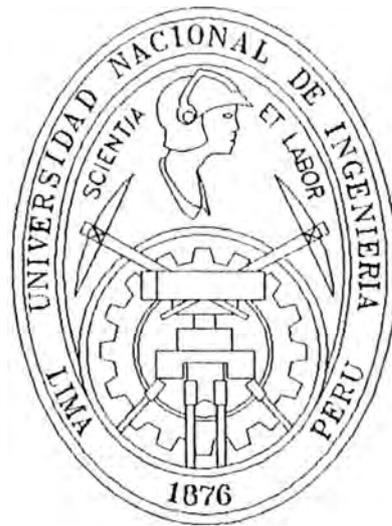


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

**FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA,
MINERA Y METALURGICA**



**EVALUACION METALURGICA DE LA PLANTA
CONCENTRADORA SAN RAFAEL S.A.**

INFORME DE INGENIERIA

Para Optar el Título Profesional de :

INGENIERO METALURGISTA

**PRESENTADO POR :
AVEL ESTEBAN, AVILA SALDAÑA
Promoción 83-II**

**LIMA - PERU
1996**

A mis padres Agustín y Jesús Rosa,
por su empeño y
Sacrificio.

TABLA DE CONTENIDOS

	PAG.
PROLOGO.....	6
 CAPITULO I	
1. INTRODUCCIÓN.....	8
 CAPITULO II	
2. ASPECTOS GENERALES.....	10
2.1 Ubicación de la Mina.....	10
2.2 Accesibilidad.....	10
2.3 Fisiografía.....	11
2.4 Geología y Mineralización.....	11
2.5 Abastecimiento de Energía y Agua.....	12
 CAPITULO III	
3. PLANTA CONCENTRADORA.....	13
3.1 Antecedentes.....	13
3.2 Caracterización del Mineral.....	13
3.2.1 Mineralogía.....	13
3.2.2 Composición química.....	14
3.2.3 Gravedad Específica.....	14
3.3 Índice de Trabajo.....	14
3.4 Moliendabilidad.....	14

3.5	CONTROLES METALÚRGICOS.....	16
3.5.1	SECCIÓN CHANCADO.....	16
3.5.1.1	Análisis Granulométricos de los Alimentos y Productos de los Equipos de chancado.....	16
3.5.1.2	Evaluación de las Capacidades de los equipos de Chancado.....	29
3.5.1.3	Consumos energético de los equipos de Chancado..	32
3.5.2	SECCIÓN MOLIENDA.....	34
3.5.2.1	Análisis Granulométricos de los Alimentos y Productos de los Equipos de Molienda.....	34
3.5.2.2	Evaluación de las Dimensiones y carga de bolas del Molino.....	43
3.5.2.3	Consumos energéticos de los equipos de Molienda.....	45
3.5.2.4	Cálculo de la Eficiencia de Clasificadores.....	46
3.5.2.4.1	Cálculo de la Eficiencia de la zaranda Vibratoria.....	46
3.5.2.4.2	Cálculo de la Eficiencia del Clasificador Helicoidal.....	51
3.5.3	SECCIÓN FLOTACIÓN.....	56
3.5.3.1	Dosificación de Reactivos.....	56
3.5.3.2	Balance Metalúrgico.....	56
3.5.4	SECCIÓN ESPESADO Y FILTRADO.....	58

3.5.4.1	Reactivos.....	58
3.5.4.2	Evaluación de las Dimensiones de los Espesadores.....	58
3.6	Parámetros de Operación.....	62
3.7	Equipos y Materiales.....	63
3.8	Descripción del Proceso.....	65

CAPITULO IV

4.	COSTOS.....	67
4.1	Costos totales.....	67
4.2	Valorización.....	67
4.2.1	Valorización del Concentrado de Plomo.....	67
4.2.2	Valorización del Concentrado de Zinc.....	69

CAPITULO V

5.	CONCLUSIONES.....	71
----	-------------------	----

CAPITULO VI

6.	BIBLIOGRAFÍA.....	79
----	-------------------	----

CAPITULO VII

7.	APÉNDICE.....	80
7.1	Anexo 1:	

7.1.1	Plano de Ubicación de la Mina.....	82
7.1.2	Plano de Vias de acceso a la Mina Pucarrajo....	84
7.1.3	Plano de Ubicación de la Mina Pucarrajo y Concentradora SAN RAFAEL.....	86
7.2	Anexo 2:	
7.2.1	Diagrama de flujo de Operación de la Planta Concentradora SAN RAFAEL.....	89
7.2.2	Diagrama de Flujo Balanceado de la Planta Concentradora SAN RAFAEL.....	91

PROLOGO

Este estudio tiene por finalidad ejecutar la Evaluación minero- metalúrgico de la planta Concentradora **San Rafael**.

Los Aspectos Generales nos muestran la Ubicación, accesibilidad de la mina. Mostrándonos en forma resumida la Geología y mineralogía del yacimiento, como aporte secundario el abastecimiento de Energía y Agua.

El trabajo se orienta en la Caracterización del mineral, para luego realizar una evaluación de los procesos metalúrgicos en las diversas secciones de Chancado, Molienda, Flotación, Espesado y Filtración.

En cada sección se ha evaluado las capacidades y los consumos energéticos de los equipos, usándose para ello modelos y formulas empíricas consultadas.

Complementándose el trabajo con la evaluación de los Costos de Producción y una posterior Valorización del

mineral producido, para definir las utilidades producidas por la Mina en su totalidad.

CAPITULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Este informe constituye un resumen de lo que he realizado en la CIA. MINERA HUALLANCA S.A. desde Octubre de 1986 hasta 1994, encargándome de la Supervisión de la Planta.

En la Actualidad debido principalmente al bajo precio de los minerales estamos realizando una minería selectiva, para extraer los minerales de más alta ley y por lo tanto de mayor valor económico.

Las leyes promedio del mineral tratado es de:

Plomo: 4.5 %

Plata: 7.8 oz/TC

De acuerdo a las leyes antes mencionadas y las características propias de nuestro mineral, es que las leyes promedio que obtenemos en nuestro concentrado son las siguientes:

Concentrado de Plomo-Plata

Plomo: 53 %

Plata: 85 oz/TC

Concentrado de Zinc

Zinc: 45% - 46%

Plata: 5 oz/TC

La crisis actual, hace imposible para la pequeña minería realizar inversiones que son imprescindibles para aumentar el volumen de producción, por lo que buscando la mayor eficiencia posible, tratando de reducir al mínimo los costos, nuestra Planta Concentradora se encuentra trabajando por campañas de más o menos 1500 TM mensuales.

La planta Concentradora tiene por nombre: **CONCENTRADORA METALÚRGICA SAN RAFAEL S.A.**, y su capacidad de tratamiento es de 150 TM/día.

CAPITULO 2

2. ASPECTOS GENERALES

2.1 Ubicación de la Mina

La Mina Pucarrajo de Cía. Minera Huallanca está ubicada en los distritos de Huallanca y Chavin, de las Provincias de Dos de Mayo y Huari; Departamento de Huánuco y Ancash; en el lado Oeste del cerro Pucarrajo a una altitud de 4400 a 5000 m.s.n.m., entre las coordenadas geográficas 9⁰ 48' latitud sur, 7⁰ 08' latitud oeste.

2.2 Accesibilidad

El acceso se realiza desde Lima según el siguiente itinerario:

Lima - Pativilca (Desvíos)	205 Km.
Pativilca - Pachacoto	158 Km.
Pachacoto - Huanzalá	63 Km.
Huanzalá - Conc. San Rafael	8 Km.
Conc. San Rafael - Pucarrajo	7 Km.
TOTAL	441 km.

2.3 Fisiografía

El relieve de Pucarrajo es abrupto; constituyendo el rasgo más importante el Cerro Pucarrajo en la topografía; llegando hasta una altitud de 5000 m.s.n.m., extendiéndose hacia el lado oeste hasta el valle de Shahuana por donde viene el agua hacia el Callejón de Conchucos.

2.4 Geología y Mineralización

El yacimiento con que se cuenta es de origen metasomático de contacto donde se tienen rocas sedimentarias, lutitas, areniscas, calizas de la formación Santa - Carhuaz - Parihuanca.

La mineralización es:

Mantos pirita, pirrotita, marmatita, calcopirita, galena, magnetita con cuarzo y calcita.

Vetas de reemplazamiento galena, pirita, marmatita, esfarelita.

2.5 Abastecimiento de Energía y agua

La Energía eléctrica proviene de 2 grupos electrógenos de 300 Kw; lo cual es holgado teniendo en cuenta que el consumo de energía de la planta es de 320 Kw.

El suministro de Agua se aprovecha la Laguna Pucarrajo que está a 300 mts. de la planta en la parte alta, cuya agua se trae a la planta por gravedad.

CAPITULO 3

3. PLANTA CONCENTRADORA

3.1 Antecedentes

La concentradora Metalúrgica San Rafael fue construida entre los años de 1980 y 1984, cuenta con una capacidad instalada de 200 T.M.D.

Los equipos y maquinarias fueron montadas por la Cía. FIMA. En la Actualidad la planta opera con una capacidad de 89.36 TMS/día, menor a su capacidad instalada, por realizarse la operación Minera en forma selectiva, por ende reducir el volumen de mineral a tratarse.

3.2 Caracterización del Mineral

3.2.1 Mineralogía

El mineral presenta especies mineralógicas tales como: Galena (PbS), Marmatita, Esfarelita (ZnS,Fe), las cuales se encuentran en mayor proporción. en pequeña proporción se observa; calcopirita (FeCuS). La ganga consiste de Pirita (FeS₂), Pirrotita (FeS), Magnetita (Fe₃O₄), cuarzo (SiO₂) y Calcita (CaCO₃).

3.2.2 Composición química

El mineral alimentado a Planta posee la siguiente composición química promedio de sus valores económicos.

Pb (%)	Zn (%)	Ag (oz/TC)
4.08	5.95	7.20

3.2.3 Gravedad Específica

La gravedad Específica del mineral fue determinado por el método del PICNOMETRO.

$$\text{G.E.} = 3.2 \text{ gr/cc}$$

3.3 Índice de Trabajo

El índice de trabajo (Work Index) fue determinado por el método de BOND.

$$\text{Wi} = 12.68 \text{ Kw-hr/TC}$$

3.4 Moliendabilidad

Las pruebas de molienda evaluadas en el Laboratorio se observan a continuación.

Tiempo (minutos)	% -200 mallas
0	30.2
5	42.8
10	62.3
15	75.4
20	82.5

El mineral presenta de acuerdo a las pruebas de Moliendabilidad características de semi-blando.

3.5 CONTROLES METALÚRGICOS

3.5.1 SECCIÓN CHANCADO

3.5.1.1 Análisis Granulométricos de los Alimentos y Productos de los Equipos de chancado

Chancadora Primaria

A continuación la Tablas # 1 y # 2, les presenta la distribución granulométrica del alimento y producto de la Chancadora Primaria de Quijada 10" x 20". En los gráficos # 1 y # 2 se muestra las curvas de Schumman, de donde se obtienen los parámetros de diseño:

$$F_{80} = 103200 \text{ micrones}$$

$$P_{80} = 46773 \text{ micrones}$$

Tabla # 1.- Análisis Granulométrico del Alimento a la Chancadora Primaria

MALLA	TAMAÑO Micrones	% PESO	% ACUM. (+)	% ACUM. (-)
+5"	127000	1.90	1.90	98.10
+4 1/2"	114300	1.10	3.00	97.00
+4"	101600	2.70	5.70	94.30
+3 1/2"	88900	10.20	15.90	84.10
+3"	76200	3.10	19.00	81.00
+2 1/2"	63500	11.00	30.00	70.00
+2"	50800	11.80	41.80	58.20
+1 1/2"	38100	11.90	53.70	46.30
+1"	25400	12.20	65.90	34.10
+3/4"	19050	6.90	72.80	27.20
+1/4"	6350	17.10	89.90	10.10
+4 M	4760	2.90	92.80	7.20
-4 M		7.20	100.00	0.00
TOTAL		100.00		

Tabla # 2.- Análisis Granulométrico del Producto de la Chancadora Primaria

MALLA	TAMAÑO micrones	% PESO	% ACUM. (+)	% ACUM. (-)
+2"	50800	14.80	14.80	85.20
+1 3/4"	44450	8.20	23.00	77.00
+1 1/2"	38100	7.10	30.10	69.90
+1 1/4"	31750	7.90	38.00	62.00
+1"	25400	9.70	47.70	52.30
+7/8"	22225	6.30	54.00	46.00
+3/4"	19050	7.50	61.50	38.50
+5/8"	15875	5.50	67.00	33.00
+1/2"	12700	6.10	73.10	26.90
+3/8"	9525	5.90	79.00	21.00
+5/16"	7938	4.70	83.70	16.30
+1/4"	6350	2.30	86.00	14.00
+4 M	4760	3.80	89.80	10.20
+8 M	2380	3.20	93.00	7.00
-8 M		7.00	100.00	0.00
TOTAL		100.00		

GRAFICO # 1
A.G. Alimento Chancado Primario

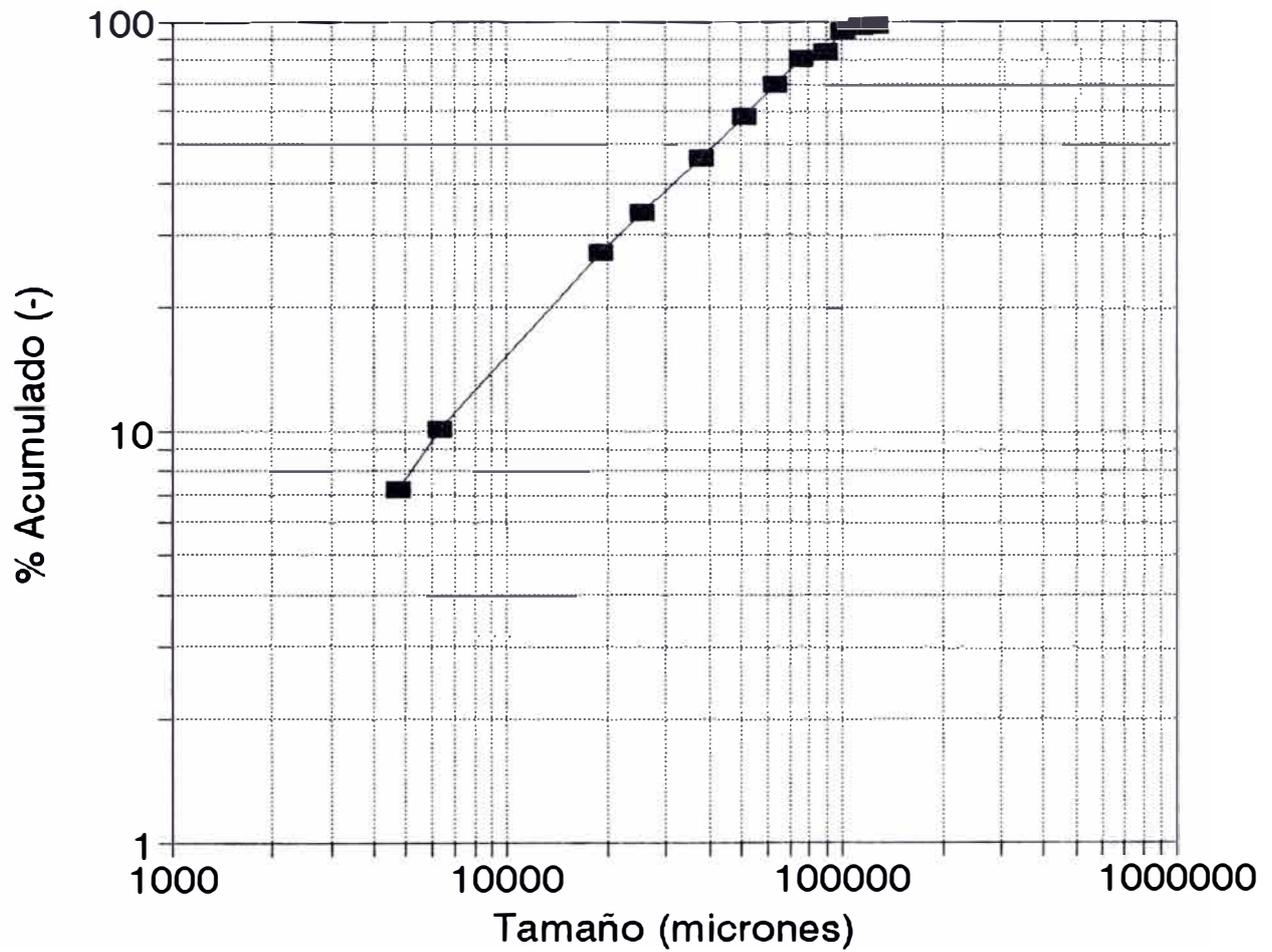
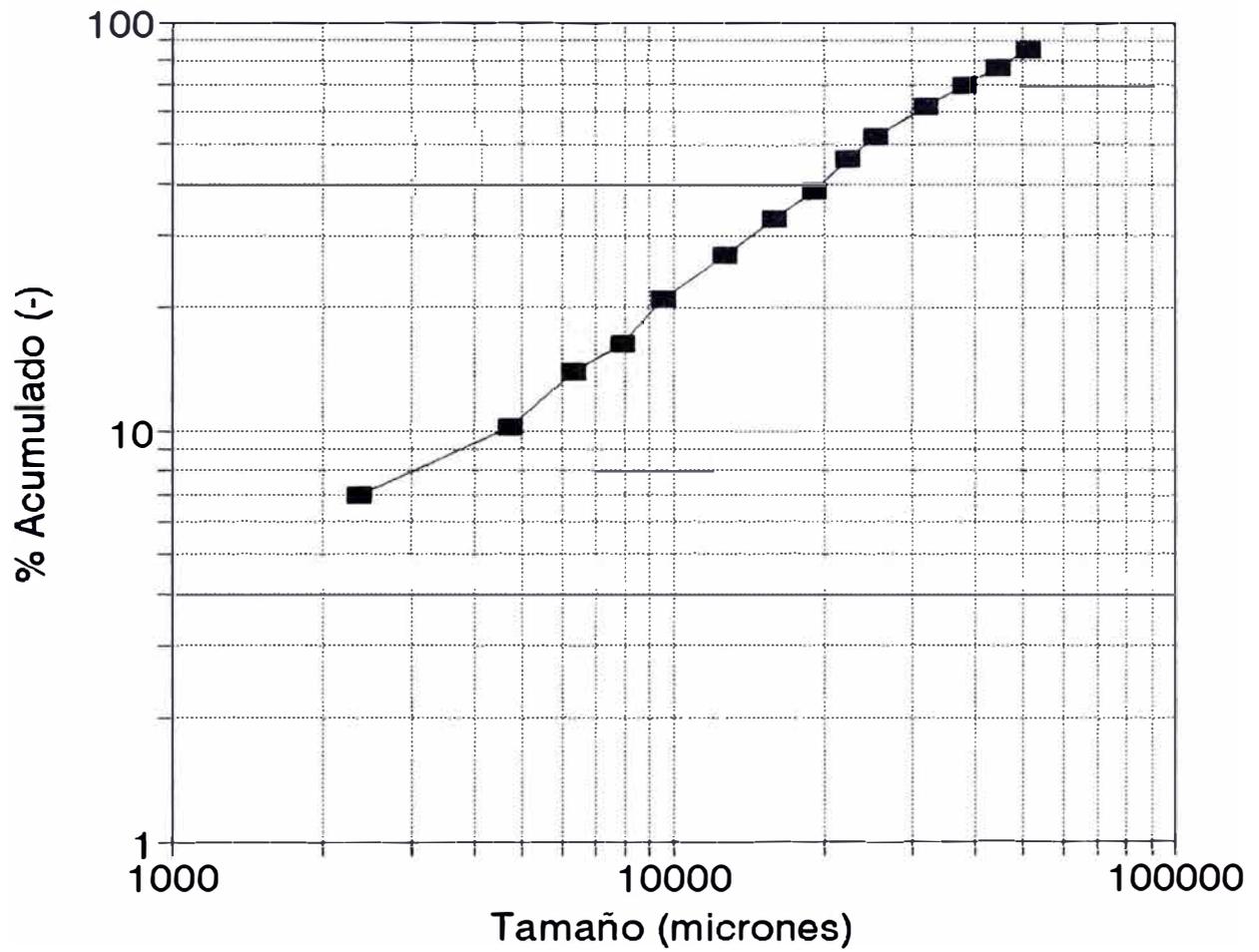


GRAFICO # 2
A.G. Producto Chancado Primario



Chancadora Secundaria

La Tabla Nro 3 y Nro 4 les presenta la distribución granulométrica del alimento y producto de la Chancadora Secundaria de 2'. En los gráficos Nro 3 y Nro. 4 se presentan las curvas de Schumman, de donde se obtienen los parámetros de diseño:

$$F_{80} = 38953 \text{ micrones}$$

$$P_{80} = 12171 \text{ micrones}$$

Tabla # 3.- Análisis Granulométrico del Alimento de la Chancadora Secundaria

MALLA	TAMAÑO micrones	% PESO	% ACUM. (+)	% ACUM. (-)
+2	63500	0.90	0.90	99.10
1/2"	50800	6.60	7.50	92.50
+2"	38100	13.40	20.90	79.10
+1	31750	9.80	30.70	69.30
1/2"	25400	10.70	41.40	58.60
	19050	17.10	58.50	41.50
+1	12700	6.50	65.00	35.00
1/4"	6350	20.80	85.80	14.20
+1"		14.20	100.00	0.00
+3/4"				
+1/2"				
+1/4"				
-1/4"				
TOTAL		100.00		

Tabla # 4.- Análisis Granulométrico del Producto de la Chancadora Secundaria

MALLA	TAMAÑO micrones	% PESO	% ACUM. (+)	% ACUM. (-)
+5/8"	15875	3.80	3.80	96.20
+1/2"	12700	12.20	16.00	84.00
+3/8"	9525	24.00	40.00	60.00
+5/16"	7938	14.00	54.00	46.00
+1/4"	6350	11.50	65.50	34.50
+3/16"	4760	12.50	78.00	22.00
+6 M	3360	7.00	85.00	15.00
+10 M	2000	5.80	90.80	9.20
-10 M		9.20	100.00	0.00
TOTAL		100.00		

GRAFICO # 3
A.G. Alimento Chancadora Secundaria

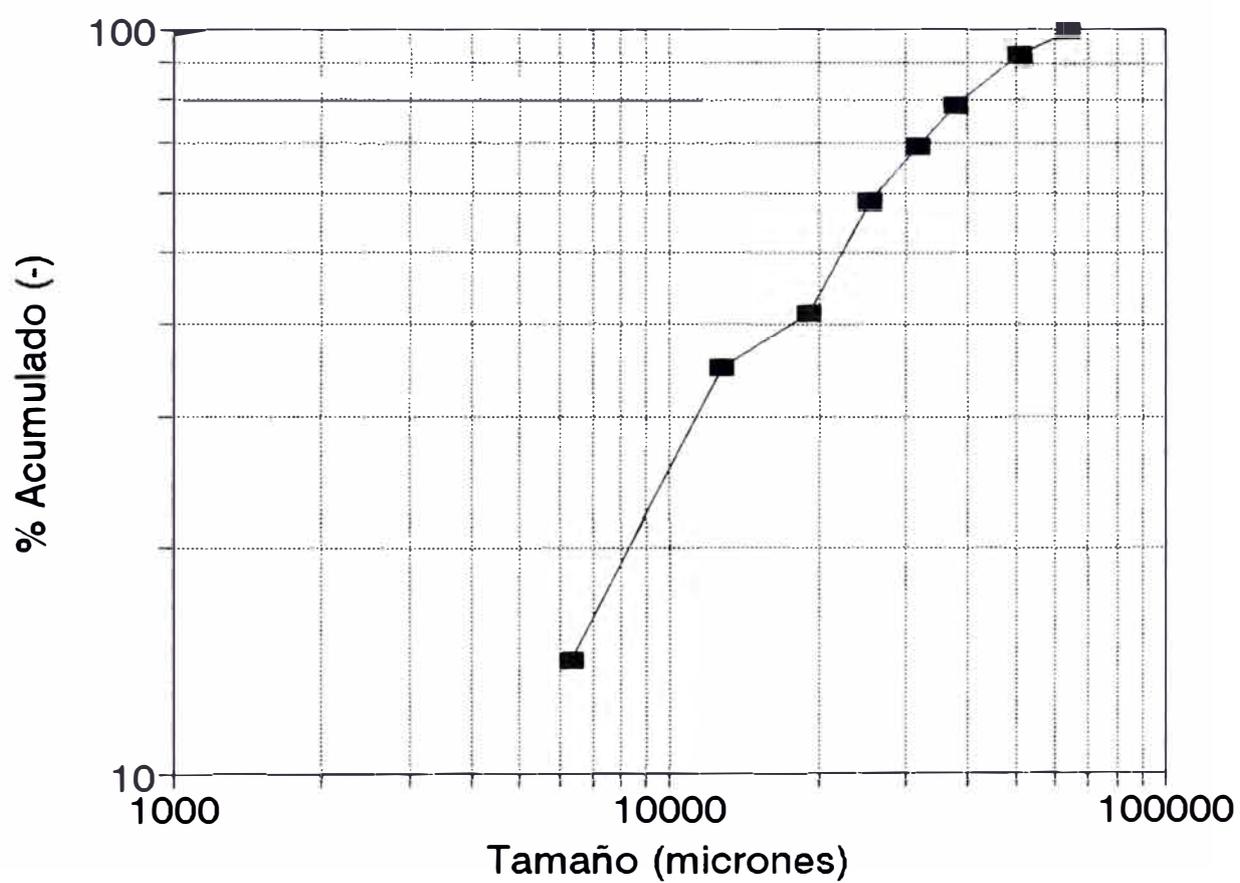
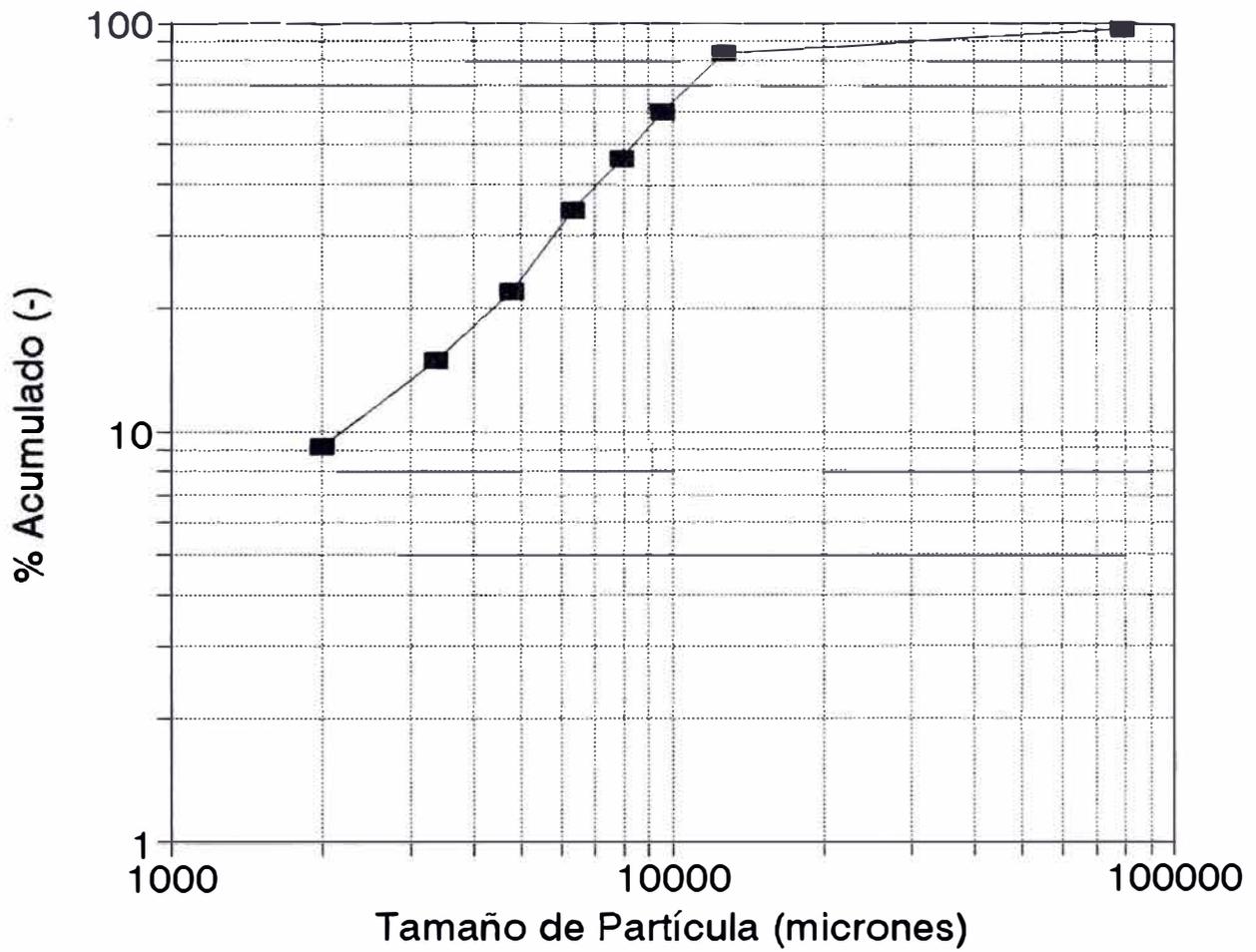


GRAFICO # 4
A.G. Producto Chancado Secundario



Zaranda Vibratoria

A continuación las Tablas Nro 5, Nro 6 y Nro 7 les presenta la distribución granulométrica del alimento, overflow y underflow de la Zaranda Vibratoria 4' x 8'. En los gráficos Nro. 5, Nro. 6 y Nro. 7 se muestran las curvas de Schumman.

Tabla # 5.- Análisis Granulométrico del Alimento a la Zaranda Vibratoria

MALLA	TAMAÑO micrones	% PESO	% ACUM. (+)	% ACUM. (-)
+2"	50800	7.40	7.40	92.60
+1 3/4"	44450	4.10	11.50	88.50
+1 1/2"	38100	3.55	15.05	84.95
+1 1/4"	31750	3.95	19.00	81.00
+1"	25400	4.85	23.85	76.15
+7/8"	22225	3.15	27.00	73.00
+3/4"	19050	3.75	30.75	69.25
+5/8"	15875	4.65	35.40	64.60
+1/2"	12700	9.15	44.55	55.45
+3/8"	9525	14.95	59.50	40.50
+5/16"	7938	9.35	68.85	31.15
+1/4"	6350	6.90	75.75	24.25
+4 M	4760	16.15	91.90	8.10
-4 M		8.10	100.00	0.00
TOTAL		100.00		

Tabla # 6.- Análisis Granulométrico del Over flow de la Zaranda Vibratoria

MALLA	TAMAÑO micrones	% PESO	% ACUM. (+)	% ACUM. (-)
+2 1/2"	63500	0.90	0.90	99.10
+2"	50800	6.60	7.50	92.50
+1 1/2"	38100	13.40	20.90	79.10
+1 1/4"	31750	9.80	30.70	69.30
+1"	25400	10.70	41.40	58.60
+3/4"	19050	17.10	58.50	41.50
+1/2"	12700	6.50	65.00	35.00
+1/4"	6350	20.80	85.80	14.20
-1/4"		14.20	100.00	0.00
TOTAL		100.00		

Tabla # 7.- Análisis Granulométrico del Under Flow de la Zaranda Vibratoria

MALLA	TAMAÑO micrones	% PESO	% ACUM. (+)	% ACUM. (-)
+3/8"	9525	3.71	3.71	96.29
+5/16"	7938	2.39	6.10	93.90
+3/16"	4763	12.31	18.41	81.59
+14 M	1168	52.72	71.13	28.87
+20 M	833	5.26	76.38	23.62
+28 M	589	3.64	80.03	19.97
+35 M	417	2.97	82.99	17.01
+48 M	295	2.75	85.74	14.26
+65 M	208	0.48	86.22	13.78
+100 M	147	2.32	88.54	11.46
+150 M	104	1.49	90.04	9.96
+200 M	74	0.77	90.80	9.20
-200 M		9.20	100.00	0.00
TOTAL		100.00		

GRAFICO # 5
A.G. Alimento Zaranda Vibratoria

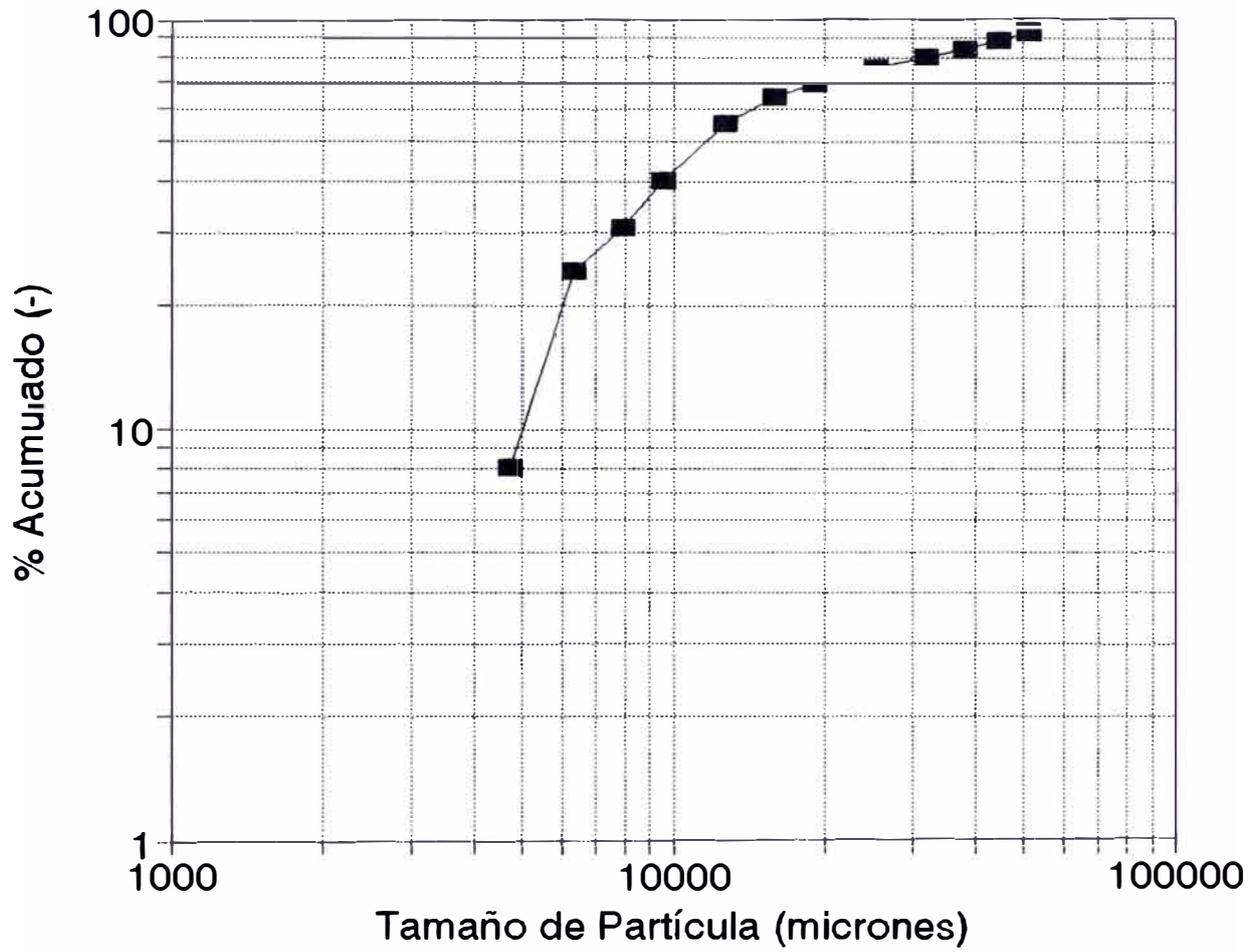


GRAFICO # 6
A.G. Over flow de la Zaranda

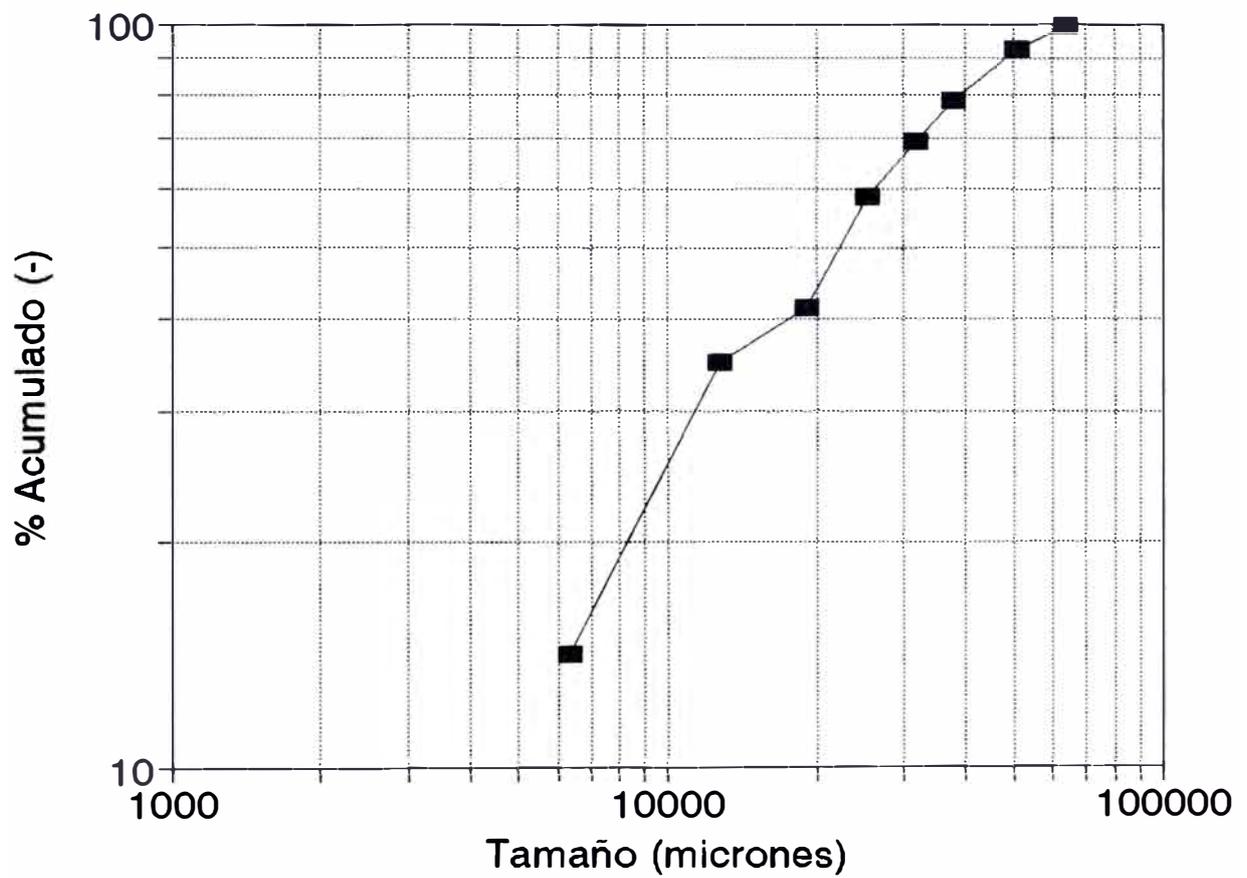
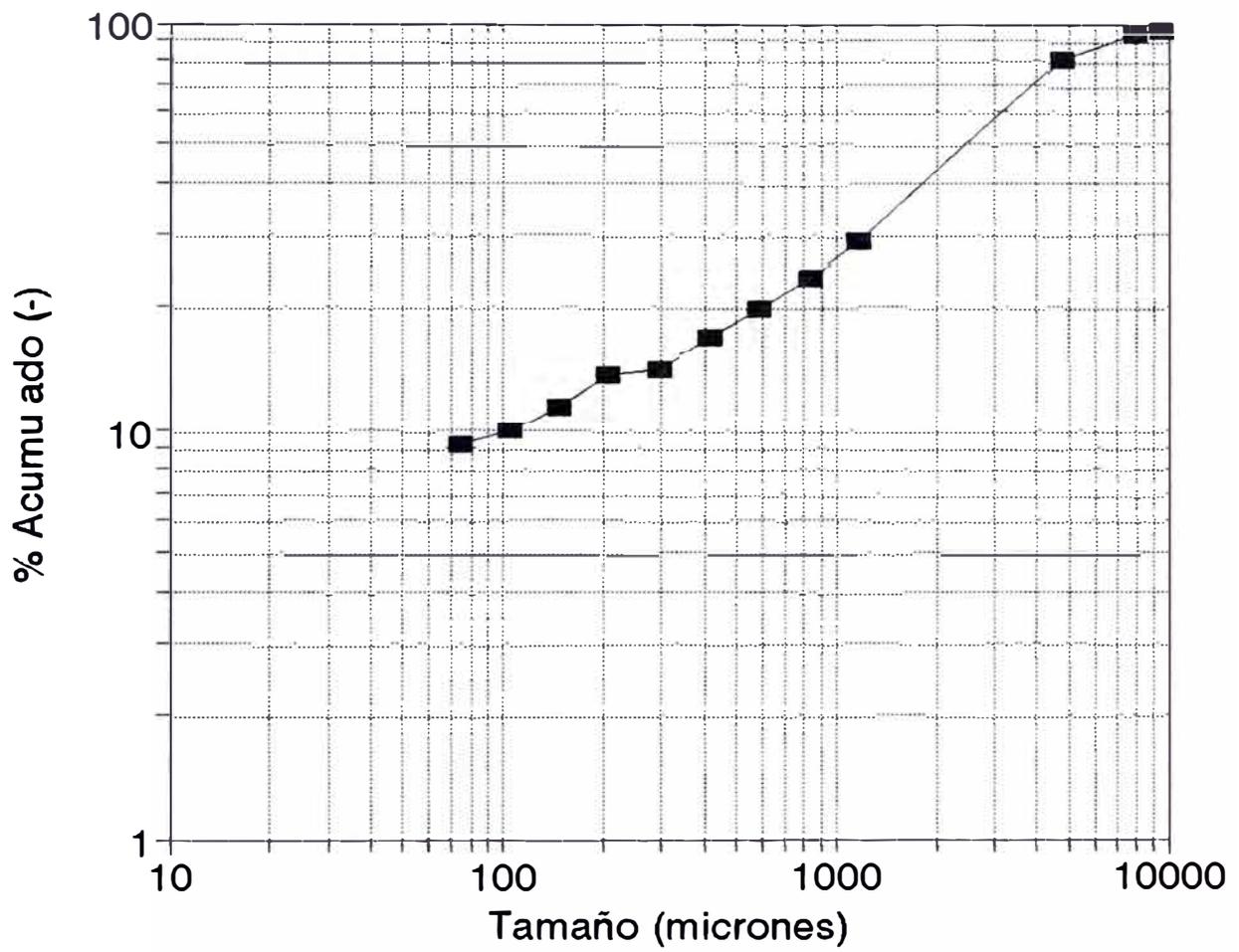


GRAFICO # 7
A.G. Under flow Zaranda



3.5.1.2 Evaluación de las Capacidades de los equipos de Chancado.

Chancadora Primaria

Tonelaje de tratamiento: 15.4 TPH (considerando que la sección chancado trabajara solamente 6 horas)

% Humedad 6%

De catálogos: $T_r = T_a \times K_m \times K_h \times K_f$

$$T_a = T_r / (K_m \times K_h \times K_f) \dots\dots\dots(1)$$

$K_h =$ Factor de dureza del mineral = 0.90

$K_m =$ Factor de humedad = 0.75

$K_f =$ Factor de forma de alimentación= 0.85
(forma mecánica)

$T_r =$ Tonelaje diario real que procesará la trituradora
= 15.4 TPH

Reemplazando en (1) tenemos:

$$T_a = 15.40 / (0.75 \times 0.9 \times 0.85)$$

$$T_a = 27 \text{ TPH}$$

Con el valor de $T_a=27$ TPH, se selecciona en el catálogo Denver.

La chancadora primaria requerida debe tener las siguientes características:

Tipo : Quijada

Dimensiones: 10" x 20"

Motor : 25 HP (37.3 kw)

Descarga : 3"

Tratamiento: 20-30 TPH

Zaranda Vibratoria

Base de cálculo = 15.4 TPH con 200% de carga circulante.

Método para seleccionar el tipo y tamaño de cribas vibrantes en plantas de trituración de minerales por K. G. Colman; MULAR Y BHAPPU:

A = STPH de pasante de la alimentación

C x d x F x E x S x D x O x W

Cálculo del área para la malla 3/8":

$$\text{STPH} = 15.4 \times 3 = 46.2 \text{ ton/hr}$$

$$C = (\text{Fig.7 de Mular y Bhappu}) \text{ para } 3/8" = 1.50$$

$$d = \text{Densidad en masa expresada en forma decimal} \\ = D(\text{aparente})/1.602(\text{factor de tablas})$$

$$d = 1.8/1.602 = 1.124$$

$$F = \text{Factor de finura. Interpolando:}$$

$$(50-53)/(50-60) = (1.20-F)/(1.20-1.40)$$

$$F = 1.28$$

$$E = 2.25 \quad (24.515/45.415=53.98\%)$$

$$S = 1.2$$

$$D = 0.9$$

$$O = 36/58 = 0.62$$

$$W = \text{solo se usa para tamizaje en húmedo}$$

$$A = \frac{46.2}{1.50 \times 1.124 \times 1.28 \times 2.25 \times 1.2 \times 0.9 \times 0.62}$$

$$A = 18.45 \text{ ft}^2 = 18.45 \times 0.0929 = 1.32 \text{ m}^2$$

$$A = 1.32 \times 1.20 = 1.60 \text{ m}^2$$

Luego de acuerdo a los catálogos, considerando la relación longitud/ancho=2/1 para un cribado efectivo.

Para el tamizaje se requiere de una zaranda con las siguientes características:

Tipo	: 1 piso
Dimensiones	: 4' x 8'
Abertura tamiz	: 3/8" x 1/2"
Motor	: 5 HP (3.73 kw)
Area	: 2.97 m ²

3.5.1.3 Consumos energético de los equipos de Chancado.

Cálculo de la energía que consume la Chancadora de Mandíbula

De la formula de Bond:

$$W = 10 W_i \left(\frac{1}{(P_{80})^{1/2}} - \frac{1}{(F_{80})^{1/2}} \right)$$

Donde:

$$F_{80} = 203200 \text{ micrones}$$

$$P_{80} = 46773 \text{ micrones}$$

$$W = 10 \times 12.68 \left(\frac{1}{(46773)^{1/2}} - \frac{1}{(203200)^{1/2}} \right)$$

$$W = 0.31 \text{ kw-h/t}$$

Cálculo de los HP:

$$HP = 1.341 \times W \times J$$

$$J = 15.4 \times 1.1023 = 16.98 \text{ t/h}$$

$$HP = 1.341 \times 0.31 \text{ kw-h/t} \times 16.98 \text{ t/h}$$

$$HP = 7.1$$

Cálculo de la energía que consume la Chancadora Secundaria

De la formula de Bond:

$$W = 10 W_i \left(\frac{1}{(P_{80})^{1/2}} - \frac{1}{(F_{80})^{1/2}} \right)$$

Donde:

$$F_{80} = 38953 \text{ micrones}$$

$$P_{80} = 12171 \text{ micrones}$$

$$W = 10 \times 12.68 \left(\frac{1}{(12171)^{1/2}} - \frac{1}{(38953)^{1/2}} \right)$$

$$W = 0.51 \text{ kw-h/t}$$

Cálculo de los HP:

$$\text{HP} = 1.341 \times W \times J$$

$$J = 30.81 \times 1.1023 = 34 \text{ t/h}$$

$$\text{HP} = 1.341 \times 0.51 \text{ kw-h/t} \times 34 \text{ t/h}$$

$$\text{HP} = 23.3 \text{ ó } 17.34 \text{ kw}$$

3.5.2 SECCIÓN MOLIENDA

3.5.2.1 Análisis Granulométricos de los Alimentos y Productos de los Equipos de Molienda

Molino de Bolas

A continuación la Tabla Nro 8 y Nro 9 les presenta la distribución granulométrica del alimento y producto del Molino de bolas 6' x 6'. En los gráficos Nro. 8 y Nro. 9 se muestran las curvas de Schumman, de donde se obtienen los parámetros de diseño:

$$F_{80} = 4655 \text{ micrones}$$

$$P_{80} = 654 \text{ micrones}$$

Tabla # 8.- Análisis Granulométrico del Alimento al Molino de bolas 6' x 6'

MALLA	TAMAÑO micrones	% PESO	% ACUM. (+)	% ACUM. (-)
+3/8"	9525	3.71	3.71	96.29
+5/16"	7938	2.39	6.10	93.90
+3/16"	4763	12.31	18.41	81.59
+14 M	1168	52.72	71.13	28.87
+20 M	833	5.26	76.38	23.62
+28 M	589	3.64	80.03	19.97
+35 M	417	2.97	82.99	17.01
+48 M	295	2.75	85.74	14.26
+65 M	208	0.48	86.22	13.78
+100 M	147	2.32	88.54	11.46
+150 M	104	1.49	90.04	9.96
+200 M	74	0.77	90.80	9.20
-200 M		9.20	100.00	0.00
TOTAL		100.00		

Tabla # 9.- Análisis Granulométrico del Producto del Molino de bolas 6' x 6'

MALLA	TAMAÑO micrones	% PESO	% ACUM. (+)	% ACUM. (-)
+3/8"	9525	0.00	0.00	100.00
+5/16"	7938	0.00	0.00	100.00
+3/16"	4763	0.00	0.00	100.00
+14 M	1168	7.82	7.82	92.18
+20 M	833	5.80	13.62	86.39
+28 M	589	8.73	22.35	77.66
+35 M	417	13.40	35.74	64.26
+48 M	295	17.79	53.53	46.47
+65 M	208	5.30	58.83	41.17
+100 M	147	13.55	72.38	27.62
+150 M	104	5.89	78.26	21.74
+200 M	74	2.95	81.21	18.79
-200 M		18.79	100.00	0.00
TOTAL		100.00		

GRAFICO # 8
A.G. Alimento Molino

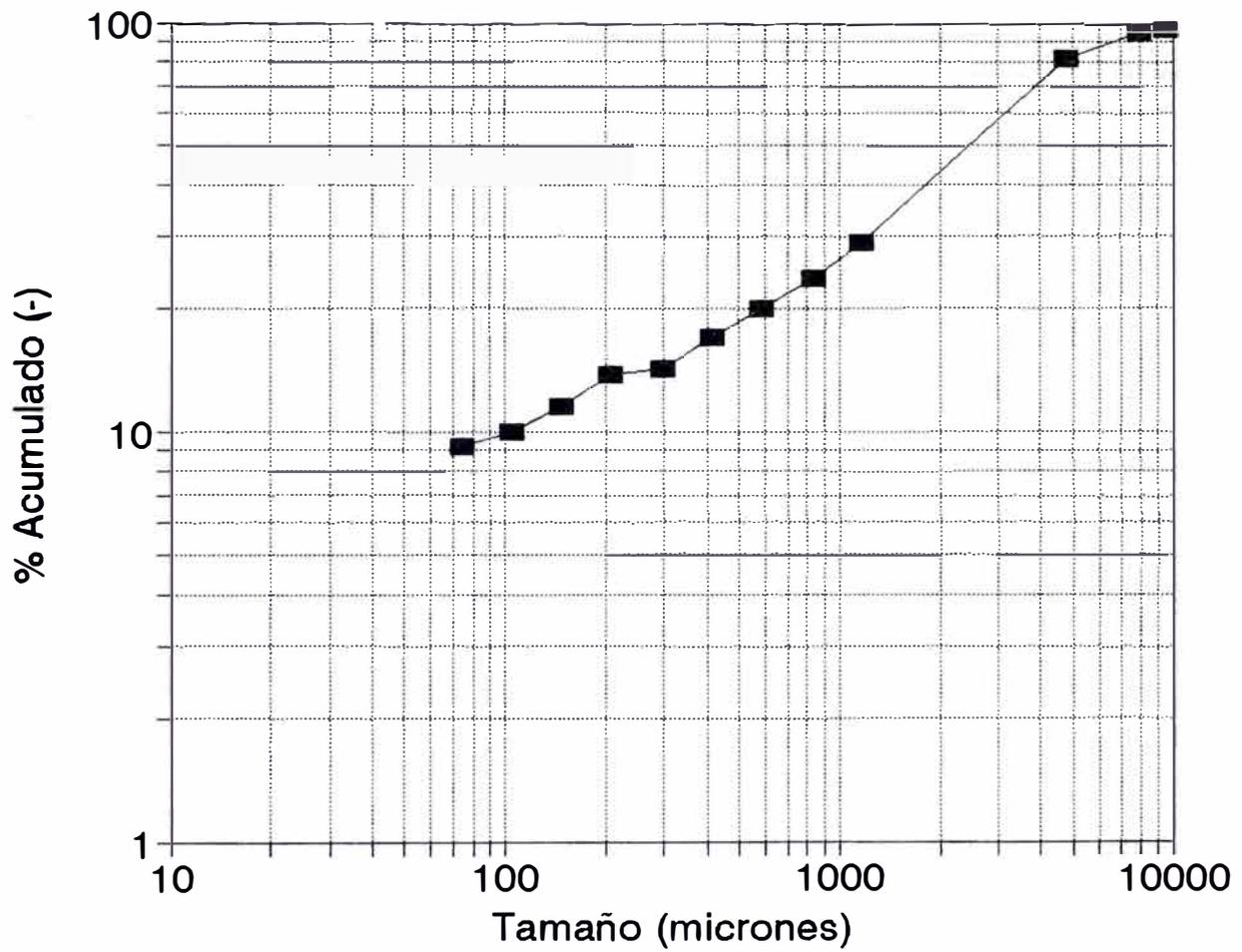
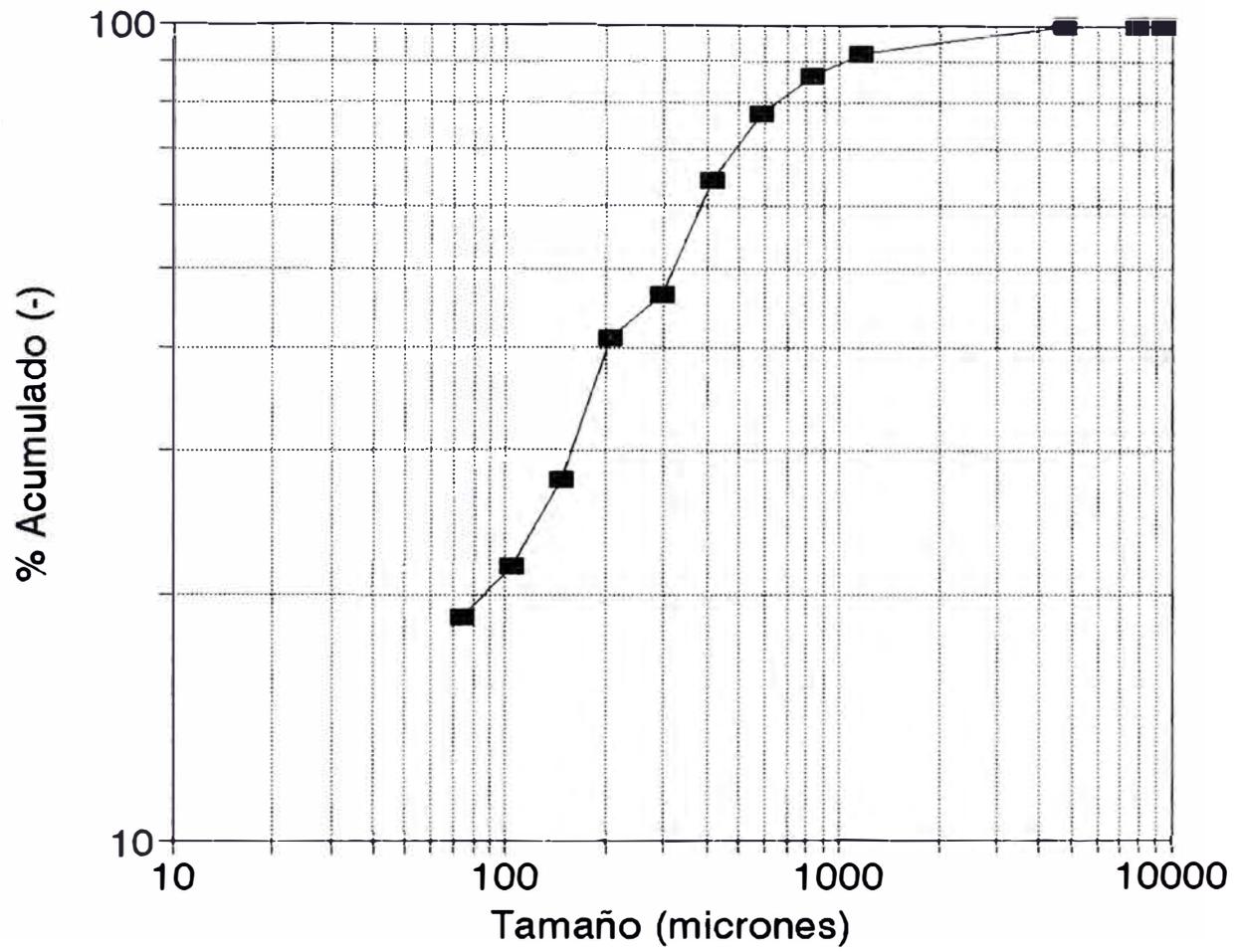


GRAFICO # 9
A.G. Producto Molino



Clasificador Helicoidal

A continuación la Tabla Nro 10, Nro. 11 y Nro 12 les presenta la distribución granulométrica del alimento, overflow y underflow del Clasificador helicoidal 36" x 20'. En los gráficos Nro. 10, Nro. 11 y Nro. 12 se muestran las curvas de Schumman.

Tabla # 10.- Análisis Granulométrico del Alimento al Clasificador Helicoidal

MALLA	TAMAÑO micrones	% PESO	% ACUM. (+)	% ACUM. (-)
+3/8"	9525	0.00	0.00	100.00
+5/16"	7938	0.00	0.00	100.00
+3/16"	4763	0.00	0.00	100.00
+14 M	1168	7.82	7.82	92.18
+20 M	833	5.80	13.62	86.39
+28 M	589	8.73	22.35	77.66
+35 M	417	13.40	35.74	64.26
+48 M	295	17.79	53.53	46.47
+65 M	208	5.30	58.83	41.17
+100 M	147	13.55	72.38	27.62
+150 M	104	5.89	78.26	21.74
+200 M	74	2.95	81.21	18.79
-200 M		18.79	100.00	0.00
TOTAL		100.00		

Tabla # 11.- Análisis Granulométrico del Over flow del clasificador Helicoidal

MALLA	TAMAÑO micrones	% PESO	% ACUM. (+)	% ACUM. (-)
+3/8"	9525	0.00	0.00	100.00
+5/16"	7938	0.00	0.00	100.00
+3/16"	4763	0.00	0.00	100.00
+14 M	1168	0.06	0.06	99.95
+20 M	833	0.15	0.21	99.80
+28 M	589	0.67	0.87	99.13
+35 M	417	2.52	3.39	96.61
+48 M	295	8.83	12.21	87.79
+65 M	208	3.72	15.94	84.07
+100 M	147	17.54	33.48	66.52
+150 M	104	10.83	44.31	55.69
+200 M	74	7.10	51.41	48.59
-200 M		48.59	100.00	0.00
TOTAL		100.00		

Tabla # 12.- Análisis Granulométrico del Under Flow del Clasificador Helicoidal

MALLA	TAMAÑO micrones	% PESO	% ACUM. (+)	% ACUM. (-)
+3/8"	9525	0.00	0.00	100.00
+5/16"	7938	0.00	0.00	100.00
+3/16"	4763	0.00	0.00	100.00
+14 M	1168	21.62	21.62	78.39
+20 M	833	7.23	28.84	71.16
+28 M	589	9.87	38.71	61.29
+35 M	417	14.76	53.46	46.54
+48 M	295	18.57	72.04	27.97
+65 M	208	3.90	75.94	24.06
+100 M	147	11.30	87.24	12.76
+150 M	104	3.56	90.80	9.20
+200 M	74	1.54	92.34	7.66
-200 M		7.66	100.00	0.00
TOTAL		100.00		

GRAFICO # 10
A.G. Alimento clasificador

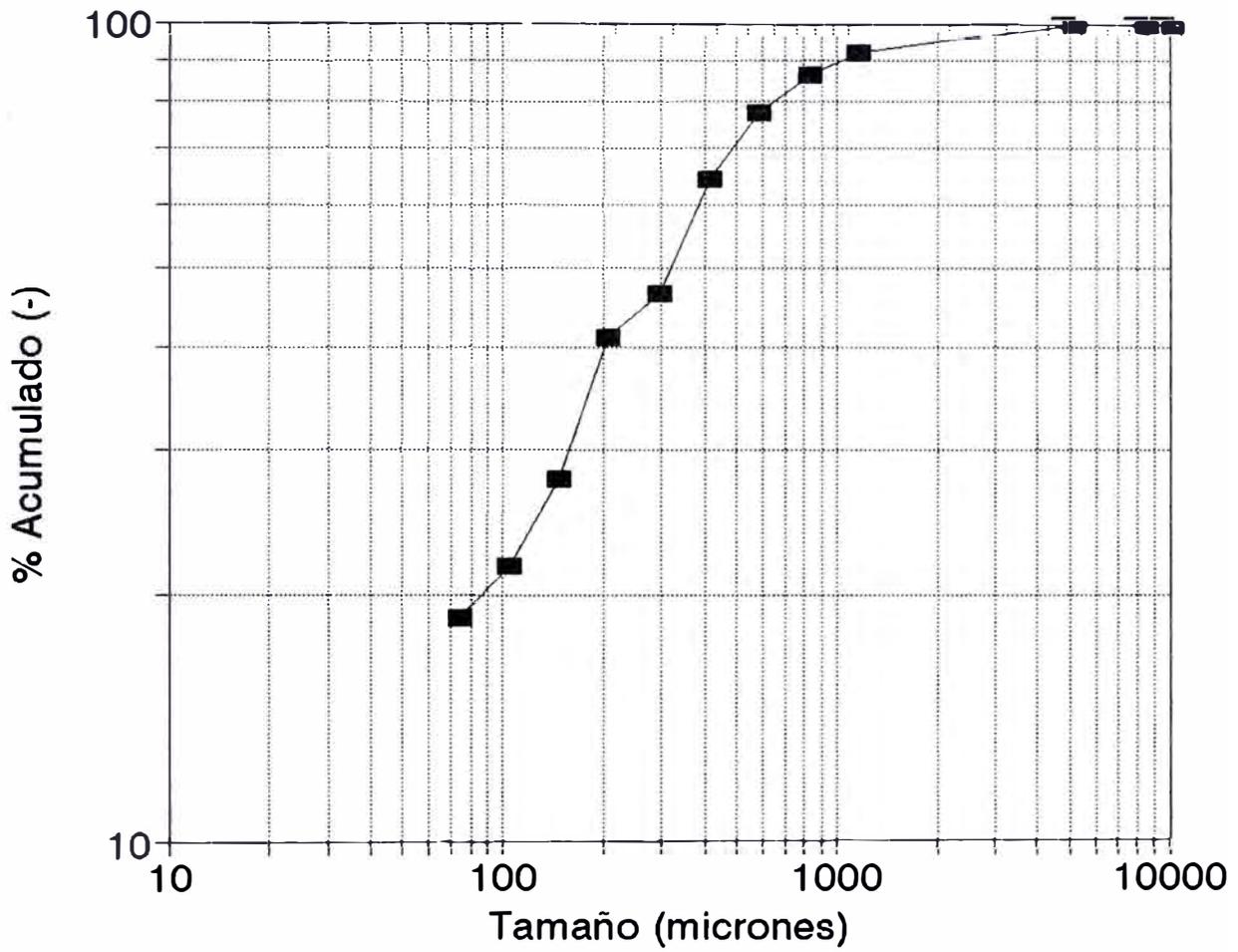


GRAFICO # 11
A.G. Under Flow Clasificador

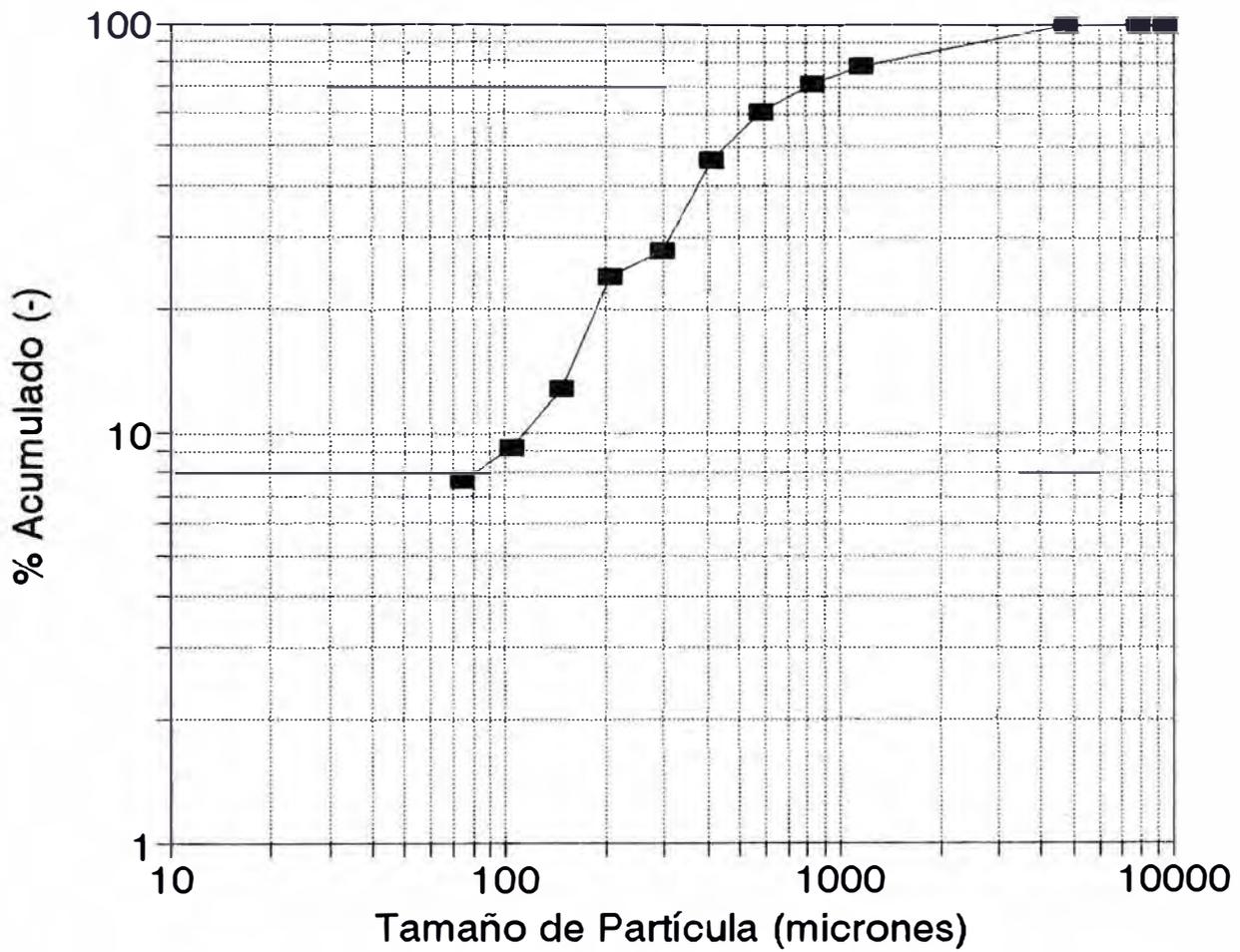


GRAFICO # 12
A.G. Over Flow clasificador

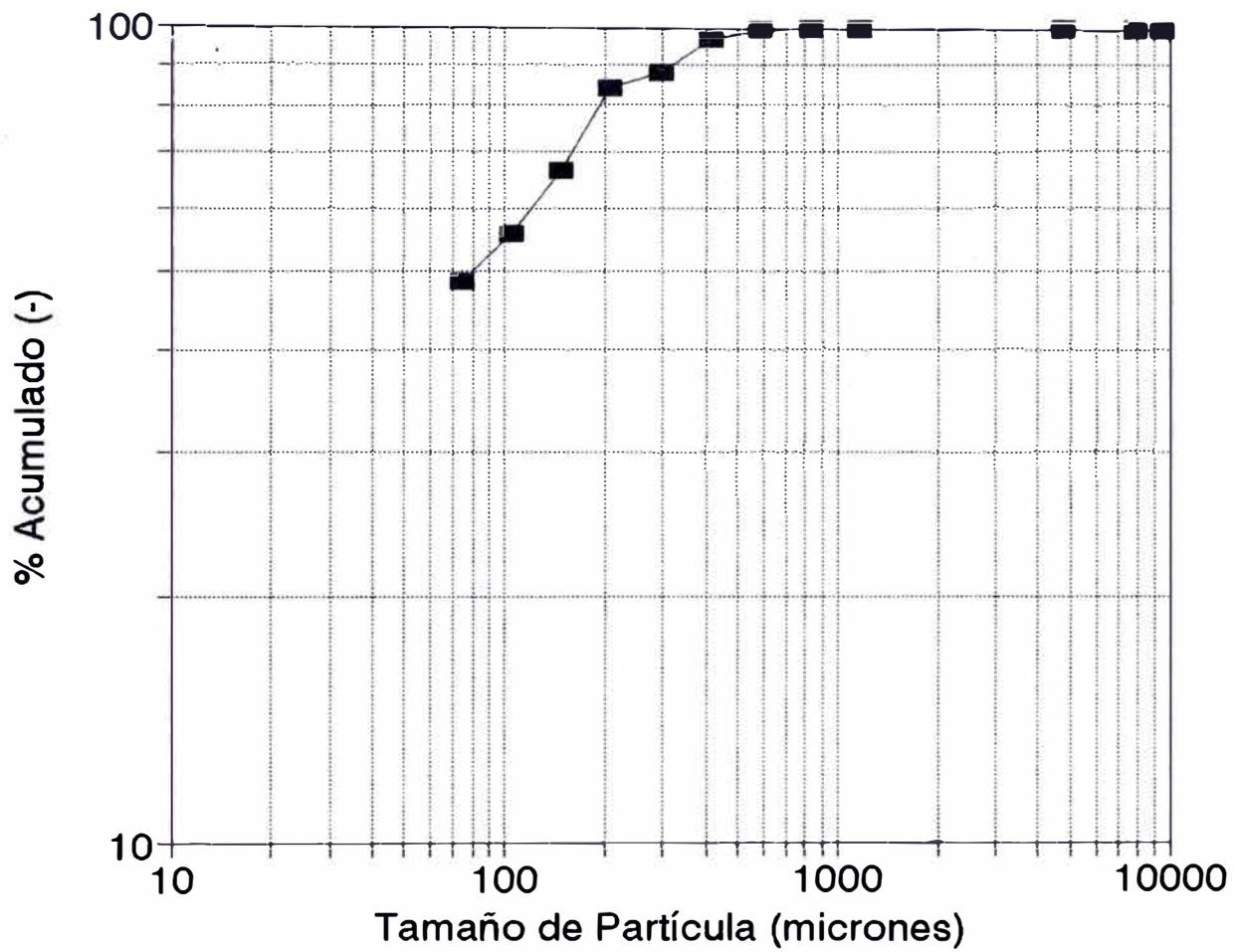
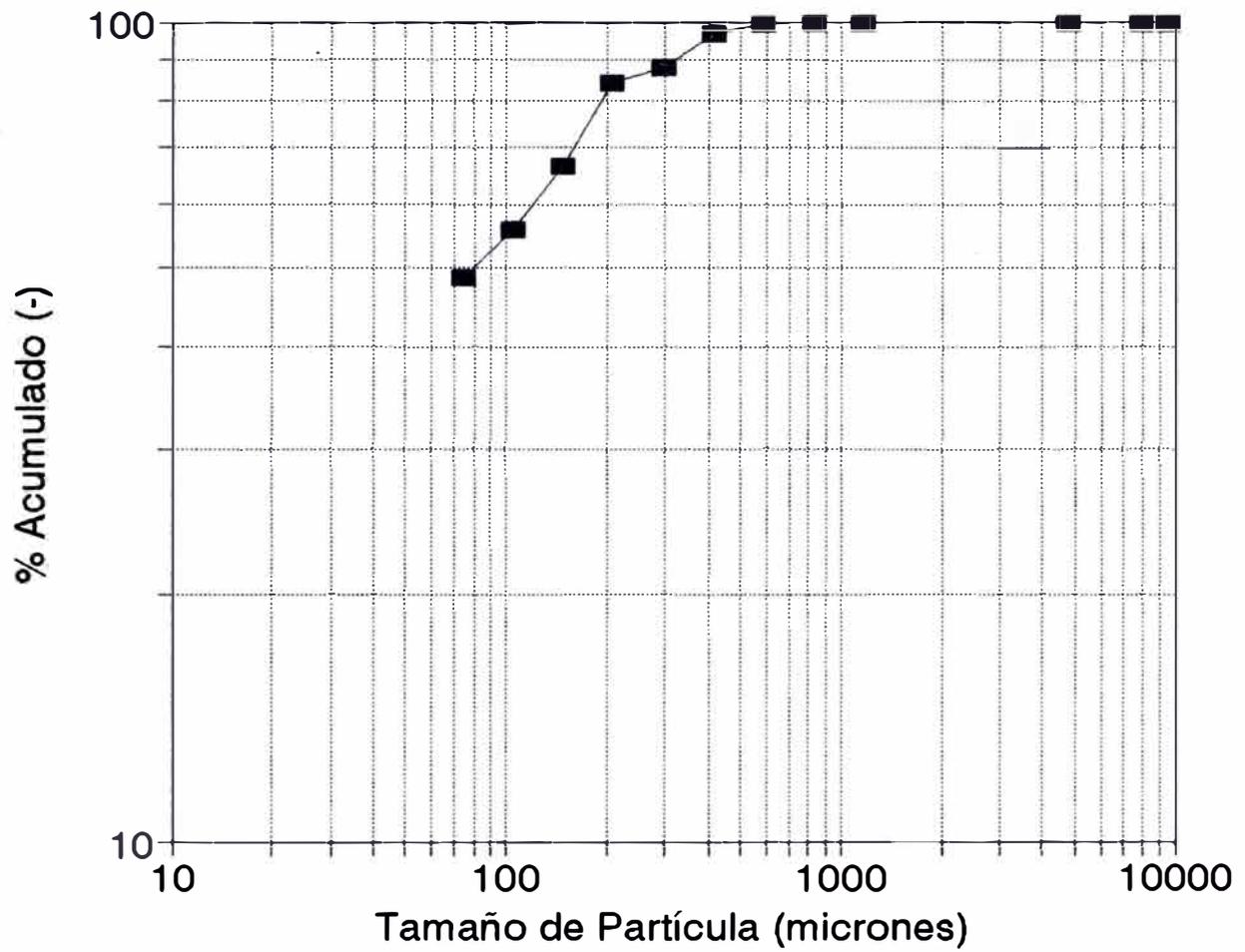


GRAFICO # 12
A.G. Over Flow clasificador



3.5.2.2 Evaluación de las Dimensiones y carga de bolas del Molino.

Para la selección del molino de bolas se requiere de los siguientes datos:

$$\text{Work Index (Wi)} = 12.68 \text{ Kw-h/t}$$

Cálculo de la energía que consume el molino (W)

De la formula de Bond:

$$W = 10 \text{ Wi} \left(\frac{1}{(P_{80})^{1/2}} - \frac{1}{(F_{80})^{1/2}} \right)$$

Donde:

$$P_{80} = 654 \text{ micrones}$$

$$F_{80} = 4655 \text{ micrones}$$

$$W = 10 \times 12.68 \left(\frac{1}{(654)^{1/2}} - \frac{1}{(4655)^{1/2}} \right)$$

$$W = 3.10 \text{ kw-h/t}$$

Cálculo de los HP:

$$\text{HP} = 1.341 \times W \times J$$

$$J = 3.84 \times 1.1023 = 4.23 \text{ t/h}$$

$$\text{HP} = 1.341 \times 3.10 \text{ kw-h/t} \times 4.23 \text{ t/h}$$

$$\text{HP} = 18 \text{ ó } 13.1 \text{ kw}$$

Considerando factores de corrección correspondiente a parámetros de operación se ajusta los HP:

$$\text{HP} = 18 \times 1.1 \times 1.03 = 20.4 \quad (\text{ajustado})$$

Cálculo de las dimensiones del molino:

Usando la relación de Bond para molinos de bolas:

$$HP = 1.7 \times 10^{-5} \times (3.2 - 3V_p) \left(1 - \left(0.1 / 2^{9 - 0.1V_p}\right)\right) D^{2.3} C_s V_p C_d$$

Donde:

HP = Energía ajustada = 20.4

V_p = volúmen ocupado por el medio de molienda = 0.45

C_d = Densidad real del medio de molienda
= 290 lb/pie³

D y L = Diámetro y longitud del molino entre los forros.

C_s = Porcentaje de velocidad crítica = 75

Reemplazando datos obtenemos:

$$480.597 = D^{2.3} L$$

De catálogos se recomienda que para F₈₀ entre 5000-10000 micrones, la relación: L/D = 1/1

Usando: L/D=1/1 se obtiene: D = 6' y L = 6'

De acuerdo a los catálogos y diseño para la molienda se selecciono el siguiente molino:

Tipo De bolas

Diámetro 6 pies

Largo 6 pies

Motor 60 HP

Carga de bolas: 6.493 TM (2.134 TM de 1/2", 2.134 TM de 2" y 2.225 TM de 3")

3.5.2.3 Consumos energéticos de los equipos de Molienda.

Cálculo de la energía que consume el molino (W)

De la formula de Bond:

$$W = 10 W_i \left(\frac{1}{(P_{80})^{1/2}} - \frac{1}{(F_{80})^{1/2}} \right)$$

Donde:

$$P_{80} = 654 \quad \text{micrones}$$

$$F_{80} = 4655 \quad \text{micrones}$$

$$W = 10 \times 12.68 \left(\frac{1}{(654)^{1/2}} - \frac{1}{(4655)^{1/2}} \right)$$

$$W = 3.10 \text{ kw-h/t}$$

Cálculo de los HP:

$$HP = 1.341 \times W \times J$$

$$J = 3.84 \times 1.1023 = 4.23 \text{ t/h}$$

$$HP = 1.341 \times 3.10 \text{ kw-h/t} \times 4.23 \text{ t/h}$$

$$HP = 18 \text{ ó } 13.1 \text{ kw}$$

Considerando factores de corrección correspondiente a parámetros de operación se ajusta los HP:

$$HP = 18 \times 1.1 \times 1.03 = 20.4 \quad (\text{ajustado})$$

3.5.2.4. CALCULO DE LA EFICIENCIA DE LOS CLASIFICADORES

3.5.2.4.1 Cálculo de la Eficiencia de la zaranda Vibratoria

Para obtener la Eficiencia de la Zaranda vibratoria se debe seguir los siguientes pasos:

- i. Construir la Curva de Eficiencia de Clasificación por mallas versus El tamaño de Partícula (Curva Tromp). Usando un papel semilogaritmico. (Ver Tabla 13 y gráfico # 13). En este gráfico se obtiene el parámetro denominado d_{50} .

$$d_{50} = 3011 \text{ u}$$

- ii. Luego se construye las Curvas de Schumman para el Alimento, Over flow y Under Flow de la Zaranda. Se construye en un solo gráfico (Ver gráfico # 14). En dicho gráfico se traza la vertical correspondiente al d_{50} . de donde se obtiene los porcentajes acumulados negativos pertenecientes a este d_{50} .

$$\text{Alimento}(d_{50}) = 26\%$$

$$\text{Over Flow}(d_{50}) = 9\%$$

$$\text{Under Flow}(d_{50}) = 62.5\%$$

Cálculo de la Eficiencia

- i. Se calcula eficiencia de clasificación (n_1) para las partículas menores al d_{50} mediante la siguiente relación:

$n_1 = \frac{\text{Peso de partículas menores a } d_{50} \text{ en el rebose}}{\text{Peso de partículas menores a } d_{50} \text{ en el alimento}}$

$$n_1 = \frac{F(r)(d_{50}) * R}{F(f)(d_{50}) * F} = \frac{62 * 3.84}{26 * 11.52} = 0.79$$

11. Luego se calcula eficiencia de clasificación (n_2) para las partículas mayores al d_{50} mediante la siguiente relación:

$n_2 = \frac{\text{Peso de partículas mayores a } d_{50} \text{ en la descarga}}{\text{Peso de partículas mayores a } d_{50} \text{ en el alimento}}$

$$n_2 = \frac{(100 - F(d)(d_{50})) * D}{(100 - F(f)(d_{50})) * F} = \frac{(100 - 9.0) * 7.68}{(100 - 26.0) * 11.52} = 0.82$$

$$n_2 = 0.82$$

En una clasificación ideal tanto n_1 como n_2 deberían ser la unidad, lo que indicaría que todas las partículas menores al d_{50} van al rebose y que todas las partículas mayores al d_{50} van a la descarga.

La eficiencia de clasificación será determinado por:

$$n = n_1 * n_2 * 100$$

$$n = 0.79 * 0.82 * 100$$

$$n = 64.8\%$$

Esta eficiencia es bastante buena para una zaranda vibratoria.

Tabla # 13 .- Datos tabulados para obtener las eficiencias y las curvas Schumman del alimento y Productos de la Zaranda Vibratoria, para calcular la eficiencia de este clasificador.

MALLA	TAMAÑO micrones	ALIMENTO (11.52 T/H)		OVER FLOW (7.68 T/H)		UNDER FLOW (3.84 T/H)		EFICIENCIA (%)	
		% PESO	ACUM. (-)	% PESO	ACUM. (-)	% PESO	ACUM. (-)	E (U)	E (O)
+2 1/2"	63500	0.60	99.40	0.90	99.10	0.00	100.00	0.00	100.00
+2"	50800	4.40	95.00	6.60	92.50	0.00	100.00	0.00	100.00
+1 1/2"	38100	8.93	86.07	13.40	79.10	0.00	100.00	0.00	100.00
+1 1/4"	31750	6.53	79.53	9.80	69.30	0.00	100.00	0.00	100.00
+1"	25400	7.13	72.40	10.70	58.60	0.00	100.00	0.00	100.00
+3/4"	19050	12.63	59.77	17.10	41.50	3.70	96.30	9.76	90.24
+1/2"	12700	5.13	54.64	6.50	35.00	2.39	93.91	15.53	84.47
+1/4"	6350	17.97	36.67	20.80	14.20	12.31	81.60	22.83	77.17
+14M	1168	27.04	9.63	14.20	0.00	52.72	28.88	64.99	35.01
+20M	833	1.75	7.87	0.00	0.00	5.26	23.62	100.00	0.00
+28M	589	1.21	6.66	0.00	0.00	3.64	19.98	100.00	0.00
+35M	417	0.99	5.67	0.00	0.00	2.97	17.01	100.00	0.00
+48M	295	0.92	4.75	0.00	0.00	2.75	14.26	100.00	0.00
+65M	208	0.16	4.59	0.00	0.00	0.48	13.78	100.00	0.00
+100M	147	0.77	3.82	0.00	0.00	2.32	11.46	100.00	0.00
+150M	104	0.50	3.32	0.00	0.00	1.49	9.97	100.00	0.00
+200M	74	0.26	3.07	0.00	0.00	0.77	9.20	100.00	0.00
-200M		3.07	0.00	0.00	0.00	9.20	0.00	100.00	0.00
TOTAL		100.00		100.00		100.00			

GRAFICO # 13
CURVA TROMP DE LA ZARANDA

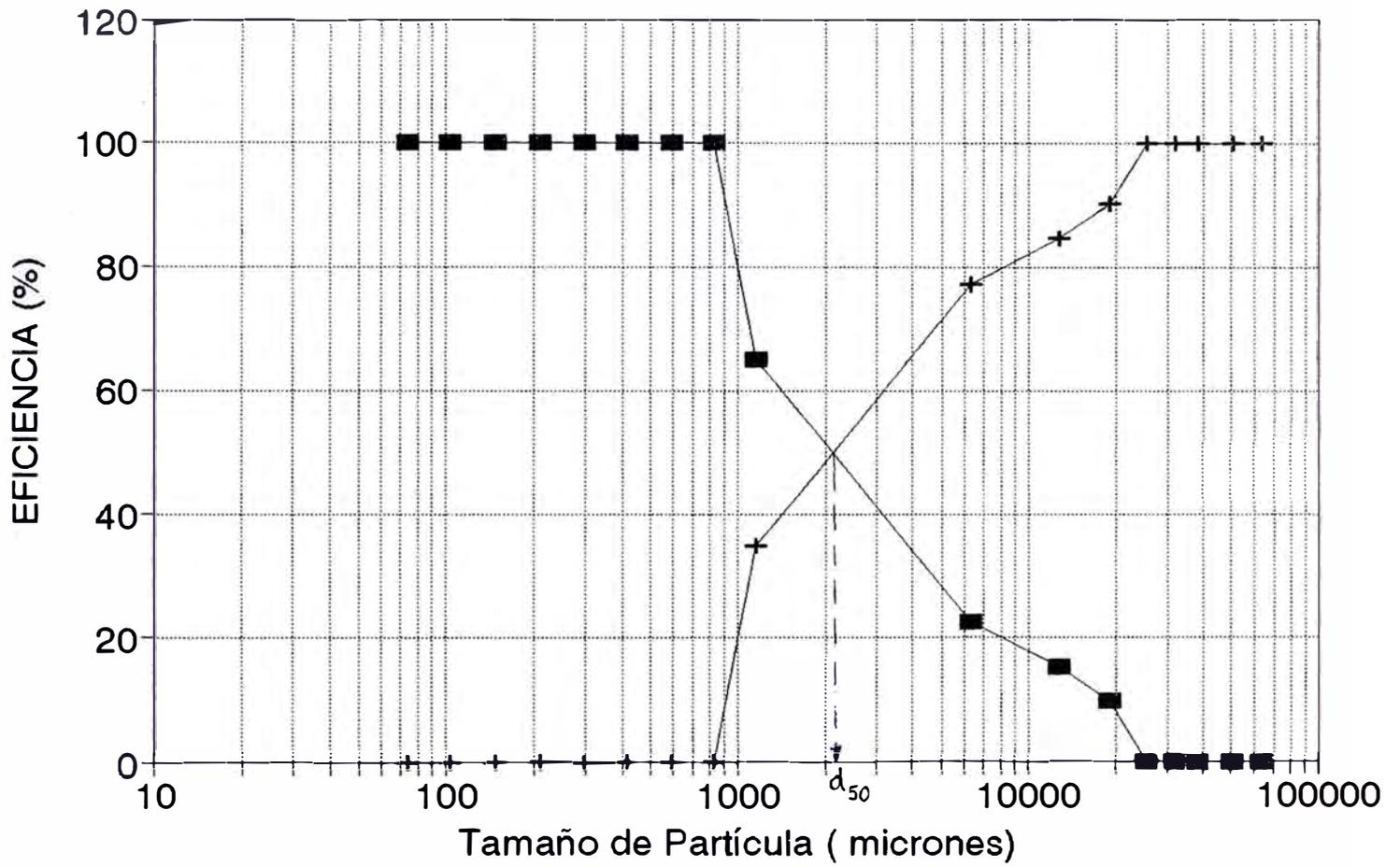
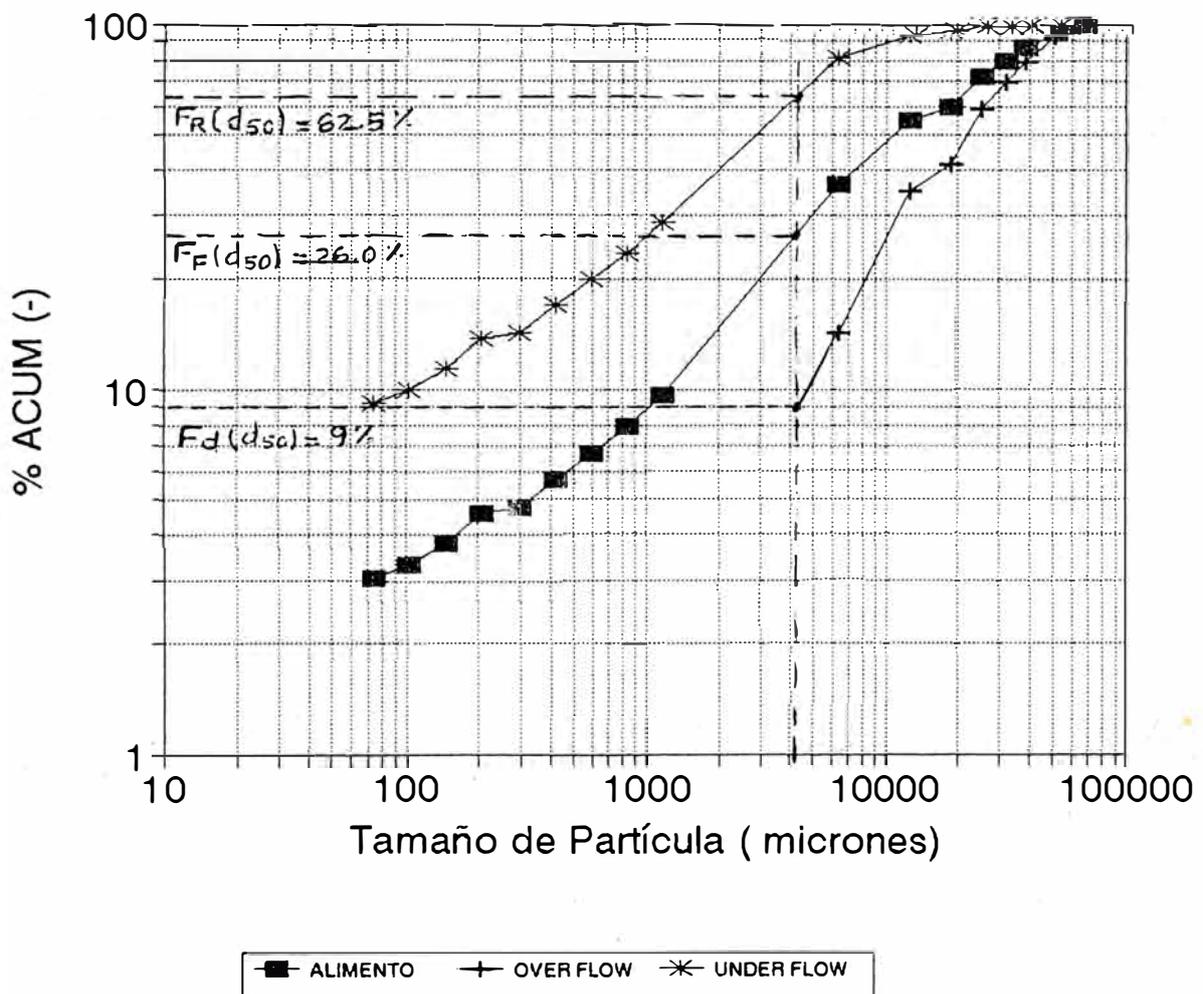


GRAFICO # 14 CURVAS SCHUMMAN DE LA ZARANDA



3.5.2.4.2 Cálculo de la Eficiencia del Clasificador helicoidal

Para obtener la Eficiencia del Clasificador Helicoidal se debe seguir los siguientes pasos:

- i. Construir la Curva de Eficiencia de Clasificación por mallas versus El tamaño de Partícula (Curva Tromp). Usando un papel semilogaritmico. (Ver Tabla # 14 y gráfico # 15). En este gráfico se obtiene el parámetro denominado d_{50} .

$$d_{50} = 290 \text{ u}$$

- ii Luego se construye las Curvas de Schumman para el Alimento, Arenas y Rebose del Clasificador Helicoidal. Se construye en un solo gráfico (Ver gráfico # 16). En dicho gráfico se traza la vertical correspondiente al d_{50} . de donde se obtiene los porcentajes acumulados negativos pertenecientes a este d_{50} .

$$F(r)(d_{50}) = 86\%$$

$$F(f)(d_{50}) = 67\%$$

$$F(d)(d_{50}) = 29\%$$

Cálculo de la Eficiencia

i Se calcula eficiencia de clasificación (n_1) para las partículas menores al d_{50} mediante la siguiente relación:

$$n_1 = \frac{\text{Peso de partículas menores a } d_{50} \text{ en el rebose}}{\text{Peso de partículas menores a } d_{50} \text{ en el alimento}}$$

$$n_1 = \frac{F(r)(d_{50}) * R}{F(f)(d_{50}) * F} = \frac{86.0 * 3.84}{67.0 * 11.52} = 0.43$$

ii Luego se calcula eficiencia de clasificación (n_2) para las partículas mayores al d_{50} mediante la siguiente relación:

$$n_2 = \frac{\text{Peso de partículas mayores a } d_{50} \text{ en la descarga}}{\text{Peso de partículas mayores a } d_{50} \text{ en el alimento}}$$

$$n_2 = \frac{(100 - F(d)(d_{50})) * D}{(100 - F(f)(d_{50})) * F} = \frac{(100 - 29.0) * 7.68}{(100 - 67) * 11.52}$$

$$n_2 = 1.43$$

En una clasificación ideal tanto n_1 como n_2 deberían ser la unidad, lo que indicaría que todas las partículas menores al d_{50} van al rebose y que todas las partículas mayores al d_{50} van a la descarga.

La eficiencia de clasificación será determinado por:

$$n = n_1 * n_2 * 100$$

$$n = 0.43 * 1.43 * 100$$

$$n = 61.1\%$$

Esta eficiencia es bastante buena para un clasificador helicoidal, ya que n se encuentra alrededor de 60%, para este tipo de clasificadores.

Tabla # 14.- Datos tabulados para obtener las eficiencias y las curvas Schumman del alimento y Productos del Clasificador Helicoidal, para calcular la eficiencia de este clasificador.

MALLA	TAMAÑO micrones	ALIMENTO (11.52 T/H)		OVER FLOW (7.68 T/H)		UNDER FLOW (3.84 T/H)		EFICIENCIA (%)	
		% PESO	ACUM. (-)	% PESO	ACUM. (-)	% PESO	ACUM. (-)	E (U)	E (O)
+3/8"	9525	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	100.00	0.00
+5/16"	7938	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	100.00	0.00
+3/16"	4763	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	100.00	0.00
+14M	1168	7.25	92.75	0.06	99.94	21.62	78.38	99.45	0.55
+20M	833	2.51	90.24	0.15	99.79	7.23	71.15	96.02	3.98
+28M	589	3.74	86.51	0.67	99.12	9.87	61.28	88.05	11.95
+35M	417	6.60	79.91	2.52	96.60	14.76	46.52	74.55	25.45
+48M	295	12.08	67.83	8.83	87.77	18.57	27.95	51.26	48.74
+65M	208	3.78	64.05	3.72	84.05	3.90	24.05	34.39	65.61
+100M	147	15.46	48.59	17.54	66.51	11.30	12.75	24.36	75.64
+150M	104	8.41	40.18	10.83	55.68	3.56	9.19	14.12	85.88
+200M	74	5.25	34.94	7.10	48.58	1.54	7.65	9.78	90.22
-200M		34.94	0.00	48.58	0.00	7.65	0.00	7.30	92.70
TOTAL		100.00		100.00		100.00			

GRAFICO # 15
CURVA TROMP DEL CLASIFICADOR HELICOIDAL

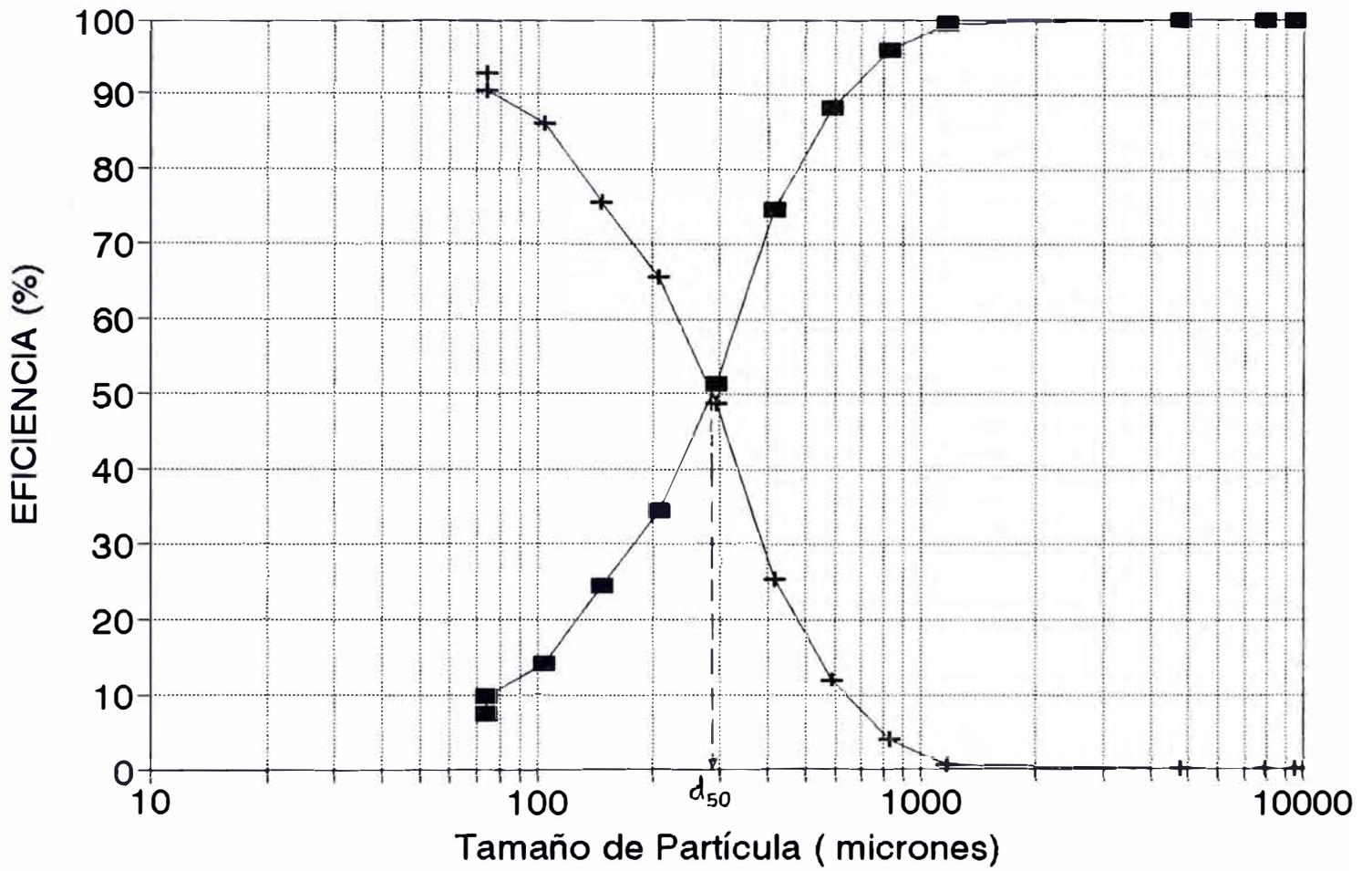
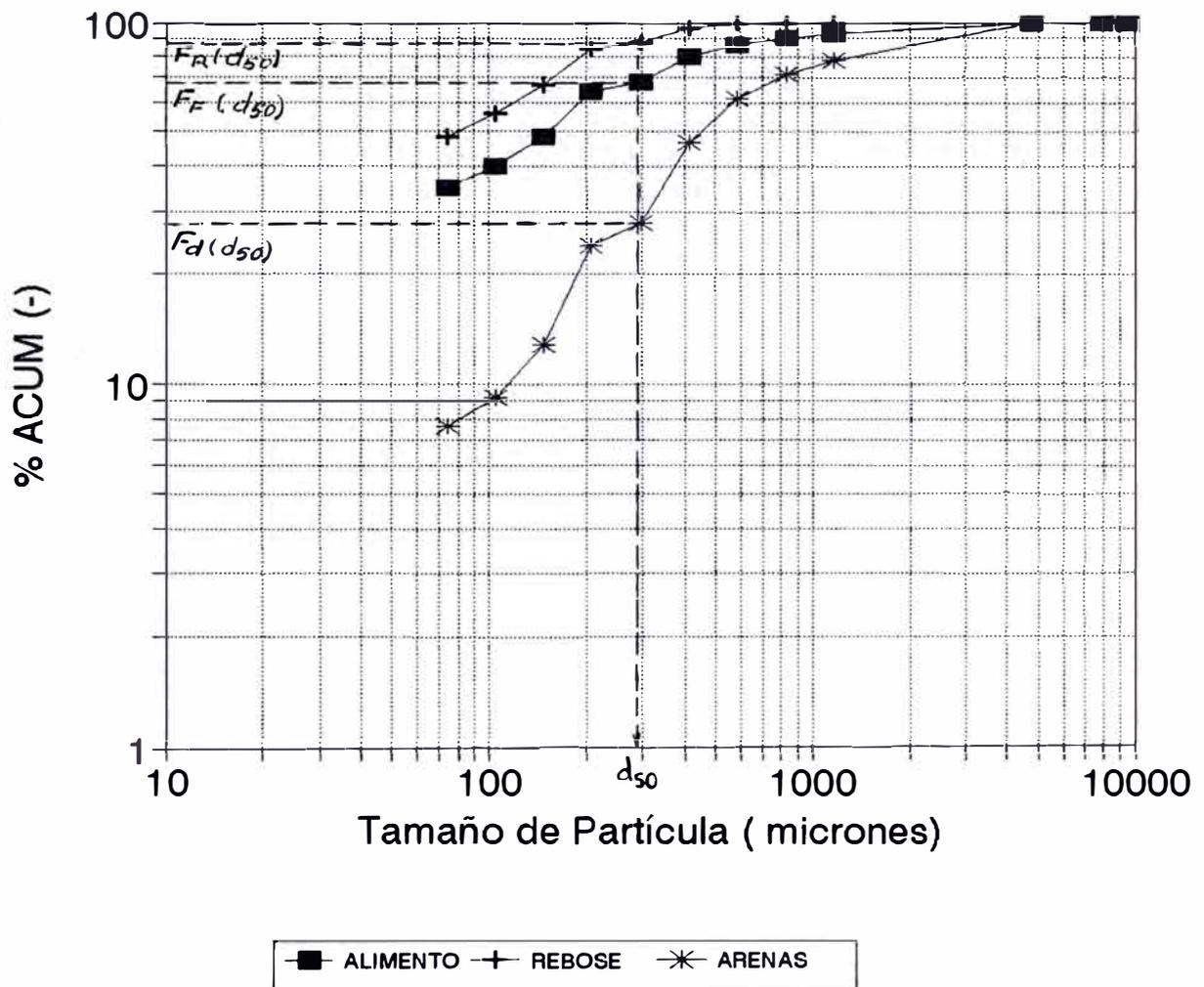


GRAFICO # 16 CURVAS SCHUMMAN DEL CLASIFICADOR



BALANCE METALURGICO PLANTA CONCENTRADORA SAN RAFAEL
MES DE ABRIL

TABLA No. 15

%PESO	ENSAYES			CONT. METALICO			DISTRIBUCION (%)		
	Pb(%)	Zn(%)	Ag(oz/TC)	Pb	Zn	Ag	Pb	Zn	Ag
100.00	4.39	5.09	7.58	57.78	67.00	9976.95	100.00	100.00	100.00
7.38	52.30	5.52	82.01	50.79	5.36	7963.99	87.86	7.97	79.87
7.50	2.68	46.49	4.90	2.65	45.89	483.73	4.58	68.22	4.85
85.12	0.39	1.43	1.36	4.37	16.02	1523.73	7.56	23.81	15.28
100.00	4.39	5.11	7.58	57.80	67.28	9971.45	100.00	100.00	100.00

1995

%PESO	ENSAYES			CONT. METALICO			DISTRIBUCION (%)		
	Pb(%)	Zn(%)	Ag(oz/TC)	Pb	Zn	Ag	Pb	Zn	Ag
100.00	4.08	5.95	7.20	105.95	154.51	18697.10	100.00	100.00	100.00
6.67	53.13	6.47	85.21	92.04	11.21	14760.93	86.61	7.22	78.67
9.46	2.69	45.42	5.12	6.61	111.60	1257.98	6.22	71.88	6.70
83.87	0.35	1.49	1.26	7.62	32.45	2744.03	7.17	20.90	14.62
100.00	4.09	5.98	7.23	106.27	155.25	18762.94	100.00	100.00	100.00

3.5.4 SECCIÓN ESPESADO Y FILTRADO

Está sección tiene como función espesar los concentrados de plomo y zinc, para luego ser filtrados en Filtros de Discos, con una excelente eficiencia.

3.5.4.1 Reactivos

El reactivo usado en esta sección es el: **Magnofloc 155** en una dosificación : 32 gr/TM

3.5.4.2 Evaluación de las Dimensiones de los Espesadores.

ESPESADOR DEL CONCENTRADO DE PLOMO

De las pruebas de sedimentación realizados a nivel de laboratorio se obtuvieron el área unitaria de espesado:

Sin floculante = 27.83 ft²/TCxdía

Con floculante = 10.02 ft²/TCxdía

(Magnofloc 155: 32 gr/TM)

Cálculo del diámetro del espesador

Sin usar floculante:

Area de espesado Para 16 TM/día:

$27.83 \text{ ft}^2/\text{TC} \times 1.1023 \text{ TC}/\text{TM} \times 16\text{TM} = 490.9 \text{ ft}^2$

sabemos: $A = \pi D^2/4$

$$D = (A \times 4/\pi)^{1/2}$$

$$D = \text{Diámetro del espesador} = (490.9 \times 4/3.1416)^{1/2}$$

$$D = 25 \text{ ft}$$

Con floculante:

Area de espesado Para 16 TM/día:

$$10.02 \text{ ft}^2/\text{TC} \times 1.1023 \text{ TC/TM} \times 16 \text{ TM} = 176.71 \text{ ft}^2$$

sabemos: $A = \pi D^2/4$

$$D = (A \times 4/\pi)^{1/2}$$

$$D = \text{Diámetro del espesador} = (176.71 \times 4/3.1416)^{1/2}$$

$$D = 15 \text{ ft}$$

La altura del espesador de acuerdo a catálogos de fabricantes de espesadores para este rango corresponde una altura de 8 ft.

Dimensiones 15' x 8'

Motor 12 HP

ESPESADOR DEL CONCENTRADO DE ZINC

De las pruebas de sedimentación realizados a nivel de laboratorio se obtuvieron el área unitaria de espesado:

Sin floculante = 34.90 ft²/TCxdía

Con floculante = 17.81 ft²/TCxdía

(Magnofloc 155: 32 gr/TM)

Cálculo del diámetro del espesador**Sin usar floculante:**

Area de espesado Para 16 TM/día:

$$34.90 \text{ ft}^2/\text{TC} \times 1.1023 \text{ TC/TM} \times 16\text{TM} = 615.75 \text{ ft}^2$$

sabemos: $A = \pi x D^2 / 4$

$$D = (A \times 4 / \pi)^{1/2}$$

$$D = \text{Diámetro del espesador} = (615.75 \times 4 / 3.1416)^{1/2}$$

$$D = 28 \text{ ft}$$

Con floculante:

Area de espesado Para 16 TM/día:

$$17.81 \text{ ft}^2/\text{TC} \times 1.1023 \text{ TC/TM} \times 16 \text{ TM} = 314.16 \text{ ft}^2$$

sabemos: $A = \pi D^2/4$

$$D = (A \times 4/\pi)^{1/2}$$

$$D = \text{Diámetro del espesador} = (314.16 \times 4/3.1416)^{1/2}$$

$$D = 20 \text{ ft}$$

La altura del espesador de acuerdo a catálogos de fabricantes de espesadores para este rango corresponde una altura de 8 ft.

Dimensiones 20' x 8'

Motor 12 HP

3.6 Parámetros de Operación

En base a los resultados obtenidos los parámetros de diseño son:

Tonelaje tratado.....	86.56 TMS/día
Work Index.....	12.68 kw-h/TC
Dureza de mineral.....	Blando
Peso específico.....	2.7 gr/cc
Molienda recomendada.....	55%-200 mallas
Porcentaje de sólidos en molienda.....	60%
Consumo de Bolas	0.66 kg/TMS
Fuerza Eléctrica consumida.....	84.14 KWH/TMS
Petróleo consumido.....	5.15 G1/TMS
Area Unitaria de Espesado:	

ESPESADOR DEL CONCENTRADO DE PLOMO

Sin floculante	27.83	ft ² /TCxdia
Con floculante	10.02	ft ² /TCxdia

ESPESADOR DEL CONCENTRADO DE ZINC

Sin floculante	34.90	ft ² /TCxdia
Con floculante	17.81	ft ² /TCxdia

(Magnofloc 155: 32 gr/TM)

3.7 Equipos y Materiales

Los equipos y materiales fueron Montados por la Cía. FIMA y son los que a continuación se detallan:

NRO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
1	01	Tolva de Gruesos de 80TM, con parrilla de 21 rieles, con luz de 5 1/2".
2	01	Apron Feeder Fima 24" x 10'
3	01	Parrilla estacionaria
4	01	Chancadora de Quijada Cedar Rapids 10" x 20"
5	01	Chancadora Hidrocone Allis Chalmers 2'
6	01	Faja Transportadora Nro. 1, 18"x55'-6
7	01	Cedazo Vibratorio, 4'x8'
8	01	Faja Transportadora Nro. 2, 16"x52'-3
9	01	Tolva de finos 250 TM
10	01	Faja Transportadora Nro. 3, 18"x22'-3
11	01	Molino de bolas MAGENSA, 6' x 6'
12	01	Clasificador Helicoidal FIMA, 36"x19'x10"
13	01	Celdas De Flotación FIMA (Circuito Plomo) Sub-A Nro 18
14	01	Acondicionador FIMA, 6'x6'
15	01	Celdas de Flotación FIMA (Circuito Zinc) Sub-A Nro 18
16	01	Espesador FIMA (Plomo), 15'x8'
17	01	Espesador FIMA (Zinc), 20' x 8'
18	01	Filtro de Discos FIMA (Zinc), 4'
19	01	Filtro de Discos FIMA (Plomo), 4'

NRO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
20	01	Poza de Recuperación Concentrado Pb
21	01	Poza de Recuperación Concentrado Zn
22	01	Grupos electrógenos
23	01	Alimentadores de Reactivos de Flotación Zn
24	01	Alimentadores de Reactivos de Flotación Pb
25	01	Tanque de preparación de Reactivos
26	01	Tanque de petróleo
27	01	Depósito de reactivos
28	01	Depósito de cal y sulfato de cobre
29	01	Tanque de depósito de agua

3.8 Descripción del Proceso

Sección Chancado

El mineral proveniente de la Mina es depositado en una Tolva de Gruesos de 80 TM, la cual tiene una parrilla de 5 1/2" de luz. Luego el mineral es alimentado por medio de un Apron Feeder 24"x10', a una parrilla estacionaria de 2" de luz, el over flow de la parrilla estacionaria es alimentado a una chancadora de quijada 10"x20", cuyo producto es alimentado, junto con el de la parrilla estacionaria a una faja transportadora Nro. 1.

La faja Nro. 1 alimenta una zaranda Vibratoria de un solo piso de 4'x8', el over flow de esta zaranda alimenta a una faja Nro. 2, la cual a su vez alimenta a una chancadora cónica de 2', el producto de la chancadora se une al de la chancadora primaria y la de la parrilla estacionaria, produciéndose un circuito cerrado. El underflow de la zaranda vibratoria es depositado en una tolva de finos de 250 TM.

Sección Molienda

El mineral de la tolva de finos es alimentado a una faja transportadora Nro. 3, la cual a su vez alimenta al Molino de bolas 6'x6'. El producto del Molino es alimentado a un Clasificador Helicoidal, el Under flow del clasificador retornara al molino de bolas, produciéndose una carga circulante. El over Flow del clasificador helicoidal pasara a la Flotación.

Sección Flotación

El over Flow del clasificador Helicoidal es alimentado a un banco de 6 celdas donde se produce la Flotación del mineral de Plomo. El relave pasa a un tanque acondicionador 6'x6', donde se acondiciona con sulfato de cobre y cal para regular el ph (10-11). Luego la pulpa se alimenta a un banco de 8 celdas, donde se produce la Flotación del mineral de Zinc. Los concentrados de Plomo y Zinc, son alimentados a sus espesadores respectivos.

Sección Espesado y Filtrado

El concentrado de Plomo es alimentado a un espesador de 15'x8', donde se produce la separación líquido sólido, posteriormente es alimentado a un filtro de Discos de 4' de diámetro. En forma similar el concentrado de zinc es alimentado a un espesador de 20'x8', para luego ser alimentado a un filtro de discos de 4' de diámetro. Los concentrado de plomo y Zinc filtrados son depositados en cada uno de sus areas respectivas.

Es común que se produzcan rebalses en los espesadores, por lo que para recuperar los finos perdidos, se tiene dos pozas para los concentrados de Pb y Zn.

El relave final es transportado a una Cancha preparada.

CAPITULO 4**4. COSTOS****4.1 Costos totales**

	\$USA/TM
Administración Lima	1.233
Administración Unidad	
Minera	1.311
Geología	0.577
Mina	16.377
Planta Concentradora	11.372
Mantenimiento	0.855
Gastos de Transporte y	
Embarque	6.142

TOTAL	37.867

4.2 Valorización**4.2.1 Valorización del Concentrado de Plomo**

Peso Húmedo bruto = 1.00

Merma = 1.5%

Peso Húmedo Neto = 0.985

Humedad Conc. = 8% x 0.985 = 0.079

Factor Peso seco Neto = 0.985 - 0.079 = 0.906

Ley del Concentrado de plomo

Pb(%)	Ag(oz/TC)	As(%)	Sb(%)	Bi(%)
53.00	85.00	1.39	0.22	0.15

Cotización

Ag = 515.00 c\$USA/oz

Pb = 630.00 \$USA/TM

Pagos por T.M.S.

Pb = 53% x 95% (Deducción mínima 3 unid.)

= 50% x 630 \$USA/TM = 315.00 \$USA/TM

Ag = (93.70 oz - 1.5 oz) x 95% = 87.59 oz x 515

c\$USA/oz = 451.088 \$USA/TM

TOTAL PAGOS = 766.088 \$USA/TM

Deducciones

Maquila = \$USA 185.00

Escalador Precio Pb (Actual - Base)

(28.576 - 23.500) = 5.076 x \$USA 3.50 = 17.766

Gastos de Refinación:

Ag = (1.39-0.3)% = 1.09% x 2.00 \$USA/0.1% = 21.800

Sb = (0.22-0.3)% = 0.00 = 0.000

Bi = (0.15-0.05)% = 0.1% x 2.0 \$USA/0.1% = 20.000

TOTAL DEDUCCIONES = \$USA 275.216

TOTAL VALOR \$USA/TM = 490.872

En 0.906 TMS = \$USA 444.73

RC Plomo = 15.00

4.2.2 Valorización del Concentrado de Zinc

Peso Húmedo bruto = 1.00

Merma = 1.5%

Peso Húmedo Neto = 0.985

Humedad Conc. = 8% x 0.985 = 0.079

Factor Peso seco Neto = 0.985 - 0.079 = 0.906

Ley del Concentrado de Zinc

Zn(%)	Ag(oz/TC)	As(%)	Sb(%)	Cd(%)
45.00	3.80	0.13	0.06	0.34

Fe(%)	Mn(%)	SiO ₂
15.00	0.20	3.00

Cotización

Ag = 515.00 c\$USA/oz

Zn = 1,100.00 \$USA/TM

Pagos por T.M.S.

Zn = 45% x 85% (Deducción mínima 8 unid.)

= 37% x 1,100.00 \$USA/TM = 407.00 \$USA/TM

Ag = (4.189 oz - 4.0 oz) x 60% = 0.113 oz x 515

c\$USA/oz = 0.582 \$USA/TM

TOTAL PAGOS - 407.582 \$USA/TM

Deducciones

Maquila = \$USA 230.00

Escalador Precio Zn (Actual - Base)

(1,100 - 1000) = 100.00 x \$USA 0.16 = 16.00

Penalidades:

As + Sb = (0.19-0.3)% = 0.00% x 2.00 = 0.00

Fe = (15-8)% = 7% x 1.5\$USA/1.0% = 10.50

Mn = (0.2-0.3)% = 0.00% x 2.0 = 0.00

TOTAL DEDUCCIONES = \$USA 256.50

TOTAL VALOR \$USA/TM = 407.582 - 256.5 = 151.082

En 0.906 TMS = \$USA 136.91

RC Zinc = 12.00

PRECIO DE VENTA DE MINERAL

Plomo = 444.73/15 = \$USA 29.64

Zinc = 136.91/12 = \$USA 11.41

PRECIO TOTAL = \$USA 41.05 /TM

Costo Total de Explotación = 37.867 \$USA/TM

Saldo a favor = 3.183 \$USA/TM

CAPITULO V**5. OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES**

- 5.1 Del Estudio Geológico, se puede mencionar que las especies minerográficas de mayor importancia son: La marmatita, esfarelita, galena y calcopirita. Siendo acompañados por gangas tales como pirita, pirrotita, cuarzo y calcita.
- 5.2 El consumo de energía de la Planta es de 320 Kw. Para lo cual se cuenta con 600 Kw instalados, provenientes de 2 grupos electrógenos de 300 Kw cada uno.
- 5.3 El abastecimiento de Agua se realiza de la Laguna Pucarrajo, cuya capacidad satisface los requerimientos de Planta.
- 5.4 La Planta Concentradora, de acuerdo a la evaluación de sus equipos en las diversas secciones, ha sido sobredimensionado, con el objetivo de que en un futuro muy cercano se incremente el tonelaje de tratamiento. La capacidad instalada de la Planta Concentradora es de 200 T.M.D.

5.5 Las leyes promedios de tratamiento en la Planta, para obtener resultados óptimos son:

Pb (%)	Zn (%)	Ag (oz/TC)
4.08	5.95	7.20

Cabe mencionar que debido a que la forma de explotación de la Mina, no se mantienen en forma constante la leyes óptimas, variando y por lo tanto creando problemas de control del proceso de flotación en la Planta. Se ha recomendado que el trabajo se debe realizar en campañas para obtener minerales con leyes casi constantes. Y poder realizar un mejor control de las dosificaciones de los reactivos en los diversos puntos de alimentación de la Planta.

5.6 Para un mejor control de la Planta Concentradora, se le ha dividido en las siguientes Secciones:

- * Sección Chancado
- * Sección Molienda y clasificación
- * Sección Flotación
- * Sección Espesado y filtrado

5.7 La **Sección Chancado**, se tiene un circuito que trabaja con un Chancado primario y secundario. La zaranda vibratoria de un solo piso, para obtener, el producto óptimo a la Molienda. Cabe mencionar que debido a que esta sección esta sobredimensionada, solo trabaja en el día de 6 a 8 horas, dedicándose las restantes a mantenimiento y limpieza de esta sección.

De acuerdo a las evaluaciones de las Capacidades de los equipos de chancado (Chancadora de quijada, chancadora cónica, zaranda, etc.), podemos observar que se comprueba el sobredimensionamiento de estos equipos.

El consumo energético en está sección es bajo debido a que los equipos trabajan por muy debajo de su capacidad y a tiempo parcial.

5.8 De la **Sección Molienda y clasificación**, esta area trabaja solamente con un molino Primario 6'x 6' y un clasificador Helicoidal. El mayor consumo energético de la Planta, se produce en está sección (alrededor del 70-80%), como se puede apreciar en la evaluación de dicho parámetro.

Se recomienda que en esta sección instalar un ciclón D-10, cuya funcionamiento sería de mejor apoyo en la clasificación al clasificador actual, probablemente al

inicio trabajen en serie, quedando la posibilidad que más adelante solo funcione el ciclón de acuerdo a las evaluaciones que se realicen. Si se realiza una ampliación en el tratamiento de Planta, es recomendable en instalar un molino de mayor capacidad (8'x 8'), quedando el actual para ejecutar una remolienda.

De la Evaluación de las dimensiones del molino, se aprecia que el diseñado es el adecuado para la operación actual.

Del cálculo de las eficiencias de los clasificadores podemos apreciar que se encuentra dentro de los rangos de trabajo similares a otras plantas (60-70%).

5.9 En la Sección de Flotación, los equipos de flotación tales como los bancos para la Flotación Bulk Pb-Ag y la flotación Zn, poseen las dimensiones aceptables para la operación actual. es muy probable que se necesite adicionar unos bancos más cuando se realice la expansión.

Con respecto al proceso de Flotación actual se puede mencionar los siguiente:

- * La Flotación del circuito Bulk Pb-Ag, desde el punto de vista metalúrgico con respecto al Plomo, posee una recuperación de 86.61%, valor

considerado bueno para este tipo de procesos, con respecto a la plata, se tiene una recuperación de 78.67%, valor muy regular para estos procesos.

- * La Flotación del circuito zinc, posee una recuperación de Zinc de 71.88 %, valor relativamente bajo para este tipo de procesos, con respecto a la plata se tiene 6.7 % de recuperación.

- * El relave final de planta posee leyes de Zn de 1.49%, plata 1.26 oz/tc y plomo 0.355. Valores muy altos para las cabezas de flotación especialmente con respecto al zinc y la plata.

Las recomendaciones a tomarse es la siguiente:

- * Es muy probable que falta mayor liberación de las especies valiosas, especialmente de la plata y el zinc con la ganga. Por que se debe evaluar con mayor precisión el grado de liberación. Se ha recomendado de manera urgente se realice un estudio minerográfico detallado de los minerales de cabeza, concentrados y relave para observar las relaciones minerográficas de dichas especies.

* De acuerdo a las observaciones de las especies minerográficas de los minerales de zinc, la fluctuación entre la presencia tanto de marmatita y esfarelita, se debe controlar con mucho cuidado el ph de flotación, ya que es comprobado que la esfarelita flota con eficiencia en valores de ph cercanos a 11, mientras que la marmatita lo hace a valores cercanos a 10.

5.10 La Sección Espesado y filtrado, los equipos existentes en esta sección se encuentran sobredimensionados, como se puede comprobar con los cálculos realizados de las dimensiones de los espesadores.

5.11 En la actualidad no se cuenta con el apoyo de un Laboratorio para análisis químico, por lo que el control se realiza cada cierto período. Por lo que es urgente la instalación de esta sección, ya que se obtendría los análisis en forma rápida y se detectarían los errores a tiempo. Dicho Laboratorio constaría de los siguientes equipos en forma resumida:

i. Area de Análisis Volumétricos, donde se analizarían los Concentrados por Plomo y Zinc. donde requerirían instrumentos de vidrio (Buretas, vasos, erlenmeyer, pipetas, etc.) y reactivos químicos empleados para cada método.

- ii. Area de Fundición para plata, donde analizarían las muestras por copelación. Se requerirían una mufla eléctrica o a petróleo y sus accesorios, una balanza analítica de precisión para pesar los botones de plata obtenidos.

- iii. Area de Absorción atómica, donde se analizarían los relaves y minerales de mina o de baja ley. se requiere de un equipo de Absorción atómica preferentemente PERKIN ELMER.

5.12 LOS COSTOS de MINA, están distribuidos de la siguiente forma:

	\$USA/TM
Administración Lima	1.233
Administración Unidad Minera	1.311
Geología	0.577
Mina	16.377
Planta Concentradora	11.372
Mantenimiento	0.855
Gastos de Transporte y Embarque	6.142
TOTAL	37.867

Se puede apreciar que la mayor parte de los costos se encuentran entre la mina y la Planta concentradora (alrededor del 28 \$USA/TM)

5.13 A continuación se resume el precio de venta del mineral obtenido:

Conc. Bulk Pb-Ag = 29.64 \$USA/TMS

Conc. Zn = 11.41 \$USA/TMS

PRECIO TOTAL 41.05 \$USA/TMS

Se observa el mayor ingreso se obtiene en la Venta del Conc. Bulk Pb-Ag, por lo que es muy importante mejorar las condiciones de recuperación en los conc. de Zn. para que se incremente su valorización.

5.14 El saldo o beneficio del tratamiento se detalla a continuación:

Saldo a Favor = Precio total - Costo total

Saldo a favor = 41.05 - 37.867

Saldo a favor = 3.183 \$USA/TMS

El saldo obtenido nos recomienda que se requiere a la brevedad posible se incremente el tonelaje de tratamiento a su máxima capacidad, para lo cual es necesario que mina se desarrolle en forma más eficiente, para que pueda alimentar la capacidad actual de la planta.

CAPITULO VI

6. BIBLIOGRAFÍA

(1) Handbook of Mineral Dressing

A.F. Taggart - 1954

(2) Flotation

A.M. Gaudin

(3) Operaciones Básicas de la Ingeniería Química

George G. Brown

(4) Introducción al Procesamiento de Minerales

Errol G. Kelly- 1990

(5) Introducción to mineral processing

John M. Currie

(6) Ingeniería Metalúrgica

Ing. Iván Quiroz N.

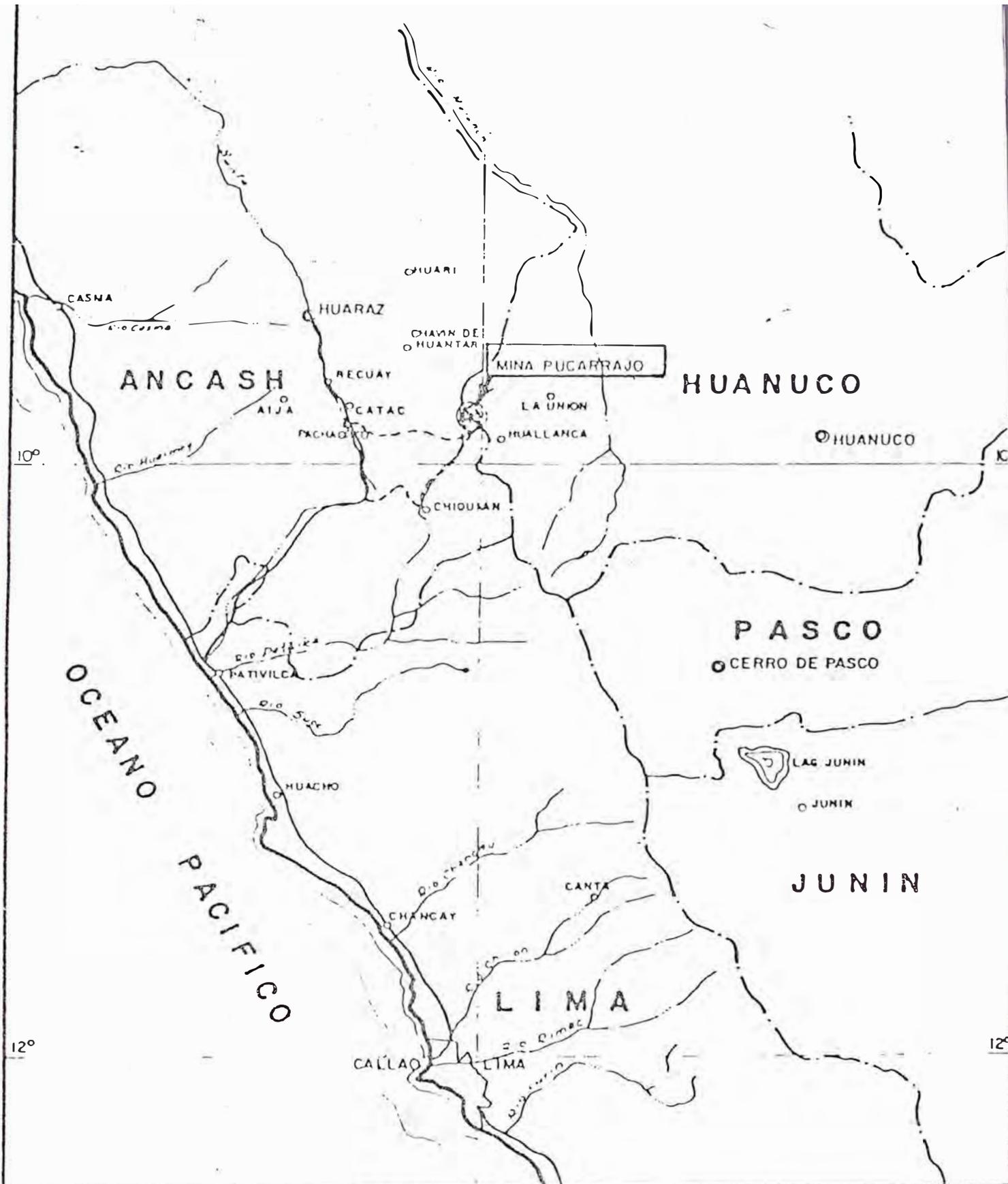
A N E X O 1

PLANO DE UBICACIÓN DE LA MINA



			COMPANIA MINERA HUALLANCA S.A. MINA PUCARRAJO	
			LAMINA N° 1	
PROYECTO	PROMOCION	ESCALA	PLANO DE UBICACION	
DIBUJO		1/12'500,000		
REVISADO		FECHA		

**PLANO DE VIAS DE ACCESO A LA
MINA PUCARRAJO**



COMPANIA MINERA HUALLANCA S.A.
MINA PUCARRAJO

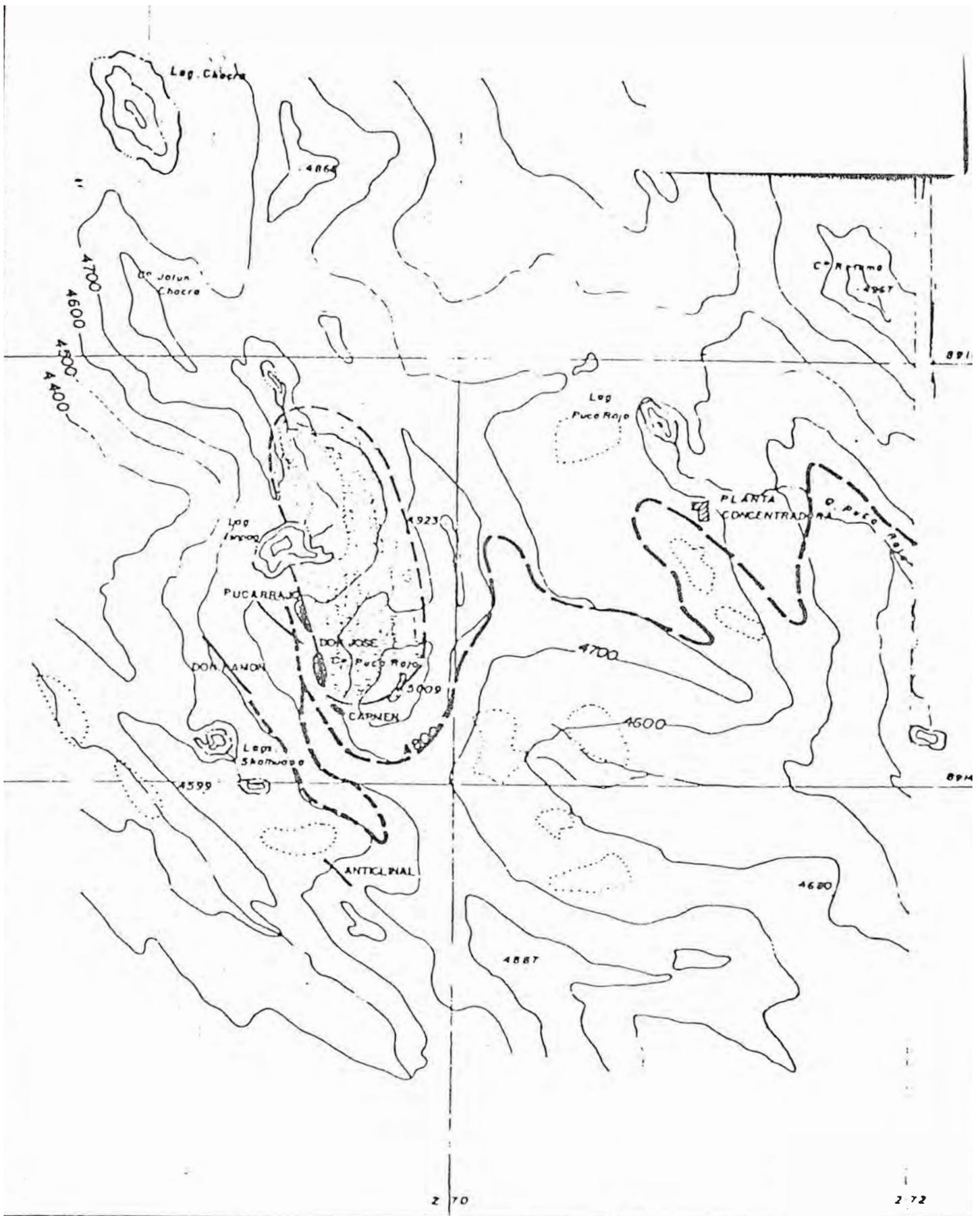
PLANO DE VIAS DE ACCESO
A LA MINA PUCARRAJO

LAMINA N°

2

PROYECTO	PROMCCION	ESCALA :
DIBUJO		1 / 2'000,000
REVISADO		FECHA :
APROBADO		MARZO, 1961

**PLANO DE UBICACIÓN DE LA MINA
PUCARRAJO Y CONCENTRADORA
SAN RAFAEL**



COMPANIA MINERA HUALLANCA S.A.
MINA PUCARRAJO

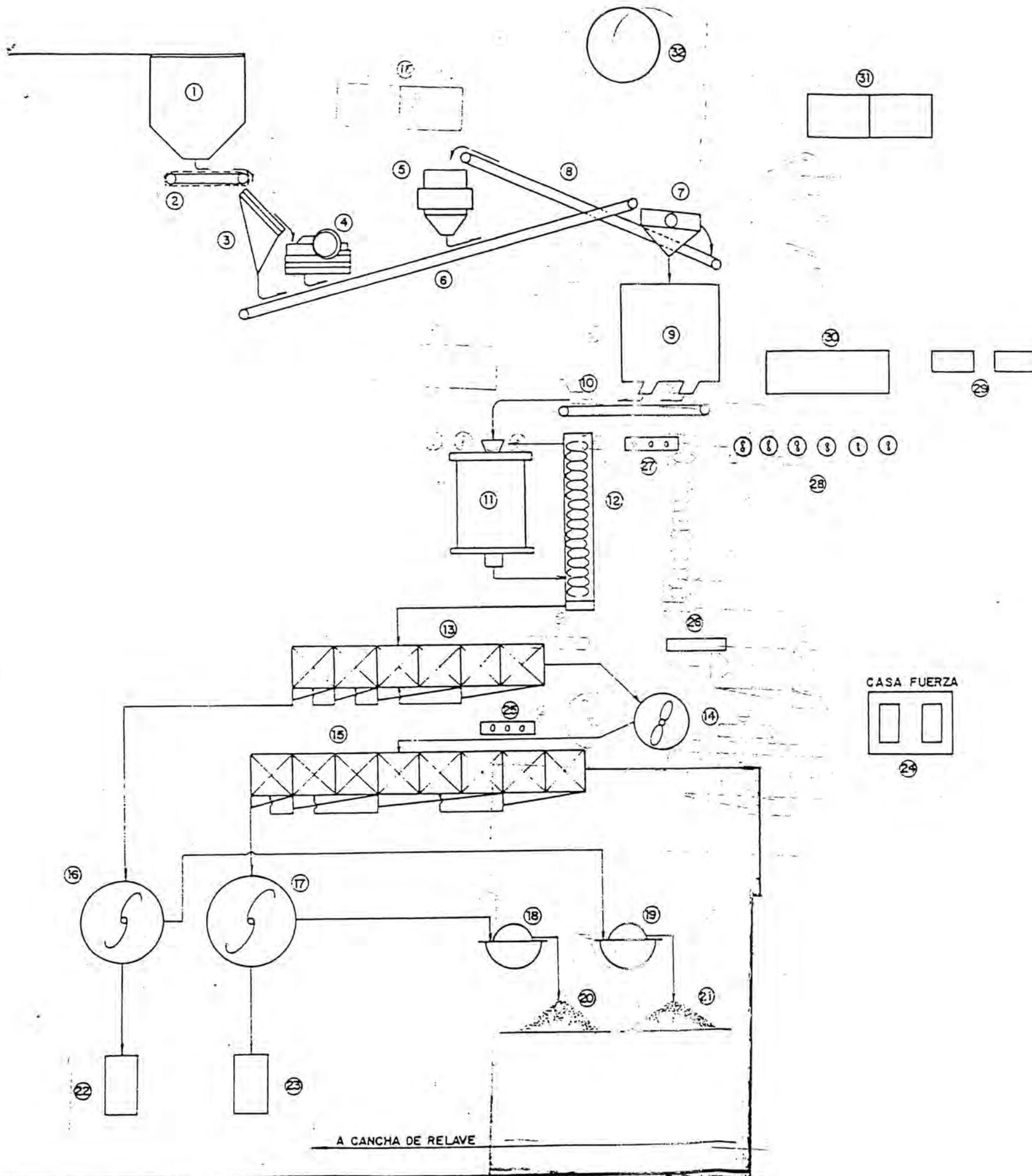
PLANO DE UBICACION DE
LA MINA PUCARRAJO Y
CONCENTRADORA Sr. RAFAEL

LAMINA N°
4

PROYECTO	PROMOCION	ESCALA : 1/25,000
DIBUJO		FECHA :
REVISADO		
APROBADO		

A N E X O 2

**DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIÓN
DE LA PLANTA CONCENTRADORA
SAN RAFAEL**



Nº	DESCRIPCION
1	TOLVA DE GRUESCOS 80 TM. PARRILLA DE 21 RIELES, CON ABERTURA DE 5 1/2"
2	APRON FEEDER FIMA 24" x 10'
3	PARRILLA ESTACIONARIA
4	CHANCADORA DE QUIJADA CEDAR RAPIDS 10" x 20"
5	CHANCADORA HIDROCONE ALLIS CHALMERS 2'
6	FAJA TRANSPORTADORA Nº 1, 18" x 55'-6
7	CEDAZO VIBRATORIO, 4' x 8'
8	FAJA TRANSPORTADORA Nº 2, 16" x 52'-3
9	TOLVA DE FINOS 250 TM.
10	FAJA TRANSPORTADORA Nº 3, 18" x 22'-3
11	MOLINO DE BOLAS MAGENSA, 6' x 6'
12	CLASIFICADOR HELICOIDAL FIMA, 36" Ø x 19' 10"
13	CELDA DE FLOTACION FIMA (CIRCUITO PLOMO) SUB-A Nº 18
14	ACONDICIONADOR FIMA, 6' x 6'
15	CELDA DE FLOTACION FIMA (CIRCUITO ZINC) SUB-A Nº 18
16	ESPEADOR FIMA (PLOMO), 15' Ø x 8'
17	ESPEADOR FIMA (ZINC), 20' Ø x 8'
18	FILTROS DE DISCOS FIMA (ZINC.), 4' Ø
19	FILTROS DE DISCOS FIMA (PLOMO), 4' Ø
20	CONCENTRADO DE ZINC
21	CONCENTRADO DE PLOMO
22	POZA DE RECUPERACION CONCENTRADO DE Pb.
23	POZA DE RECUPERACION CONCENTRADO DE Zn.
24	GRUPOS ELECTROGENOS
25	ALIMENTADORES DE REACTIVOS FLOTACION Zn
26	ALIMENTADORES DE REACTIVOS PARA FLOTACION Pb.
27	ALIMENTADORES DE REACTIVOS PARA FLOTACION Pb.
28	TANQUES DE PREPARACION DE REACTIVOS
29	TANQUES DE PETROLEO
30	DEPOSITO DE REACTIVOS
31	DEPOSITO DE CAL Y SULFATO DE COBRE
32	TANQUE DEPOSITO DE AGUA

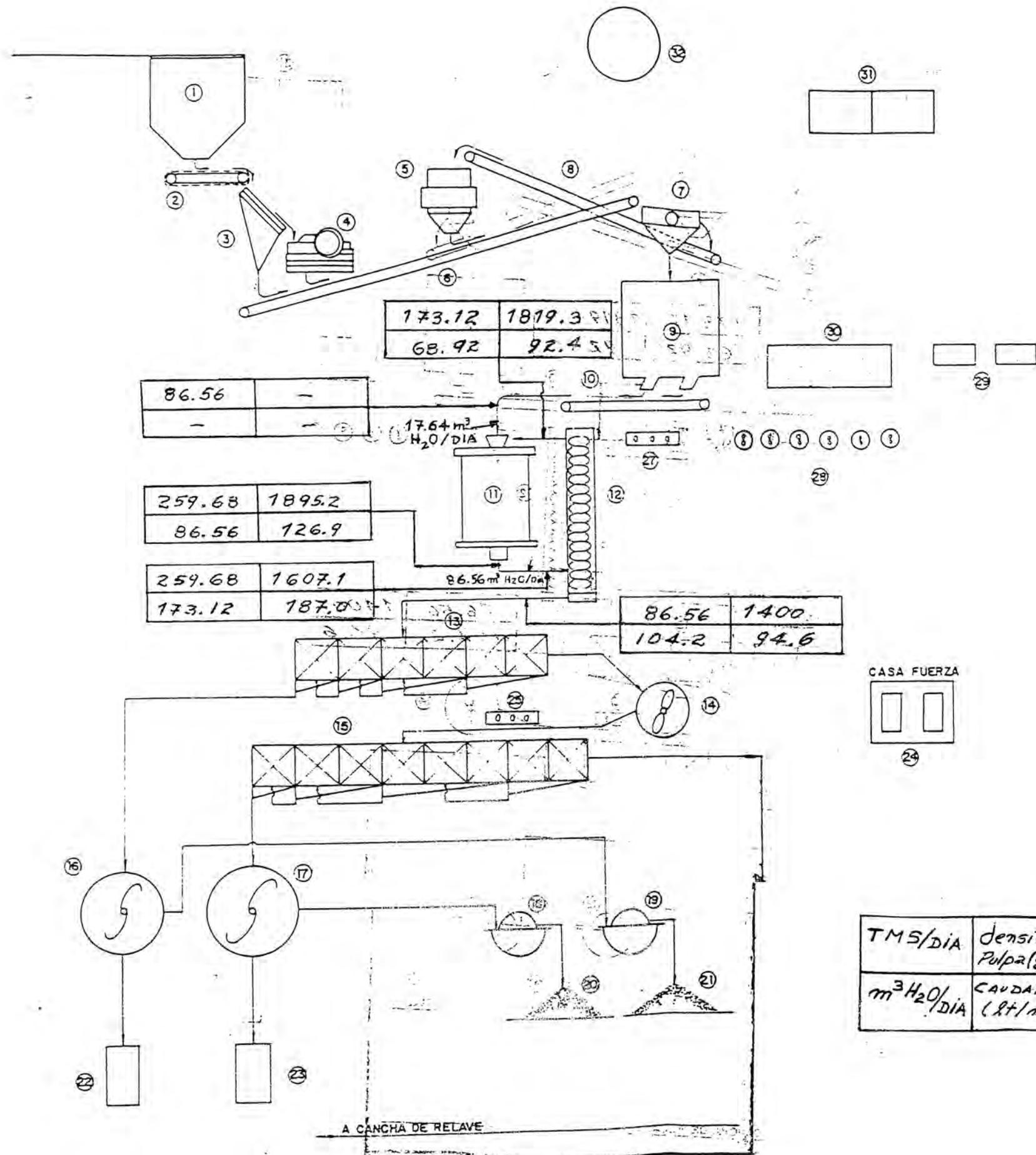
CONCENTRADORA METALURGICA SAN RAFAEL

DIAGRAMA DE FLUJOS CONCENTRADORA
SAN RAFAEL
INSTALACIONES DE SERVICIOS

LAMINA Nº

1

**DIAGRAMA DE FLUJO BALANCEADO
DE LA PLANTA CONCENTRADORA
SAN RAFAEL**



Nº	DESCRIPCION
1	TOLVA DE GRUESOS 80 TM. PARRILLA DE 21 RIELES, CON ABERTURA DE 5 1/2"
2	APRON FEEDER FIMA 24" x 10'
3	PARRILLA ESTACIONARIA
4	CHANCADORA DE QUIJADA CEDAR RAPIOS 10" x 20"
5	CHANCADORA HIDROCONE ALLIS CHALMERS 2'
6	FAJA TRANSPORTADORA Nº 1, 18" x 55'-6
7	CEDAZO VIBRATORIO, 4' x 8'
8	FAJA TRANSPORTADORA Nº 2, 16" x 52'-3
9	TOLVA DE FINOS 250 TM.
10	FAJA TRANSPORTADORA Nº 3, 18" x 22'-3
11	MOLINO DE BOLAS MAGENSA, 6' x 6'
12	CLASIFICADOR HELICOIDAL FIMA, 36" ø x 19' 10"
13	CELDA DE FLOTACION FIMA (CIRCUITO PLOMO) SUB-A Nº 18
14	ACONDICIONADOR FIMA, 6' x 6'
15	CELDA DE FLOTACION FIMA (CIRCUITO ZINC) SUB-A Nº 18
16	ESPESADOR FIMA (PLOMO), 15' ø x 8'
17	ESPESADOR FIMA (ZINC), 20' ø x 8'
18	FILTROS DE DISCOS FIMA (ZINC), 4' ø
19	FILTROS DE DISCOS FIMA (PLOMO), 4' ø
20	CONCENTRADO DE ZINC
21	CONCENTRADO DE PLOMO
22	POZA DE RECUPERACION CONCENTRADO DE Pb
23	POZA DE RECUPERACION CONCENTRADO DE Zn
24	GRUPOS ELECTROGENOS
25	ALIMENTADORES DE REACTIVOS FLOTACION Zn
26	ALIMENTADORES DE REACTIVOS PARA FLOTACION Pb
27	ALIMENTADORES DE REACTIVOS PARA FLOTACION Pb
28	TANQUES DE PREPARACION DE REACTIVOS
29	TANQUES DE PETROLEO
30	DEPOSITO DE REACTIVOS
31	DEPOSITO DE CAL Y SULFATO DE COBRE
32	TANQUE DEPOSITO DE AGUA

TMS/DIA	Densidad Pulpa (gr/lb)
m ³ H ₂ O/DIA	CAUDAL (lt/min)

CONCENTRADORA METALURGICA SAN RAFAEL	
DIAGRAMA DE FLUJOS CONCENTRADORA SAN RAFAEL	LAMINA Nº
INSTALACIONES DE SERVICIOS	1