabajar solamente con una línea y por gravedad para la alimentación desde la planta concentradora hasta el sistema de clasificación.
- La producción de relave clasificados actual mejorada es de 20,144 TMSM, 9547 m3 y para una proyección de tratamiento de 45,000 TMSM es de 24,807 TMSM, 11,757 m3; existiendo un déficit de relleno de 10% aproximadamente, ya que la relación relleno mineral es de 0.649; lo que significa que al extraer una tonelada de mineral se requiere 0.649 toneladas de relleno.
- De acuerdo a las características del relleno hidráulico para la proyección será necesario una capacidad de almacenamiento de 435 m³, que de acuerdo a la alternativa elegida deberá de ser no menor a este volumen, que permitirá almacenar la producción de relleno de un día.
- La planta de relleno deberá de estar implementada con los siguientes equipos:

Silos de almacenamiento no menor a 420 m ³ .	(Por ejecutar)
Dos hidrociclones con manómetros D-18", D-15"	(Existentes)
Dos bombas de 6" x 6" y 5 x 4" Stand by	(Existentes)
Dos acondicionadores 8" x 8"	(Existentes)
Compresora de 100 PSI	(Existente)
Bomba para agua Grindex	(Existente)

- La alternativa recomendable es la N° 1 la que contempla la infraestructura existente en la planta de repulpado y por consiguiente económicamente mas baja sin embargo necesariamente deberá construirse un nuevo silo a corto plazo.

8.4 INSTALACIÓN DE TUBERÍAS:

- Del grafico N° 9 del proyecto de la nueva red de instalación de tuberías para relleno hidráulico del Carmen, se concluye que en el cambio de dirección que sufre la red desde la Ch-218 al Niv. 435 soportaría una presión superior a la de su diseño, por lo que se recomienda el uso de codos preformados "vulco 560" resistente a la abrasión la misma que tendrá una vida útil mayor a la tubería HDPE.
- De la misma manera en el grafico N° 10 línea a Esperanza; se observa que no se puede rellenar por gravedad por lo que tendrá su acondicionador independiente con una bomba de 5" x 4" para que pueda romper la distancia horizontal (3;200) ya que la diferencia de cotas solamente son 323.50 m, luego modificar el recorrido tal como se indica en la figura N° 3 en la que disminuye su longitud en 1,200 m.

8.5 OPERACIÓN:

- De acuerdo a los ensayos realizados como se puede apreciar en los gráficos N° 5 y N° 6 para obtener mayor eficiencia con el floculante Magnafloc 351, su consumo debe ser 0.003 Kg/TMS de relleno hidráulico, y su preparación al 0.1 %, 1gr/lit; (220 gr/ cilindro); lo que significa que para la producción actual mejorada de 20,144 TMS/M de relave clasificado debe utilizarse sólo 60 Kg/mes de floculante y para la producción proyectada de 24,807 TMS/M, 74 Kg/mes; actualmente se utiliza 1.8 gr/lit (393 gr/cilindro) que es elevado.
- De lo anterior se deduce que a mayor consumo de floculante no se obtiene ningún beneficio, muy por el contrario se produce un desperdicio económico.

RECOMENDACIONES

8.6 SISTEMA DE CLASIFICACION

- La cantidad de lama puede reducirse ensayando diámetros de ápex y vortex hasta encontrar el optimo; esto consiste en realizar varias pruebas con un ápex de jebe que de acuerdo a los cálculos este no deberá ser menor a 1" ni mayor a 1 3/8" luego de cada cambio, deberá realizarse un análisis granulométrico en donde se analizara cual es mas eficiente.
- La descarga de los finos deberá ser directamente a la presión atmosférica (un cajón) y de este a la relavera, pero de ninguna manera deberá estar conectada directamente.

8.7 PLANTA DE RELLENO HIDRÁULICO

- Por lo que se recomienda eliminar una de las dos líneas.
- El sistema de clasificación deberá de ser de acuerdo a la figura N° 5.

- Las bombas ubicadas actualmente en la planta concentradora deben de instalarse lo mas cercanas a los silos (planta de relleno) de acuerdo a la figura N° 6.

8.8 INSTALACION DE TUBERÍAS

- En todas las disposiciones que se tiene mejorar las salidas de las bombas, eliminar accesorios innecesarios como “yees”, “codos de 90°” y “reducciones” los que originan fuertes gastos en la tubería, así como también la instalación de tuberías deben de ser lo mas horizontales que se pueda eliminando las catenarias con puntos de apoyos mas estrechos y utilizar la señalética en todo su recorrido.
- En el grafico N° 12 de perfil hidráulico se demuestra la elevada presión que soportan especialmente los tramos del Niv. 435, Niv. 1 y Niv. 2 por lo que se recomienda usar tuberías HDPE de clase superior a la 10 como clase 16 y mejorar el tipo de empalme entre tuberías usando hidrocoplas vitaulicas marca bruno estilo 995 y en puntos altamente vulnerables usar las abrazaderas con templadores, ver la figura N° 11 y eliminar de inmediato los empalmes con niple de Ø 3” con clavos de fijación.
- Trabajar con tres líneas de relleno independientes, una para esperanza y dos para El Carmen; esto ayudara a que la velocidad en el relleno sea mayor y por otro lado rellenar dos zonas al mismo tiempo.
- No se recomienda rellenar tajos por sifonero (Presión negativa) este fenómeno produce un debilitamiento constante en la red y ocasiona desempalmes súbitos por la excesiva presión que se necesita para vencer este nivel, en este caso se sugiere la habilitación de chimeneas de servicios. Esta recomendación se observa en la grafico N° 11.

- Llevar un inventario de tuberías que permita registrar la longitud, el tiempo de duración y la fecha probable de cambio.

8.9 OPERACIÓN

- Actualmente el exceso de finos en las galerías es debido a la mala clasificación que se produce en la planta artesanal de relleno, se ha podido determinar que los gruesos se decantan y los finos permanecen a flote, luego al momento de iniciar el relleno del tajo lo primero que se envía son todos los finos, llegando al tajo con presión y consecuentemente formando turbulencia y al termino del relleno estos rebosan (finos y lama) a las galerías por lo que se recomienda preparar una tubería DISIPADOR DE PRESIÓN de acuerdo a la Fig. 12 dentro del tajeo; esto hace que la presión se disipe y el flujo pase de turbulento a laminar y por consiguiente mantener los sólidos en decantación lo que evitaría que los finos se evacuen con el agua de rebose.
- El exceso de finos y lamas en las galerías también se debe al tiempo de lavado de las líneas esto disminuirá considerablemente con la ejecución del nuevo proyecto de instalación de la red a través de la Ch-218; esta nueva red no tendrá demasiados cambios de dirección como se tiene actualmente. Asimismo lograr una instalación que mantenga una horizontalidad y verticalidad constante; con esto se tendría mayor durabilidad en las redes y mejor eficiencia en el flujo para el relleno.
- Incrementar la altura de las barreras en 50 cm mas del nivel que se va a rellenar lo que permite que el relleno decante y luego se puede bajar la tela arpillera de la tubería de drenaje y evacuar el agua sin sólidos tal como se indica en la Fig. N° 13.
- Así también utilizar barreras en las galerías “cash pit” como se indica en la Fig. 14.

- En el tajo en relleno específicamente en la “punta” utilizar mangueras flexibles esto permite dirigir el relleno a lugares donde no se produzca una turbulencia.
- Instalar tuberías de drenaje por los caminos hasta las cámaras de decantación que deberán construirse.
- Se debe de utilizar plataformas para controlar eficientemente la operación de relleno.
- Llevar un inventario de tajos para realizar los programas semanales de operación.
- Mejorar la comunicación en el relleno; es vital por lo que debe de instalarse líneas de comunicación cercanas a las labores de relleno para controlar fugas y monitorear adecuadamente la operación de relleno.
- En el gráfico N°5 se observa que el uso del AISO4 en ninguna dosificación mejora la aglomeración de los finos por lo que sugerimos la eliminación de este electrolito en el relleno hidráulico; posiblemente su utilización sería mas efectiva en los tanques de sedimentación.
- El uso de check list es muy importante por que permite realizar una verificación detallada, antes y después de las operaciones de relleno, así como también llevar un control permanente, corregir deficiencias oportunamente, etc; la experiencia y conocimiento nos han llevado ha diseñar los formatos que se adjuntan en los anexos.
- La operación será mas efectiva y eficiente usando dos acondicionadores independientes, para que cada acondicionador maneje una densidad de acuerdo a la zona que se va ha rellenar.

- En la nueva planta de relleno se construirá una loza de concreto con una inclinación mínima que permita evacuar los derrames de relaves a una poza “cocha” para luego bombear este desperdicio a los acondicionadores y de esta forma no contaminar el medio ambiente.
- La tela arpillera “CORESA”, importada de Chile, es la mas adecuada para este sistema de relleno por lo que se recomienda continuar con su utilización.

BIBLIOGRAFÍA

- **F De Lucio (Abril 1972)**
Teoría de Relleno Hidráulico
XII Convención de Ingenieros de Minas del Perú

- **Juan Rayo Pietro (1993)**
Transporte Hidráulico de Sólidos a Grandes Distancias
JRI Ingeniería S.A.

- **GEOFF R.Moore**
Selección del Sistema de Bombeo de Pulpas
Warman Internacional Limitada

- **Juan Saldarriaga V.**
Hidráulica de Tuberías
Mc. Graw Hill

- **Ronald V. Giles B.S.**
Mecánica de Fluidos e Hidráulica
Colección Schaum MC Daw Hill

- **Ferreol Rojas, Edagard Peralta**
Algunos Aspectos Experimentales de un Proyecto de Relleno Hidráulico
Forum de Ciencia y Tecnología Minero – Metalúrgica 1973

ANEXOS

**CRONOGRAMA
DE
EJECUCION DE OBRA**

CRONOGRAMA DE EJECUCION FISICA DE OBRA ALTERNATIVA N° 2

PROYECTO : CONSTRUCCION DE PLANTA PARA RELLENO HIDRAULICO
UBICACIÓN : MINA CASAPALCA
PROPIETARIO : COMPAÑÍA MINERA CASAPALCA S.A.
PLAZO : 120 DIAS CALENDARIO

DISTRITO : CHICLA
DEPARTAMENTO : LIMA

ITEM	DESCRIPCION	1er. MES				2do. MES				3er. MES				4to. MES			
		1ra.	2da.	3ra.	4ta.												
01	TRABAJOS PROVISIONALES																
02	TRABAJOS PRELIMINARES																
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS																
04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE																
05	FUNDACION PARA SILO NUEVO																
06	APOYOS PEDESTALES																
07	PISOS Y PAVIMENTOS																
08	ESTRUCTURA DE SILOS																
09	CORTE Y ROLADO DE ACERO																
10	ARMADO Y MONTAJE DE SILOS																
11	TRABAJOS COMPLEMENTARIOS																
12	INSTALACION Y PRUEBAS																
13	PINTADO DE SILOS																

GRAFICOS

GRAFICO N°1
CURVA DE PARTICION TROMP D-15

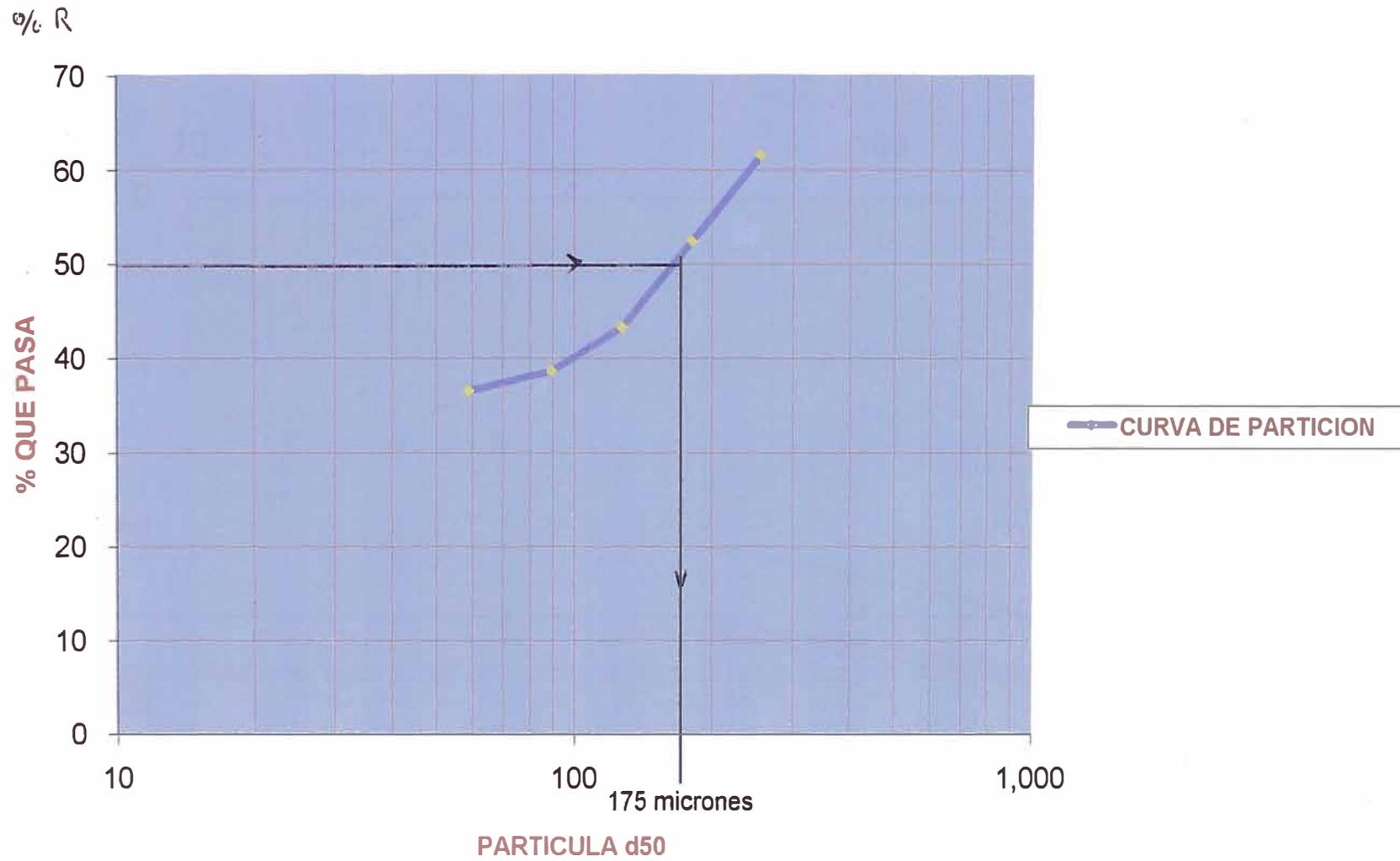


GRAFICO N°2 EFICIENCIA CICLON D-15

MICRONES

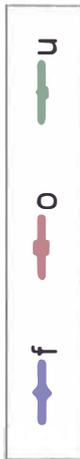
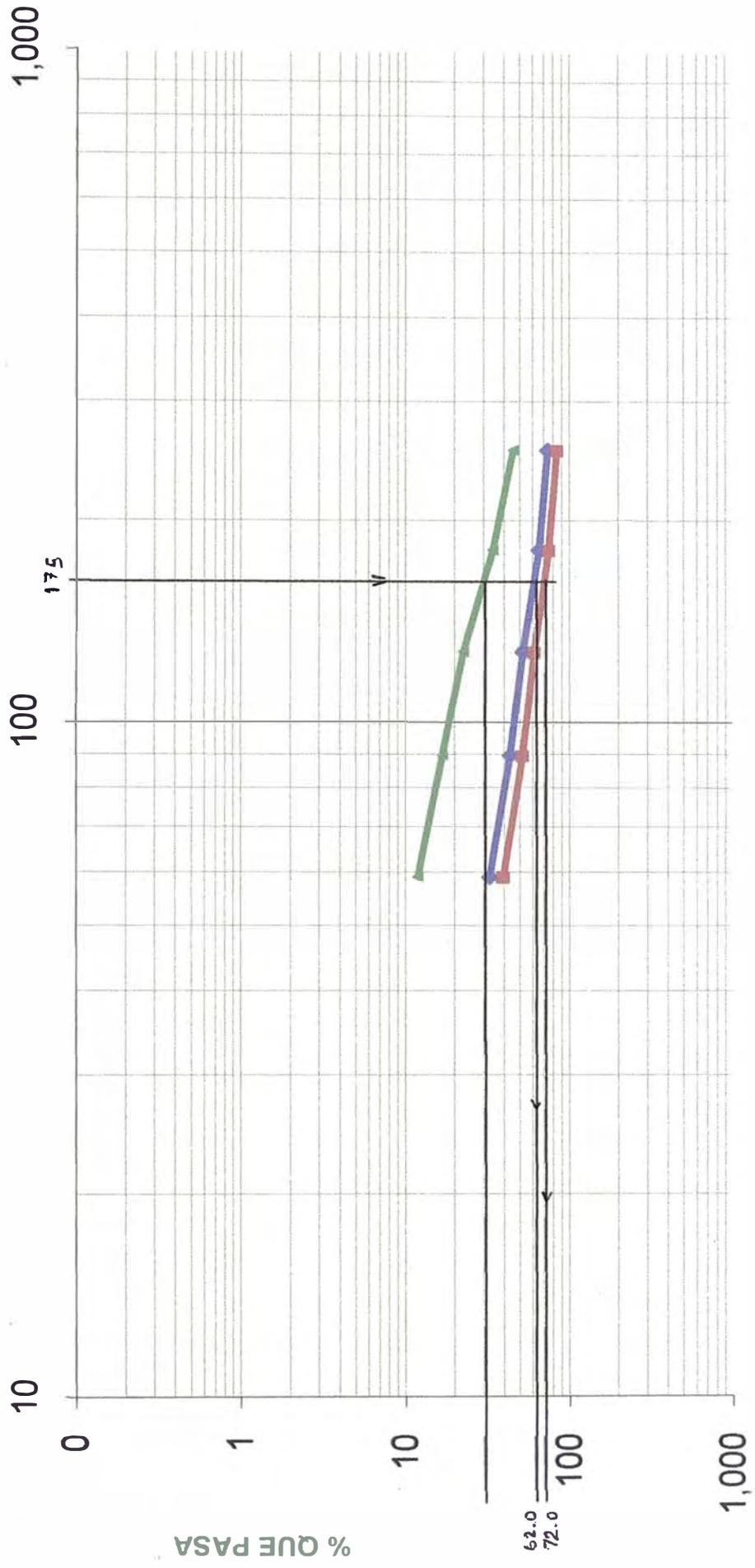


GRAFICO N°3 CURVA DE PARTICION TROMP D-18

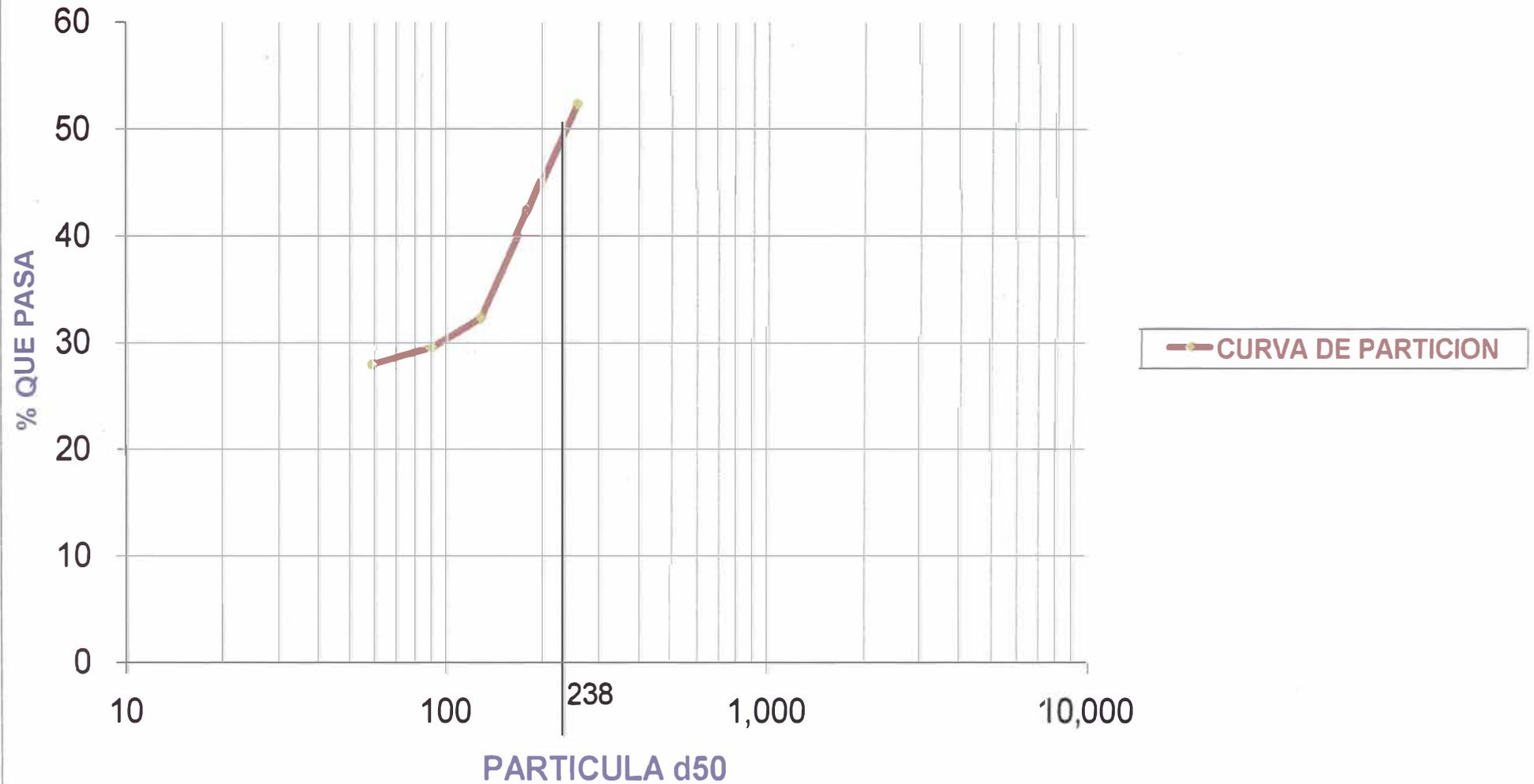


GRAFICO N°4
EFICIENCIA CICLON D-18

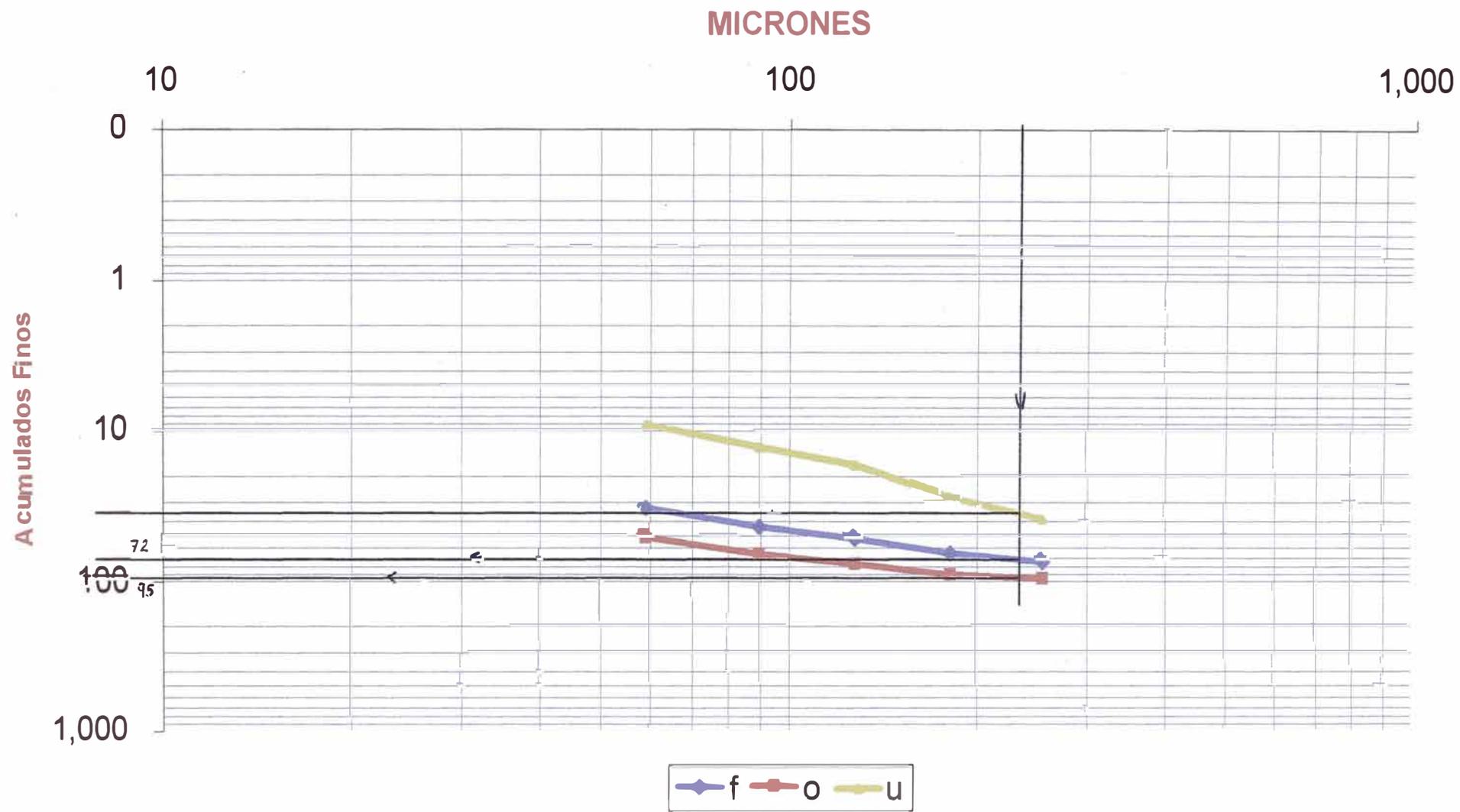


GRAFICO N°5
VELOCIDAD DE SEDIMENTACION CON FLOCULANTE

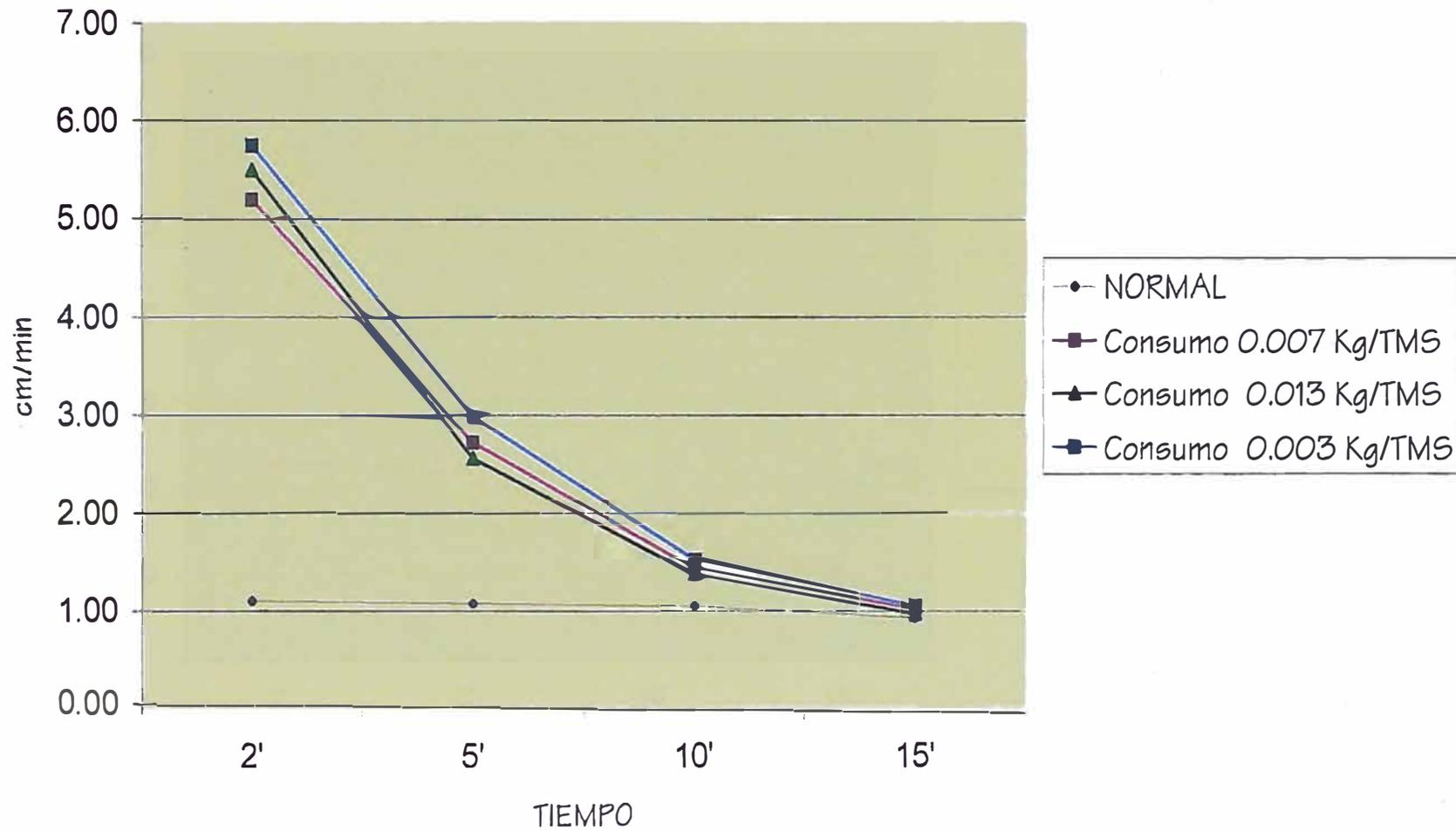
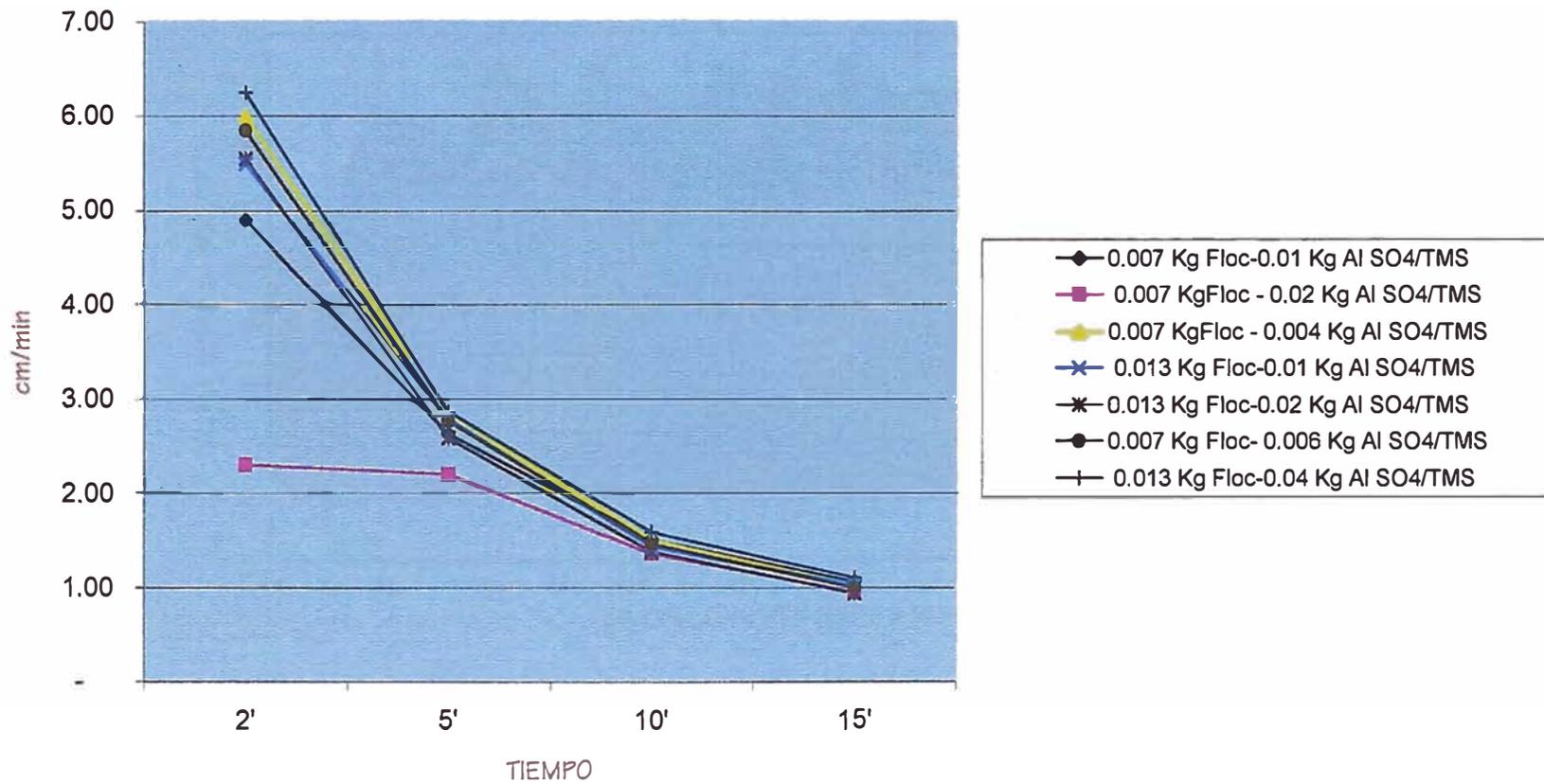


GRAFICO N° 6
VELOCIDAD DE SEDIMENTACION
CON FLOCULANTE Y AI SO4



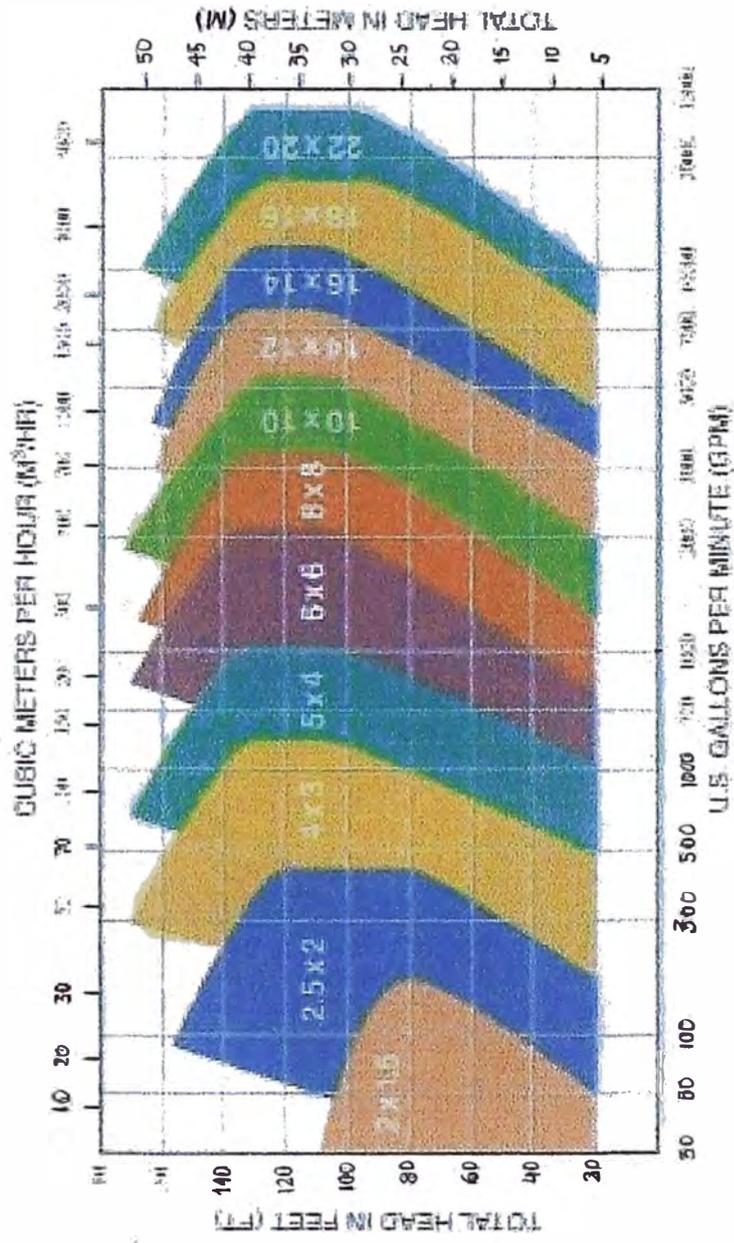


GRAFICO N° 7
OPERATING RANGE

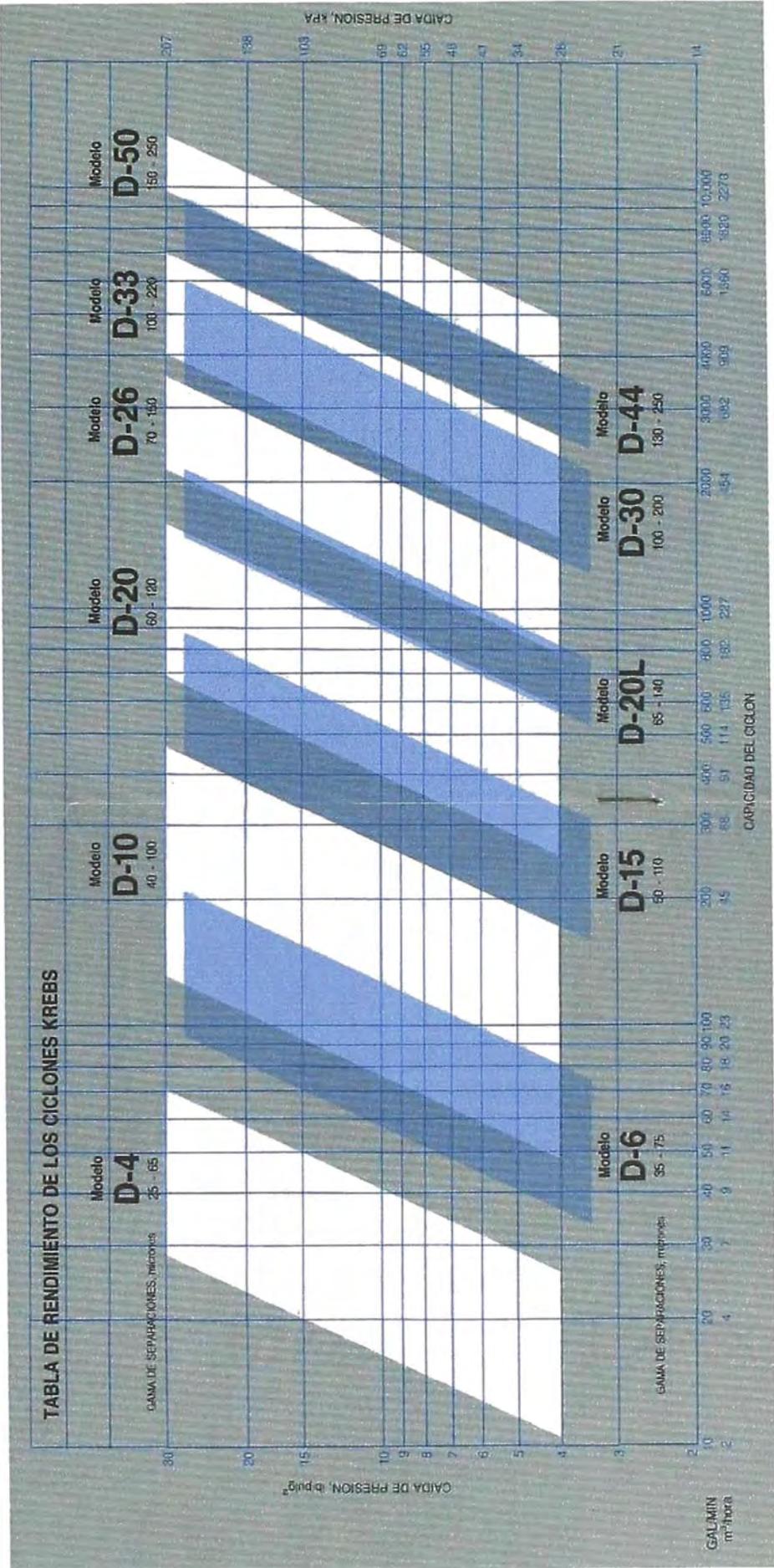


GRAFICO N° 8
EFICIENCIA DE CICLONES

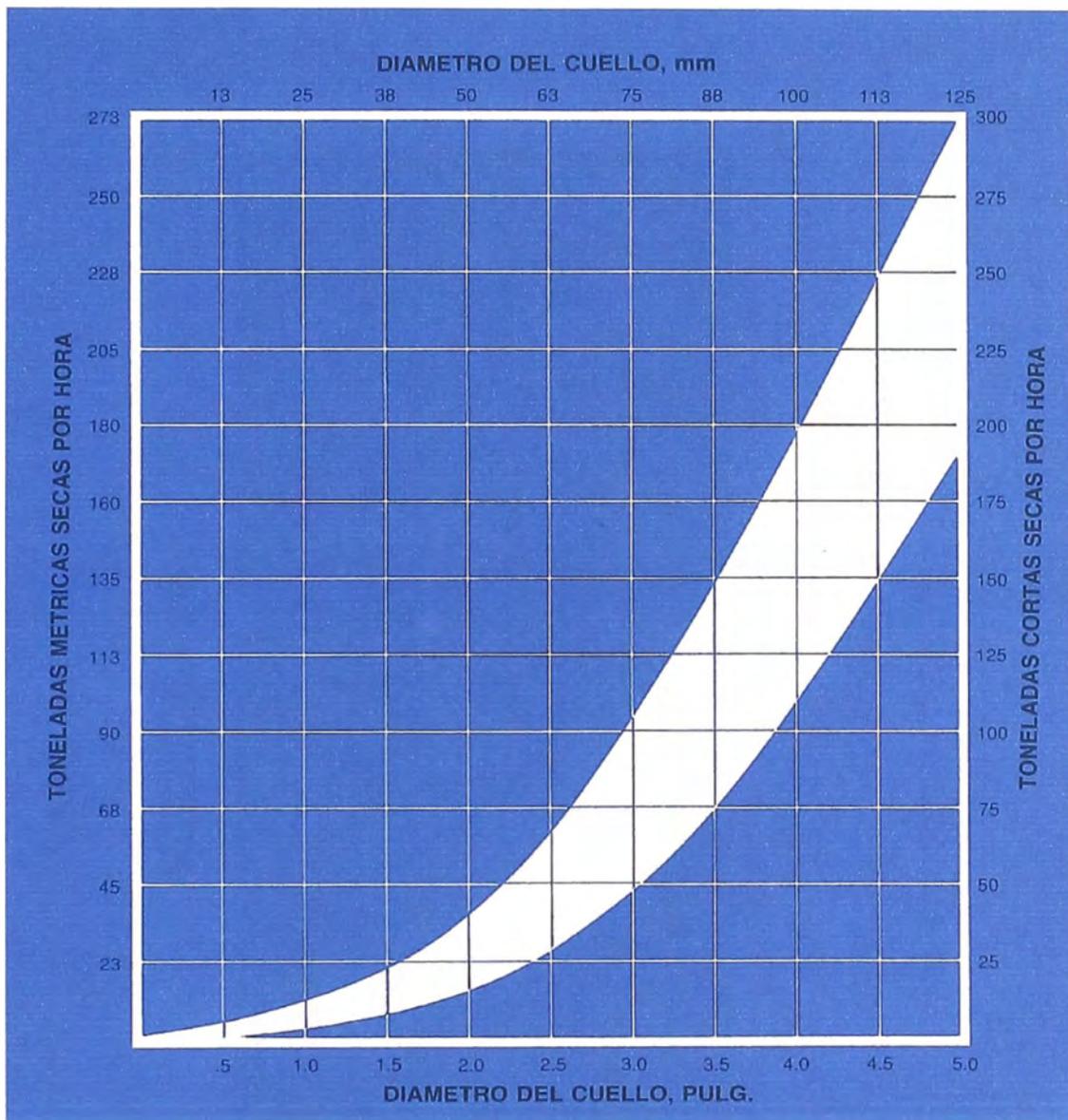


GRAFICO N° 8-A
DIÁMETRO DEL APEX

GRAFICO N° 9
RED DE TUBERIA Y PRESIONES
PROYECTO Ch - 218

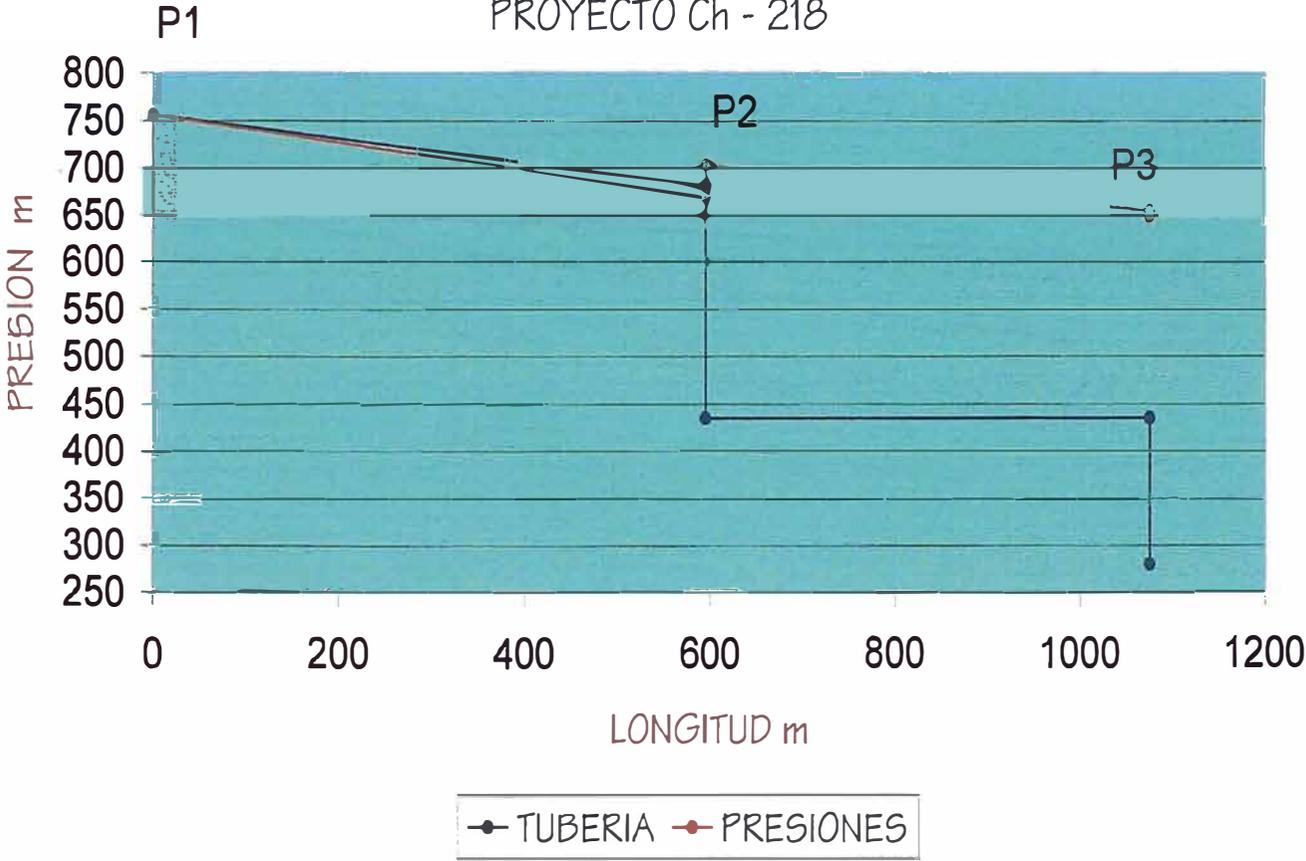


GRAFICO N° 10
PERFIL DE TUBERIA Y PRESION
ZONA ESPERANZA

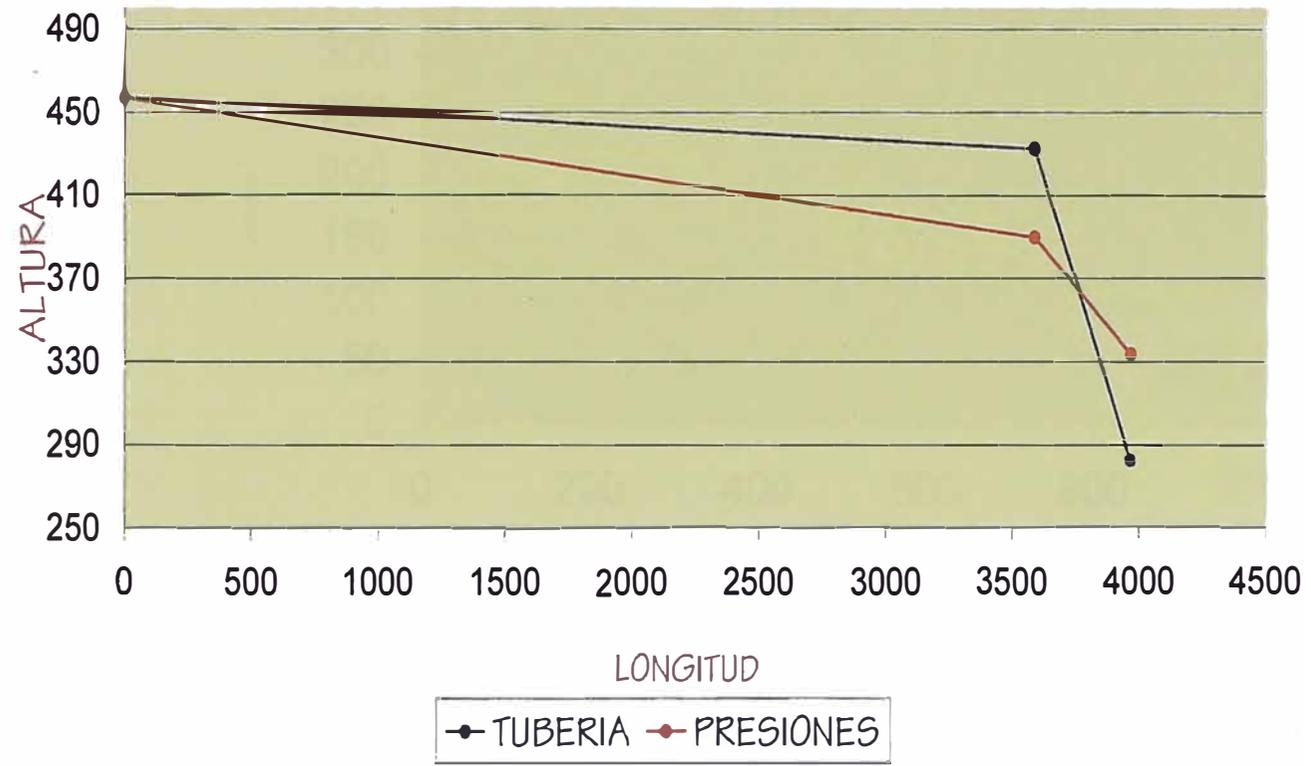
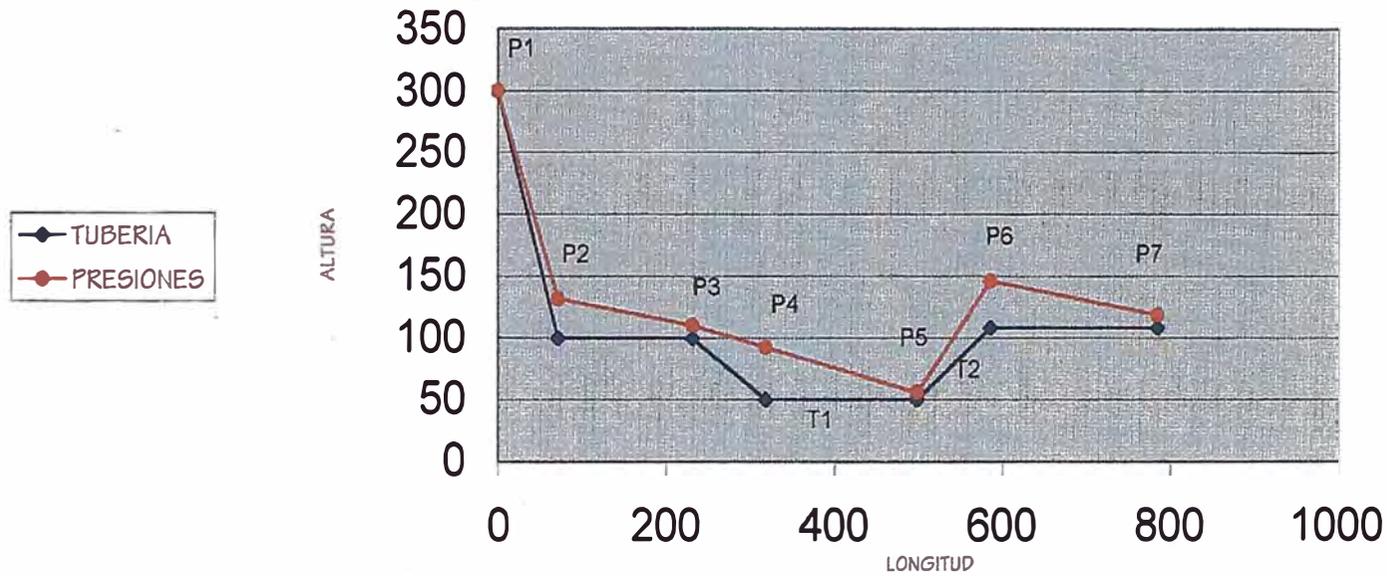
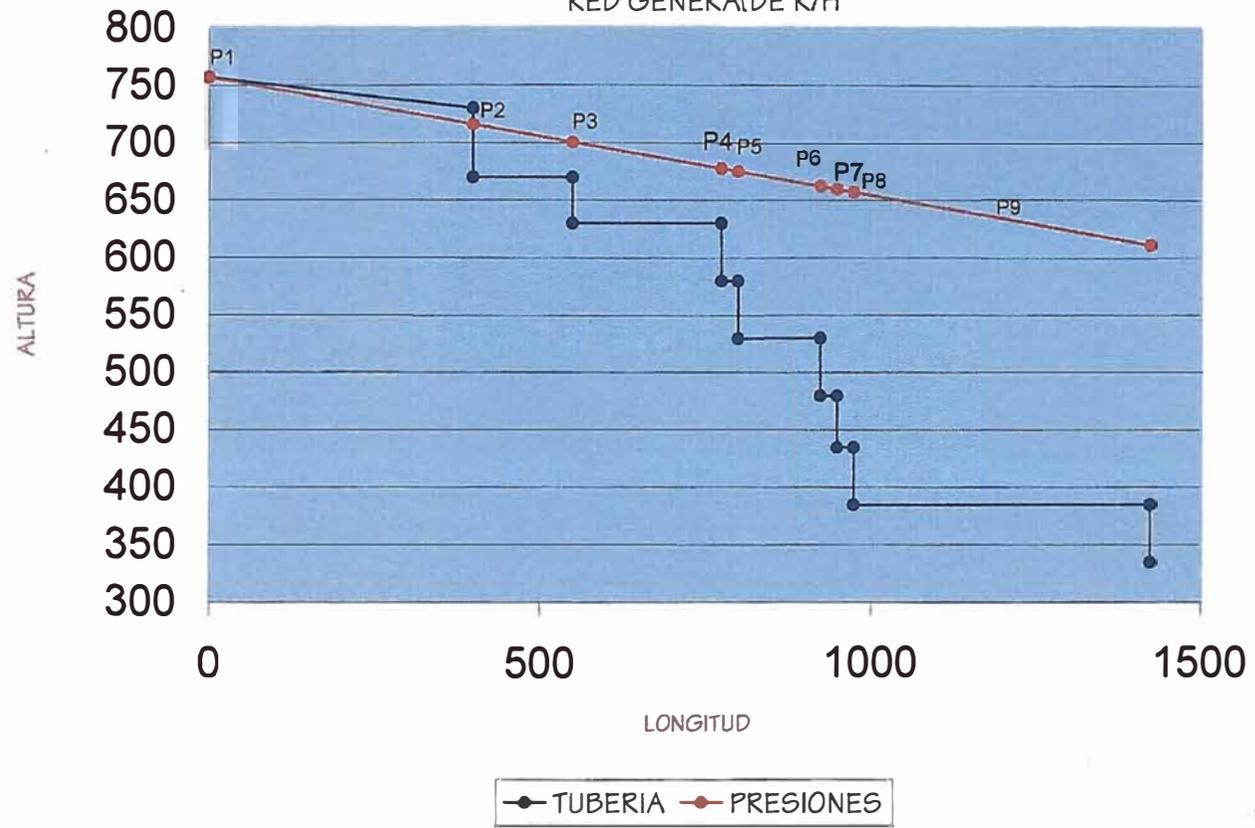


GRAFICO Nº 11
 PERFILES DE TUBERIA Y PRESIÓN DE TAJOS RELLENADOS POR SIFONEO (PRESIÓN NEGATIVA)



Del grafico se deduce que para los tajos que se rellenan por sifoneo (presión negativa) la presión en el punto P5 baja fuertemente y luego del cambio de direccion esta se incrementa subitamente de tal forma que los empalmes en los puntos P5 y P6 son vulnerables y los tramos T1 y T2 estan sujetos a una alta abrasion los que disminuye considerablemente la vida util de la tuberia

GRAFICA Nº 12
PERFILES DE TUBERIA Y PRESIÓN
RED GENERAL DE R/H



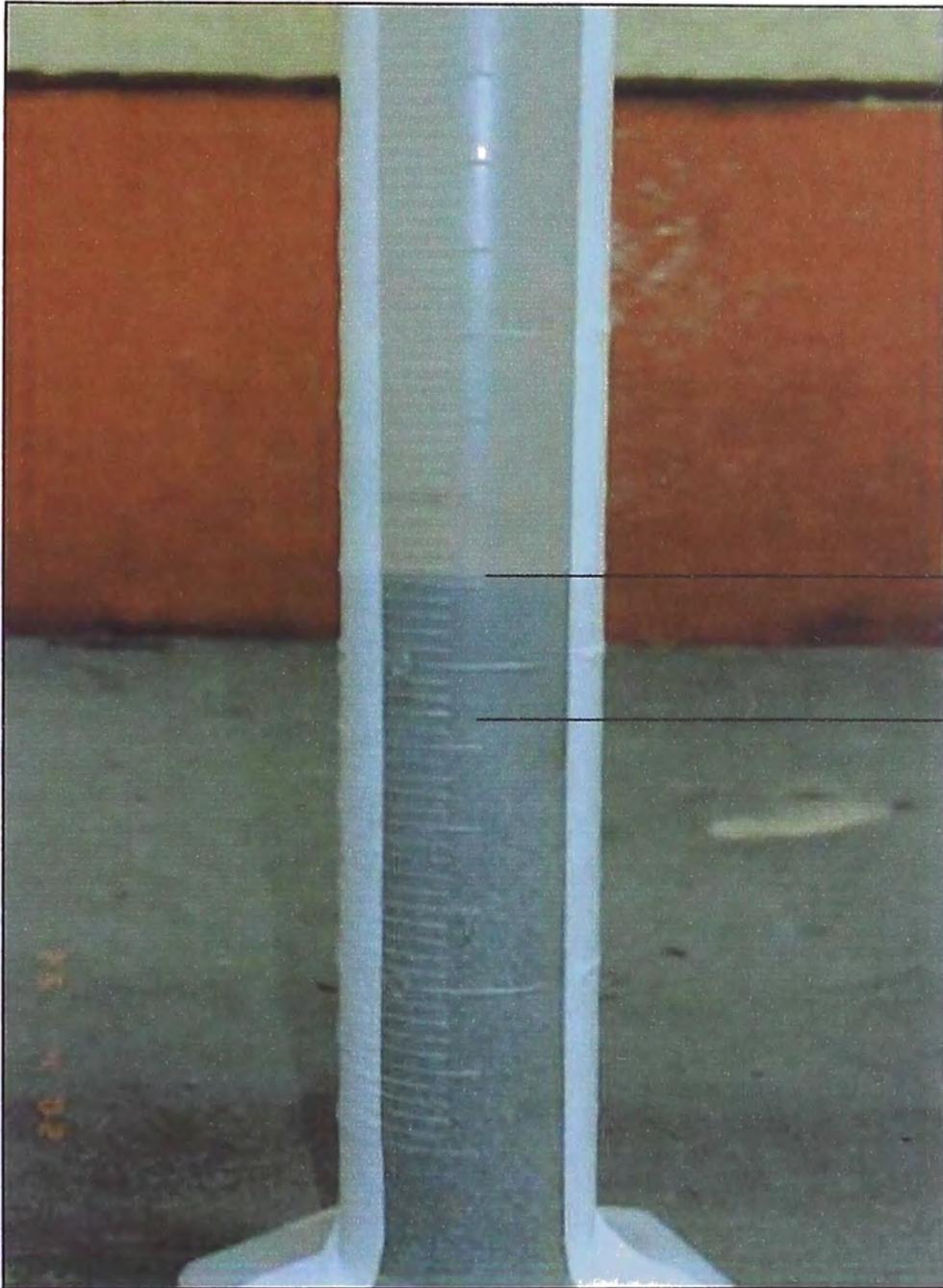
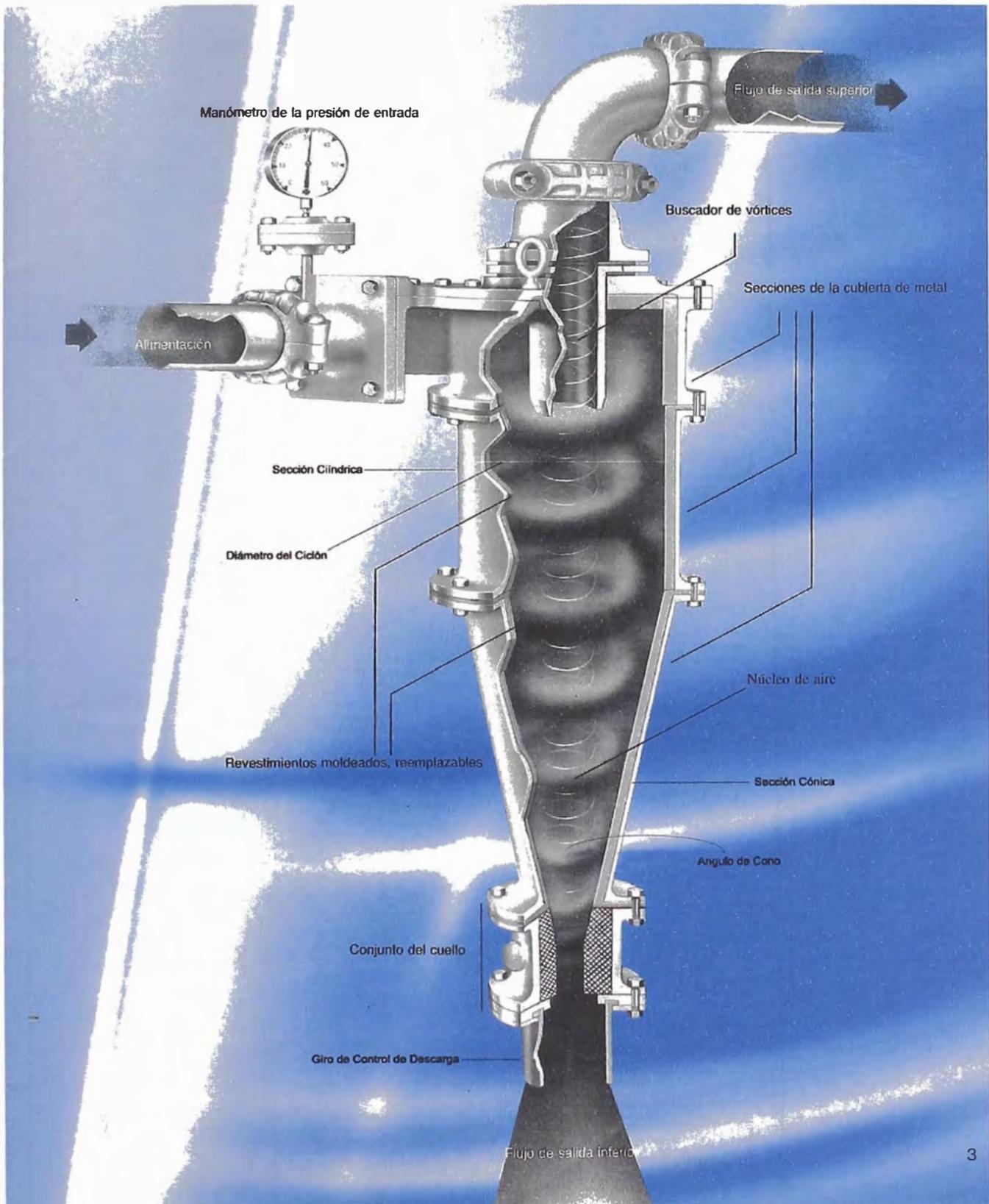
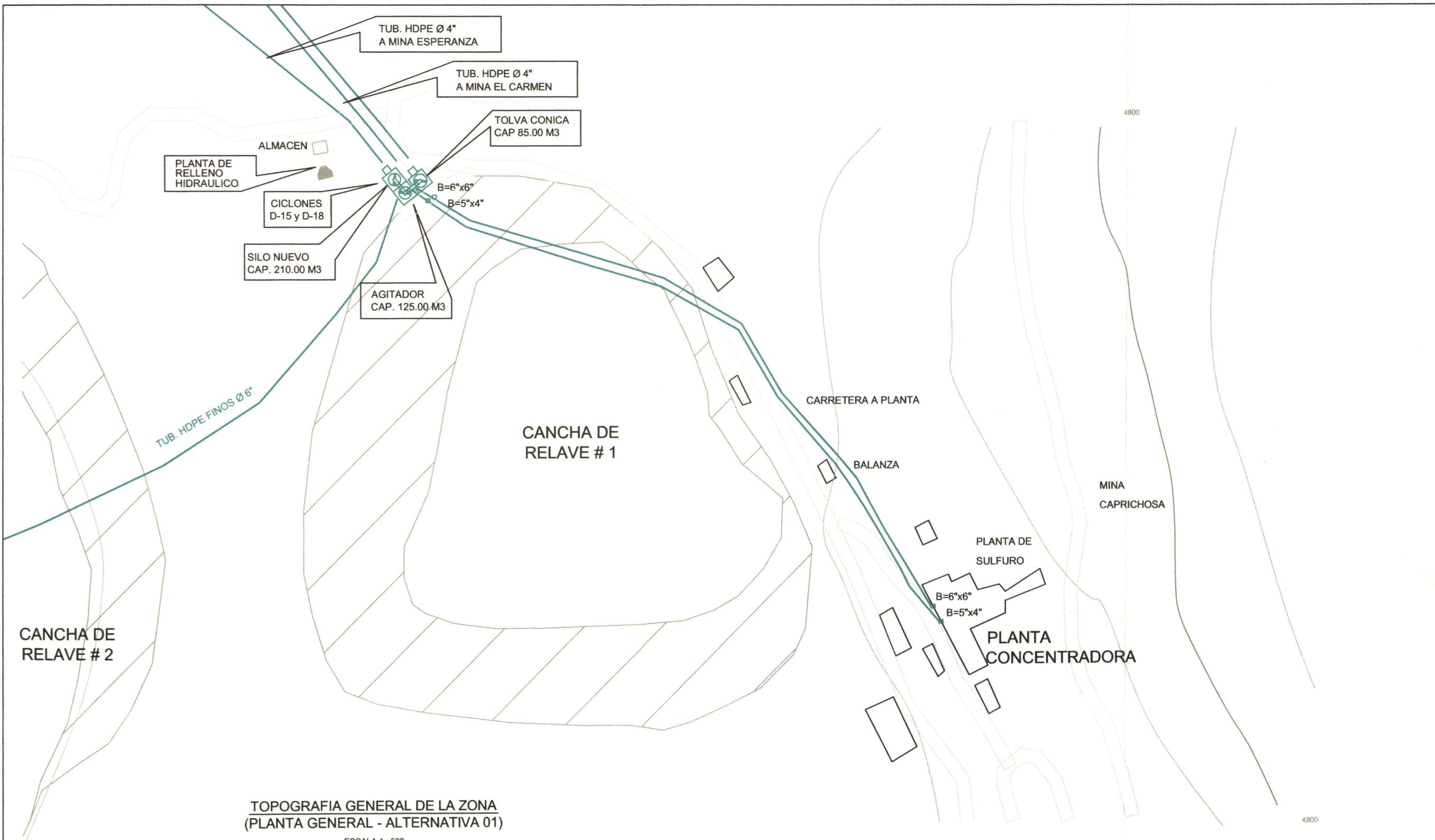


GRAFICO N° 13
SE PUEDE APRECIAR LA CANTIDAD DE FINOS
(H) RESPECTO A LOS GRUESOS

FIGURAS

HIDROCICLÓN





TOPOGRAFIA GENERAL DE LA ZONA
 (PLANTA GENERAL - ALTERNATIVA 01)
 ESCALA 1 : 500

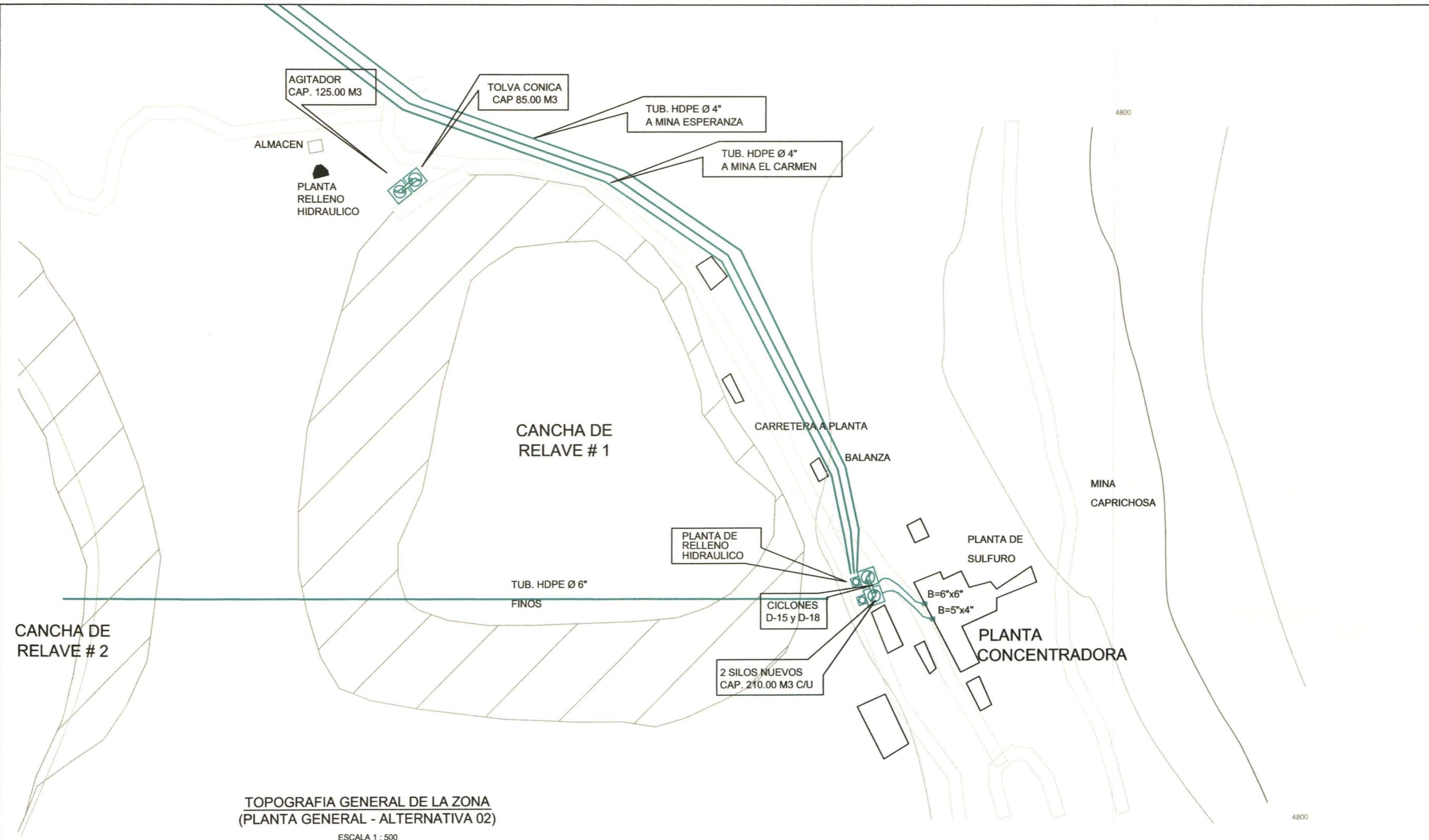


INCIMMET S.A.
 ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
 FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

COMPAÑÍA MINERA
CASAPALCA S.A.

PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO			
OBSERVACIONES 3RA. REVISION	PLANO PLANTA GENERAL - ALTERNATIVA 01		
ELABORADO POR: FREDY DIONISIO HUARINGA	REVISADO EDUARDO COSSIO C. C.I.P. 28429	FECHA MAYO 2,002	ESCALA INDICADA

LAMINA
Figura N° 1
 UNIDAD DE PROYECTOS
 R13 - 4604824



TOPOGRAFIA GENERAL DE LA ZONA
 (PLANTA GENERAL - ALTERNATIVA 02)
 ESCALA 1 : 500



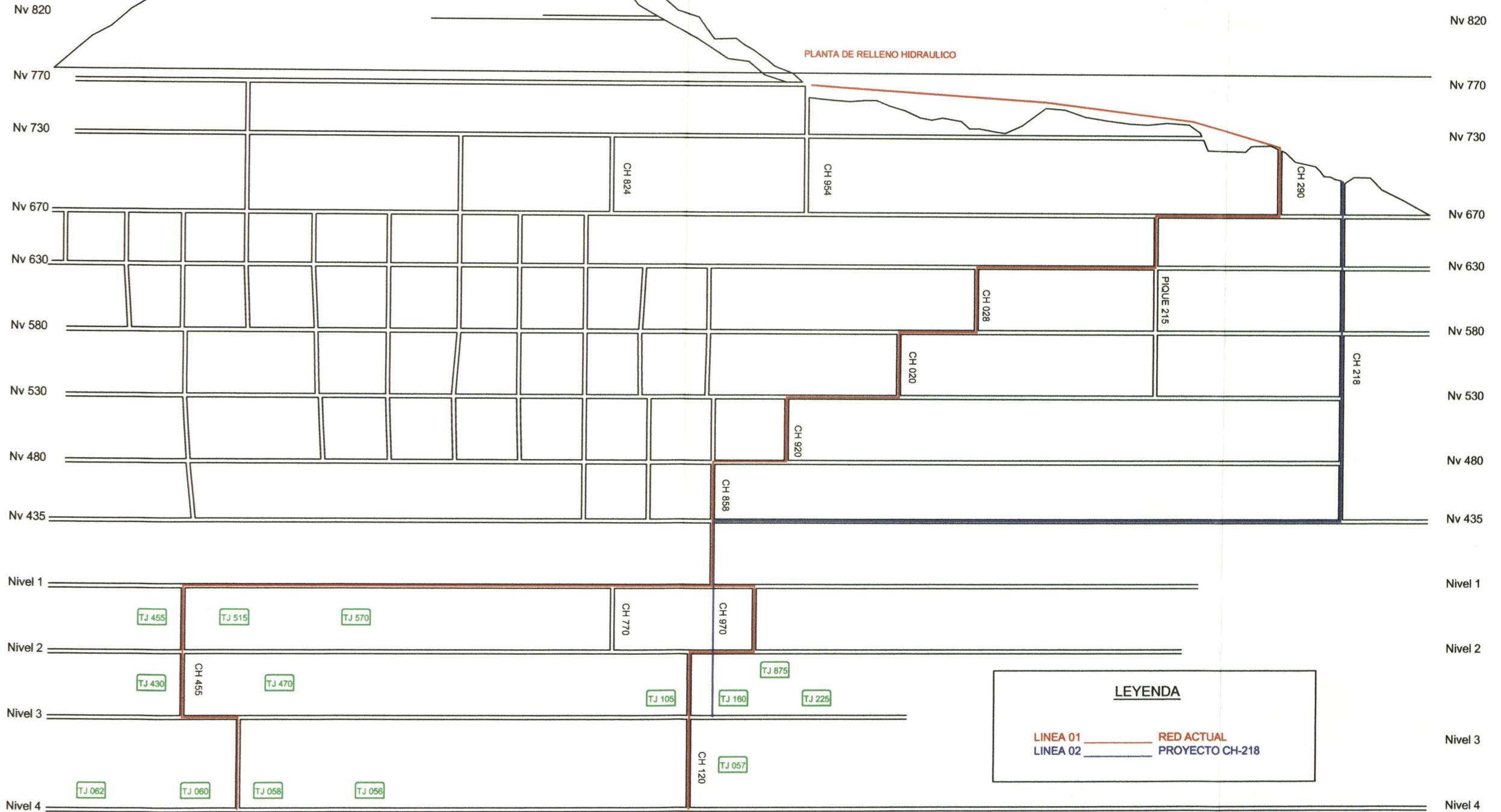
INCIMMET S.A.
 ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
 FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

COMPAÑÍA MINERA
CASAPALCA S.A.

PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO			
OBSERVACIONES 3RA. REVISION		PLANO PLANTA GENERAL - ALTERNATIVA 02	
ELABORADO POR: FREDY DIONISIO HUARINGA	REVISADO EDUARDO COSSIO C. C.I.P. 28429	FECHA MAYO 2,002	ESCALA INDICADA

LAMINA
Figura N° 2
 UNIDAD DE PROYECTOS
 R13 - 4604824

RED GENERAL DE RELLENO HIDRAULICO



INCIMMET S.A.

ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

COMPAÑIA MINERA



CASAPALCA S.A.

PROYECTO
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO

OBSERVACIONES
3RA. REVISION

PLANO
RED GENERAL DE RELLENO HIDRAULICO

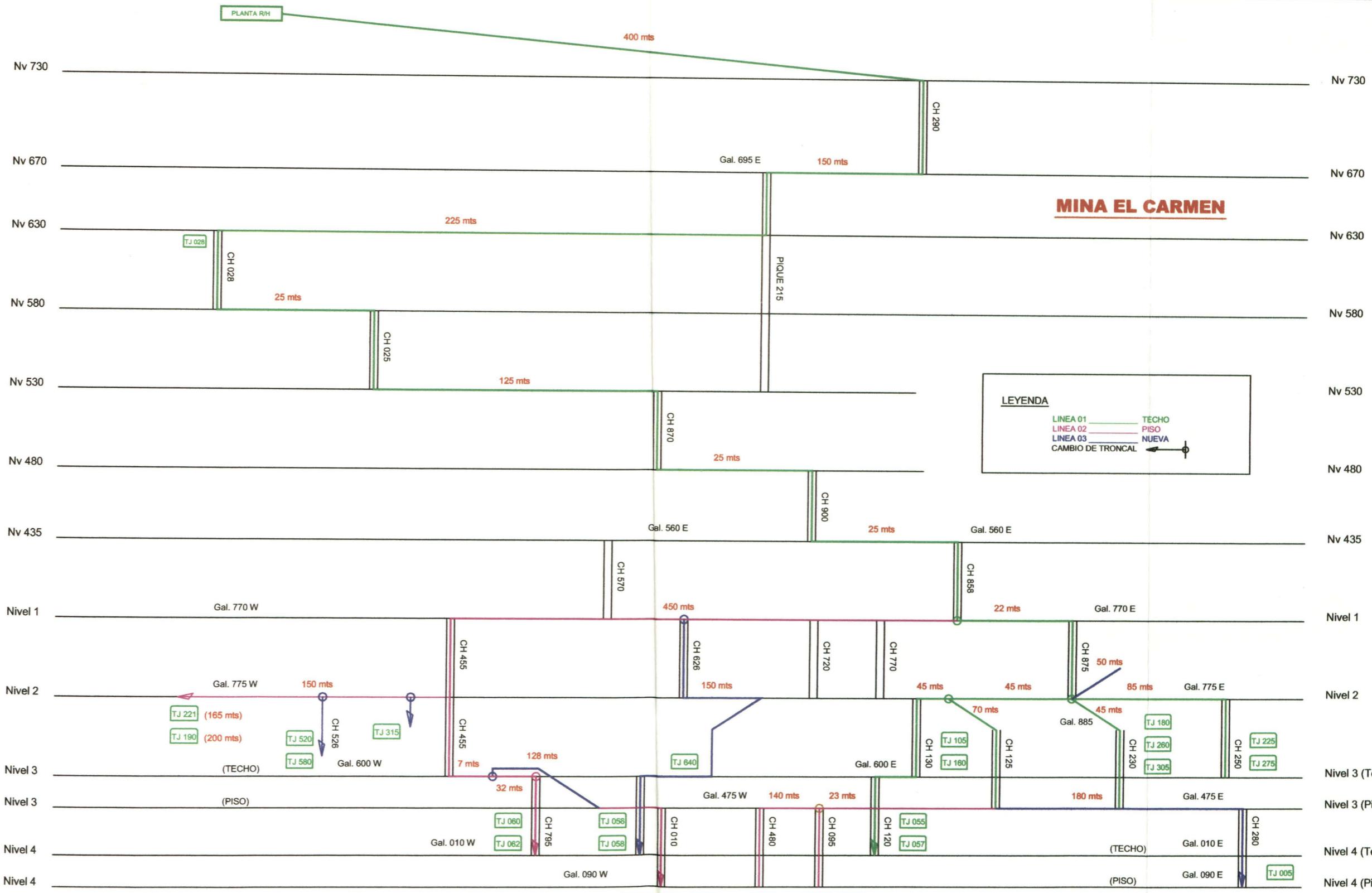
ELABORADO POR:
FREDY DIONISIO HUARINGA

REVISADO
EDUARDO COSSIO C.
C.I.P. 28429

FECHA
MAYO 2,002

ESCALA
REFERENCIAL

LAMINA
Figura N° 4
UNIDAD DE PROYECTOS
R13 - 4604824



LEYENDA

- LINEA 01 ———— TECHO
- LINEA 02 ———— PISO
- LINEA 03 ———— NUEVA
- CAMBIO DE TRONCAL ← ⊕

**RED DE TUBERIAS DE RELLENO HIDRAULICO
MINA EL CARMEN**

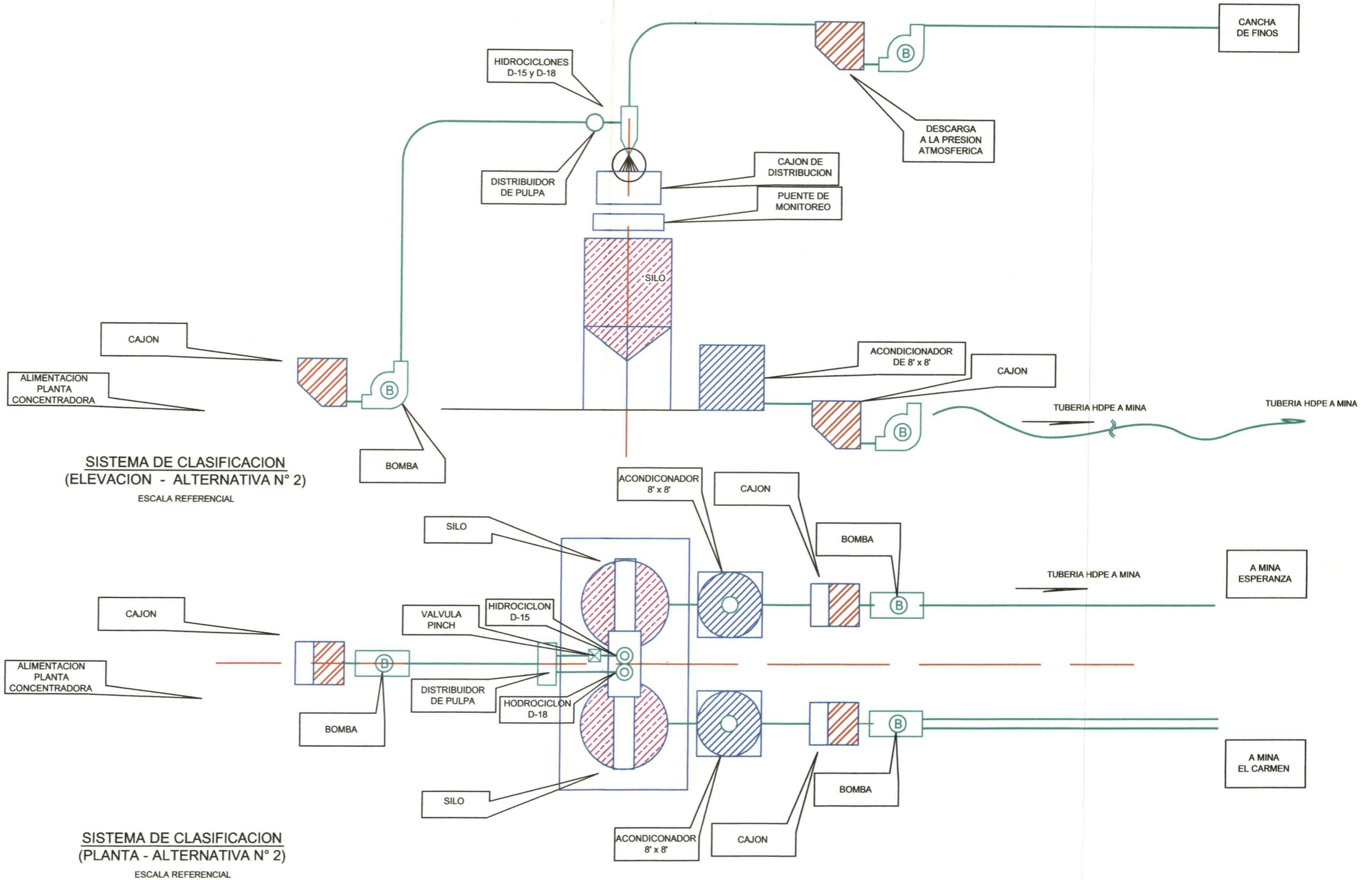


INCIMMET S.A.
ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

COMPAÑIA MINERA
CASAPALCA S.A.



PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO				LAMINA
OBSERVACIONES 3RA. REVISION				Figura N° 4-a
PLANO RED DE TUBERIA DE RELLENO HIDRAULICO MINA EL CARMEN				
ELABORADO POR: FREDY DIONISIO HUARINGA	REVISADO EDUARDO COSSIO C. C.I.P. 28429	FECHA MAYO 2,002	ESCALA REFERENCIAL	UNIDAD DE PROYECTOS R13 - 4604824

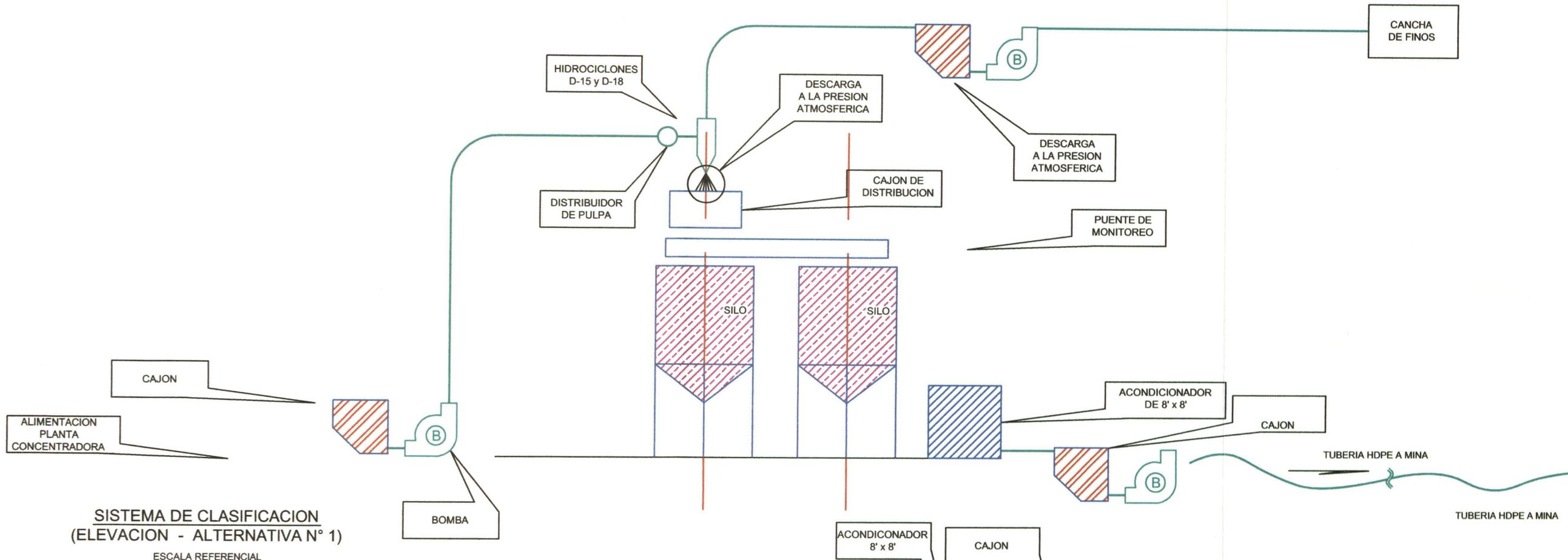


INCIMMET S.A.
ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

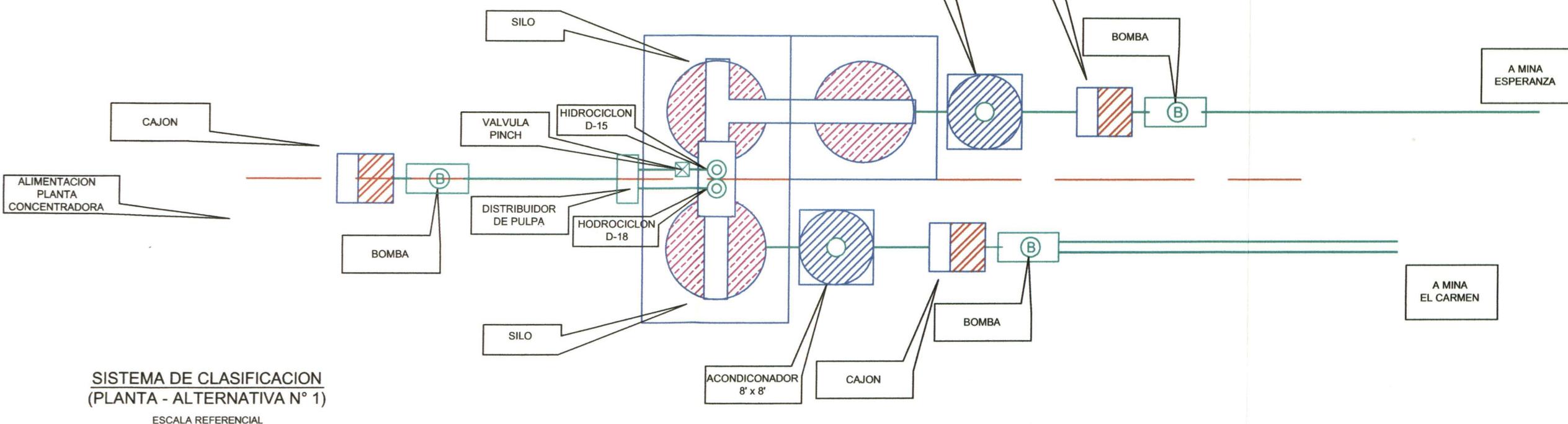
COMPAÑÍA MINERA
CASAPALCA S.A.

PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO			
OBSERVACIONES 3RA. REVISION		PLANO SISTEMA DE CLASIFICACION - ALTERNATIVA N° 2	
ELABORADO POR FREDY DIONISIO HUARINGA	REVISADO EDUARDO COSSIO C. C.I.P. 28429	FECHA MAYO 2,002	ESCALA REFERENCIAL

LAMINA
Figura N° 5
UNIDAD DE PROYECTOS
R13 - 4604824



SISTEMA DE CLASIFICACION
(ELEVACION - ALTERNATIVA N° 1)
ESCALA REFERENCIAL



SISTEMA DE CLASIFICACION
(PLANTA - ALTERNATIVA N° 1)
ESCALA REFERENCIAL

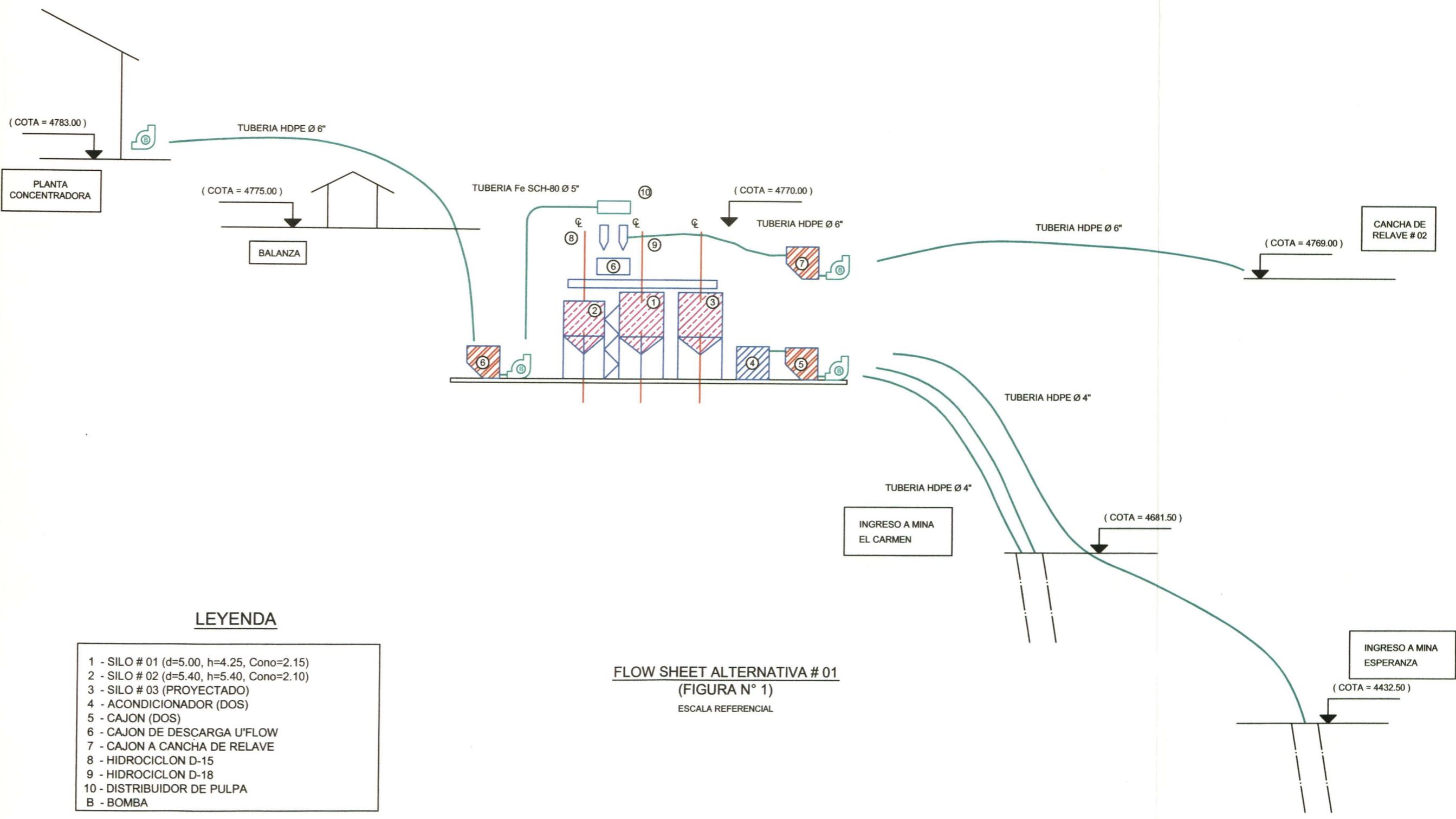


INCIMMET S.A.
ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

COMPAÑÍA MINERA
CASAPALCA S.A.

PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO			
OBSERVACIONES 3RA. REVISION	PLANO SISTEMA DE CLASIFICACION - ALTERNATIVA N° 1		
ELABORADO POR: FREDY DIONISIO HUARINGA	REVISADO EDUARDO COSSIO C. C.I.P. 28429	FECHA MAYO 2,002	ESCALA REFERENCIAL

LAMINA
Figura N° 6
UNIDAD DE PROYECTOS
R13 - 4604824

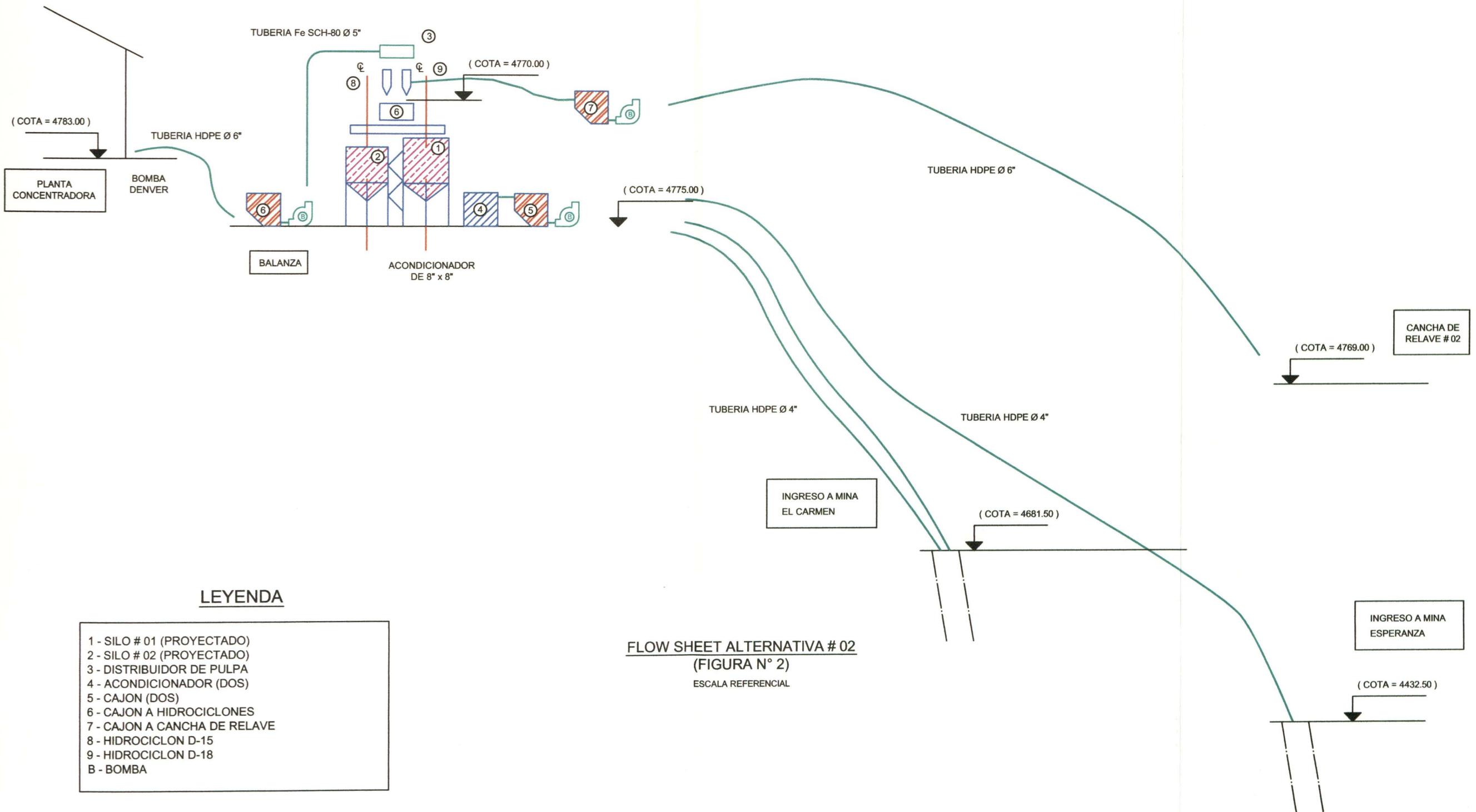


LEYENDA

- 1 - SILO # 01 (d=5.00, h=4.25, Cono=2.15)
- 2 - SILO # 02 (d=5.40, h=5.40, Cono=2.10)
- 3 - SILO # 03 (PROYECTADO)
- 4 - ACONDICIONADOR (DOS)
- 5 - CAJON (DOS)
- 6 - CAJON DE DESCARGA U'FLOW
- 7 - CAJON A CANCHA DE RELAVE
- 8 - HIDROCICLON D-15
- 9 - HIDROCICLON D-18
- 10 - DISTRIBUIDOR DE PULPA
- B - BOMBA

FLOW SHEET ALTERNATIVA # 01
(FIGURA N° 1)
ESCALA REFERENCIAL

<p>INCIMMET S.A. ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS</p>	<p>COMPAÑÍA MINERA CASAPALCA S.A.</p>	PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO		LAMINA Figura N° 7 UNIDAD DE PROYECTOS R13 - 4604824		
		OBSERVACIONES 3RA. REVISION			PLANO FLOW SHEET - ALTERNATIVA N° 1	
		ELABORADO POR: FREDY DIONISIO HUARINGA			REVISADO EDUARDO COSSIO C. C.I.P. 28429	
					FECHA MAYO 2,002	
		ESCALA REFERENCIAL				



LEYENDA

- 1 - SILO # 01 (PROYECTADO)
- 2 - SILO # 02 (PROYECTADO)
- 3 - DISTRIBUIDOR DE PULPA
- 4 - ACONDICIONADOR (DOS)
- 5 - CAJON (DOS)
- 6 - CAJON A HIDROCICLONES
- 7 - CAJON A CANCHA DE RELAVE
- 8 - HIDROCICLON D-15
- 9 - HIDROCICLON D-18
- B - BOMBA

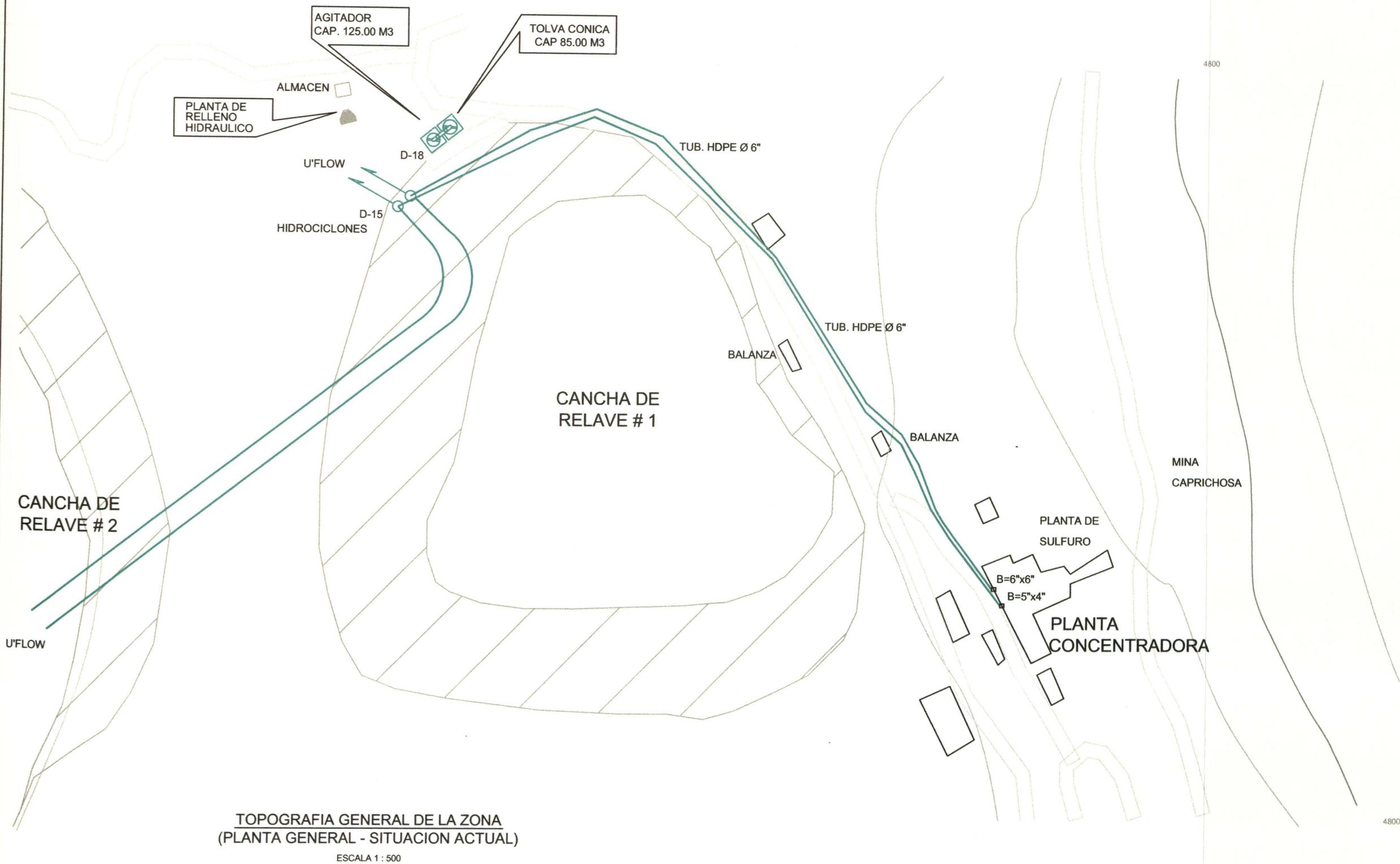
FLOW SHEET ALTERNATIVA # 02
(FIGURA N° 2)
ESCALA REFERENCIAL



INCIMMET S.A.
ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

COMPAÑIA MINERA
CASAPALCA S.A.

PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO				LAMINA Figura N° 8
OBSERVACIONES 3RA. REVISION		PLANO FLOW SHEET - ALTERNATIVA N° 2		UNIDAD DE PROYECTOS R13 - 4604824
ELABORADO POR: FREDY DIONISIO HUARINGA	REVISADO EDUARDO COSSIO C. C.I.P. 28429	FECHA MAYO 2,002	ESCALA REFERENCIAL	



TOPOGRAFIA GENERAL DE LA ZONA
(PLANTA GENERAL - SITUACION ACTUAL)

ESCALA 1 : 500



INCIMMET S.A.

ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

COMPAÑIA MINERA



CASAPALCA S.A.

PROYECTO

MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO

OBSERVACIONES

3RA. REVISION

PLANO

PLANTA GENERAL - SITUACION ACTUAL

ELABORADO POR:

FREDY DIONISIO HUARINGA

REVISADO

EDUARDO COSSIO C.
C.I.P. 28429

FECHA

MAYO 2,002

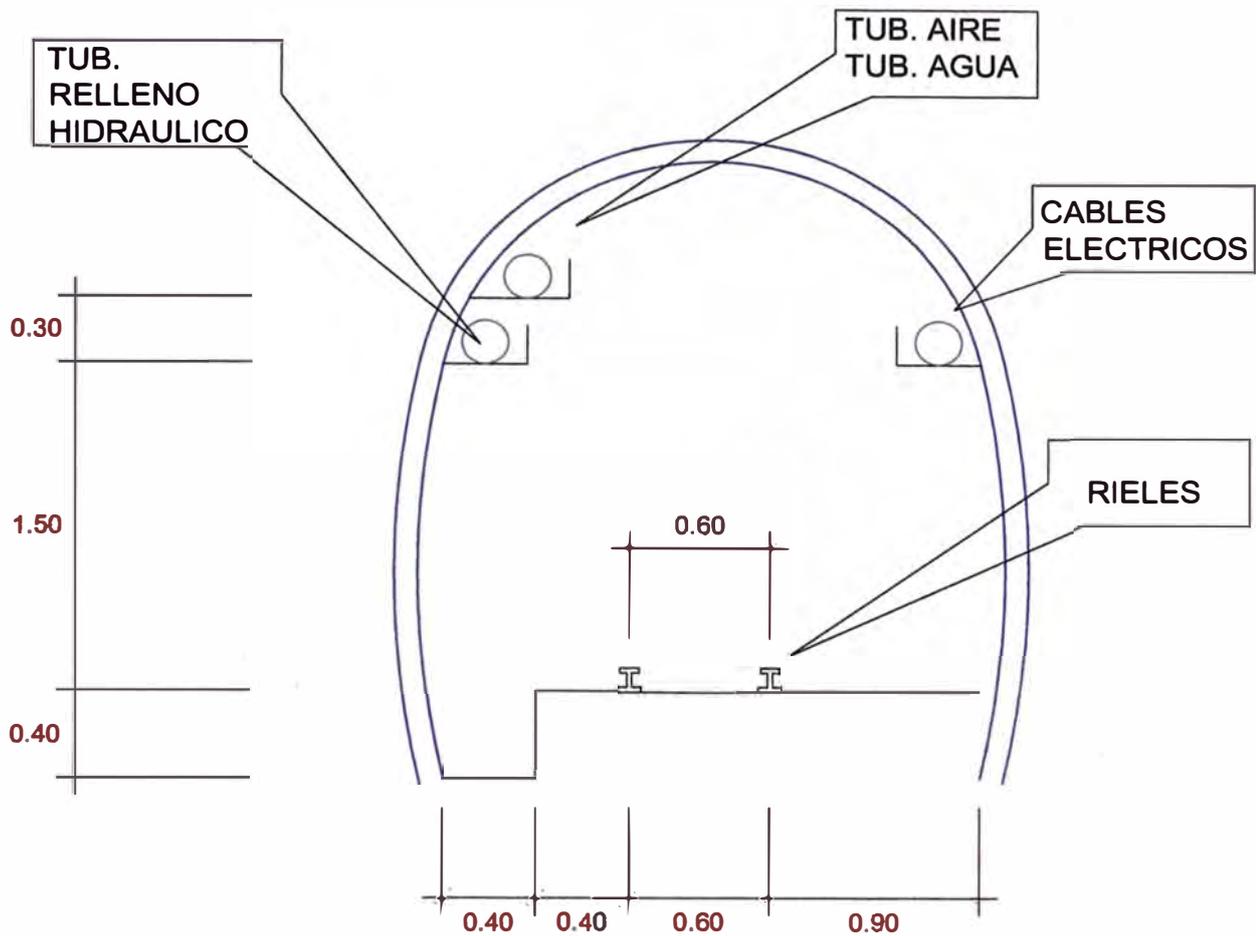
ESCALA

INDICADA

LAMINA

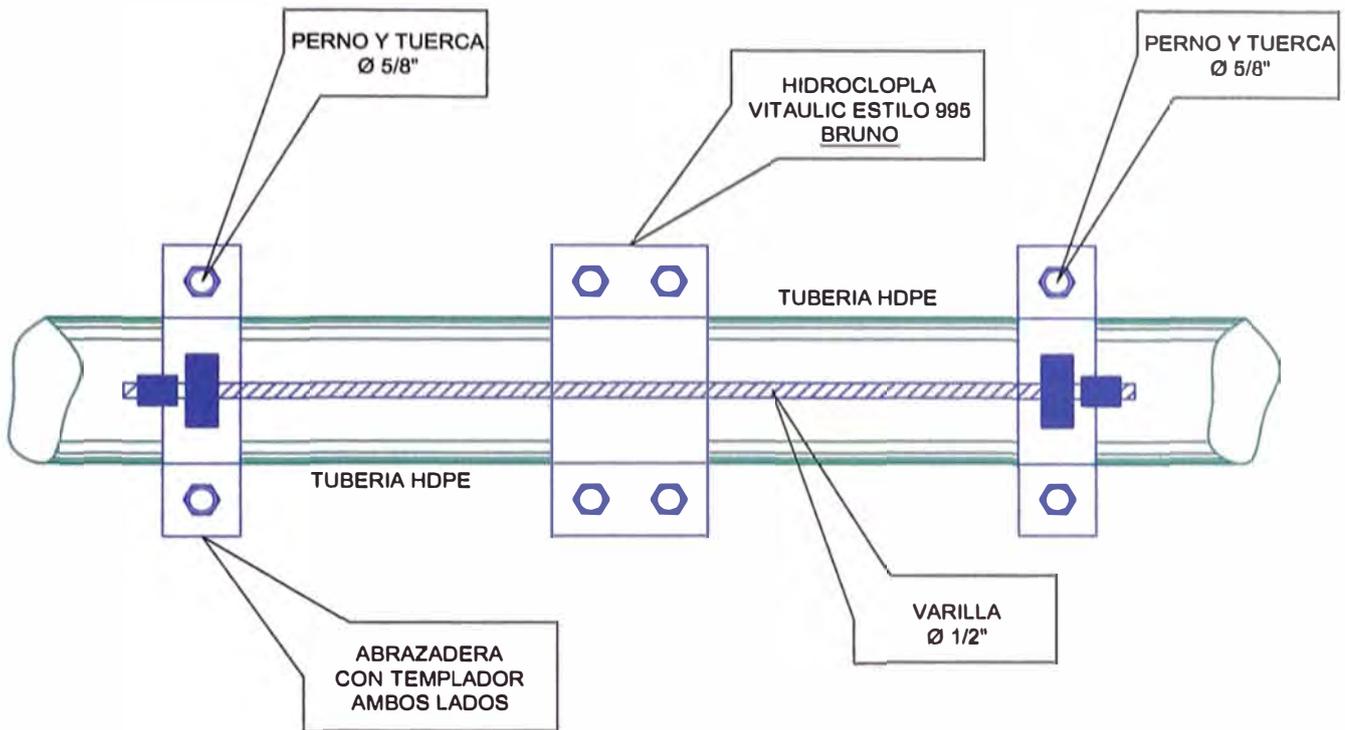
**Figura
N° 9**

UNIDAD DE PROYECTOS
R13 - 4604824

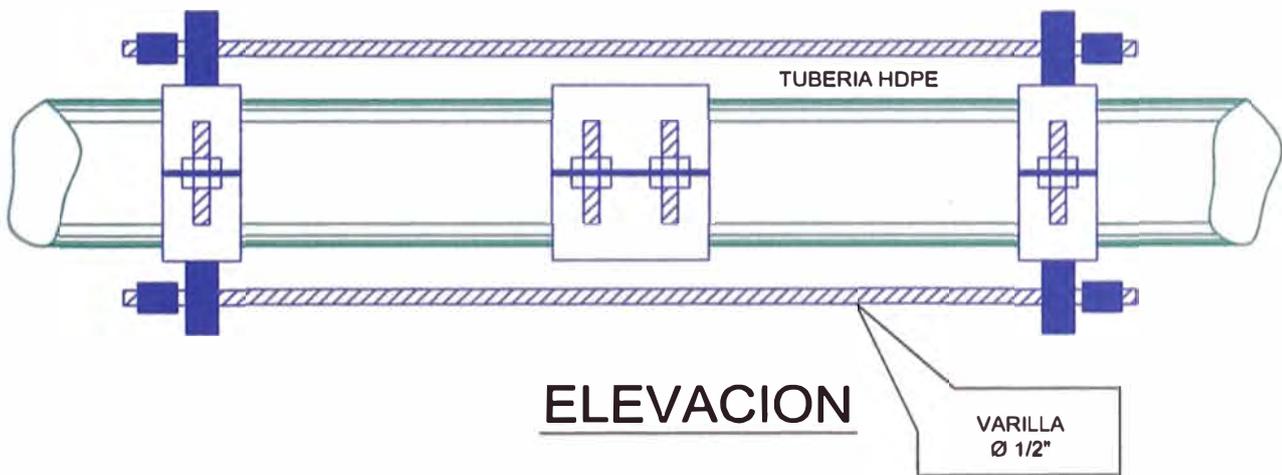


**SECCION DE MINA
(TIPICO - 2.40 x 2.40)**

FIGURA # 7



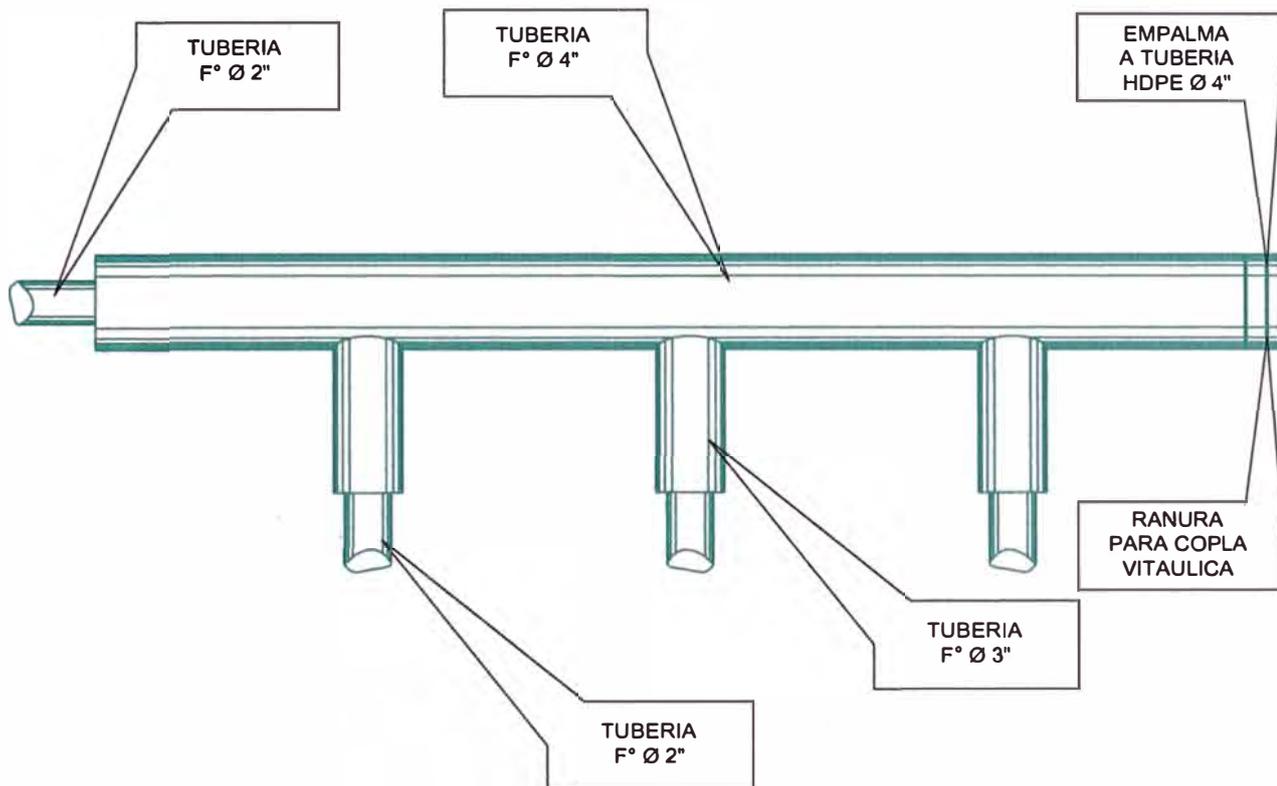
PLANTA



ELEVACION

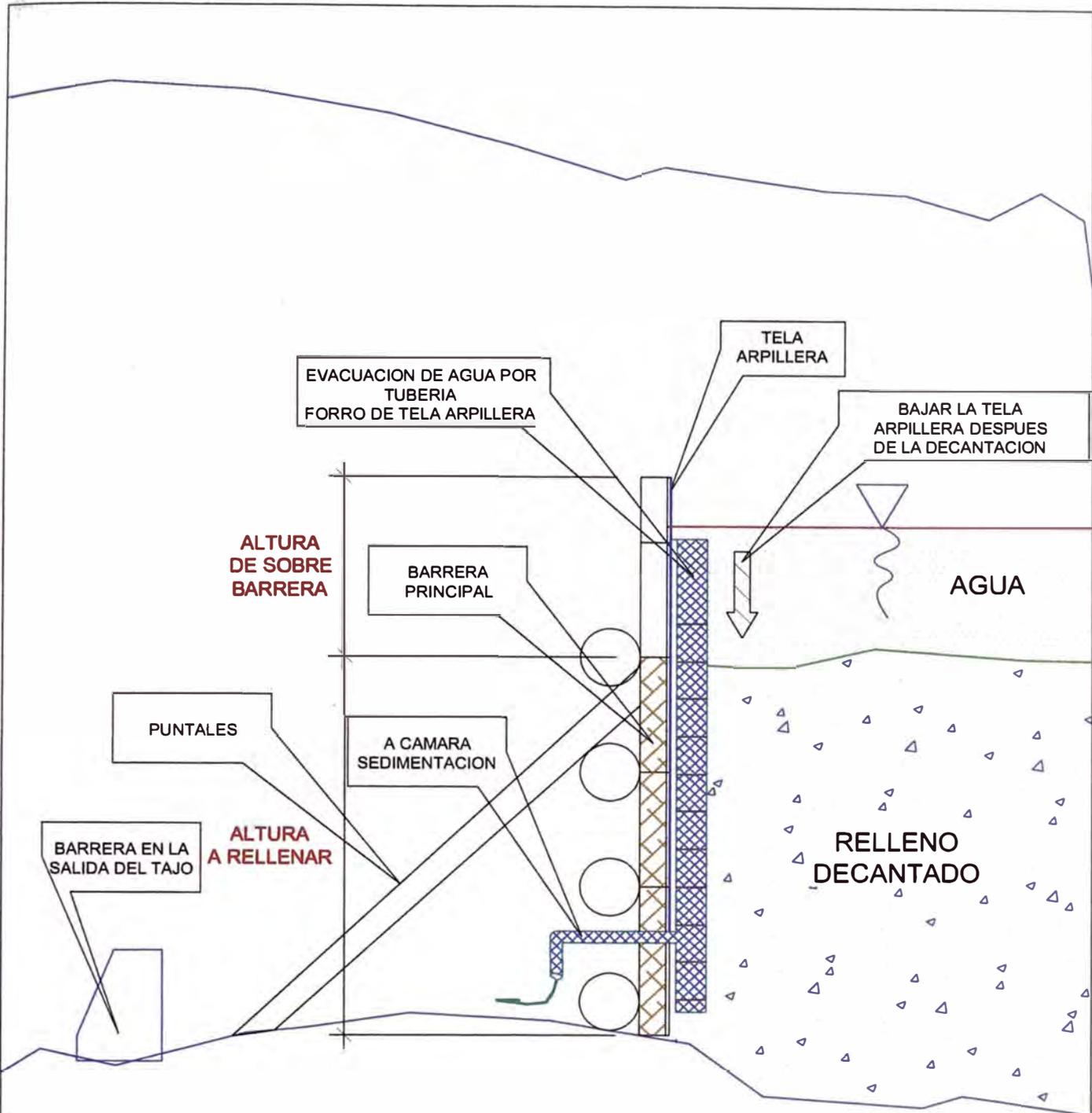
DETALLE DE ABRAZADERAS
(TIPICO)

FIGURA # 8



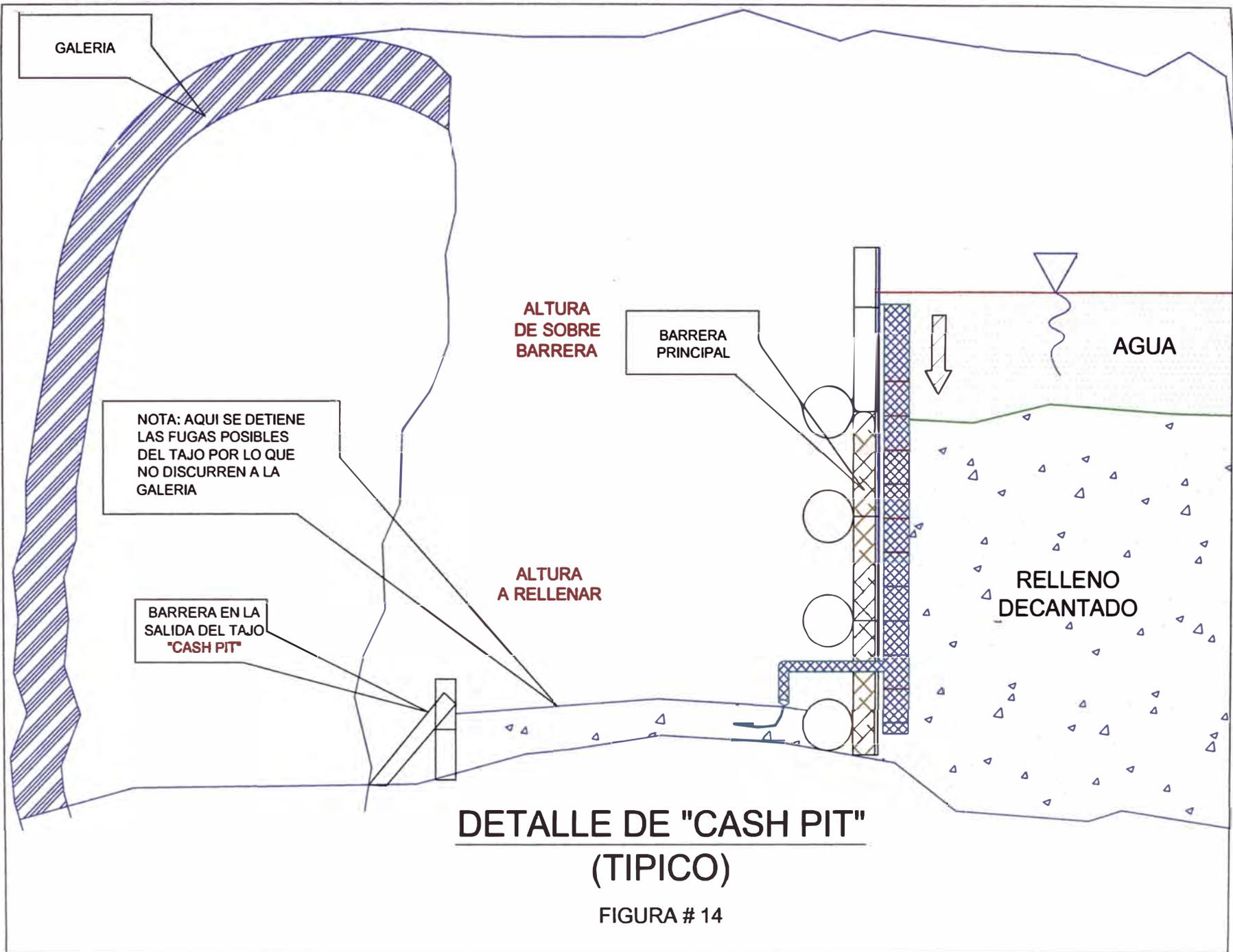
DISIPADOR DE PRESIONES (TIPICO)

FIGURA # 12



**DETALLE DE BARRERAS
(TIPICO)**

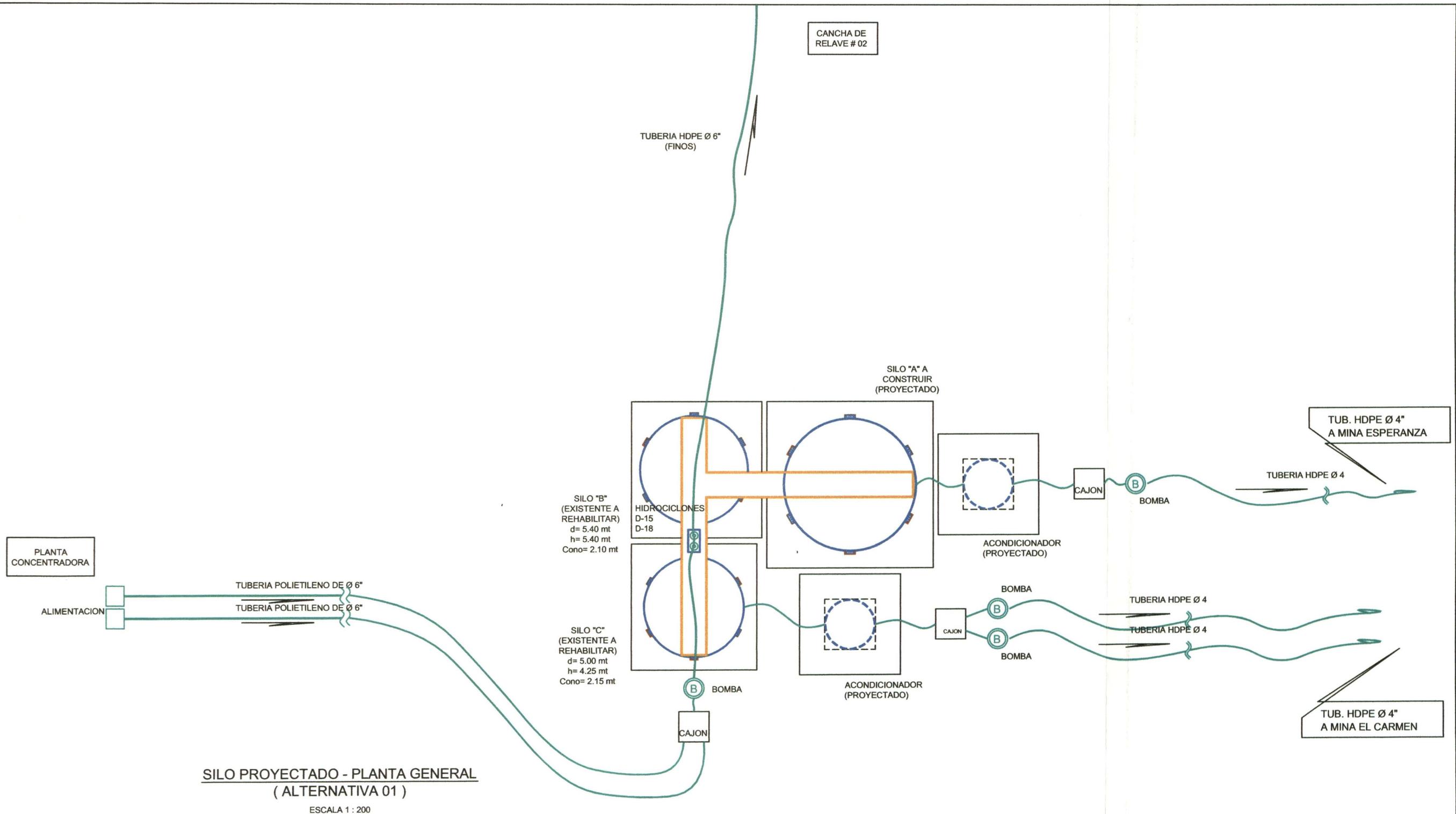
FIGURA # 13



**DETALLE DE "CASH PIT"
(TIPICO)**

FIGURA # 14

PLANOS



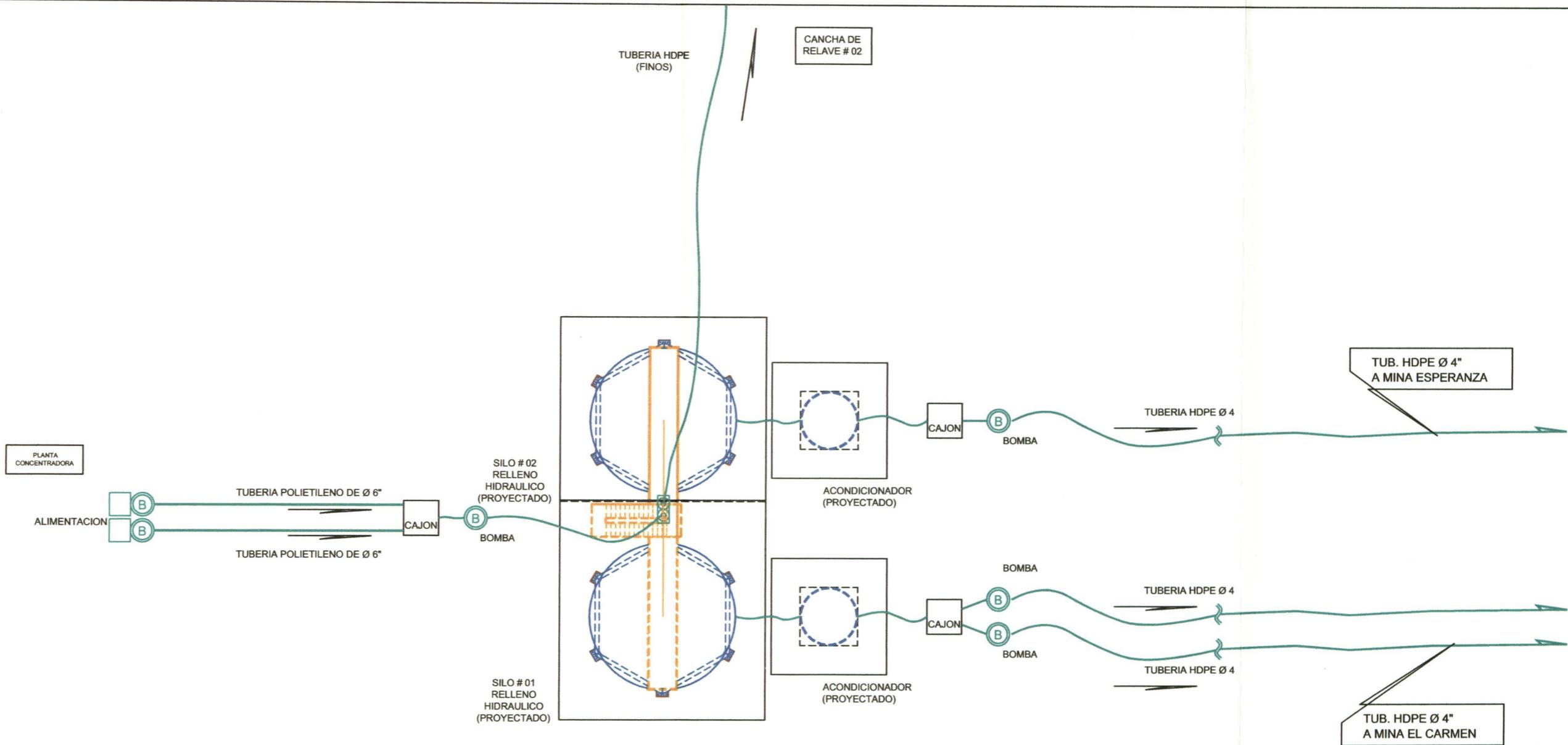
SILO PROYECTADO - PLANTA GENERAL
(ALTERNATIVA 01)
ESCALA 1 : 200



INCIMMET S.A.
ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

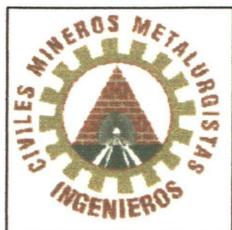
COMPAÑÍA MINERA
CASAPALCA S.A.

PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO				LAMINA A1 PG-01
OBSERVACIONES 3RA. REVISION	PLANO PLANTA GENERAL - ALTERNATIVA 01	FECHA MAYO 2,002	ESCALA INDICADA	UNIDAD DE PROYECTOS R13 - 4604824
ELABORADO POR: FREDY DIONISIO HUARINGA	REVISADO EDUARDO COSSIO C. C.I.P. 28429			



SILO PROYECTADO - PLANTA GENERAL
(ALTERNATIVA 02)

ESCALA 1 : 200

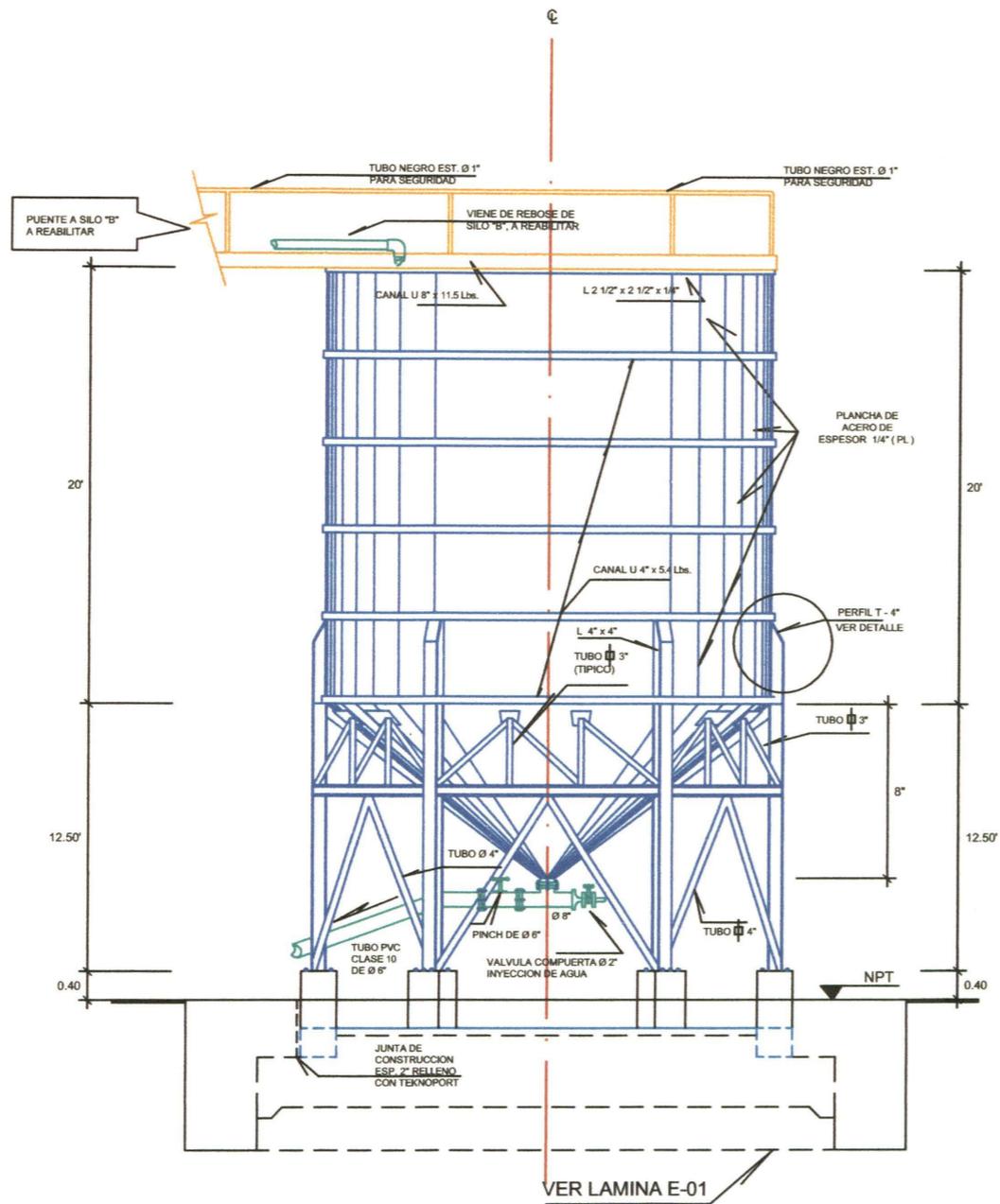


INCIMMET S.A.
ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

COMPAÑÍA MINERA
CASAPALCA S.A.

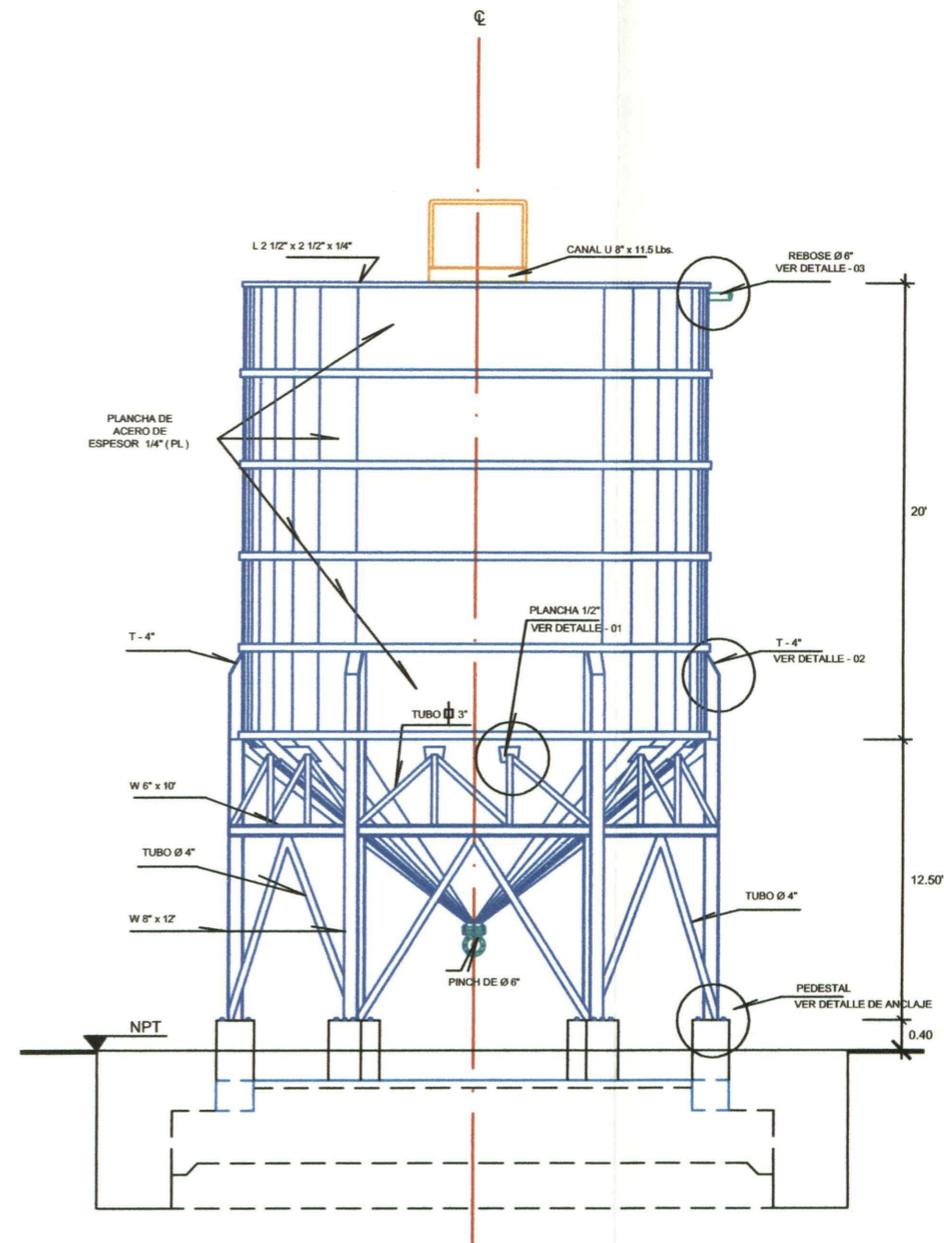
PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO			
OBSERVACIONES 3RA. REVISION	PLANO PLANTA GENERAL - ALTERNATIVA 02		
ELABORADO POR: FREDY DIONISIO HUARINGA	REVISADO EDUARDO COSSIO C. C.I.P. 28429	FECHA MAYO 2,002	ESCALA INDICADA

LAMINA
A2
PG-01
UNIDAD DE PROYECTOS
R13 - 4604824



SILO PROYECTADO - ELEVACION FRONTAL
(ALTERNATIVA 01)

ESCALA 1 : 100



SILO PROYECTADO - ELEVACION LATERAL
(ALTERNATIVA 01)

ESCALA 1 : 100



INCIMMET S.A.
ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

COMPAÑÍA MINERA
CASAPALCA S.A.

PROYECTO
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO

OBSERVACIONES
3RA. REVISION

PLANO
PLANO DE ELEVACIONES - ALTERNATIVA 01

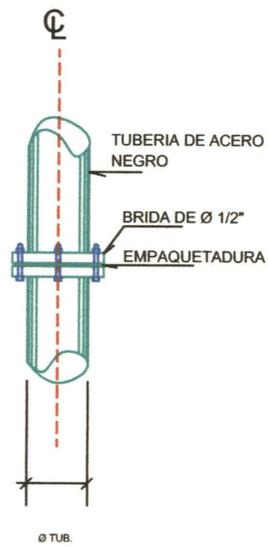
ELABORADO POR:
FREDY DIONISIO HUARINGA

REVISADO
EDUARDO COSSIO C.
C.I.P. 28429

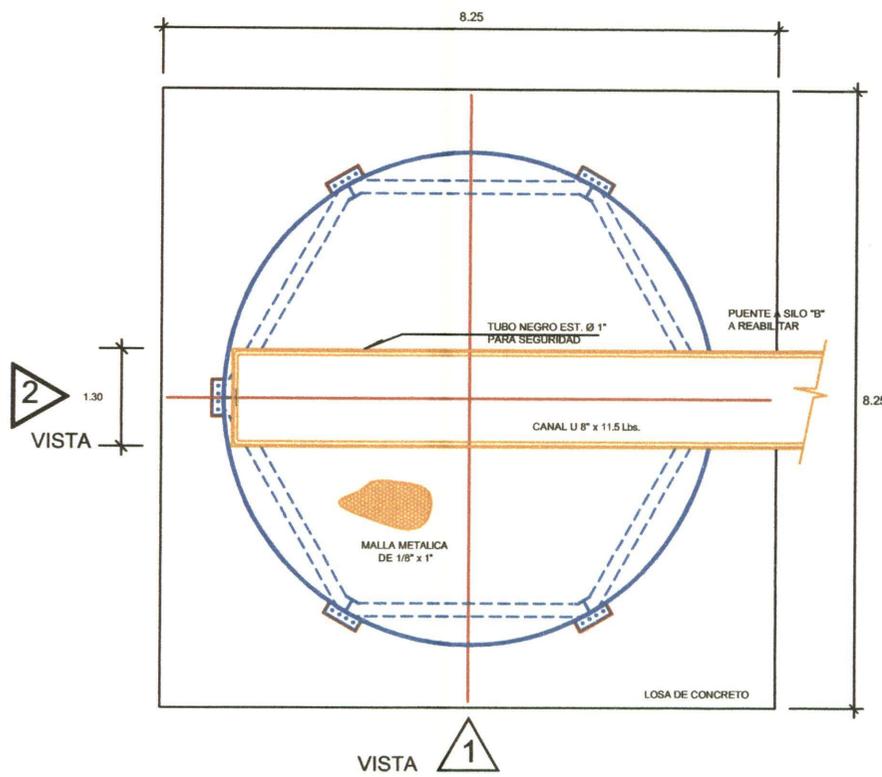
FECHA
MAYO 2,002

ESCALA
INDICADA

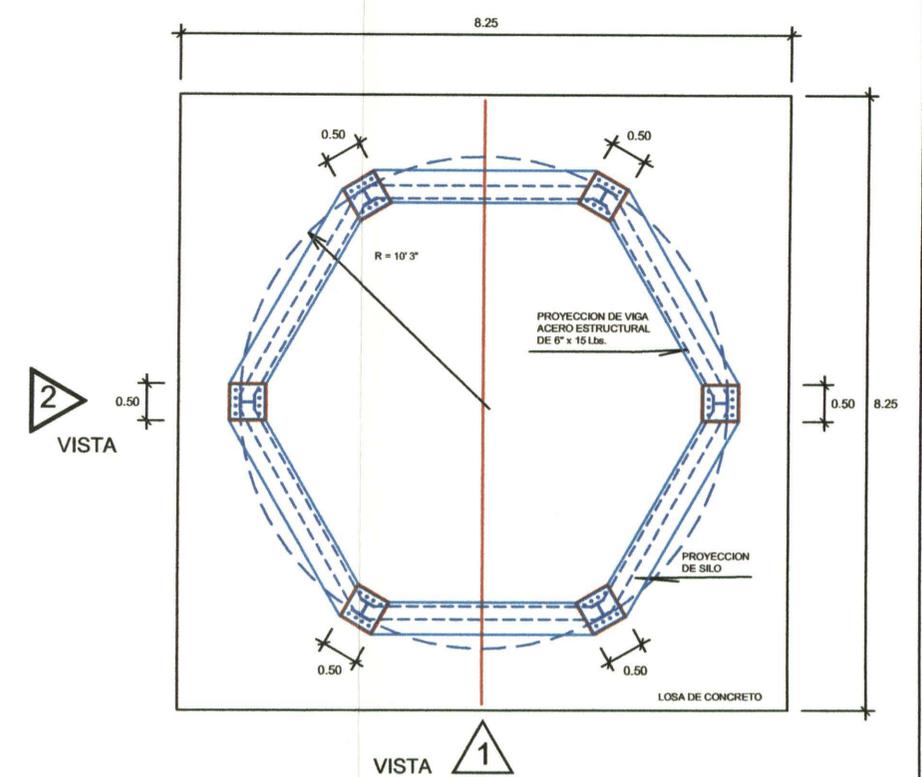
LAMINA
**A1
EL-01**
UNIDAD DE PROYECTOS
R13 - 4604824



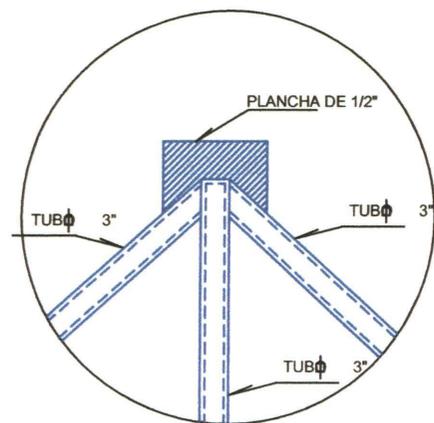
**DETALLE DE BRIDA
(TÍPICO)**
ESCALA ESTIMADA



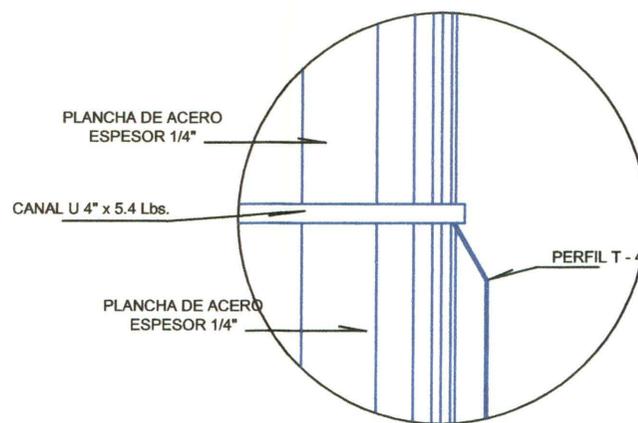
**PLANTA DE SILO - NIVEL SUPERIOR
(ALTERNATIVA 01)**
ESCALA 1 : 100



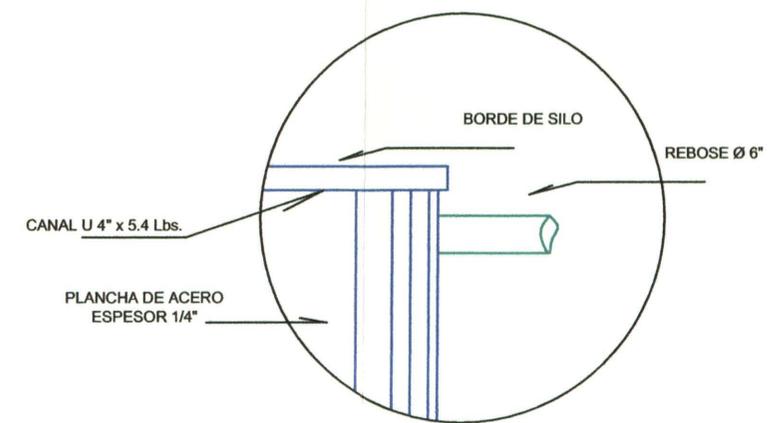
**PLANTA DE SILO - NIVEL DE APOYOS
(ALTERNATIVA 01)**
ESCALA 1 : 100



**DETALLE - 01
(TÍPICO)**
ESCALA 1 : 20



**DETALLE - 02
(TÍPICO)**
ESCALA 1 : 20



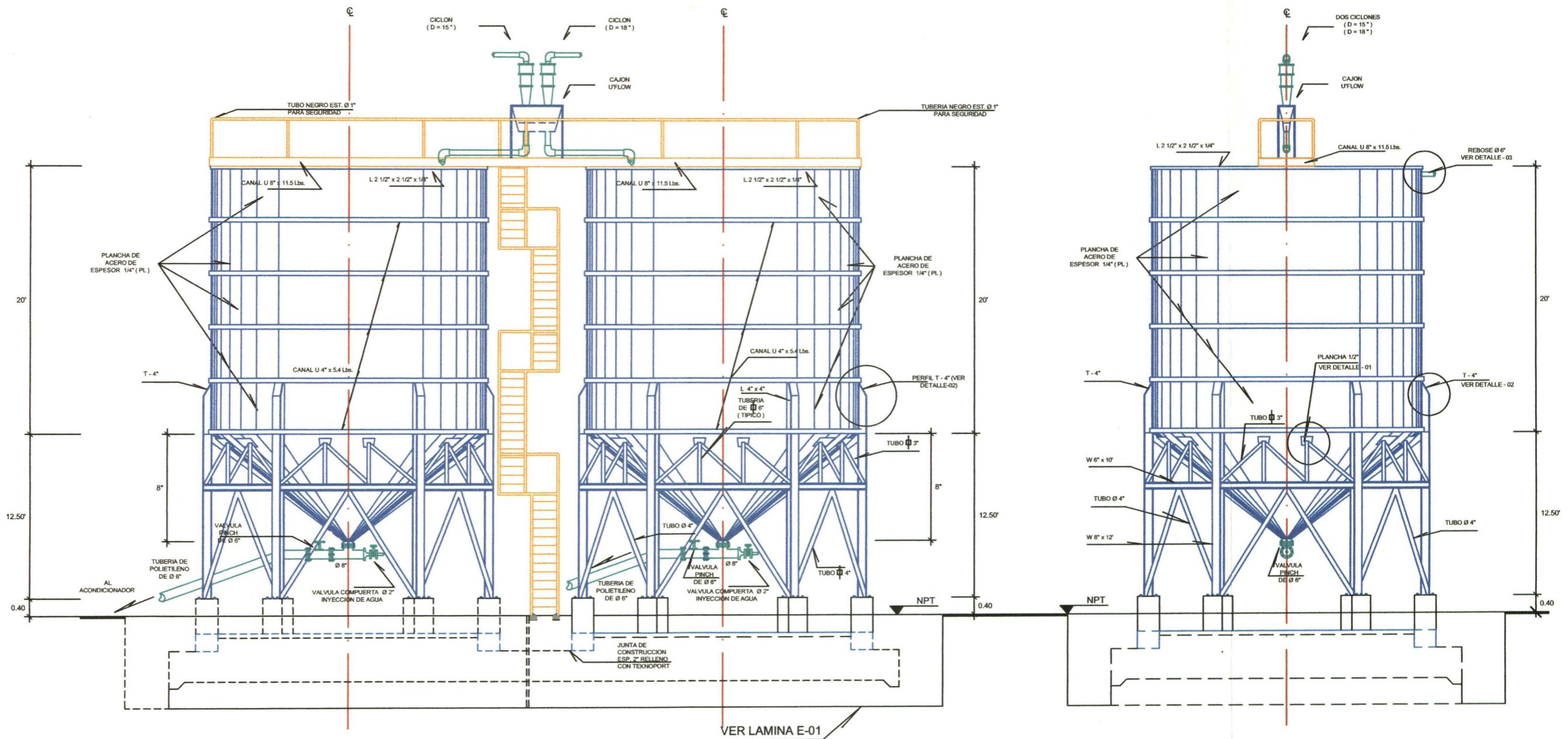
**DETALLE - 03
(TÍPICO)**
ESCALA 1 : 20



INCIMMET S.A.
ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

COMPAÑÍA MINERA
CASAPALCA S.A.

PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO			
OBSERVACIONES 3RA. REVISION	PLANO PLANTA Y DETALLES - ALTERNATIVA 01	LAMINA A1 PD-01	
ELABORADO POR: FREDY DIONISIO HUARINGA	REVISADO EDUARDO COSSIO C. C.I.P. 28429	FECHA MAYO 2,002	ESCALA INDICADA
UNIDAD DE PROYECTOS R13 - 4604824			



SILOS PROYECTADOS - ELEVACION FRONTAL
(ALTERNATIVA 02)

ESCALA 1 : 100

VISTA 1

SILOS PROYECTADO - ELEVACION LATERAL
(ALTERNATIVA 02)

ESCALA 1 : 100

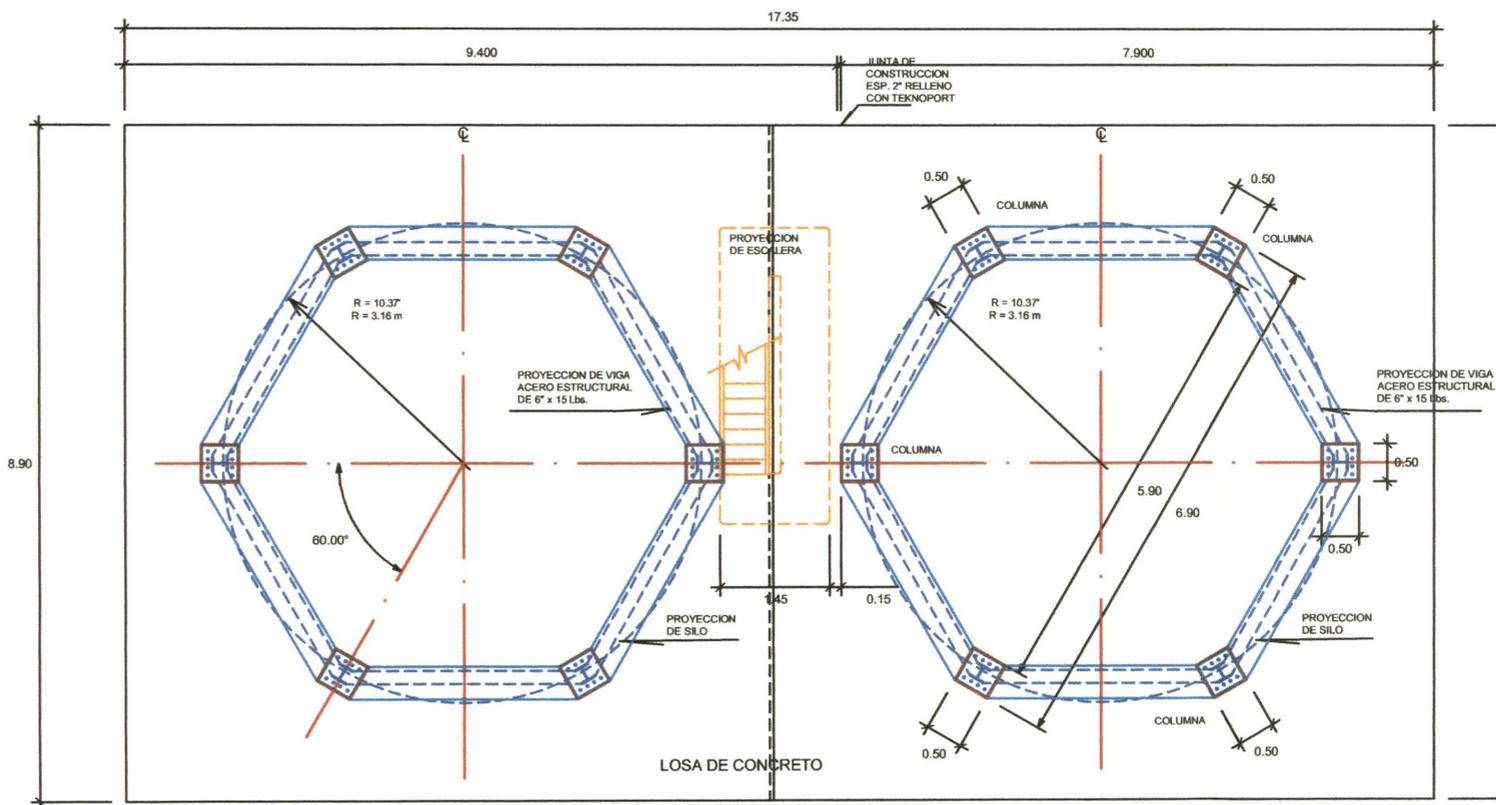
VISTA 2



INCIMMET S.A.
ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

COMPAÑIA MINERA
CASAPALCA S.A.

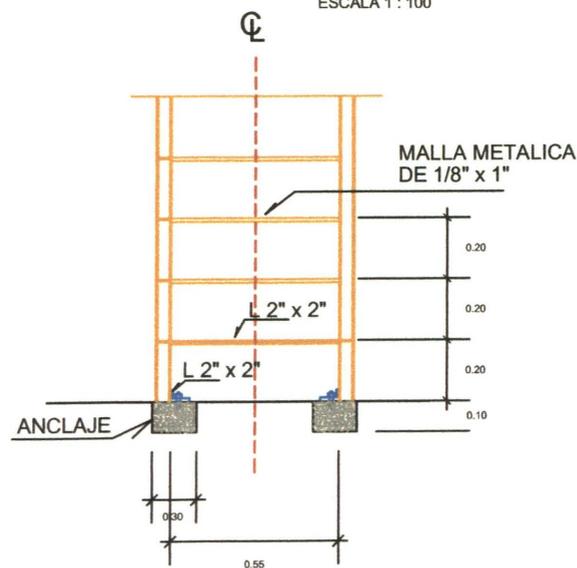
PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO			
OBSERVACIONES 3RA. REVISION	PLANO PLANO DE ELEVACIONES - ALTERNATIVA 02	LAMBDA A2 EL-01	
ELABORADO POR: FREDY DIONISIO HUARINGA	REVISADO EDUARDO COSSIO C. C.I.P. 28429	FECHA MAYO 2,002	ESCALA INDICADA
UNIDAD DE PROYECTOS R13 - 4604824			



VISTA EN PLANTA DE SILOS A NIVEL DE APOYOS
(ALTERNATIVA 02)

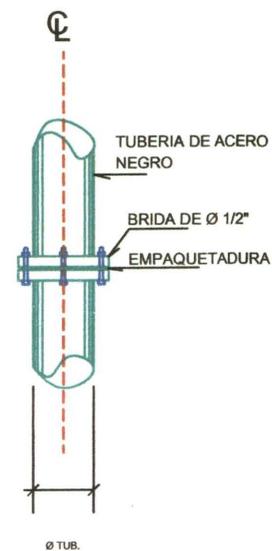
ESCALA 1 : 100

1



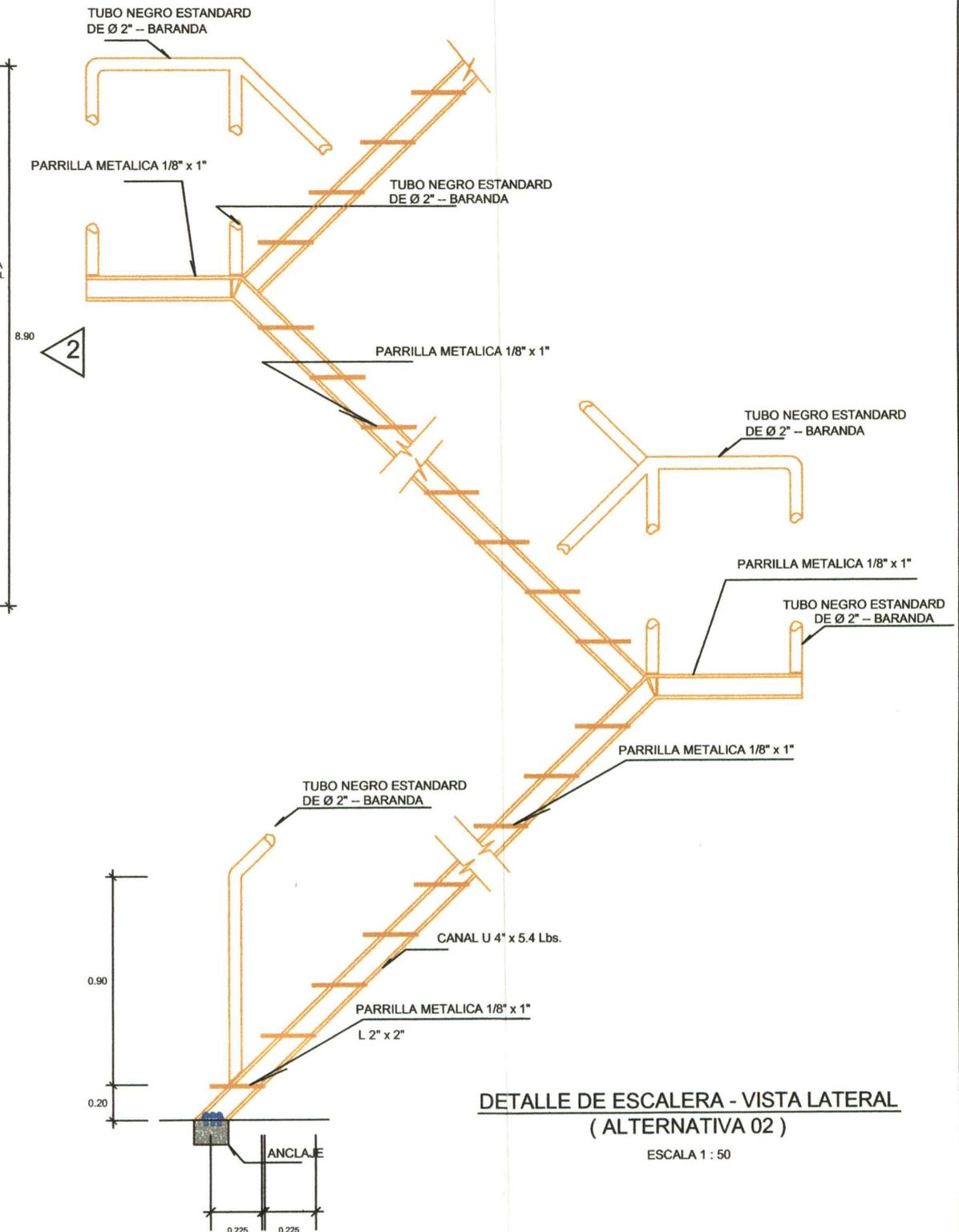
INICIO DE ESCALERA - VISTA FRONTAL
(ALTERNATIVA 02)

ESCALA 1 : 50



DETALLE DE BRIDA
(TIPICO)

ESCALA ESTIMADA



DETALLE DE ESCALERA - VISTA LATERAL
(ALTERNATIVA 02)

ESCALA 1 : 50



INCIMMET S.A.

ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

COMPAÑIA MINERA



CASAPALCA S.A.

PROYECTO

MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO

OBSERVACIONES

3RA. REVISION

PLANO

PLANTA Y DETALLES - ALTERNATIVA 02

ELABORADO POR:

FREDY DIONISIO HUARINGA

REVISADO

EDUARDO COSSIO C.
C.I.P. 28429

FECHA

MAYO 2,002

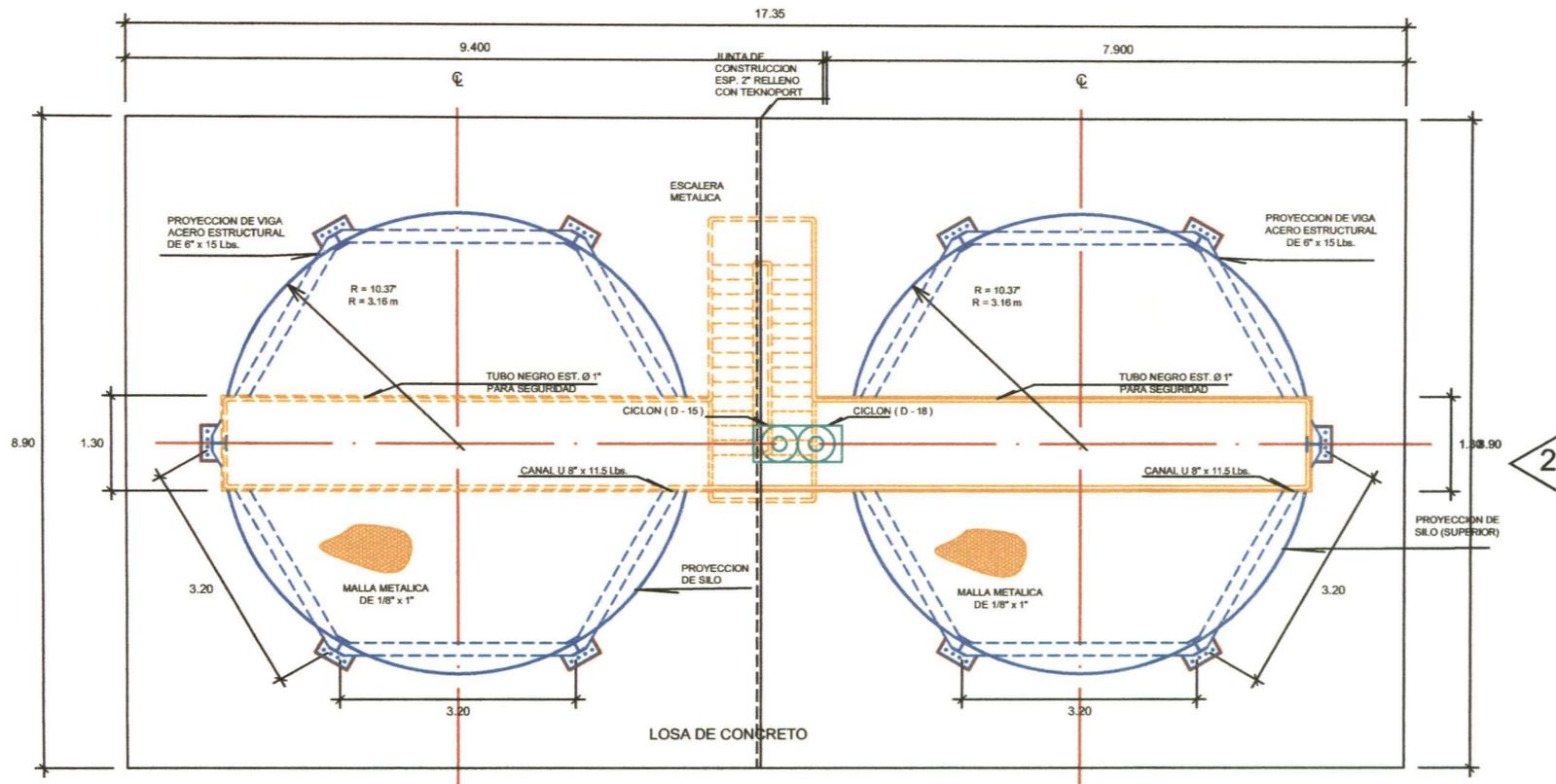
ESCALA

INDICADA

LAMINA

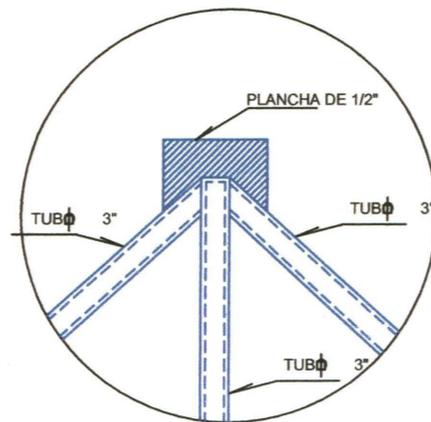
A2
PD-01

UNIDAD DE PROYECTOS
R13 - 4604824



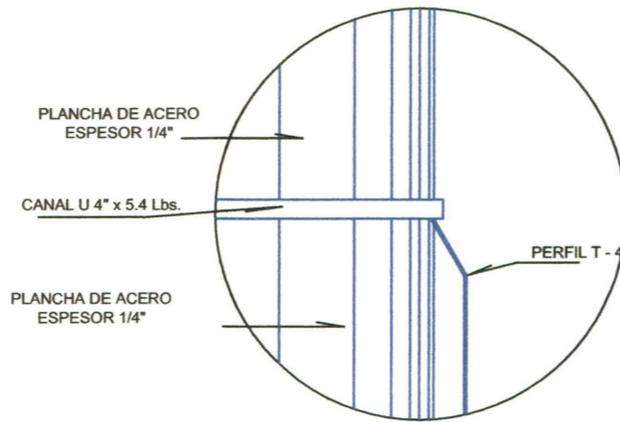
VISTA EN PLANTA DE SILOS A NIVEL SUPERIOR
(ALTERNATIVA 02)

ESCALA 1 : 100



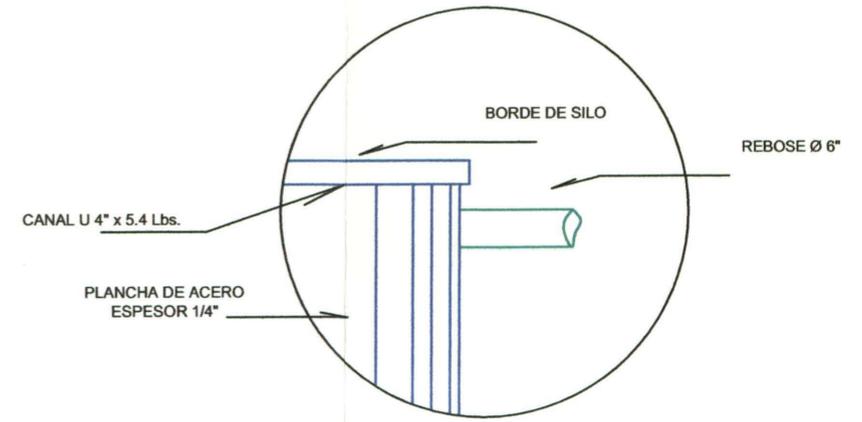
DETALLE - 01
(TIPICO)

ESCALA 1 : 20



DETALLE - 02
(TIPICO)

ESCALA 1 : 20



DETALLE - 03
(TIPICO)

ESCALA 1 : 20



INCIMMET S.A.
ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

COMPAÑÍA MINERA
CASAPALCA S.A.

PROYECTO

MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO

OBSERVACIONES

3RA. REVISION

PLANO

PLANTA Y DETALLES - ALTERNATIVA 02

ELABORADO POR:

FREDY DIONISIO HUARINGA

REVISADO

EDUARDO COSSIO C.
C.I.P. 28429

FECHA

MAYO 2,002

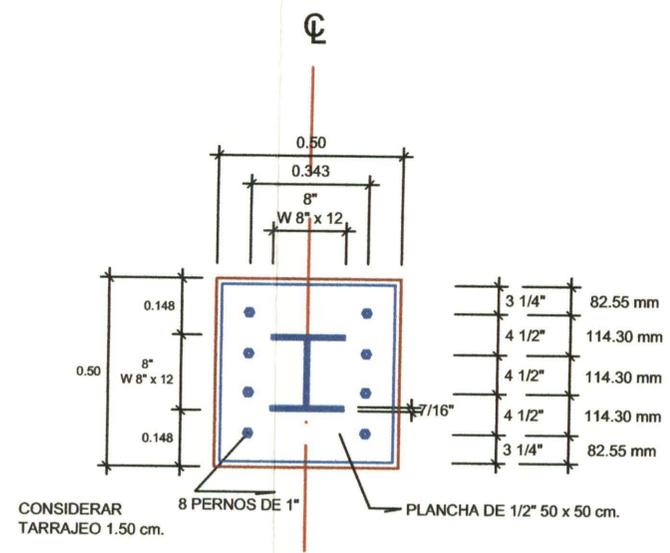
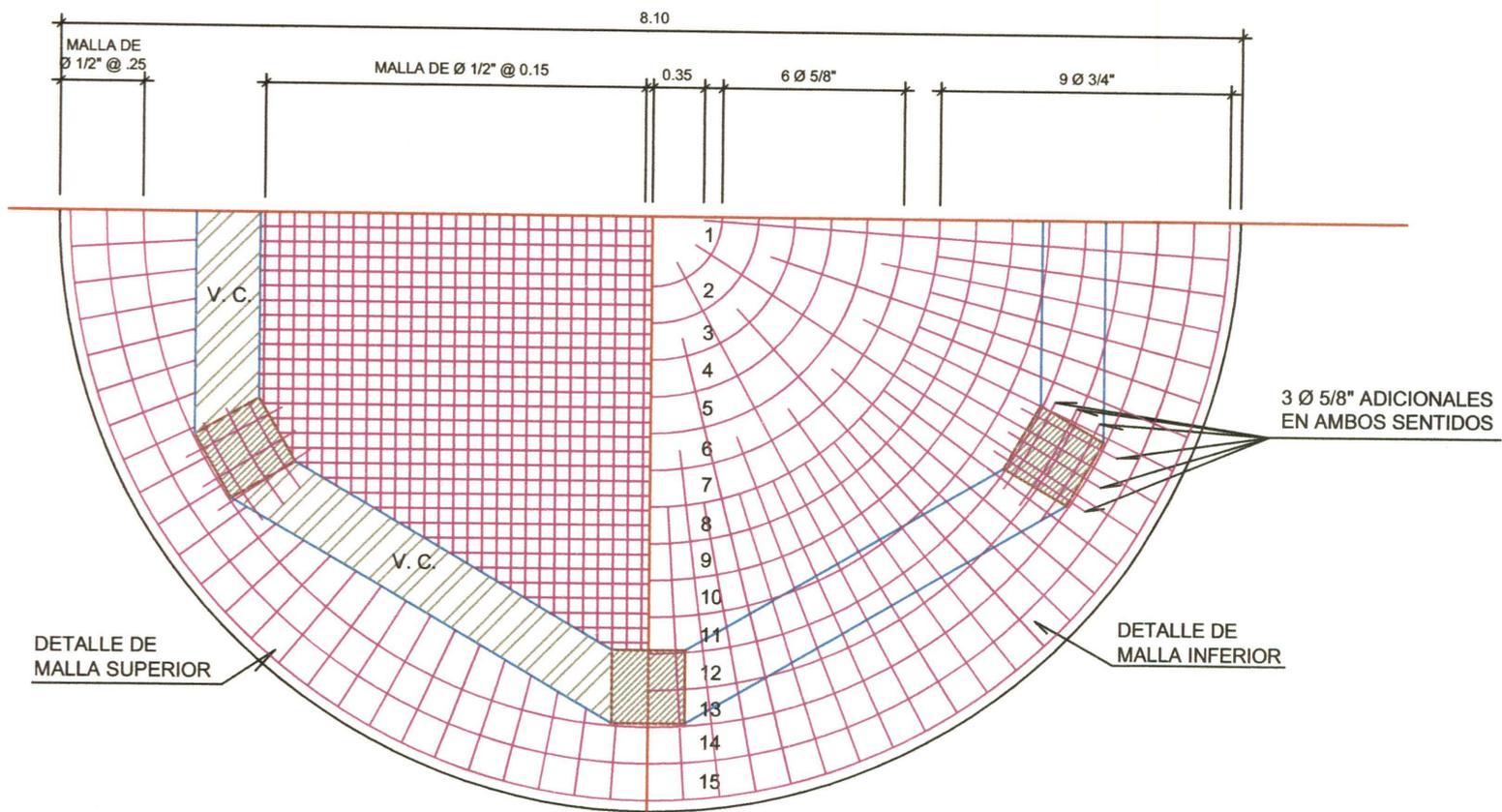
ESCALA

INDICADA

LAMINA

A2
PD-02

UNIDAD DE PROYECTOS
R13 - 4604824

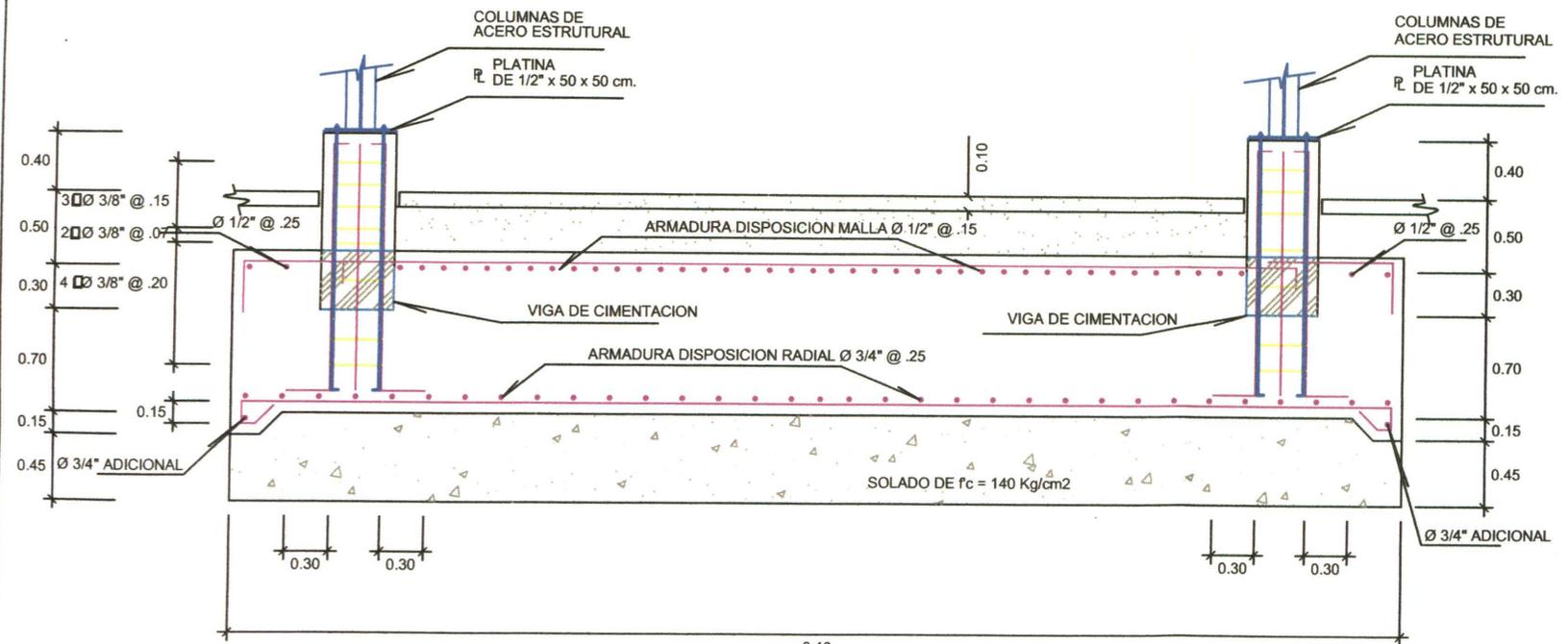


PEDESTAL - DETALLE DE APOYOS
(VISTA PLANTA)

ESCALA 1 : 20

DETALLE DE LOSA DE CIMENTACION
(DETALLE DE MALLA INFERIOR Y MALLA SUPERIOR)

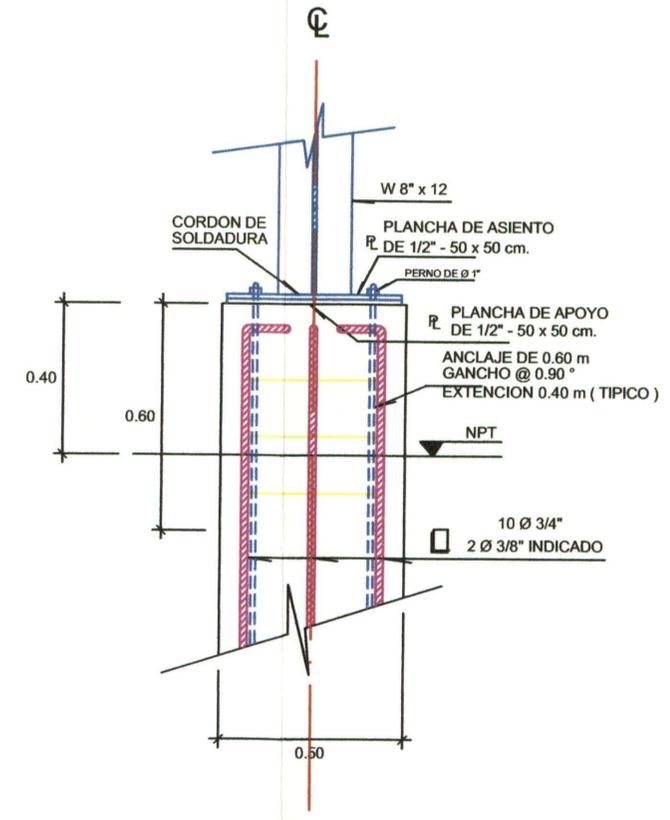
ESCALA 1 : 50



DETALLE DE LOSA DE CIMENTACION - SECCION

(ALTURA DE LOSA 1.00 METROS)

ESCALA 1 : 50



PEDESTAL - DETALLE DE APOYOS
(VISTA LATERAL)

ESCALA 1 : 20

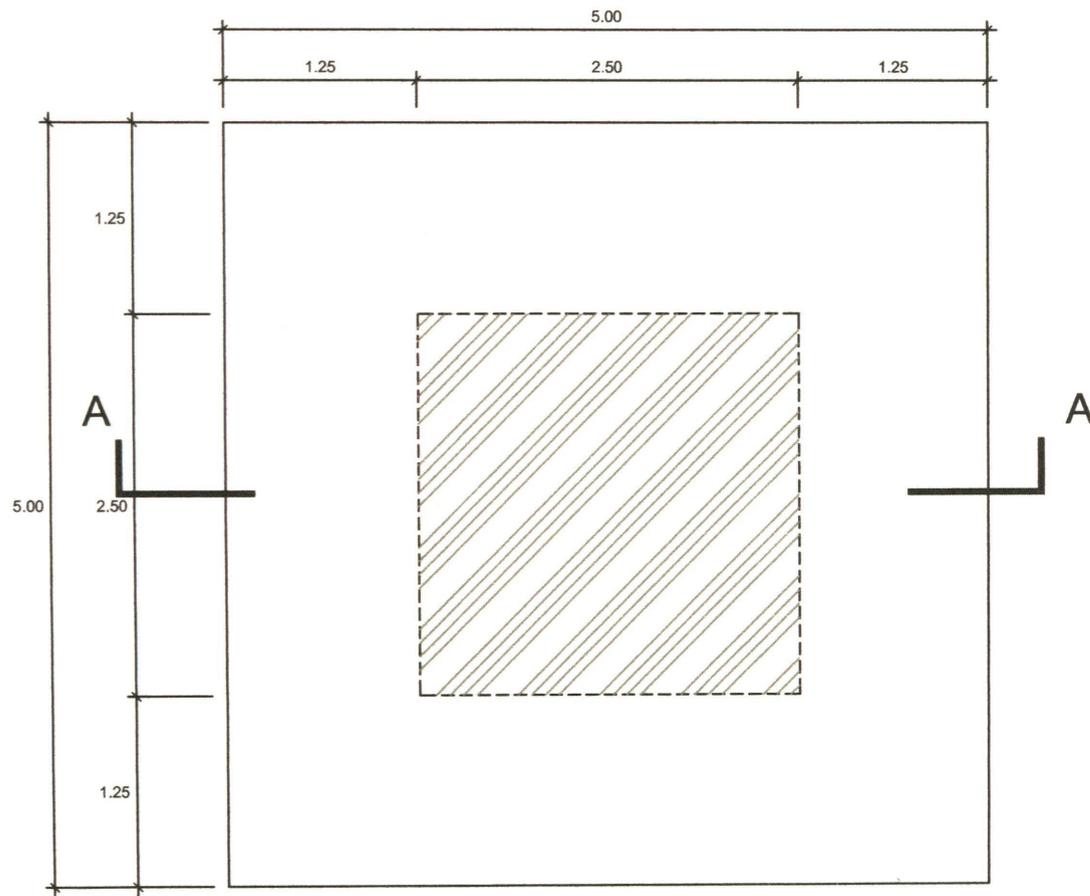


INCIMMET S.A.
ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

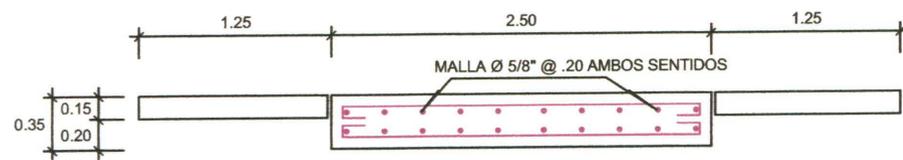
COMPAÑÍA MINERA
CASAPALCA S.A.

PROYECTO MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO			
OBSERVACIONES 3RA. REVISION	PLANO PLANTA GENERAL - SILO PROYECTADO		
ELABORADO POR: FREDY DIONISIO HUARINGA	REVISADO EDUARDO COSSIO C. C.I.P. 28429	FECHA MAYO 2,002	ESCALA INDICADA

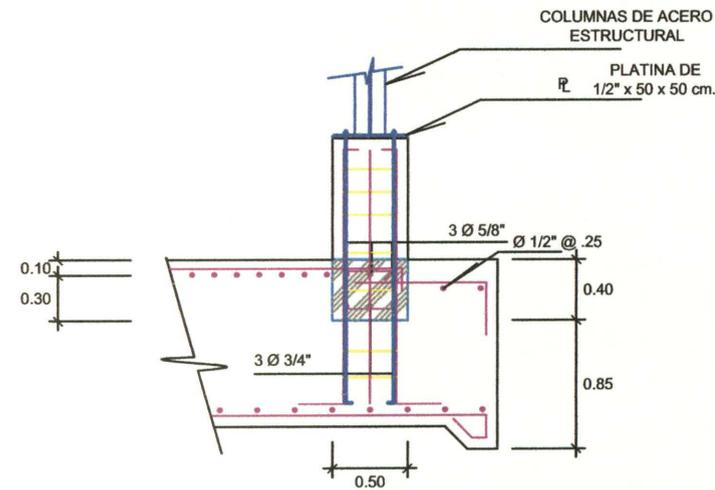
LAMINA
**A
E-01**
UNIDAD DE PROYECTOS
R13 - 4604824



**DETALLE DE LOSA PARA ACONDICIONADOR
(DETALLE DE PLANTA)**
ESCALA 1 : 25

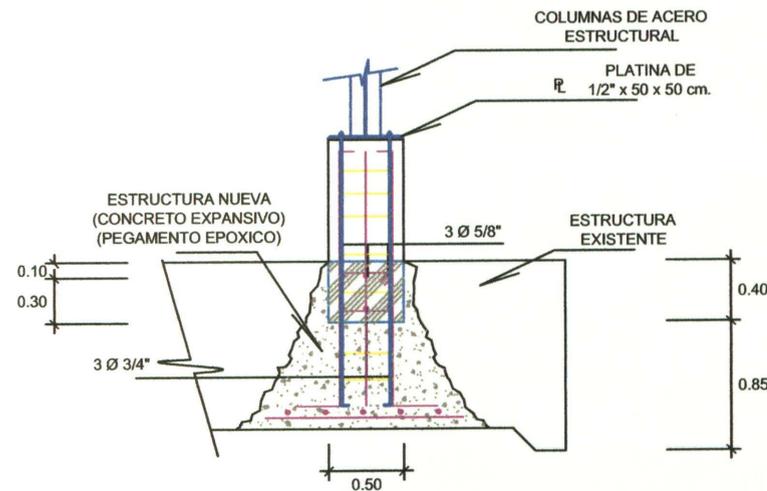


**DETALLE DE LOSA PARA ACONDICIONADOR
(DETALLE CORTE A - A)**
ESCALA 1 : 25



DETALLE DE VIGA DE CIMENTACION

3 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"
□ Ø 3/8" 1 @ .15, 2 @ .20, Rto. @ .30 DESDE CADA APOYO
ESCALA 1 : 50



DETALLE DE EXCAVACION EN LOSA DE CIMENTACION EXISTENTE

3 Ø 3/4" + 3 Ø 5/8"
□ Ø 3/8" 1 @ .15, 2 @ .20, Rto. @ .30 DESDE CADA APOYO
ESCALA 1 : 50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO SIMPLE

SOLADO DE CONCRETO SIMPLE (CEM.:HORM., $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2$)
PISO DE CONCRETO SIMPLE (CEMENTO:HOMIGON, 1:08 ESPESOR 10 cm)

CONCRETO ARMADO

VIGAS DE CIMENTACION, COLUMNAS DE APOYOS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
ZAPATAS, PLACAS Y MUROS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
DENSIDAD DEL CONCRETO 2,400 Kg/m³
RESISTENCIA DEL ACERO $f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$

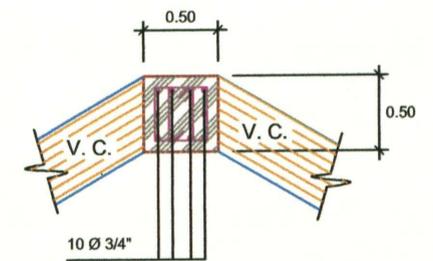
RECUBRIMIENTOS LIBRE ARMADURA

LOSA DE CIMENTACION - FONDO 7.50 cm
LOSA DE CIMENTACION - LATERAL 4.00 cm
LOSA ACONDICIONADOR 4.00 cm
APOYOS (COLUMNAS DE APOYO) 2.00 cm

MORTERO

CEMENTO : ARENA - 1 : 5
RESISTENCIA A LA COMPRESION ($f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$)

RESISTENCIA ASUMIDA DEL TERRENO 2.0 Kg/cm² (VERIFICAR EN OBRA)



DETALLE DE APOYOS

10 Ø 3/4"
□ 2 Ø 3/8" INDICADO
ESCALA 1 : 50



INCIMMET S.A.
ASESORES Y CONTRATISTAS GENERALES
FORMULACION, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS CIVILES Y MINERAS

COMPAÑÍA MINERA
CASAPALCA S.A.

PROYECTO

MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE RELLENO HIDRAULICO

OBSERVACIONES

3RA. REVISION

PLANO

PLANTA GENERAL - SILO PROYECTADO

ELABORADO POR:

FREDY DIONISIO HUARINGA

REVISADO

EDUARDO COSSIO C.
C.I.P. 28429

FECHA

MAYO 2,002

ESCALA

INDICADA

LAMINA

**A
E-02**

UNIDAD DE PROYECTOS
R13 - 4604824

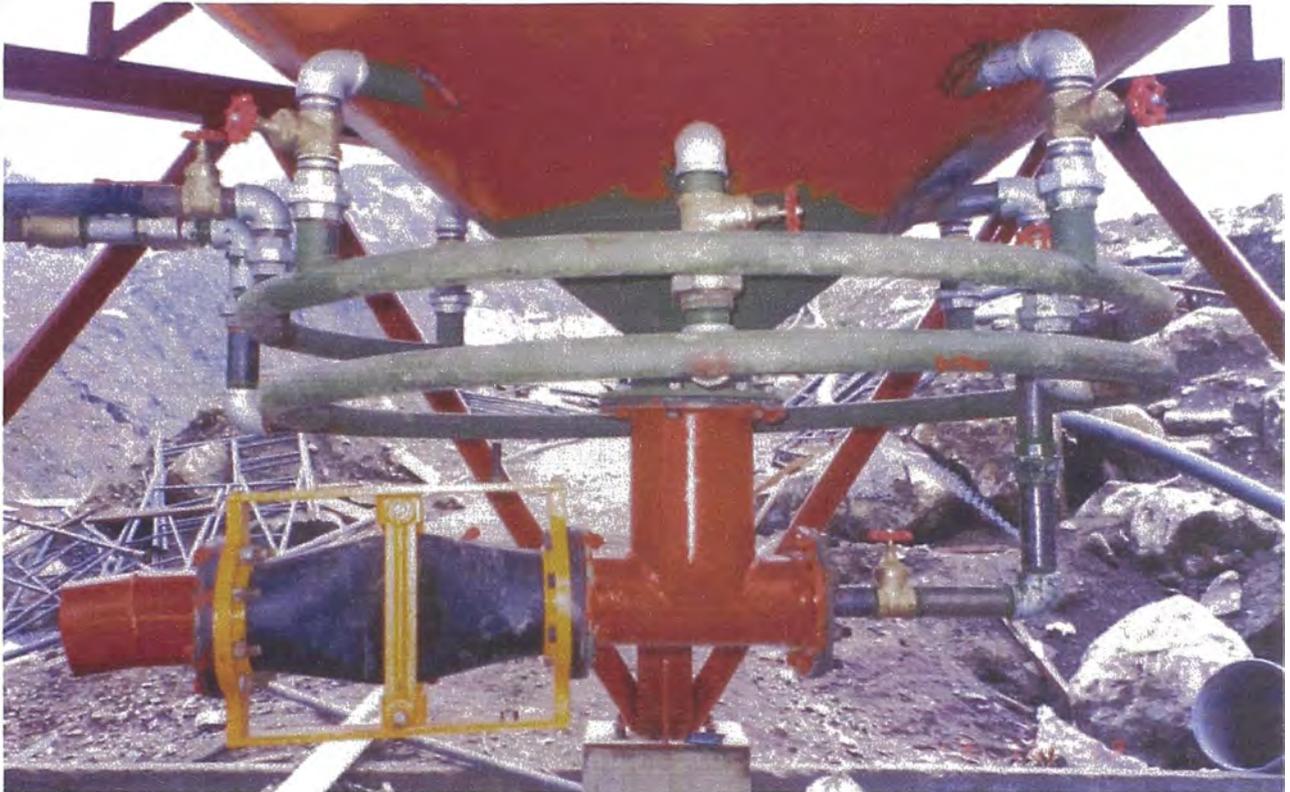
FOTOS



CONSTRUCCION DE LAS BASES PARA SILOS



SOPORTE DE SILOS



SISTEMA DE INYECCIÓN DE AIRE Y AGUA



CONSTRUCCIÓN DE SILOS Y PINTADO



ACABADO DE LOS SILOS

FORMATOS

INCIMMET S.A.

REPORTE DIARIO DE RELLENO HIDRAULICO - MINA

MINA:

FECHA:				GUARDIA:				NIVEL:				LABOR:							
HORA INICIO DE RELLENO:				HORA FINAL DE RELLENO:															
PARADAS DE RELLENO								RELLENO DE TAJEOS.											
MOTIVOS				DE				Hr.				A				Hr.			
								TIEMPO TOTAL ESTIMADO DE RELLENO (GUARDIAS)											
								TIEMPO ESTIMADO QUE FALTA POR RELLENAR (GUARDIAS)											
								DENSIDAD DE PULPA											
		HORA		Gr/LI		HORA		Gr/LI		HORA		Gr/LI		HORA		Gr/LI			
TOTAL PARADAS(Hr)=																			
MOTIVOS DE PARADA				ANT(Hr)		ACT(Hr)		ACUM(Hr)											
A FUGA DE RELLENO POR ROTUR DE TUBERIA																			
B FUGA DE RELLENO FN EL TAJEO																			
C TUBERIA ATORADA										MEDIDAS:				L=					
														A=					
														H=					
D DIQUE POR DESAJO DE LA LINEA DE RELLENO														VOLUMEN(m3)=					
E AJUSTO DE TUBERIA EN EL TAJEO														L=					
F CAMBIO DE TAJEO														A=					
G CAMBIO DE GUARDIA														H=					
H NO HAY TAJEO PARA RELLENAR										CALIDAD DE RELAVES:				T ACUM. ANT.=					
I TAPON MAL ARMADO										RELAVE REPULPADO				V.ACUM.ANT.=					
J FALTA DE DIQUE										STOCK EN SILO:				T TOTAL RELL =					
K DISPARO EN EL TAJEO										STOCK EN SILO AUXILIAR:				VOL. ACUM.=					
L ROTURA DE TUBERIA POR CHOQUE DE EQUIPO										HR DE RECEPCION AL SILO:				REL REP ANT.=					
M PROBLEMAS PLANTA DE RELLENO										OBSERVACIONES:				STOCK ANT.=					
N TAJEO MAL PREPARADO														REL REP ACU.=					
O REPARACION DE TUBERIA														S AUX. ANT.=					
P TAJEO EN PREPARACION														S AUX ACUM.=					
Q FALTA LEVANTAR MURO														H.R. REC.ANT =					
R FALTA TELA ARPILLERA														H.R. REC ACUM.=					
S FALTA DE CARGA																			

V.B.: JEFE PLANTA CONCENTRADORA

V.B. SUPERVISOR CONTRATISTA

V.B. JEFE DE MINA

INCIMMET S.A.

Unidad _____

HOJA DE VERIFICACION PARA RELLENO HIDRAULICO

ZONA.....

FECHA:.....

	1ra. Verificación	2da. Verificación	Observaciones
	ANTES R/H	DESPUES R/H	
TAJO			
NIVEL			
PREP. CORTINA			
HUEQUEADO Y NUMERO			
ENYUTADO			
INSTALACION DE TUBERIA			
TUBERIA DE DRENAJE			
CAMINOS (LIMPIO / SUCIO)			
COCHA (CASH PIT)			
CAMINOS (LIMPIOS / SUCIO)			
PLATAFORMA			
BUZON (LIMPIO / SUCIO)			

COMENTARIOS:

INCIMMET

RESP. LABOR

VºBº PAN - SILVER

PAN AMERICAN SILVER S.A.C.
 (Mina - Quiruvilca)
 DIRECCION DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE

INSPECCIONES PLANIFICADAS / INSPECCIONES SECCIONALES

CTTA: **INCIMMET S.A.** AREA: _____ INSPECTOR: _____ FECHA: _____

Nº	RIESGOS DETECTADOS	ACCION A TOMAR	Sv	FECHA DE ARREGLO	RESPONSABLE	EJECUTADO	COMENTARIOS

Sv = Grado de Severidad

- I = Riesgo Inmediato de Pérdida Mayor Corrijase de inmediato
- A = Riesgo de Pérdida Mayor..... Corrijase en un máximo de 24 horas
- B = Riesgo de Pérdida Moderada..... Corrijase en un máximo de 72 horas
- C = Riesgo de Pérdida Menor..... Corrijase en un máximo de 7 días

Supervisor del Área

Jefe Área Mina

 Capitán de Área Mina

 Inq. Respons. Contrato

 Inq. de Seguridad Contrato

 Depto. de Seguridad
 Pan American Silver S.A.C.