

630217Z 080800Z 080800Z 080800Z  
080800Z 080800Z 080800Z 080800Z  
080800Z 080800Z 080800Z 080800Z

080800Z 080800Z 080800Z 080800Z  
080800Z 080800Z 080800Z 080800Z  
080800Z

080800Z 080800Z 080800Z

JICA LIBRARY



1035138[5]

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 4. -3	709
登録No. 02447	66
	MIT

**TOMO VI - 1981**

**CONTENIDO**

22. Hualgayoc y Bambamarca  
(Cajamarca)  
Estudio de Investigación y Evaluación de la Contaminación de los ríos Maygasbamba y Llaucano **ENERO**
23. Marcona  
**HIERRO-PERU**  
Estudio Preliminar de Contaminación en Mina y Planta **MARZO**

Estudio del Estado actual de las Plantas de Tratamiento de mi  
neral , de las Canchas de Relave y sobre la Contaminación de  
los ríos en las zonas de Hualgayoc y Bambamarca del Dpto .  
de Cajamarca.

# ESTUDIO DE INVESTIGACION Y EVALUACION DE LA CONTAMINACION EN LA ZONA DE HUALGAYOC Y BAMBAMARCA EN EL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.

## 1. INTRODUCCION

El Equipo de Trabajo constituido por representantes de la Misión Japonesa de Minería de J.I.C.A. , ingenieros Takamasa Hotta, Akira Nakamura ; del Ministerio de Energía y Minas , ingeniero Christian Breña y del INGEMMET , ingeniero Luis Llontop Bravo y el Técnico Sr. Jorge Sánchez Arenas, desarrollaron un Estudio de Evaluación e Investigación de la Contaminación producida por las plantas Concentradoras y Relaveras de Hualgayoc a los ríos Hualgayoc, Llaucano y Maygasbamba que derivan a la provincia de Bambamarca.

El estudio en referencia se efectuó entre los días 12 y 19 de enero de 1981 , de acuerdo al Programa de Actividades del Convenio de Cooperación Internacional entre el Perú y Japón correspondiente al presente año.

## 2. ANTECEDENTES

Entre junio y julio 1980, las autoridades y pobladores de las provincias de Hualgayoc y Bambamarca efectuaron reclamos referentes a la contaminación de los ríos Hualgayoc , Maygasbamba y LLaucano, por los relaves de las plantas concentradoras ubicadas a lo largo de la quebrada de Hualgayoc ,



Con este motivo y con el objeto de solucionar el problema, el Presidente del Comité Mixto del Convenio de Cooperación Técnica Peruano-Japonés en Seguridad e Higiene Minera, Ing. Luis Gonzales Cacho, propuso que el equipo técnico del Convenio llevara a cabo un estudio de Contaminación de Aguas en la cuenca de los ríos Hualgayoc y Maygasbamba. ( Ver plano N° 1 ) en el Dpto. de Cajamarca .

Por parte de las Empresas de la zona participaron las siguientes personas :

CIA. MINERA COLQUIRRUMI S. A. . - Mina y Planta

Ing. Máximo Huachupoma	- Superintendente General.
Ing. Raúl Benavides	- Jefe de Mina
Ing. Juan Fernández	- Jefe de Planta

CIA. MINERA SAN NICOLAS Mina y Planta

Planta Concentradora " Eloy Santolalla "

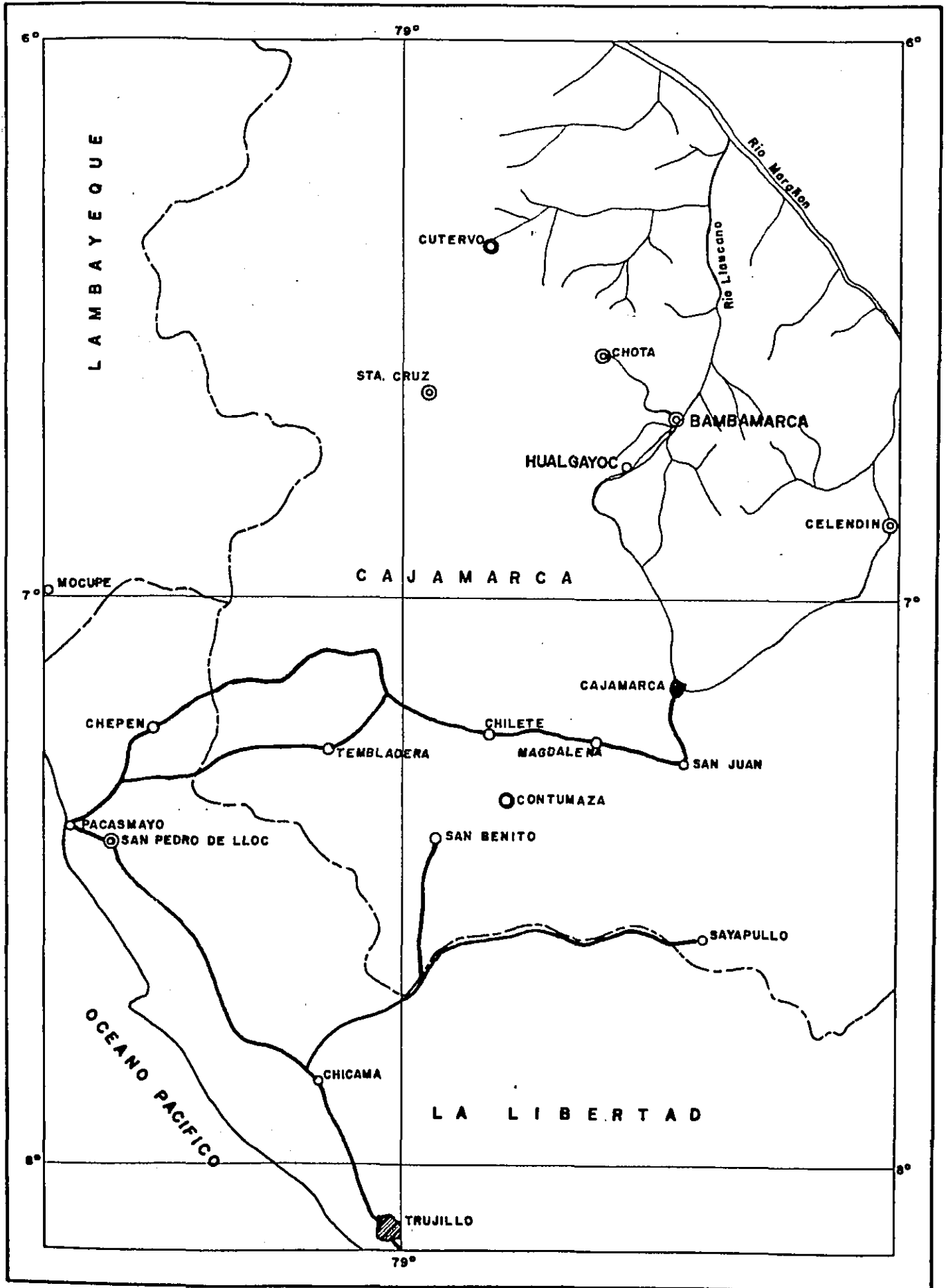
Ing. Pedro Bazán Pizarro	- Superintendente General.
Ing. Carlos Riofrio	- Superintendente de Planta.
Ing. Pablo Catalán Sánchez	- Jefe de Planta

CIA. MINERA LOS MANTOS S. A. Mina y Planta

Planta Concentradora "CENTINELA"

Ing. Alfonso Chávez Alfaro	- Superintendente de Mina.
Ing. Enrique Velarde	- Jefe de Planta





PLANO Nº 1 - UBICACION GEOGRAFICA DE  
HUALGAYOC Y BAMBAMARCA

ESCALA: 1:1'000,000

NEGOCIACION MINERA MONTOYA ZAMBRANO- Mina y Planta

Planta Concentradora " Carlos Montoya Valera"

Ing. Hernán Echegoyen	- Gerente de Operaciones
Ing. Napoleón Villegas	- Jefe de Planta
Sr. Ferrucio Carassai	- Administrador

BANCO MINERO DEL PERU

Planta Concentradora " Dorado "

Ing. Rubén Ortega M	- Superintendente de Planta
---------------------	-----------------------------

BELLA UNION MINAS S. A. Mina y Planta

Ing. Julio Rodríguez Cubas

AUTORIDADES DE LA CIUDAD DE BAMBAMARCA

Sr. Juan Paredes	- Suprefecto
Sr. Wilson Salazar	- Alcalde de la Ciudad
Sr. Antonio Villa Ruiz	- Teniente Alcalde

3. TOPOGRAFIA DE LOS DISTRITOS DE BAMBAMARCA Y HUALGAYOC , DE LAS PLANTAS CONCENTRADORAS Y CANCHAS DE RELAVE Y RIOS .

De acuerdo al mapa del Instituto Geográfico Militar del Perú a escala 1 : 25,000 , hemos elaborado el mapa de la zona de Hualgayoc - Bambamarca (Plano N° 2 ) . Esta zona

se caracteriza por ser sumamente accidentada, presenta escasas áreas planas y quebradas cuyas "pendientes son muy pronunciadas", esto hace muy difícil la construcción de canchas. Quizas por esta razón la mayoría de empresas que explotan esta zona no disponen de Canchas con capacidad suficiente para almacenar relaves. Asimismo las existentes hasta hace poco eran completamente deficientes; En esta zona apreciamos las plantas de Montoya, Los Mantos, Banco Minero, y Colquirrumi así como las relaveras antiguas y nuevas.

Para conocer con más precisión la topografía de este distrito, se ha diagramado las secciones de topografía en algunos lugares donde están las Canchas de Relave. La posición de cada sección se muestra en el plano N° 2 en la siguiente toma A-A', B - B' tenemos las antiguas Canchas de Relave del Banco Minero y Los Mantos, y en la posición D - D' se encontrarían las nuevas relaveras de Colquirrumi, Los Mantos, Montoya y el Banco Minero. También la sección C - C' muestra la posición del deslizamiento que se había producido cerca de la carretera. También dentro del plano topográfico mostramos la posición de la antigua fundición de Pílancones y la planta de beneficio de San Nicolás ambas en el río y Quebrada Tingo respectivamente. (Ver Planos Ns.3 y 4)

En el Plano Topográfico observamos que el río que pasa por la Ciudad de Bambamarca es el río Llaucano y cerca de dicha ciudad este río recibe las aguas del río Maygasamba que luego desembocará en el río Marañon. La corriente río arriba de Llaucano se intercepta con el río Arascorgue en el Caserío denominado Cuñacales, dando lugar al aumento del Caudal del Llaucano (Fotos N° 6,7,8 y 9). Este río Arascorgue es

el que recibe directamente la influencia de las operaciones de las minas de la zona de Hualgayoc , esto hace que la corriente río arriba de Arascorgue ( Río Hualgayoc ) , antes de pasar por el pueblo de Hualgayoc se note limpio, pero después de pasar las zonas de las Plantas y Canchas de Relaves de Montoya , Los Mantos Banco Minero y Colquirrumi , especialmente por las aguas de minas y las aguas de las Antiguas Canchas de Relaves , el río se contamina (Ver Fot. N° 5) , asimismo el Ríachuelo Tumbacucho que llevan las aguas de minas de la zona de Colquirrumi y el overflow de la Cancha Antigua de Colquirrumi , donde el pH se muestra ácido (pH 3 ) (Ver Fot. N° 12) llevan también aguas contaminadas que desembocan en el río Arascorgue .

En el caso del Río Maygasbamba, su origen esta en la quebrada de la " M " y la quebrada del Tingo. La Planta de San Nicolás se situa en la quebrada del Tingo ( Ver Fots. N° 11, 13, 14 , 17, 18 ) dando origen al nombre del Río Tingo .

#### 4. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

Durante el estudio en el Distrito, se llevaron a cabo los trabajos siguientes :

1. Visita a las plantas concentradoras .
2. Investigación de las canchas de relaves antiguas y nuevas.
3. Toma de muestras de agua en los ríos.
4. Medición del pH de las aguas de rebose de las Canchas de Relaves y ríos.
5. Examen de colibacilo en muestras de agua .

Para la simplificación del informe, solamente se presentan los resultados principales , PUNTOS 3, 4 y 5 . La información de las plantas y canchas de relaves se anotan en los ápéndices adjuntos al presente informe.

#### 4.3 ESTADO DE LOS RIOS EN EL DISTRITO

- 4.3.1. La ubicación de los lugares de muestreo de agua , arena y sus resultados .

Como se observa en el mapa hidrográfico Ver Plano 4 , se indica los lugares donde se tomaron las siete muestras de agua en el río LLAUCANO (A) , de los ocho lugares en el río Maygasbamba (B) y la correspondiente al reservorio de agua po table de Bambamarca B-9 . También se han to mado muestras de las arenas depositadas en el río en los 9 lugares (ubicación donde se tomaron muestras adicionales de arena D como DB-3 en

en el punto B-3 correspondiente a muestra de agua.

Todas las muestras se han analizado en el Laboratorio del INGEMMET en Lima, los resultados se muestran en las Tablas y Figuras siguientes :

TABLA N° 1 , Mediciones del Río Llaucano , TABLA N° 2 Mediciones en el Río Maygasbamba , TABLA N° 3 Distribución de Metales en los Ríos .  
TABLA N° 4.1 Análisis de Arenas Depositadas y sus resultados . , TABLA N° 4.2 Muestras de Arenas Depositadas y su Composición Química .

En la Fig. N° 1 A y 1B Grado de Contribución a la Contaminación del Río Llaucano .

En la Fig. N° 2 A y 2 B Grado de Contribución a la Contaminación del Río Maygasbamba .

En la Fig. N° 3 mostramos el Croquis de las series A y B del Río Llaucano y Maygasbamba respectivamente . En la Fig. N° 4 tenemos las Antiguas Relaveras del Banco Minero y Los Mantos . En la Fig. N° 5 la Cancha Antigua y Nueva de San Nicolás y por último en la Fig. N° 6 mostramos el Croquis de las Nuevas Relaveras de la zona de Colquirrumi .

TABLA N° 1

MEDICIONES DEL RIO LLAUCANO

N°	LUGAR MUESTREADO	ANALISIS DE SOLUCION (ppm) o mg/lt.										SOLIDO SOLUCIONADO %							
		m <sup>3</sup> /min	pH*	SS	As	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	peso polvo gr/lt.	As	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	
A - 1	Corriente arriba de Hualgayoc (plaza de toros, agua limpia )	30	8.4	>250	-	-	0.725					47.2 (626.3)	0.0638	-	0.02	0.05	0.15	3.28	0.04
A - 2	Río Hualgayoc (Contiene overflow de cancha antigua )	58	7.5	54	-	tr	2.175	10.000	0.514	14.470	231.3	0.2158	-	0.69	0.32	3.30	13.41	0.55	
A - 3	Río Tumbacucho	20	2.6 3.0	40	-	-	8.275	30.000	15.000	21.039 (10.000)	132.0	1.0435	-	0.05	0.20	0.69	17.34	0.85	
A - 4	Corriente arriba del Río Aras corgue	90	5.2	40	-	tr	3.639 (1.800)	13.111 (8.500)	0.514	14.000	272.4	0.3710 (0.4763)	-	0.65	0.33	1.38 (1.24)	15.87 (13.45)	0.74 (0.48)	
A - 5	Corriente abajo del Río Aras corgue (cuñacales)	135	7.5	54	-	tr	3.950	0.874 (0.800)	2.443 (0.700)	12.000	220.2	0.2529	-	0.69	0.33	3.95	15.44 (9.16)	1.07	
A - 6	Aguas arriba del Río Llaucano	540	9.4	>250	-	-	0.988	-	0.056	0.889	22.6								
A - 7	Río Llaucano (Caserío Coriyama ).	700	9.0	163	-	-	0.762 (0.450)	1.686 tr	0.514	3.000	76.1	0.1154	-	0.29 (0.18)	0.14 (0.10)	1.69 (1.43)	6.56 (0.33)	0.45 (0.33)	

1 ) Cálculo a partir del valor de análisis

pH \* Medición en el momento de muestreo

TABLA N° 2

MEDICIONES DEL RIO MAYGASBAMBA

N°	LUGAR MUESTREADO	ANALISIS DE SOLUCION (ppm) o mg/lt										SOLIDO SOLUCIONADO %						
		m <sup>3</sup> /min	pH*	SS	As	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	SO <sub>4</sub>	Peso gr/l	As	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn
B - 1	Corriente arriba del Río Tingo y Quebrada de la " M "	3.0		250	-		0.725		0.800	1.080 (2.000)	134.3 (156.4)	0.0570	-	0.09	0.05	0.16	1.99	0.08
B - 2	Ultimo punto de Quebrada de la " M "	36	7.6	50	-	tr	1.812	0.40	1.260	0.900	111.9	0.1934	-	0.42	0.18	1.16	7.17	0.54
B - 3	Agua de mina de Cancha Antigua y Overflow de la cancha Antigua de S.N.	3.6 - 1.0	3.9 4.4 13	85 >250														
B - 4	Ultimo Overflow de Cancha de Relaves Planta Eloy Santolaya	3.0	12	>250	+	tr	0.725	tr	1.200	0.803	626.3	0.0555	-	0.63	0.02	0.52	7.32	0.43
B - 5	Fin de la Quebrada Tingo	24	7.6	44	-	0.30	0.725	0.50	1.000	2.500	306.2	0.4886	-	1.21	0.07	1.21	14.40	0.40
B - 6	Aguas arriba del Río Tingo	60	7.6	50	-	0.12 (0.10)	0.725 (1.377)	0.44 (0.20)	1.260	3.000	153.8 (51.0)	0.3115 (0.2066)	-	0.52	0.16	1.19 (0.94)	11.71 (4.42)	0.71
B - 7	Río Tingo (cerca de Horno antiguo en Pílancones ; bajando 3.0 km. )	180	8.0	50	-	0.15	1.087	0.50	1.000 (0.600)	1.000	148.6	0.1625	tr	0.60 (0.88)	0.12	1.18	8.38	0.45 (0.28)
B - 8	Río Maygasbamba - cerca manantial 3 Chorros	360	8.5	135	-	0.08 tr	0.544 (0.620)	0.25 (0.10)	0.660	0.500 (0.040)	97.5	0.1131	-	0.43	0.09 (0.07)	0.85 (0.77)	6.02 (5.46)	0.51
B - 9	Reservorio de agua para consumo de Bambamarca (planta de tratamiento )		8.0 7.8	>250 >250	-	-	0.520	-	0.514	0.030	74.9	0.0491	-	0.02	0.04	0.17	0.89	0.02

( ) Cálculo a partir del análisis  
\* Medición en el momento de muestreo



TABLA N° 3

DISTRIBUCION DE METALES EN LAS AGUAS DE LOS RIOS

A	m <sup>3</sup> / min.	Metales en Solución gr/min.						Metales contenidos en forma de sólido gr/min						Total de metales en Río gr/ mín				
		Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	SO <sub>4</sub>	sólido gr/min.	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Fe	Mn
<u>A. Serie de Río Llaucano</u>																		
A-1	30		21.75	-	15	2.40	(13,415)	1,914	0.383	0.970	2.871	62.779	0.766	0.38	22.72	2.87	77.78	3.17
A-2	58		126.15	580	29.81	839.26	13,415	12,516	86.360	40.051	413.028	1678.396	68.838	86.36	166.20	993.03	1708.21	908.10
A-3	20		165.50	600	300	(200.00)	27,640	20.870	10,435	41.740	144.003	3618.858	177.395	10.44	207.24	744.00	3918.86	377.40
A-4	90		327.50	1180	(329.81)	1260.00	41,055	33,386	217,009	110,174	(557.031)	(5297.254)	246.233	217.01	437.67	1737.03	5627.06	1506.23
A-5	135		533.25	(1180)	329.81	1620	(41,055)	34.142	235.580	112,669	1348.609	5297.254	365.319	235.58	645.92	2528.61	5627.06	1985.32
A-6)	540		-	-	(29.99)	(480)	(12,234)	-	-	-	-	-	-				29.99	480
A-7	700		(533.25)	(1180)	359.80	2100	53,289	80.780	(235.580)	(112.669)	(1348.609)	297.254	365.319	235.58	645.919	2528.61	5659.05	2465.32
<u>B. Serie del Río Maygasbamba</u>																		
B-1	30	-	21.75	-	24	(32.4)	(4,028)	1,530	9.639	0.306	7.956	111.996	6.579	9.64	22.06	7.96	136.00	38.98
B-2	36	-	65.23	14.4	45.36	32.4	4,028	6.962	29.240	12,532	80.759	499.175	37.595	29.24	77.76	95.16	544.54	70.00
B-3)																		
B-4	3.0	-	2.18	-	3.6	2.4	1,878	0.105	0.858	0.264	1.551	7.293	1.172	0.86	2.44	1.55	10.89	3.57
B-5	24	7.2	17.40	12.0	24	60	7,349	11.726	14.188	8.208	141.885	1688.544	46.904	21.39	25.61	153.89	1712.54	106.90
B-6	60	(7.2)	82.63	26.4	75.60	180	11,377	18.688	97,178	29.901	222.644	2187.719	132.685	104.38	112.53	249.04	2263.32	312.69
B-7	180	27	195.66	90	180	180	26,748	29.250	(157.079)	35.100	345.150	2451.150	132.685	202.08	203.76	435.15	2631.15	312.69
B-8	360	(27)	(195.66)	(90)	237.6	(180)	35,100	40.416	175.079	(35.160)	(345.150)	(2451.150)	207.652	202.08	(230.76)	453.15	2688.75	387.65

FIG. 1 - A - GRADO DE CONTRIBUCION A LA CONTAMINACION DEL RIO LLAUCANO (SERIE A)

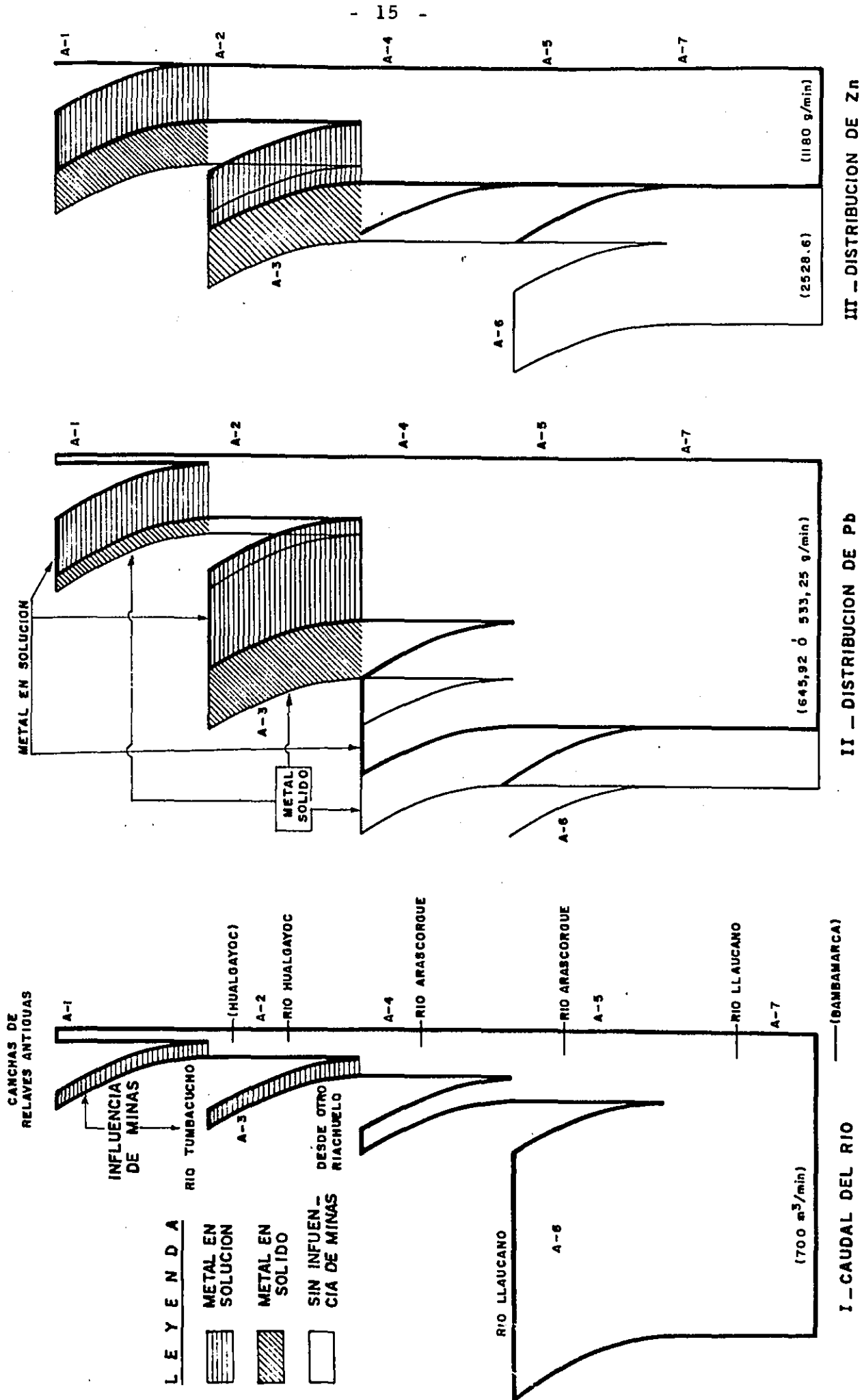
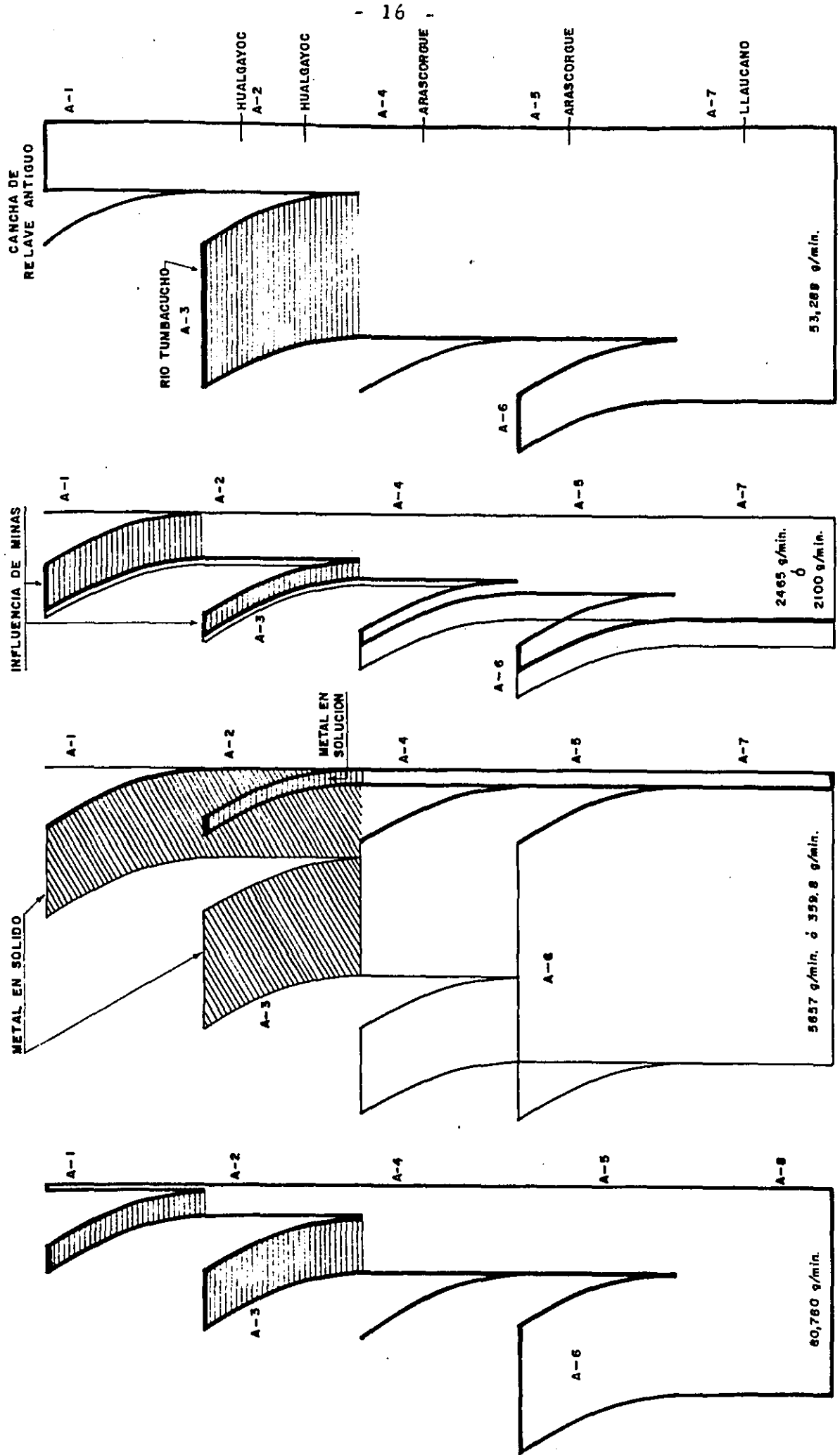


FIG. 1 - B - GRADO DE CONTRIBUCION A LA CONTAMINACION DEL RIO LLAUCANO (SERIE A)



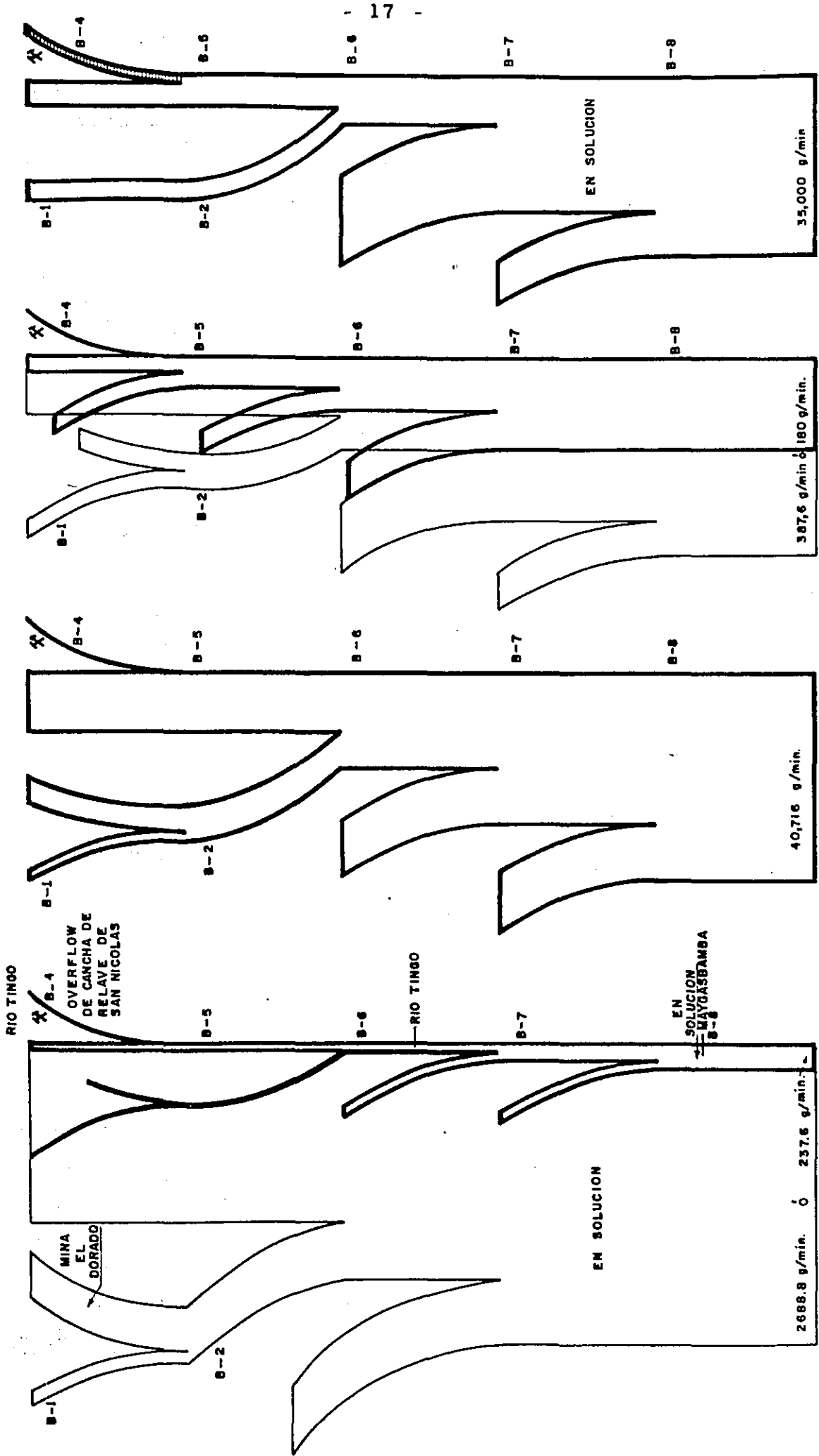
IV - DISTRIBUCION DE POLVO (SS)

V - DISTRIBUCION DE Fe

VI - DISTRIBUCION DE SO4

VII - DISTRIBUCION DE SO4 (EN SOLUCION)

FIG. 2 - B - GRADO DE CONTRIBUCION A LA CONTAMINACION DEL RIO MAYGASBAMBA (SERIE B)



V - DISTRIBUCION DE F  
 VI - DISTRIBUCION DE POLVO (SS)  
 VII - DISTRIBUCION DE MN  
 VIII - DISTRIBUCION DE SO4

FIG. 2-A - GRADO DE CONTRIBUCION A LA CONTAMINACION DEL RIO MAYGASBAMBA (SERIE B)

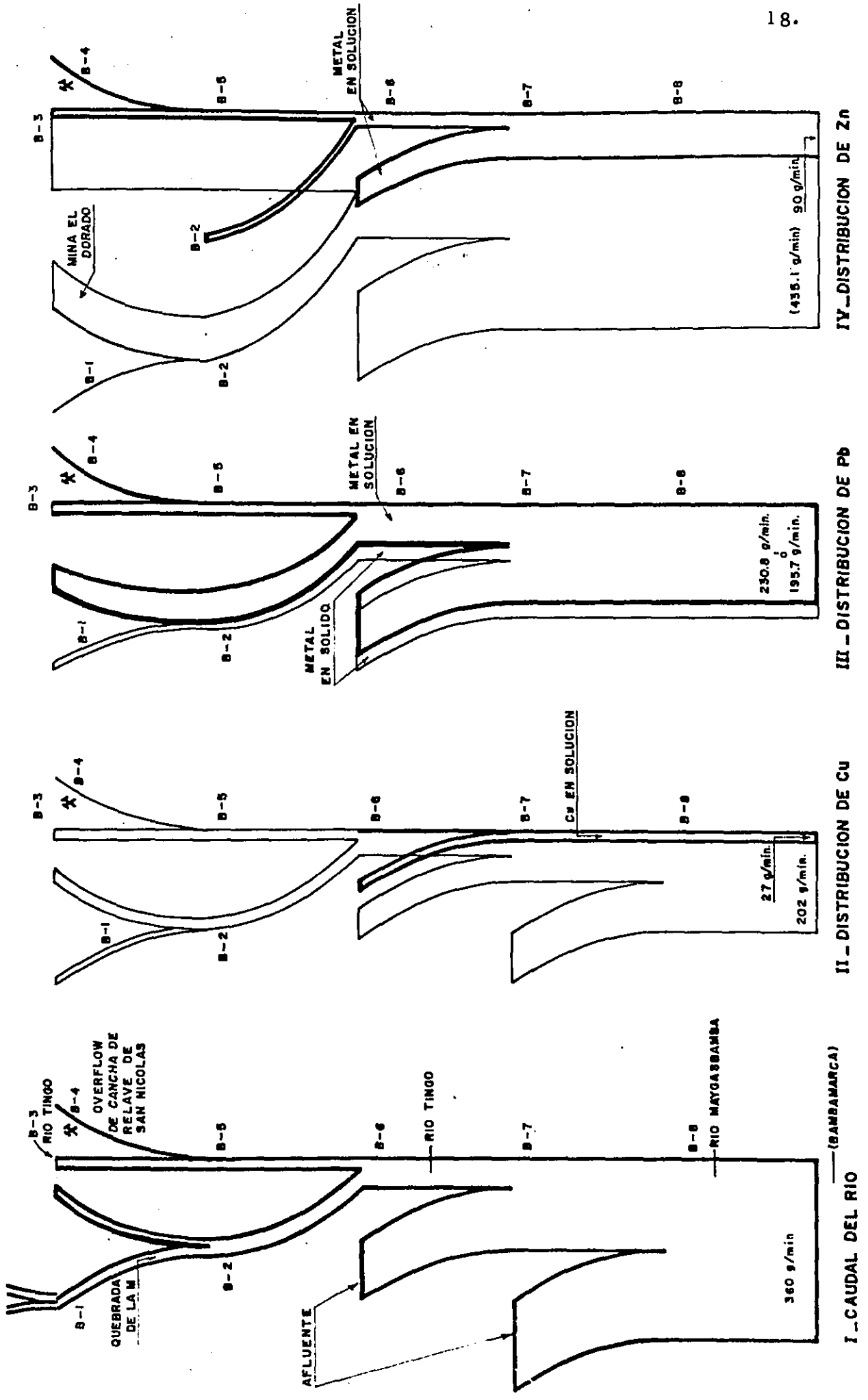
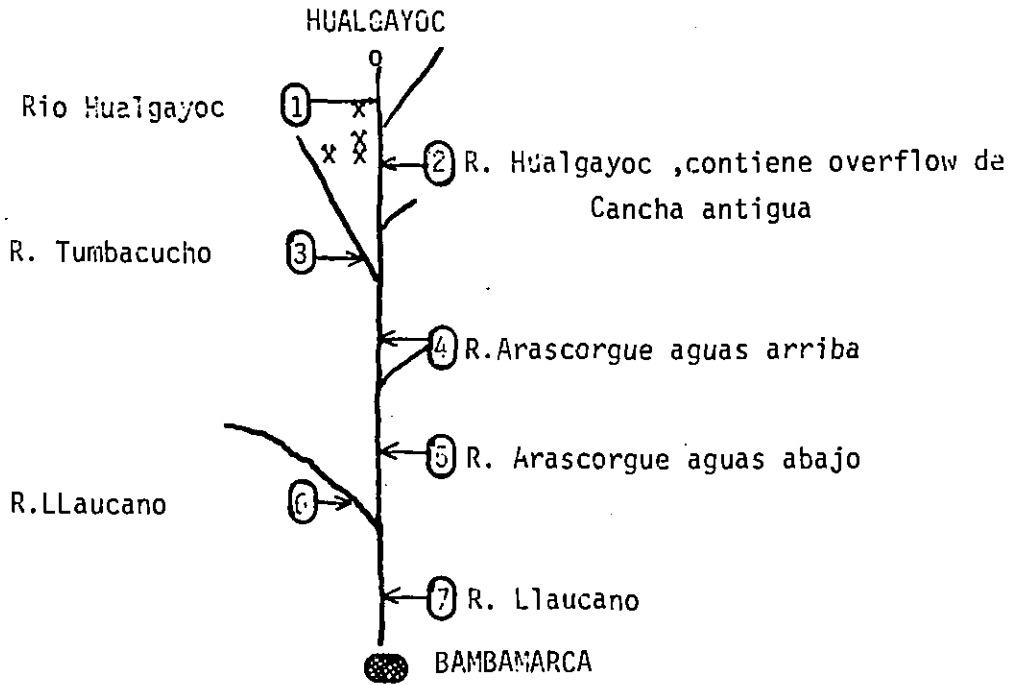


Fig.3 CROQUIS DE LAS SERIES A y B del Río LLAUCANO Y MAYGASBAMBA

(A) SERIE DE RIO LLAUCANO



(B) SERIE DE RIO MAYGASBAMBA

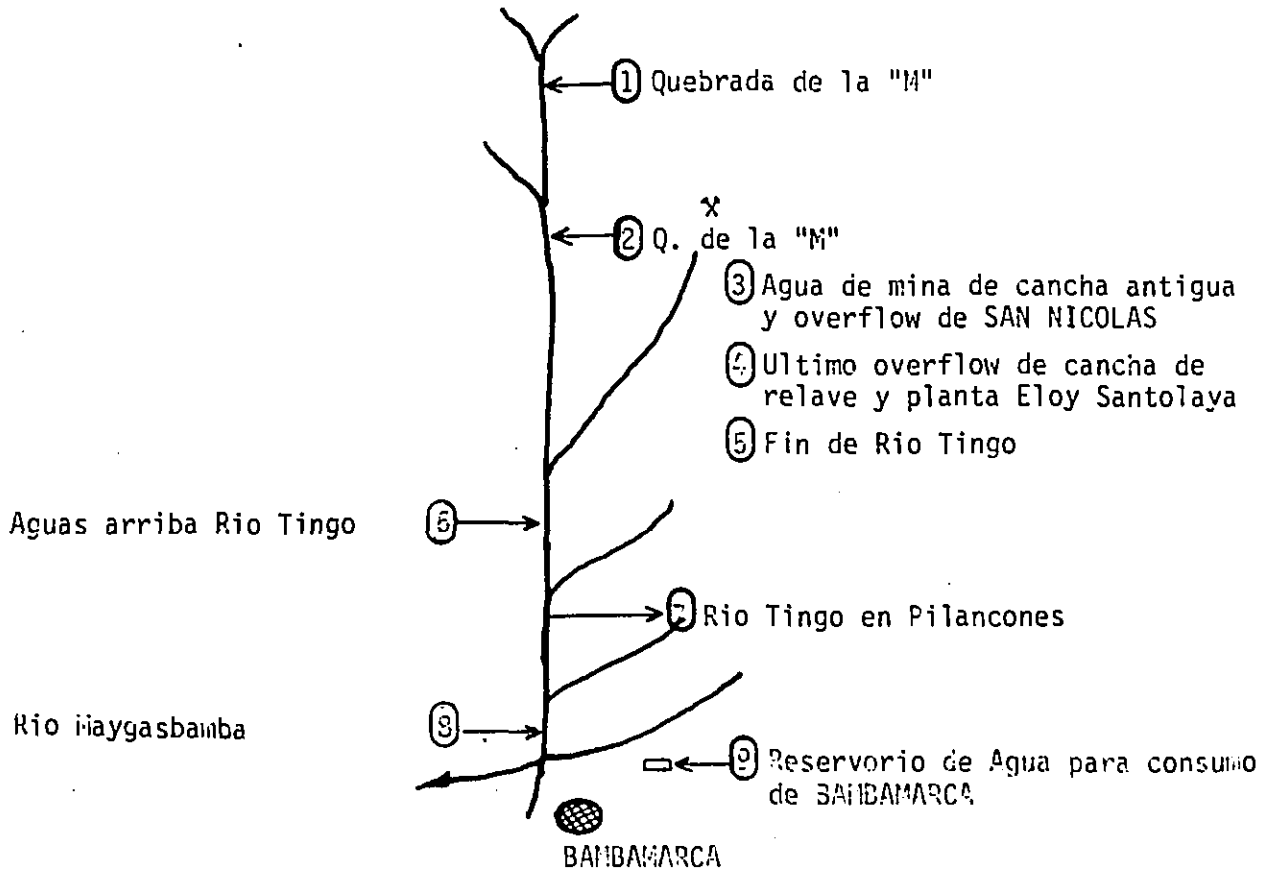


Fig. 4 Canchas antiguas de Relaves de Banco Minero y Los Mantos

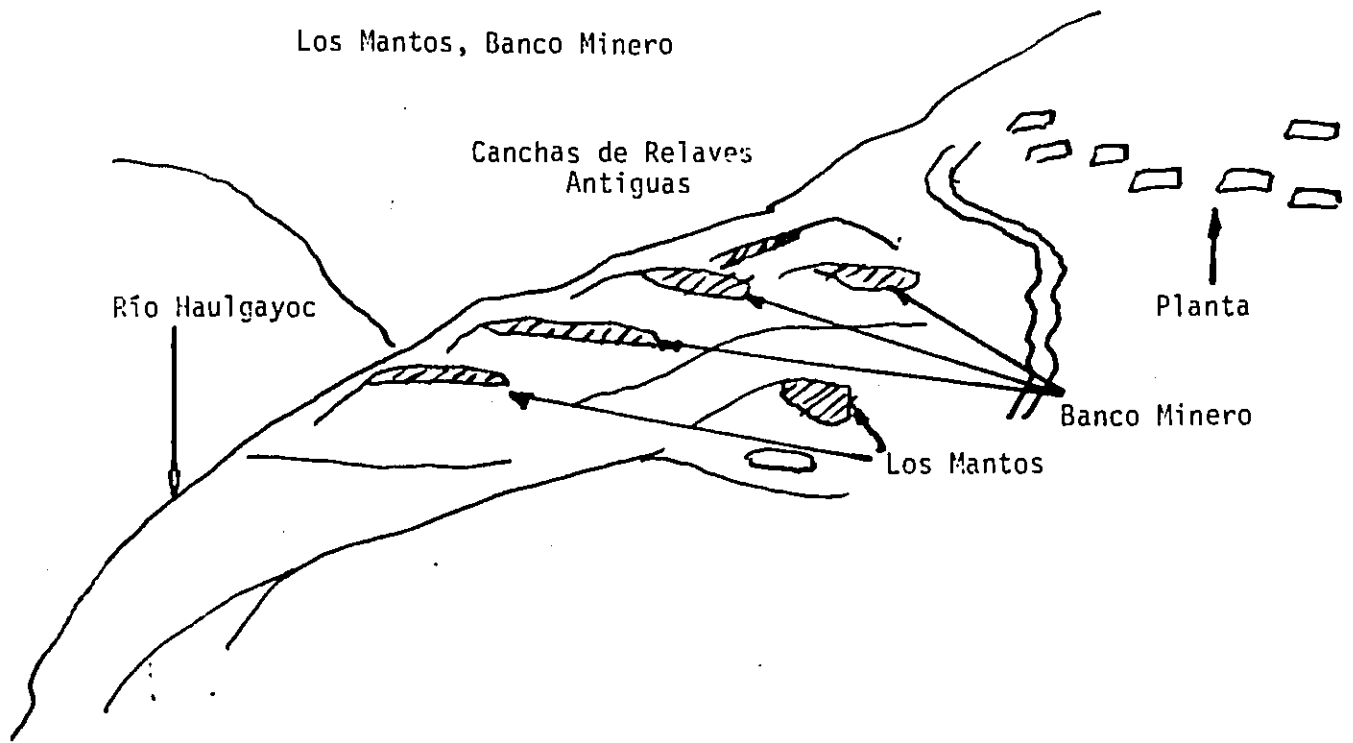


Fig. 5 Cancha antigua y nueva de la Cía. Minera San Nicolás

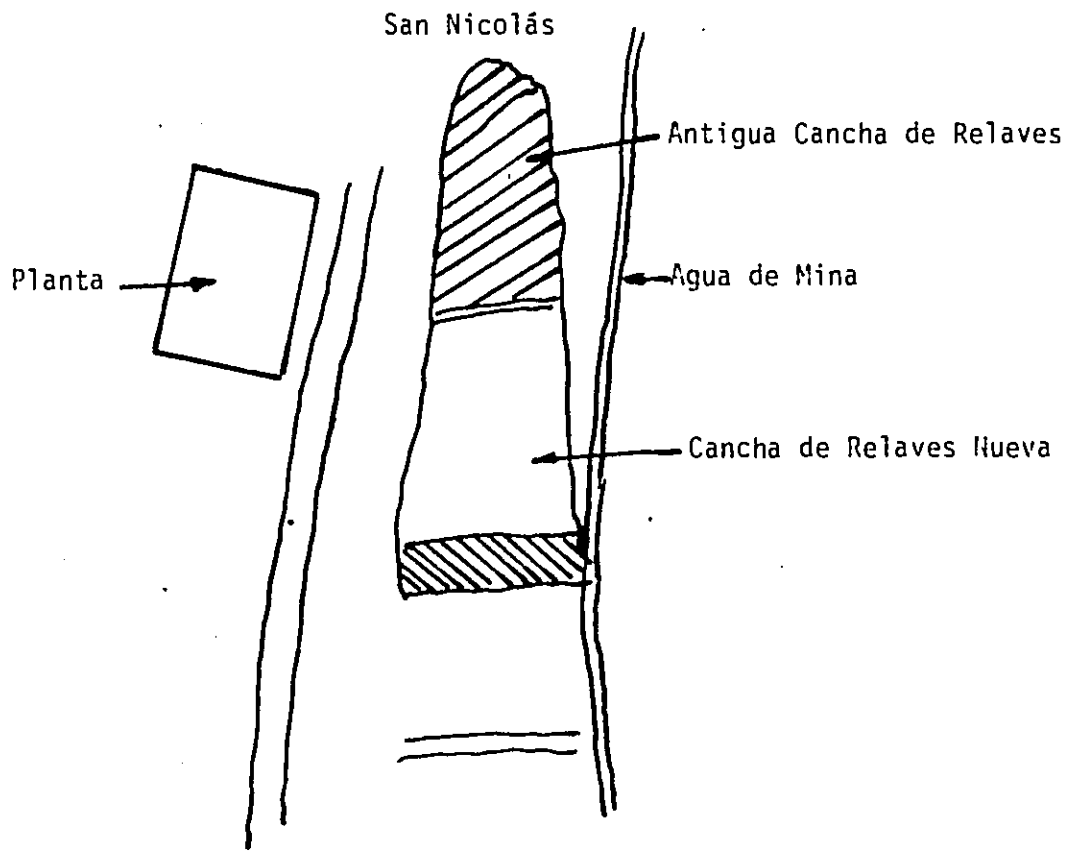


Fig. 6 Croquis de las nuevas Relaveras en la zona de Colquirrumi

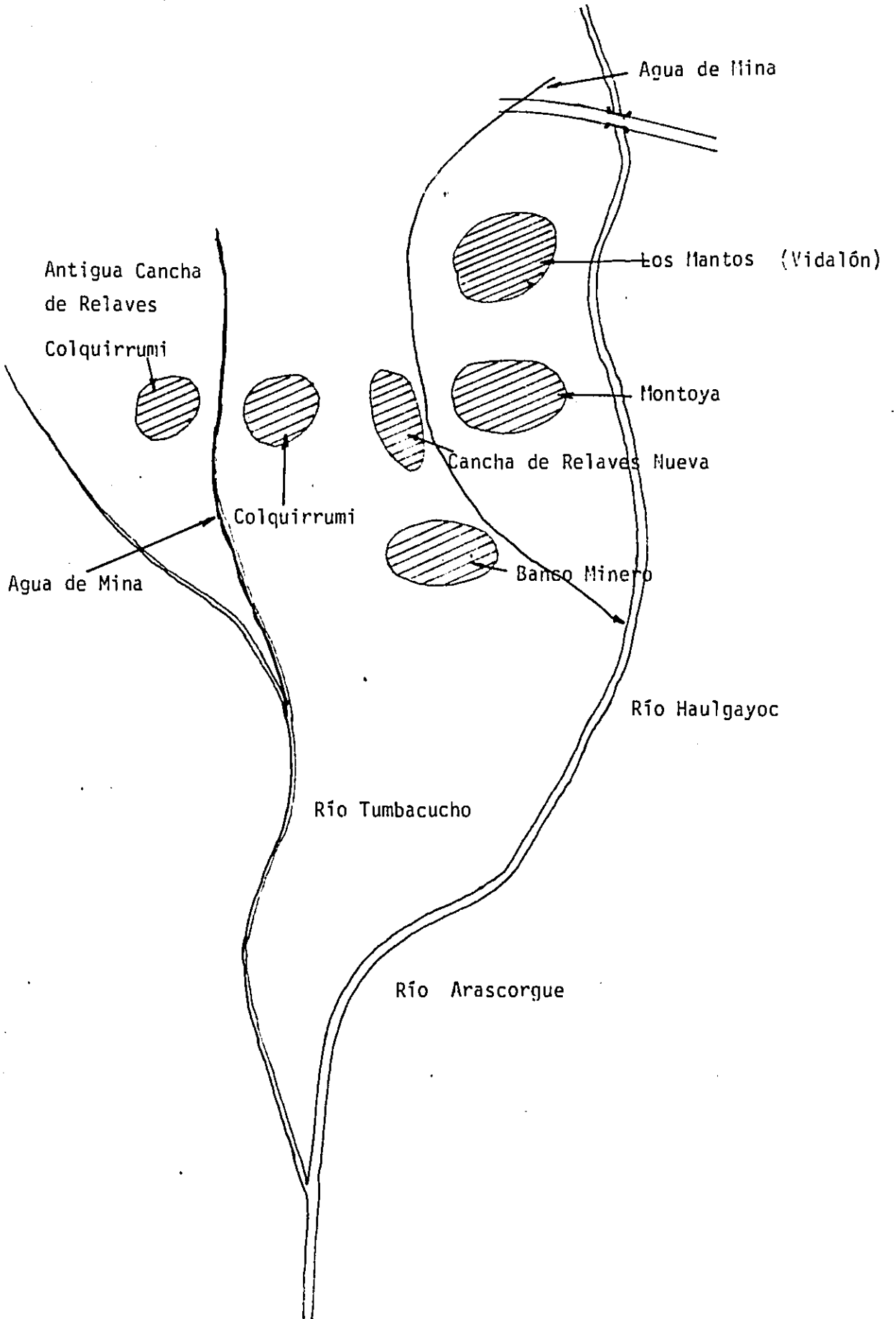




TABLA N° 4 . 1

MUESTREO DE ARENA ASENTADA

CLAVE	RESULTADOS DE ANALISIS %							
	Cu	Pb	Zn	Fe	S	Cu	SiO <sub>2</sub>	As
DB-3	0.07	0.09	0.00	28.79	31.11	2.90	25.54	0.15
DB - 4 - 1	0.09	0.10	0.00	20.77	21.40	7.28	20.66	0.07
DB - 4 - 2	0.10	0.13	0.03	14.37	15.23	7.55	30.54	0.22
DB - 5	0.06	0.40	0.39	17.90	15.18	1.80	22.92	0.07
DB-2	0.04	0.18	0.00	5.39	1.68	3.46	51.16	0.07
DB-6	0.07	0.14	0.05	9.63	8.28	4.50	42.68	0.15
DB-7	0.10	0.20	0.26	8.82	7.23	5.40	46.00	0.15
DB-8	0.02	0.14	0.00	4.99	1.37	9.53	42.00	0.15
DA - 7	0.07	0.55	0.43	14.02	12.00	4.62	39.84	0.07
DA - 2	0.08	0.28	0.34	24.86	11.13	3.20	27.24	0.07

TABLA N° 4 . 2

ANALISIS DE MUESTRAS DE ARENA DEPOSITADA

CLAVE	COMPOSICION QUIMICA %								TOTAL
	Cu FeS <sub>2</sub>	Pb S	Zn S	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe S <sub>2</sub>	Ca CO <sub>3</sub>	Si O <sub>2</sub>	As	
DB-3	0.20	0.10	-	1.73	58.07	7.25	25.50	0.33	93.22
DB-4-1	0.26	0.12	-	2.46	39.99	17.95	20.66	0.15	81.39
DB-4-2	0.28	0.15	0.04	1.79	28.12	18.88	36.54	0.48	86.28
DB-5	0.17	0.53	0.55	2.72	33.58	4.00	22.92	0.15	64.82
DB-2	0.12	0.21	-	5.73	2.96	8.65	51.16	0.15	68.98
DB-6	0.20	0.16	0.07	3.65	15.18	11.25	42.68	0.32	73.51
DB-7	0.29	0.23	0.36	11.94	0.58	13.50	46.00	0.33	73.23
DA-8	0.05	0.16	-	6.10	2.35	23.83	42.00	0.33	74.82
DA-7	0.20	0.63	0.64	19.56	0.70	11.55	39.84	0.15	73.27
DA-2	0.23	0.32	0.50	35.09	0.68	8.00	27.24	0.15	72.21

#### 4. 3. 2. INTERPRETACION DE RESULTADOS

Los datos presentados en las Tablas N° 1 y 2 , corresponden a muestras de agua tomadas en el río Llaucano (A) y en el río Maygasbamba (B) , volúmenes de agua de cada río y los resultados de sus análisis.

En la Tabla N° 3 , se presenta el balance del contenido metálico en cada muestra, más adelante estos resultados se llevan a gráficos simples Fig. ( N° 1 A, 1B y 2A,2B .)

En los gráficos, el ancho de las figuras significan el caudal de los ríos, relacionado con la cantidad de metales . Además , de la distribución de cada metal, se presenta los resultados de análisis de la solución y de los sólidos disueltos ; o sea, significa la cantidad de los metales disueltos en el agua del río y el contenido de metales en formas de sólidos en suspensión .

En los gráficos, se puede observar la contribución de contaminantes en muestras al lado de la mina y la presencia de estos contaminantes aguas abajo cerca de la ciudad de Bambamarca.

En la serie de A, A-1 , A-3 , correspondiente al agua de filtración de la cancha de relaves antigua y agua del río Tumbacucho a la que se descarga el agua de la cancha de relaves antigua de la mina Colquirrumi , tiene influencia en el incremento de la contaminación .

En la serie de (B) , la influencia del agua de rebose de la cancha de relaves de la Cía. San Nicolás , es mínima .

En general se observa que en gran medida la presencia de metales en solución en los rios estudiados provienen de la existencia de contaminación natural a lo largo del recorrido de los ríos y alguna influencia de las aguas de mina, especialmente en le caso del río Tumbacucho .

#### 4.4 MEDICIONES DE ACIDEZ DE AGUAS DE REBOSE DE LAS CANCHAS DE RELAVES

En las fotografías N° 41,42,43,44,45,46 y 47 se aprecia el estado de las canchas de relaves antiguas y nuevas , ubicadas en la quebrada del río Hualgayoc .

También en la Tabla N° 1 , se muestran los resultados de la medición de pH y sólidos en suspensión en áreas cercanas a la cancha de relaves de Colquirrumi y otras canchas de relave nuevas, complementados con esquemas ( Ver Fig. N° ).

En la Tabla N° 1 las mediciones 9 y 10 correspondiente al rebose de la cancha antigua de Colquirrumi presentan un pH de 2.3 a 3.0 respectivamente , esta agua se descarga al río Tumbacucho con un pH de 3.0 . Posteriormente al unirse el río Tumbacucho con el río Hualgayoc el pH sube a 5.2 , luego en el punto CUÑACALES ( A- 7 ) el pH sube a 7.5 después de recorrer una gran distancia el río Arrascorgue . En este lugar los valores de sólidos en suspensión tiene un valor de 40 , lectura que se obtiene al observar el fondo de una bureta de vidrio de 250 cc. en cuyo fondo se ha pegado un papel con una lectura referencial.

TABLA N° 1

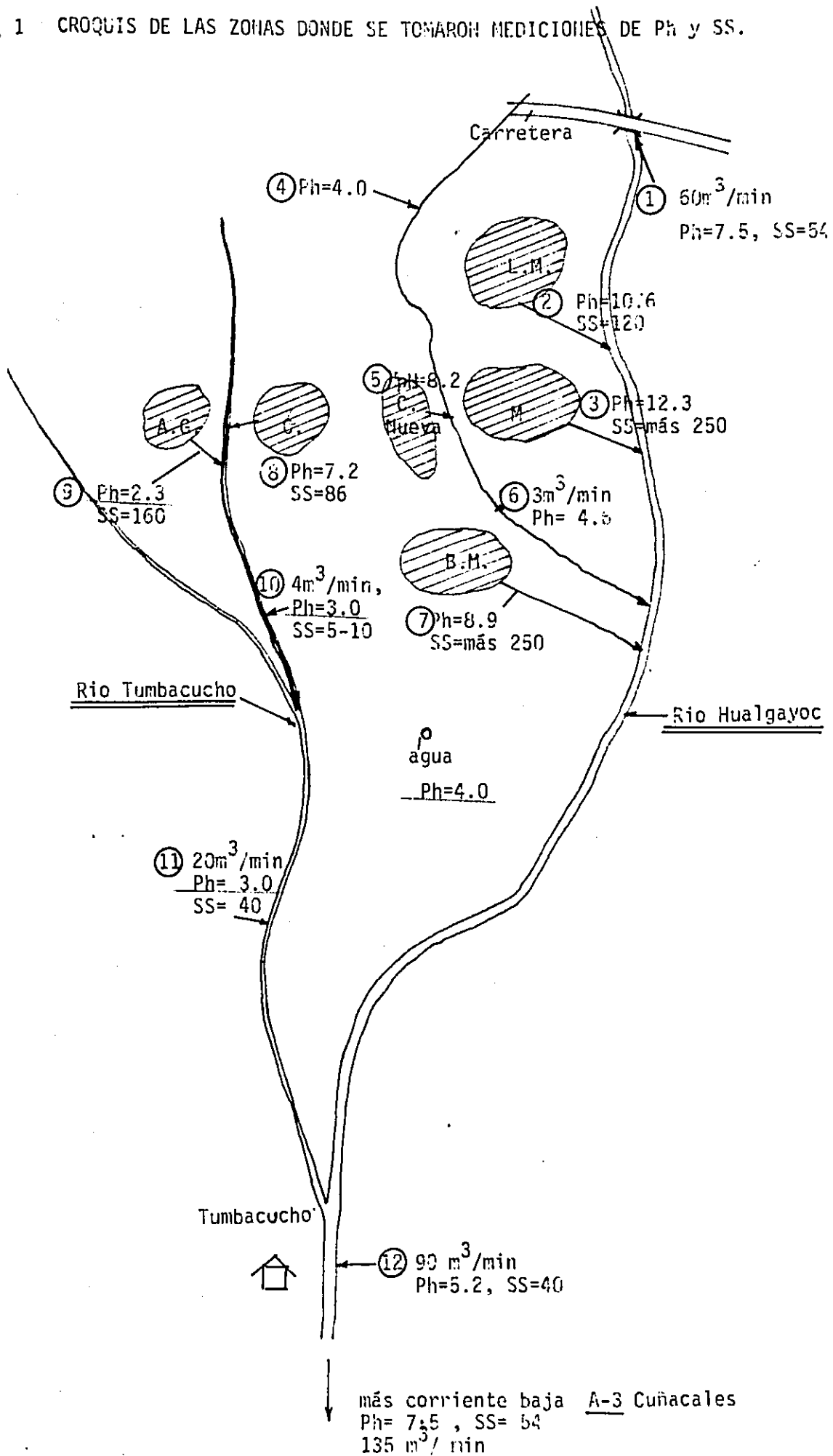
MEDICIONES DE ACIDEZ Y SOLIDOS EN SUSPENSION EN CAN-  
CHAS DE RELAVES

N°	COMPañIA	Caudal m <sup>3</sup> /min	pH	Sólidos en suspensión
1	Río Hualgayoc	58	7.5	54
2	Rebose de Cancha Los Mantos	-	10.6	120
3	Rebose de cancha Los Mantos	-	12.3	250
4	Agua de mina Colquirrumi (1)	-	4.0	250
5	Rebose cancha nueva Colquirru mi .	-	8.2	250
6	Entre muestras 4 y 5	3.0	4.6	250
7	Rebose cancha Banco Minero	-	8.4	250
8	Rebose de Cancha Colquirrumi	-	7.2	86
9	Rebose Cancha Antigua Colqui rrumi.	-	2.3	160
10	Agua de Mina Colquirrumi (2)	4.0	3.0	5 10
11	Río Tumbacucho	4.0	3.0	40
12	Río Arascorgue	90	5.2	40

NOTA :

SS representa la altura del agua de la bureta de vidrio , cuando la turbidez del agua permite ver claramente una lectura - de referencia colocada al fondo de la bureta .

Fig. 1 CROQUIS DE LAS ZONAS DONDE SE TOMARON MEDICIONES DE Ph y SS.





#### 4.5 EXAMEN PARA COLIBACILO

Para determinar el grado de contaminación por bacterias, tomamos algunas muestras de agua y probamos la existencia de COLIBACILO con el papel detector de colibacilos (COLITEP). Tabla N° 1 y Fig. N° 1 .

Las muestras fueron tomadas en dos puntos , cerca de la ciudad de Bambamarca y el agua del reservorio para consumo humano .

Después de mantener los papeles detectores de coli a una temperatura de 35° C durante 24 horas, los papeles dieron resultados que se anotan en la Tabla siguiente :

#### RESULTADOS DEL EXAMEN PARA DETECTAR COLIBACILOS

TABLA N°1

N°	Lugar de Muestreo	Dilución	Resultados
1	Río Maygasbamba A-2	1 : 1 a	± 2 débil s/s
2	Río Maygasbamba A-1	20 : 1 b	± 3 débil C/S
3	Agua para consumo " Tres Chorros "	1 : 1 b	± 1 débil S/S
4	Agua para consumo " Tres Chorros "	20 : 1 a	0 -----C/S
5	Agua para consumo " Tres Chorros "	1 : 1 a	± 2 débil S/S
6	Agua para consumo " Tres Chorros "	20 : 1 b	0 -----C/S
7	Reservorio de agua en Bambamarca (A-2)	1 : 1 a	± 6 ----S/S
8	" " "	1 : 1 b	0 -----C/S

N°	Lugar de Muestreo	Dilución	Resultados
9	A 200 m. del Puente Coriyama Río Llaucano ( A - 4 )	20 : 1	0 -----C/S
10	A 200 m. del Puente Coriyama Río Llaucano ( A - 4 )	1 : 1	$\pm$ 1 débil S/S
11	A 200 m. del Puente Coriyama Río Llaucano ( A - 4 )	20 : 1	$\pm$ 3 débil C/S
12	A 200 m. del Puente Coriyama Río Llaucano ( A - 4 )	1 : 1	$\pm$ 4 débil S/S

NOTA :

C/S = Con solución de sal sódica

S/S = Sin solución

De acuerdo a estos resultados , se opina que la contaminación por colibacilos es muy escasa. Sin embargo, se necesita probar con más papel cada muestra (más o menos 10 papeles ) para obtener un resultado más exacto . La razón es que el punto rojo que muestra la existencia de COLI estuvo muy débil .

Sólo aguas abajo del río Llaucano se encontró alguna contaminación, siendo necesario tomar muestras periódicamente para conocer con más exactitud el grado de contaminación . De otro lado no se puede concluir diciendo que no hay bacterias , es necesario muestrear mayor número de veces el río Maygasbamba a pesar de encontrar escasa contaminación, de igual manera en el reservorio ha mostrado alguna existencia de bacterias , ello depende de la contaminación proveniente de la ciudad de Huaygayoc y animales de la zona .



5. CONCLUSIONES

1. Para prevenir la contaminación de los ríos Llaucano y Maygasbamba que fluyen cerca de la ciudad de Bambamarca, es necesario observar con cuidado durante algún tiempo la cantidad de agua de los ríos en forma permanente . De otro lado , es conveniente que se forme un Comité constituido por representantes de las compañías mineras, de la ciudad de Bambamarca, del Ministerio de Energía y Minas y otros profesionales expertos que colaboren a la solución del problema, mediante estudios minuciosos y pueda recomendar más concretamente sobre esta zona .
2. Todas las plantas concentradoras que están operando en la zona como San Nicolás , Los Mantos , Montoya, Banco Minero y Colquirrumi , etc . no deben descargar directamente sus relaves al río ; especialmente cuando pararan sus plantas por algún motivo . Además , necesitan cuidar que las canchas de relaves estén bien protegidos y evitar su rebose en épocas de lluvia .
3. Las aguas de mina que se están descargando directamente en los ríos , se deben tratar con calcita , cal , etc . y luego pasar a pozas o lugar apropiado para su sedimentación, de esta manera el agua de rebose menos contaminada se puede descargar al río .
4. Actualmente las aguas de mina están fluyendo al río Tumbacucho , estas aguas se deben tratar de inmediato ya que el pH de este río es de 3 y descarga al río Arrascorgue

que tiene un pH de 7.5 ; por esta influencia el río Arrascorgue posteriormente presenta un pH de 5 . 2 .

5. Debe protegerse en forma especial todas las canchas de relaves antiguas, de manera que las arenas no contaminen el curso de los ríos .
  
6. Es necesario estudiar más profundamente la tecnología de tratamiento de aguas de mina y el estado de los ríos , a fin de que el control de la contaminación de los ríos sea más efectiva .
  
7. La investigación de colibacilo en muestras de agua, demostró que este tipo de contaminación es muy escasa. Sin embargo , en el futuro será necesario tomar mayor número de muestras y efectuar análisis periódicamente , para controlar la existencia de colibacilos especialmente en las aguas que utiliza la población de Bambamarca.

## 6.- RECOMENDACIONES

1. Las canchas de relaves antiguas han sido construidas en un plano inclinado muy abrupto cerca de los ríos Hualgayoc y Arrascorgue . Por esa razón , cuando llueve mucho se produce un rebose de las canchas que arrastran materiales al río Hualgayoc contaminándolo . Para evitar que ingrese agua a las canchas y eliminarlo rápidamente , se tiene que construir canales de captación en la parte superior de cada cancha y conducirlo directamente al río .
2. Las canchas de relaves antiguas y colmadas de las empresas Emilio Montoya Zambrano S.A. , Cía. Minera Los Mantos S.A. , Planta " Dorado " del Banco Minero del Perú y Cía. Minera Colquirrumi S.A. , deben ser provistos de defensas y constante control para prevenir los probables escapes o derrumbes especialmente en época de lluvias. De otro lado los canales abiertos de conducción de relaves , desde cada planta hasta las nuevas canchas deben ser reemplazadas por tuberías para evitar los escapes de relaves al río.
3. Para estabilizar las arenas de las canchas antiguas es necesario neutralizar la acidez existente con polvo de calcita y tierra ordinaria ; luego sembrar hierba, árboles y/o arbustos de la zona.
4. Para evitar la excesiva oxidación de piritas en las canchas de relave, que posteriormente van a incrementar

la contaminación , debe adicionarse calcita a los relaves nuevos para neutralización del depósito. Esta recomendación es para las canchas nuevas que están mejor diseñadas , no presentando problemas actualmente . Sin embargo para lograr un almacenamiento , es necesario clasificar las arenas por tamaño empleando ciclones hidráulicos .

5. En el distrito de Hualgayoc hay muchas aguas de mina que necesitan tratamiento por presentar alta acidez de un 2 . 5 - 3 . 3 pH con contenido de metal . En este caso lo ideal es tratar estas aguas con alkali, facilitar su precipitación y separar el fluido empleando pozas de sedimentación. Este tratamiento es perfecto pero es muy costoso y no se puede practicar de inmediato esta recomendación . Sin embargo recomendamos adicionar una capa de calcita en un tramo de 20 a 50 m, de esta manera el pH puede subir de 4.5 a 5 y neutralizar la acidez , precipitando el  $Fe^{3+}$  en la forma de  $Fe(OH)_3$ .
6. La contaminación por sólidos en suspensión no se puede mejorar en este momento. Para resolver ese problema se necesita un área muy amplia de sedimentación . En el futuro, cuando se inicie la construcción de la presa para la hidroeléctrica de este Distrito, este problema deberá solucionarse satisfactoriamente .
7. Los pobladores que viven cerca de las canchas de relaves de las Cías. Mineras utilizan el agua de la quebra

da que atraviezan las citadas canchas donde se midió un pH 4 . En este caso las Cías. Mineras deben tomar medidas para que los pobladores usen agua limpia proveniente de otro lugar.

8. El agua que utiliza la población de Bambamarca, pensamos que esta más o menos en óptimo estado , aunque necesita observarla por más tiempo esencialmente en lo que se refiere a la presencia de colibacilos y tratarla con pequeñas cantidades de cloro para mayor seguridad . También la existencia de una pequeña cantidad de Pb en la zona de 3 Chorros se necesitaría tomar muestras de análisis nuevamente .
9. El agua del río Llaucano aguas abajo de la ciudad de Bambamarca es mejor no tomarla directamente , por que contiene algunas bacterias positivas .

TAR/JSA/lat



7. APENDICE

1. ESTADO DE OPERACION DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE MINERAL
2. ESTADO DE LAS CANCHAS DE RELAVE
3. ALGUNAS REFERENCIAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA.
4. COMPARACION DE LA LEY GENERAL DE AGUAS PERUANA Y JAPONESA . ESTANDARES PARA DESCARGAS DE AGUA .
5. FOTOS DE LA ZONA VISITADA

1. ESTADO DE OPERACION EN LAS PLANTAS DE TRATA -  
MIENTO DE MINERAL

Planta Visitadas :

1.1.	Colquirrumi	220 t/d	(Pb, Zn, Ag)
1.2.	San Nicolás (Santolalla S. A.)	120 t/d	(Cu, Ag)
1.3.	Negociación Montoya	100 t/d	(Pb, Zn, Ag)
1.4.	Los Mantos	160 t/d	(Pb, Zn, Ag, Cu)
1.5.	Banco Minero	150 t/d	(Cu, Pb, Zn, Ag)

1.1. COLQUIRRUMI

220 t/d (Pb, Zn, Ag)

La Compañía Minera Colquirrumi S. A. esta produciendo -  
concentrados de Pb , Zn y concentrado bulk de Pb y Zn .

En la Planta Colquirrumi los minerales tratados son produ-  
cidos por 10 minas afiliadas.

La siguiente tabla nos muestra la distribución del personal:

TABLA N° 1

	Empleados	Obreros	Staff	Total
Planta	5	50	2	57
Mina	4	84	9	97
Superficie		62		62
Total		205	11	216
Contratados		55		55

En el momento de la visita, los minerales tratados fueron  
los siguientes :

( Ver tabla N° 2 )

//..

TABLA N° 2

% DE PRODUCCION DE MINAS

	Distribución	Cu	Pb	Zn	Ag
<u>1 er. Tratamiento</u>					
Mineral San Agustín	25%	2%	2.8%	8%	3 oz/t
Mineral Pozos Ricos	60%	-	3.5%	9%	6 oz/t
Mineral Mansita	15%	2%	1 %	8%	-
<u>2do. Tratamiento</u>					
Mineral Perené	17%	5%	0.3%	4%	5-6 oz/t
Mineral Lola	83%		3%	5%	2 oz / t

De acuerdo a los resultados durante el año 1980 esta Compañía ha producido lo siguiente

(Ver Tabla N° 3)

El flowsheet de la planta (Ver Fig. N° 1) se observa la lama del mineral , flotando concentrados de bulk y zinc y desde la arena del mineral los concentrados Pb y Zn.

MINERAL BENEFICIADO

	MES		T. M. S.	AÑO	
	T. M. H.	MES		T. M. H.	T. M. S.
Mineral Beneficiado San Agustín	278.000		256.789	5,075.000	4,647.621
Mineral Beneficiado Lola	659.000		608.718	7,656.000	7,048.336
Mineral Beneficiado Carassai	126.000		116.386	1,047.000	964.905
Mineral Beneficiado Pozos Ricos	910.000		840.567	11,835.000	10,854.000
Mineral Beneficiado Tajo Abierto	2,025.000		1,870.493	32,605.000	29,971.326
Mineral Beneficiado Tajo Porcia	-		-	1,337.000	1,228.730
Mineral Beneficiado Porcia	340.000		314.058	7,842.000	7,190.016
Mineral Beneficiado Perené	1,902.000		1,756.877	3,201.000	2,945.039
Mineral Beneficiado Firense	-		-	5.000	4.611
Mineral Beneficiado Mansita	176.000		162.571	4,886.000	4,454.430
TOTAL.....	6,416.000		5,926.459	75,489.000	69,309.407

BALANCE METALURGICO MES DE DICIEMBRE DE 1980

	T. M. S.	% Pb.	% Zn.	% Cu.	Gr/Ag.	TMS Pb.	TMS Zn.	TMS Cu.	Kgs/Ag.	R. Pb.	R. Zn.	R. Cu.	R. Ag.
Cabeza	5,926.459	2.05	4.90	0.12	141	121.400	290.291	6.976	832.996	100.000	100.00	100.00	100.00
Conc. Bulk	247.849	31.62	24.70	1.61	1,694	78.370	61.219	3.990	419.856	64.55	21.09	57.09	50.40
Conc. Zn.	264.407	2.35	52.44	0.31	252	6.214	138.655	0.820	66.631	5.12	47.76	11.75	8.00
Relave	5,414.203	0.68	1.67	0.04	64	36.816	90.417	2.166	346.509	30.33	31.15	31.05	41.60

BALANCE METALURGICO ACUMULADO 1980

	T . M . S . .	% Pb.	% Zn.	Gr/Ag.	T.M.S.Pb.	T.M.S. Zn.	Kgs / Ag.	R. Pb.	R. Zn.	R. Ag.
Cabezas	69,309.407	2.99	7.77	88	2,074.852	5,383.509	6,122.283	100.00	100.00	100.00
Conc. Bulk	399.136	32.84	22.47	1,716	131.078	89.676	684.760	6.32	1.66	11.18
Conc. Pb.	2,348.498	55.86	9.19	976	1,311.942	215.841	2,292.489	63.23	4.01	37.45
Conc. Zn.	7,136.529	2.58	53.38	122	183.948	3,809.775	872.140	8.86	70.77	14.25
Relave	59,425.244	0.75	2.13	38	447.884	1,268.217	2,272.894	21.59	23.56	37.12

1.2. SAN NICOLAS (100 t/d, Cu, Ag)

La Cía. San Nicolás S. A. tiene seis minas : Socavón Totora, Tres Mosqueteros, Socavón Don Eloy, Socavón Tingo, Peces Tajo Abierto y Socavón María Luz. También , algunos minerales están siendo comprados de otras minas , tales como : Mina Incógnita, Mina Cleopatra, y Mina Gaditama , etc .

El número de personas que trabajan en esta Cía. figura en la siguiente Tabla :

TABLA N° 1

	N° Empleados	N° Obreros
Staff	2	
Mina	2	60
Planta	2	48
Oficina	3	2
Sub- Total	9	110
TOTAL .....		119

En diciembre de 1980 , los minerales desde el Socavón Don Eloy , Tres Mosqueteros y Socavón Tingo se habían tratado de acuerdo a la Tabla N° 2 . El mineral de Cu es principalmente Enargita .

TABLA N° 2

Minerales	Peso/mes	Leyes		Recuperación	
		Cu %	Ag kg/t	Cu	Ag
(Socavón Don Eloy )					
Cabeza	1,418	1.15	0.136	100.0	100.0
Concentrado	55	21.25	2.207	71.99	63.22
Relave	1,363	0.34	0.045	28.01	36.78
(Socavón Tingo)					
Cabeza	472	4.51	0.193	100.0	100.0
Concentrado	106	17.71	0.595	88.64	69.59
Relave	366	0.67	0.080	11.36	100.0
(Tres Mosqueteros )					
Cabeza	582	3.92		100.0	
Concentrado	59	36.01		92.98	
Relave	523	0.31		7.02	
(Total )					
Cabeza	2,473	2.44	0.115	100.0	100.0
Concentrado	221	23.48	0.840	85.79	65.27
Relave	2,252	0.39	0.044	14.21	34.73



1.3. NEGOCIACION MONTOYA

100 t/d (Pb,Zn,Ag)

Desde 1895 viene trabajando esta mina, contando actualmente con 134 personas , los cuales están distribuidos de la siguiente manera :

TABLA N° 1

	N° de Empleados	N° de Obreros
Staff	4	
Mina	1	66
Planta	3	48
Administración	4	8
Sub-total	12	122
<b>TOTAL</b>	<b>134</b>	

Hace 5 años se construyó una planta nueva , mensualmente procesan 2,800 TM de mineral tratado , el cual contiene mucho silicato y además es muy duro.

El resultado del tratamiento de esta planta se muestra en la Tabla N° 2 .

TABLA N° 2

RESULTADOS DE MINA MONTOYA

	Peso/mes	Leyes			Recuperación %		
		Pb%	Zn%	Ag <sup>oz/t</sup>	Pb	Zn	Ag
Cabeza	2,500	1.8	3.5	15	100.0	100.0	100.0
Concentrado Pb	123	30.0	8.0	200	82.0	11.3	65.6
Concentrado Zn	116	1.9	52.0	17	4.9	69.0	5.3
Relave	2,261	0.26	0.76	4.83	13.1	19.7	29.1

#### 1.4. LOS MANTOS

(160 t/d , Cu, Pb,Zn)

La planta de la Cía. Los Mantos S. A. se llama "Centinela ". En diciembre de 1980 esta planta trató el mineral de cobre de " Fatima " y el mineral de plomo-zinc de " Mercedes ". Sólo durante los meses de verano se trata el mineral de " Mercedes " , pero no así el mineral de " El Dorado " , que tiene como 3 <sup>oz</sup>/t de Ag, 2% Cu, 2.5 % Pb y 0.70 % Zn. El mineral tratado contiene , chalcopirita , galena, zinc , blenda y plata . En esta planta el número de trabajadores de un total de 56 personas (Empleados 2 y obreros 54 ) .

El mineral en cada mina se trata separadamente y estos resultados se muestran en la Tabla N° 1 (diciembre 1980 ) .

RESULTADOS DE LA PLANTA DE LA MINA "LOS MANTOS"

	Peso/ mes	L e y e s				R e c u p e r a c i ó n %			
		oz/ Ag <sup>t</sup>	Pb	Cu	Zn	Ag	Pb	Cu	Zn
(Mineral Cobre de Fatima)									
Cabeza	2191.0	3.2	0.85	1.81	2.56	100.0	100.0	100.0	100.0
Concentrado Cu	136.2	21.9	3.58	19.52	6.08	42.56	26.18	67.03	14.76
Concentrado Ag	25.4	24.3	35.65	10.12	7.28	8.85	48.75	6.50	3.31
Concentrado Zn	46.0	2.7	2.60	1.22	46.46	1.78	6.43	1.41	38.09
Relave	1983.4	1.65	0.18	0.50	1.24	46.81	18.64	25.06	43.84
(Mineral plomo-zinc de "Mercedes")									
Cabeza	249.0	1.6	2.28	0.44	4.06	100.00	100.00	100.00	100.00
Concentrado Pb	12.5	12.5	42.18	6.19	5.97	38.31	92.94	70.53	7.37
Concentrado Zn	6.3	4.2	2.32	1.15	47.49	6.62	2.59	6.66	30.08
Relave	230.2	1.00	0.11	0.11	2.75	55.07	4.47	22.81	62.55
Total									
Cabeza	2440.0	3.0	1.00	1.67	2.71	100.00	100.00	100.00	100.00
Concentrado Cu	136.2	21.9	3.58	19.52	6.08	40.23	20.07	65.23	12.51
Concentrado Ag	25.5	24.3	35.65	10.12	7.28	8.39	37.38	6.33	2.80
Concentrado Zn	52.3	2.9	2.57	1.21	46.64	2.04	5.53	1.56	36.86
Concentrado Pb	12.5	12.8	42.18	6.19	5.97	2.10	21.68	1.90	1.13
Relave	2213.5	1.58	0.17	0.46	1.40	47.26	15.34	24.98	46.70

### 1.5. BANCO MINERO

(Planta "Dorado " ) 150 t/d

Esta planta se construyó para ayudar a las pequeñas minas en el tratamiento de sus minerales. Por tal motivo el Banco Minero no tiene ninguna mina sólo opera tratando minerales .

En 1979 esta planta trató minerales de las siguientes Compañía mineras :

TABLA N° 1

Compañías	Minas	TMS	%
Cía. Minera San Nicolás	Morococha (Pb, Zn, Cu)	5,526.5	26
Bella Unión Minas S. A.	P. V. 6 (Cu)	5,820.0	28
Luis Zárate Bringas	Los Negros (Ag)	3,487.9	17
Cía. Minera Santa Rita	Sátelite (Cu)	927.3	4
S. M. R. L. Sta. Martha Cajamarca	Santa Martha (Pb, Zn)	1,606.3	8
Tecnominas SRL	Cañon (Pb, Zn)	1,457.3	7
Cía. Minera Imasilsa	Morococha (Pb, Zn, Cu)	2,060.0	10
Total		20,885.4	100

Los trabajadores de esta planta suman un número de 64 ( empleados 12 , obreros 52 ).

Los resultados del tratamiento de minerales se resumen en la Tabla N° 2 ( Año 1979 )

En diciembre de 1980 se trataron minerales de cobre de la Mina " Satelite " y " Tres Amigos " y el mineral de plomo y zinc de la Mina " Cañon " .

Los resultados se muestran en la Tabla N° 3 los cuales esta ban en procesamiento durante la visita realizada a dicha mina .

( Ver Tabla N° 2 y N° 3 )

RESULTADOS DE PLANTA "DORADO "

52.

TABLA N° 2

Año 1979

	Peso TMS	L e y e s				R e c u p e r a c i ó n %				Día de Operación
		Ag <sup>kg/</sup> TM	Cu %	Pb %	Zn %	Ag	Cu	Pb	Zn	
Minera San Nicolás ; Morococha )										
abeza	5,526.5	0.390	1.48	3.10	8.39	100.0	100.0	100.0	100.0	
onc. Cu	545.4	1.272	12.20	3.40	16.00	32.19	65.43	10.82	17.76	
onc. Pb	138.0	6.208	2.80	63.20	5.80	39.75	3.80	50.91	1.63	67
onc. Zn	677.1	0.544	2.08	6.30	44.00	17.09	13.85	24.90	60.64	
elave	4,166.0	0.057	0.41	0.55	2.35	10.99	16.92	13.39	19.97	
Minas S.A. Punto Victoria Seis)										
abeza	5,820.0	0.167	1.73			100.0	100.0			
onc. Cu	396.5	1.611	20.67			65.72	81.40			65
elave	5,423.5	0.051	0.35			34.28	18.60			
Zárate Bringas ; Los Negros )										
abeza	3,487.9	0.276		1.40		100.0		100.0		
onc. Pb	166.6	4.294		20.60		67.30		67.81		32
elave	3,321.3	0.074		0.44		32.70		32.19		
Minera Santa Rita ; Satélite)										
abeza	927.3	0.089	2.64			100.0	100.0			
onc. Cu	79.6	0.713	23.92			69.05	77.82			10
elave	847.7	0.030	0.64			30.95	22.18			
N.R.L. Santa Marta de Cajamarca ; Santa María )										
abeza	1,606.3	0.116		4.50	8.70	100.0		100.0	100.0	
onc. Pb.	105.6	0.929		54.20	7.80	52.65		79.18	6.30	27
onc. Zn.	198.4	0.090		1.00	52.00	9.58		2.74	78.91	
elave	1,302.3	0.054		1.00	1.48	37.77		18.08	14.79	
Econominas SRL ; Cañon )										
abeza	1,457.2	0.041		3.80	12.60	100.0		100.0	100.0	
onc. Pb	76.1	0.391		62.40	8.00	50.72		85.81	3.32	
onc. Zn	316.9	0.046		1.40	50.00	24.40		8.01	86.29	20
elave	1,064.2	0.013		0.32	1.79	24.88		6.18	10.39	

Continua .....

	Peso TM 8	L e y e s				R e c u p e r a c i ó n %				Día de O- peración
		Ag <sup>kg/TM</sup>	Cu%	Pb %	Zn %	Ag	Cu	Pb	Zn	
a) Minera Imasilsa ; Morococha )										
beza	2,060.0	0.266	1.80	3.50	9.00	100.0	100.0	100.0	100.0	
nc. Cu	147.0	0.963	15.52	4.60	12.00	25.83	61.51	9.37	9.51	
nc. Pb	107.1	3.076	3.93	52.60	9.00	60.14	11.35	78.16	5.20	27
nc. Zn	336.1	0.174	2.08	1.40	44.00	10.67	18.85	6.52	79.76	
lave	1,469.8	0.012	0.21	0.29	0.79	3.36	8.29	5.95	5.53	
Total en 1979 )										
beza	20,885.3	0.238	1.26	2.01	4.79	100.0	100.0	100.0	100.0	
nc. Cu	1,168.4	1.310	16.29	2.16	8.98	30.79	72.33	6.01	10.49	
nc. Pb	426.9	3.080	1.89	58.17	7.49	26.45	3.06	59.15	3.19	24
nc. Zn	1,528.5	0.300	1.38	3.52	46.28	9.22	8.01	12.82	70.71	
nc. Pb	166.5	4.294	-	20.60	-	14.39	-	8.17	-	
lave	17,595.0	0.054	0.25	0.33	0.89	19.14	16.59	13.85	15.61	



TABLA N° 3

## RESULTADO DE LA PLANTA "DORADO" EN EL DIA DE NUESTRA VISITA

Peso	L e y e s				R e c u p e r a c i ó n %				Día de Operación	
	Ag	Cu	Pb	Zn	Ag	Cu	Pb	Zn		
Sociedad M. Carl. ; Satélite )										
abeza	780.1	1.82				100.0				
onc. Cu.	50.1	21.65				76.50				9
elave	730.0	0.46				23.50				
Luis Hernández ; Los Tres Amigos)										
abeza	417.7	2.07				100.0				
onc. Cu.	35.0	18.81				76.18				7
elave	382.7	0.54				23.82				
Tecnominas SRL ; Cañon)										
abeza	635.8		2.48	7.27			100.0	100.0		
onc. Pb	22.3		57.95	9.49			82.84	4.59		
onc. Zn	71.4		0.74	46.86			3.39	72.41		11
elave	542.0		0.39	1.96			13.77	23.02		
Un ejemplo del resultado tratado (Día de nuestra visita ) (Lows)										
abeza	100.0	0.290	1.20	5.50	11.00	100.0	100.0	100.0	100.0	
onc. Pb	6.79	2.200	3.00	60.00	5.00	51.52	16.98	74.11	3.09	
onc. Cu	2.70	1.330	20.00	3.00	15.00	12.38	45.00	1.47	3.68	
onc. Zn	16.63	0.200	1.50	3.50	50.00	11.48	20.79	10.58	75.60	
elave	68.91	0.104	0.30	1.11	2.82	24.62	17.23	13.83	17.63	

## 2. ESTADO DE LAS CANCHAS DE RELAVE

Las plantas concentradoras ubicadas en la quebrada de la "M" y Hualgayoc , de acuerdo a la información de la Tabla 2 - 1 , aproximadamente producen 165,000 ton. por año. (Ver PLANOS N° 6,7,8,9 y 10 )

Cada planta tiene su propia cancha de relaves como se muestra (Fotos N°40,41,42,43,44,45), pero por estar colmadas, últimamente han construido nuevas canchas de relaves cerca del Distrito de Colquirrumi (Fotos N°46,47,48,51,52,53 y 54).

No obstante haber sido abandonadas, las antiguas canchas de relaves están produciendo filtraciones de agua ácida con un pH 2.5 a 3 , por la oxidación de los sulfuros del metal, principalmente pirita.. etc . A ello se agrega - que cerca de las canchas de relaves están pasando algunas aguas de mina que contienen metales y presentan p H ácido.

Las aguas de rebose de las canchas de relave se encontraron alcalinas, pero el agua en los riachuelos es ácida con un pH 3. , pero aguas abajo del río Arrascorgue se encontró un pH de 5.2 , debido a la existencia de roca calcita en ese Distrito, siendo esta la razón principal del amento del pH .

En la Foto N° 56,57 , se muestra la cancha de relaves de la Cía. Minera San Nicolás

TOTAL DE RELAVES PRODUCIDOS EN EL DISTRITO DE HUALGAYOC AÑO 1980

E M P R E S A	Capaci dad Pl.	Tn/año	LEYES DE RELAVE				OBSERVACIONES
			Ag	Cu	Pb	Zn	
Neg. Minera Montoya Zambrano	100 Tn/día	27,132	4.83 onz/Tn.	-	0.26 %	0.76 %	1980
Cía. Minera Los Man tos.	150 Tn/día	26,562	1.58 onz/Tn.	0.46%	0.17 %	1.4 %	1980
Banco Minero del Pe rú.	150 Tn/día	17,595	1.9 onz/Tn.	0.28 %	0.33 %	0.89 %	1979
Cía. Minera Colqui - rrumi S.A.	220 Tn/día	64,970	1.67 onz/Tn.	0.04 %	0.68 %	1.67 %	1980
Cía. Minera San Ni - colás S.A.	100 Tn/día	27,024	1.15 onz/Tn.	0.39 %	-	-	1980 Contiene Arsé- nico
TOTAL :			163,283 Tn.				

3. ALGUNAS REFERENCIAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUA.

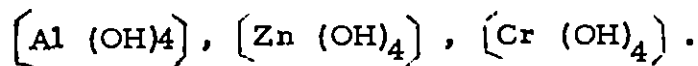
En el futuro será necesario tratar en forma más apropiada el agua de mina. En este momento podemos decir como referencias lo siguiente :

RELACION ENTRE LA PRECIPITACION DE METALES Y ACIDEZ .

La relación entre la precipitación de metales y su pH se muestran en las Fig. N° 3.1 y 3.2 . En la Fig. N° 3.1 se puede observar la concentración de cada mineral en solución de variados pH . Por ejemplo , cuando tomamos la concentración de  $10^{-5}\text{mol/l}$  esta cantidad considerada llegará en el siguiente pH para cada metal :

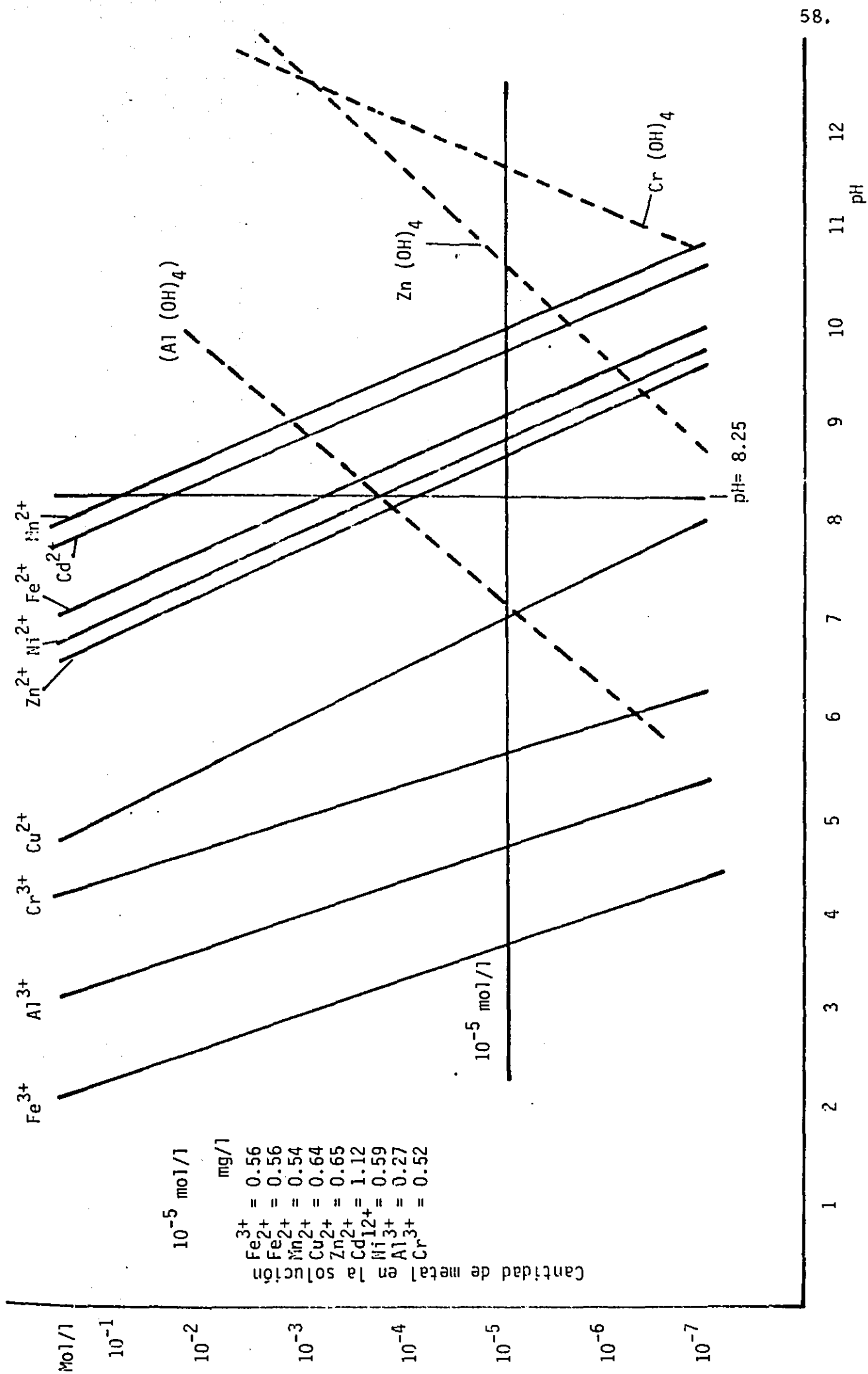
$\text{Fe}^{3+}$  - 3.7 ,  $\text{Al}^{3+}$  - 4.7 ,  $\text{Cr}^{3+}$  - 5.6 ,  $\text{Cu}^{2+}$  - 7.0 ,  
 $\text{Zn}^{2+}$  - 8.7 ,  $\text{Ni}^{2+}$  - 8.8 ,  $\text{Fe}^{2+}$  - 9.1 ,  $\text{Cd}^{2+}$  - 9.75 ,  
 $\text{Mn}^{2+}$  - 10.0 .....etc.

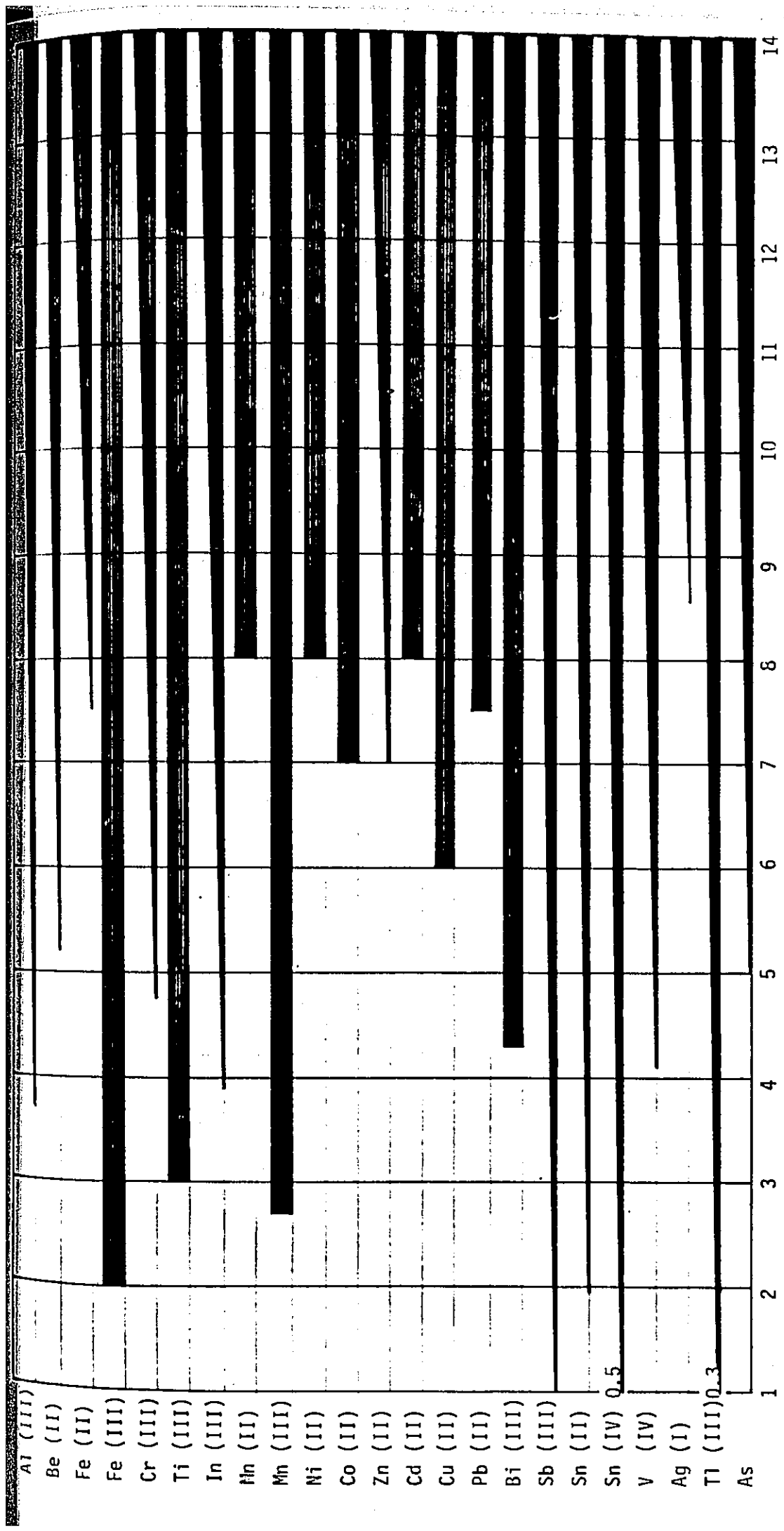
En los casos del Al, Zn, Cr, sus precipitaciones están relacionados con un pH alto en las formas de :



En la Fig. N° 3.2 se muestra el valor del pH al empezar y al terminar la precipitación del metal comple-

Fig. 3.1 Relación de la solubilidad del ión metálico y el pH.





Nota.- El valor del pH al empezar la precipitación y al terminar en la solución de 0.01 N.

Fig. 3.2 - La Relación de la Solubilidad del ION Metálico y el pH

tamente . Si usamos polvo de calcita para neutralizar la solución ácida que contiene varios metales , el pH de la solución llegará a 4.5 a 5 . En este caso el  $Fe^{3+}$  y  $Al^{3+}$  se pueden remover en este proceso , pero otros metales como el  $Cu^{2+}$  , el  $Zn^{2+}$  y  $Fe^{2+}$  , etc. no pueden precipitarse más . Mediante el uso de cal u otro alcalí, se puede elevar el pH de la solución y remover estos metales.

#### PARA DISMINUIR EL VOLUMEN DE SEDIMENTACION

Después de la neutralización el almacenamiento del volumen de sedimentación , por su magnitud será un gran problema . El material principalmente está constituido de hidróxidos de metales como  $Fe(OH)_3$  ,  $Fe(OH)_2$  ,  $Cu(OH)_2$  ,  $Zn(OH)_2$  etc. , los sulfatos como  $CaSO_4$  etc. y otros materiales como reactivo de no-acción como la cal , calcita etc.

Para controlar el volumen de sedimentación , tenemos que considerar los siguientes casos :

Cuando es agua de mina generalmente contiene mucho  $Fe^{+2}$  ,  $Fe^{+3}$  o  $SO_4^{--}$  etc. En este caso el método de sedimentación de estos iones tienen que ser estudiados para su control respectivo.

En la Fig. N° 3.3 tenemos un ejemplo del volumen de sedimentación de  $Fe(OH)_2$  ,  $Fe(OH)_3$  etc .

En este caso el volumen de  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  es menos pequeño que el de  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ . También cuando el radio (relación) de  $\text{Fe}^{+2} : \text{Fe}^{+3}$  es decir de 2 : 1, en alguna condición especial a parte de su precipitación produce un material parecido a la magnetita. En este caso, la velocidad de sedimentación es muy rápida y su volumen de sedimentación es muy pequeña.

También, como se observa en la Fig. N° 3.5 en la solución  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , por el tipo de alcalí los volúmenes de sedimentación se diferencian mucho.

En un orden de menos cantidad está el  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$ , en el caso del  $\text{CaCO}_3$  su volumen es muy pequeño. Por esta razón se recomienda el uso de polvo de calcita.

En el caso de la neutralización del fierro se conoce el método de tratamiento en dos etapas, primero el tratamiento con  $\text{CaCO}_3$  desde un pH 5.3 y luego empleando  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  desde un pH de 6.7. Este método es mejor que el de una etapa con  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  con un pH 6.7, como se puede apreciar en la fig N° 3.4.

De estos resultados recomendados el método de tratamiento en dos etapas con  $\text{CaCO}_3$  y  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Como se conocen estos datos, es importante ver en el tratamiento del agua de mina la economía del tratamiento, ya que cada método es diferente y se tendrá que escoger con cuidado el método más apropiado.



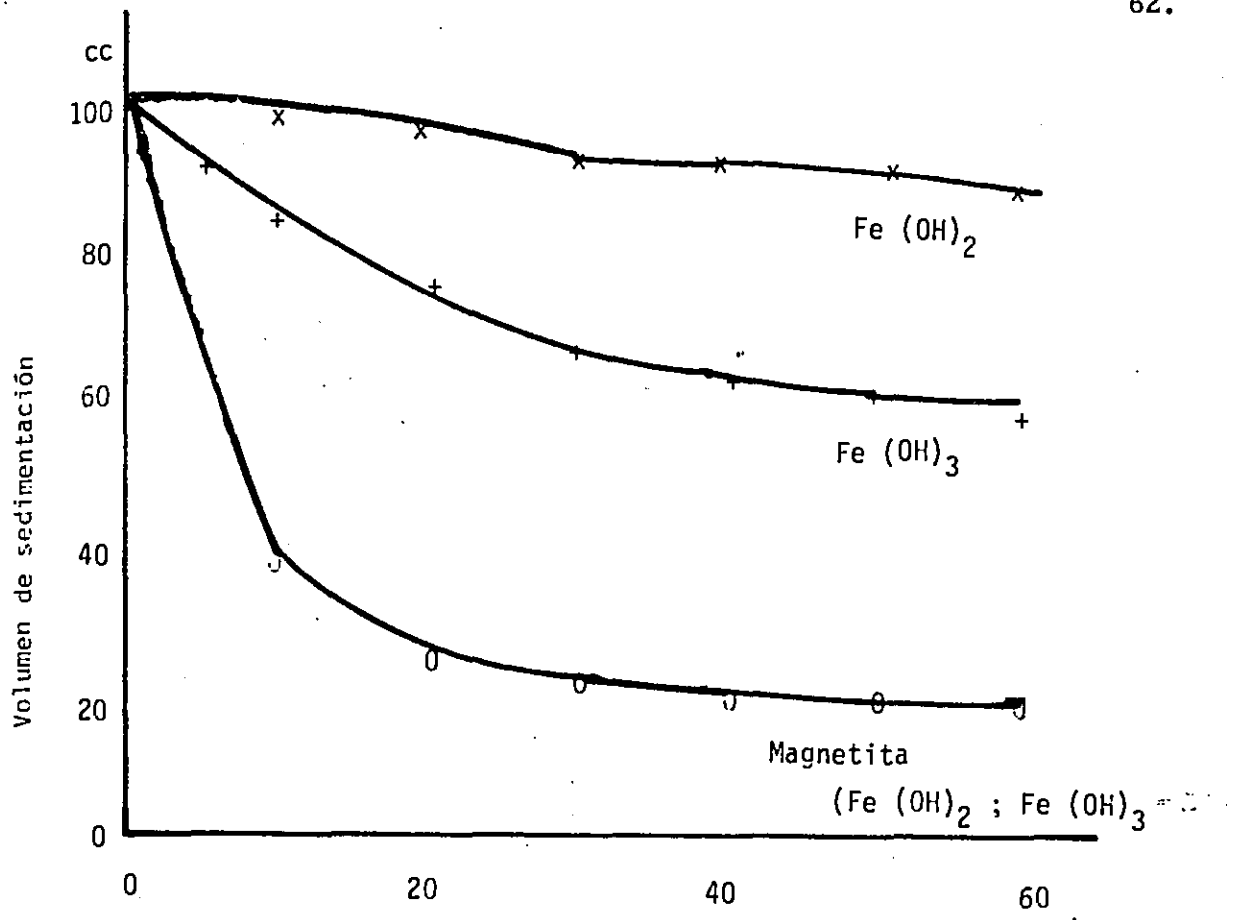


Fig. 3.3- Característica de sedimentación de  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  y magnetita

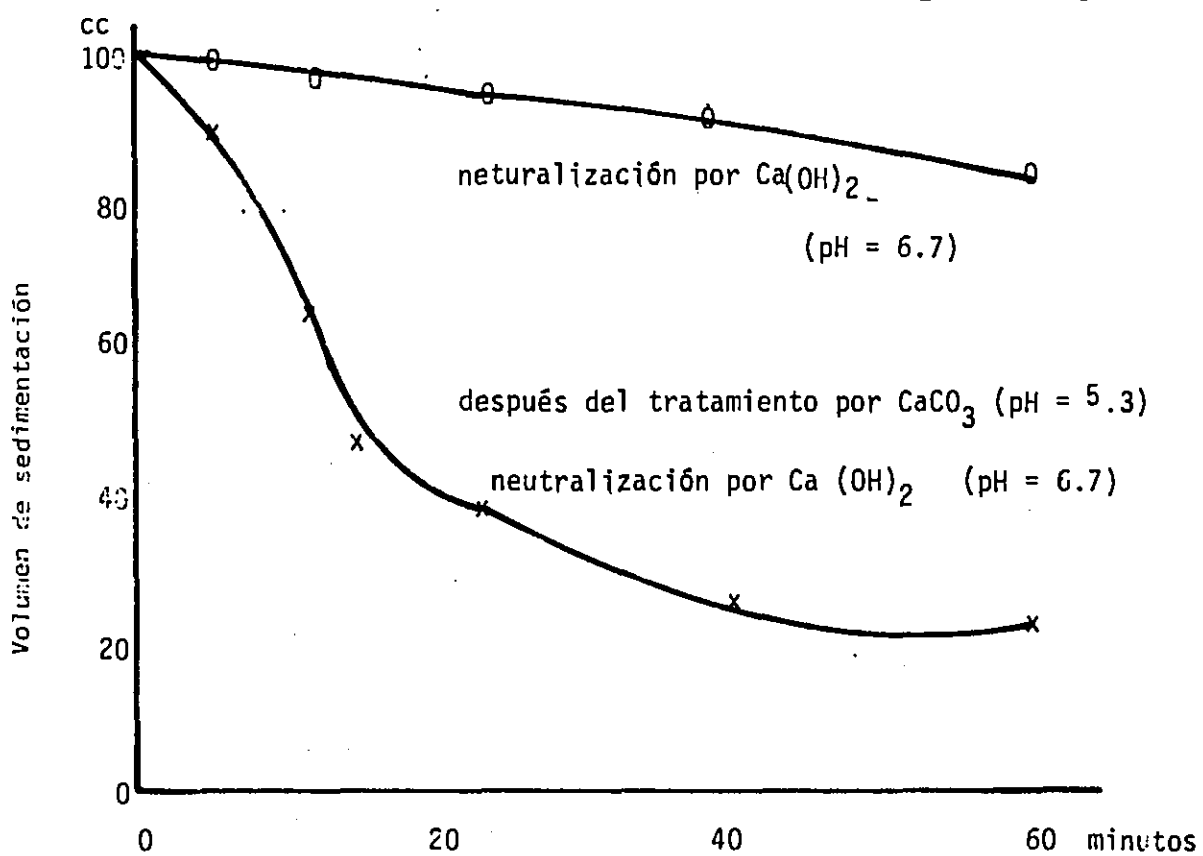


Fig. 3.4- Influencia del pre-tratamiento de  $\text{CaCO}_3$  sobre la característica de sedimentación de precipitación por neutralización de cal en el agua de mina A.

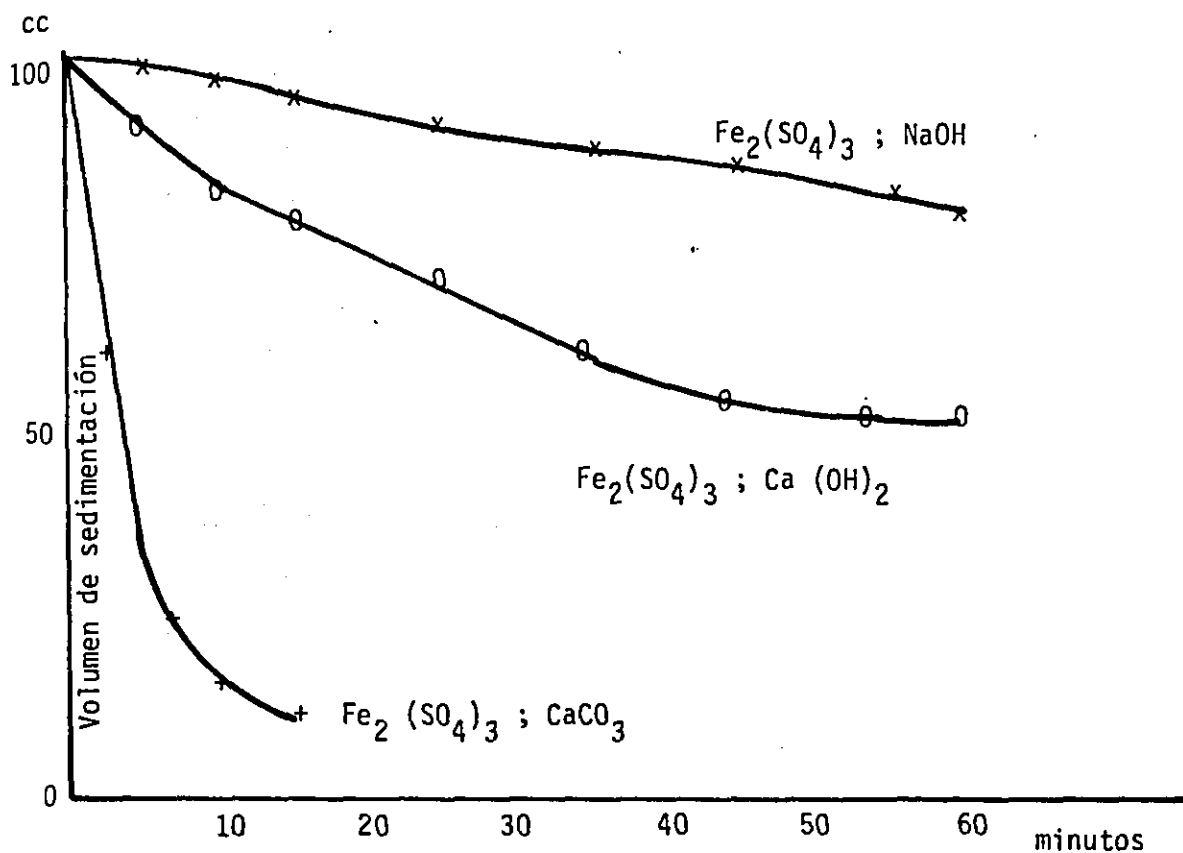


Fig. 3.5 - La característica de sedimentación de la precipitación producida por la neutralización de CaCO<sub>3</sub>.

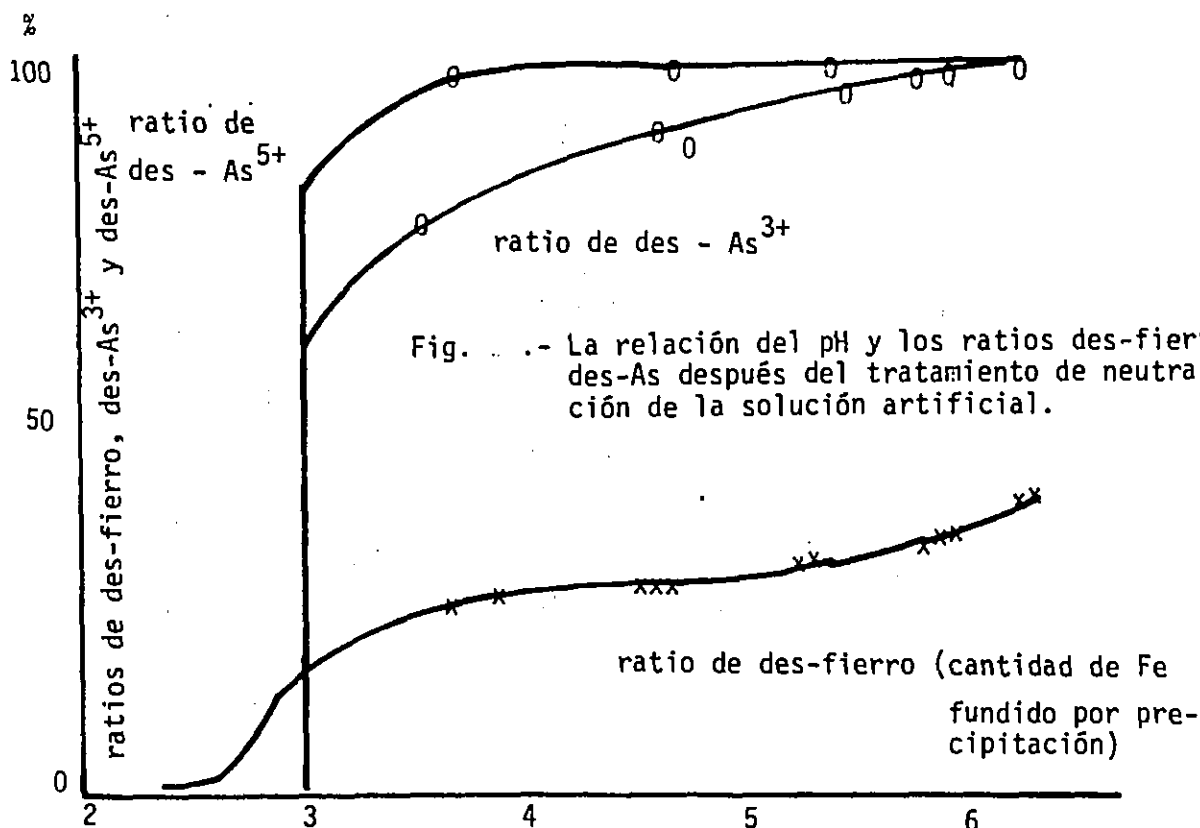


Fig. ... - La relación del pH y los ratios des-ferro y des-As después del tratamiento de neutralización de la solución artificial.

Fig.3.6 pH de solución después de la neutralización

Nota: la solución antes de la neutralización: pH : 1.9 - 2.1 ; Fe: 605 - 612 mg/l  
 $Fe^{3+} / Fe^{2+} + Fe^{3+} = 29-30 \%$  ; As<sup>3+</sup> : 3.56-3.70 mg/l ; As<sup>5+</sup> : 3.50 mg/l

## SOBRE EL TRATAMIENTO DEL CONTENIDO DE ARSENICO EN AGUA

El arsénico presente en el agua de mina, proviene de la arsenita  $Cu_3 (As, Sb) S_4$ .

Es el caso del agua de mina de San Nicolás, que contiene algo de Arsénico y otros metales. Para remover el arsénico del agua de mina, el método común usado, es utilizar la coprecipitación con ión hierro. Como se observa en la Fig. N° 3.6, se puede remover el arsénico encima del pH 3 casi perfectamente. Recomendamos este método para remover el arsénico.

## OXIDACION DE LOS MINERALES EN LAS CANCHAS

La oxidación de los minerales que contienen las arenas en las canchas de relaves, es muy complicada, ello se puede ver en las fórmulas siguientes:

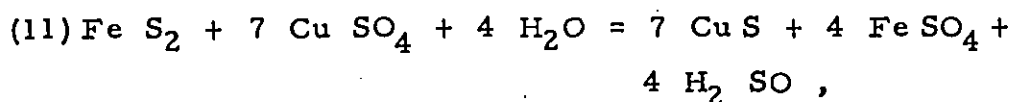
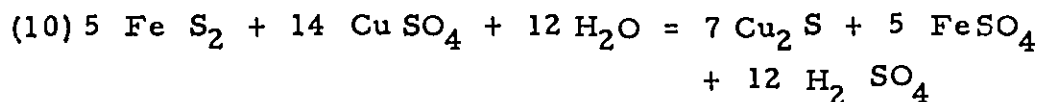
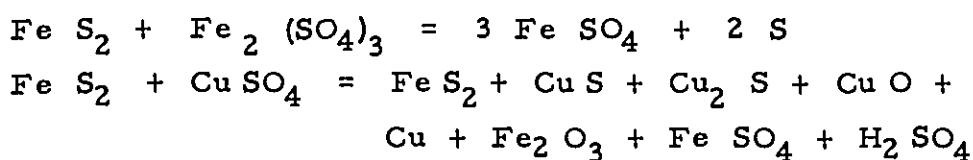
En el caso de la pirita:

- (1)  $FeS_2 + H_2O + 7O = FeSO_4 + H_2SO_4$
- (2)  $2FeSO_4 + O + H_2O = 2Fe(OH)SO_4$
- (3)  $6FeSO_4 + 3O + H_2O = 2Fe_2(SO_4)_3 + 2Fe(OH)_3$
- (4)  $2FeSO_4 + H_2O + O = 2Fe(OH)SO_4$
- (5)  $Fe(OH)SO_4 + 2H_2O \rightleftharpoons Fe(OH)_3 + H_2SO_4$
- (6)  $Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O \rightleftharpoons 2Fe(OH)_3 + 3H_2SO_4$

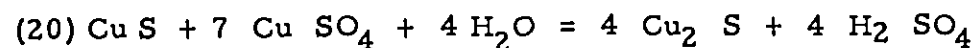
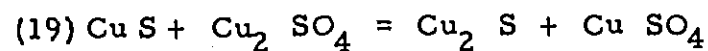
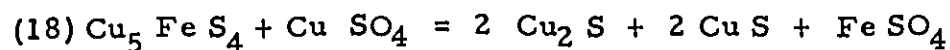
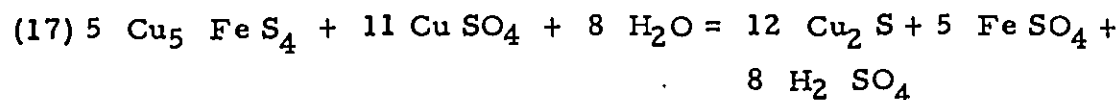
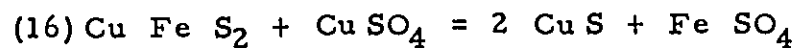
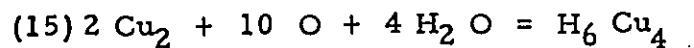
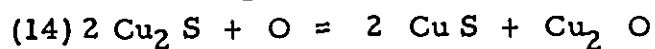
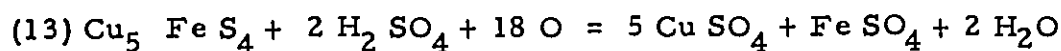
Después de estas reacciones, la pirita cambia a hidróxido de hierro (  $\text{Fe} (\text{OH})_3$  ) .

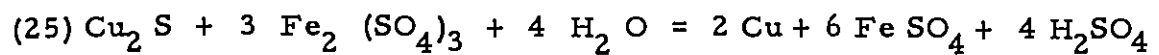
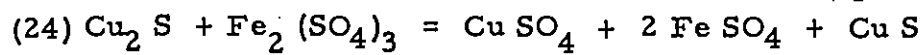
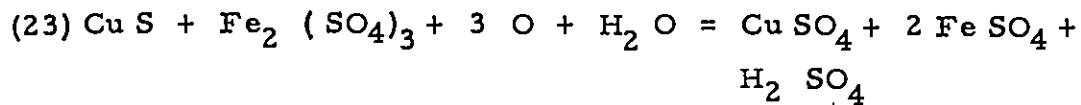
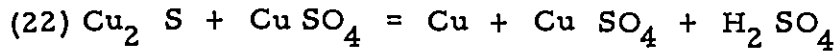
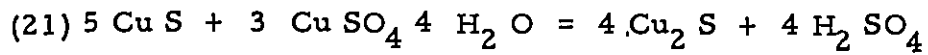
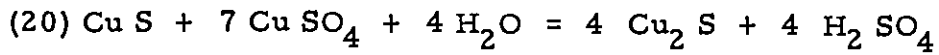


También la pirita puede actuar como sulfato de hierro (  $\text{Fe}_2 (\text{SO}_4)_3$  ) o sulfato de cobre como :

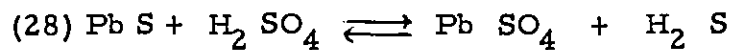
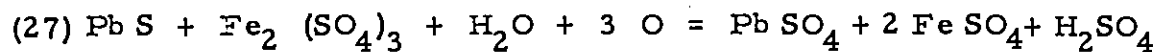
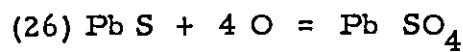


En el caso del sulfuro de cobre :

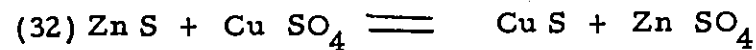
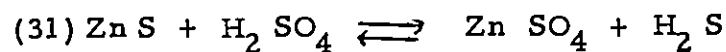
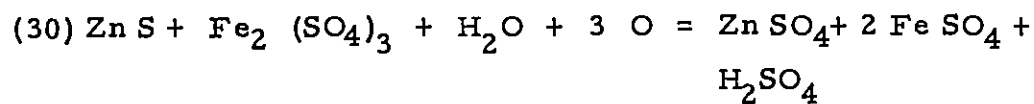
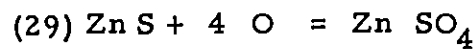




### GALENA



### ESFALERITA



4. ESTANDARES PARA DESCARGAS DE AGUA INDUSTRIAL EN EL JAPON

1. Para descargas al lado de minas

Si es necesario los informes de cada Prefectura pueden determinar la aplicación de estándares más estrictos .

(1) Estandares para descarga de materiales venenosos:

Elementos	Límite de tolerancia en Japón .	Límites permisibles en el Perú . (Aguas Clase III )
Cd	0.1 mg/lit = ppm	0.00
Pb	1.0 mg/lit	0.10 mg/lit
As	0.5 mg/lit	0.2 mg/lit
Cr <sup>+6</sup>	0.5 mg/lit	0.05 mg/lit
Hg total	0.005 mg/lit	-----
ALKIL Hg	AUSENTE	-----
CIANURO	1 mg/lit = ppm	0.01 mg/lit
Fósforo orgánico	1 mg/lit	0.00
P C B	0.003	-----

(2) Estandares de otras sustancias presentes en caudales de descarga mayores de 50 m<sup>3</sup>/día

ELEMENTO	LIMITE DE TOLERANCIA EN JAPON	EN PERU
pH fuera de mar	5.8 - 8.6	No hay clasificación similar
en el mar	5.0 - 9.0	
SS	200 mg/lt (medio día 150)	
BOD	160 mg/lt (medio día 120)	
COD	160 mg/lt (medio día 120)	
Cu	3 mg/lt	
Zn	5 mg/lt	
Cr	2 mg/lt	
F	15 mg/lt	
Mn soluble	10	
Fe soluble	10	
Aceites de mineral	5	
Aceites de animal	30	
y verduras		
Fenoles	5	
Número de colibacilo .	3,000 /cm <sup>3</sup> (medio día)	

NOTAS :

- SS : Sólidos en suspensión
- BOD : Cantidad de oxígeno soluble necesario para estabilizar la descomposición de bacterias (DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO )

COD : Cantidad de oxígeno consumido químicamente por el material al oxidarse (principalmente el material orgánico ) en el agua .  
(OXIGENO DISUELTO)

2. Estandares en el lugar donde es usada el agua .

(1) Estandares en aguas para uso de personas

ELEMENTO	LIMITE DE TOLERANCIA EN EL JAPON	LIMITES PERMISIBLES EN PERU (Aguas Clase I )
Cd	0.01 ppm = mg/lt	0.01 mg/lt
Pb	0.1 ppm	0.1 mg/lt
As	0.05 ppm	0.2 mg/lt
Cr <sup>+6</sup>	0.05 ppm	0.05 mg/lt
Hg total	0.0005 ppm	0.00 mg/lt
ALKIL Hg	AUSENTE	0.00 mg/lt
CN	AUSENTE	0.01 mg/lt
Fósforo orgánico	AUSENTE	-----
P C B	AUSENTE	-----



(2) ESTANDARES PARA AMBIENTE DE VIDA ACUATICA

Clasificación	R I O						M A R		
	AA	A	B	C	D	E	A	B	C
pH	8.5 ~ 6.5			8.5 ~ 6.0			8.3 ~ 7.8		8.3 ~ 7.0
SS (ppm)	< 25		< 50	< 150			-	-	-
BOD (ppm)	< 1	< 2	< 3	< 5	< 8	< 10	-	-	-
COD (ppm)	> 7.5		> 5	> 2			> 7.5	> 5	> 2
Número de Colibacilo (MPN/ 100 ml)	> 30	> 1000	> 5000	-	-	-	-	-	-

3. CONTAMINACION DE SUELOS

Contaminante	CONDICION	MUESTRA TOMADA Y EL METODO DE EXAMEN
Cd	<p>(1) Zona con más de 1 ppm de Cd. en arroz crudo (TIERRA N° 1)</p> <p>(2) Zona pasillo, con más de 1 ppm de Cd. en el arroz crudo (TIERRA N° 2)</p>	<p>(1) Tomar la muestra de tierra labrada en un punto cada 2.5 Ha.</p> <p>(2) CADMIO en el arroz crudo se - cado por el viento</p> <p>(3) Extracción de CADMIO con HCl N/10 de tierra</p>
Cu	<p>Concentración de Cobre en tierra de arrozal, extraído con HCl N/10 .</p>	<p>(1) Tomar las muestras de tierra en arrozal en los puntos de entrega de agua (C<sub>1</sub>)<sub>1</sub> centro (C<sub>2</sub>) y salida de agua (C<sub>3</sub>) , cada 2.5 Ha.</p> <p>(2) Concentración de Cu (C) se muestra en la siguiente fórmula extraído con H Cl N/10</p> $C = \frac{2 C_1 + C_2 + C_3}{4}$
As	<p>Concentración de Arsénico en tierra de arrozal, extraído con H Cl 1N , 15 ppm. Si es necesario , los INF. de cada PREFECTURA puede determinar otro valor en el rango de de 10 20 ppm</p>	<p>(1) Tomar las muestras de tierra en arrozal en los puntos de entrega de agua (C<sub>1</sub>) , el centro (C<sub>2</sub>) y la salida de agua (C<sub>3</sub>) , cada 2.5 Ha.</p> <p>(2) Concentración de Arsénico (C) se muestra en la siguiente fórmula extraído con H Cl . 1N</p> $C = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{3}$

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

MISION JAPONESA DE MINERIA

Takamasa Hotta  
ING. TAKAMASA HOTTA  
Director General

K. Chimura  
ING. KAZUHIRO CHIMURA  
Director

Akira Nakamura  
ING. AKIRA NAKAMURA  
Director

Nagayasu Taniguchi  
ING. NAGAYASU TANIGUCHI  
Director

T. Kagiwada  
ING. TETSUO KAGIWADA  
Director



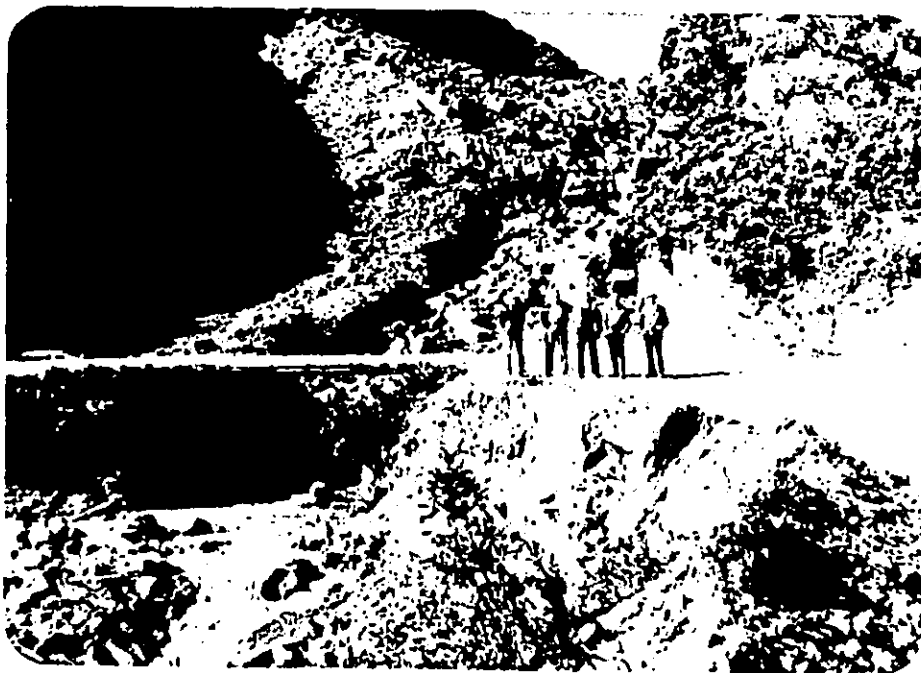
F.1 Vista panorámica de la Ciudad de Hualgayoc



F.2 A.1 Plaza Principal de Hualgayoc.



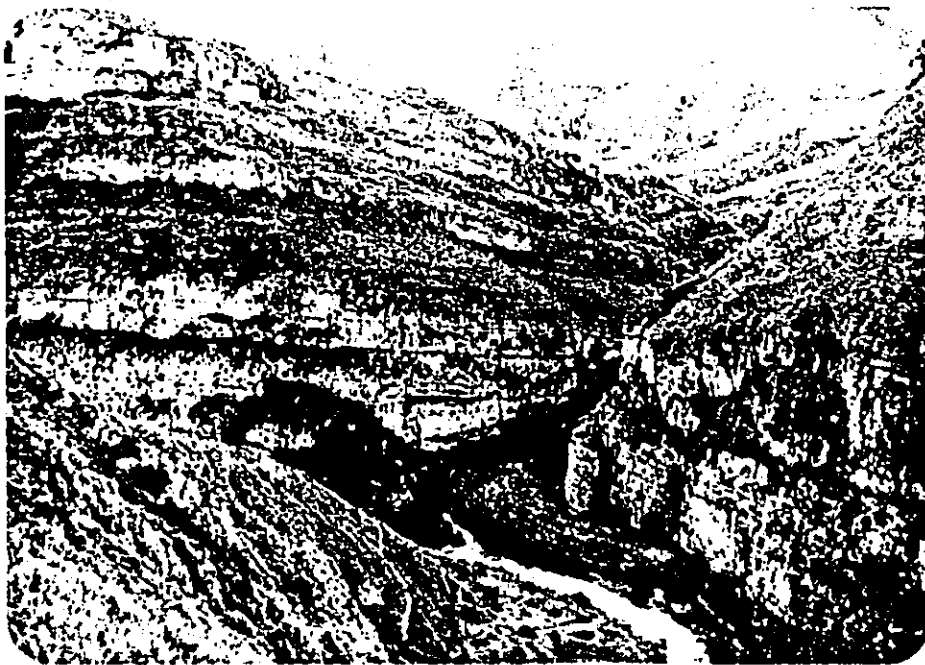
F.3 A.2. Ing. Nakamura tomando muestras de ss en el río Arascorgue.



F.4 A.2. Grupo de trabajo en la zona del río Arascorgue



F. 5      A. 3. Caserío Tumbacucho y riachuelo del mismo nombre.



F. 6      A. 5. Zona de Confluencia del río Maygasbamba y Llaucano.



F.7 A.5. A la derecha observamos el agua sucia proveniente del río Maygasbamba y a la izquierda el agua limpia del río Llaucano.



F.8 A.5. Río Llaucano cercana a la ciudad de Bambamarca

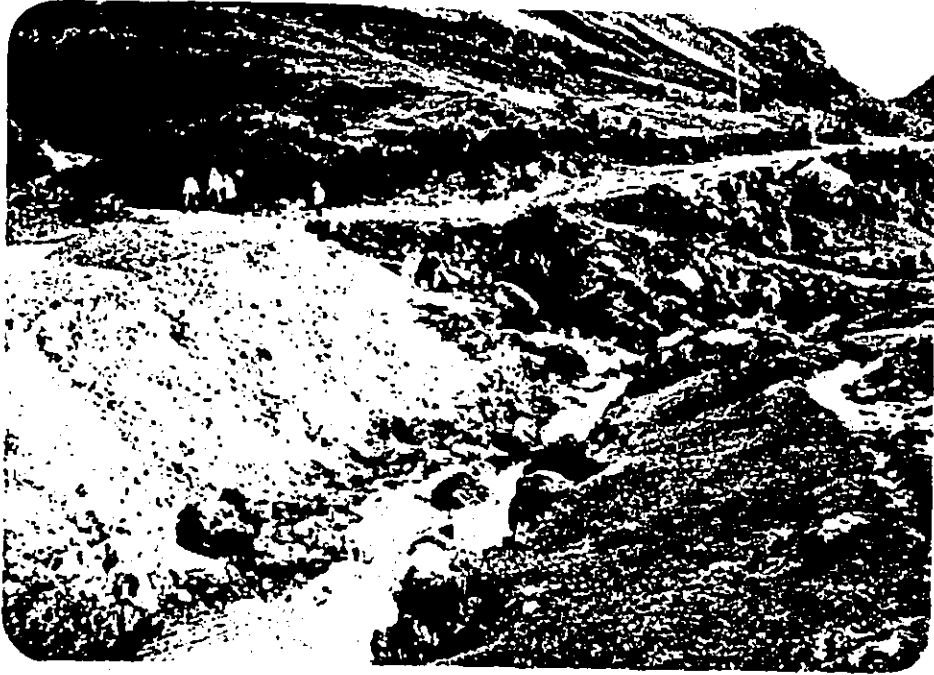


F.9 A. 7. Tomando muestra del río Llaucano para su análisis.



F.10 A. 7. Río Llaucano cerca a la ciudad de Bambamarca





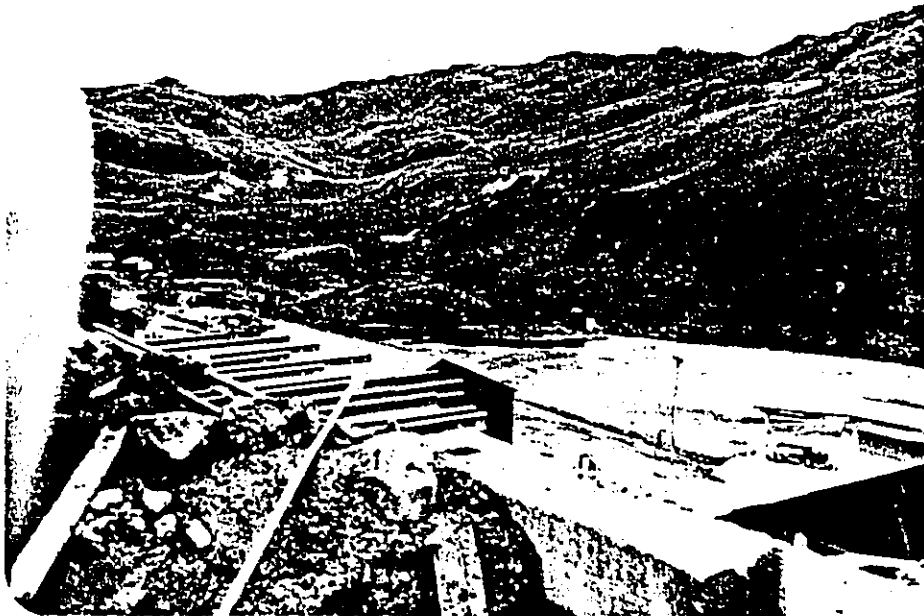
F.11 B.2. Tomando muestras en el último punto de la quebrada de la "M" .



F.12 B.2. Agua de Mina con un pH 3 (mina Colorada)



F.13 B.3. Tomando muestras de ss y pH de agua de Mina en San Nicolás.



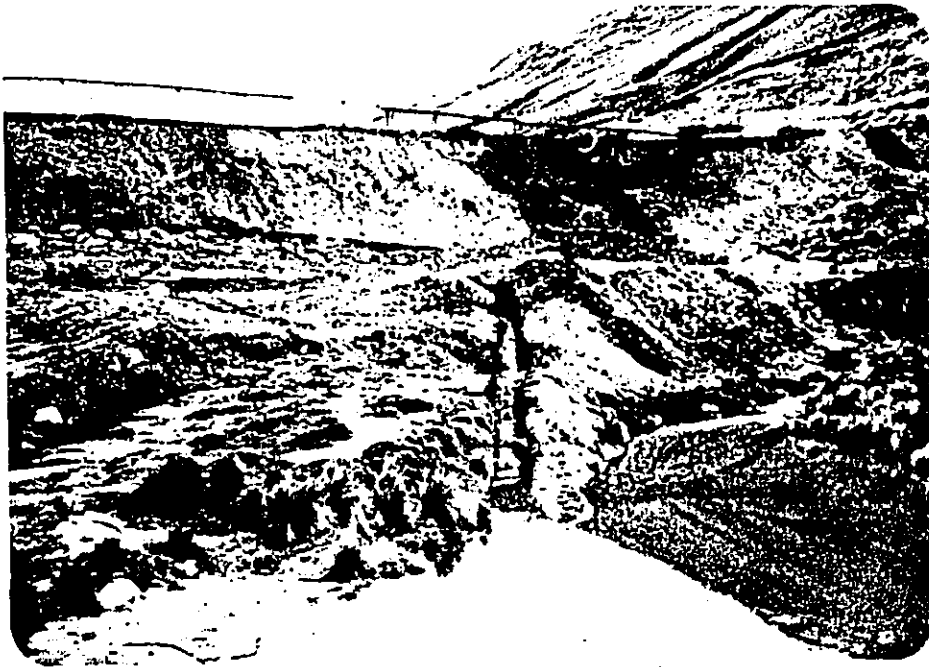
F.14 B.4. Cancha de Relave antigua de San Nicolás (Quebrada Tingo)



F.15 B.5. Tomando muestras de pH y ss en el río Tingo .



F.16 B.5. Río Tingo .



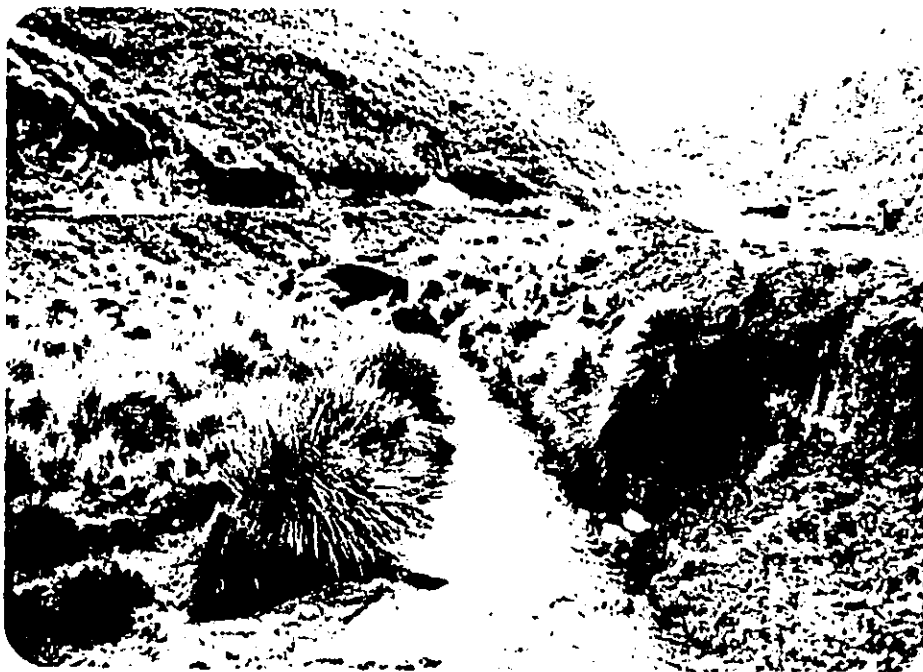
F.17 B.4. Overflow de la Cancha de Relaves de San Nicolás



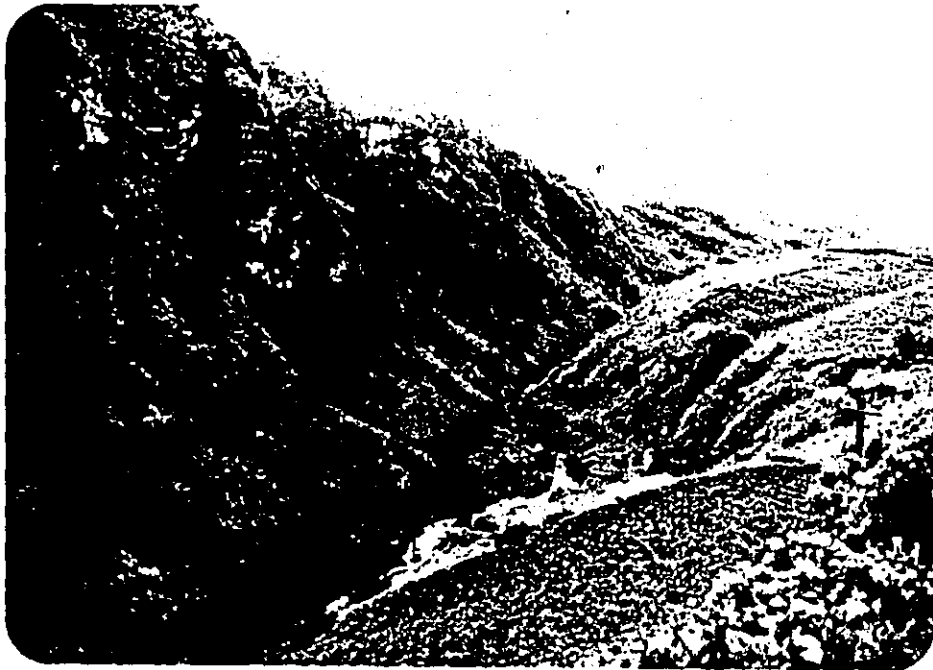
F.18 B.6. Confluencia del Río Tingo y la Quebrada de la "M" .



F.19 B.6. Planta Concentradora Emilio Montoya



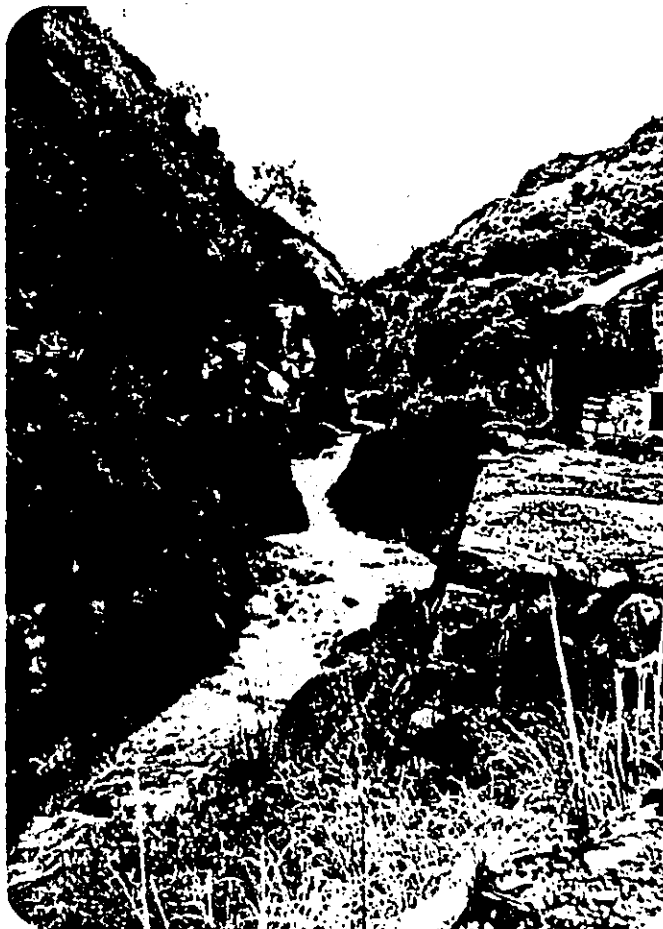
F.20 B.6. Río Tingo .



F.21 B.7. Recorrido del río Tingo por la quebrada del Tingo

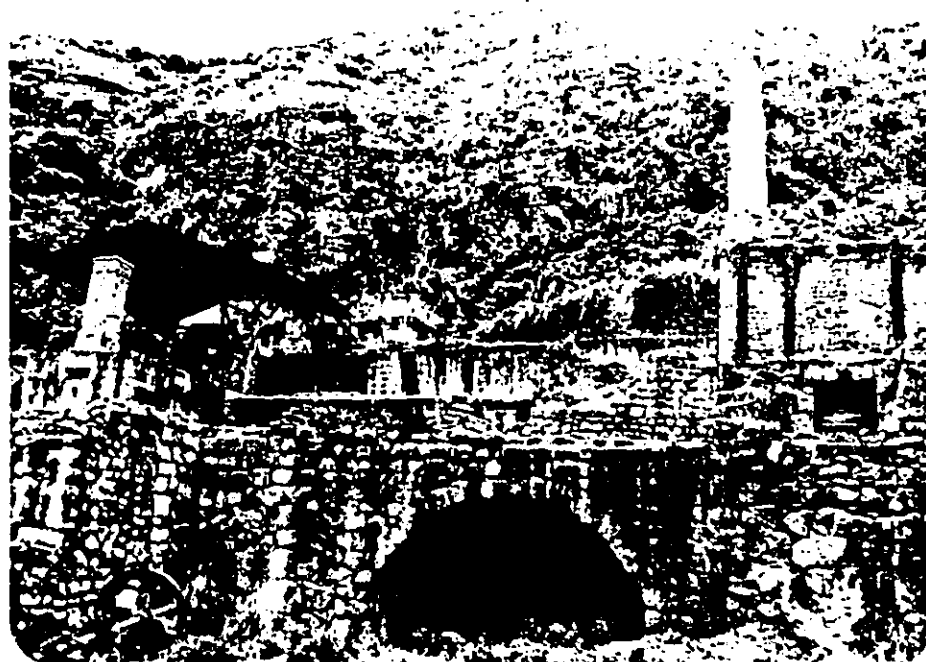
F.22

7. Río Tingo en el Caserío de Pilancones .

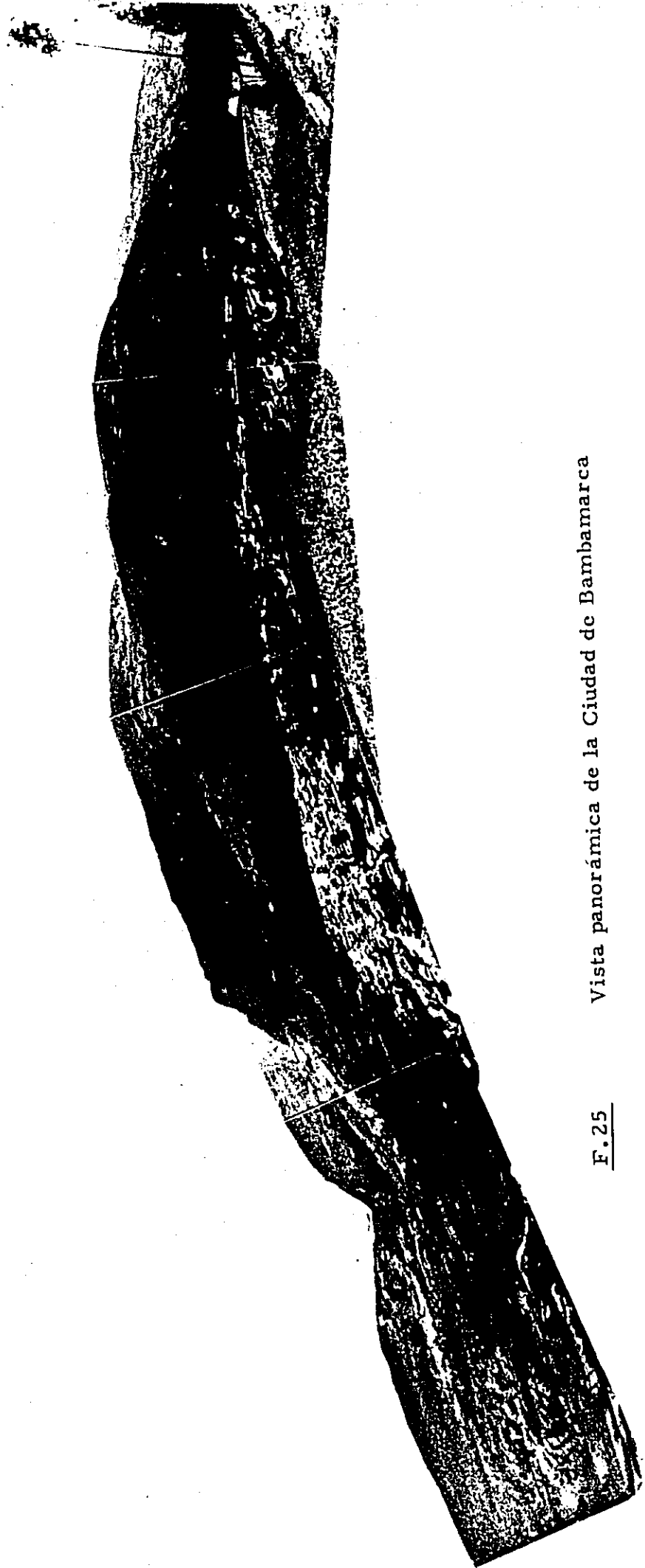




F.23 B.7. Antigua Fundición de Pílancones .

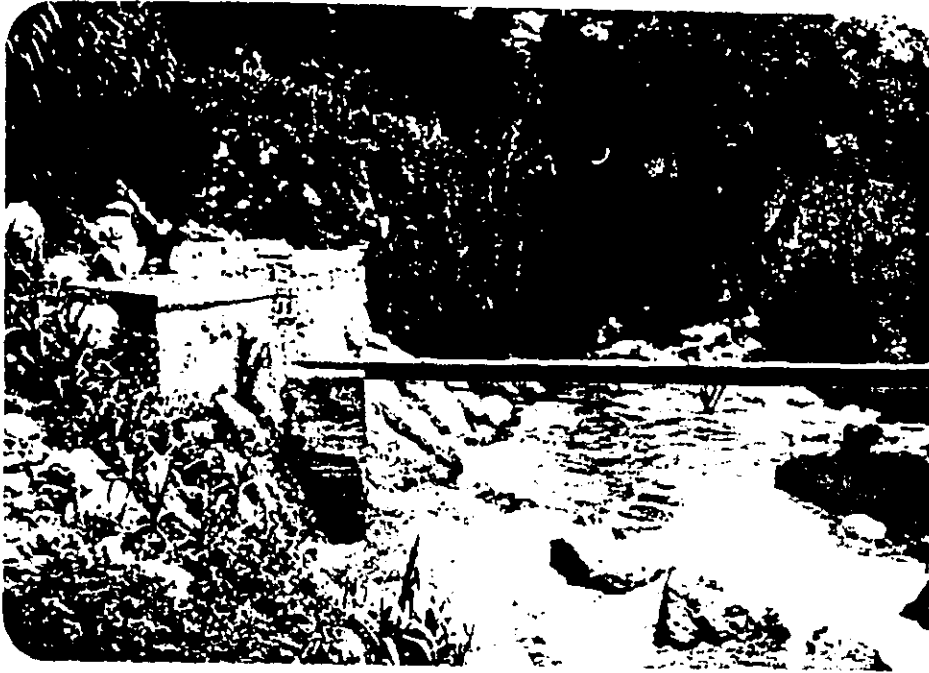


F.24 B.7.

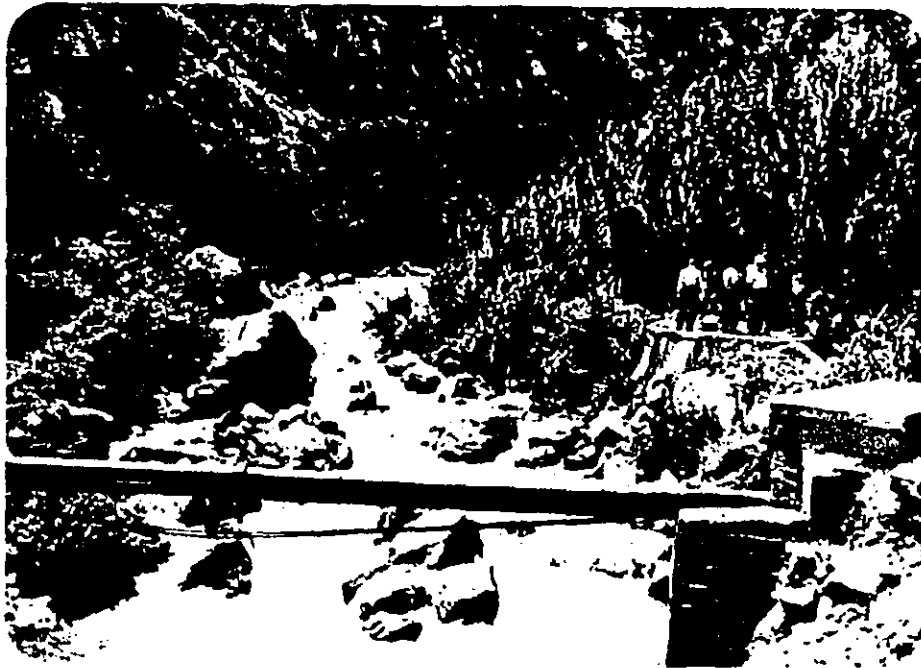


F.25 Vista panorámica de la Ciudad de Bambarca





F.26 B.8. "Tres Chorros" (Bambamarca)



F.27 B.8. Zona 3 Chorros (Bambamarca) tubos de 70 cm. de diámetro . Se canaliza el agua para consumo.



F.28 B.8. Manantial 3 chorros donde se tomaron muestras de Coli, s. s. y pH.



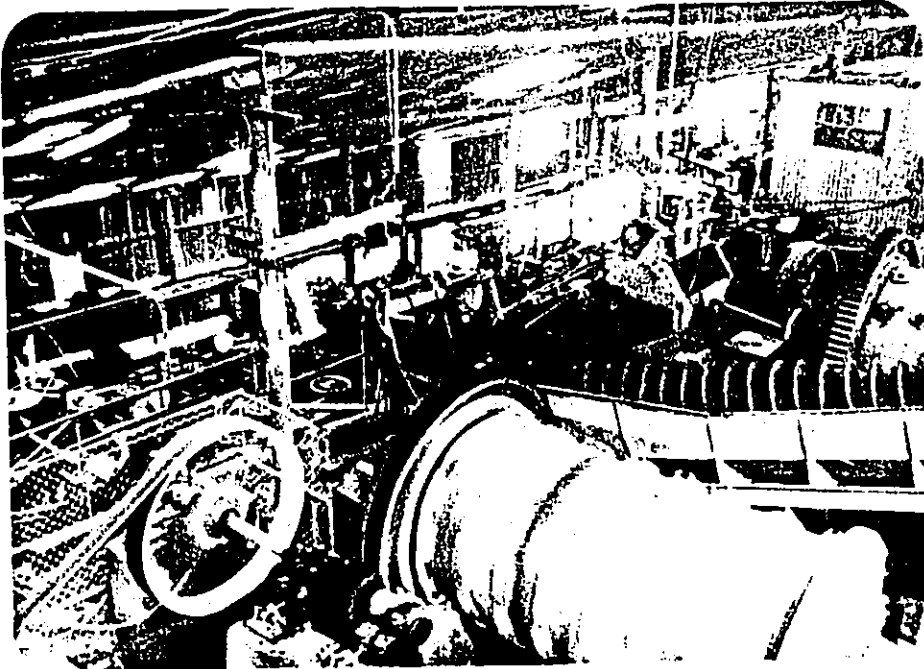
F.29 B.9 . Grupo de trabajo en el resorvorio de Bambamarca.



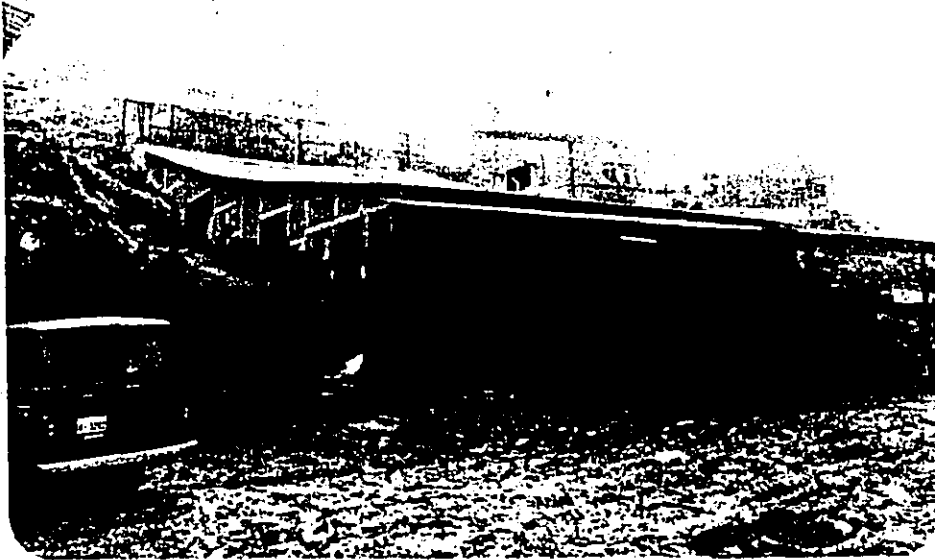
F. 30 Vista Panorámica cercana a la planta de Colquirrumi . Se observa el recorrido del río Arascorgue .



F. 31 Planta Concentradora "Dorado" del Banco Minero



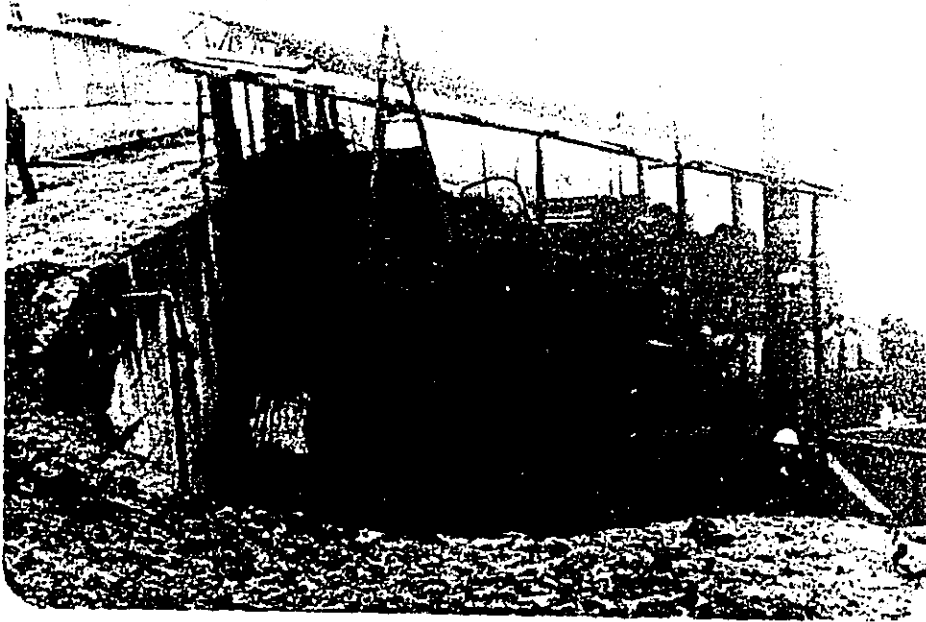
F. 32



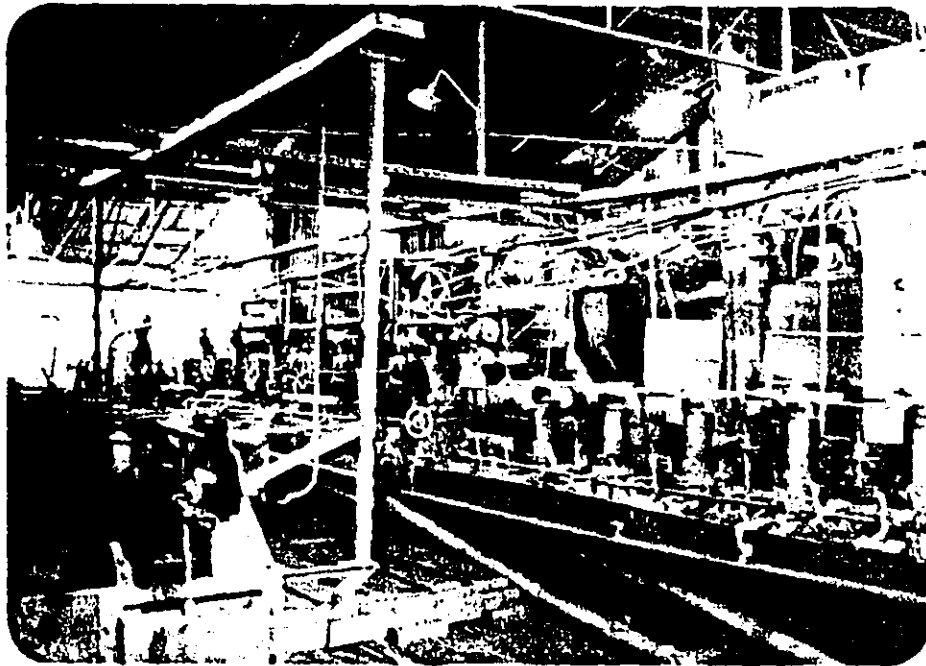
F. 33      Planta Concentradora Emilio Montoya de la Negociación  
Minera Montoya



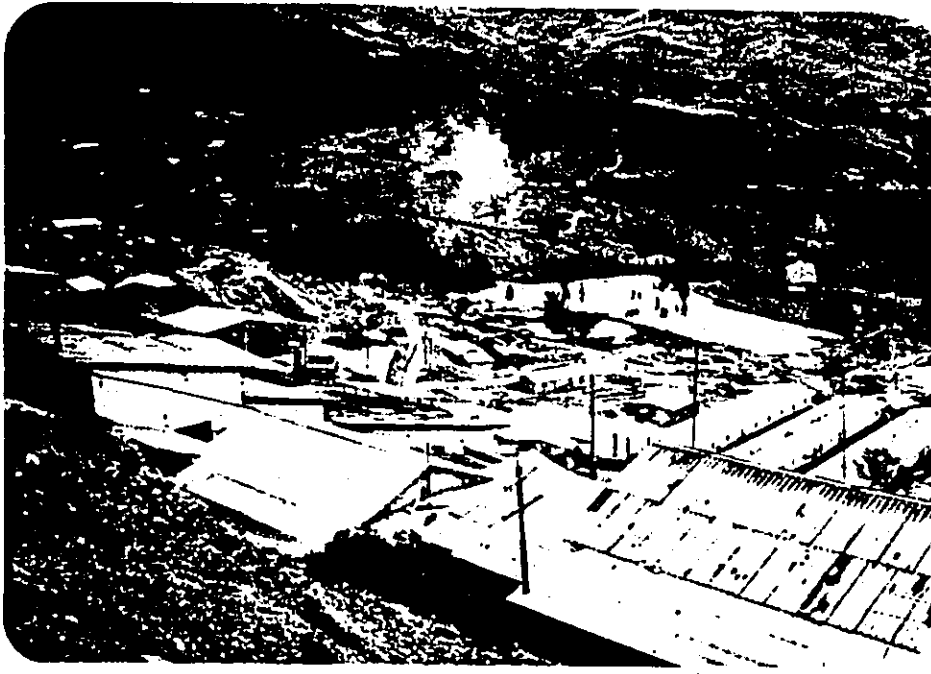
F. 34



F. 35 Planta Concentradora Los Mantos



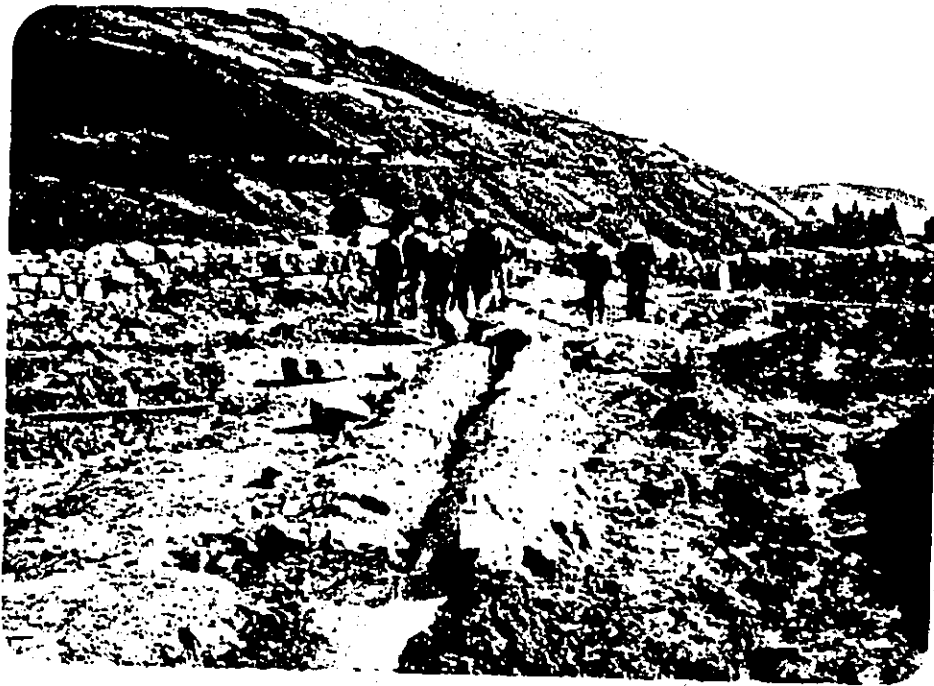
F. 36



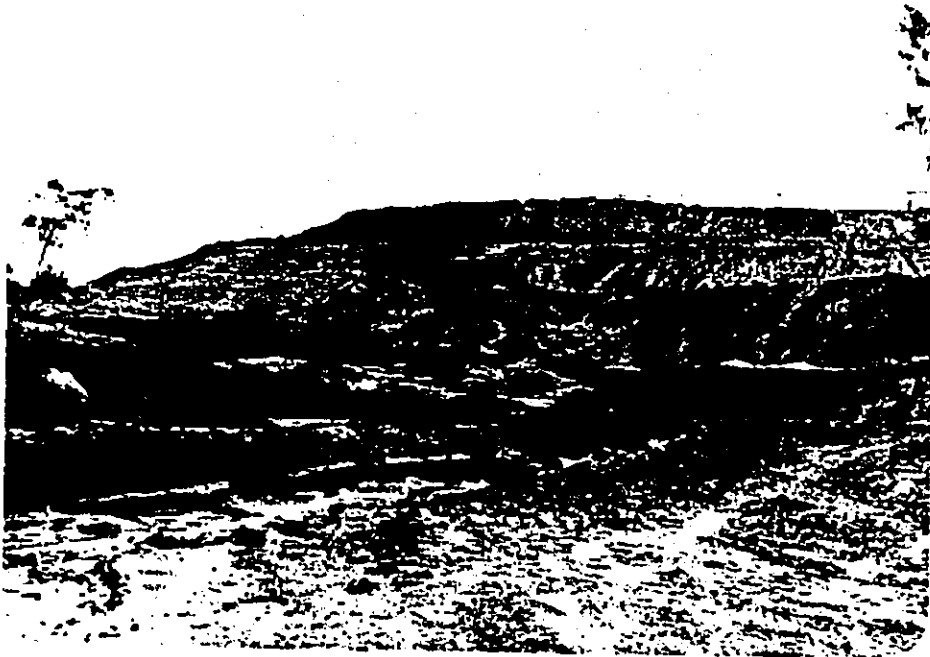
F. 37            Planta Concentradora de Colquirumi



F. 38            Ensacado de Mineral de Plata .

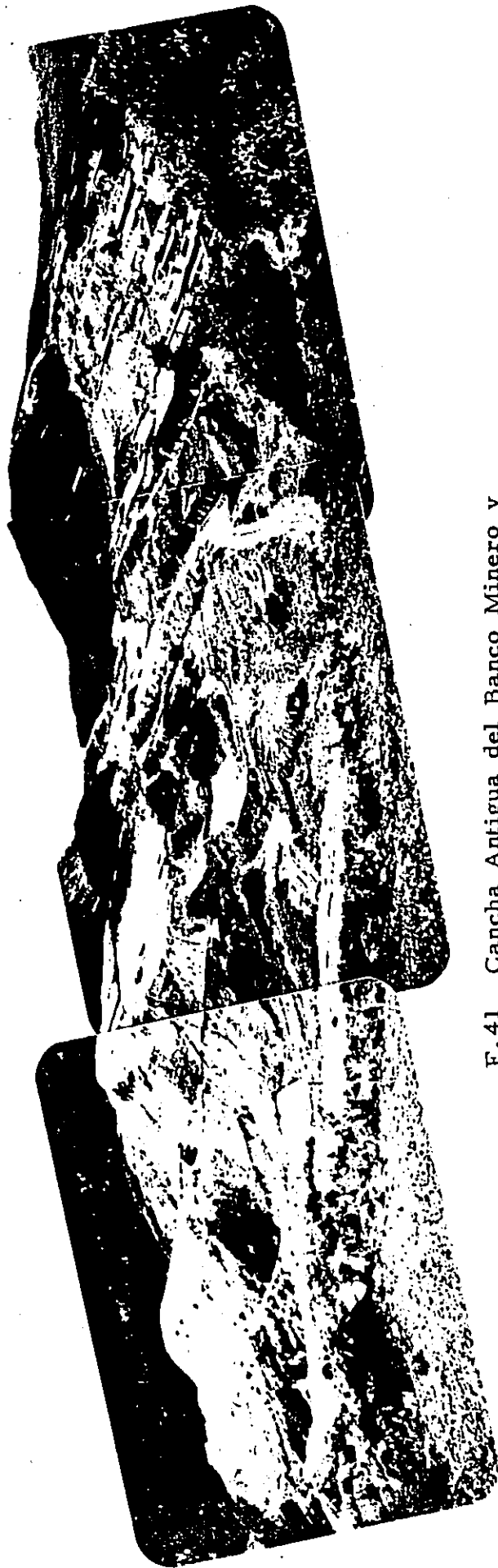


F. 39 Construcción de nuevas Canchas de Relave



F. 40 Cancha Antigua de Colquirrumi





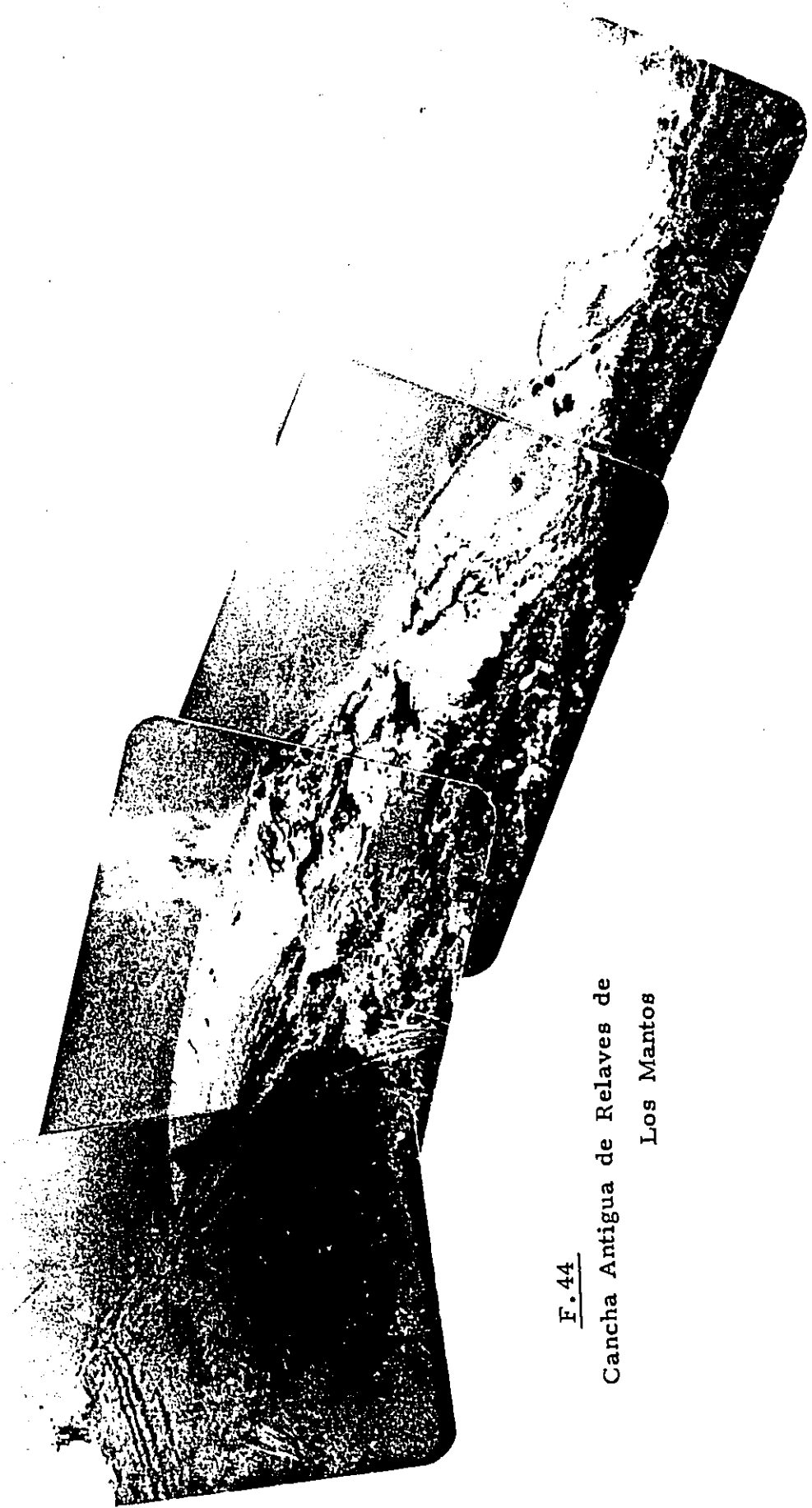
F.41 Cancha Antigua del Banco Minero y  
Los Mantos



F.42 Cancha Antigua del Banco Minero



F.43 Cancha Antigua de Los Mantos



F. 44

Cancha Antigua de Relaves de  
Los Mantos



F.45 Cancha Antigua de Relaves de Montoya y Río Hualcayán

Barco Minero

Montoya

Los Mantos

Colquirruni



Río Arascorgue  
(Hualgayoc)

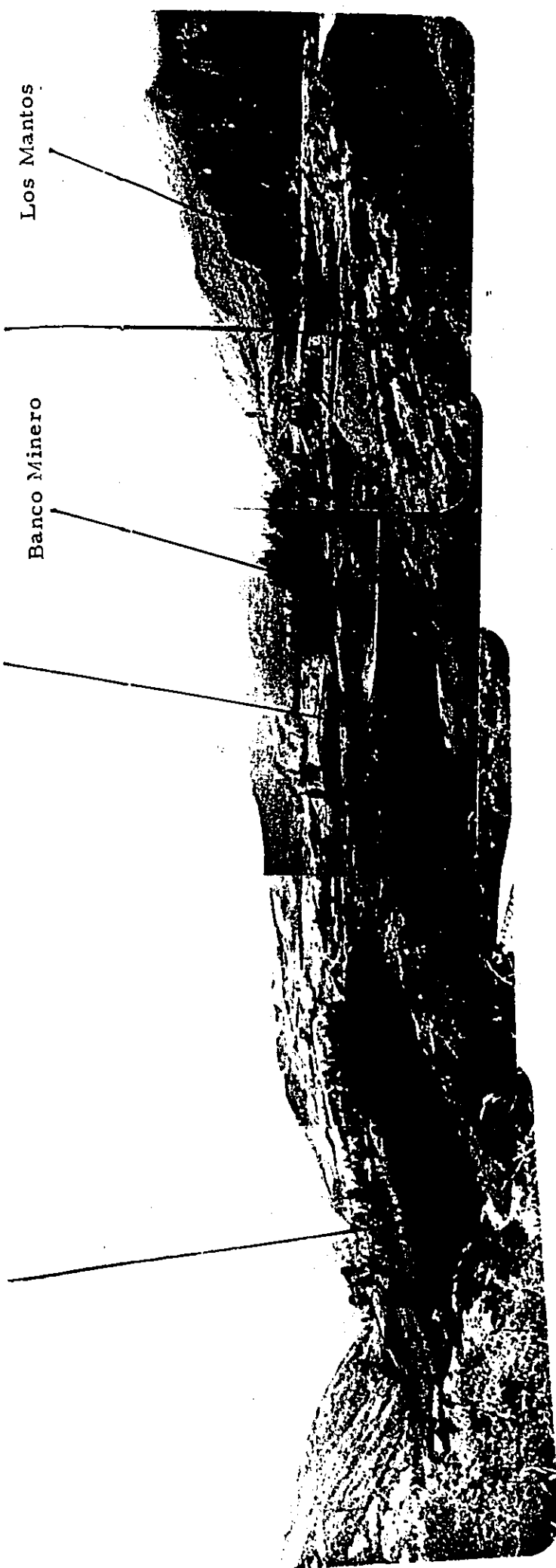
Canchas de :

Colquirrumi

Montoya

Banco Minero

Los Mantos



F.47 Vista Panorámica de Canchas de Relaves de la Planta de  
Colquirrumi



F.48 Canchas de Relave de Conquirurumi



F.49 Canchas de Relave de Colquirrumi



F.50

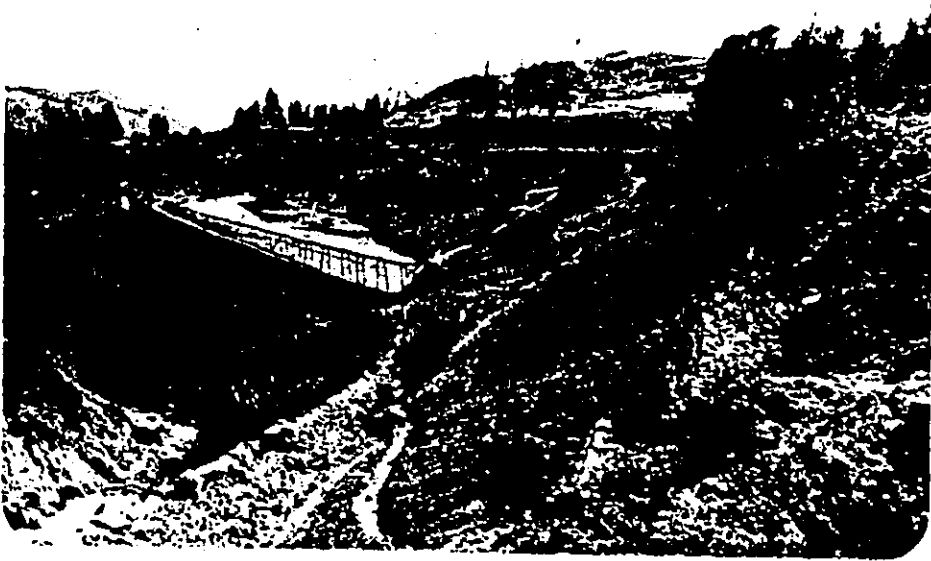




F.51 Cancha de Relaves Los Mantos (Vidalón )



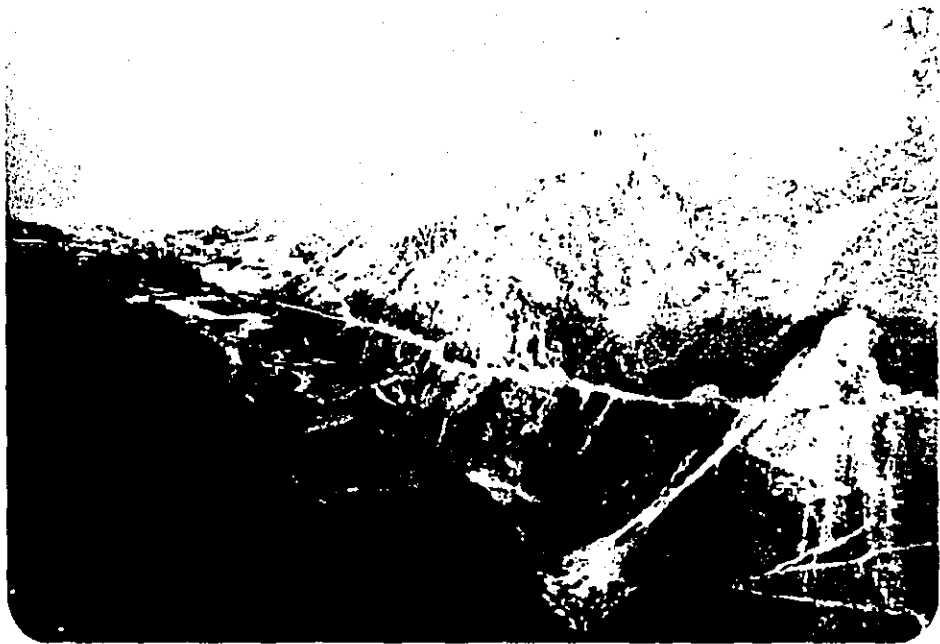
F.52 Canchas de Relave de Vidalón y Montoya



F. 53      Canchas de Relaves de Montoya



F. 54      Canchas de Relave del Banco Minero



F.55 Planta Concentradora y Cancha de Relave del  
Banco Minero.



F.56 Vista Panorámica de la planta concentradora de  
San Nicolás



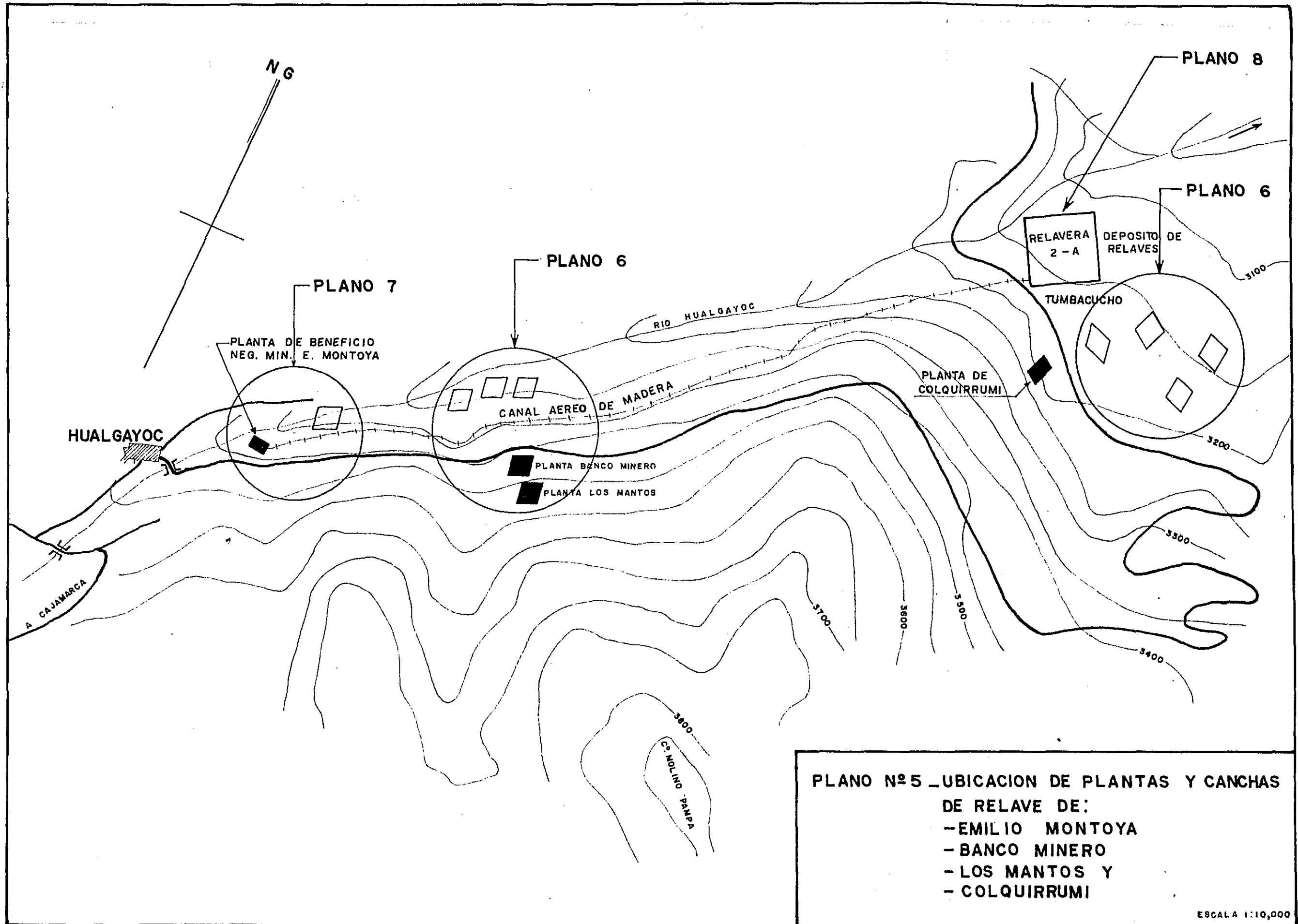
F. 56    PLANTA Y CANCHA DE RELAVES DE LA CIA. MINERA SAN  
NICOLAS

ESTUDIO DE INVESTIGACION Y EVALUACION DE LA CONTAMINACION EN LA ZONA DE HUALGAYOC Y BAMBAMARCA EN EL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

---

CONTENIDO

1. INTRODUCCION
2. ANTECEDENTES
3. TOPOGRAFIA DE LOS DISTRITOS DE BAMBAMARCA Y HUALGAYOC DE LAS PLANTAS CONCENTRADORAS , CANCHAS DE RELAVE Y RIOS
4. RESULTADO DE LA INVESTIGACION
  - 4.3. ESTADO DE LOS RIOS
  - 4.4. MEDICIONES DE pH DE REBOSE DE CANCHAS DE RELAVE.
  - 4.5. EXAMEN POR COLIBACILO
5. CONCLUSIONES
6. RECOMENDACIONES
7. APENDICE
  1. Estado de Operación de las Plantas de Tratamiento de Mineral.
  2. Estado de las Canchas de Relave
  3. Algunas referencias para el Tratamiento de Agua.
  4. Comparación de la Ley General de Aguas Peruana y Japonesa . Estandares para descargas de Agua.
  5. Fotos de la Zona Visitada.

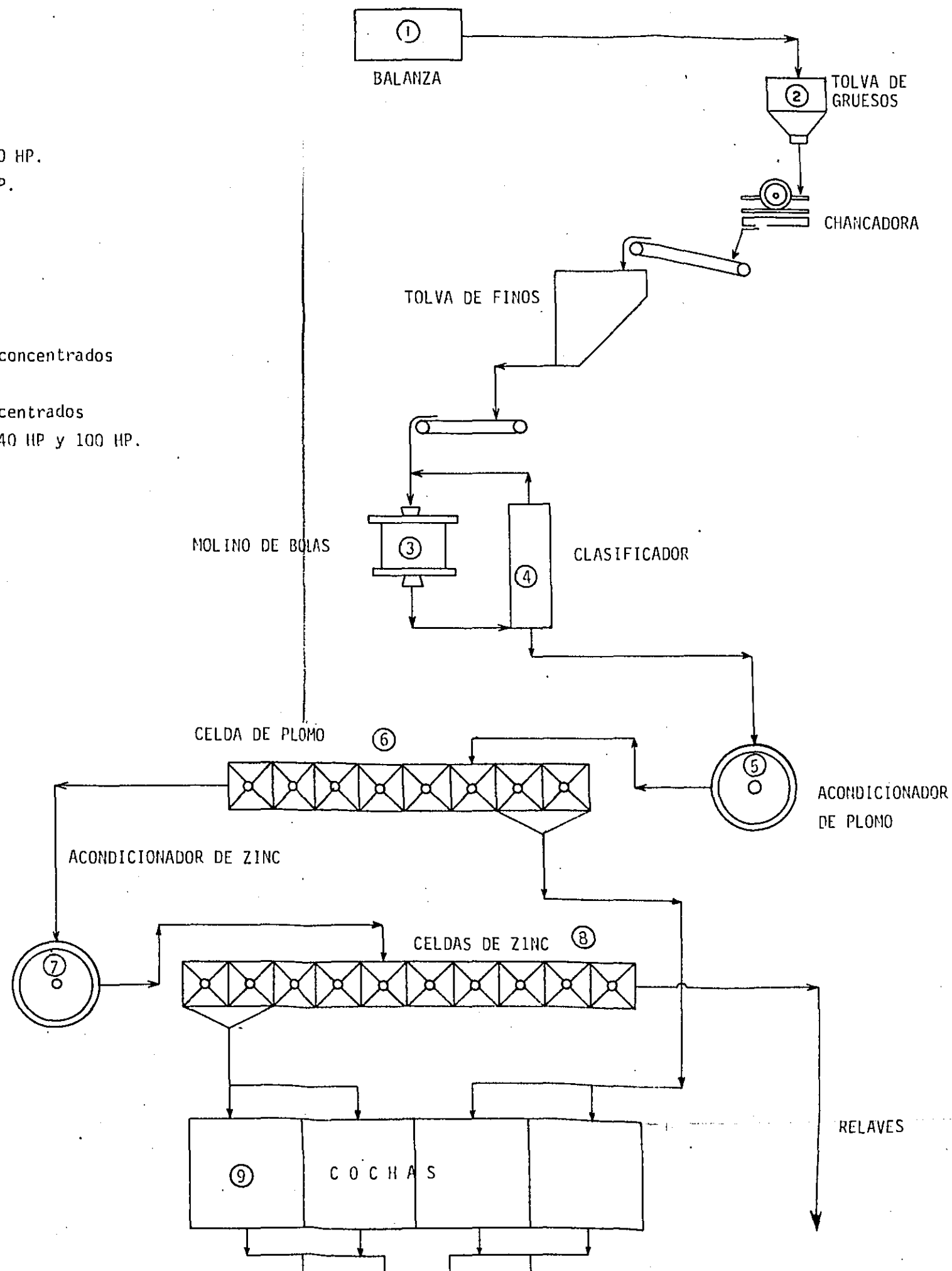


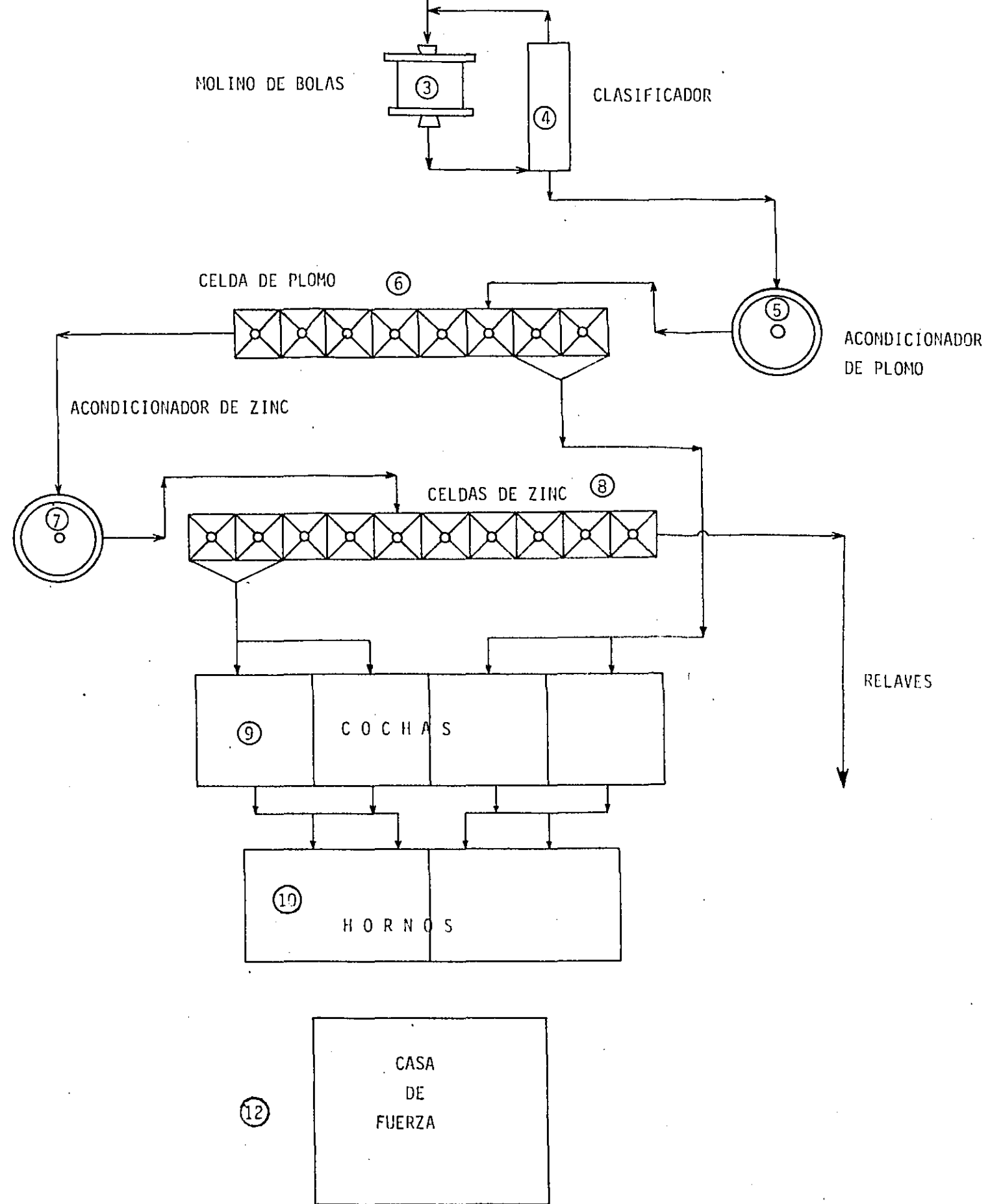
**PLANO Nº 5 \_UBICACION DE PLANTAS Y CANCHAS DE RELAVE DE:**  
 -EMILIO MONTOYA  
 -BANCO MINERO  
 -LOS MANTOS Y  
 -COLQUIRRUMI

ESCALA 1:10,000

## LEYENDA

1. Balanza para carros y/o camiones
2. Chancadora "Universal" N° 3 de 20 HP.
3. Molino Denver de 5' x 4' de 60 HP.
4. Clasificador Akins de 30"
5. Acondicionador de plomo
6. Ocho celdas Denver N° 18
7. Acondicionador de Zinc
8. Doce celdas Denver N° 18
9. Ocho Cochas de decantación para concentrados
10. Dos Hornos de secado
11. Canchas de Almacenamiento de Concentrados
12. Dos Grupos electrógenos Diesel 240 HP y 100 HP.





**BANCO MINERO**

**FIG. N° 1.5 - FLOW-SHEET DE LA PLANTA DE BENEFICIO-DORADO**



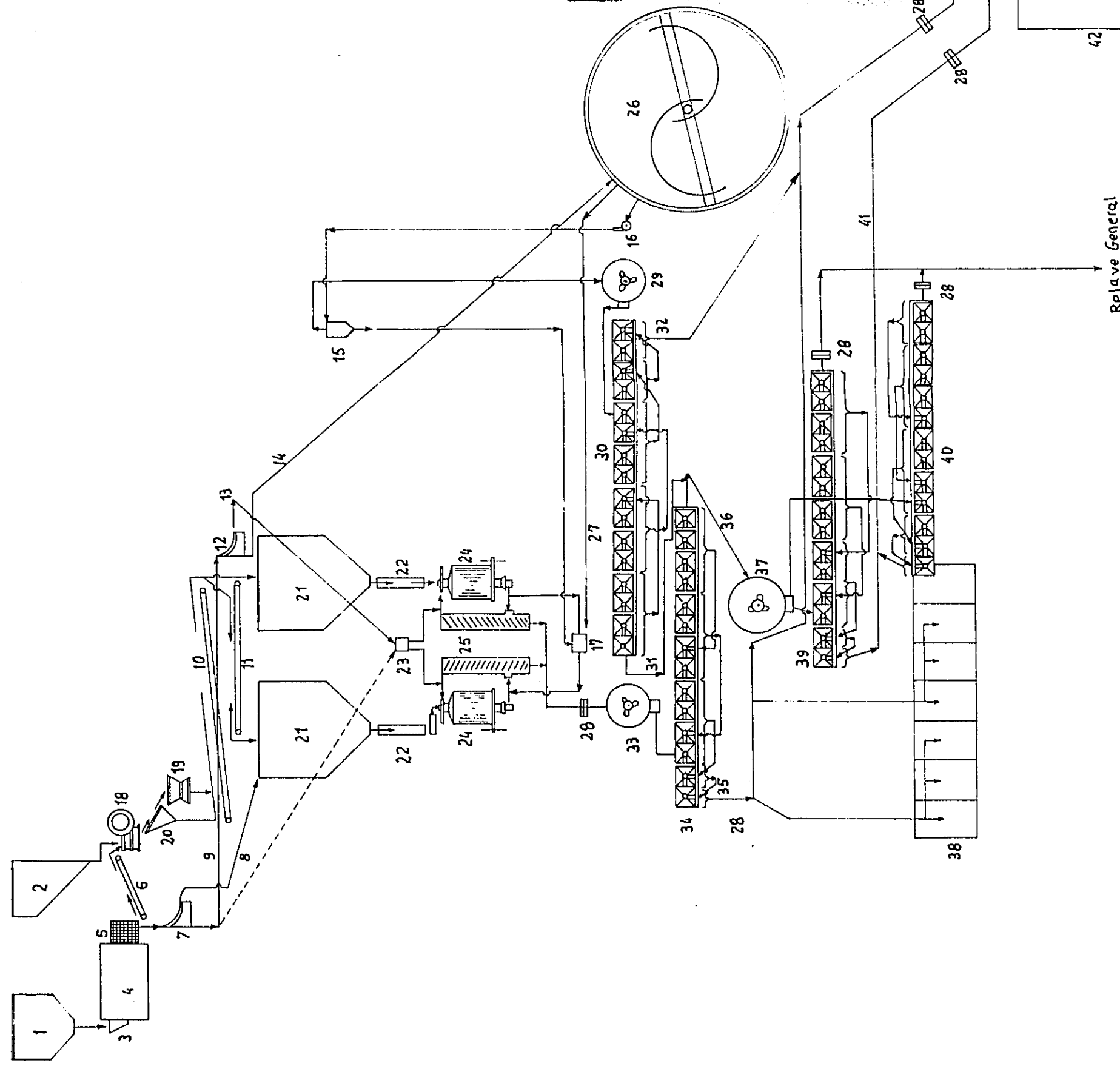
FIG. 1.1 - FLOW - SHEET PLANTA CONCENTRADORA  
 SAN AGUSTIN  
 (CIA MINERA COLQUIRRUMI S. A.)

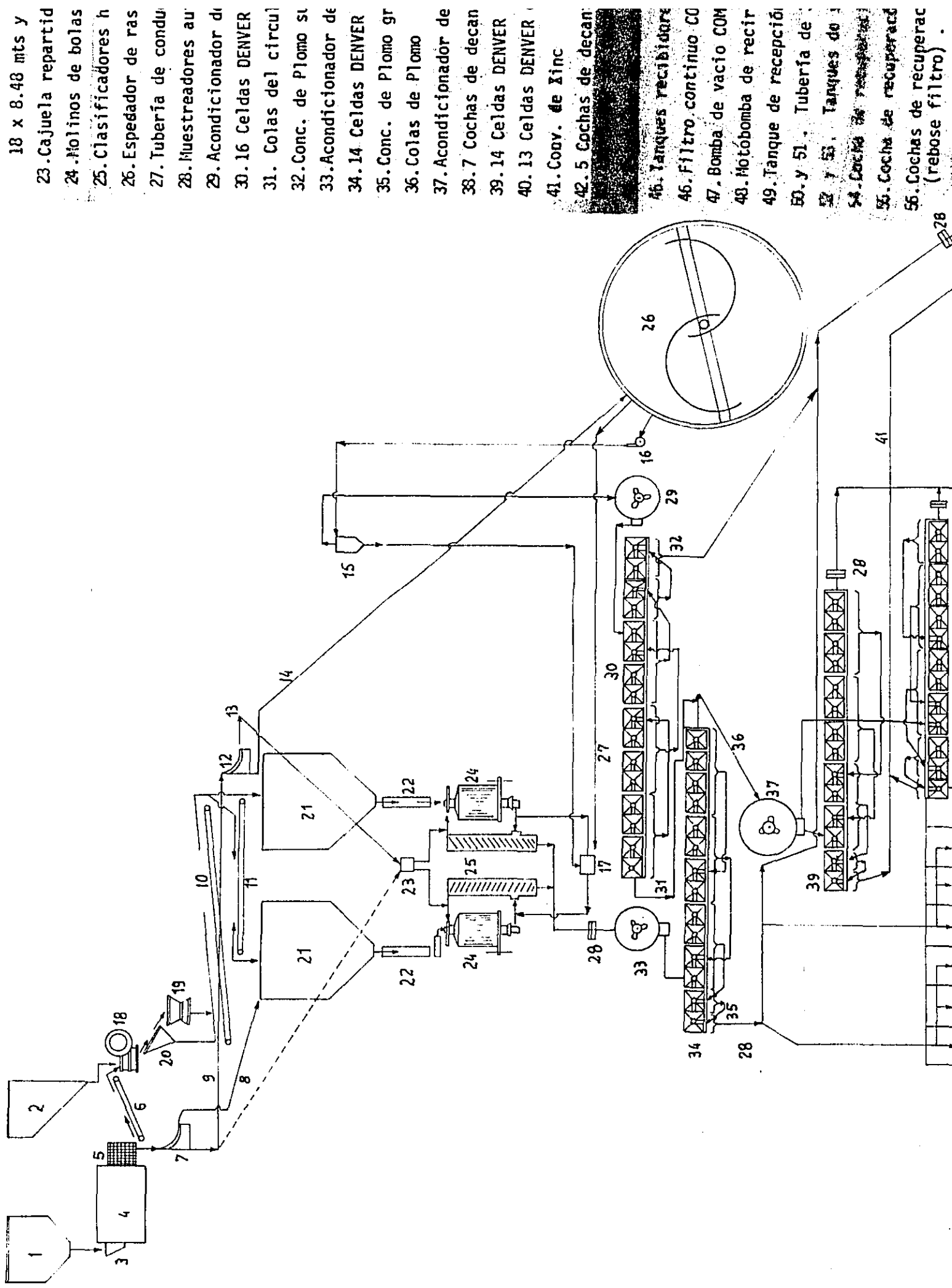
LEYENDA

1. Tolva de grueso
2. Tolva de grueso
3. Tolvin de alime
4. Molino Lavador
5. Tromel con cocac
6. Faja Transportac
7. Zaranda D.S.M. c
8. Canal de madera
9. Canal de madera
10. Faja transportad
11. Faja transportad
12. Zaranda D.S.M. de
13. Canal de madera
14. Canal de madera
15. Ciclón de 10 "
16. Bomba DENVER SRL
17. Caja reppiradora
18. Chancadora Telsm
19. Chancadora Symon
20. Zaranda Vibrator
21. Tolvas de finos I
22. Fajas alimentado

- 18 x 8.48 mts y
23. Cajuela repartid
24. Molinos de bolas
25. Clasificadores h
26. Espesador de rasi
27. Tubería de conduc
28. Muestreadores aut
29. Acondicionador de
30. 16 Celdas DENVER
31. Colas del circul
32. Conc. de Plomo su
33. Acondicionador de
34. 14 Celdas DENVER
35. Conc. de Plomo gr
36. Colas de Plomo
37. Acondicionador de
38. 7 Cochas de decan
39. 14 Celdas DENVER
40. 13 Celdas DENVER

41. Conv. de Zinc
42. 5 Cochas de decan
43. Tanques recibidor
44. Filtro continuo C
45. Bomba de vacío COF
46. Motobomba de recir
47. Tanque de recepción
48. y 49. Tubería de
50. y 51. Tanques de
52. Cocha de recuperac
53. Cochas de recuperac
54. Cochas de recuperac (rebose filtro)





- 18 x 8.48 mts y
- 23. Cajuela repartid
- 24. Molinos de bolas
- 25. Clasificadores h
- 26. Espedador de ras
- 27. Tubería de condu
- 28. Muestreadores au
- 29. Acondicionador di
- 30. 16 Celdas DENVER
- 31. Colas del circui
- 32. Conc. de Plomo su
- 33. Acondicionador de
- 34. 14 Celdas DENVER
- 35. Conc. de Plomo gr
- 36. Colas de Plomo
- 37. Acondicionador de
- 38. 7 Cochas de decan
- 39. 14 Celdas DENVER
- 40. 13 Celdas DENVER
- 41. Cooy. de Zinc
- 42. 5 Cochas de decan
- 43. Tanques recibidore
- 44. Filtro continuo CO
- 45. Bomba de vacío COM
- 46. Motóbomba de recir
- 47. Tanque de recepci
- 48. y 51. Tubería de
- 49. y 53. Tanques de
- 50. Cocha de recuperac
- 51. Cocha de recuperac
- 52. Cochas de recuperac (rebose filtro)

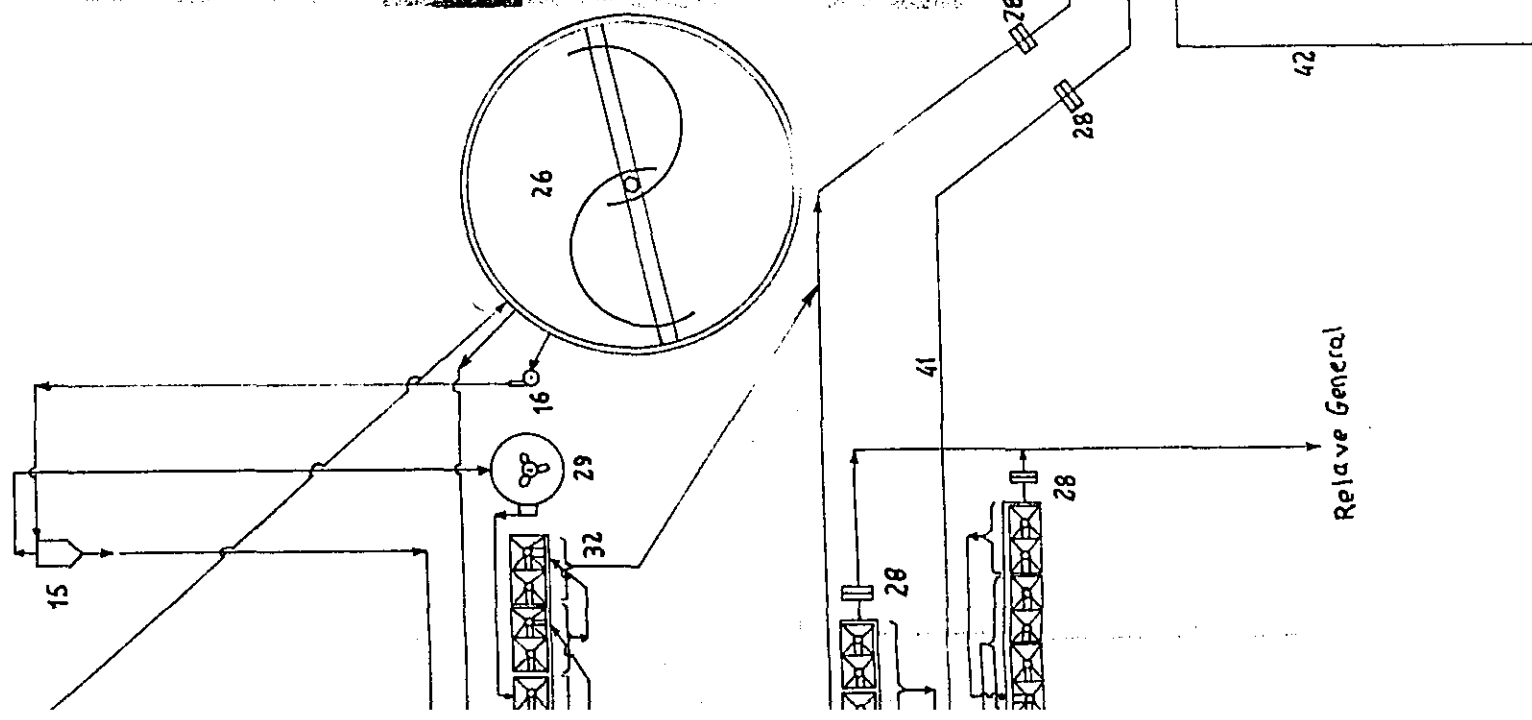
R.Zn  
R.Pb  
56

# CENTRADORA

I S. A.)

## LEYENDA

1. Tolva de gruesos Cap. 76 TM
2. Tolva de gruesos Cap. 35 TM
3. Tolva de alimentación de 66 x 71 mts.
4. Molino Lavador de 6'x12' motor de 60 HP
5. Tromel con cocada de 1/2"
6. Faja Transportadora de 24"x15 mts. motor de 3.6 HP
7. Zaranda D.S.M. de 50° x 2.0 mm
8. Canal de madera para el producto (2.0 m.m)
9. Canal de madera para el producto (2.0 m.m)
10. Faja transportadora a la tolva N°2 18"x24.6 mts motor de 1 HP
11. Faja transportadora a la tolva N°1 18x15.6 mts motor de 1 HP
12. Zaranda D.S.M. de 50° x 1.0 mm
13. Canal de madera para el producto (.10 mm)
14. Canal de madera para el producto (-10 mm)
15. Ciclón de 10 "
16. Bomba DENVER SRL de 4" x 3" motor de 9 HP
17. Caja reppiradora del producto grueso del ciclón
18. Chancadora Telsmith de 9" x 30" motor de 25 HP
19. Chancadora Symons de 22" motor de 36 HP
20. Zaranda Vibratoria de 3' x 8' motor de 3.6 HP
21. Tolvas de finos Cap. 120 TM
22. Fajas alimentadoras a los molinos N°1 y 2  
18 x 8.48 mts y 18" x 8.5 mts motor N° 1= 3.3 HP , N°2 = 2.2 HP
23. Cajuela repartidora del producto ( + 2.0 mm)
24. Molinos de bolas de 5' x 6' c/u motor N°1 = 100 HP, N°2 75 HP
25. Clasificadores helicoidales AKINS de 18" x 36" motor N°1 = 2.2 y N° 2 = 3.5 HP
26. Espedador de rastrillos de 30' x 10' para lamas motor de 2.4 HP
27. Tubería de conducción del agua decantada
28. Muestreadores automáticos
29. Acondicionador de 6' x 6' para lamas-motor de 6.6 HP
30. 16 Celdas DENVER de 32" x 32" Circ. lamas-8 motores x 9 HP c/u.
31. Colas del circulo Lamas
32. Conc. de Plomo sucio lamas
33. Acondicionador de 6' x 6' en proyecto
34. 14 Celdas DENVER de 32" x 32" Circ. Pb 3 motores x 9HPt/u y 5x5 HP c/u
35. Conc. de Plomo grueso
36. Colas de Plomo
37. Acondicionador de Zinc de 8' x 6' motor de 10HP
38. 7 Cochas de decantación de Plomo de 2.90 x 1.80 x 1.60 mts c/u
39. 14 Celdas DENVER de 32" x 32" Circ. de Zinc banco-A-5 motores x 5HP, 4x3 HP c/u
40. 13 Celdas DENVER de 32"x32" Circ. de Zinc banco-B-2 motores x 9HP, 1x3HP, 2x5HP
41. Conv. de Zinc
42. 5 Cochas de decantación de Zinc: 4 de 9.95 x4.75x 65 mts y una de 9.95x4.50x65 mts.
43. Tanques recipientes de filtrado
46. Filtro continuo COMESA de 6' x 4 discos : 3 para Zinc y uno para Pb
47. Bomba de vacío COMESA 6804 tamaño 1003-Motor de 60 HP
48. Motobomba de recirculación de agua 2.6 HP
49. Tanque de recepción de agua de la bomba de vacío de 1.0 x 90 x 1.0 mts.
50. y 51. Tubería de 3" de diametro : 60 mts al Zn y 66 mts al Pb
52. y 53. Tanques de sellado de 56 mts de Ø x 77 mts c/u
54. Cocha de recuperación de Zinc de 5.4 x 3.70 x 88 mts.
55. Cocha de recuperación de Plomo de 4.17 x 3.50x 88 mts.
56. Cochas de recuperación de Zinc de 4.43 x 3.95 x 10 mts. Pb de 3.95 x 2.21x1.0 mts (rebose filtro).



21. Tolvas de finos Cap. 120 TM

22. Fajas alimentadoras a los molinos N°1 y 2

18 x 8.48 mts y 18" x 8.5 mts motor N° 1 = 3.3 HP , N° 2 = 2.2 HP

23. Cajuela repartidora del producto ( + 2.0 mm)

24. Molinos de bolas de 5' x 6' c/u motor N° 1 = 100 HP, N° 2 75 HP

25. Clasificadores helicoidales AKINS de 10" x 36" motor N° 1 = 2.2 y N° 2 = 3.5 HP

26. Espeador de rastrillos de 30' x 10' para lamas motor de 2.4 HP

27. Tubería de conducción del agua decantada

28. Muestreadores automáticos

29. Acondicionador de 6' x 6' para lamas-motor de 6.6 RP

30. 16 Celdas DENVER de 32" x 32" Circ. lamas-8 motores x 9 HP c/u.

31. Colas del círculo Lamas

32. Conc. de Plomo sucio lamas

33. Acondicionador de 6' x 6' en proyecto

34. 14 Celdas DENVER de 32" x 32" Circ. Pb 3 motores x 9HPt/u y 5x5 HP c/u

35. Conc. de Plomo grueso

36. Colas de Plomo

37. Acondicionador de Zinc de 8' x 6' motor de 10HP

38. 7 Cochas de decantación de Plomo de 2.90 x 1.80 x 1.60 mts c/u

39. 14 Celdas DENVER de 32" x 32" Circ. de Zinc banco-A-5 motores x 5HP, 4x3 HP c/u

40. 13 Celdas DENVER de 32"x32" Circ. de Zinc banco-B-2 motores x 9HP, 1x3HP, 2x5HP

41. Conv. de Zinc

42. 5 Cochas de decantación de Zinc: 4 de 9.95 x 4.75 x 65 mts y una de 9.95 x 4.51 x 65 mts.

43. Tanques recibidores de filtrado

44. Filtro continuo COMESA de 6' x 4 discos : 3 para Zinc y uno para Pb

47. Bomba de vacío COMESA 6804 tamaño 1003-Motor de 60 HP

48. Motobomba de recirculación de agua 2.6 HP

49. Tanque de recepción de agua de la bomba de vacío de 1.0 x 90 x 1.0 mts.

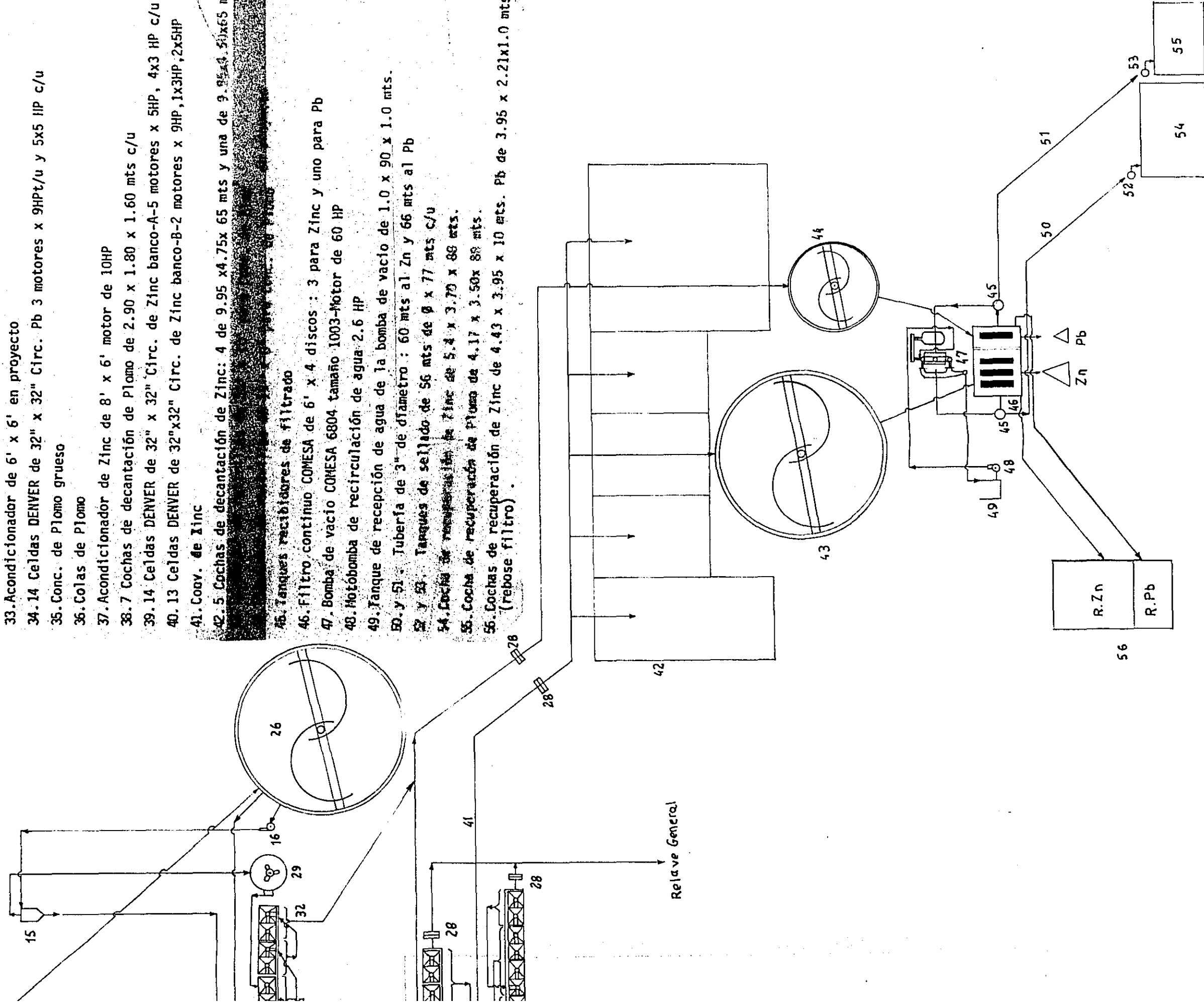
50. y 51. Tubería de 3" de diámetro : 60 mts al Zn y 66 mts al Pb

52 y 53. Tanques de sellado de 56 mts de Ø x 77 mts c/u

54. Cocha de recuperación de Zinc de 5.4 x 3.70 x 88 mts.

55. Cocha de recuperación de Plomo de 4.17 x 3.50 x 88 mts.

56. Cochas de recuperación de Zinc de 4.43 x 3.95 x 10 mts. Pb de 3.95 x 2.21 x 1.0 mts (rebose filtro).



D

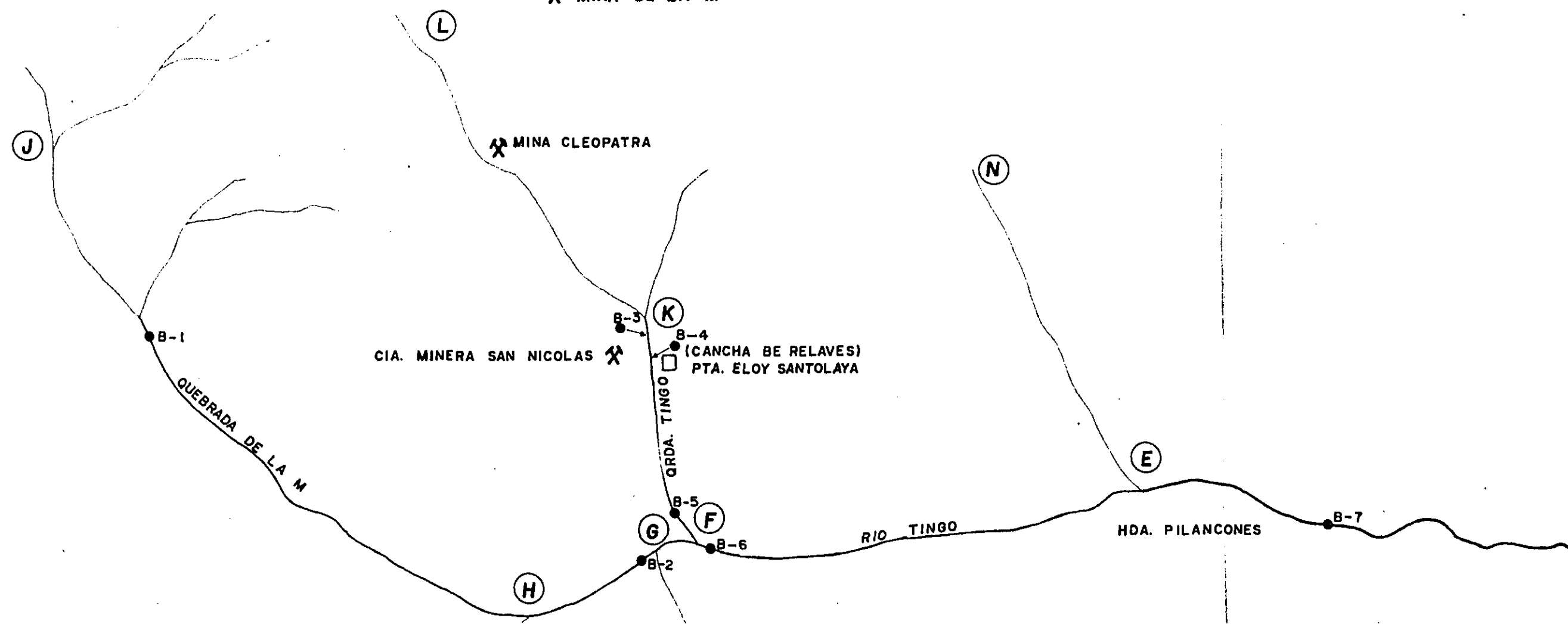
⚡ MINA LOS COLORADOS

⚡ MINA MARIA EUGENIA

⚡ MINA DE LA M

⚡ MINA CLEOPATRA

CIA. MINERA SAN NICOLAS ⚡ (CANCHA BE RELAVES)  
PTA. ELOY SANTOLAYA



J

L

N

K

E

G

F

H

B-1

B-3

B-4

B-5

B-6

B-2

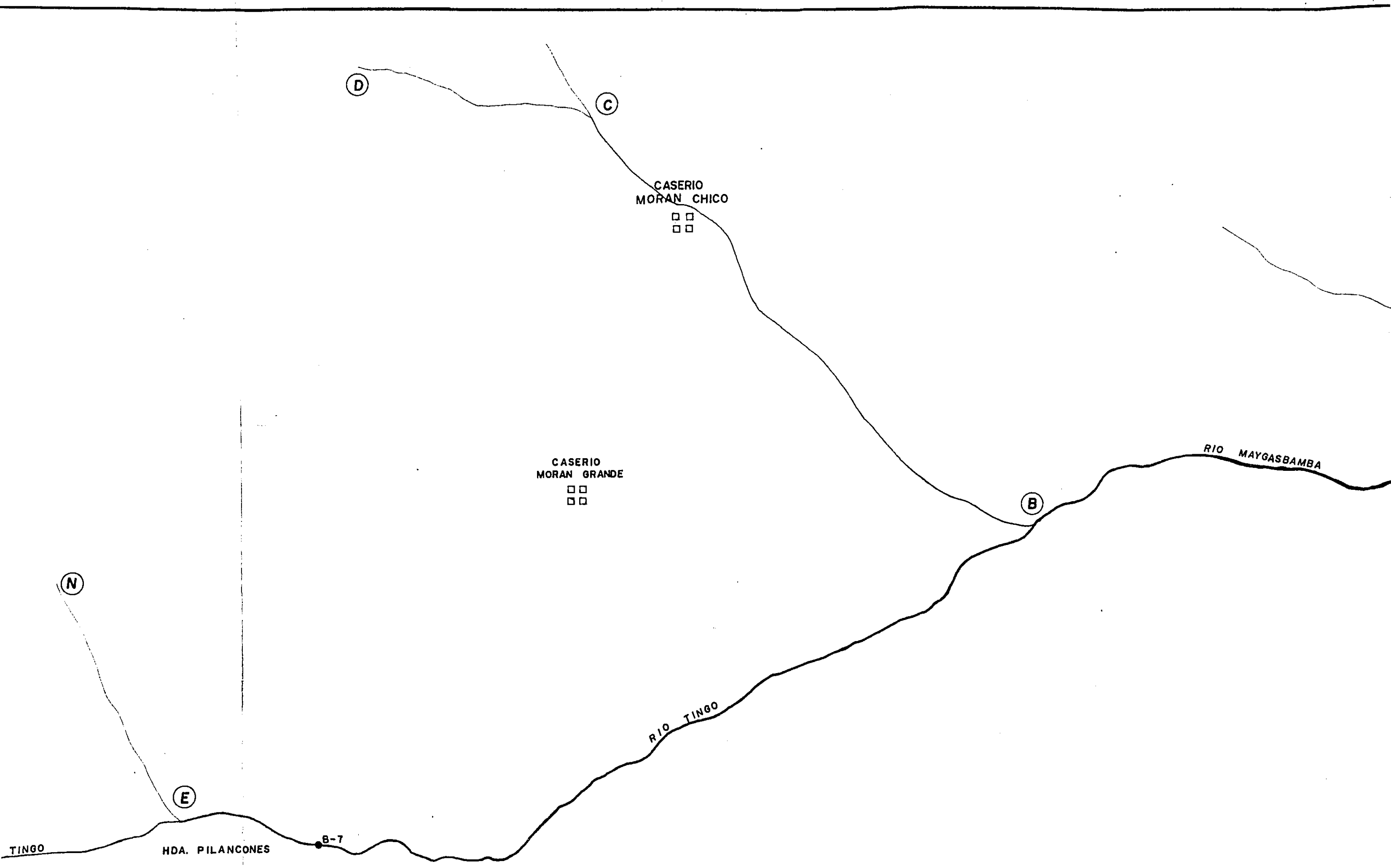
B-7

QUEBRADA DE LA M

ORDA. TINGO

RIO TINGO

HDA. PILANCONES



(D)

(C)

CASERIO  
MORAN CHICO

□ □

□ □

CASERIO  
MORAN GRANDE

□ □

□ □

RIO MAYGASBAMBA

(B)

RIO TINGO

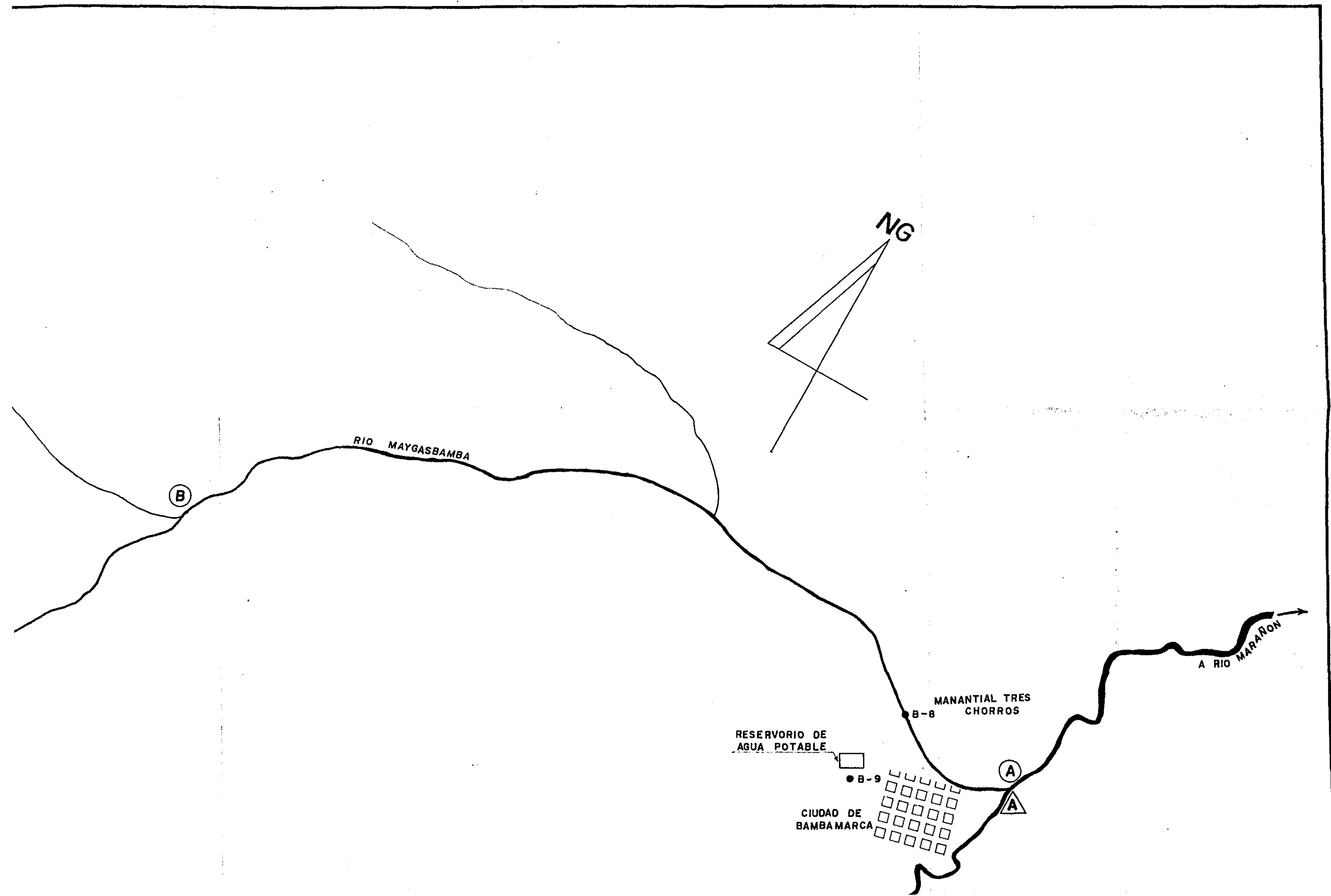
(N)

(E)

B-7

TINGO

HDA. PILANCONES



NG

RIO MAYGASBAMBA

B

RESERVORIO DE  
AGUA POTABLE

B-9

CIUDAD DE  
BAMBAMARCA

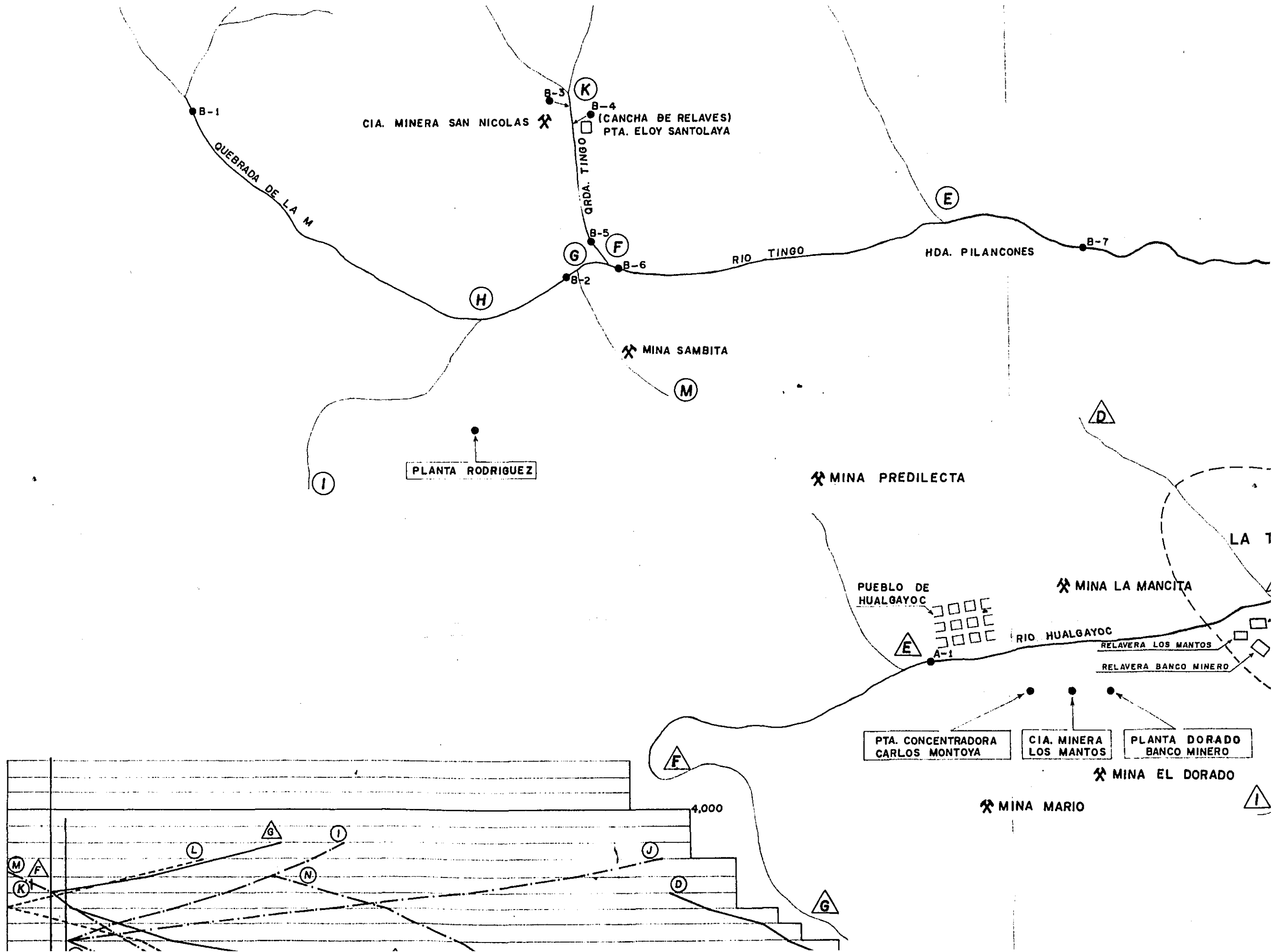
MANANTIAL TRES  
CHORROS

B-8

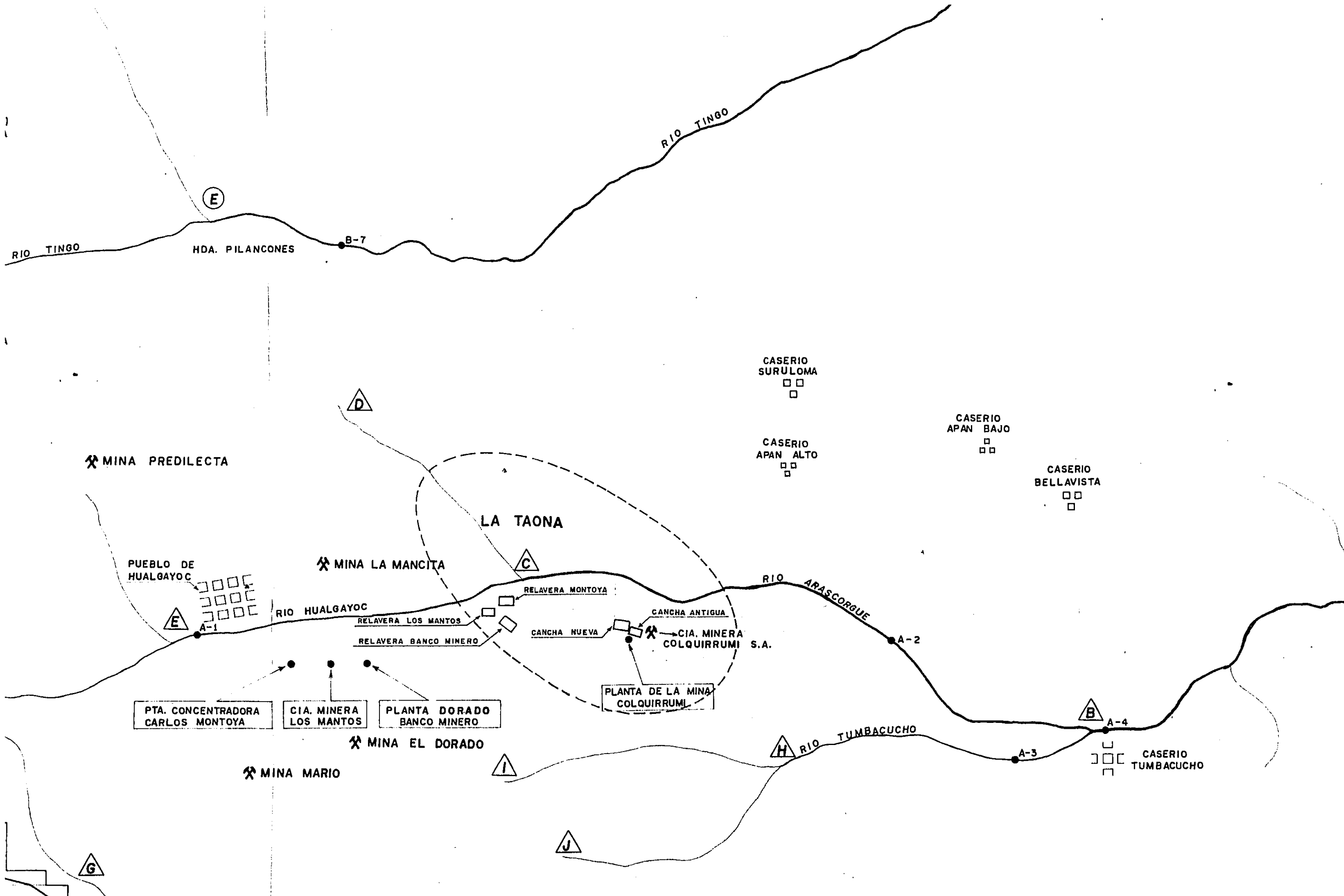
A

A

A RIO MARAÑON







RIO TINGO

HDA. PILANCONES

RIO TINGO

E

B-7

CASERIO SURULOMA

CASERIO APAN ALTO

CASERIO APAN BAJO

CASERIO BELLAVISTA

MINA PREDILECTA

LA TAONA

MINA LA MANCITA

PUEBLO DE HUALGAYOC

E

RIO HUALGAYOC

RELAVERA MONTOYA

RELAVERA LOS MANTOS

RELAVERA BANCO MINERO

CANCHA NUEVA

CANCHA ANTIGUA

CIA. MINERA COLQUIRRUMI S.A.

RIO ARASCORGUE

A-2

PTA. CONCENTRADORA CARLOS MONTOYA

CIA. MINERA LOS MANTOS

PLANTA DORADO BANCO MINERO

PLANTA DE LA MINA COLQUIRRUMI

MINA EL DORADO

MINA MARIO

RIO TUMBACUCHO

CASERIO TUMBACUCHO

A-4

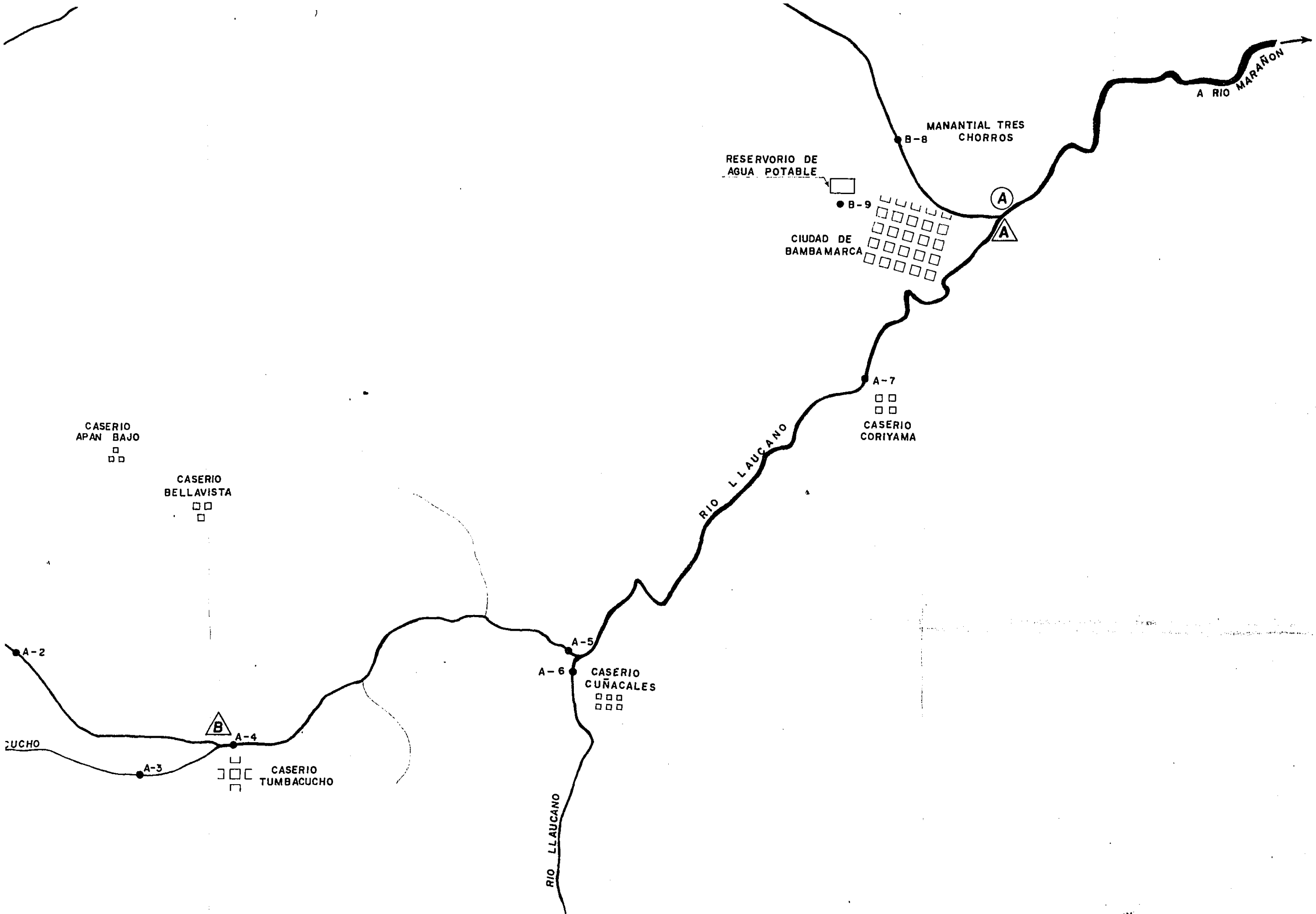
A-3

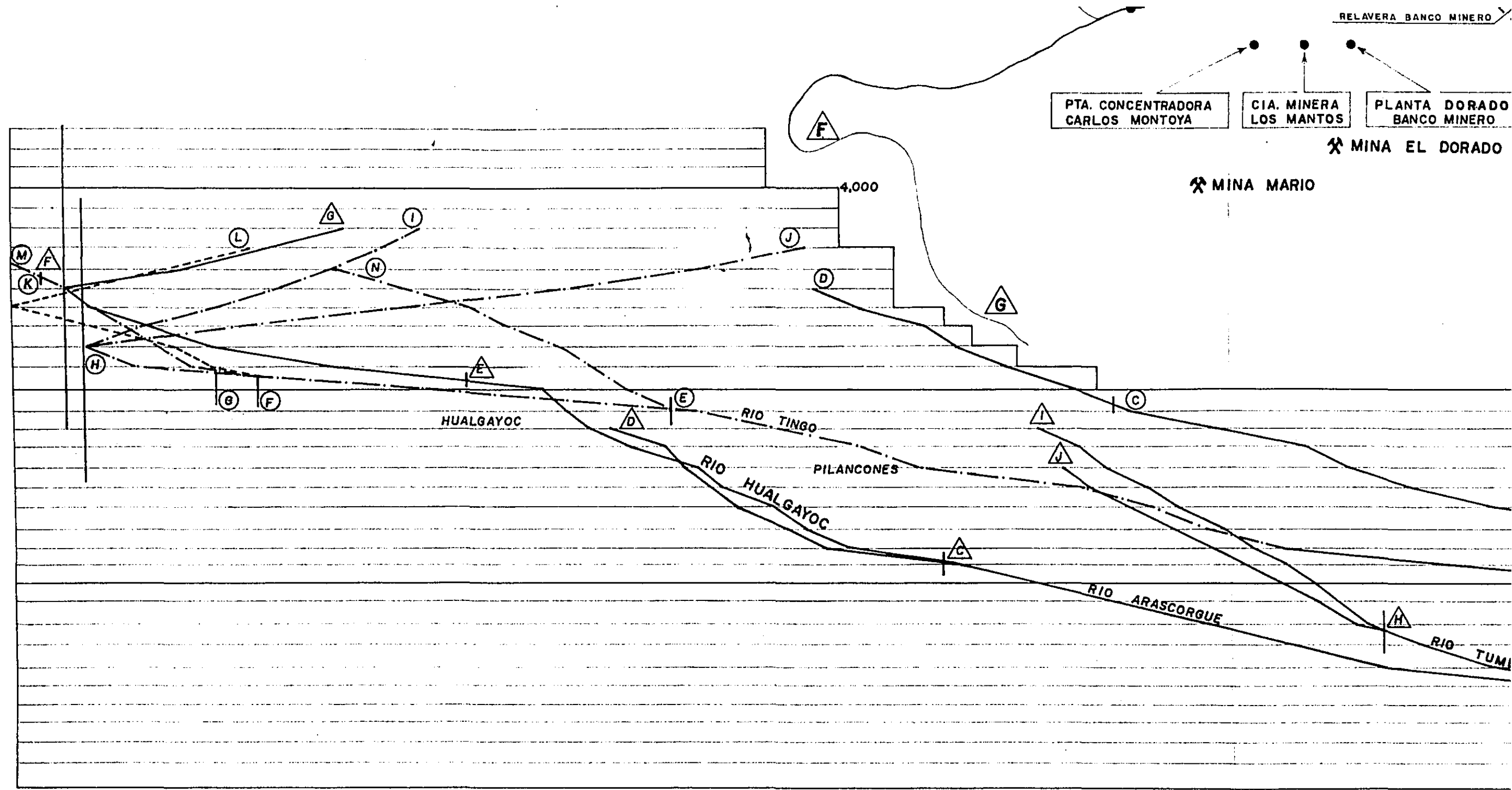
H

I

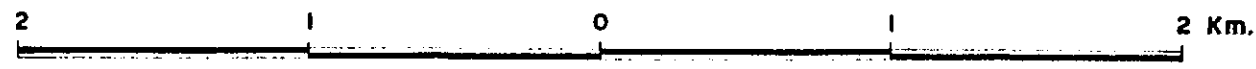
J

G

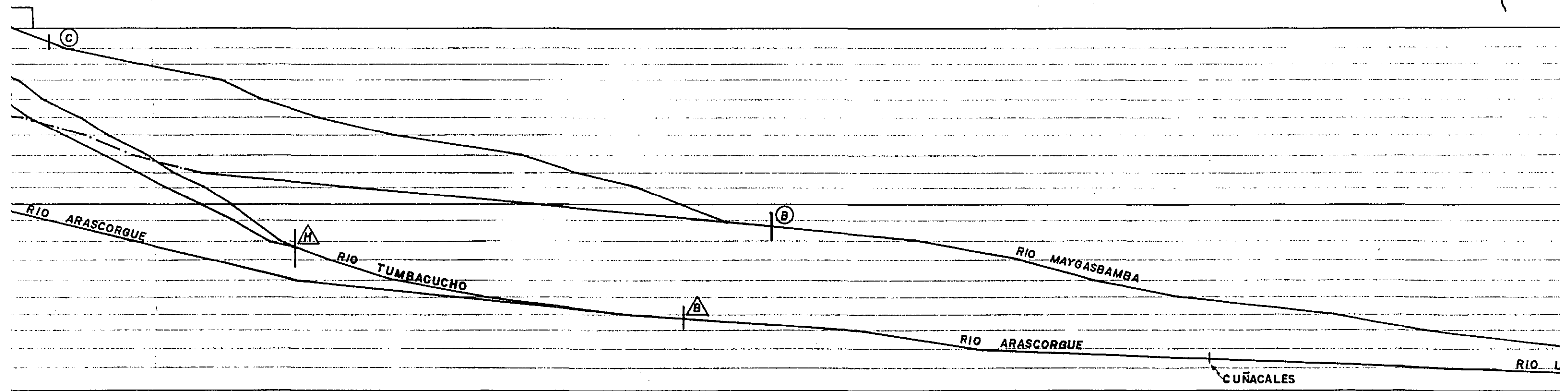
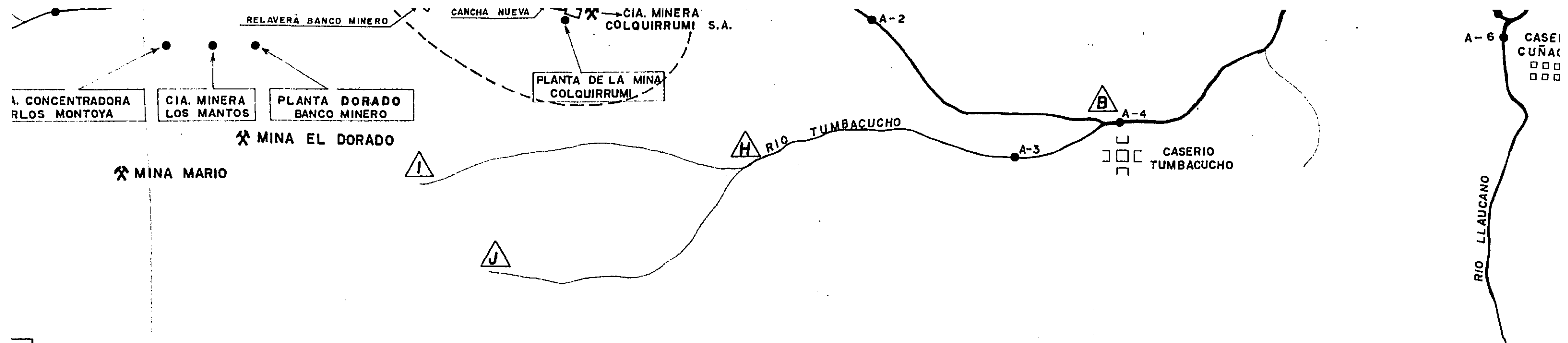




DISTANCIA →

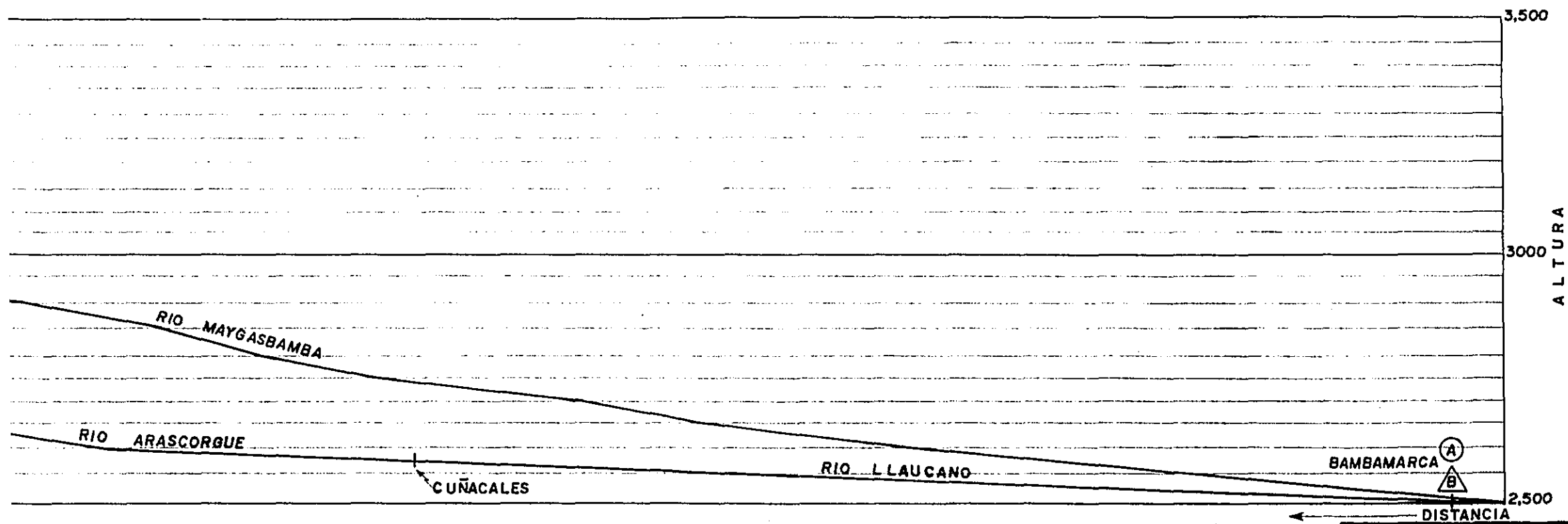
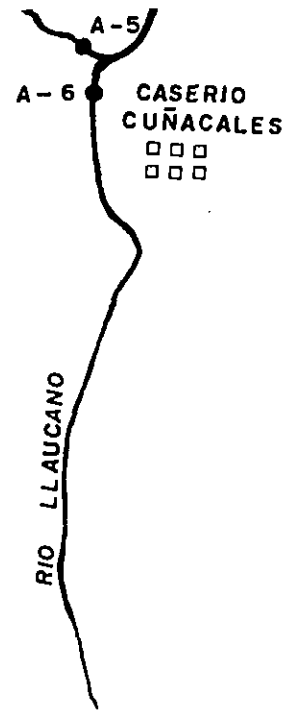
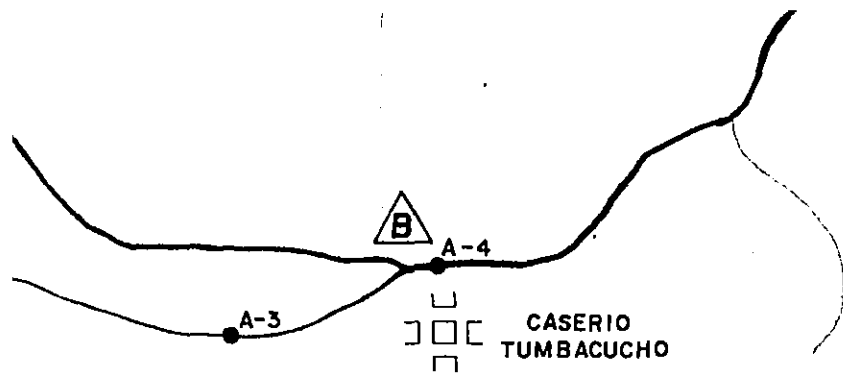


ESCALA GRAFICA



2 Km.

DIBUJADO	POR
DISEÑO	
REVISADO	



**COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA  
MEM-JICA-INGEMMET**

ESTUDIO DE CONTAMINACION DE AGUAS POR RESIDUOS MINEROS

DIBUJADO POR : TEODOSIO SANCHEZ R.  
DISEÑO : ING. AKIRA NAKAMURA  
REVISADO : TEC. JORGE SANCHEZ ARENAS  
: ING. TOMAS ACERO ROSALES

FECHA : MARZO 1981  
ESCALA : 1/25,000  
PLANO : Nº 4

UBICACION DE LAS ESTACIONES DE MUESTREO, MINAS  
Y PLANTAS CONCENTRADORAS EN LA QUEBRADA DE  
HUALGAYOC - CAJAMARCA.

756

760

764

9'264

9'260

3600

3800

C° LOS QUENOS

△3808

C° PICACHO

△4017

△3958

△3938

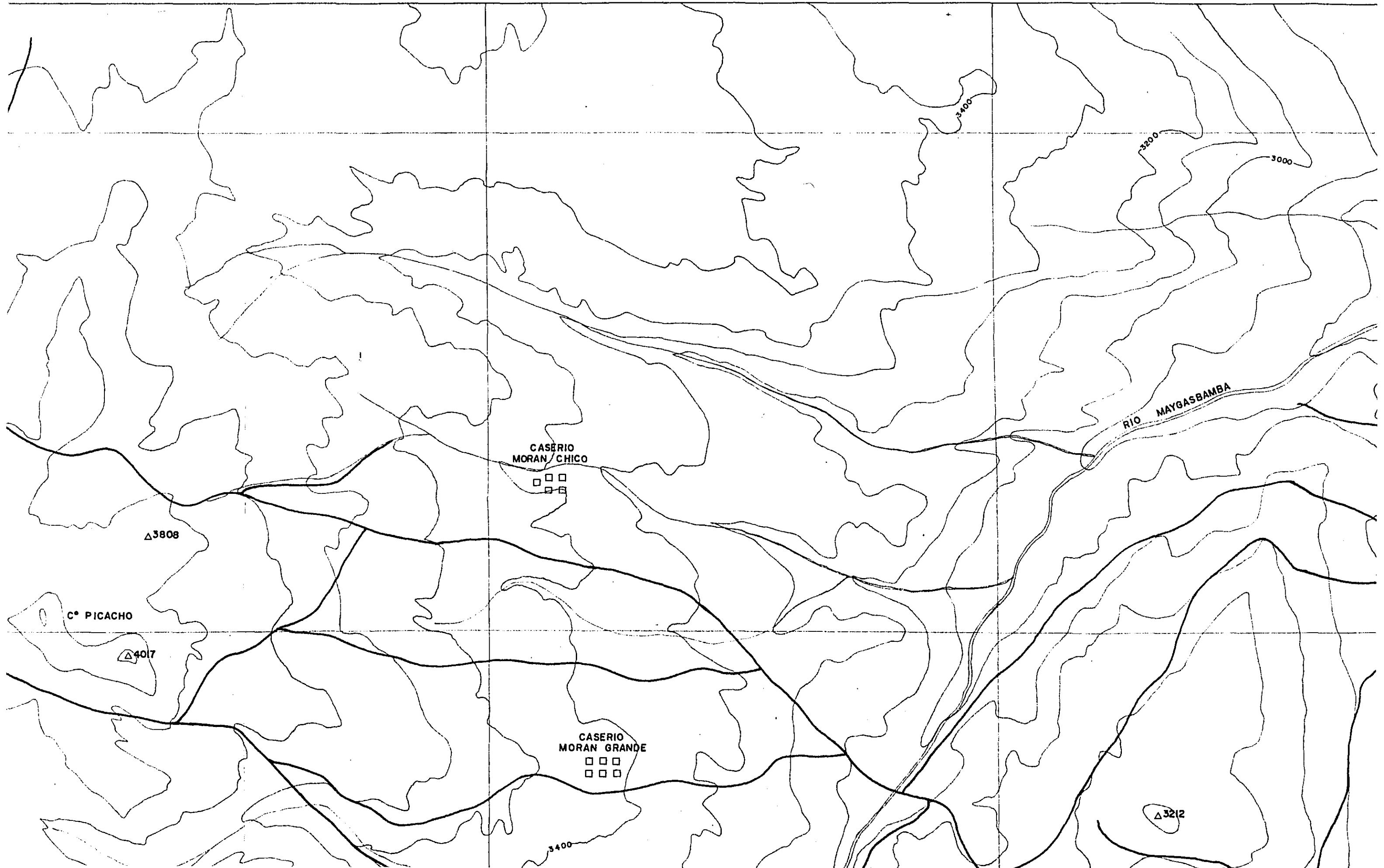
C° PAMPA GRANDE

MINA LOS COLORADOS



764

768



Δ3808

C° PICACHO

Δ4017

CASERIO  
MORAN CHICO



CASERIO  
MORAN GRANDE



Δ3212

3400

3400

3200

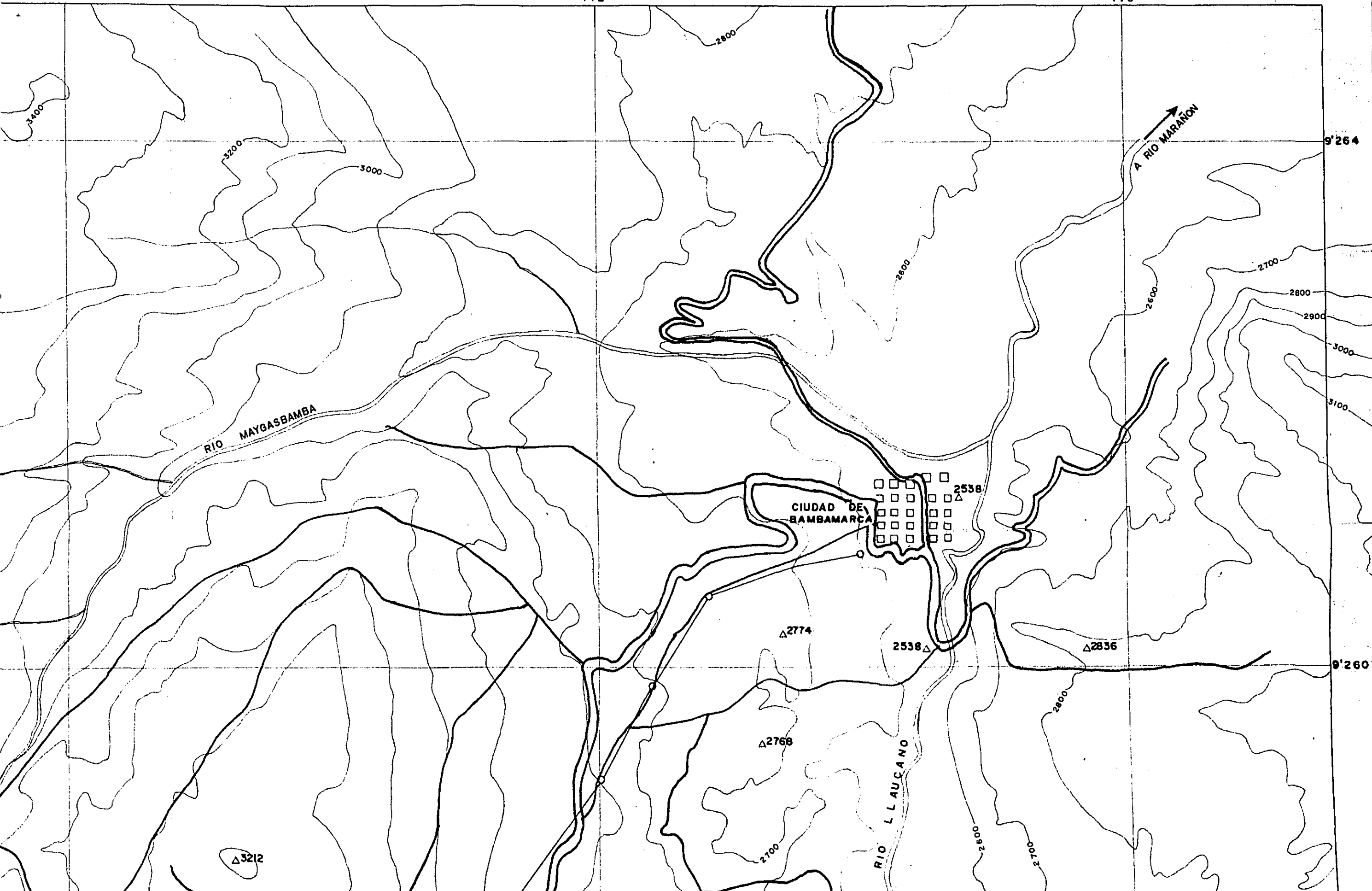
3000

RIO MAYGASBAMBA

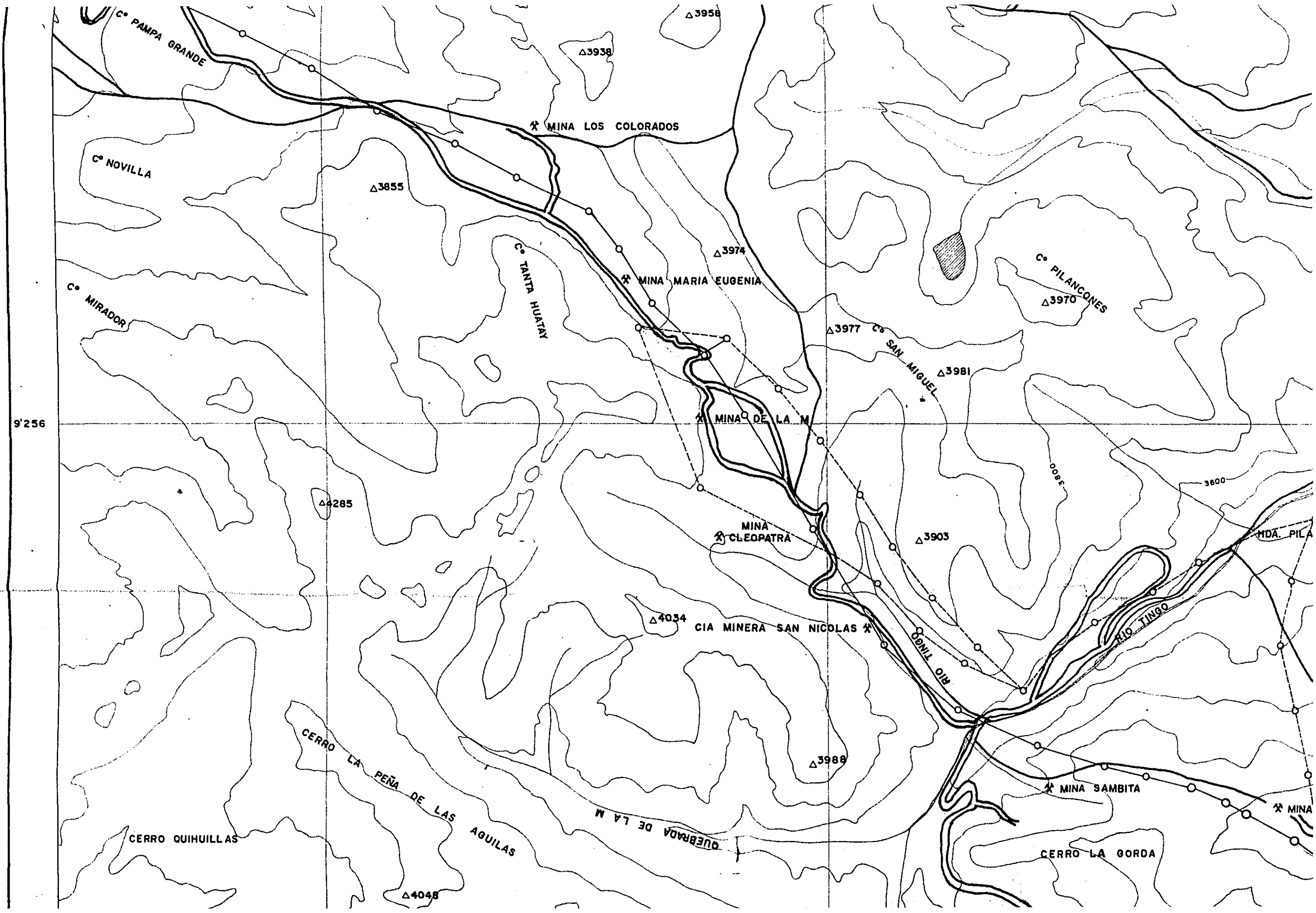
768

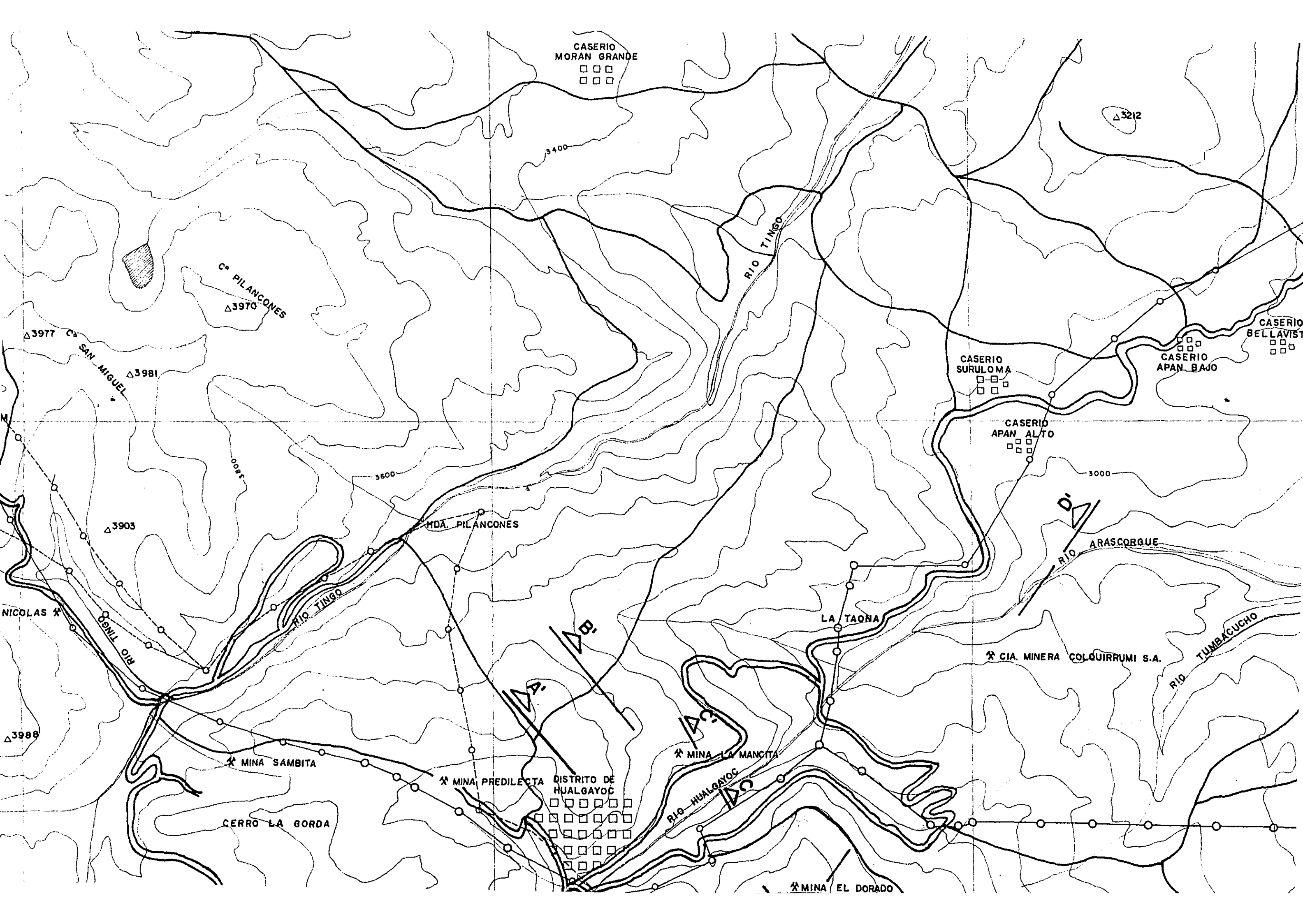
772

776









CASERIO MORAN GRANDE  
□ □ □  
□ □ □

△ 3212

C° PILANCONES  
△ 3970

△ 3977 C° SAN MIGUEL  
△ 3981

CASERIO SURULOMA  
□ □ □  
□ □ □

CASERIO APAN BAJO  
□ □ □  
□ □ □

CASERIO BELLAVISTA  
□ □ □  
□ □ □

CASERIO APAN ALTO  
□ □ □  
□ □ □

3000

HDA. PILANCONES

△ D1

RIO ARASCORGUE

△ 3903

RIO TINGO

LA TAONA

✦ CIA. MINERA COLQUIRRUMI S.A.

RIO TUMBACUCHO

NICOLAS ✦

✦ MINA SAMBITA

✦ MINA PREDILECTA

DISTRITO DE HUALGAYOC  
□ □ □ □ □  
□ □ □ □ □  
□ □ □ □ □  
□ □ □ □ □

✦ MINA LA MANCITA

RIO HUALGAYOC

CERRO LA GORDA

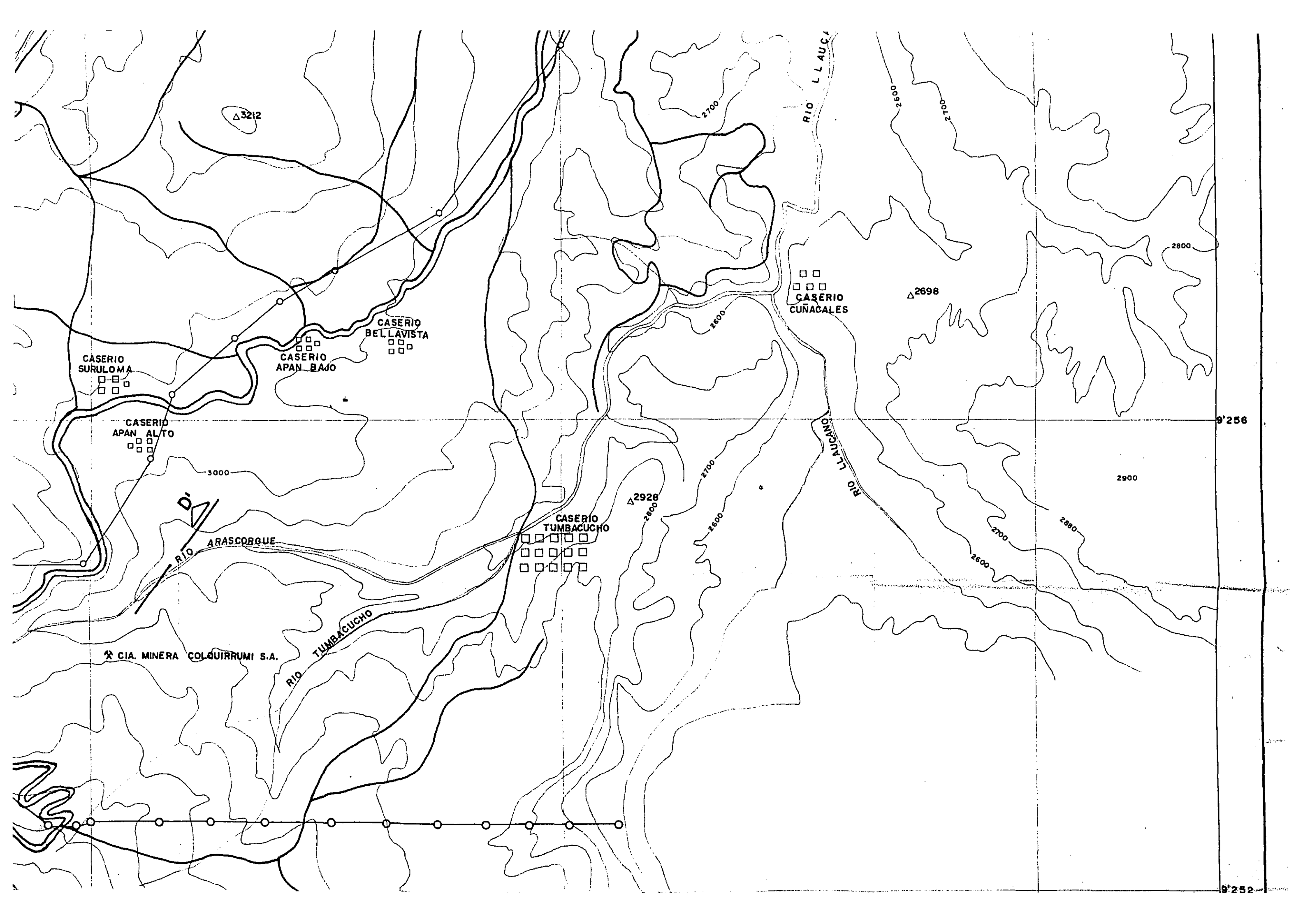
✦ MINA EL DORADO

△ 3988

3400

3600

0085



△3212

2700

RIO L. AUCÁ

0092

2700

2800

□ □  
□ □ □  
CASERIO  
CUÑACALES

△2698

CASERIO  
SURULOMA

CASERIO  
APAN BAJO

CASERIO  
BELLAVISTA

CASERIO  
APAN ALTO

3000

D<sup>1</sup>

RIO  
ARASCORQUE

△2928

CASERIO  
TUMBACUCHO

0012

2600

RIO  
L. AUCÁ

9°25'6"

2900

0072

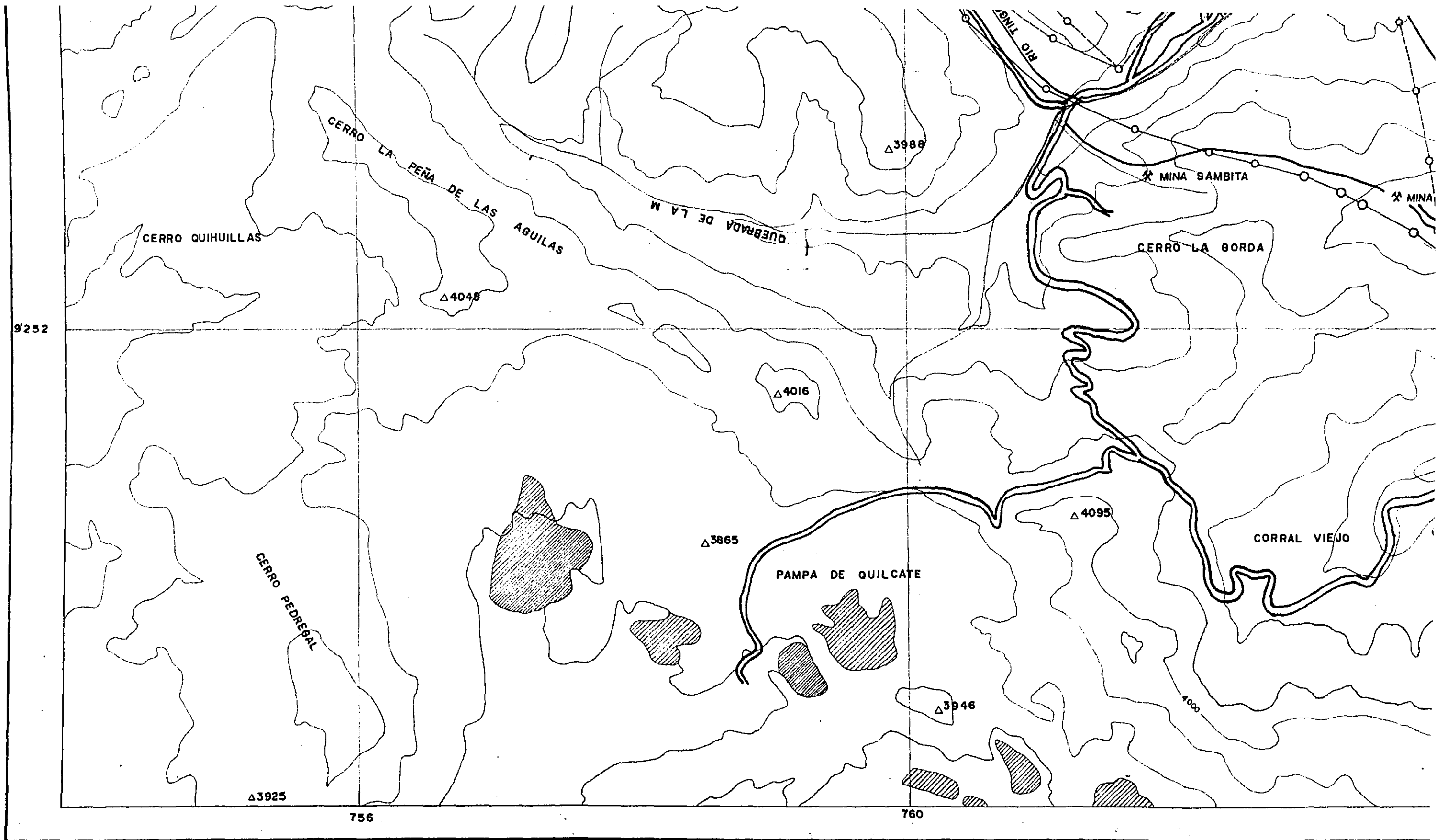
2700

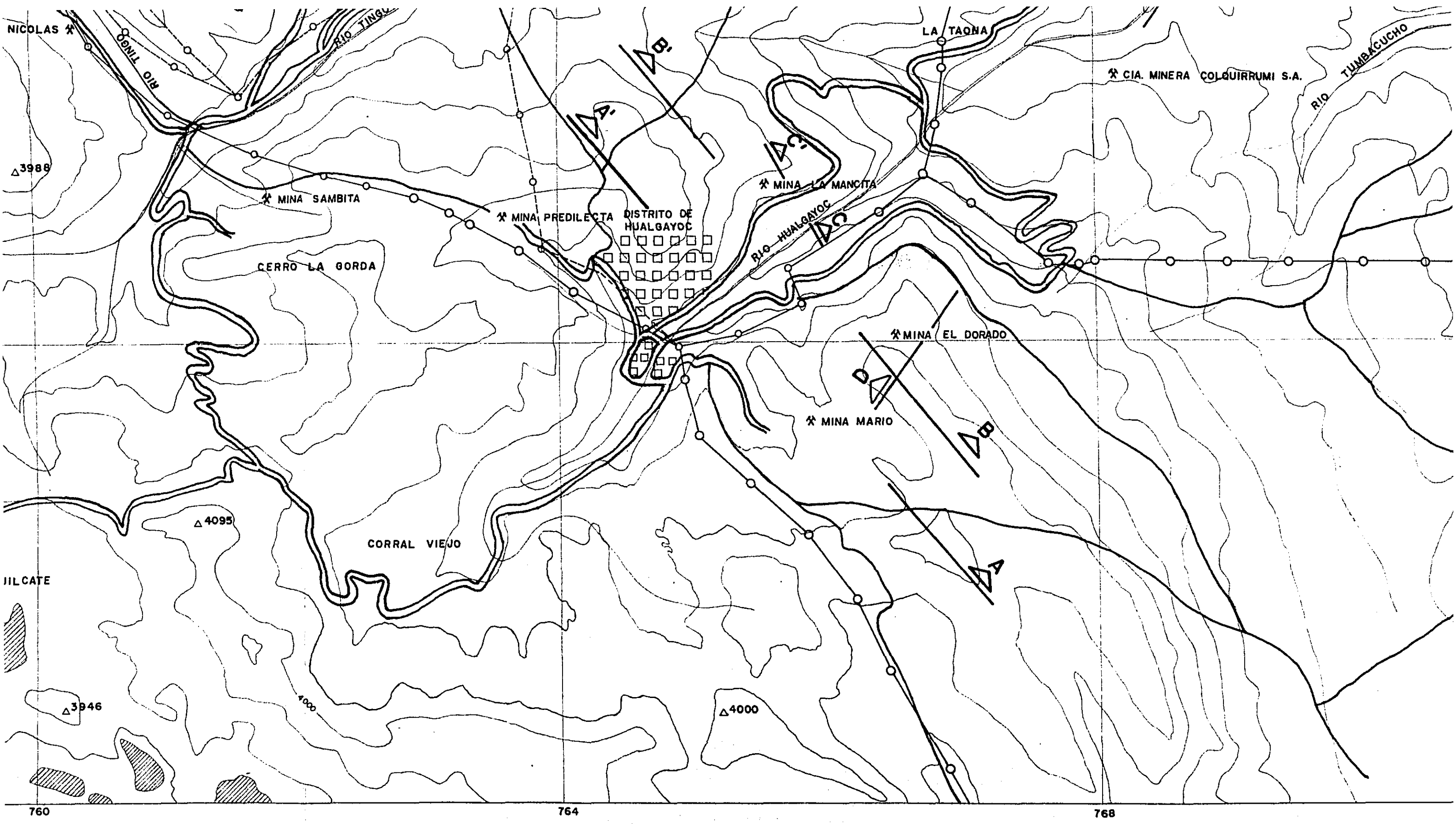
2800

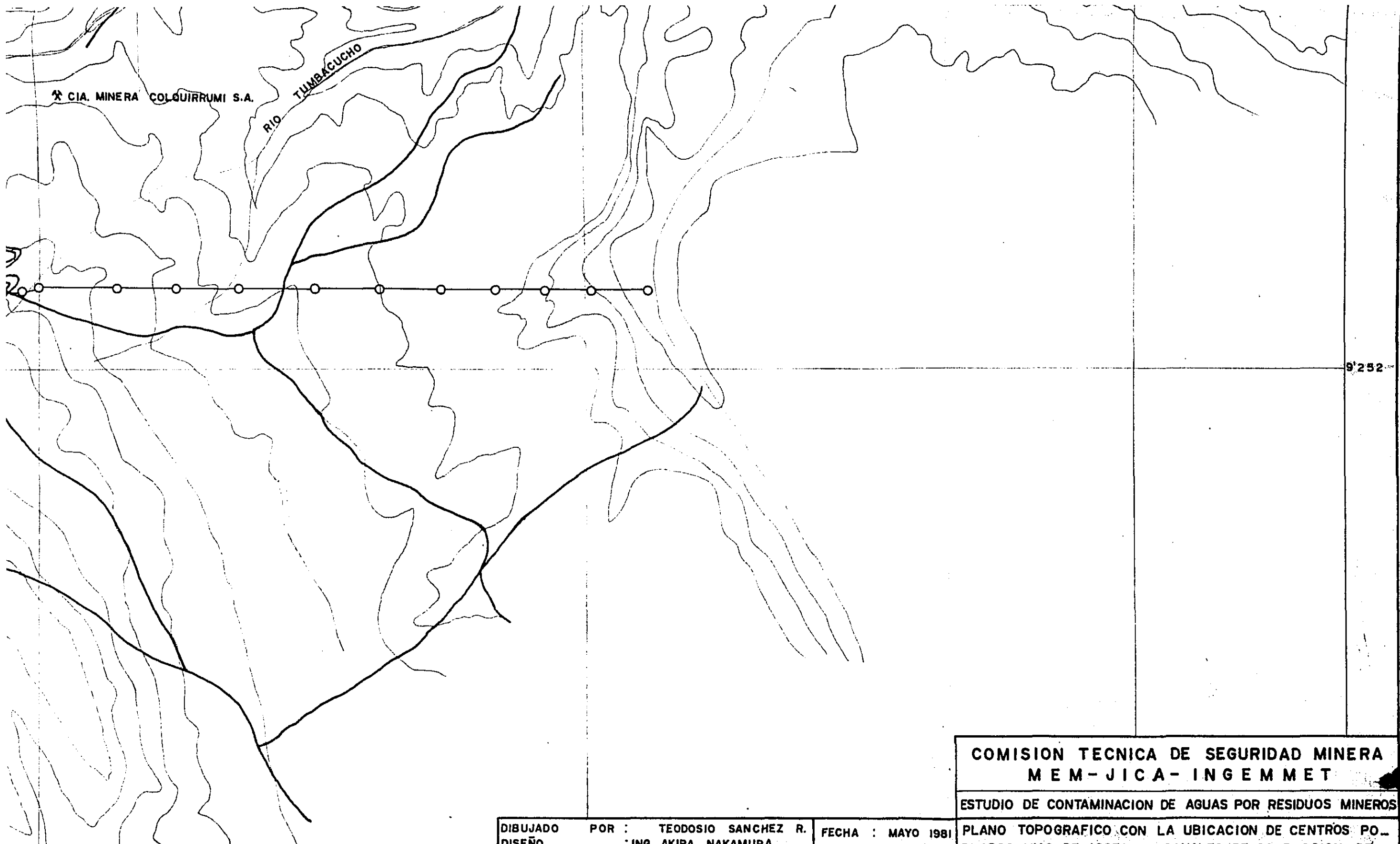
✕ CIA. MINERA COLQUIRRUMI S.A.

RIO  
TUMBACUCHO

9°25'2"







↑ CIA. MINERA COLQUIRRUMI S.A.

RIO TUMBACUCHO

9'252

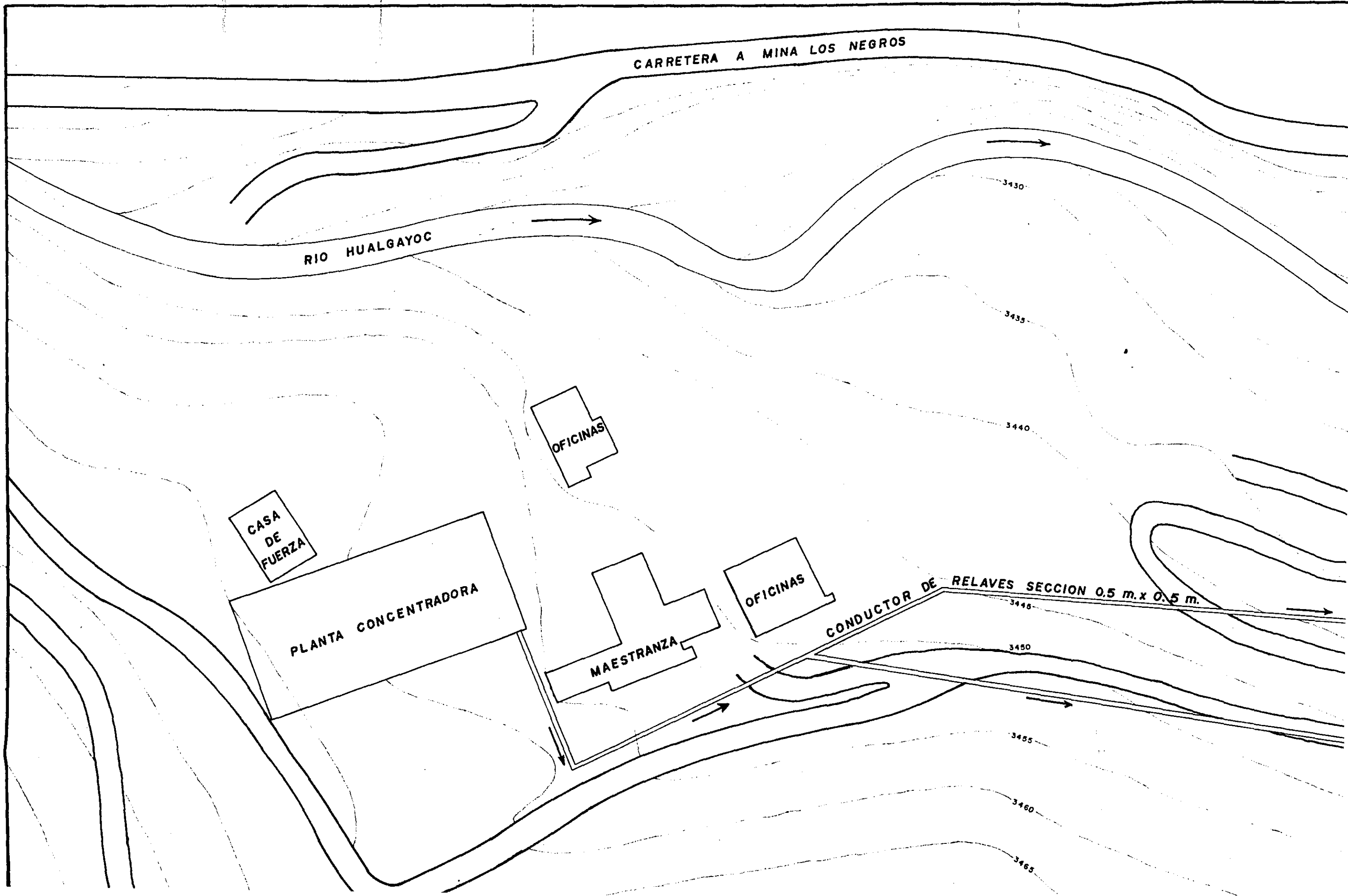
**COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA  
MEM-JICA-INGEMMET**

ESTUDIO DE CONTAMINACION DE AGUAS POR RESIDUOS MINEROS

DIBUJADO POR : TEODOSIO SANCHEZ R.  
 DISEÑO : ING. AKIRA NAKAMURA  
 : TEC. JORGE SANCHEZ ARENAS  
 REVISADO : ING. TOMAS ACERO ROSALES

FECHA : MAYO 1981  
 ESCALA : 1/25,000  
 PLANO : Nº 2

PLANO TOPOGRAFICO CON LA UBICACION DE CENTROS PO-  
 BLADOS, VIAS DE ACCESO Y CANALES DE CONDUCCION DE  
 RELAVES EN LA QUEBRADA DE HUALGAYOC-CAJAMARCA.



CARRETERA A MINA LOS NEGROS

RIO HUALGAYOC

OFICINAS

CASA DE FUERZA

PLANTA CONCENTRADORA

MAESTRANZA

OFICINAS

CONDUCTOR DE RELAVES SECCION 0.5 m. x 0.5 m.

3430

3435

3440

3445

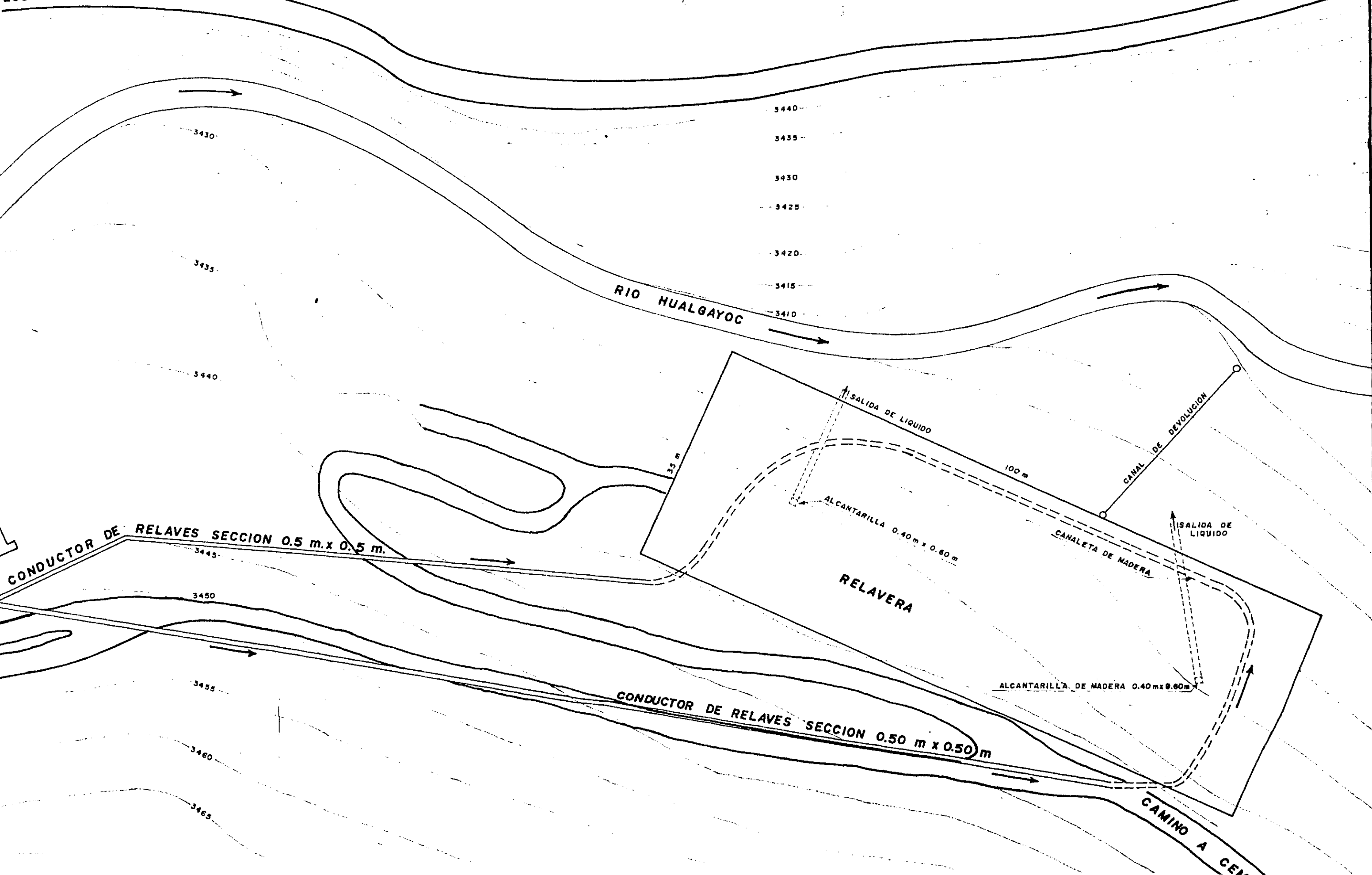
3450

3455

3460

3465

LOS NEGROS



3440  
3435  
3430  
3425  
3420  
3415  
3410

3430

3435

3440

3445

3450

3455

3460

3465

RIO HUALGAYOC

CONDUCTOR DE RELAVES SECCION 0.5 m x 0.5 m.

CONDUCTOR DE RELAVES SECCION 0.50 m x 0.50 m

RELAVERA

ALCANTARILLA 0.40 m x 0.60 m

ALCANTARILLA DE MADERA 0.40 m x 0.60 m

CANAleta DE MADERA

CANAL DE DEVOLUCION

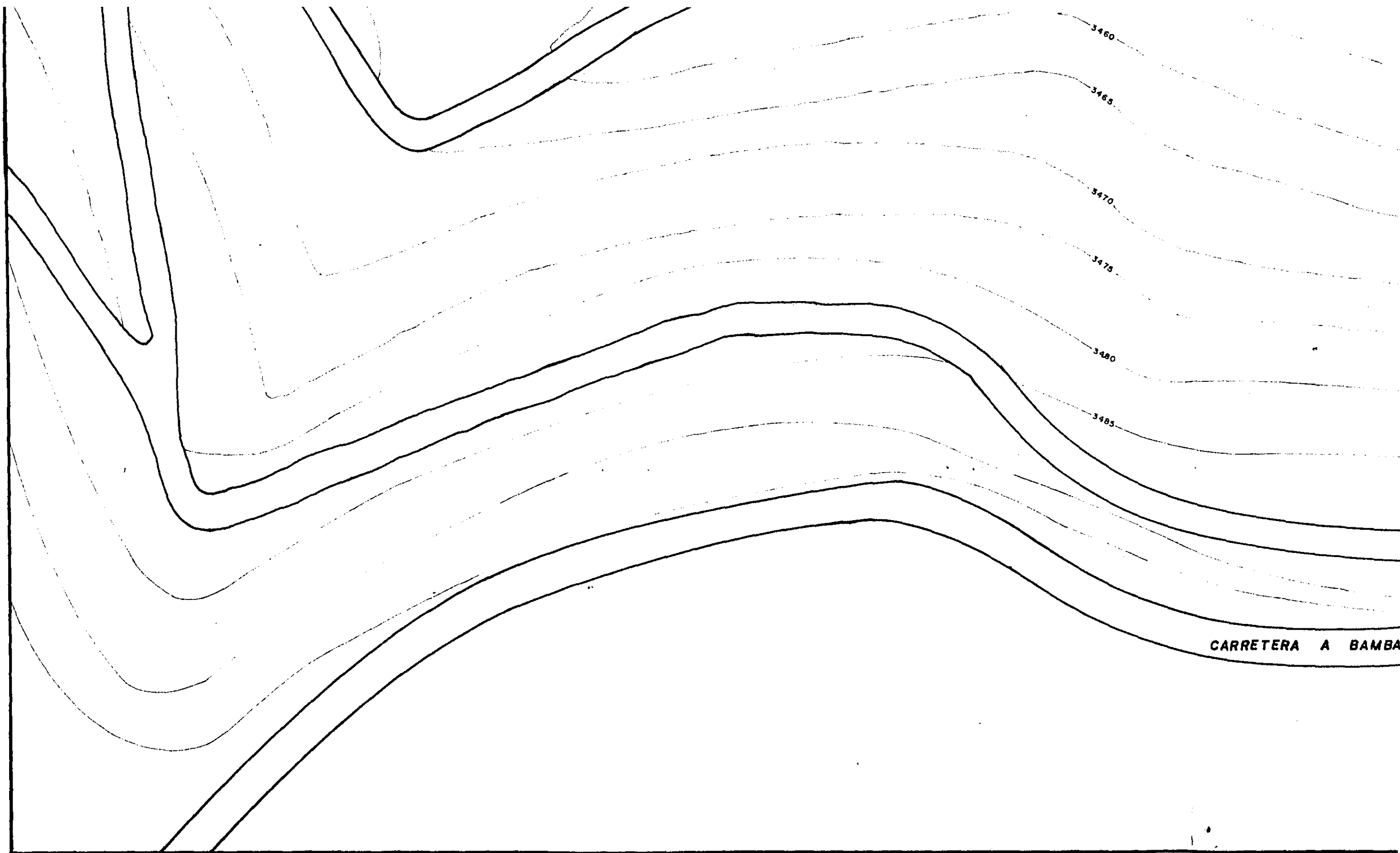
SALIDA DE LIQUIDO

CAMINO A GEN

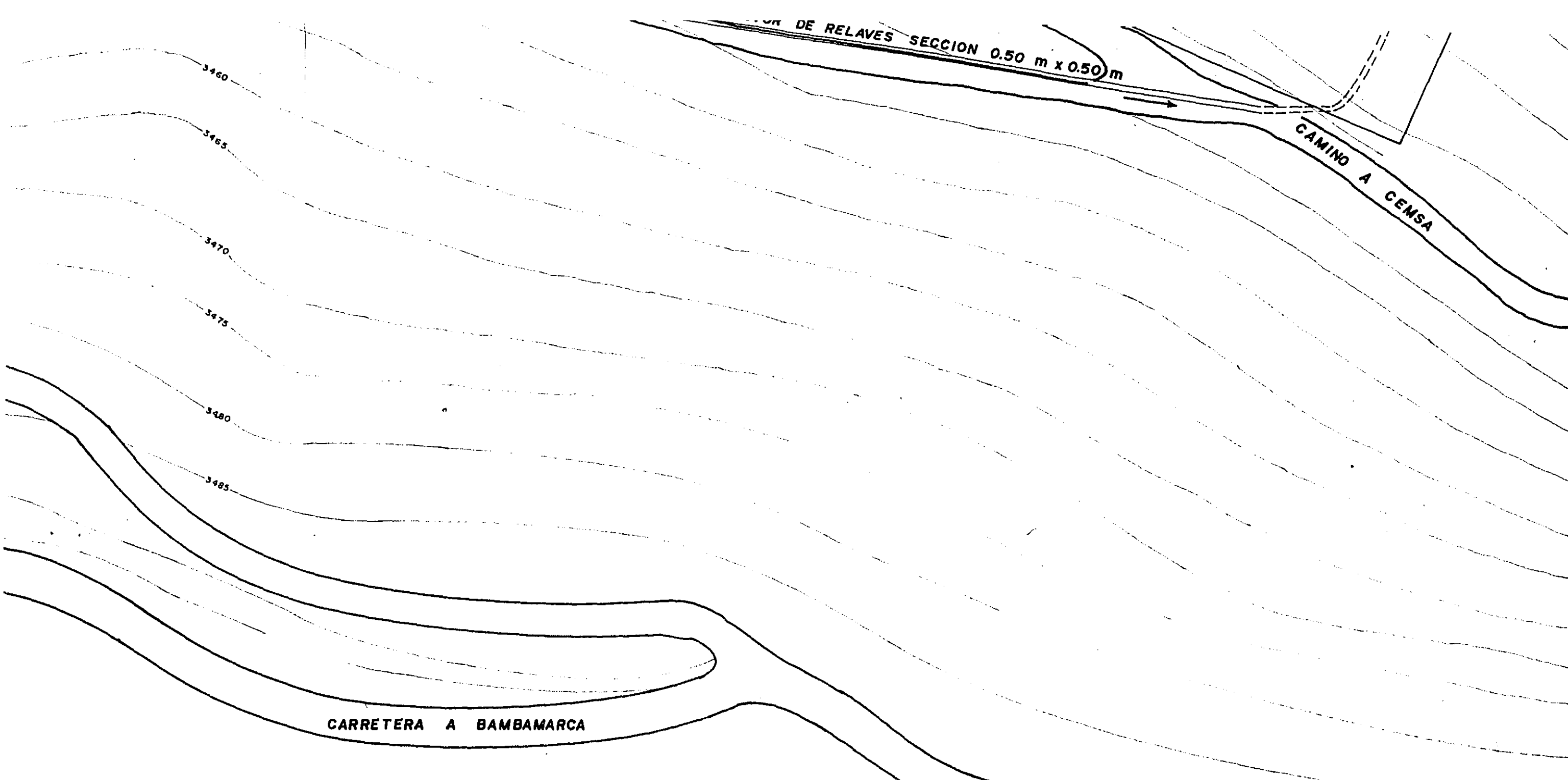
25 m

100 m





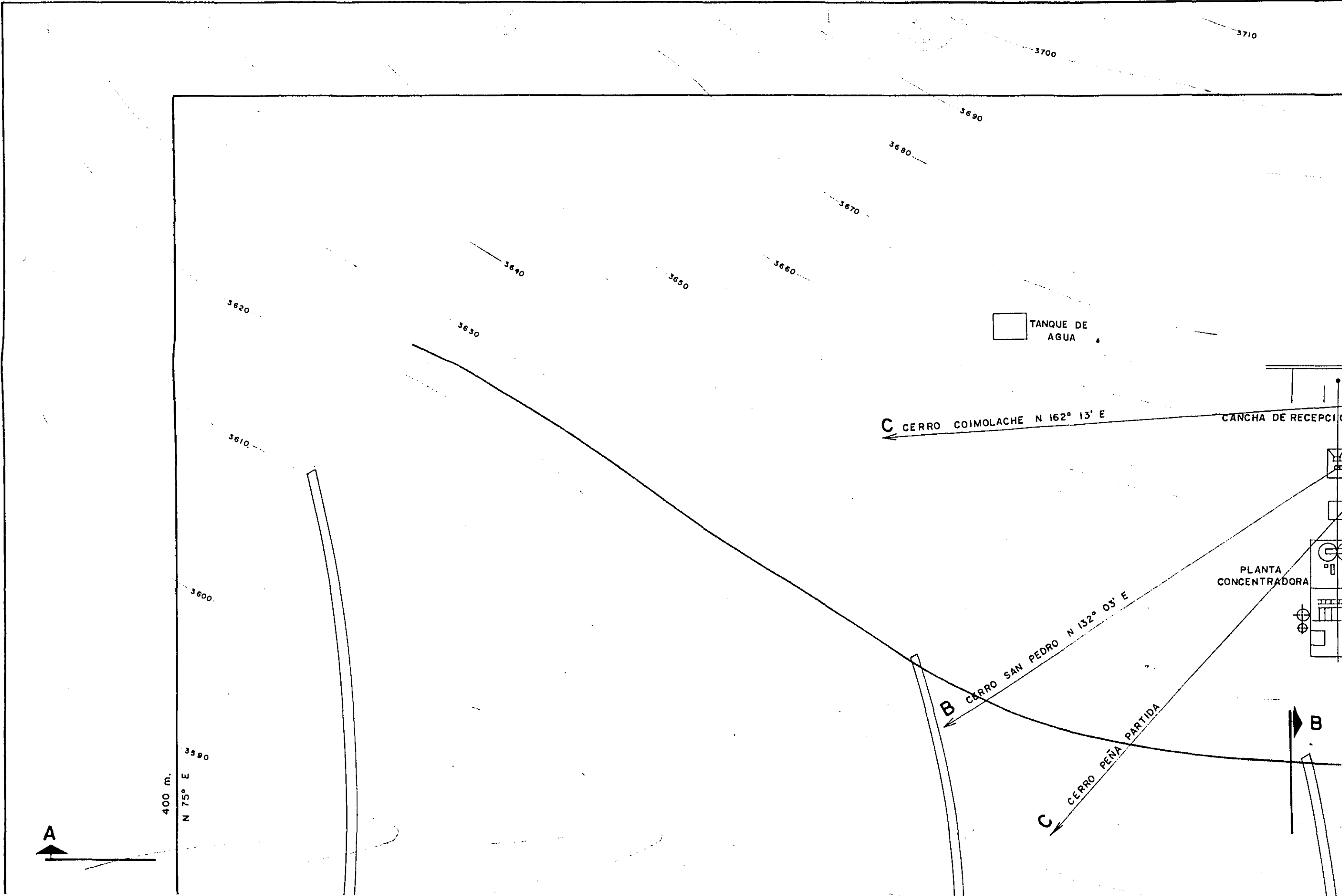
CARRETERA A BAMBA

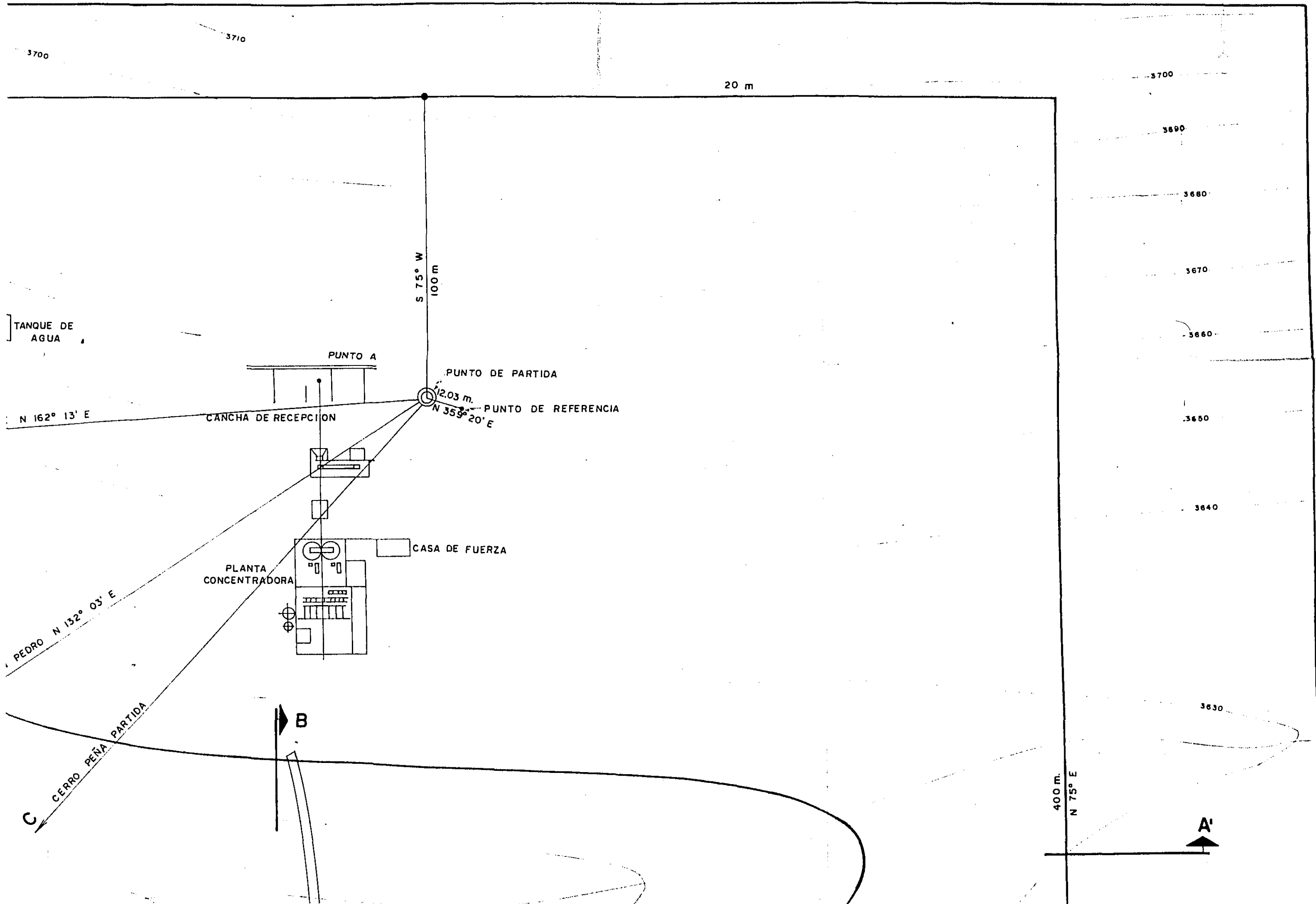


COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA  
 MEM-JICA-INGEMMET  
 ESTUDIO DE CONTAMINACION DE AGUAS POR RESIDUOS MINEROS

DIBUJADO	POR :	TEODOSIO SANCHEZ R.	FECHA :	FEBRERO 81
DISEÑO	:	ING. AKIRA NAKAMURA	ESCALA :	1/1,500
	:	TEC. JORGE SANCHEZ A	PLANO :	Nº 7
REVISADO	:	ING. TOMAS ACERO R.		

PLANO HORIZONTAL DEL DEPOSITO DE RELAVES  
 PLANTA CONCENTRADORA "CARLOS MONTOYA"





C CERRO COIMOLACHE N 162° 13' E CANCHA DE RECEP

PLANTA CONCENTRADORA

B CERRO SAN PEDRO N 132° 03' E  
C CERRO PEÑA PARTIDA

400 m.  
N 75° E



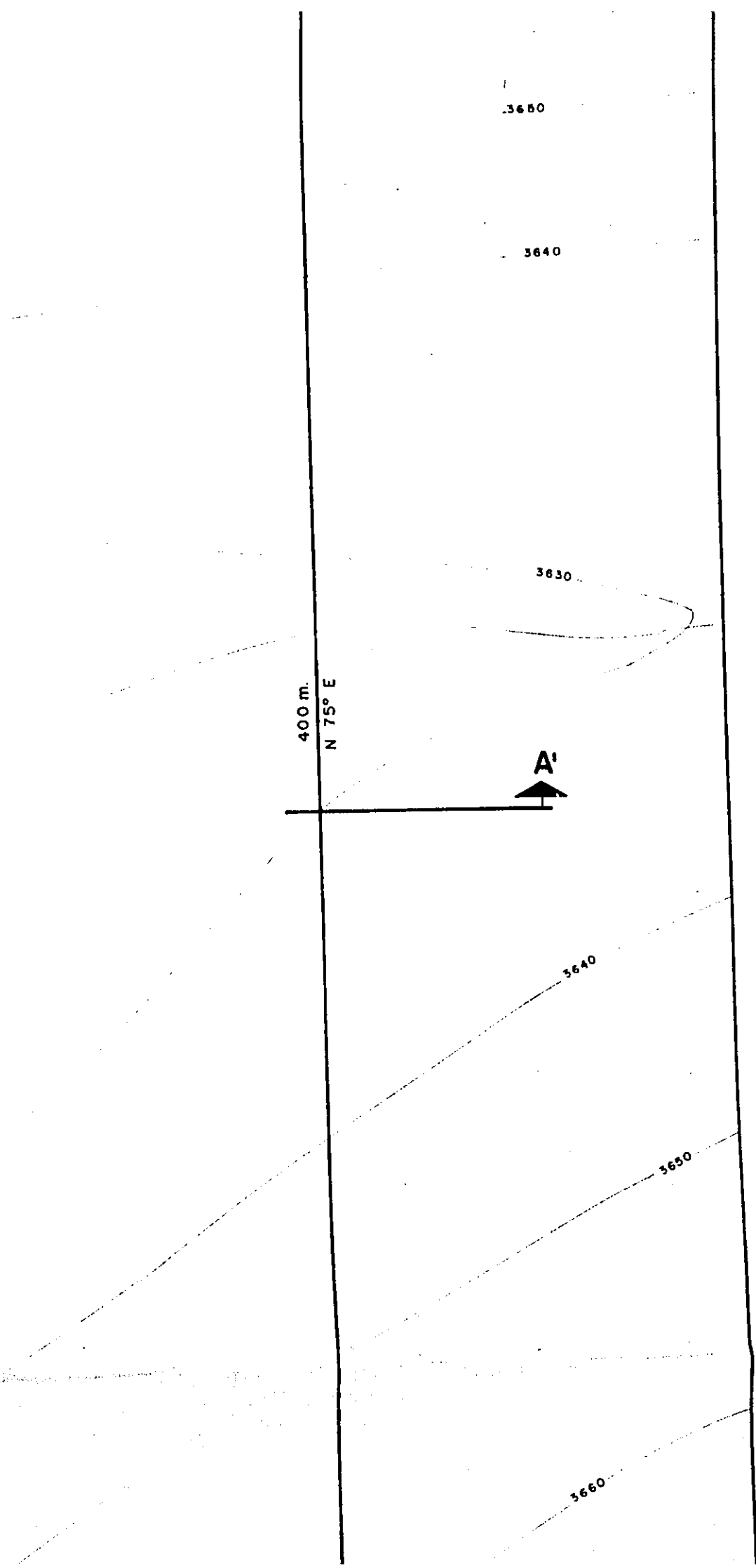
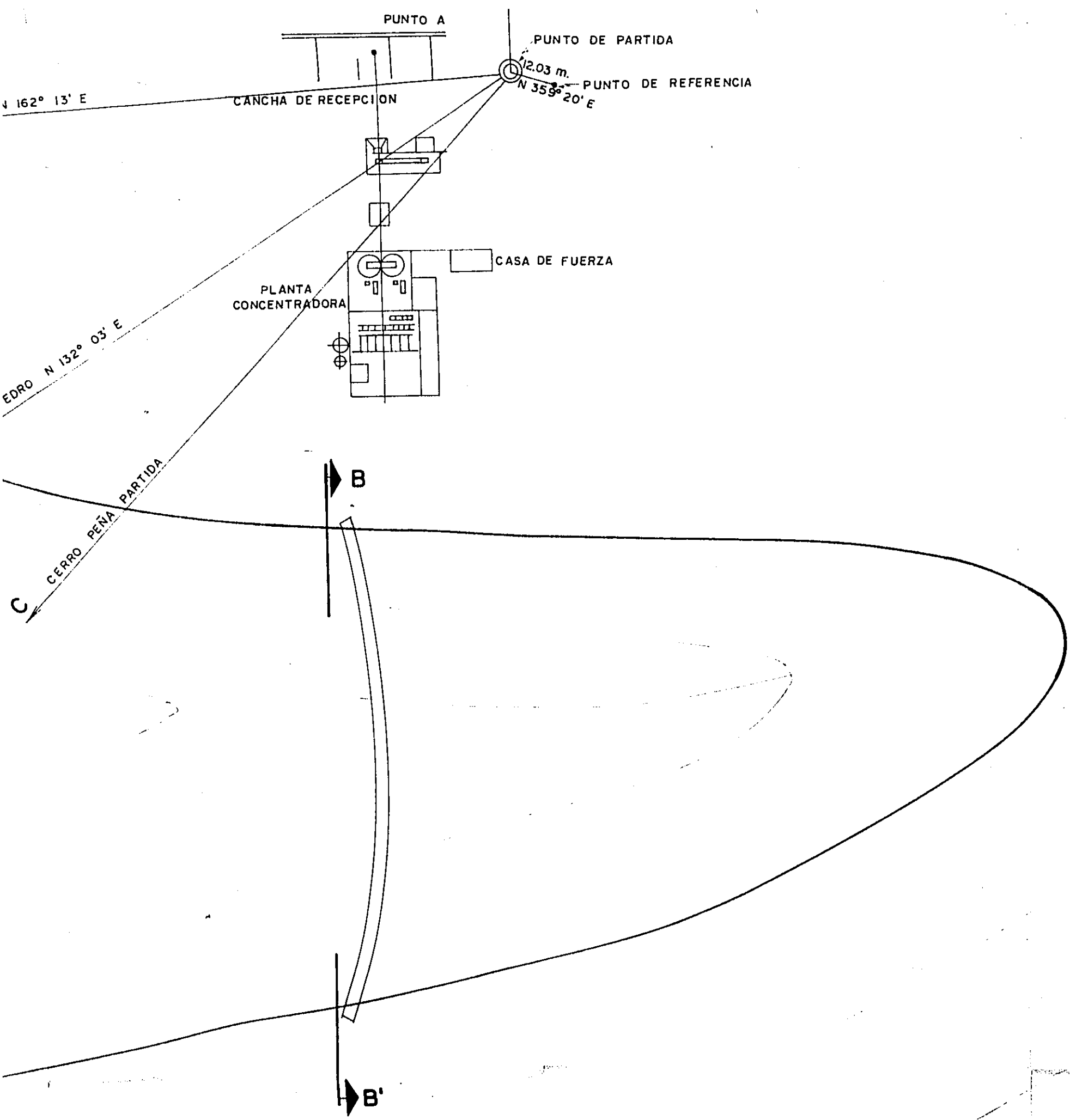
3610  
3600  
3590  
3600  
3610  
3620

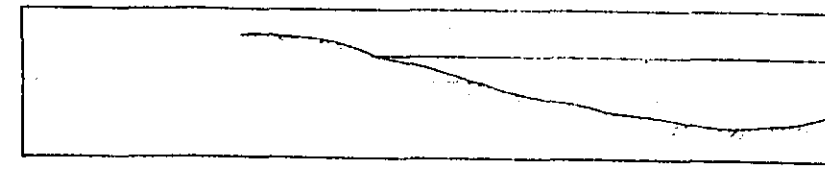
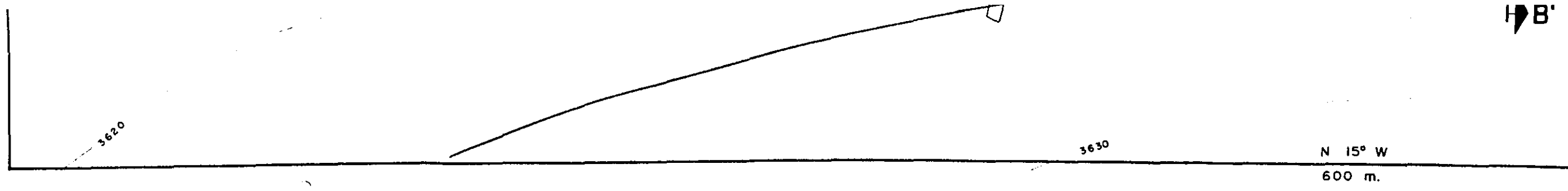
3630

N 15° W

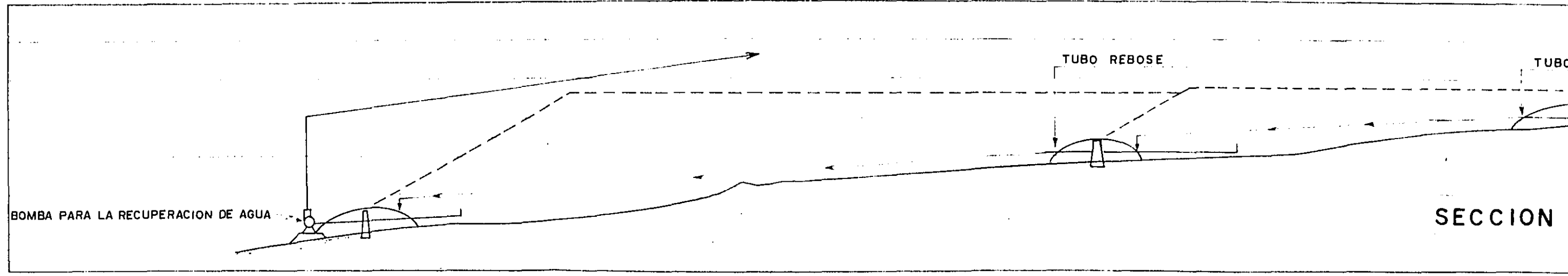
600 m.







SECCION



SECCION

B'

N 15° W  
600 m.

3660

3630  
3620  
3610

SECCION B-B'

3650  
3640  
3630  
3620  
3610  
3600  
3590  
3580

TUBO REBOSE

SECCION A-A'

COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA  
MEM-JICA-INGEMMET

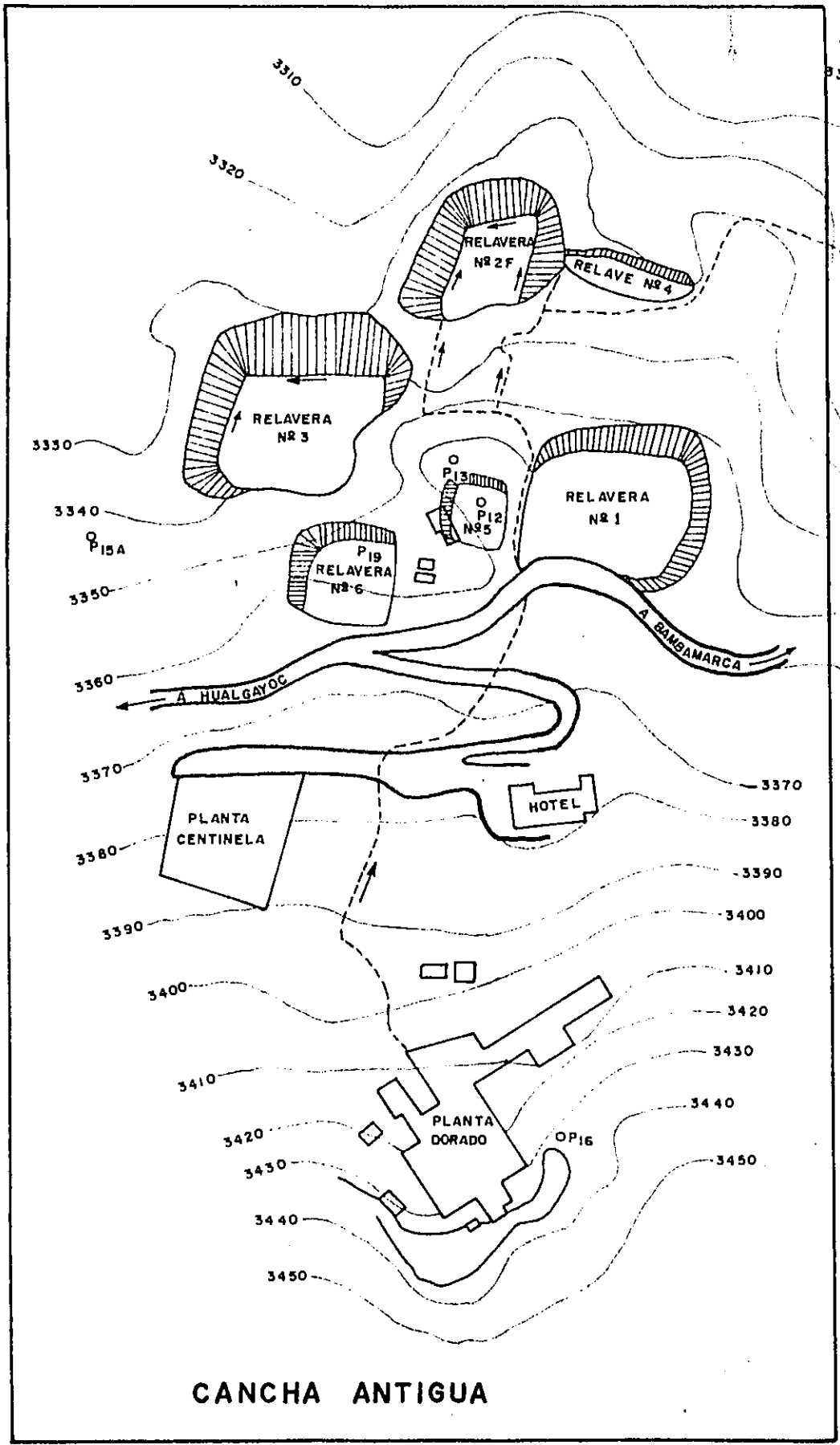
ESTUDIO DE CONTAMINACION DE AGUAS POR RESIDUOS MINEROS

DIBUJADO POR : TEODOSIO SANCHEZ R.  
DISEÑO : ING. AKIRA NAKAMURA  
REVISADO : TEC. JORGE SANCHEZ ARENAS  
ING. TOMAS ACERO R.

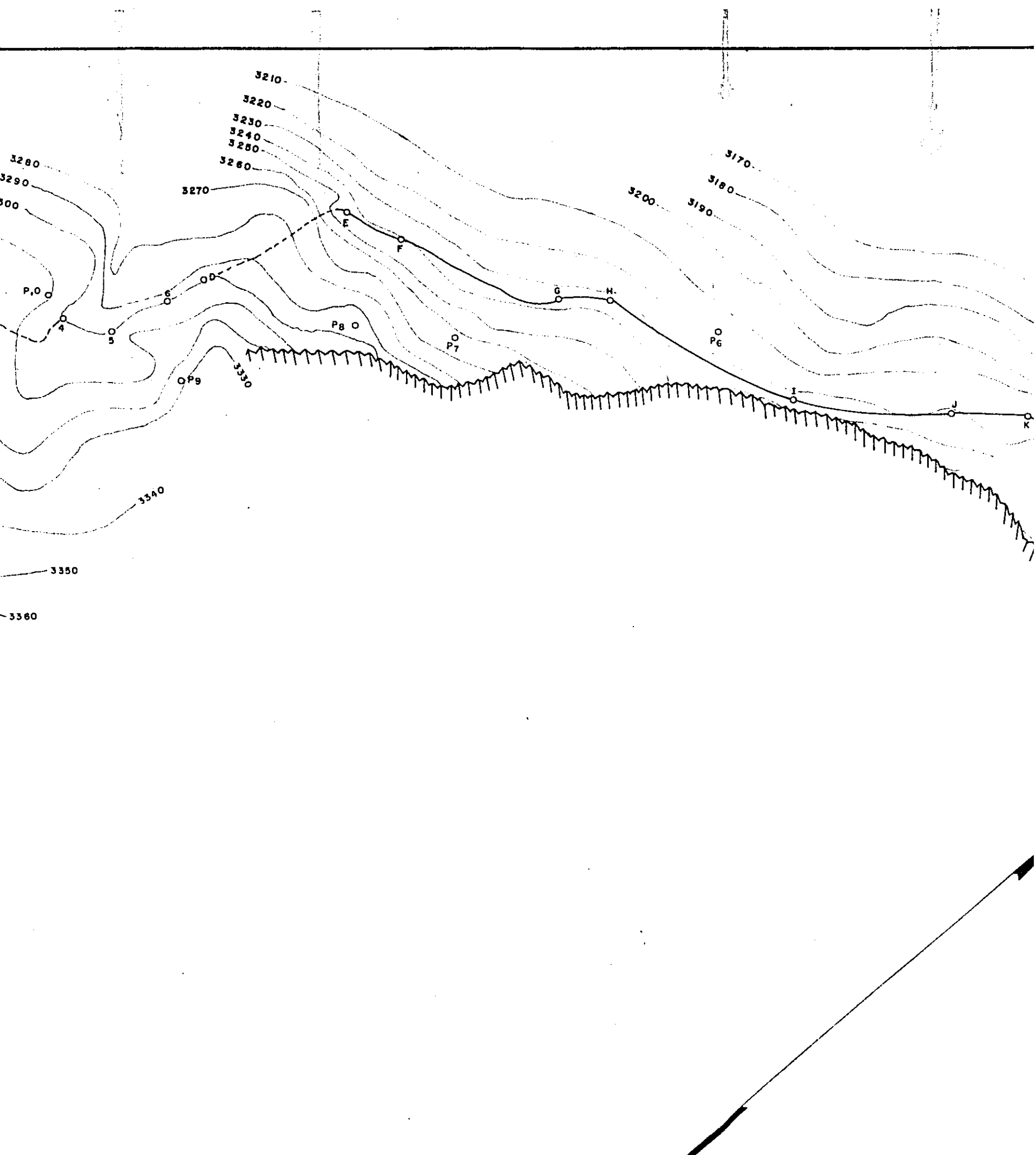
FECHA : FEBRERO 81  
ESCALA : 1:1,000  
PLANO : N° 9

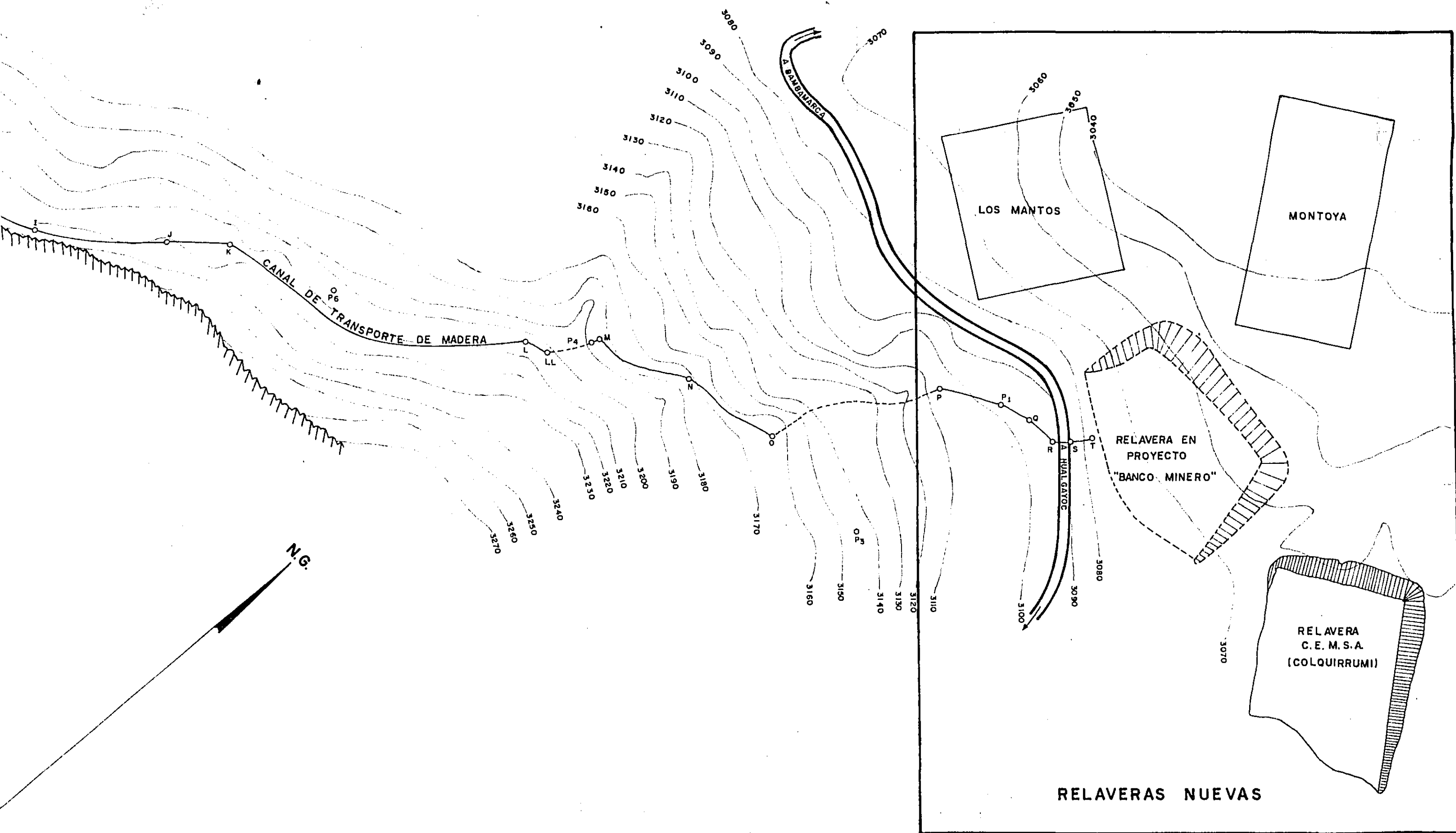
PLANO TOPOGRAFICO, UBICACION DE LA PLANTA CONCENTRADORA ELOY SANTOLAYA (150 T/DIA) Y CANCHA DE RELAVE DE LA CIA. MINERA SAN NICOLAS (EN LA QUEBRADA DEL TINGO) AREA: 24 HECTAREAS.



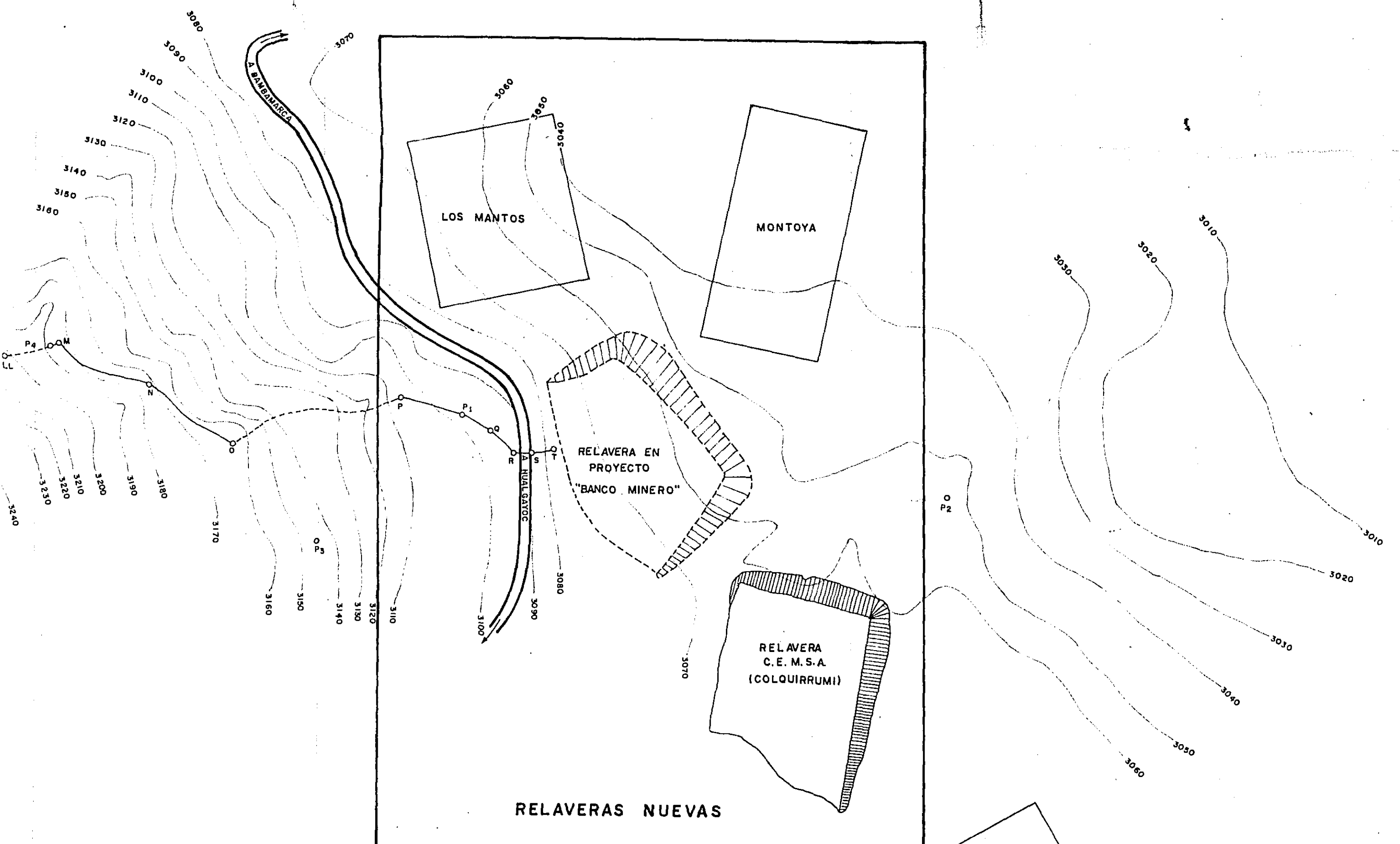


CANCHA ANTIGUA



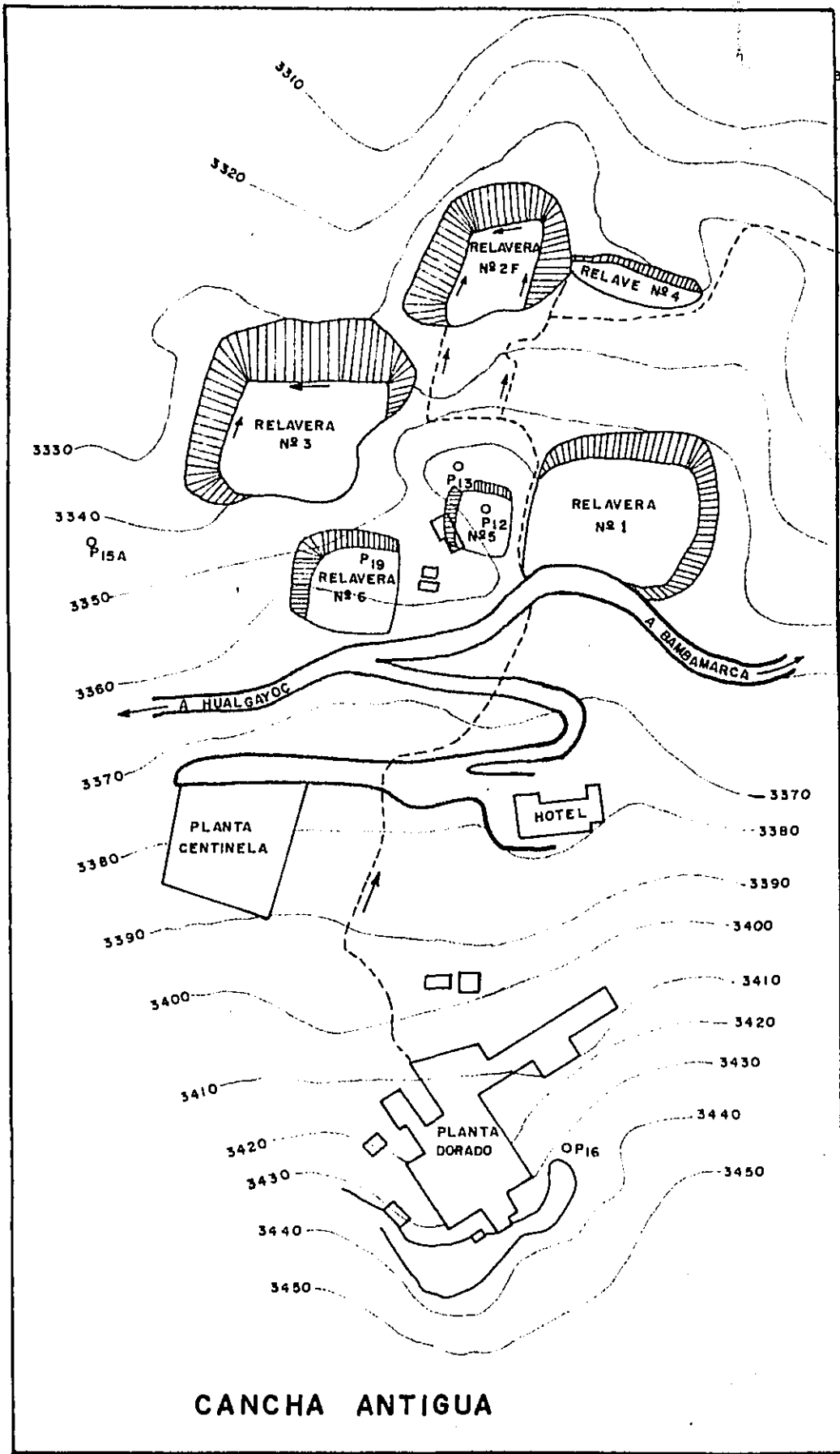


N.G.

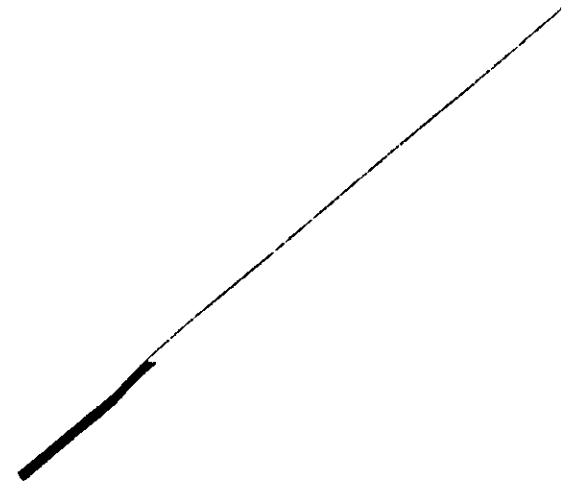
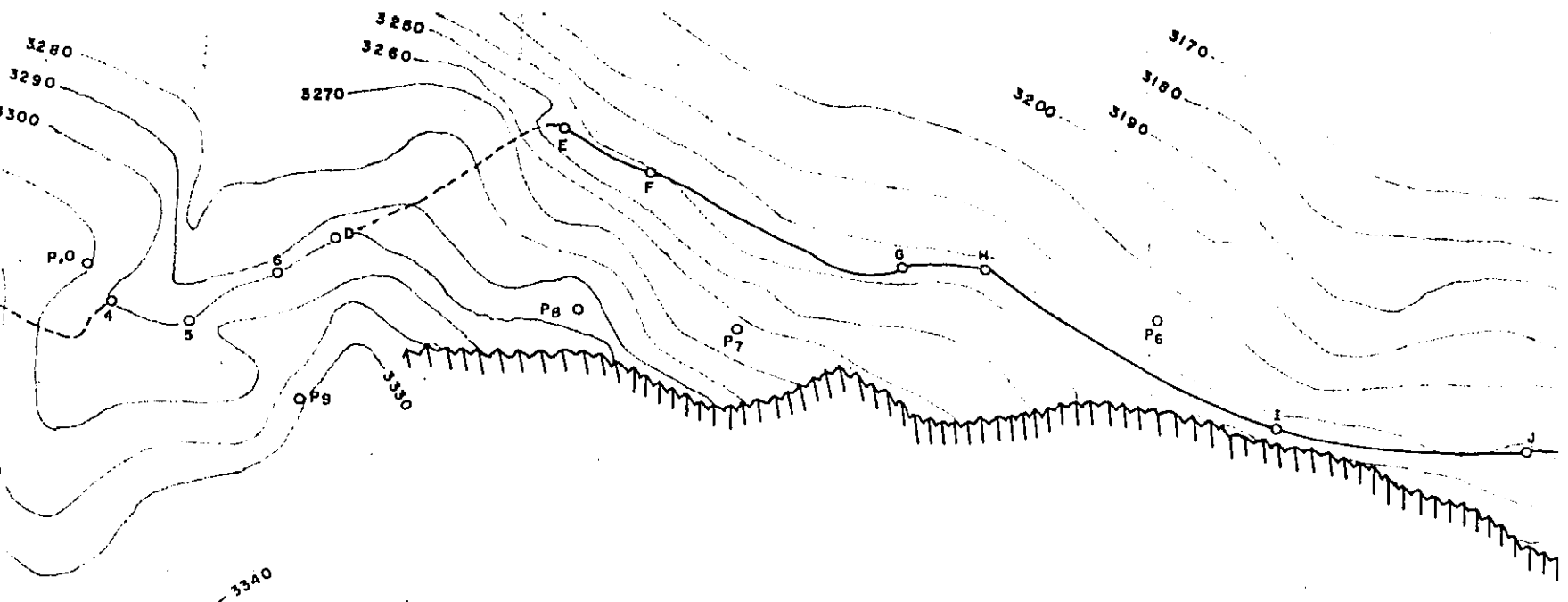


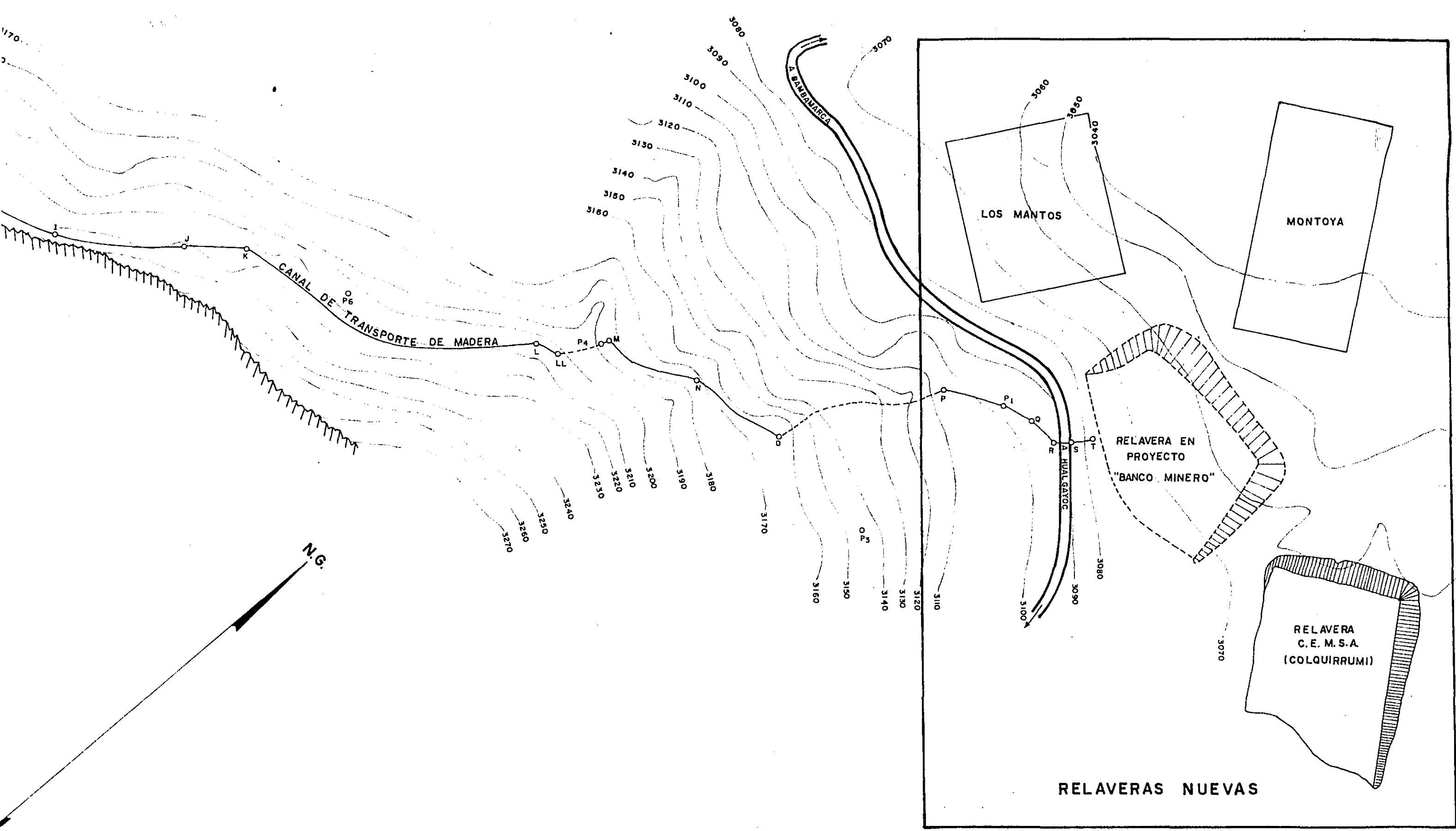
COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA  
MEM - JICA - INGEMMET

CANCHA ANTIGUA  
DE COLQUIRRUMI



CANCHA ANTIGUA





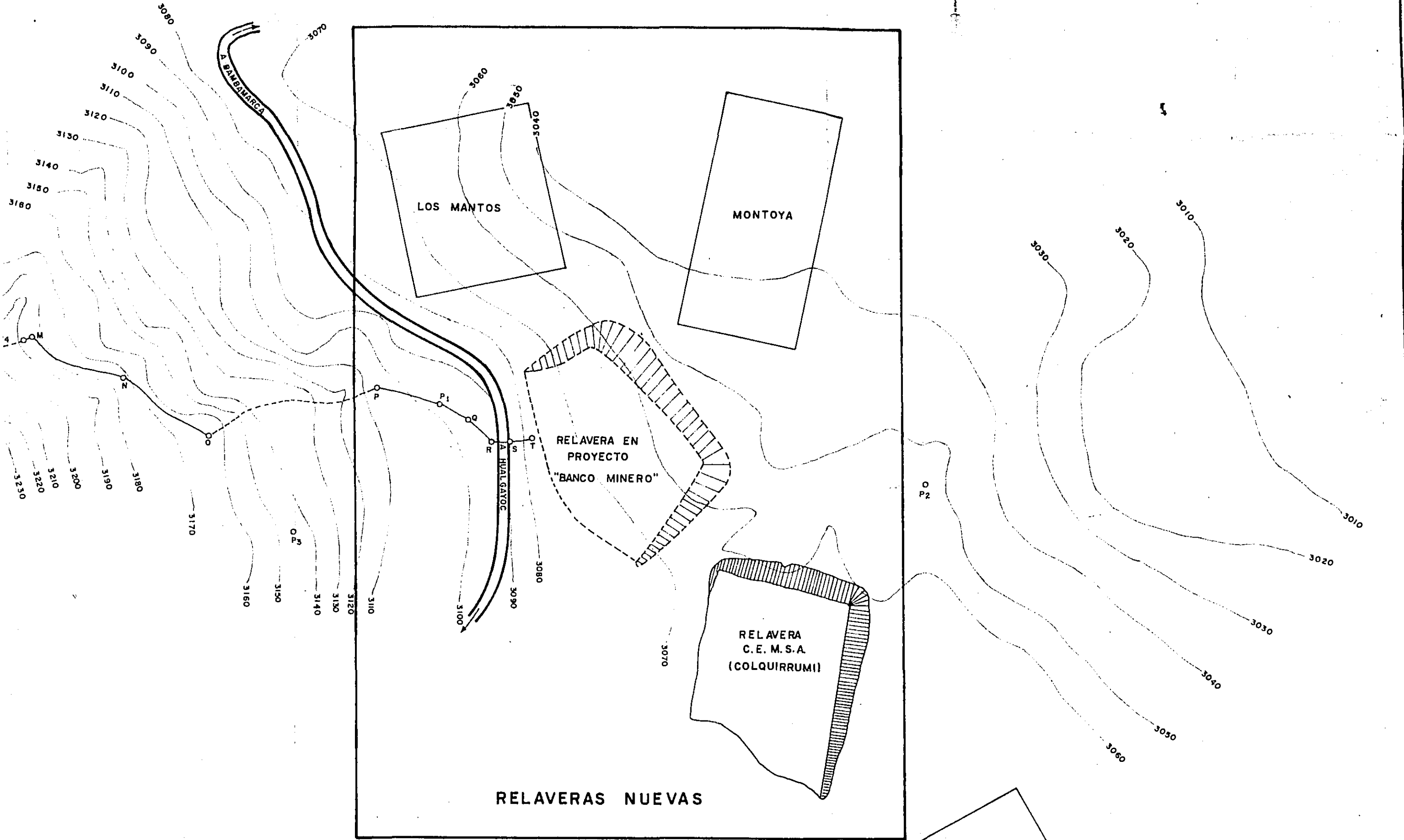
N.G.

COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA  
MEM - JICA - INGEMMET  
ESTUDIO DE CONTAMINACION DE AGUAS POR RESIDUOS MINEROS

DIBUJADO POR : TEODOSIO SANCHEZ R.  
DISEÑO : ING. AKIRA NAKAMURA  
REVISADO : TEC. JORGE SANCHEZ A.  
ING. TOMAS ACERO R.

FECHA : FEBRERO 81  
ESCALA : 1:2,000  
PLANO : N° 6

PLANO DE UBICACION DE CANCHAS ANTIGUAS Y RELAVES NUEVAS EN LA ZONA DE LA TAONA (COLQUIRRUMI)



COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA  
MEM-JICA-INGEMMET

ESTUDIO DE CONTAMINACION DE AGUAS POR RESIDUOS MINEROS

PLANO DE UBICACION DE CANCHAS ANTIGUAS Y RELAVERAS NUEVAS EN LA ZONA DE LA TAONA (COLQUIRRUMI)

POR : TEODOSIO SANCHEZ R.  
: ING. AKIRA NAKAMURA  
: TEC. JORGE SANCHEZ A.  
: ING. TOMAS ACERO R.

FECHA : FEBRERO 81  
ESCALA : 1:2,000  
PLANO : N° 6

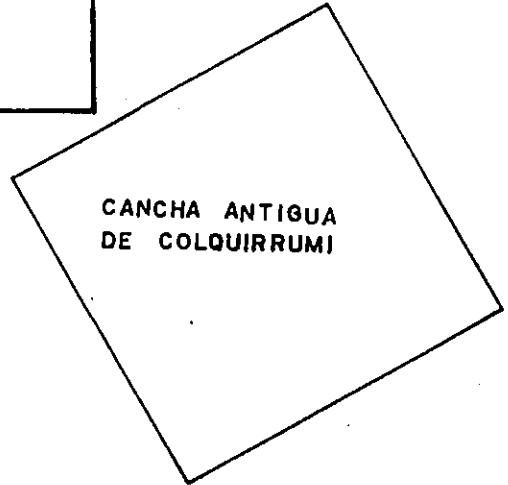
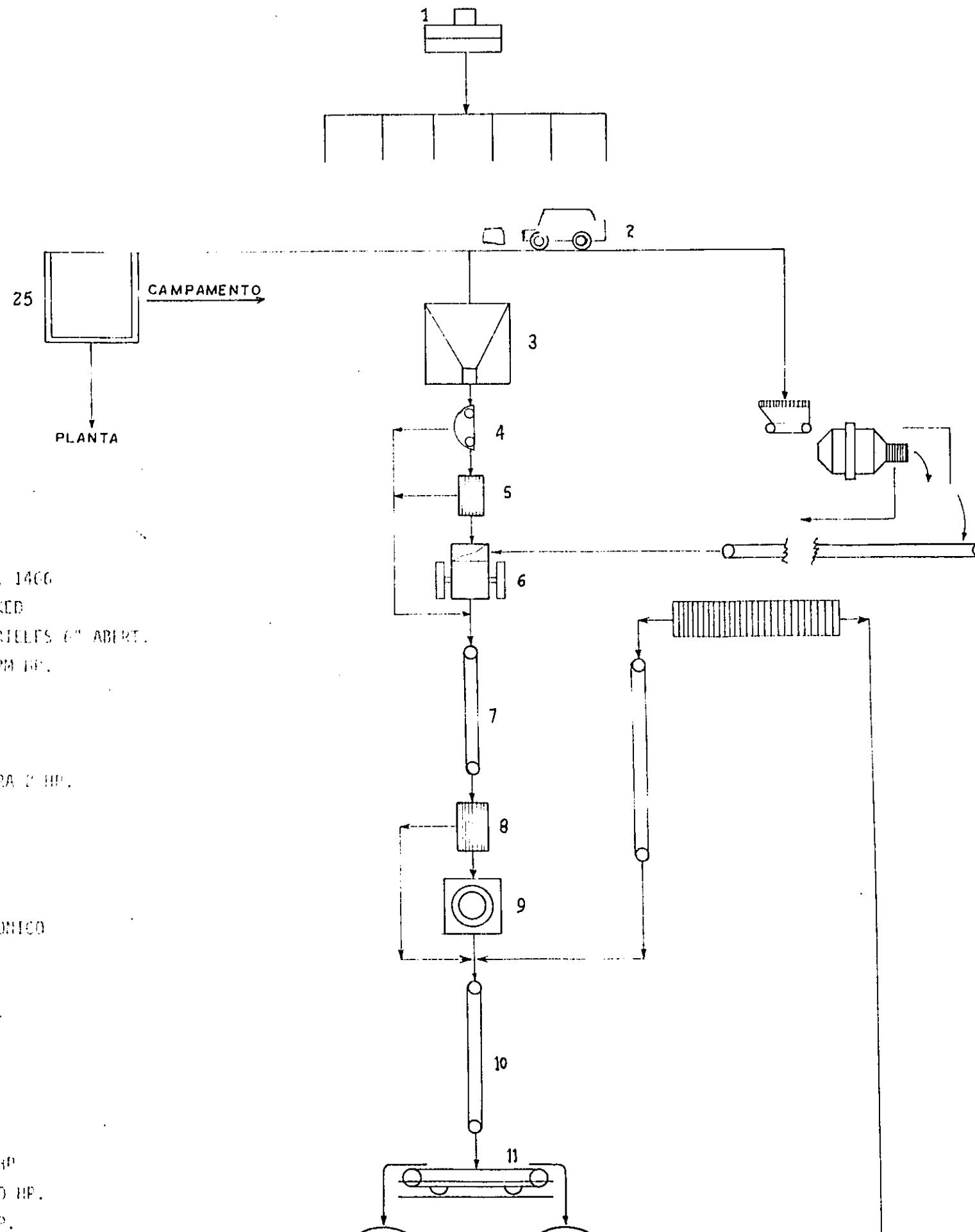


FIG. Nº 1.2 \_FLOW\_SHEET PLANTA CONCENTRADORA DE SAN NICOLAS - 150 T/DIA



LEYENDA

CAPACIDAD 150 a 200 TONELADAS POR DIA

1. BALANZA PARA COMIHUES 15 TON. CAPACIDAD. NOV F. MOD., 1400
2. HOUGH PAYLOADER H 30 R. CAPACIDAD 11/4 CUB. YARD BUCKED
3. TOLVA DE CRUESOS 50 TONS. CAPACIDAD CON PARRILLA DE RIELES 6" ABERT.
4. ALIMENTADOR DE PLACAS DENVER 24" x 6" VELOCIDAD 20 FPM HP.
5. CRIZZLY DE PLANTAS 1 1/2" ABERTURA.
6. CHANCADORA DE MANDIBULA KUEKEN 24" x 12" 25 HP.
7. FAJA TRANSPORTADORA 18" x 12 Mts. (N 6) 3 HP.
8. ELBAZO VIBRATORIO DENVER 3' x 5' MALLA 9"/16" ABERTURA 2 HP.
9. CHANCADORA DE CONO KUEKEN 36" ø 1/2" ABERTURA 60 HP.
10. FAJA TRANSPORTADORA 18" x 15.20 MTS. (N 7) 3 HP.
11. WEIGHTOMETRO
12. FAJA TRANSPORTADORA REVERSIBLE 18" x 6.4 Mts. (N 3)
13. DOS TOLVAS METALICAS DE 200 TONS. CAPAC. CON FONDO CONICO
14. DOS FAJAS ALIMENTADORAS 18" x 14" 2 x 3 6 HP.
15. MOTOR DE BULAS STRAIB MFG 6' ø x 6' 125 HP.
16. MOTOR ELÉCTRICADORO 5 HP
17. MOTOR ELÉCTRICADORO 5 HP
18. MOLINO DE BULAS STERON MFG 6' ø x 4' 15 HP.
19. DOS MUESTRADORES AUTOMÁTICOS DENVER 0.5 x 2 1 HP.
20. UNDA CON TIELE CAPACIDAD 5 ML.
21. ACUMULADOR MAGNESA 7' ø x 7' 5HP.
22. CARGO DE SEIS CELDAS N° 10 Sp. DENVER 3 x 10 30 HP
23. DOS BANCOS DE CUATRO CELDAS N° 15 Sp. DENVER 4 x 10 40 HP.
24. TRES MUESTRADORES AUTOMÁTICOS DENVER 0.5 x 3 1.5 HP.

- 5. DOS MUESTREADORES AUTOMATICOS DENVER 0.5 x 2 1 HP.
- 6. ORDA CON TEELE CAPACIDAD 5 Mt.
- 7. ACQUADITIONADOR MAGENSA 7'  $\phi$  x 7' 5HP.
- 8. UN BANCO DE SEIS CELDAS N° 18 Sp. DENVER 3 x 10 30 HP
- 9. DOS BANCOS DE CUATRO CELDAS N°18 Sp. DENVER 4 x 10 40 HP.
- 10. TRES MUESTREADORES AUTOMATICOS DENVER 0.5 x 3 1.5 HP.
- 20. DOS BOMBAS WENCO 1 1/2 (UNO DE RESERVA) 5 x 2 10 HP.
- 21. ESPESADOR 12'  $\phi$  x 8' COMPLETO CON RASTRILLO
- 22. ESPESADOR 10'  $\phi$  x 7'
- 23. FILTRO DE 4 DISCOS x 6'  $\phi$  DENVER 25 HP.
- 24. TOLVA METALICA PARA CONCENTRADOS
- 25. ESTANQUE DE AGUA CAPACIDAD 150 m<sup>3</sup>
- 26. ESTANQUE COLLECTOR DE LIMPIEZA

**PLANTA LAVADO**

- 1a. TOLVA CON PARRILLA DE RIELES 6" ABERTURA
- 2a. TROMEL LAVADOR 5'  $\phi$  x 6" LG
- 3a. TOLVA METALICA PARA MINERAL LAVADO CAPAC. 3 TONS.
- 4a. FAJA TRANSPORTADORA 18" x 11.50 Mts. 3 HP.
- 5a. CLASIBICADOR ESPIRAL 24"  $\phi$  x 17' - 1" LG 5HP
- 6a. FAJA TRANSPORTADORA 18" x 10.50 Mts. 3 HP.
- 7a. HYDRO SEPARADOR 20'  $\phi$  COMPLETO 5 HP.
- 8a. UN BANCO DE CUATRO CELDAS N° 18 Sp. DENVER 2 x 10 = 20 HP.
- M UN MUESTREADOR AUTOMATICO DENVER 0.5 HP.
- 9a. SEIS COCHAS PARA CONCENTRADOS 2.00 x 3.50 x 1.00 Mts.  
TOTAL 482 HP.

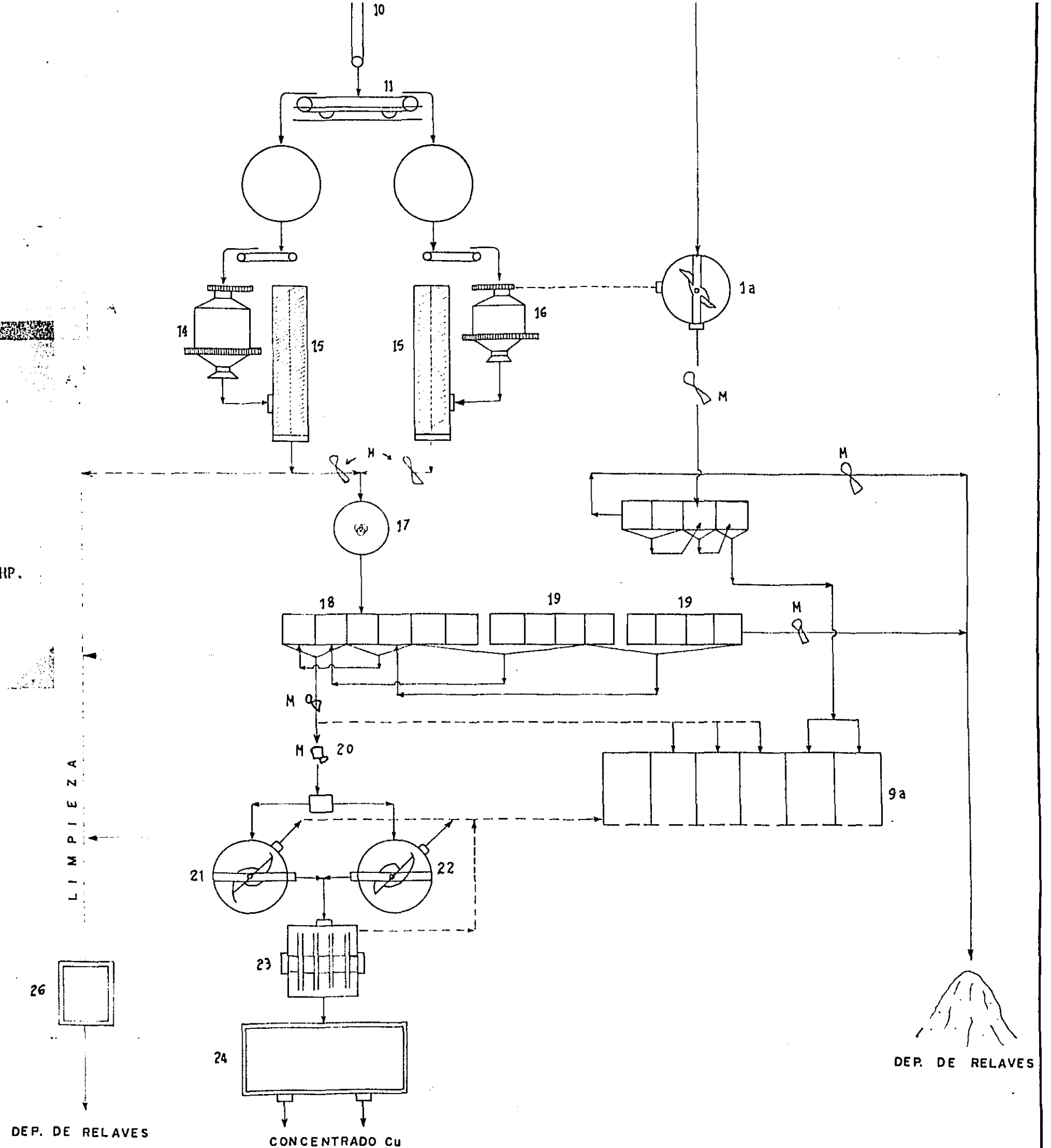
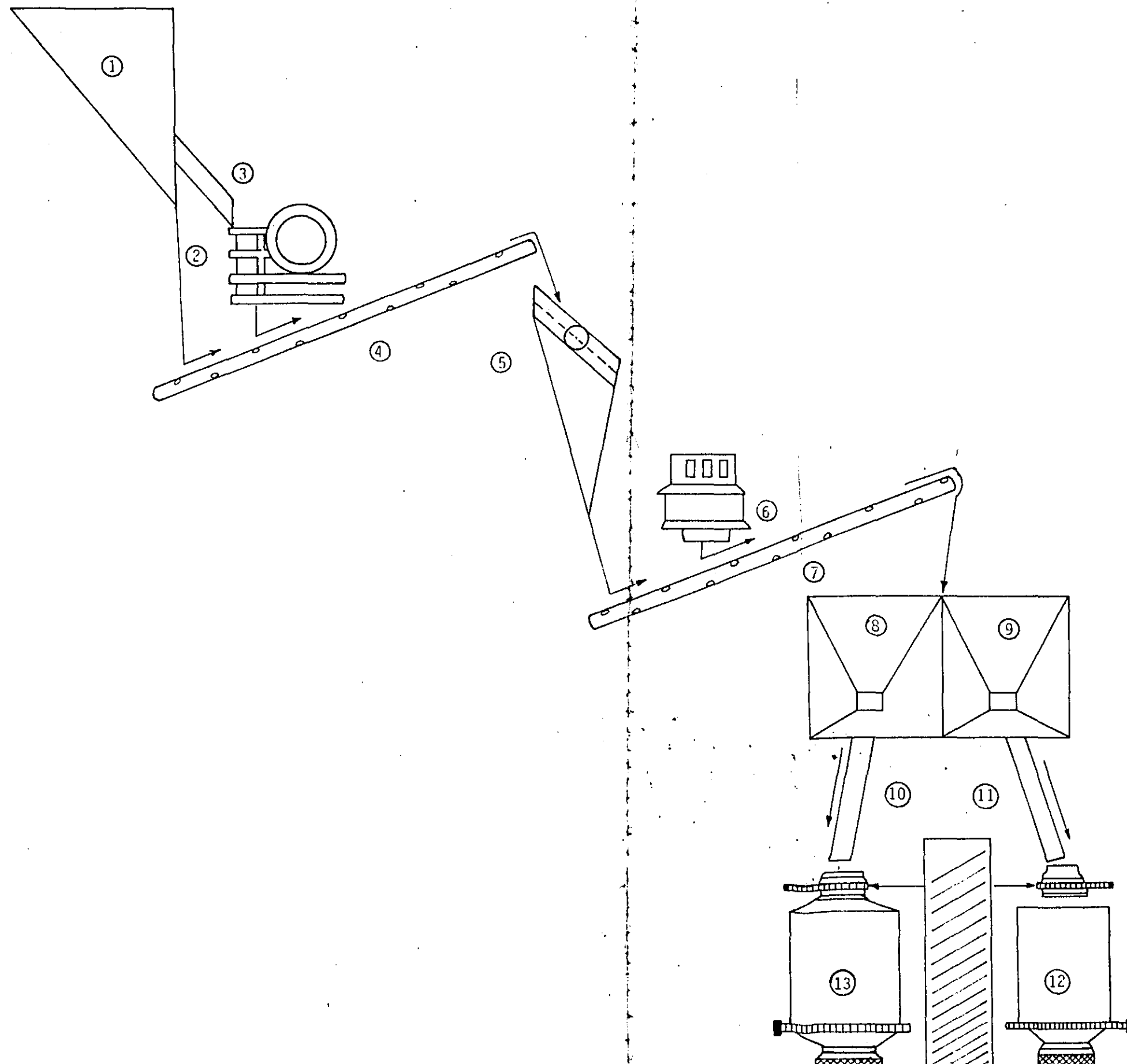


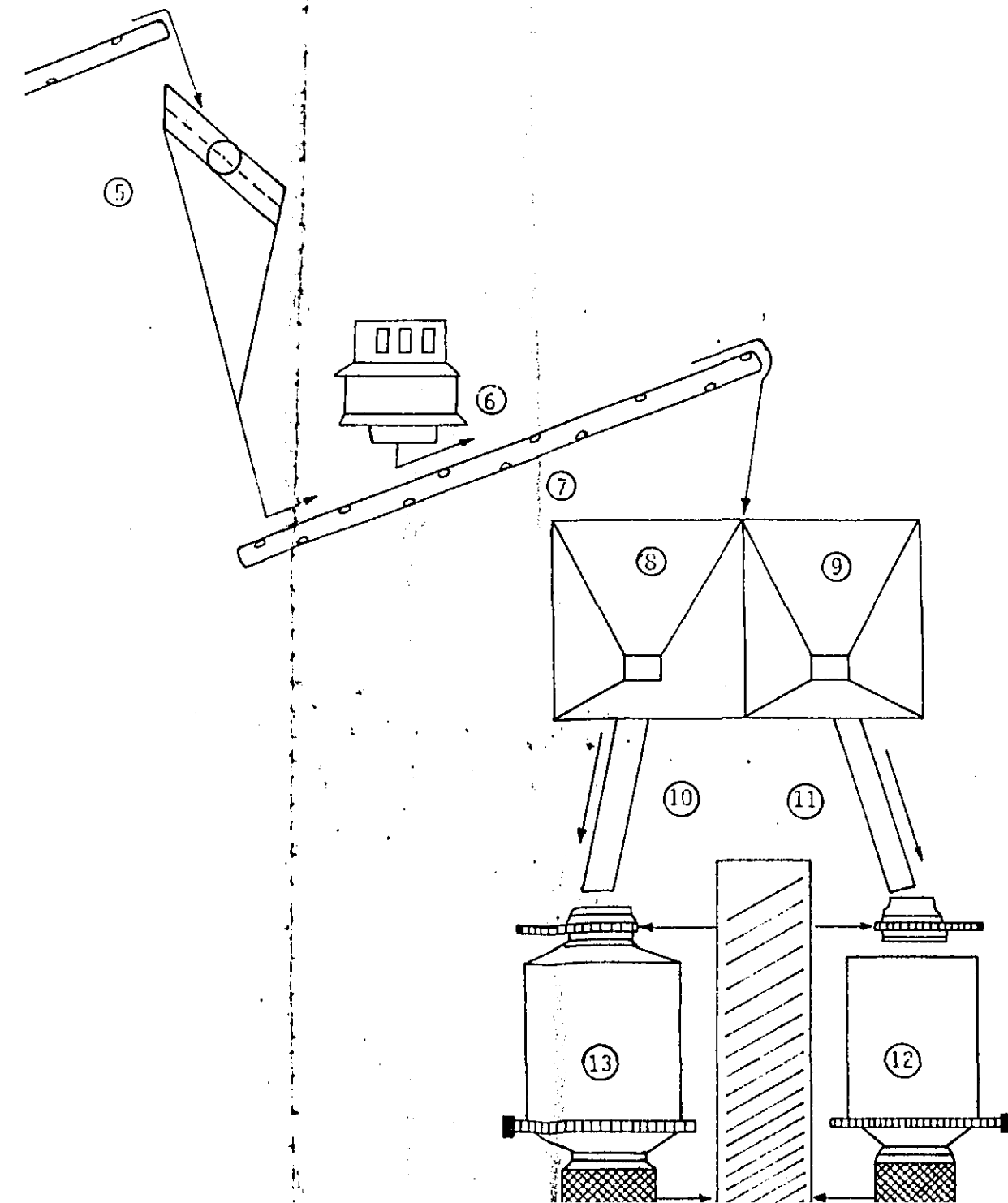


FIG. Nº 1-3' - FLOW-SHEET PLANTA CONCENTRADORA CARLOS MONTOYA

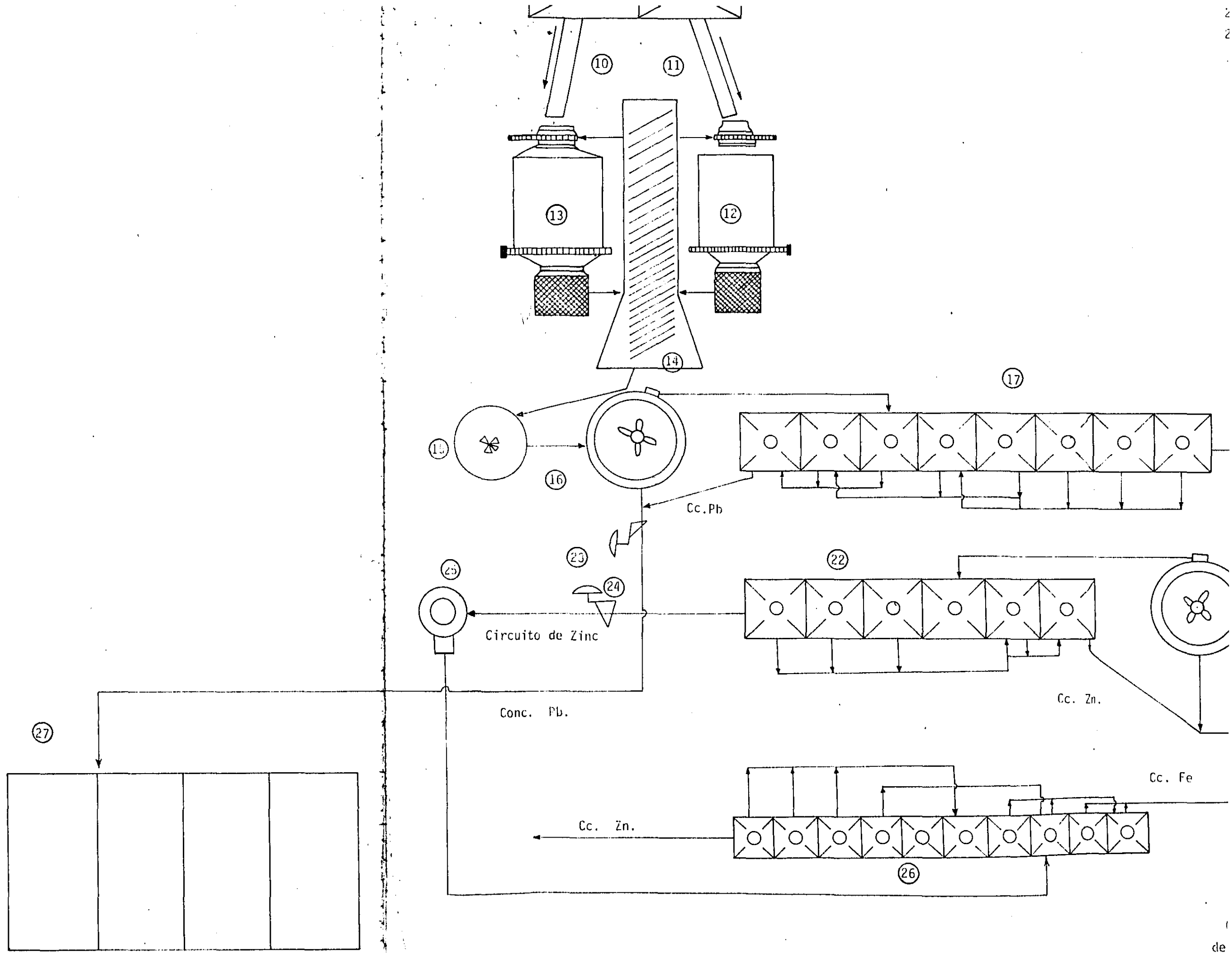


- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.
- 8 y 9
- 10 y 11
- 12.
- 13.
- 14.
- 15.
- 16.
- 17.
- 18.
- 19.
- 20.21
- 22.
- 25.
- 26.
- 27.
- 28.

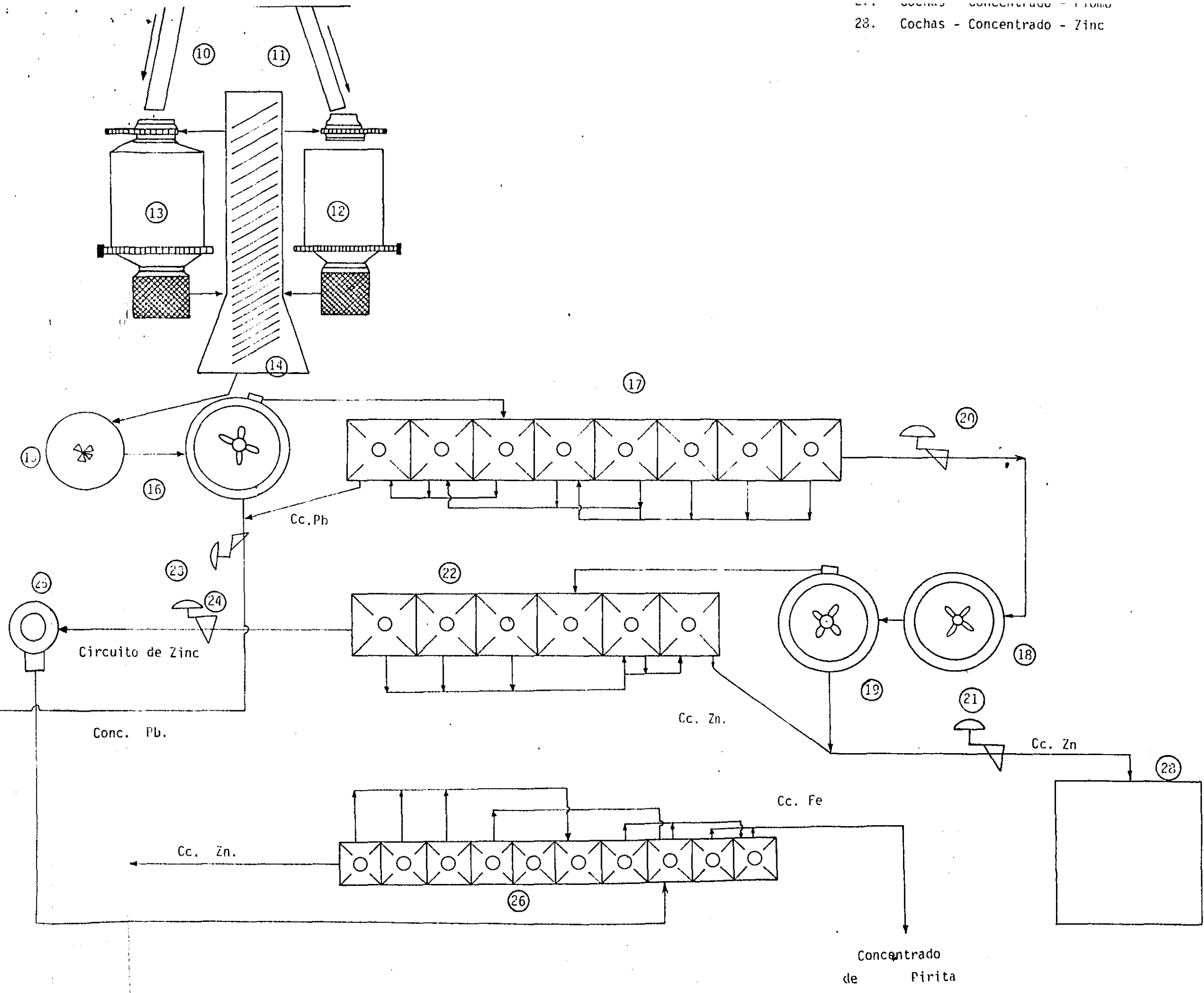
FIG. Nº 1-3' - FLOW-SHEET PLANTA CONCENTRADORA CARLOS MONTROYA

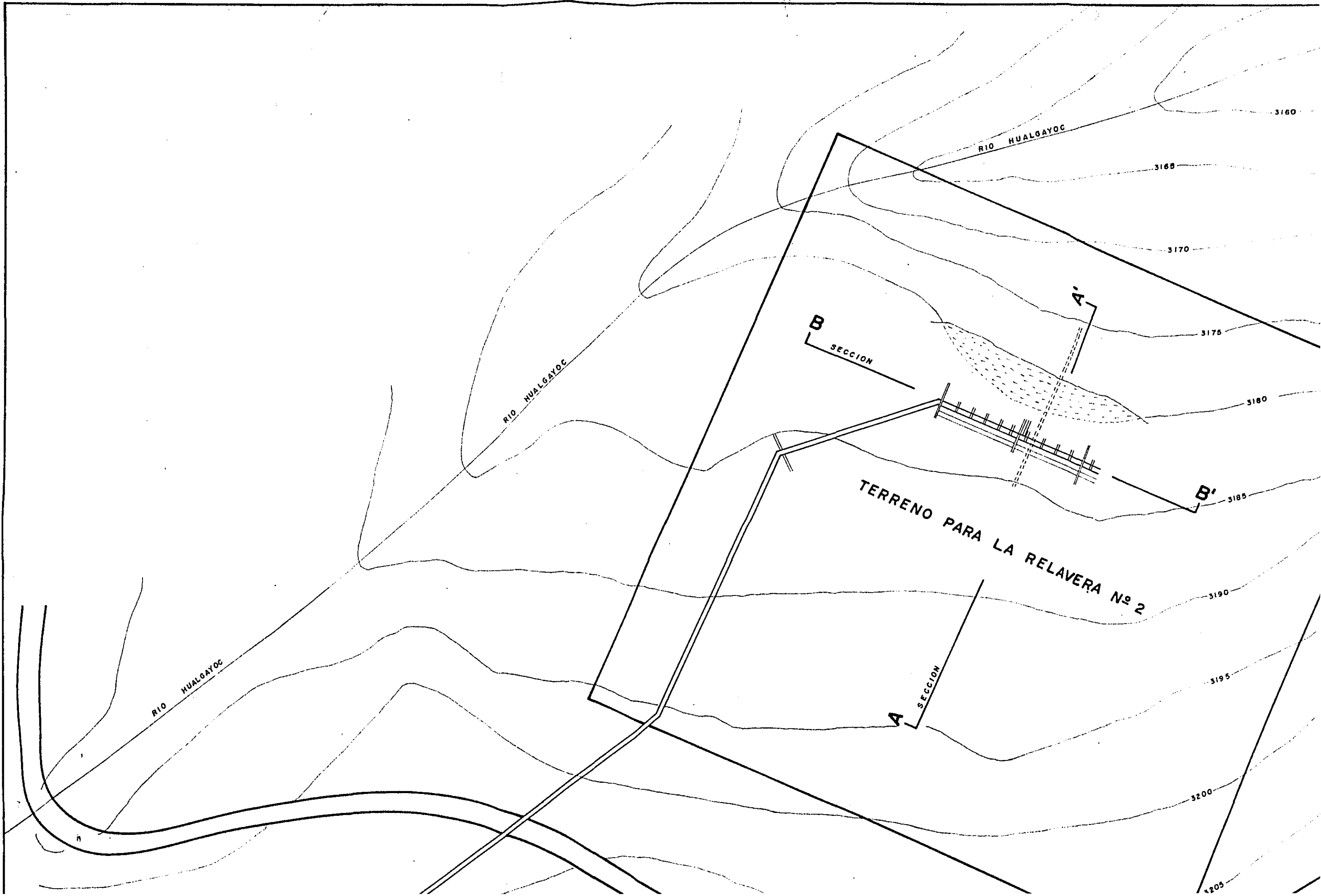


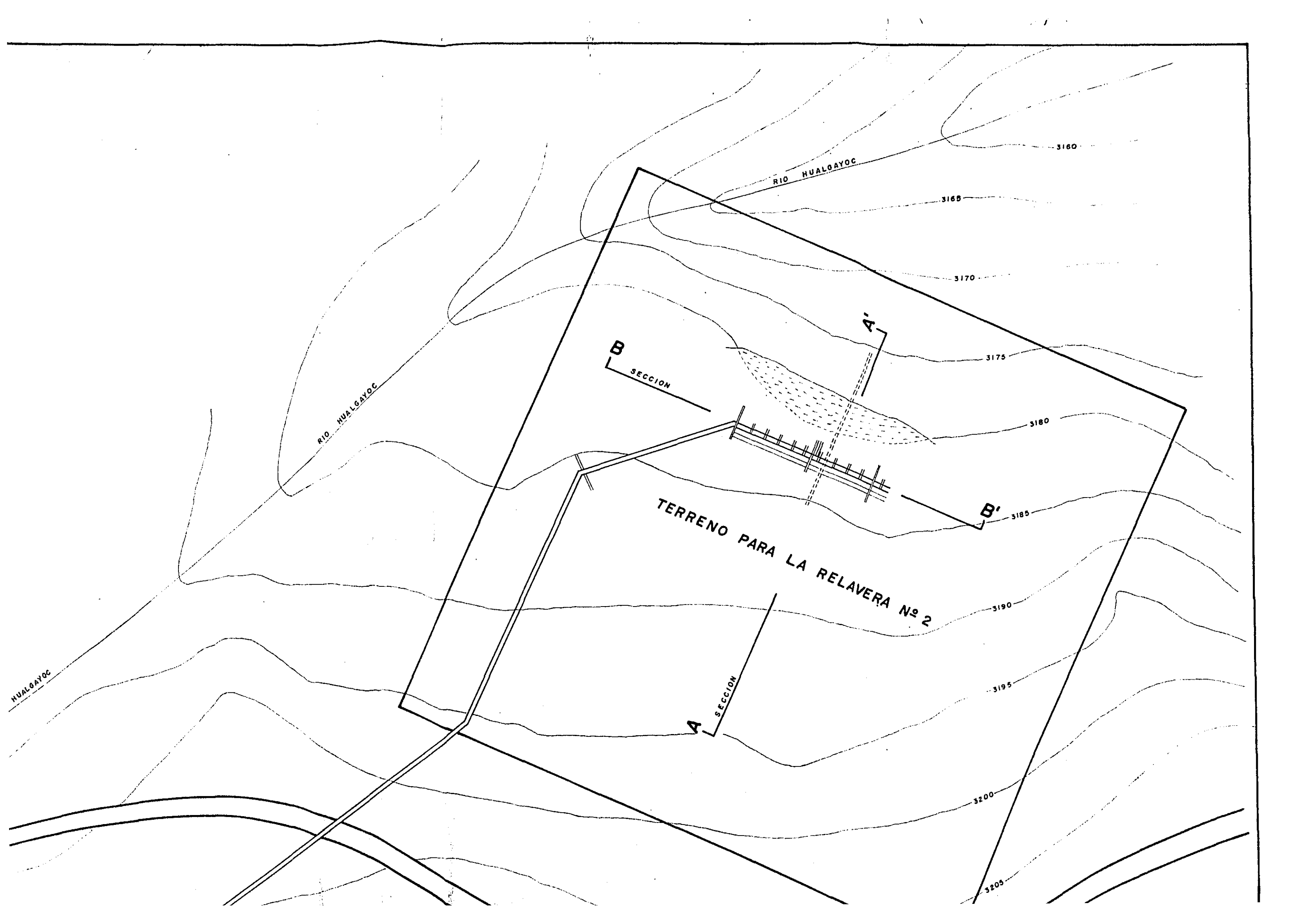
1. Tolva de Gruesos
2. Grizzly
3. Chancadora Q 19" x 24"
4. Faja Transportadora
5. Zaranda Vibratoria 4" x 15"
6. Chancadora Cónica 322
7. Faja Transportadora
- 8 y 9. Tolvas de finos
- 10 y 11. Fajas Transportadoras
12. Molino de bolas 4' x 5'
13. Molino de bolas 5' x 5'
14. Clasificador Helicoidal
15. Acondicionadora 4' x 4'
16. Supercelda 5' x 5'
17. Circuito Pb (celdas 32" x 32")
18. Acondicionador Zinc 5' x 5'
19. Supercelda Zn 5' x 5'
20. 21. 23 y 24 Muestreadores
22. Celdas de Zinc 32" x 32"
25. Bomba de 2'
26. Celdas de Pirita 24" x 24"
27. Cochas - Concentrado - Plomo
28. Cochas - Concentrado - Zinc

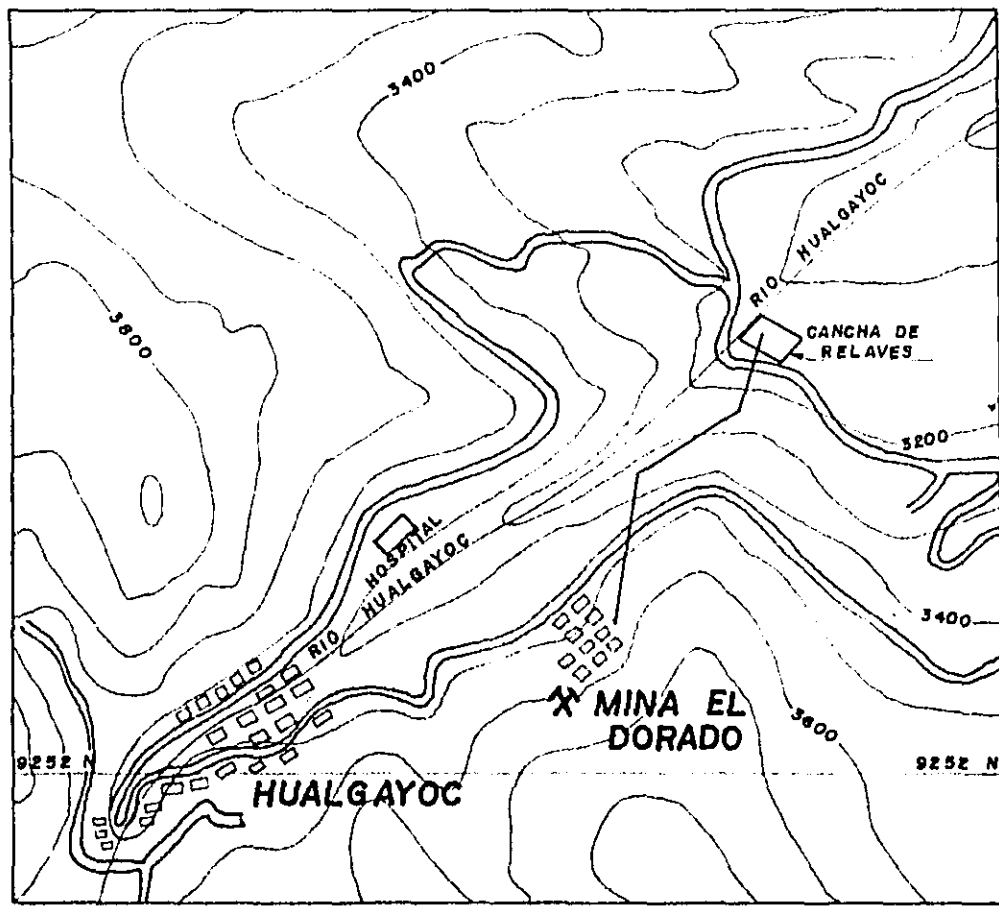
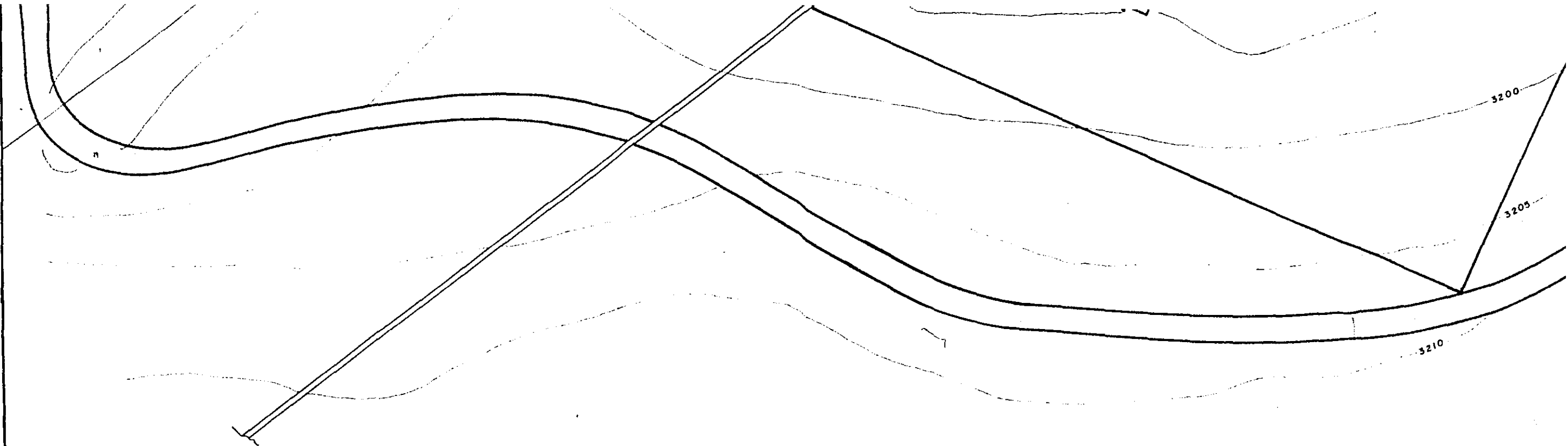


27. Cuchas - Concentrado - Plomo  
28. Cochas - Concentrado - Zinc

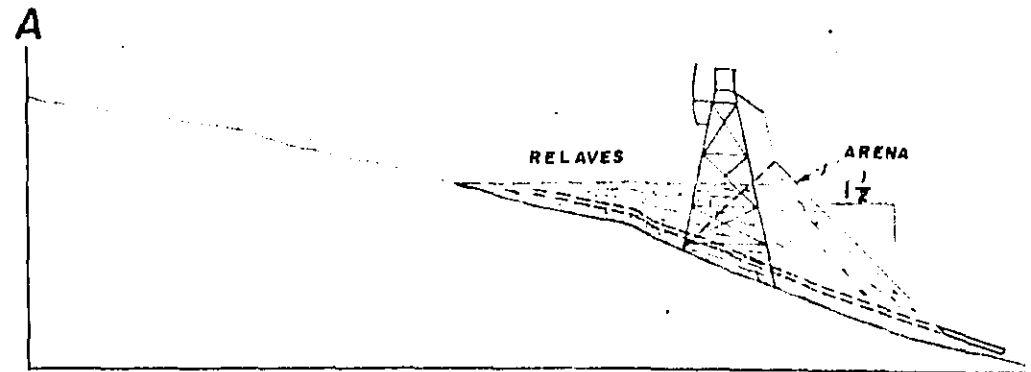




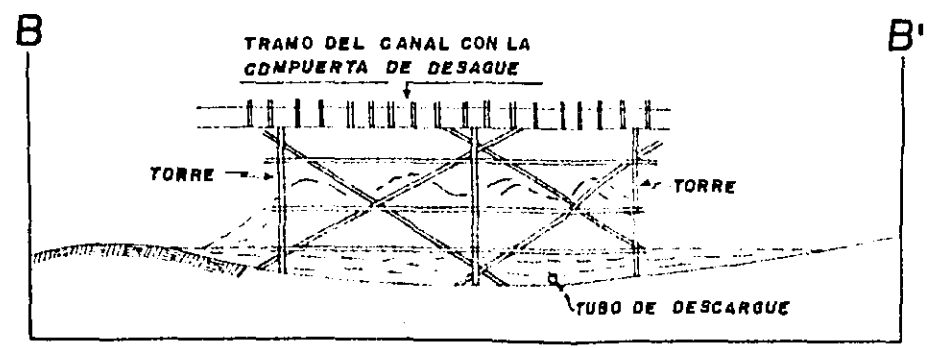




ESCALA: 1/25,000



SECCION A-A'

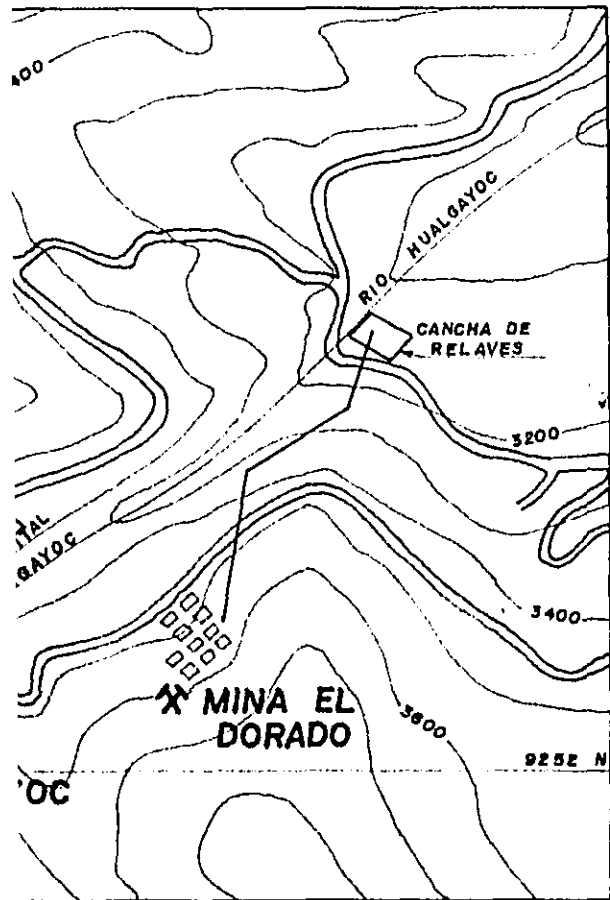


SECCION B-B'

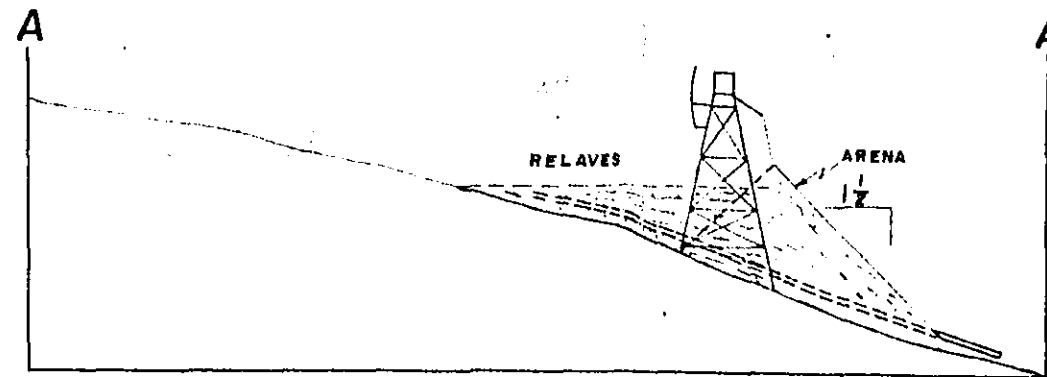
DIBUJADO POR : TEODOSIO SANCHEZ R.  
 DISEÑO : ING. AKIRA NAKAMURA  
 REVISADO : TEC. JORGE SANCHEZ A.  
 : ING. TOMAS ACERO R.

FECHA : FEBRERO 81  
 ESCALA : 1:500  
 PLANO : Nº 10

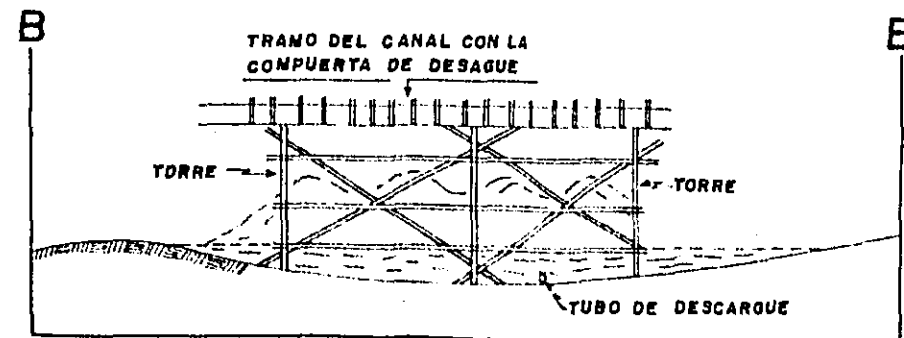
COMISION TECNI  
 MEM - J I  
 ESTUDIO DE CONTAMINACI  
 SECCION TOPOGRAFIC  
 NUEVA Nº 2 DE LOS



LA: 1/25,000



SECCION A-A'



SECCION B-B'

COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA  
MEM-JICA-INGEMMET

ESTUDIO DE CONTAMINACION DE AGUAS POR RESIDUOS MINEROS

DIBUJADO POR : TEODOSIO SANCHEZ R.  
DISEÑO : ING. AKIRA NAKAMURA  
: TEC. JORGE SANCHEZ A.  
REVISADO : ING. TOMAS ACERO R.

FECHA : FEBRERO 81  
ESCALA : 1:500  
PLANO : N° 10

SECCION TOPOGRAFICA DE LA CANCHA DE RELAVE  
NUEVA N° 2 DE LOS MANTOS.



PLANO Nº 3 - SECCION TOPOGRAFICA DE LA ZONA DE COLQUIRRUMI

FIGURA: 1-1 - A - A'

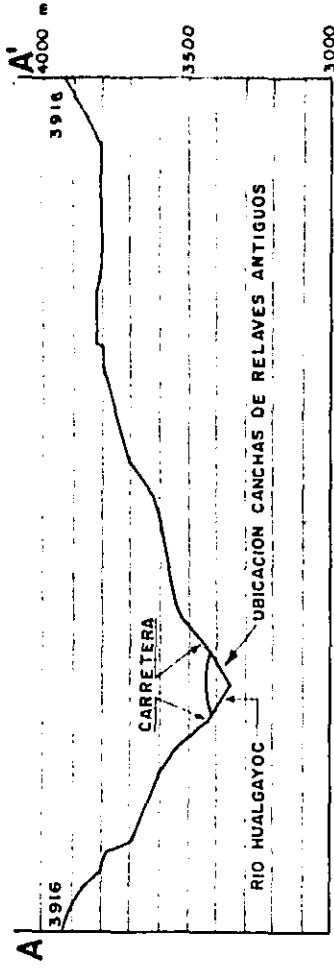


FIGURA: 1-2 - B - B'

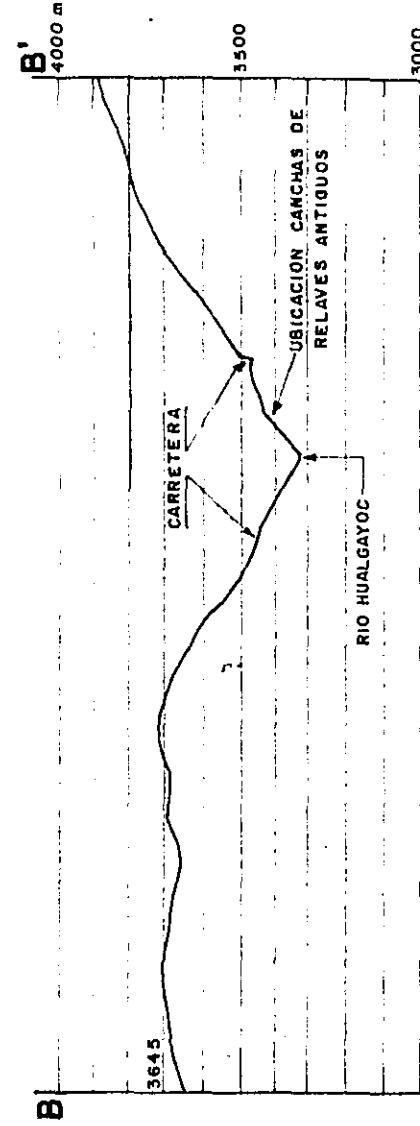


FIGURA: 1-3 - C - C'

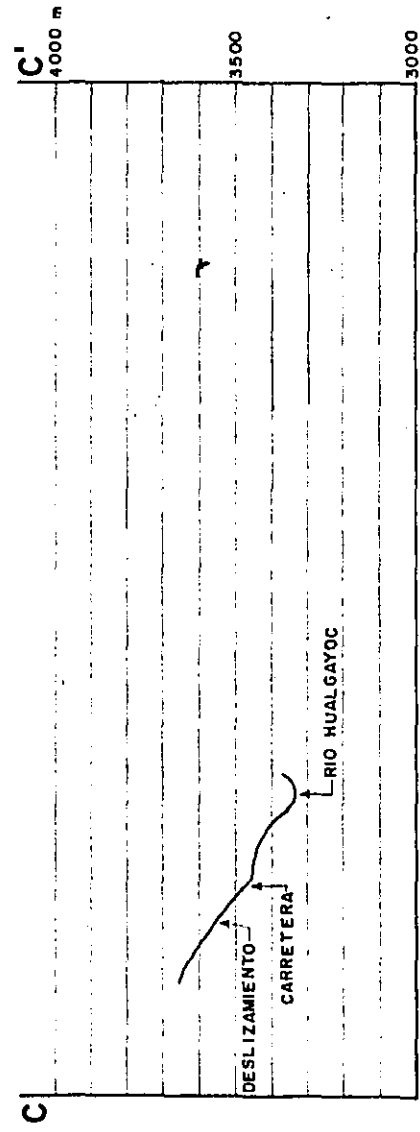
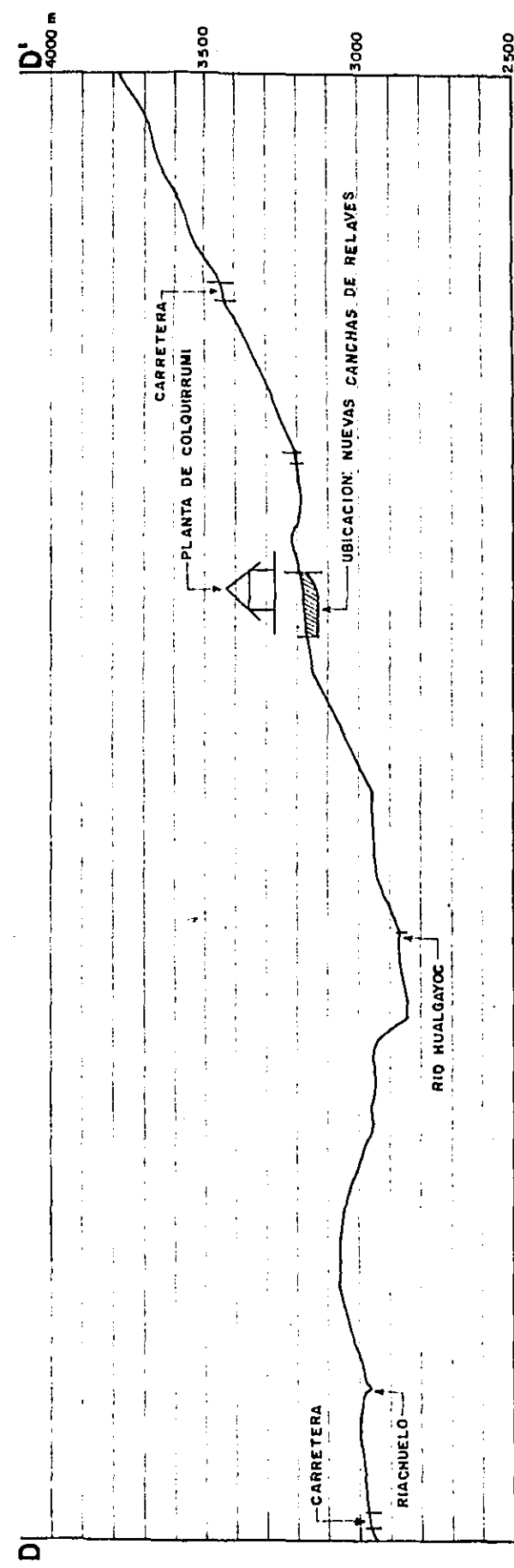
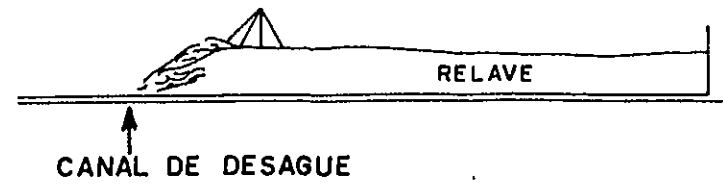


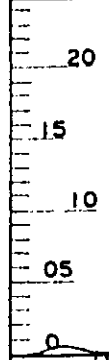
FIGURA: 1-4 - D - D'



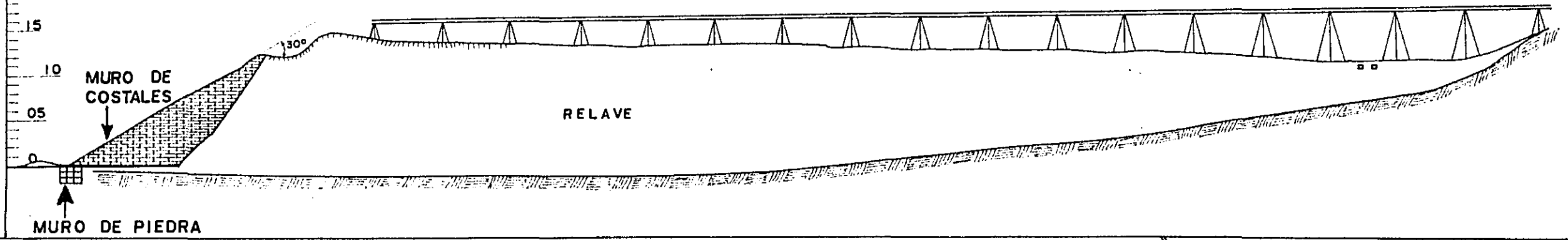
SECCION A-A'



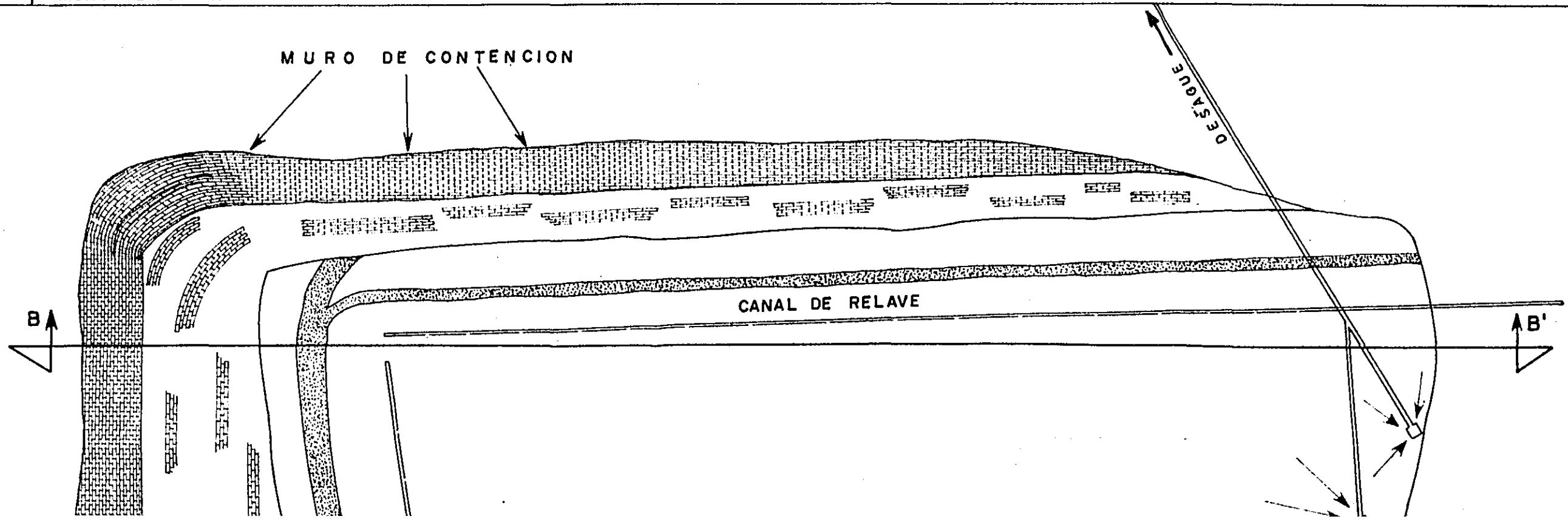
25 LIMITE EN ALTURA

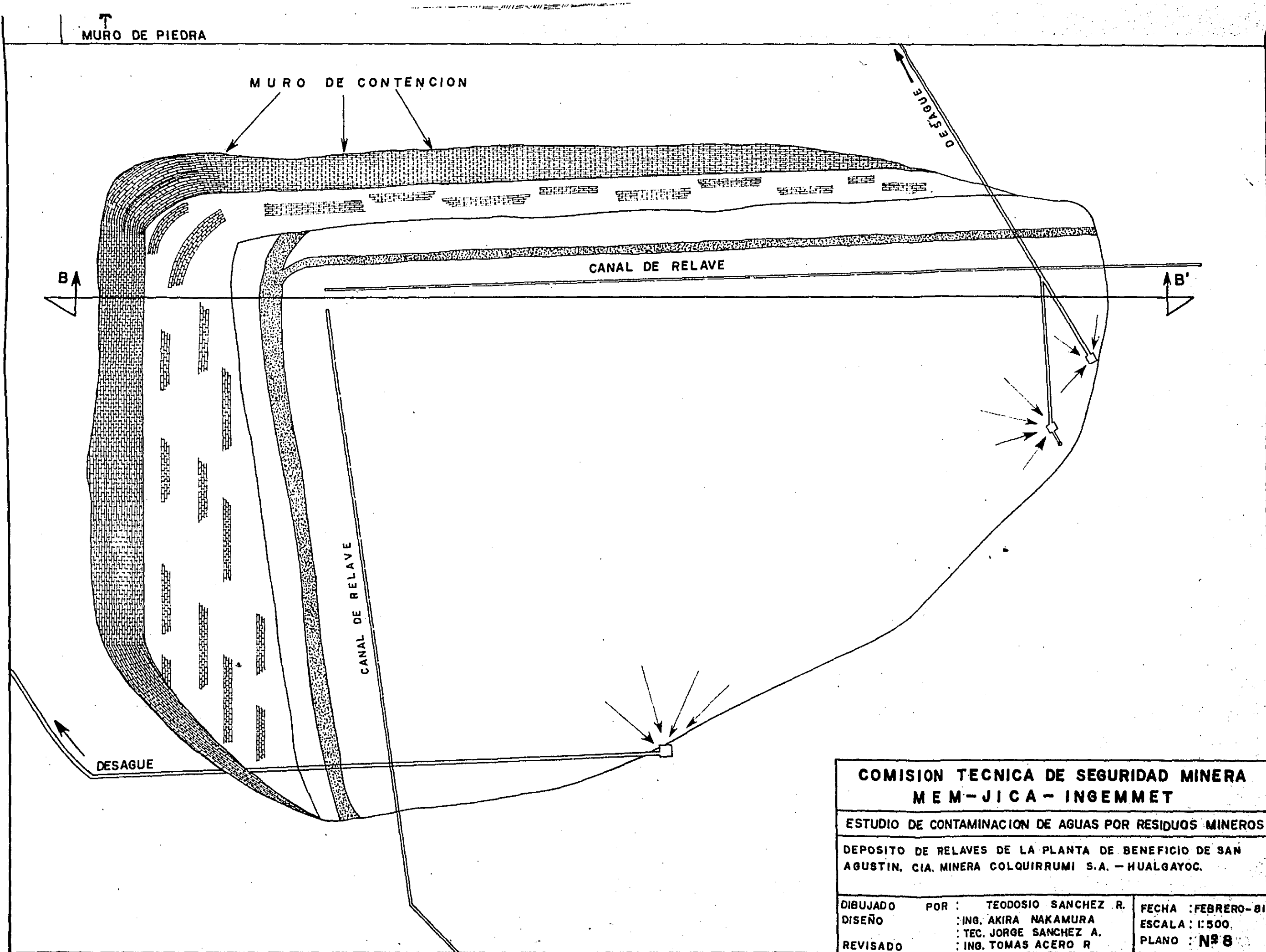


SECCION B-B'



MURO DE CONTENCIÓN





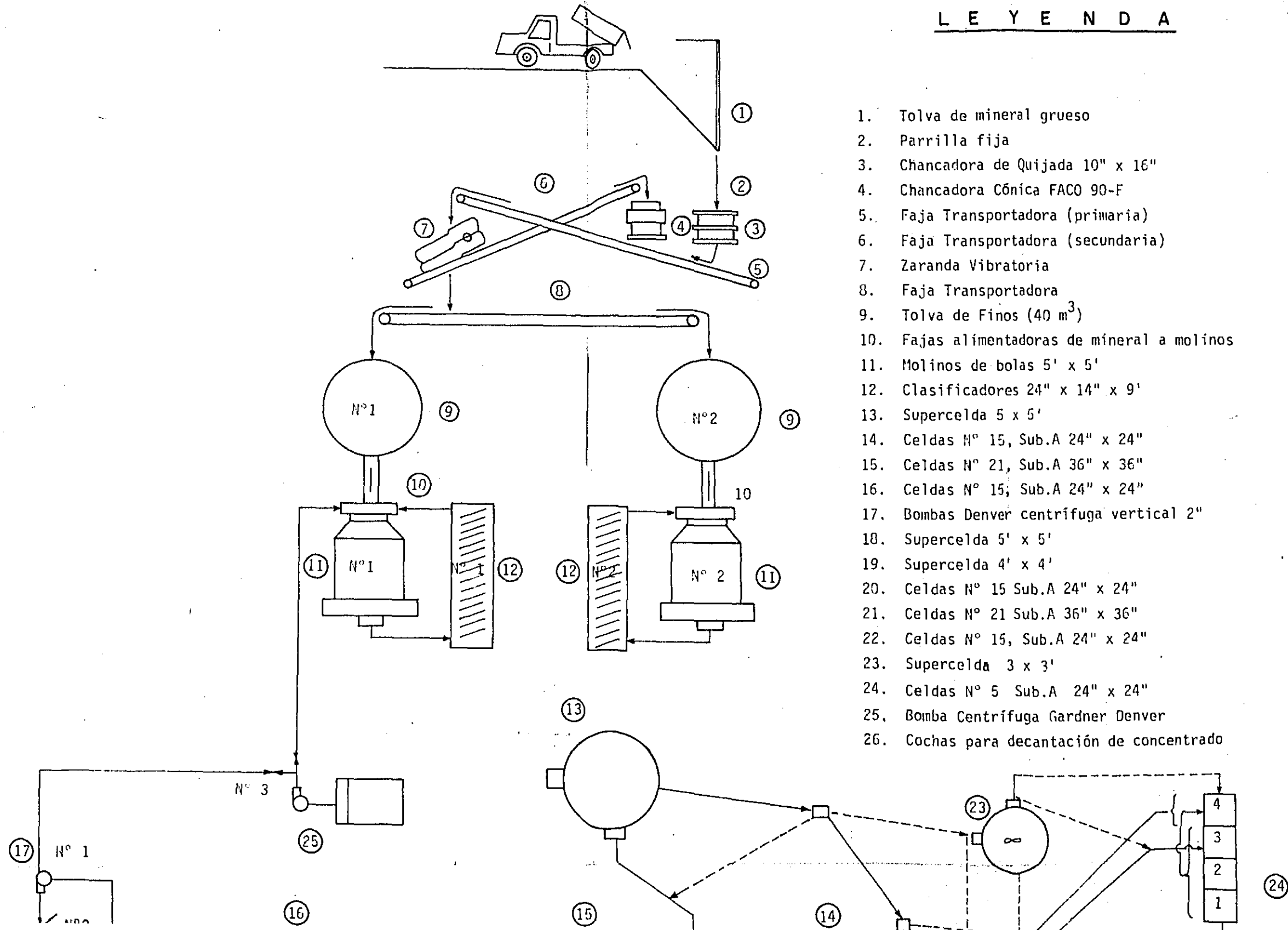
<b>COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA MEM-JICA-INGEMMET</b>		
<b>ESTUDIO DE CONTAMINACION DE AGUAS POR RESIDUOS MINEROS</b>		
<b>DEPOSITO DE RELAVES DE LA PLANTA DE BENEFICIO DE SAN AGUSTIN, CIA. MINERA COLQUIRRUMI S.A. - HUALGAYOC.</b>		
DIBUJADO	POR :	TEODOSIO SANCHEZ R.
DISEÑO	:	ING. AKIRA NAKAMURA TEC. JORGE SANCHEZ A.
REVISADO	:	ING. TOMAS ACERO R
	FECHA :	FEBRERO-81
	ESCALA :	1:500
	PLANO :	Nº 8

FIG. N° 1.4\_FLOW - SHEET PLANTA CONCENTRADORA

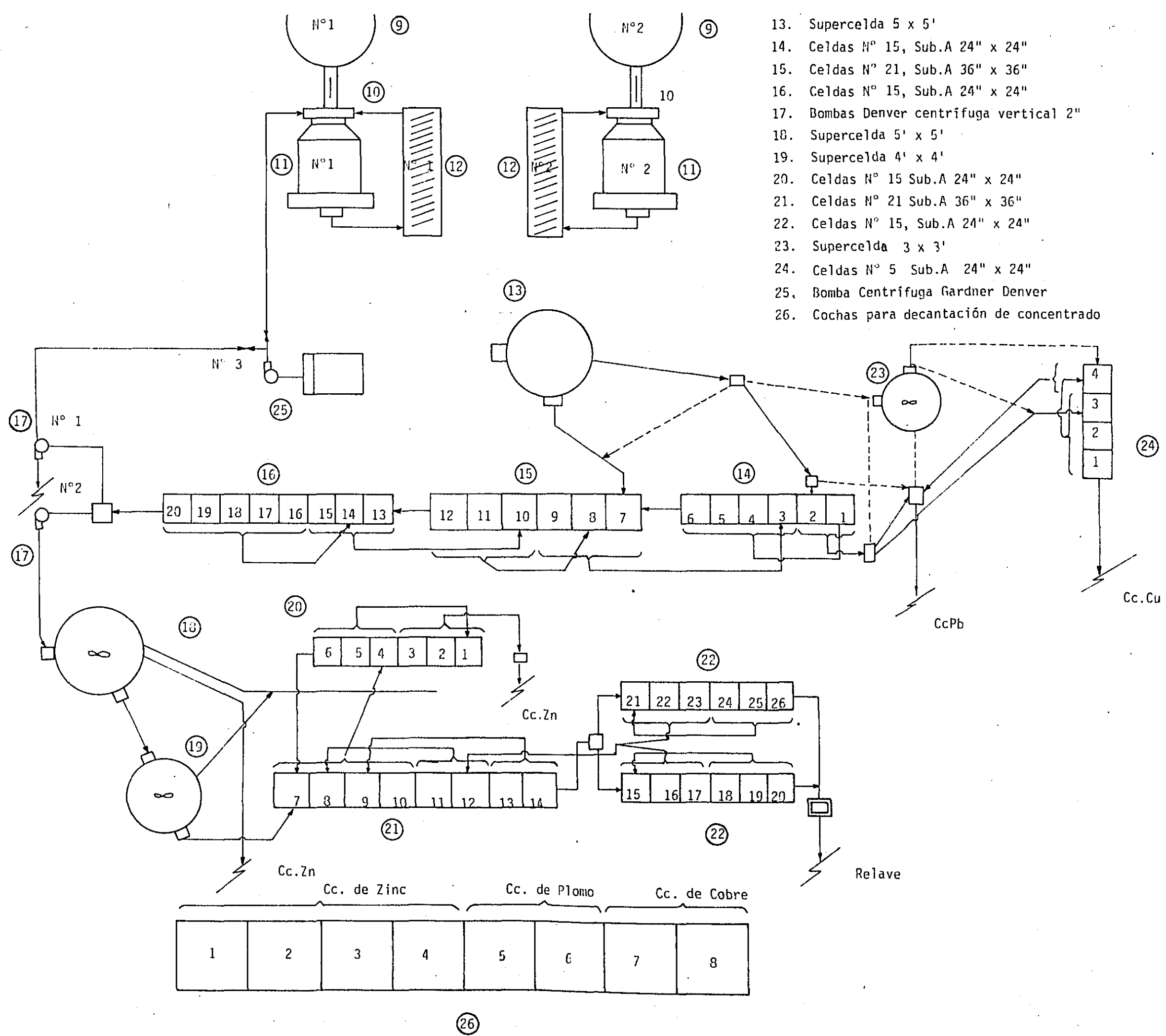
"CENTINELA"

CIA. MINERA LOS MANTOS

LEYENDA



1. Tolva de mineral grueso
2. Parrilla fija
3. Chancadora de Quijada 10" x 16"
4. Chancadora Cónica FACO 90-F
5. Faja Transportadora (primaria)
6. Faja Transportadora (secundaria)
7. Zaranda Vibratoria
8. Faja Transportadora
9. Tolva de Finos (40 m<sup>3</sup>)
10. Fajas alimentadoras de mineral a molinos
11. Molinos de bolas 5' x 5'
12. Clasificadores 24" x 14" x 9'
13. Supercelda 5 x 5'
14. Celdas N° 15, Sub.A 24" x 24"
15. Celdas N° 21, Sub.A 36" x 36"
16. Celdas N° 15; Sub.A 24" x 24"
17. Bombas Denver centrífuga vertical 2"
18. Supercelda 5' x 5'
19. Supercelda 4' x 4'
20. Celdas N° 15 Sub.A 24" x 24"
21. Celdas N° 21 Sub.A 36" x 36"
22. Celdas N° 15, Sub.A 24" x 24"
23. Supercelda 3 x 3'
24. Celdas N° 5 Sub.A 24" x 24"
25. Bomba Centrífuga Gardner Denver
26. Cochas para decantación de concentrado








13. Supercelda 5 x 5'
14. Celdas N° 15, Sub.A 24" x 24"
15. Celdas N° 21, Sub.A 36" x 36"
16. Celdas N° 15, Sub.A 24" x 24"
17. Bombas Denver centrifuga vertical 2"
18. Supercelda 5' x 5'
19. Supercelda 4' x 4'
20. Celdas N° 15 Sub.A 24" x 24"
21. Celdas N° 21 Sub.A 36" x 36"
22. Celdas N° 15, Sub.A 24" x 24"
23. Supercelda 3 x 3'
24. Celdas N° 5 Sub.A 24" x 24"
25. Bomba Centrifuga Gardner Denver
26. Cochas para decantación de concentrado

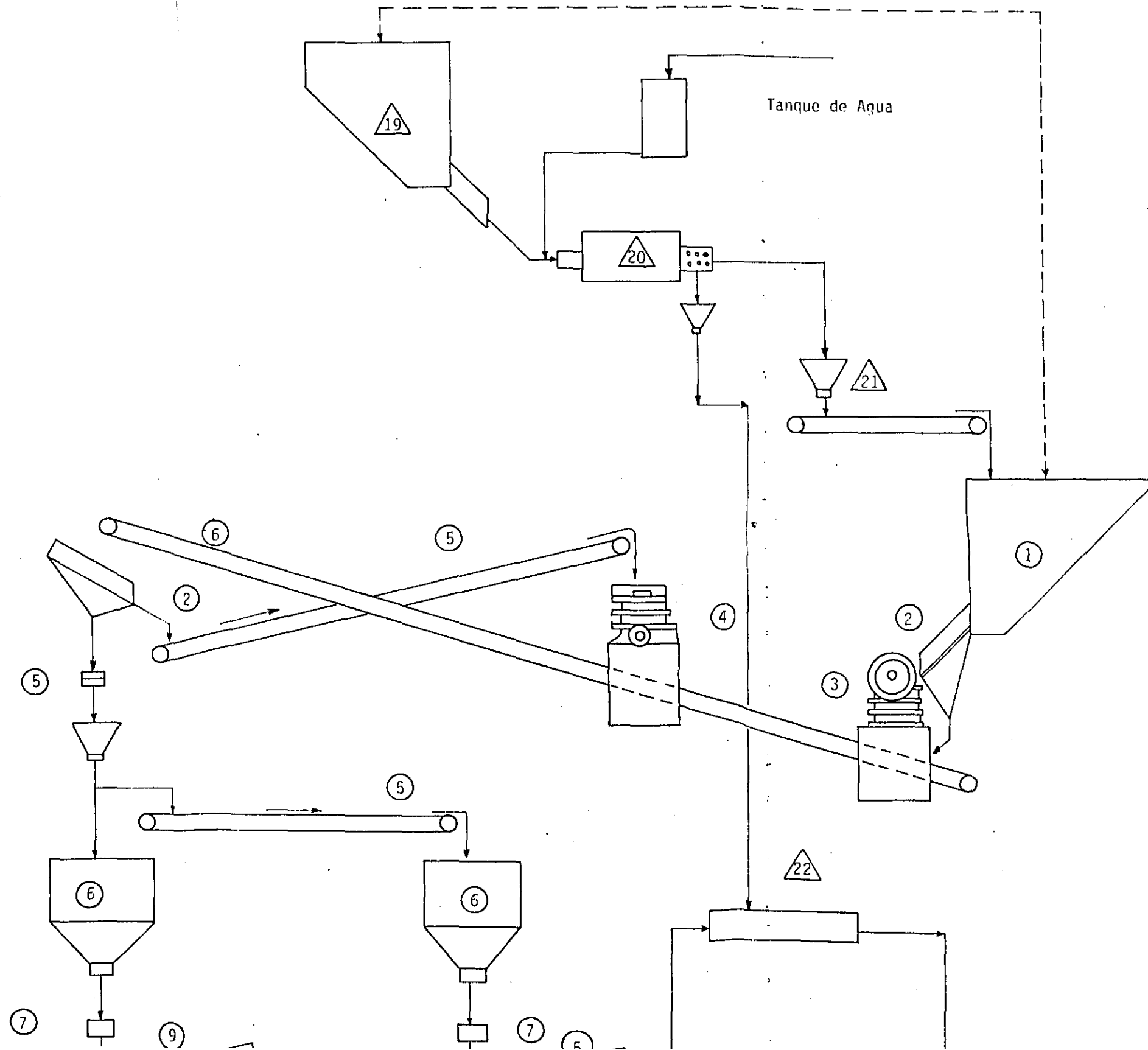
FIG. Nº 1.2 - FLOW-SHEET PLANTA CONCENTRADORA ELOY SANTOLALLA  
(CIA. MINERA SAN NICOLAS)

**LEYENDA**

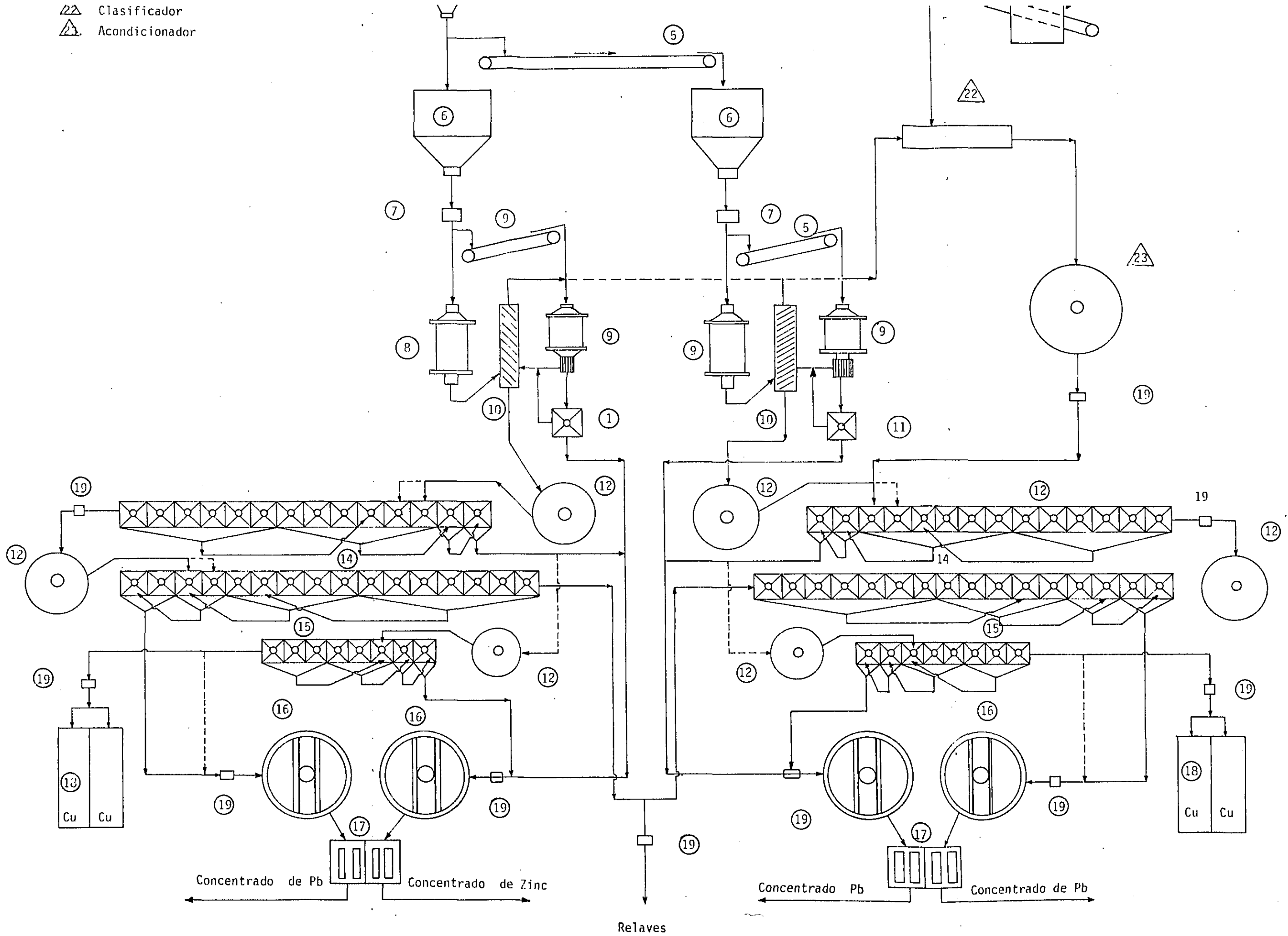
1. Tolva de gruesos
2. Cedazo y Parrilla
3. Chancadora de Quijadas
4. Trituradora
5. Fajas transportadras
6. Tolvas de Finos
7. Alimentadores de mineral
8. Molinos de Barras
9. Molinos de Bolas
10. Clarificadores
11. Celdas unitarias
12. Acondicionadores
13. Celdas para Plomo
14. Celdas para Zinc
15. Celdas para Cobre
16. Espesadores
17. Filtros
18. Cochas para Cobre
19. Huestreadores

PLANTA DE LAVADO

-  Tolva de gruesos
-  Lavadora
-  Faja Transportadora
-  Clasificador
-  Acondicionador



△ Clasificador  
△ Acondicionador



Cajamarca 県 Hualgayoc, Bambamarca 地区 における

汚染の検討と評価。

LIMA. 1981年3月



Cajamarca 県 Hualgayoc Bambamarca 地区における汚染の  
検討 と 評価.

目 次

1. 序 言

2. 前 言

3. Bambamarca, Hualgayoc 地区の地形, 選鉱工場, 堆積場および  
河川について

4. 研究結果

4.3. 河川の状況

4.4. 堆積場: 溢流水のpH値の測定

4.5. 大腸菌の試験

5. 結 論

6. 初 音

7. 付 記

1. 選鉱工場の稼働状況

2. 堆積場の状況

3. 鉱水処理に対する若干の参考事項

4. 日本, ペルーの水質関係一般法の比較。排水基準

5. 調査地区の写真

以上.

(図表については西語報文参照。事)

# Cajamarca 県, Hualgayoc, Bambamarca 地区における汚染の 検 討 と 評 価

## 1. 序 言

JICA の 鉱山保安ミツションの <sup>専内良</sup> 代表、塚田高正、中村明、勸刀 鉱  
山省 Christian Breña ; INGEMMET の Luis Blontep Bravo と  
調 査 団

Jorge Sánchez Arenas によつて構成された ~~検討~~ 右は、Bamba-  
marca 地区を流れる Hualgayoc 河, Laucaño 河, Maygasamba 河

に 送 鉄 工 場 1250' の Hualgayoc の 堆 積 場 によつて発生した汚染の検討  
評価の作業を行った。

この検討は、1981年9月12日～19日間に実施され、今年度のペル-  
日米の間で国際技術協力協定の活動プログラムに属している。

## 2. 前 記

1980年6月、7月間に、Hualgayoc, Bambamarca 地区市当局 ~~に~~ 対し  
て Hualgayoc の 浸 染 に 沿 つ て 存 在 する 送 鉄 工 場 群 の 汚 染 に つ

Hualgayoc, Maygasamba, Laucaño 河の汚染に對して ~~ス~~ 調査  
を知ることができた。この結果、この問題の解決と目的として 鉱山保安

衛生に因りてペル-日米の技術協力協定の連合委員会委員長である  
Luis Gonzales Saebe 技師は協定、技術グループ <sup>を</sup> Hualgayoc  
(Cajamarca 地区)

および Maygasamba 河に因りて水質汚染、検討を開始することを  
提唱した。(No. 1 図参照)

1. No. 1 図 1. Hualgayoc, Bambamarca の 地 理 的 所 在

この地区の会社側として、次の人が関与した。

CIA MINERA COLQUIRISUNI S.A. ... 鉱山・選鉱工場

Ing. Máximo Huachupoma ... 社長

Ing. Raúl Benavides ... 鉱山長

Ing. Juan Fernández ... 工場長

CIA MINERA SAN NICOLÁS ..... 鉱山・選鉱工場

選鉱工場 "Eloy Santolalla"

Ing. Pedro Bazán Pizarro ... 社長

Ing. Carlos Richic ... 工場取締役

Ing. Pablo Catalán Sánchez ... 工場長

CIA MINERA LOS MANTOS S.A. ... 鉱山・選鉱工場

選鉱工場 "CENTINELA"

Ing. Alfonso Chávez Alvarado ... 鉱山取締役

Ing. Enrique Valverde ... 工場長

NEGOCIACION MINERA MONTCOYA ZAMBRANO 鉱山・選鉱工場

選鉱工場 "Carlos Montoya Valera"

Ing. Hernán Echegoyen ... 揮業支那人

Ing. Napoleón Villegas ... 工場長

Sr. Ferruccio Carrasai ... 管理部長

BANCO MINERO DEL PERU

選鉱工場 "Dorado"

Ing. Rubén Ortega M ... 工場取締役

BELLA UNION MINAS S.A. ... 鉱山・選鉱工場

Ing. Julio Rodríguez Cubas

BAMARCA 市当局

Sr. Juan Paredes	郡長
Sr. Wilson Salazar	市長
Sr. Antonio Villa Ruiz	市長代理

AMARCA, HUALGAYOC 地区の地形、道路工場堆積場  
の河川について

-陸軍地理研究所の 1:25,000 の地図に於いて Hualgayoc  
Bamarca 地区の地図を作製した (N°2図) この地図は

で起伏が著しく、河川が其の谷間に存在  
することが特徴であり、この河川堆積場の建設  
が困難

である。更に、この理由で企業は大部分は廢棄されたため  
の容量を有する堆積場を準備するに於いて、この地区を調査

する。同様に現存しているものは不完全である。この地区に  
は Montoya, Los Mantos, Banco Muro, Colquiriumi

道路工場 については新しい堆積場がある。

この地区の地形を更に詳しく知るため、廢棄堆積場がある

場所の地形断面図を描いた。各断面の位置は N°2図  
の図に示されている。A-A', B-B' は Banco Muro

Los Mantos の旧堆積場のある所 D-D' は Colquiriumi,

Los Mantos, Montoya, Banco Muro の新しい堆積場がある。

C-C' 断面は、道路の近くに生じた地すべりの位置を示す

地形図の中には P. Llaneros の旧製錬所跡 San Nicolas

の工場。Tingo 河と溪谷がその水質を示している (No. 3, 4 図参照)

地形図において Bambamarca 市を通過する河川は Llaucana 河であり、この市の近くで、この河は Maygasamba 河を受入れる。

この Marañon 河に注ぐこの河を調査する。Llaucana 河上流は Cuzacabco と標高の都府付近で Aracorgue 河と交差し、この

Llaucana 河の水質は増加する (写真 No. 6, 7, 8, 9 参照)。この Aracorgue 河は Hualgayoc 地区銀山の採業の影響に直接

受けている河で、銀山は Aracorgue 河の上流 (Rio Hualgayoc) にあり、Hualgayoc の町を通過する前は非常に綺麗であったが、

Montoya, Los Mantos, Banco Mincro 及び Colquiriumi の工場がその堆積帯地帯を通過した後には特に銀水がその

旧堆積帯の水により、河は汚染されている (写真 No. 5 参照)。同様に Tumbacuche の小川は、Colquiriumi 地区の銀水がその

Colquiriumi 旧堆積帯の溢流が流入したが、pH は酸性であり、(pH. 3) (写真 No. 12 参照)、Aracorgue 河に注入して

水質汚染を及ぼす。

Maygasamba 河の場合は、la "M" 溪谷 Tingo 溪谷に源を発する。San Nicolás 工場は Tingo 河の名称由来で

Tingo 溪谷に於ける (写真 No. 11, 13, 14, 17, 18 参照)。

## 三 研究結果

この地区での検討で次の作業が行われた。

1. 選鉱工場群の視察
2. 新旧堆積場の検討
3. 河川の水試料の採取
4. 河川および堆積場溢流水のpH測定
5. 水試料の大腸菌試験

報告を簡短にするため、おといて 3, 4, 5 については結果を呈示するにとり、1, 2 の工場および堆積場についての知識は

左報告の付録に記す。

### 4.3 該地区の河川の状況

#### 4.3.1 水および泥砂試料の採取箇所およびその結果

No.4 図の河川水系図で観察される様に、Llanuras 河 (A) での水試料 7 つと Mayas Pampa 河 (B) の 8 箇所、すなわち

Bambamarca の水道水貯水池に相当する B-9 の試料が得られる。また 9 箇所での河川の泥砂試料をとった (36 試料をとった箇所は、水試料 B-3 處に相当する砂に D を付して DB-3 のごとくする)。

全試料はリマの地質鉱山冶金研究所 (INGEMMET) の実験室にて分析された。その結果を次の図・表にて示す。

No 1 表 Llanccano 河の測定結果

No 2 表 Maygas Banka 河の測定結果

No 3 表 両河川の金属分布状態

No 4.1 表 沈砂分析結果

No 4.2 表 沈砂材料の化学組成検討結果

No 1A 図, 1B 図 Llanccano 河の汚染への鉛の分布状況

No 2A 図, 2B 図 Maygas Banka 河の汚染への鉛の分布状況

No 3 図 Llanccano 河 (A) 系, Maygas Banka (B) 系のスケッチ

No 4 図 Banco Niuro, Los Mantas 旧堆積場スケッチ

No 5 図 San Nicolás の新旧堆積場スケッチ

No 6 図 Colquerrumi 地区の新旧堆積場スケッチ

(西語本文参照・事)

#### 4.3.2. 結果の説明.

表1および表2の採水資料は、Hlaucano 河(A) と Maygasbamba 河(B) で採取された水試料について、各河川の水質、分析結果を示す。

表3の各試料水の金属含有量、バランスを示し、更にこの結果を図 No. 1A、1B および 2A、2B に簡単なグラフに表した。このグラフでは、その

図の幅は、各河川の水質、金属量の関係を示す、更に各金属の分布について、溶液中に存在するもの、固形として存在するもの分析結果から、

表している。すなわち河水中に溶けた金属量、懸濁固形の形の金属含有量を表している。

このグラフから、鉱山側よりの試料での汚染の多寡を観察出来、また Bamkamarca 市附近のこの水質汚染状態を知りうる。

A シーズンでは、A-1、A-3 は、古い堆積場の汚濁水、および Colquiriumi 鉱山の古い堆積場の水が排出されている Tumbacucho 河の水

に相当し、汚染を増加するものに影響を及ぼしている。

B シーズンでは、San Nicolás 社の堆積場の溢流の影響は極めて

少ない。一般に検討された河川水の溶解金属の存在の大部分は河川の流下長さに伴う自然汚染のみに、若干の鉱山排水の影響は

は Tumbacucho 河の場合ほど、見られる。



#### 4.4 堆積場の溢流水の酸度の測定

N° 41, 42, 43, 44, 45, 46 および 47 の 4 地点に 新・旧の堆積場の Hualgayoc 河の溪谷に存在するものがある。

また表に、Colquirrumi 堆積場および他の新しい堆積場附近の pH および 懸濁固形物の測定結果を示す。(スケッチ No. 1 参照)

表に、測定番号 9, 10 の Colquirrumi の旧堆積場の溢流および<sup>坑</sup>坑内水に相当するものは、それぞれ pH 2.3, 2.0 であり、この水は pH 3.0 にも

→ Tumbacucho 河に排出される。Tumbacucho 河は、Hualgayoc 河と併合する直後、pH は 5.2 に上り、更に Cuñacales (A-7) 地点では、

Amascangue 河の長い距離を流れた後に、7.5 に上る。この地点では懸濁固形物は 40 の値、これは 250cc のガラス製シリンダーの底に貼った

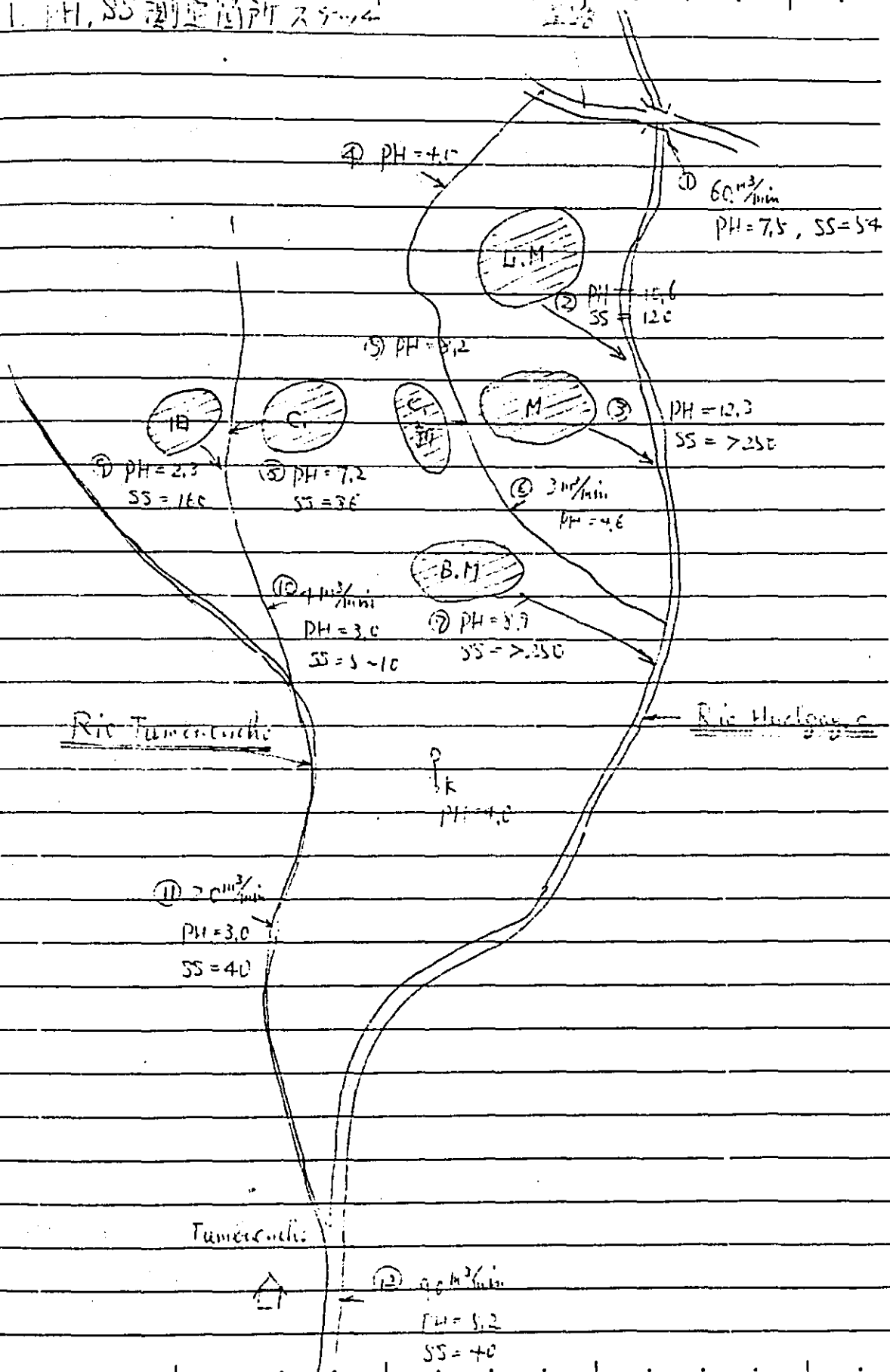
紙に印刷された数字を明瞭に観察出来る高さ (cm) を表すか、を示す。

採取箇所

N°	<del>名称</del> 名称	流量%	PH	懸濁固形物
1.	Hualgayoc 河	58	7.5	54
2.	Los Mantos 堆積場溢流	—	10.6	120
3.	Montoya 堆積場溢流	—	12.3	250
4.	Colquirrumi 飲水 (1)	—	4.0	250
5.	Colquirrumi 新堆積場溢流	—	8.2	250
6.	試料 4.5 m (飲水)	3.0	4.6	250
7.	Banco Mierzo 堆積場溢流	—	8.4	250
8.	Colquirrumi 堆積場溢流	—	7.2	86
9.	Colquirrumi 旧堆積場溢流	—	2.3	160
10.	Colquirrumi (2) 飲水	4.0	3.0	5~10
11.	Tumbacucho 河	4.0	3.0	40
12.	Arasconque 河	90.	5.2	40

註. SS (懸濁固形物) は、ガラス製シリンダーの底におかれた文字を明かに認める=この出る濁った水のシリンダー内の高さによって示す。

15) PH, SS 測定地のPH スケッチ



⑫ 90 m<sup>3</sup>/min  
PH = 5.2  
SS = 70  
F5 A-3 (united)  
PH = 7.5, SS = 54  
135 m<sup>3</sup>/min

No. 10.

J.I.C.A.

4.2 大腸菌、試験

バクテリアによる汚染の程度を決定するために、若干の水試料をとり、

大腸菌検査紙 (COLITOP) により大腸菌の存在を調査した。  
表 No. 1, 図 No. 1.

試料は、Bambamarca 市付近の 2 隻、住民のための貯水場から採取された。大腸菌検査紙は 35°C で 24 時間保ちた後、その紙は

下表に示した検出結果を得た。

No. 1.

N°	試料採取箇所.	希釈率	結果
1	Maygashanka 河 A-2	1:1 a	±2 弱
2	Maygashanka 河 A-1	20:1 b	±3 弱 食塩水希釈
3	"Tres Charros" 飲料水	1:1 b	±1 弱
4	"Tres Charros" 飲料水	20:1 a	0 食塩水希釈
5	"Tres Charros" 飲料水	1:1 a	±2 弱
6	"Tres Charros" 飲料水	20:1 b	0 食塩水希釈
7	Bambamarca の水貯水場 (A-2)	1:1 a	±1 弱
8	" " (A-4)	1:1 b	0 <del>±1 弱</del>
9	Kilancano 河 Grigama 橋から 20cm	20:1	0
10	" " (A-4)	1:1	±6.
11	" " (A-4)	20:1	±3 弱 食塩水希釈
12	" " (A-4)	1:1	±4 弱

この結果に従って、大腸菌による汚染は非常に低く見られる。  
たが、更に正確な結果を得るために、各試料に 10 倍と 20 倍の希釈液で

調べた (大抵 10 枚) には必要である。大腸菌の存在を示す試料は  
非常に少ない。

たゞ、Llancano 河下流水は若干の汚染が認められるので、汚染の程度をもっと正確に知るため、定期的に試料採取する必要がある。

他方、Magdalena 河は汚染は僅かに認められ、また貯水場は若干のフアリヤの存在を示しているが、フアリヤがはいとはえは切れぬので、

数多く試料をとる必要がある。Llancano 河の汚染は、Huelgayoc 卒とこの地区の動物によるものであらう。

## 5. 結 論

1. Bambamarca 市近くを流れる Icaucano および El Maygasbanbi 河の汚染を防止するため、ある期間の間、恒久的な形で河川水質を注意に

觀察するに必要である。他方、鉱山会社、Bambamarca 市、初め、  
鉱山省、他の学識経験者よりなる Comité をつくり、この問題の解決

を計り、詳細は検討により、この地区に更に詳細な報告をするか  
よいてもらう。

2. この地区で採集しているすべての尾鉱工場、San Nicolás, Los Mantos,  
Montoya, Banco Minero, Colquerruni etc. は、河川にその廃滓

を直接流す傾向がある。特に河川が原因でその下の工場が停つた時ほど、  
注意すべきである。更に、堆積場はよく管理し、雨期にその溢れが  
堆積物が

~~あふれ~~ → ~~あふれ~~ 注意する必要がある。

流水は以下の

3. 河川に直接流入している鉱水は、石灰<sup>粉</sup>、石灰<sup>乳</sup>等により処理されるべきで、その後、水溜又はその沈積に適切な場所を通り、かくして汚染の

少ない溢流水を河川に放流する。

4. 現在 Tumbacuche 河に流入している<sup>は</sup>鉱水は、直接処理されるべきで、  
この河の水は pH 3 であり、Armasque 河は pH 7.5 とはつていた<sup>が</sup>。

この水が流入する Armasque 河は、この影響で pH 5.2 である。

5. 旧堆積場はすべて、工場の河川流水を汚染しない様、特別に管理  
されるべきである。

6. 河川の汚染管理を更に効果的にするため、浄水処理技術および河川の  
状態を更に良く研究する必要がある。

7. 木津川中の大腸菌の検出では、この川の汚染がひどいことが示され  
た。とけえ、将来、試料を多くとり、定期的に分析し、Bambanacaの

人々の利用する水中の大腸菌の存在を管理する必要がある。

## 6. 勸告

1. 旧堆積場は、Hualgayoc および Armasconque 河の近くで非常に急な斜面地につくられている。このため、雨が多く降ると、堆積場の溢

流が Hualgayoc 河に流入し、汚染を生じる。堆積場に水が流入するのを防ぐ、また連年の水害を防ぐため、各堆積場の上部に山腹

水路をつくり、河川に直接水を導入するべきである。

2. Emilio Montoya Zambrano 社、Los Mantos 鉱山会社、Banca Minera の "Donado" 工場、Colquissurumi 鉱山会社の古い選鉱とはつた

堆積場は、雨期に特に漏出、崩壊のおそれがある。予防策をとり、常に管理を怠らぬことには注意する。他方、廃滓を導入する

向口溝、各工場から新堆積場までのパイプは、河川に廃滓が漏出するのを防ぐため、管とおまかす必要がある。

3. 旧堆積場の土砂を安定にするため、石灰石粉や普通の土によって存在する空隙を中和し、しめるためにこの地区に草・木・灌木を植える必要がある。

4. 堆積場で、腐敗物の過剰な発生を防ぐため、これは後述のように汚染を増加させることになるが、次腐敗物の中和を行った新しい堆積場に石灰

石を加えるべきである。この報告は、実際には問題を発生していない、新しい堆積場にはよい結果がある。

更に保管を考慮する必要がある。液体パイプラインを用いた程度により砂を介するべきである。



5. Hualgayoc 地区では、金属を含む多くの鉱廃水があり、pH 2.5~3.3 の高い酸度であるため、処理が必要である。この場合、理想的には、

これらに沈殿させ易い様にアルカリをもって処理し、沈殿池を用いて泥を分離する必要がある。このため、石灰粉、石灰石粉等を混合して、

pH を上昇させ、酸を中和し、 $Fe^{+3}$  を  $Fe(OH)_3$  の形で沈殿除去すべきである。

6. 懸濁固形物による汚染は、現在直ちに改善することは難しい。この問題を解決するためには、非常に広い沈降面積が必要である。

将来、この地区に水力発電のダムが建設される様な事があれば、この問題を満足する解決が得られるよう。

7. 鉱山会社の堆積場の近くに住む住民が、pH 4 と測定されたこれらの堆積場を横切る谷の水を利用して居る。この場合、鉱山会社

は、他の場所から、良い水が住民が利用できる様な手段を講ずる必要がある。

8. Bambamarca の住民が利用する水は、大腸菌汚染であると認められる。大腸菌の存在が確かであるので、更に長期にわたる観察に

安全のため、少量のフーロルをもって処理することを望む。また True Chemos 地区で、少量の Pb の存在が確かであるので、新たに分析試

料をとって検査する必要がある。

9. Hlaucano 河の水は、Bambamarca 市下流のものは若干大腸菌

が多いため、直接飲むのは良くない。

1. 金沢処理工場操業状況

2. 地産物の状況

3. 水処理に付する三つの参考資料

4. ベルギー・日東に於ける水質一般法と比較。水排出基準

5. 視察地を写真

2.1 鉛石処理工場の操業状況

視察工場：

- 1.1 Colquirrumi 220<sup>ト</sup>/日 (Pb, Zn, Ag)
- 1.2 San Nicolás (Santolalla S.A) 120<sup>ト</sup>/日 (Cu, Ag)
- 1.3 Negociación Montoya 100<sup>ト</sup>/日 (Pb, Zn, Ag)
- 1.4 Los Mantos 160<sup>ト</sup>/日 (Pb, Zn, Ag, Cu)
- 1.5 Banco Minero 150<sup>ト</sup>/日 (Cu, Pb, Zn, Ag)

1.1 Colquirrumi 220<sup>ト</sup>/日 (Pb, Zn, Ag)

Colquirrumi 鉛山会社は Pb, Zn 精錬および Pb, Zn, Ba, Cu 精錬を  
生産している。 Colquirrumi 工場では、処理鉛は傘下 10 鉛山により

生産されている。 次表は人員の分布を示す

表 N° 1

	職員	作業員	スワッフ	計
工場	5	50	2	57
鉛山	4	84	9	97
坑外		62		62
計		205	11	216
請員		55		55

視察時、処理鉛は次のとおりであった (表 N° 2 参照)

表 N° 2. 鉱山生産率

鉱山名	分布	Cu	Pb	Zn	Ag
中1回処理時					
San Agustín 鉱	25%	2%	2.8%	8%	3 <sup>00</sup> / <sub>100</sub>
Pozos Ricos 鉱	60%	—	3.5	9	6
Mansita 鉱	15%	2	1	8	—
中2回処理時					
Perené 鉱	17%	5%	0.3	4	5~6
Lola 鉱	83%		3	5	2

1980年の成績によると、この会社は次のように生産した (表 N° 3 参照)。

工場のプロセス (図 N° 1 参照、西語本文参照) によると、スライム鉱床にはハルツ精鉱と亜鉛精鉱、粗い鉱石から鉛および亜鉛精鉱を浮遊している。

表 N° 3 処理鉱石 (年間)

San Agustín 鉱	4,647,621 <sup>T.M.S</sup>	Porcia 鉱	7,190,016 <sup>T.M.S</sup>
Lola 鉱	7,048,336	Perené 鉱	2,945,039
Carassai 鉱	964,905	Firense 鉱	4,611
Pozos Ricos 鉱	10,854,000	Mansita 鉱	4,454,430
Tajo Abierto 鉱	29,971,326		
Tajo Porcia 鉱	1,228,730	以上合計	69,309,407

1980年12月選鉱バランス

	T.M.S	品位				回収率 %			
		Pb %	Zn %	Cu %	Ag %	Pb	Zn	Cu	Ag
給 鉱	5,926,459	2.05	4.90	0.12	141	100.0	100.0	100.0	100.0
ハルツ精鉱	247,849	31.62	24.70	1.61	1,694	64.55	21.09	57.07	50.40
亜鉛精鉱	264,407	2.35	52.44	0.31	252	5.12	47.76	11.75	8.00
イ 滓	5,414,203	0.68	1.67	0.04	.64	30.33	31.15	31.05	41.60

1980年積算選鉱バランス

	T.M.S	品 位			実 収 率 %		
		Pb%	Zn%	Ag <sub>2</sub> g/t	Pb	Zn	Ag
選 鉱	69,309.407	2.99	7.77	88	100.0	100.0	100.0
バルク精鉱	399.136	32.84	22.47	1,716	6.32	1.66	11.18
鉛精鉱	2,348.498	55.86	9.19	976	63.23	4.01	37.45
亜鉛精鉱	7,136.529	2.58	53.38	122	8.86	70.77	14.25
大 津	59,425.244	0.75	2.13	38	21.59	23.58	37.12

1.2 San Nicolás 100 t/日 (Cu, Ag)

San Nicolás 会社は 6 鉱山 あり、即 Socavón Totora, Tres Mosqueteros, Socavón Don Eloy, Socavón Tingo, Peces Tajo

Abierto あり、Socavón María Luz あり。また、若干の鉛石と他鉱山から買鉱している。即 Incógnita, Cleopatra, Gaditana 鉱山等

あり。この会社に働く人員は次表に示す。

表 No 1

	職 員	作 業 員
スタッフ	2	
鉱 山	2	60
工 場	2	48
事務所	3	2
小 計	9	110
計		119

1980年12月12, Socavón Don Eloy, Tres Mosqueteros, Socavón Tingoの  
 の銀石が表N°2の採に処理された。銅銀石は主としてエターサイト

(硫砒銅銀)である。

表 N° 2

銀 石	重量 /g	品位		実収率%		
		Cu %	Ag %	Cu	Ag	
(Socavón Don Eloy)						
給 銀	1.418	1.15	0.136	100.0	100.0	
精 銀	55	21.25	2.207	71.99	63.22	
産 滓	1.363	0.34	0.045	28.01	36.78	
(Socavón Tingo)						
給 銀	472	4.51	0.193	100.0	100.0	
精 銀	106	17.71	0.595	88.64	69.59	
産 滓	366	0.67	0.080	11.36	30.41	
(Tres Mosqueteros)						
給 銀	582	3.92		100.0		
精 銀	59	36.01		92.98		
産 滓	523	0.31		7.02		
(合 計)						
給 銀	2,473	2.44	0.115	100.0	100.0	
精 銀	221	23.48	0.840	85.79	65.27	
産 滓	2,252	0.39	0.044	14.21	34.73	

1.3 Negociación Montoya 100 t/月 (Pb, Zn, Ag)

1895年からこの鉱山は稼働しており、現在134人が働いており、次の様に分布している。

表 N°1.

	職 員	作業者
スタッフ	4	
鉱 山	1	66
工 場	3	48
管 理	4	8
小 計	12	122
計		134

5年前に新工場が建設され、月々 2,800TM の鉛が処理されているが、  
 処理能力が多く非常に高い。新工場の処理結果は表 N°2 に示される。

表 N°2 Montoya 鉱山選鉱結果

	重量 A	成 分			実 収 率 %		
		Pb%	Zn%	Ag <sup>0</sup> %	Pb	Zn	Ag
精 鉛	2,500	1.8	3.5	15	100.0	100.0	100.0
鉛 精 鉛	123	30.0	8.0	200	82.0	11.3	65.6
重 鉛 精 鉛	116	1.9	52.0	17	4.9	69.0	5.3
大 滓	2,261	0.26	0.76	4.83	13.1	19.7	29.1

1.4 Los Mantos 160<sup>\*/</sup>日 (Cu, Pb, Zn)

Los Mantos 会社の工場は "Continela" と呼ばれる。1980年12月12日、  
この工場は "Fatima" の銅鉱および "Mercedes" の鉛・亜鉛鉱を処理した。

夏の間のみ "Mercedes" 鉱が処理されるが、"El Dorado" 鉱はこれと異なり  
Ag 3.0%, Cu 2%, Pb 2.5%, Zn 0.70% である。処理鉱は黄鉄鉱・方鉛鉱

閃亜鉛鉱、鉛を含む。この工場の労働者数は全係で56名(職員2、  
作業員54)である。

各鉱山の鉱石は分離されて処理され、この結果は表 No. 1 (1980年12月)  
に示す如くである。



表 N°1 "Les Maitres" 工場 送銀成績

	重量 月	品 位				実 收 率 %			
		Ag%	Pb	Cu	Zn	Ag	Pb	Cu	Zn
(Fatima 銅銀)									
送 銀	2191.0	3.2	0.85	1.81	2.56	100.0	100.0	100.0	100.0
銅 精 銀	136.2	21.9	3.58	19.52	6.08	42.56	26.18	67.03	14.76
銀 精 銀	25.4	24.3	35.65	10.12	7.28	8.85	48.75	6.50	3.31
厘鉛精銀	46.0	2.7	2.60	1.22	46.46	1.78	6.43	1.41	38.09
广 牌	1983.4	1.65	0.18	0.50	1.24	46.81	18.64	25.06	43.84
(Mercedes 鉛・厘鉛銀)									
送 銀	249.0	1.6	2.28	0.44	4.06	100.0	100.0	100.0	100.0
鉛 精 銀	12.5	12.5	42.18	6.19	5.97	38.31	92.94	70.53	7.37
厘鉛精銀	6.3	4.2	2.32	1.15	47.49	6.62	2.59	6.66	30.08
广 牌	230.2	1.00	0.11	0.11	2.75	55.07	4.47	22.81	62.55
計									
送 銀	2440.0	3.0	1.00	1.67	2.71	100.0	100.0	100.0	100.0
銅 精 銀	136.2	21.9	3.58	19.52	6.08	40.23	20.07	65.23	12.57
銀 精 銀	25.5	24.3	35.65	10.12	7.28	8.39	37.38	6.33	2.80
厘鉛精銀	52.3	2.9	2.57	1.21	46.64	2.04	5.53	1.56	36.86
鉛 精 銀	12.5	12.8	42.18	6.19	5.97	2.10	21.68	1.90	1.13
广 牌	2213.5	1.58	0.17	0.46	1.40	47.26	15.34	29.98	46.70

1.5. Banco Minero 150<sup>千</sup>/日 "Dorado"工場

この工場は、小鉱山の鉱石処理に、その小鉱山を援助する目的に建設されたものである。このため、Banco Mineroは鉱山を持つ、その

鉱石の処理のみ行っている。1979年にはこの工場は次の鉱山会社の鉱石を処理した。

表 No 1

会社	鉱山	TMS	%
Cia. Minera San Nicolás	Morococha (Pb, Zn, Cu)	5,526.5	26
Bella Unión Minas S.A.	P.V. 6 (Cu)	5,820.0	28
Luis Zárate Bringas	Los Negros (Ag)	3,487.9	17
Cia. Minera Santa Rita	Satelite (Cu)	927.3	4
S.M.R.L. Sta. Martha Cajamarca	Santa Martha (Pb, Zn)	1,606.3	8
Tecnominas SRL	Cañon (Pb, Zn)	1,417.3	7
Cia. Minera Imasilsa	Morococha (Pb, Zn, Cu)	2,060.0	10
計		20,885.4	100.

この工場の労働者は64名(職員12, 作業員52)である。

鉱石処理結果は表 No 2 に示す(1979年)。

1980年12月には、"Satelite" "Tres Amigos" の銅銀、"Cañon" の鉛、亜鉛を処理している。この結果は表 No 3 に示す。租税時のこの

工場に処理されている。

表 No 2

"Dorado" 工場 分析 結果

1979年

	重量	品位				分析率				採業回数
		Ag (%)	Cu	Pb	Zn	Ag	Cu	Pb	Zn	
(Cia. Minera San Nicolás; Marorocha)										
総銀	5,526.5	0.370	1.48	3.10	2.39	100.0	100.0	100.0	100.0	
Cu 精銀	545.4	1.272	12.20	2.40	16.00	32.19	65.43	10.32	17.76	
Pb 精銀	1,58.0	6.208	2.80	63.20	5.80	39.75	3.30	50.71	1.63	67
Zn 精銀	677.8	0.544	2.08	6.30	44.00	17.07	13.35	29.70	62.67	
広澤	4,166.0	0.057	0.41	0.55	2.35	10.99	16.92	13.37	19.97	
(Bella Unión Minero S.A. Punto Victoria Solo)										
総銀	5,520.0	0.167	1.73			100.0	100.0			
Cu 精銀	396.5	1.611	20.67			65.72	31.40			65
広澤	5,423.5	0.051	0.35			34.28	18.60			
(Univ. Zúrate Brincos; Los Negros)										
総銀	3,437.4	0.276		1.40		100.0		100.0		
Pb 精銀	166.6	4.294		20.60		67.30		67.51		32
広澤	3,321.3	0.074		0.44		32.70		32.19		
(Cia. Minera Santa Rita; Satebito)										
総銀	427.3	0.089	2.64			100.0	100.0			
Cu 精銀	79.6	0.713	23.42			67.05	77.32			10
広澤	847.7	0.030	0.64			30.75	22.18			
(S.M.R.L. Santa Marta de Cajamarca; Santa María)										
総銀	1,606.3	0.116		4.50	8.70	100.0		100.0	100.0	
Pb 精銀	105.6	0.929		54.20	7.80	52.65		79.18	6.30	
Zn 精銀	193.4	0.090		1.00	52.00	4.58		2.74	75.91	27
広澤	1,302.3	0.054		1.00	1.48	37.77		18.08	19.79	
(Tecnominas SRL; Cañon)										
総銀	1,457.2	0.041		3.30	12.60	100.0		100.0	100.0	
Pb 精銀	76.1	0.391		62.40	3.00	50.72		35.31	3.32	20
Zn 精銀	316.9	0.046		1.40	50.00	24.45		3.01	86.29	
広澤	1,064.2	0.013		0.32	1.79	24.33		6.13	14.39	

福

	重量	品位				回收率 %				繰率
	TMS	Ag <sup>kg/t</sup>	Cu %	Pb %	Zn	Ag	Cu	Pb	Zn	日数
(Cia. Minera Imasilsa; Morococha)										
合計	2,060.0	0.266	1.80	3.50	9.00	100.0	100.0	100.0	100.0	
Cu 精鉱	147.0	0.963	15.52	4.60	12.00	25.83	61.57	9.37	9.57	
Pb "	107.1	3.076	3.93	52.60	9.00	60.14	11.35	73.16	5.20	27
Zn "	336.1	0.174	2.08	1.40	44.00	10.67	18.35	6.52	79.76	
厂 滓	1469.8	0.012	0.21	0.29	0.79	3.36	8.29	5.95	5.53	
(1974年 合計)										
合計	20,385.3	0.238	1.26	2.01	4.79	100.0	100.0	100.0	100.0	
Cu 精鉱	1,163.4	1.310	16.29	2.16	8.98	30.79	72.33	6.01	10.49	
Pb "	426.7	3.030	1.39	55.17	7.49	26.45	3.06	59.15	3.19	248
Zn "	1,523.5	0.300	1.38	3.52	46.28	9.22	8.01	12.82	70.71	
Pb "	106.5	4.294	-	20.60	-	14.39	-	8.17	-	
厂 滓	17,395.0	0.054	0.25	0.33	0.89	19.14	16.59	13.85	15.61	

表川三. 我々の調査した時 "Donado" 工場産銀の分析

	重量	品位				収率				操業日数
		Ag	Cu	Pb	Zn	Ag	Cu	Pb	Zn	
(Sociedad El. Carl. ; Satellite)										
給銀	780.1		182				100.0			
銅精銀	50.1		21.65				76.50			9
広津	730.0		0.46				23.50			
(San Hernandez ; Los Hornos (Andes))										
給銀	417.7		2.07				100.0			
銅精銀	35.0		18.31				76.18			7
広津	382.7		0.52				23.82			
(Tachoninaw SRL ; Canón)										
給銀	635.8			248	9.27			100.0	100.0	
鉛精銀	22.3			57.95	9.49			82.84	4.54	
亜鉛精銀	71.4			0.74	46.86			3.39	72.41	11
広津	542.0			0.79	1.96			13.77	23.02	
(処理結果 25%) (我々の精製法) (LcivA)										
給銀	100.0	0.240	1.20	5.50	11.00	100.0	100.0	100.0	100.0	
鉛精銀	6.79	2.200	3.00	60.00	5.00	51.52	16.78	74.11	3.09	
銅精銀	2.70	1.330	20.00	3.00	15.00	12.38	45.00	1.47	3.68	
亜鉛精銀	16.63	0.200	1.50	3.50	50.00	11.48	20.79	10.58	75.60	
広津	68.91	0.104	0.30	1.11	2.82	24.62	17.23	13.83	17.63	

## 7.2 堆積場の状況

Peru の *Hualgayuc* の渓谷に位置する諸尾鉱工場は、表 2-1 の情報によると、年内 165,000 トンの広澤を生産する。

(図 No. 6, 7, 8, 9, 10 参照)

各工場は (写真 No. 40, 41, 42, 43, 44, 45) に示す様にそれぞれ独自の

堆積場を持つが、満ちており、最近 *Colquirrumi* 地区付近に新しい堆積場を建設している (写真 No. 46, 47, 48, 51, 52, 53, 54)。

放棄された堆積場は、旧堆積場は、金属硫化物、特に黄鉄鉱の硫化物によって、 $\text{pH} 2.5 \sim 3$  程度の酸性の流出水を生じている。

これに加えて、堆積場付近に、金属を含む若干の鉱水が溜り、酸性を示す。

堆積場の溢流水はアルカリ性となっており、小川の水は  $\text{pH} 3$  の酸性である。しかし *Anascongue* 河下流の水は  $\text{pH} 5.2$  となっている。

この地区の石灰岩の存在によって、 $\text{pH}$  が上昇するが主な理由であろう。

写真 No. 56, 57 に *San Nicolás* 会社の堆積場を示す。

表 N° 2-1 Hudgoye 地区で採取した3種濃度 1980年

企 業	工場能力	T/年	大 牌			備 考
			Ag	Cu	Pb	
Neg. Minera Morfya Zambrano	100 T/A	27,132	4.83 %	-	0.26%	1980
Cia. Minera Los Mochos	150 T/A	26,562	1.58	0.96%	0.17%	1980
Banco Minero del Perú	150 T/A	17,545	1.9	0.28	0.33	1979
Cia. Minera Colquivilca S.A.	220 T/A	69,970	6.67	0.04	0.68	1980
Cia. Minera San Nicolás S.A.	100 T/A	27,024	1.15	0.39	-	1980 未発表
合 計		163,283				

### 17.3. 水処理について若干の参考事項

将来、鉛水を更に適切な形で処理する必要がある。これは参考として次の探り果を述べよう。

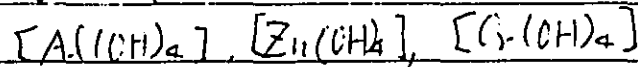
#### 金属の沈殿と溶解度との関係

金属水酸化物の沈殿と、そのpHとの関係は、図N°3.1, 3.2に示す。図N°3.1において、各金属の水溶液中の濃度が色の付いたpHにて

観察出来る。すなわち、 $10^{-5}$  mol/l の濃度とした時、この量に各金属について次のpHで達成される。

$Fe^{3+}$  3.7,  $Al^{3+}$  4.7,  $Cr^{3+}$  5.6,  $Cu^{2+}$  7.0,  $Zn^{2+}$  8.7,  
 $Ni^{2+}$  8.8,  $Pb^{2+}$  9.1,  $Co^{2+}$  9.75,  $Mn^{2+}$  10.0 etc.

$Al, Zn, Cr$  の場合、その沈殿は、高pHにおいて次の形に石灰水に可溶となる。



図N°3.2は、金属の沈殿が完全にほじくり、溶解した時のpH値を示している。すなわち、石灰石粉を用いて酸性溶液を中和する場合は、

この各種の金属を含まないから、pHは4.5~5に達する。この場合、 $Fe^{3+}$ ,  $Al^{3+}$  はこの工程で除去できる。しかし他の金属 ( $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Pb^{2+}$ )

は除去もつた沈殿させたことは出来ない。石灰石粉は他のアルカリの使用によって溶液のpHを高く、そこから金属を除去する。



## 沈降容量の減少について

世和の後、沈降容量の保管が、その量が多いため、大きな問題となった。

沈降物は主として、 $Fe(OH)_3$ 、 $Fe(OH)_2$ 、 $Ca(OH)_2$ 、 $Zn(OH)_2$  等の水溶性

の水溶性物と、 $CaSO_4$  の非水溶性物、未反応の石灰、石灰石等の他の物質からなる。

沈降容量を管理するため、沈降物を考慮せねばならない。

一般に懸濁液は、 $Fe^{2+}$ 、 $Fe^{3+}$  および  $SO_4^{2-}$  等を多く含む。この場合

これらのイオンの沈降量はその管理のため検討する必要がある。

図 No. 3.3 は  $Fe(OH)_2$ 、 $Fe(OH)_3$  等の沈降容量を一例を示す。

この場合、 $Fe(OH)_2$  の容量は  $Fe(OH)_3$  の容量より多い。又、 $Fe^{2+}$  :  $Fe^{3+}$  の比が 2 : 1 ならば、特別な降下条件下でその沈降物の

一部はマグネサイトに類似した物質を生ずる。この場合、この沈降容量は非常に速くであり、その容量は極めて小となる。

また、図 No. 3.5 に示すように、 $Fe_2(SO_4)_3$  の溶液は、アルカリの沈降により沈降容量を著しく増やす。

容量を増やす傾向では  $CaCO_3$ 、 $Ca(OH)_2$ 、 $NaOH$  の順であり、 $CaCO_3$  の場合、その容量は非常に多い。このため、石灰石物の使用が

より好まれる。

鉄の世和の場合、2段処理法が知られている。1段目は  $CaCO_3$

をもち、pH 5.3 まで処理し、ついで  $Ca(OH)_2$  を用いて pH 6.7 に

する。この方法は  $Ca(OH)_2$  1段で pH 6.7 にするよりも良い事が

④ N° 3.4 から知られる。ニッケル-鉛酸の  $\text{NiCO}_3$ ,  $\text{Ni(OH)}_2$  の 2 種の  
理論が示される。

ニッケルの資料から知られる様に、鉛水処理においては処理、経済性を  
考慮することは非常に大切であり、適切な方法を注意深く選取し

は知られる。

水中に砒素を含む場合の処理について

砒素は鉛水中に、エーゼイト  $\text{Cu}_2(\text{As}, \text{Sb})\text{S}_4$  等によって生ずる。

San Nicolau の鉛水の場合、砒素および他の金属を懸濁含む。鉛水

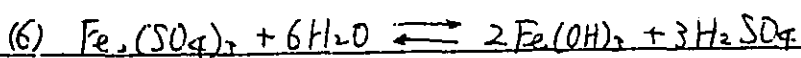
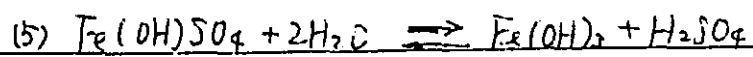
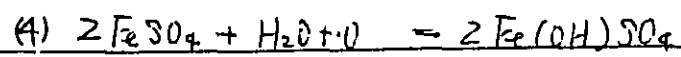
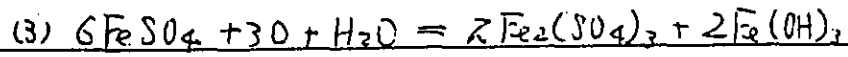
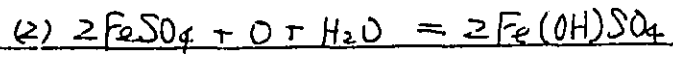
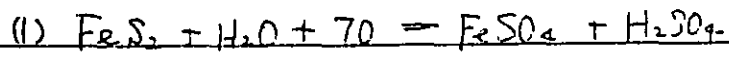
から砒素を除去する為、一般に用いられる方法は、鉄イオンと共に共沈  
させることである。④ N° 3.6 に見る様に、殆ど完全に pH 3 以上で砒素

を除去する。砒素の除去にはこの方法が奨められる。

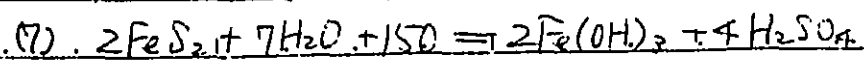
堆積場における鉛物の酸化について

堆積場中の砂に含まれる鉛物の酸化は非常に複雑で、次の式に  
知られる様な反応が起こる。

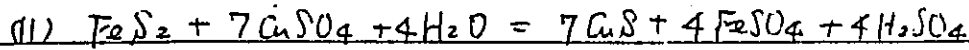
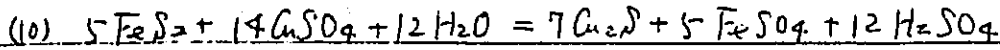
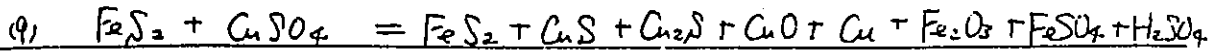
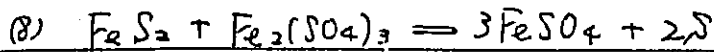
黄鉄鉱の場合：



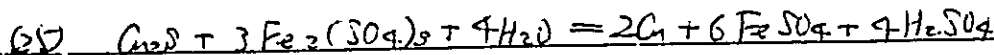
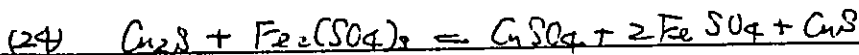
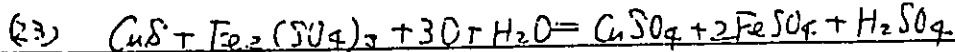
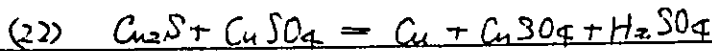
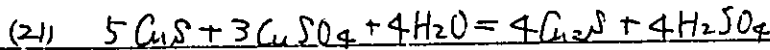
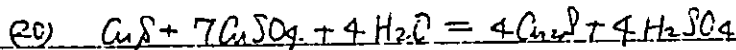
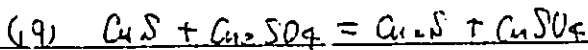
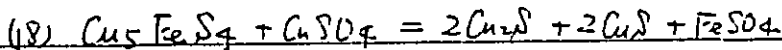
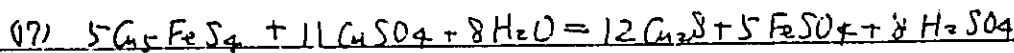
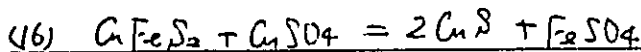
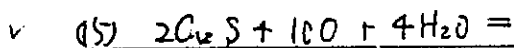
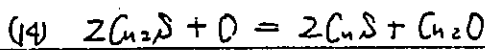
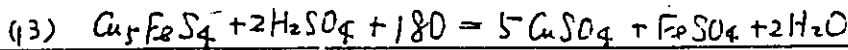
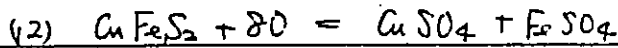
この反応で黄鉄鉱は鉛の水酸化物に変わる。



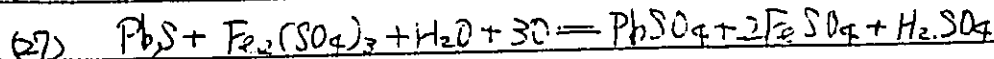
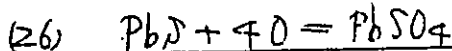
また黄鉄鉱は鉄の硫酸塩 ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ) や硫酸銅と次の様に反応する。



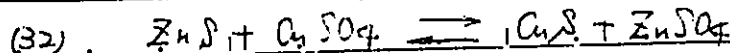
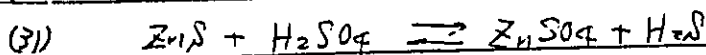
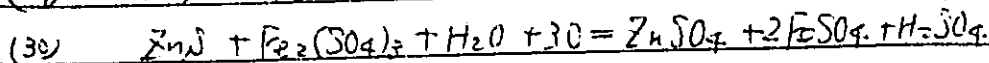
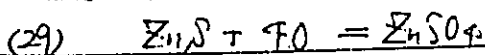
銅の硫化物の場合：



方鉛鉱



閃亜鉛鉱



## 7.4. 日本での工業水排出基準

### 1. 鉱山側の排出について

都道府県は必ずしも定めて「上乗せ基準」を定めている。

#### (1) 有害物質の排出基準

項目	日本における許容限度	ペルーにおける許容限度 (オゾ級用水)
Cd	0.1 mg/l = ppm	0.00
Pb	1.0 mg/l	0.10 mg/l
As	0.5 mg/l	0.2
Cr <sup>6+</sup>	0.5 mg/l	0.05
全水銀	0.005 mg/l	---
アルキル水銀	検出されないこと	---
CN	1 mg/l	0.01
有機リン	1 mg/l	0.00
PCB	0.003	---

#### (2) その他の項目の排水基準 (排出量 50 m<sup>3</sup>/日以上)

項目	日本における許容限度	ペルー
PH	海域以外	同採り分類に依る
	海域	
SS	200 mg/l (日間平均150)	
BOD	160 (日間平均120)	
COD	160 (日間平均120)	
Cu	3 mg/l	
Zn	5	
Cr	2	
F	15	
溶解性 Mn	10	溶解性 Fe 10
鉱油類	5	動植物油類 30
フェノール類	5	大腸菌許数 日間平均 3,000 (10 <sup>4</sup> /ml)

2 環境基準

(1) 項目	日本における基準値	ペルーにおける基準値 (水1級用)
Cd	0.01 ppm = 1 <sup>ug</sup> /l	0.01 <sup>ug</sup> /l
Pb	0.1 ppm	0.1
As	0.05	0.2
Cr+6	0.05	0.05
全水銀	0.0005	0.00
メチル水銀	検出されないと	0.00
CN	"	0.01
有機リン	"	---
PCB	"	---

(2) 生活環境に係る環境基準

型	河川				川		湖沼		
	AA	A	B	C	D	E	A	B	C
PH		8.5 6.5			8.5 6.0		8.3 7.8		
SS (ppm)		25以下		50以下	100以下	コケ等	-	-	-
BOD (ppm)	1以下	2以下	3以下	5以下	8以下	10以下	-	-	-
COD (ppm)	-	-	-	-	-	-	2以下	3以下	8以下
DO (ppm)		7.5以上		5以上	2以上		7.5以上	5以上	2以上
大腸菌群数 (MPN/100ml)	50 以下	1000 以下	5000 以下				1000 以下		

3. 土壤汚染関係

有害物質	測定	指定要件	試料採取と検定方法
Cd		(1) 玄米中 Cd 1ppm以上の地域(1号地)	(1) 2.5haにつき1地点の割合で農用池
		(2) 玄米中 Cd 1ppm以上を有する のあり地域(2号地)	(1) 2.5haにつき1地点の割合で農用池 の区域の中央部に土壤を採取 (2) 半日風乾し、玄米中の Cd (3) 土壤は N/10 HCl 抽出で Cd
Cu		水田土壤中 Cu 濃度 (N/10 HCl 抽出分) 125ppm以上	(1) 2.5haにつき1箇所割合で1箇所の水口 (C1) 中央(C2) 水尻(C3)の各地点より 土壤を採取 (2) 銅濃度(C)は N/10 HCl 抽出分 $C = \frac{2C_1 + C_2 + C_3}{4}$
		水田土壤中 As 濃度 (1N HCl 抽出分) 15ppm 都道府県は 10~20ppm の範囲で別の 値を定めたことがある。	(1) 2.5haにつき1箇所割合で1箇所の水口(C1) 中央(C2) 水尻(C3)の各地点より土壤を採取 (2) 砒素濃度(C)は 1N HCl 抽出分 $C = \frac{C_1 + C_2 + C_3}{3}$

以上

**CONVENIO DE COOPERACION TECNICA INTERNA-  
CIONAL ENTRE EL GOBIERNO DEL JAPON Y EL  
GOBIERNO DEL PERU.**

Lima, marzo 1981

Los expertos de la Misión Japonesa de Minería y los Ingenieros del Ministerio de Energía y Minas e INGEMMET , expresan su agradecimiento a la Empresa Minera de HIERRO-PERU , por las facilidades y apoyo brindado para el logro del presente trabajo.



## **ESTUDIO PRELIMINAR DE CONTAMINACION EN LA MINA MARCONA HIERRO PERU**

---

### **1. INTRODUCCION**

El grupo de trabajo constituido por representantes de la Misión Japonesa de Minería , ingenieros : Akira Nakamura y Tetsuo Kagiwada ; del Ministerio de Energía y Minas , ingeniero : Christian Breaña ; del INGEMMET , ingeniero : Javier Li Robles y el Técnico en Seguridad Sr. Jorge Sánchez Arenas, y de Hierro Perú ingenieros : Carlos Pallette y Raúl Huatuco, desarrollaron un estudio preliminar de Contaminación en la Mina Marcona - Hierro - Perú.

Los trabajos en referencia se realizaron entre los días 17 al 21 de marzo 1981 de acuerdo al programa de Actividades del Convenio de Cooperación Internacional entre Perú y Japón correspondiente al presente año.

### **2. ANTECEDENTES**

2.1. Viaje del Ministro de Energía y Minas en el mes de octubre de 1980 , fecha en la cual los trabajadores de Hierro-Perú presentaron un reclamo, a través de su Sindicato , sobre las condiciones ambientales de trabajo.

2.2. Carta enviada por la empresa Hierro-Perú al Comité Mixto Peruano-Japones a través de la Dirección General de Minería. En dicho documento la citada empresa solicitó la realización del estudio por la Misión Japonesa de Minería. Razones de programación impidieron que esto se efectuara en 1980, programándose esta actividad para el año en curso.

2.3. Previamente al viaje se efectuó una reunión de coordinación con representantes de Hierro-Perú. En dicha reunión se aclaró que el Estudio a realizarse no se refería únicamente a la Planta Magnética sino que debería abarcar todas las áreas de trabajo: Mina, San Nicolás - Plantas y San Nicolás - Puerto. Lo cual representaría un mayor tiempo.

2.4. En dicha reunión se acordó efectuar el viaje de acuerdo a lo programado (1 semana) y presupuestado.

### 3. OBJETIVOS

3.1. Efectuar un Estudio Preliminar que permita evaluar factores como:

- a) Selección del equipo adecuado
- b) Operación de los equipos
- c) Mediciones preliminares
- d) Ubicación de las zonas de mayor contaminación
- e) Conocimiento de las características de las operaciones.
- f) Esbozar un programa para los trabajos definitivos a realizarse en los próximos meses.

#### 4. INSTRUMENTOS UTILIZADOS

- a. Medidores de polvo de bajo volumen
- b. Medidores digitales de polvo
- c. Medidor de polvo respirable o piezo balance
- d. Medidor de nivel de ruido
- e. Tubos detectores de gases :  $SO_2$ , NO ,  $NO_2$ , CO ,  $CO_2$
- f. Medidor de gas CO
- g. Medidor de iluminación

#### 5. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

En coordinación con funcionarios de Hierro-Perú y la Dirección de Seguridad se esbozo el programa a desarrollar durante la permanencia en dicho centro minero. Se dividieron las zonas de trabajo en dos : Mina y San Nicolás.

##### 5.1. Mina

- a. Chancado Primario . - se efectuaron mediciones utilizando los muestreadores digitales de polvo, bajo volumen y de ruido. El mineral proveniente de la mina es chancado en dos plantas y reducido a un tamaño menor a 4" y almacenado en canchas.
- b. Operaciones. - se efectuaron mediciones de polvo y ruido durante las operaciones de : Perforación, carguío y transporte. Las mediciones se efectuaron en las inmediaciones de las máquinas así como dentro de las casetas del operador.

- c. **Tunel de alimentación . - lugar donde se alimenta a la faja desde los stockpile del mineral chancado.**
- d. **Faja transportadora. - se hizo un recorrido a lo largo de este sistema de transporte el cual tiene una longitud de 15.4 km. Las mediciones se realizarón en algunas estaciones y puntos de transferencia, hasta un lugar denominado "Cuatro Tolvas".**

#### **4.2. San Nicolás**

- a. **Planta magnética. - donde se benefician los minerales primarios. Se efectuaron mediciones de polvo, ruido y gases.**
- b. **Planta de Peletización. - integrado por dos líneas peletizadoras con un horno tunel con parrilla viajera , cada una. Se efectuaron mediciones , de pblvo, ruido y gases.**
- c. **Planta de filtros. - se efectuaron mediciones de polvo, ruido e iluminación .**
- d. **Tuneles de Sinter y Palsts. - donde se efectúa la alimentación de estos productos a las zonas de embarque mediante fajas transportadoras, se midió polvo. Se encontraban paralizadas las fajas transportadoras.**
- e. **Planta de Chancado Secundario y Terciario. - consta de dos circuitos de chandado . Los minerales antes de ser someti - dos al proceso mismo de concentración son reducidos a ta - maños apropiados 3/8 " a los minerales primarios y 3/4 " a los minerales de transición . Se efectuaron mediciones de**

de polvo, ruido e iluminación .

f. Talleres Eléctricos y Soldadura. - se efectuaron mediciones de gases.

## 5. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS PRELIMINARES

De las mediciones y observaciones efectuadas en esta fase preliminar no es posible determinar los niveles de contaminación que afecta a la mina, plantas y talleres de servicio de Hierro - Perú.

En el Cuadrno N° 1 se muestran los resultados de las mediciones efectuadas. Como consecuencia de estas y de algunas observaciones se plantean los siguientes comentarios :

### 5.1. Sobre Polvo

a) La mayor contaminación por polvo en la mina se produce en las tolvas de descarga del mineral para las chancadoras primarias. A pesar de que cuentan con un sistema de chisquetes de agua que funciona al momento en que se volquetea la carga, estas resultan insuficientes y el polvo se esparce como una nube muy densa varios metros a la redonda. Cercano a este punto hay una caseta de control de la chancadora y otra de mayor tamaño que sirve de vestidores, la circulación de personal por esta zonas no es muy intensa.

La chancadora posee un sistema de captación y extracción de polvo, en el punto de descarga del material chancado, y el polvo es emitido al ambiente a través

de una chimenea . En la cercanía a la chimenea se percibe - que el polvo se precipita como " lluvia " , circunstancia que es cambiante en funciones a los cambios en la dirección y velocidad del viento. Con el medidor digital de polvo se detectaron en esta zona y bajo diversas circunstancias los siguientes valores :

- 3590 CPM que equivale aproximadamente  $36 \text{ mg/m}^3$  al costado de la caseta de control y con el volquete descargando.
- 980 CPM que equivale aproximadamente a  $0.29 \text{ mg/m}^3$  a 5 mts, en el 2° piso de la chancadora de quijadas, en condiciones normales de trabajo.

b) En la zona de operaciones perforación-carguío y transporte - la contaminación por polvo es casi nula. Considerando el personal que esta expuesto a este contaminante se efectuaron las siguientes mediciones :

- En la caseta de la perforadora  $0.37 \text{ mg/m}^3$
- Fuera de la caseta  $1.87 \text{ mg/m}^3$

c) En el tunel de alimentación de la faja se percibió la presencia de polvo, tanto en la atmósfera , como en las instalaciones (bastidor de faja, instalaciones eléctricas, etc.) en las paredes y pisos , esto ocasiona que al caminar se levante el polvo , y/o al funcionar la faja. Cuando se visitó esta zona los equipos se encontraban paralizados.

d) En la planta magnética se hicieron mediciones en diferentes zonas obteniéndose los siguientes resultados :

- Cerca al molino	0.22 mg/m <sup>3</sup>
- En los corredores	0.40 mg/m <sup>3</sup>
	0.27 mg/m <sup>3</sup>
	0.36 mg/m <sup>3</sup>
- En el circuito de flotación	0.19 mg/m <sup>3</sup>
- Zona de alimentación de reactivos	0.18 mg/m <sup>3</sup>

e) En la planta de filtros :	0.18 mg/m <sup>3</sup>
	0.25 mg/m <sup>3</sup>
	0.15 mg/m <sup>3</sup>

f) Planta de palets :	0.23 mg/m <sup>3</sup>
	0.21 mg/m <sup>3</sup>
	0.24 mg/m <sup>3</sup>

g) En los tuneles de sinter y palets de embarque no se efectuaron mediciones ya que las fajas estaban paradas.

h) En la planta de chancado secundario y terciario :

- Chancadora N° 2	0.19 mg/m <sup>3</sup> (arriba)
	0.04 mg/m <sup>3</sup> (abajo)
- Chancadora N° 1	0.32 mg/m <sup>3</sup> (arriba)
	0.15 mg/m <sup>3</sup>

En todas las zonas medidas, anteriormente mencionadas, se deberá volver a efectuar comprobaciones más minuciosas a fin de detectar el nivel de contaminación por polvo.

## 5.2. Sobre Ruido

a) Dentro de la caseta de la perforadora se detectaron los siguientes niveles :

- Max. 106 dB
- Min. 92 dB

b) Fuera de la caseta de la perforadora

- Max. 98 dB
- Min 50 dB

c) En la caseta del cargador frontal

- Min 86 dB
- Max 92 dB

d) En la casa 1 A de control de la faja transportadora

- Min 86 dB
- Max 88 dB

Las mediciones de ruido efectuados en la planta magnética y demás plantas en San Nicolás se descartan debido a deficiencias en el instrumento utilizado.

## 5.3. Sobre Gases

a) Se hicieron mediciones, principalmente en la planta magnética, de gases CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> no encontrándose presencia de dichos contaminantes. Sin embargo



cabe resaltar que se percibe en la atmósfera un olor desagradable producto, probablemente, del agua de mar utilizada en los procesos y los reactivos.

- b) En la planta de pellets se percibió en el ambiente la presencia de  $SO_2$  en niveles suficientes para causar molestias en la respiración.
- c) También se efectuaron mediciones en los talleres de soldadura eléctrica; no se encontró presencia de gases en ambos casos.

Es recomendable, sin embargo, la instalación de un sistema de extracción auxiliar que permite una evacuación más rápida de los humos provenientes de la soldadura ya que la presencia de estos influye psicológicamente al personal que labora en este taller.

En el caso del taller eléctrico también se debe prestar especial atención a la ubicación de los hornos de secado.

#### 4. PROGRAMA PARA EL ESTUDIO DEFINITIVO

Habiéndose determinado las áreas de mayor contaminación, en el Estudio Definitivo se enfocara principalmente dichas áreas teniendo en cuenta otros factores como el número de trabajadores que laboran allí, así como la selección adecuada del equipo para efectuar las mediciones.

**Las actividades se efectuaron en estrecha coordinación con los funcionarios del Departamento de Seguridad de Hierro-Perú.**

**JLR/lat**

Objetos de la medición	P O L V O		RUIDO	LUZ	GAS	NOTA
	Bajo Volumen	Digital cpm				
Lugares						
(Mina) frente a la Oficina.	4.16					Velocidad del viento 3 - 5 m.
Perforación	86.191		34,42, 78, 85 (a 5m) 76 (a 10m)			
Perforación (in situ)	41		92-98			
Cargulo (in situ)						
Tractor con llantas (nivelador)			86-92 ( a 5m) 99			
Palas mecánicas			76 ( a 5m)			
Camiones			82 - 84 ( a 5m)			
Descarga de mineral chancado			40			
Cuando hay mucho polvo	400 mg/m <sup>3</sup>	3591, 3587 (a 5m)	0.13, 0.04			Cuando se descarga desde el camión.
Caseta del operador (adentro)			0.10, 0.09, 0.08 .			
Nivel de la caseta del pperador (a 5 m) planta N° 1	3.53 mg/m <sup>3</sup>	31.6				digital 0.316 mg/m <sup>3</sup> 0.462 mg/m <sup>3</sup> Corrección constante K <sub>1</sub> = 11.285
Chancadora primaria N° 1	5.27	46.2				
Almacenamiento						
Interior del túnel.						
Lado del "Stock-pile"			68-72 4,6,6,8.			Velocidad del viento 3 - 5 m.

Lugares Bajo Volumen Digital Plano - balance dB.

Fajas transportadoras 311  
 Casa de control de la chancadora-faja (planta N° 2) 311  
 Casa de control de la faja N° 1 29  
 Casa de control de la faja N° 2 11.13  
 Casa de control de la faja N° 3 (arriba) 25.32  
 Casa de control de la faja N° 3 (abajo) 4.6 (con viento)  
 Fuera de la tolva del mineral de tránsito. 2.6 -7.10 (con viento)  
 Fuera del mineral de tránsito. 18

Velocidad del viento  
 5 - 7 m.

Velocidad del viento  
 7 - 10 m.

Carretera de San Juan-San Nicolás (en carro a 100 km/hr.) 17,23,13  
 19,22 (pavimentado) 60 sin pavi.  
 (Planta San Nicolás) Molino 89 150-250 SO<sub>2</sub>=0  
 Planta magnética Centro 80-96 CO<sub>2</sub>=0  
 Flotación 40 NO<sub>2</sub>=0  
 CO = 0  
 entrada 38  
 centro 19, 25,26.  
 centro 46, 48  
 faja 19,20



**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

**MISION JAPONESA DE MINERIA**

*Takamasa Hotta*

**ING. TAKAMASA HOTTA**  
Director General

*K. Chimura*

**ING. KAZUHIRO CHIMURA**  
Director

*Akira Nakamura*

**ING. AKIRA NAKAMURA**  
Director

*Nagayasu Taniguchi*

**ING. NAGAYASU TANIGUCHI**  
Director

*T. Kagiwada*

**ING. TETSUO KAGIWADA**  
Director

lat.

CONVENIO DE COOPERACION TECNICA INTERNA-  
CIONAL ENTRE EL GOBIERNO DEL JAPON Y EL  
GOBIERNO DEL PERU.

Lima, marzo 1981

Los expertos de la Misión Japonesa de Minería y los Ingenieros del Ministerio de Energía y Minas e INGEMMET , expresan su agradecimiento a la Empresa Minera de HIERRO-PERU , por las facilidades y apoyo brindado para el logro del presente trabajo.



## ESTUDIO PRELIMINAR DE CONTAMINACION EN LA MINA MARCONA HIERRO PERU

---

### 1. INTRODUCCION

El grupo de trabajo constituido por representantes de la Misión Japonesa de Minería , ingenieros : Akira Nakamura y Tetsuo Kagiwada ; del Ministerio de Energía y Minas , ingeniero : Christian Breña ; del INGEMMET , ingeniero : Javier Li Robles y el Técnico en Seguridad Sr. Jorge Sánchez Arenas, y de Hierro Perú ingenieros : Carlos Pallette y Raúl Huatuco, desarrollaron un estudio preliminar de Contaminación en la Mina Marcona - Hierro - Perú.

Los trabajos en referencia se realizaron entre los días 17 al 21 de marzo 1981 de acuerdo al programa de Actividades del Convenio de Cooperación Internacional entre Perú y Japón correspondiente al presente año.

### 2. ANTECEDENTES

- 2.1. Viaje del Ministro de Energía y Minas en el mes de octubre de 1980 , fecha en la cual los trabajadores de Hierro-Perú presentaron un reclamo, a través de su Sindicato , sobre las condiciones ambientales de trabajo.

//..

2.2. Carta enviada por la empresa Hierro-Perú al Comité Mixto Peruano-Japonés a través de la Dirección General de Minería. En dicho documento la citada empresa solicitó la realización del estudio por la Misión Japonesa de Minería. Razones de programación impidieron que esto se efectuara en 1980, programándose esta actividad para el año en curso.

2.3. Previamente al viaje se efectuó una reunión de coordinación con representantes de Hierro-Perú. En dicha reunión se aclaró que el Estudio a realizarse no se refería únicamente a la Planta Magnética sino que debería abarcar todas las áreas de trabajo: Mina, San Nicolás - Plantas y San Nicolás - Puerto. Lo cual representaría un mayor tiempo.

2.4. En dicha reunión se acordó efectuar el viaje de acuerdo a lo programado (1 semana) y presupuestado.

### 3. OBJETIVOS

3.1. Efectuar un Estudio Preliminar que permita evaluar factores como:

- a) Selección del equipo adecuado
- b) Operación de los equipos
- c) Mediciones preliminares
- d) Ubicación de las zonas de mayor contaminación
- e) Conocimiento de las características de las operaciones.
- f) Esbozar un programa para los trabajos definitivos a realizarse en los próximos meses.

#### 4. INSTRUMENTOS UTILIZADOS

- a. Medidores de polvo de bajo volumen
- b. Medidores digitales de polvo
- c. Medidor de polvo respirable o piezo balance
- d. Medidor de nivel de ruido
- e. Tubos detectores de gases :  $SO_2$ , NO ,  $NO_2$ , CO ,  $CO_2$
- f. Medidor de gas CO
- g. Medidor de iluminación

#### 5. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

En coordinación con funcionarios de Hierro-Perú y la Dirección de Seguridad se esbozo el programa a desarrollar durante la permanencia en dicho centro minero. Se dividieron las zonas de trabajo en dos : Mina y San Nicolás.

##### 5.1. Mina

- a. Chancado Primario . - se efectuaron mediciones utilizando los muestreadores digitales de polvo, bajo volumen y de ruido. El mineral proveniente de la mina es chancado en dos plantas y reducido a un tamaño menor a 4" y almacenado en canchas.
- b. Operaciones. - se efectuaron mediciones de polvo y ruido durante las operaciones de : Perforación, carguío y transporte. Las mediciones se efectuaron en las inmediaciones de las máquinas así como dentro de las casetas del operador.

- c. Tunel de alimentación . - lugar donde se alimenta a la faja desde los stockpile del mineral chancado.
- d. Faja transportadora. - se hizo un recorrido a lo largo de este sistema de transporte el cual tiene una longitud de 15.4 km. Las mediciones se realizaron en algunas estaciones y puntos de transferencia, hasta un lugar denominado "Cuatro Tolvas".

## 5.2, San Nicolás

- a. Planta magnética. - donde se benefician los minerales primarios. Se efectuaron mediciones de polvo, ruido y gases.
- b. Planta de Peletización. - integrado por dos líneas peletizadoras con un horno tunel con parrilla viajera , cada una. Se efectuaron mediciones , de polvo, ruido y gases.
- c. Planta de filtros. - se efectuaron mediciones de polvo, ruido e iluminación .
- d. Tuneles de Sinter y Pelets. - donde se efectúa la alimentación de estos productos a las zonas de embarque mediante fajas transportadoras, se midió polvo. Se encontraban paralizadas las fajas transportadoras.
- e. Planta de Chancado Secundario y Terciario. - consta de dos circuitos de chancado . Los minerales antes de ser sometidos al proceso mismo de concentración son reducidos a tamaños apropiados  $3/8$  " a los minerales primarios y  $3/4$  " a los minerales de transición . Se efectuaron mediciones de

de polvo, ruido e iluminación .

f. Talleres Eléctricos y Soldadura. - se efectuaron mediciones de gases.

## 6. RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS PRELIMINARES

De las mediciones y observaciones efectuadas en esta fase preliminar no es posible determinar los niveles de contaminación que afecta a la mina, plantas y talleres de servicio de Hierro Perú.

En el Cuadro N° 1 se muestran los resultados de las mediciones efectuadas. Como consecuencia de estas y de algunas observaciones se plantean los siguientes comentarios :

### 6.1. Sobre Polvo

a) La mayor contaminación por polvo en la mina se produce en las tolvas de descarga del mineral para las chancadoras primarias. A pesar de que cuentan con un sistema de chisquetes de agua que funciona al momento en que se volquetea la carga, estas resultan insuficientes y el polvo se esparce como una nube muy densa varios metros a la redonda. Cercano a este punto hay una caseta de control de la chancadora y otra de mayor tamaño que sirve de vestidores, la circulación de personal por esta zonas no es muy intensa.

La chancadora posee un sistema de captación y extracción de polvo, en el punto de descarga del material chancado, y el polvo es emitido al ambiente a través

de una chimenea . En la cercanía a la chimenea se percibe - que el polvo se precipita como " lluvia " , circunstancia que es cambiante en funciones a los cambios en la dirección y velocidad del viento. Con el medidor digital de polvo se detectaron en esta zona y bajo diversas circunstancias los siguientes valores :

- 3590 CPM que equivale aproximadamente 36 mg/m<sup>3</sup> al costado de la caseta de control y con el volquete descargando.
- 980 CPM que equivale aproximadamente a 0.29 mg/m<sup>3</sup> a 5 mts, en el 2° piso de la chancadora de quijadas, en condiciones normales de trabajo.

b) En la zona de operaciones perforación-carguío y transporte - la contaminación por polvo es casi nula. Considerando el personal que esta expuesto a este contaminante se efectuaron las siguientes mediciones :

- En la caseta de la perforadora 0.37 mg/m<sup>3</sup>
- Fuera de la caseta 1.87 mg/m<sup>3</sup>

c) En el tunel de alimentación de la faja se percibió la presencia de polvo, tanto en la atmósfera , como en las instalaciones (bastidor de faja, instalaciones eléctricas, etc.) en las paredes y pisos , esto ocasiona que al caminar se levante el polvo , y/o al funcionar la faja. Cuando se visitó esta zona los equipos se encontraban paralizados.

d) En la planta magnética se hicieron mediciones en diferentes zonas obteniéndose los siguientes resultados :

- Cerca al molino	0.22 mg/m <sup>3</sup>
- En los corredores	0.40 mg/m <sup>3</sup>
	0.27 mg/m <sup>3</sup>
	0.36 mg/m <sup>3</sup>
- En el circuito de flotación	0.19 mg/m <sup>3</sup>
- Zona de alimentación de reactivos	0.18 mg/m <sup>3</sup>

e) En la planta de filtros :

	0.18 mg/m <sup>3</sup>
	0.25 mg/m <sup>3</sup>
	0.15 mg/m <sup>3</sup>

f) Planta de pelets :

	0.23 mg/m <sup>3</sup>
	0.21 mg/m <sup>3</sup>
	0.24 mg/m <sup>3</sup>

g) En los tuneles de sinter y pelets de embarque no se efectuaron mediciones ya que las fajas estaban paradas.

h) En la planta de chancado secundario y terciario :

- Chancadora N° 2	0.19 mg/m <sup>3</sup> (arriba)
	0.04 mg/m <sup>3</sup> (abajo)
- Chancadora N° 1	0.32 mg/m <sup>3</sup> (arriba)
	0.15 mg/m <sup>3</sup>

En todas las zonas medidas, anteriormente mencionadas, se deberá volver a efectuar comprobaciones más minuciosas a fin de detectar el nivel de contaminación por polvo.

## 6.2. Sobre Ruido

a) Dentro de la caseta de la perforadora se detectaron los siguientes niveles :

- Max. 106 dB
- Min. 92 dB

b) Fuera de la caseta de la perforadora

- Max. 98 dB
- Min 50 dB

c) En la caseta del cargador frontal

- Min 86 dB
- Max 92 dB

d) En la casa 1 A de control de la faja transportadora

- Min 86 dB
- Max 88 dB

Las mediciones de ruido efectuados en la planta magnética y demás plantas en San Nicolás se descartan debido a deficiencias en el instrumento utilizado.

## 6.3. Sobre Gases

a) Se hicieron mediciones, principalmente en la planta magnética, de gases CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> no encontrándose presencia de dichos contaminantes. Sin embargo



cabe resaltar que se percibe en la atmósfera un olor desagradable producto, probablemente, del agua de mar utilizada en los procesos y los reactivos.

- b) En la planta de pelets se percibió en el ambiente la presencia de  $SO_2$  en niveles suficientes para causar molestias en la respiración.
- c) También se efectuaron mediciones en los talleres de soldadura eléctrica; no se encontró presencia de gases en ambos casos.

Es recomendable, sin embargo, la instalación de un sistema de extracción auxiliar que permite una evacuación más rápida de los humos provenientes de la soldadura ya que la presencia de estos influye psicológicamente al personal que labora en este taller.

En el caso del taller eléctrico también se debe prestar especial atención a la ubicación de los hornos de secado.

## 7. PROGRAMA PARA EL ESTUDIO DEFINITIVO

Habiéndose determinado las áreas de mayor contaminación, en el Estudio Definitivo se enfocará principalmente dichas áreas teniendo en cuenta otros factores como el número de trabajadores que laboran allí, así como la selección adecuada del equipo para efectuar las mediciones.

Las actividades se efectuaron en estrecha coordinación con los funcionarios del Departamento de Seguridad de Hierro-Perú.

JLR/lat

RESULTADOS DE LA MEDICION PRELIMINAR DE MINA MARCONA

Objetos de la medición	P O L V O			RUIDO	LUZ	GAS	NOTA
	Bajo Volumen	Digital cpm	Piezo-balance mg/m <sup>3</sup>				
Lugares				dB.			
(Mina) frente a la Oficina.		4.16					Velocidad del viento 3 - 5 m.
Perforación		86.191		34,42,78,85 (a 5m) 76 (a 10m)			
Perforación (in situ)		41		92-98			
Carguo (in situ)							
Tractor con llantas (nivelador)				86-92 ( a 5m)			
Palas mecánicas				99			
Camiones				76 ( a 5m)			
				82 - 84 ( a 5m)			
Descarga de mineral chancado				40			
Cuando hay mucho polvo	400 mg/m <sup>3</sup>	3591,3587 (a 5m)	0.13,0.04				Cuando se descarga desde el camión.
Caseta del operador (adentro)			0.10,0.09, 0.08 .				
Nivel de la caseta del operador (a 5 m) planta N° 1		31.6					
Chancadora primaria N° 1	3.53 mg/m <sup>3</sup>						digital 0.316 mg/m <sup>3</sup> 0.462 mg/m <sup>3</sup> Corrección constante K <sub>1</sub> = 11.285
Almacenamiento Interior del túnel.	5.27	46.2					
Lado del "Stock-pile"		68-72 4,6,6,8.					Velocidad del viento 3 - 5 m.

Lugares	Bajo Volumen	Digital cpm	Piezo - balance	dB.	
Fajas transportadoras Casa de control de la chancadora-faja (planta N° 2)		311			
Casa de control de la faja N° 1		29			
Casa de control de la faja N° 2		11.13			Velocidad del viento 5 - 7 m.
Casa de control de la faja N° 3 (arriba)		25, 32 4.6 (con viento)			
Casa de control de la faja N° 3 (abajo)		2.6 - 7.10 (con viento).			
Fuera de la tolva del mineral de tránsito.		18			Velocidad del viento 7 - 10 m.
Carretera de San Juan-San Nicolás (en carro a 100 km/hr.)		17, 23, 13 19, 22 (pavimentado) 60 sin pavim.			
(Planta San Nicolás) Planta magnética		entrada 38 centro 19, 25, 26. centro 46, 48 faja 19, 20		Molino 89 Centro 80-96 Flotación 40	150-250 SO <sub>2</sub> = 0 CO <sub>2</sub> = 0 NO <sub>2</sub> = 0 CO = tr



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

MISION JAPONESA DE MINERIA

Takamasa Hotta

ING. TAKAMASA HOTTA  
Director General

K. Chimura

ING. KAZUHIRO CHIMURA  
Director

Akira Nakamura

ING. AKIRA NAKAMURA  
Director

Nagayasu Taniguchi

ING. NAGAYASU TANIGUCHI  
Director

T. Kagiwada

ING. TETSUO KAGIWADA  
Director

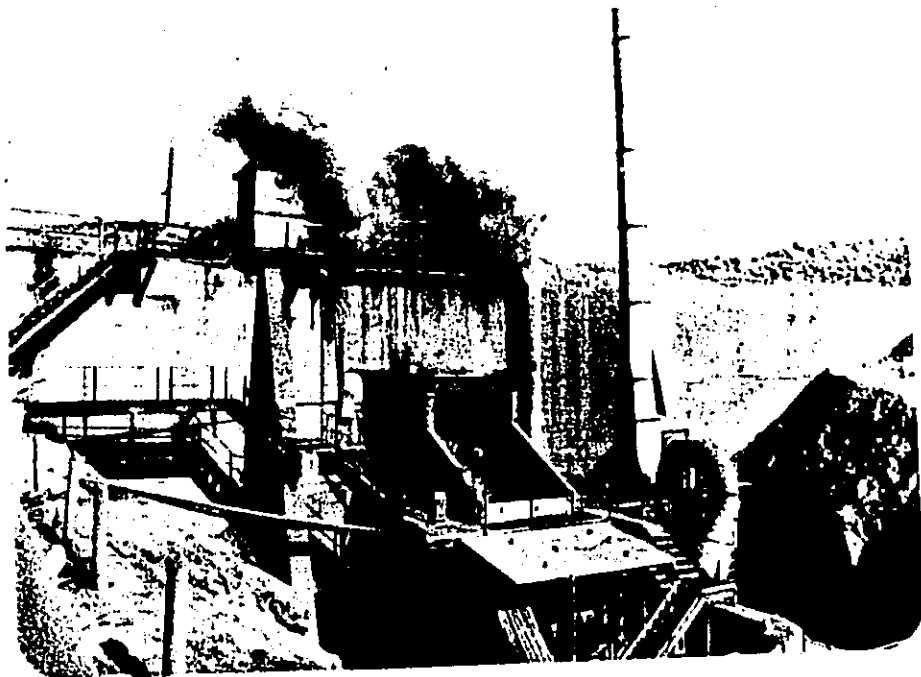
lat.



Chancadora Primaria. - Tolva de mineral , se observa en el momento que un camión vacía el mineral a la tolva. Se ve asimismo la aspiradora de polvo y el tubo por donde este es colocado hacia el medio ambiente.

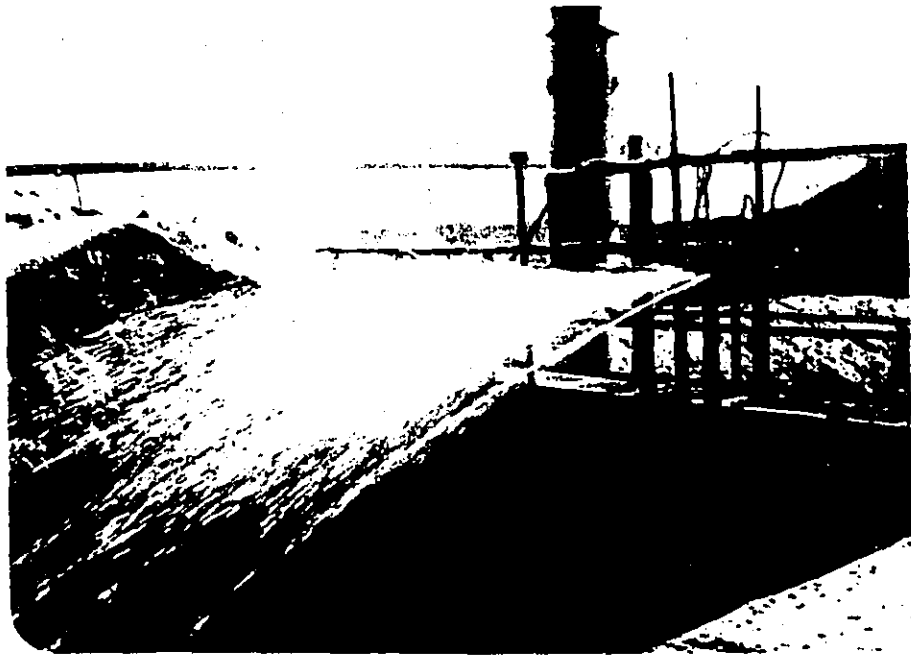


Momento en que se descarga mineral a la tolva nótese la cantidad de polvo. Ing. Nakamura tomando medición con el medidor digital de polvo.



El polvo se eleva y es esparcido varios metros a la re  
donda .

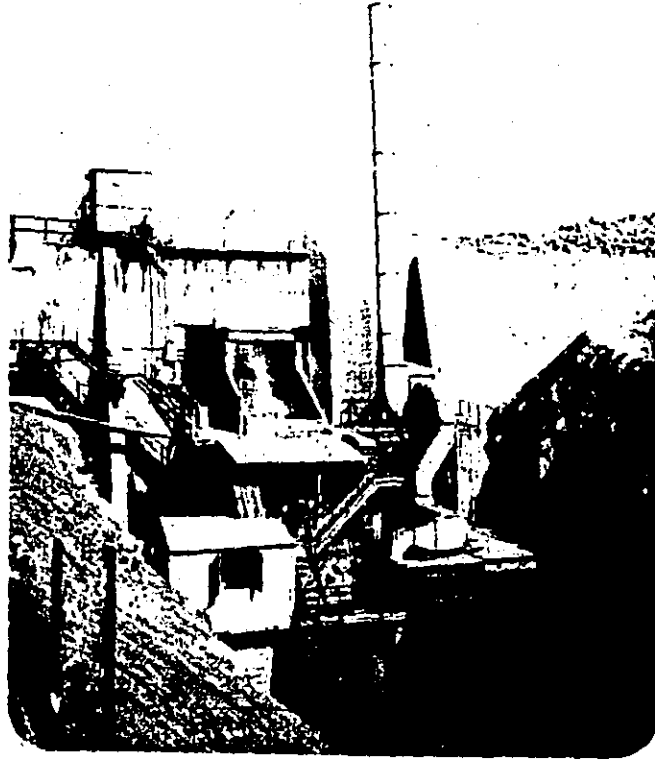




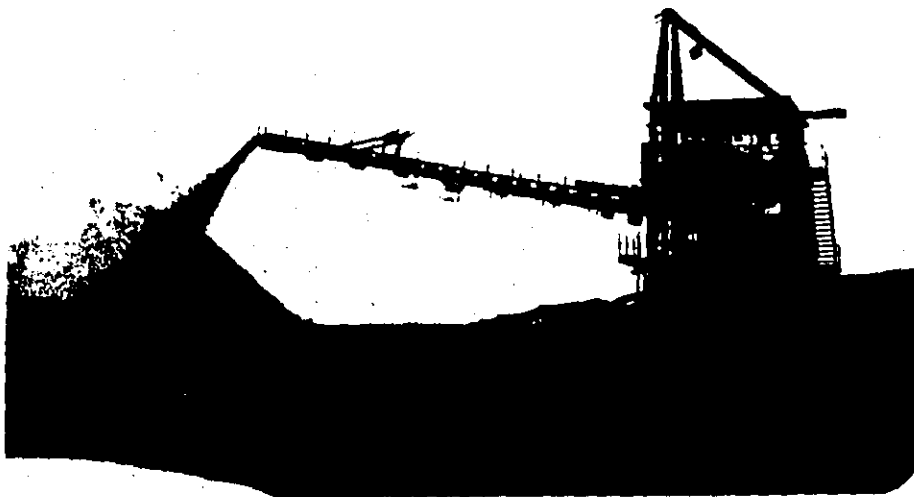
Chisguete de agua para evitar la contaminación de polvo

Tubo por donde sale  
el polvo aspirado, és-  
te a su vez se precipi-  
ta en forma de lluvia  
y el viento se encarga  
de llevarlos hacia otra  
zona.





Pasados varios minutos , aún queda polvo en el ambiente de la chancadora primaria.



Stockpile del mineral chancado, se nota también que el polvo es llevado por el viento .

# ペルー・マルコナ鉱山における汚染状況予備調査報告

## 1. 序言

調査チームは、JICA鉱山保安ミッションの技師 中村 明、和田 敏男、石  
動力鉱山省技師 Christian Breña; 地質鉱山省鉱山研究所 (INGEMMET)

技師 Javier Li Robles および職員 Jorge Sánchez Arenas と、マル  
コナ鉱山側技師 Carlos Pallet および Raúl Hatuco よりなり、ペルー

鉱山マルコナ鉱山の汚染についての予備調査を行った。当該調査は  
1981年3月17日より21日の間に行われた。今年度のペルー・日東国

際技術協力協定の活動プログラムに添ったものである。

## 2. 経 過

2.1 1980年10月の動力鉱山大臣の視察時、労働環境条件の  
改善について労働組合より、鉱山労働者の要求書が提出され

たことにはじまる。

2.2 鉱山総局長を通じて、ペルー日東合同委員会へ、ペルー鉱山会社

より手紙が送られて来た。この文書中で、同社は、鉱山保安ミッ  
ションにより調査が実現する様要請している。スケジュールの関係

で1980年における実施が危うく、本年度の活動として計画された。

2.3 調査に先立って、ペルー鉱山の要請により、調整会議が持

た。この会議で実施される調査範囲は、たいそ新設鉱山回収工場  
のみならず、全労働地域を包括する事が明かされた。即ち、San

Nicolas 工場, San Nicolas 港等<sup>1</sup>を念頭に、これは多くの時間を必要とする。  
2.4 ニの念議<sup>2</sup> 実施計画(1週間)と予算に従って、視察を行うことと

決定された。

### 3. 目的

3.1 評価要因を次の様に決めて、予備調査が行われた。

a) 適切な装置の選定

(測定装置)

b) それらの装置の使いかた

c) 予備測定

d) 主要汚染地区の所在決定

e) 操業の特徴の把握

本調査

f) 来月実施される事に決定した作業に対するプログラム作製

### 4. 使用装置

a) ロー・ボリューム粉塵測定器

b) デジタル粉塵測定器

c) ピエゾ・バランス呼吸粉塵測定器

d) 騒音レベル測定器

e) SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub> ガス検知管

f) CO ガス測定器

g) 照明測定器(照度計)

### 5. 行われた活動

ペルー鉱山とその保安部内職員の協力により、この鉱山セクターに  
滞在し、実施すべきプログラムを検討した。当地区は二つの作業区に

分けられている。鉱山と San Nicolas 地区である。

## 5.1 鉱山

### a. 一次クランマー

デジタル粉塵計、 $\alpha$ -ホリウム粉塵計、騒音計を用いて測定を行った。鉱山より出鉱される鉱石は、=工場<sup>で</sup>破碎されており、  
破碎され

クランマーに給鉱されて、 $\phi 4'$ に碎かれる。

### b. 操業 (採鉱)

操業中の粉塵、騒音の測定を行った。即ち、若、積込、

運搬である。測定は、運搬席などの機械に接近して行われる。

### c. 給鉱トンネル

破碎鉱のストック・パイルからベルト・コンベヤに給鉱される所。

### d. 給鉱コンベヤ・ベルト

15.4kmの長さを持つ運搬システムの長さの方向に沿って進行した。  
測定は、 $\phi 4$  鉱倉<sup>(調査)</sup>と称される所、~~若~~中継等で行われた。  
= 95

## 5.2 San Nicolás

### a. 磁選工場

$\phi 1$ 次鉱が選鉱されている所 粉塵・騒音・ガス<sup>の</sup>測定を行った。

### b. 団鉱工場

各1つ移動式格子を持つトンネル・キルン<sup>を</sup>併し2列の団鉱機群で構成される。粉塵・騒音・ガス<sup>の</sup>測定を行った。

### c. 浮選工場

粉塵・騒音・照明<sup>の</sup>測定を行った。

d. 燃焼ベルトのトンネル

運搬用ベルトコンベヤにより、船積地区へ ~~から持ち出された~~ <sup>パレットを運搬</sup>

所で粉塵測定を行った。運搬ベルトは停止していた。

e. オノ・オノ粉砕工場

2つの回路の粉砕機から出る。送鉄工程を通過する前の鉄石は約3/4の大きさに砕かれた。中間の鉄石は3/4にある。粉塵騒音。

照明の測定がされた。

f. 電気・修繕工場 ガス測定がされた。

### 6. 予備調査結果

今回行われた予備的測定・観察から、鉱山、工場、修理工場等ペレ

鉱山における汚染レベルを決定することは出来ない。中1巻に実施した測定結果を示す。これからさらに観察から次の事がえよう。  
(の測定結果)

#### 6.1 粉塵について

a) 鉱山における粉塵による汚染は、多くは、一次フラッシュャー<sup>への</sup>

鉄石荷受け投入口に発生する。ダンプカーから鉄石を明けた瞬間の作動する津水システムを床面にありに付着した。これは不潔で

あり、粉塵は、周囲何mも濃い雲の様にまた散らされている。この地点に於て、フラッシュャーの管理室があり、その外大きい更衣室が

あるが、この地区の人の往来は余り激しくはない。

破砕機は粉塵の捕集・回収システムと破砕物の排出系統に付

この粉塵は煙突を順じて大気中に放出されている。煙突附近に

は、"雨"の様に粉塵が沈積しているが、風速と湿度

環境が変化し、  
方向の变化に伴って測定結果が異なる。粉塵のラミナル流速計  
による測定で、この地区の種々の環境下で次の測定が行われた。

管理室横、ダンプ取替時 3540CPM、約  $36 \text{ m}^3/\text{m}^3$  に相当  
正常作業条件で、ブレーキ・クラッチャーの降、5mの所(クラッチャーより)  
その粉塵の測定結果は、32 CPM、約  $0.32 \text{ m}^3/\text{m}^3$  である。

6) さく岩、積込、運搬操業地区において、粉塵の汚染は殆んど零である。  
この汚染中にあるものは考慮に、次の測定が行われた。  
作業環境

さく岩機 運転室	$0.37 \text{ m}^3/\text{m}^3$
運転室の外	$1.87 \text{ m}^3/\text{m}^3$

7) ベルト・コンベヤの送給トンネル内では、粉塵の存在が、<sup>空気中</sup>この範囲で  
あり、建築物(ベルト抑、電気設備等)の壁・階段で見られた。

この場合、歩いたり、ベルト・コンベヤが動いている時に粉塵が発生する。  
この地区を計測した時装置は停止していた。

8) 石炭運工場では、異なった場所で測定して、次の結果を得た。

ボールミルの附近	$0.22 \text{ m}^3/\text{m}^3$
通路で	0.40, 0.27, $0.36 \text{ m}^3/\text{m}^3$
浮選回路で	$0.19 \text{ m}^3/\text{m}^3$
採集補給場所	$0.18 \text{ m}^3/\text{m}^3$

9) 註、以下の値は全容ラミナル粉塵計による測定結果による(この  
場合 ステア・酸粉基準) 同一地点の測定による標準値は  
 $36 \text{ m}^3/\text{m}^3$  は  $400 \text{ m}^3/\text{m}^3$  であり、換算比が 11.28 と推定される。  
再検される。

e) 造船工場 0.18, 0.25, 0.15  $\text{mg}/\text{m}^3$

f) ペレット工場 0.23, 0.21, 0.24  $\text{mg}/\text{m}^3$

g) 船積用燃焼ペレット<sup>搬出</sup>トンネルでは、測定できなかった。  
以下

h) No.2, No.3 破砕機

破砕機 No.2: 0.19  $\text{mg}/\text{m}^3$  (上部), 0.04  $\text{mg}/\text{m}^3$  (下部)

破砕機 No.1: 0.32  $\text{mg}/\text{m}^3$  (上部), 0.15  $\text{mg}/\text{m}^3$

測定は全地区で、粉塵のリスクレベルを測定する目的で、1/2 程度に再度検測を行う予定です。

6.2 騒音について

a) さく岩機運転室内の騒音レベルは次のとおりです。

Max: 106 dB, Min: 92 dB

b) さく岩機運転室外

Max: 98 dB, Min: 50 dB

c) ダイオキシン-運転室

Max 92 dB, Min 81 dB

d) 昇搬用ベルトコンベヤ IA の運転管理室

Max 88 dB, Min 86 dB

搬送工場および San Nicolas の他の工場での騒音レベルは、使用岩機がこれより低く行われた。



### 6.3 ガス測定について

a) まに磁石工場にて CO, CO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> の測定が済んでお  
り、何れも汚染が認められ、しかしその不快は~~汚染~~臭いのみ

大気中にあるが、多少、工程、調整に利用される海水によるもの  
がある。

b) ペレット工場において、呼吸にて不快~~臭い~~程度<sup>の</sup>僅かな SO<sub>2</sub> が  
~~存在~~大気中に存在が認められた。

c) 又電気・修理工場において測定したところ、両者共、ガス、存在は具  
出せぬ。

しかしながら、この工場に働く人の心理に影響する~~もの~~<sup>と見られるものは</sup>  
溶接により生じた煙、~~を~~<sup>より煙の</sup>排出する補助的排除  
<sub>(あり、4)</sub>

システム、設置を~~検討~~<sup>推奨</sup>する。電気工場の場合、乾式  
炉の位置に特に注意を払うべきである。

### 7. 決定された検討のためのプログラム (本調査)

汚染の甚しい地区を決定するたため、本調査では、測定を実施するた  
めに必要な装置、運送等の、これに~~加~~<sup>加</sup>えて、~~数~~<sup>他の要</sup>  
<sub>求</sub>

因を考慮して、この主要地区に~~調査~~<sup>調査</sup>が~~行~~<sup>行</sup>わ~~れ~~<sup>ら</sup>れよう。この活動は  
パル・釜山の保安部門の関与にて、緊密な協力により実施された。



測定の対象	箇所	測定方法	測定時間	測定回数	騒音	気象	備考
運搬用ベルトコンベヤ(総引)	破産済・コベヤ管理室(本工場)		311				
	N01 コベヤ管理室		29				
	N02 コベヤ管理室		11, 13				風速 5~7m
	N03 コベヤ管理室(上部)		25, 32 4, 6 (用)				
	"		2, 4 ~ 7, 10 (用)				
	中間検査 19		18				風速 7~10m
	San Jiam + San NideLabo 道路		17, 23, 13				
	貨物車内 (100km/h)		19, 22 (簡易)				
			60 (簡易)				
(San NideLabo 工場)	石炭運工場		道路 38				
			19, 25, 26				
			46, 48				
			19, 20				
	本2破砕工場		257				
	N01 破砕機		18, 23				
			0.33mg/m <sup>3</sup>				
	N02		14, 75				
			29, 29				
	工場全箇所 内部		6, 6, 4, 4, 4, 4				
	工場		17, 36				
	工場		19, 20				
	測定ポイント 周辺		40, 25 (噴吹時)				
			85				

写真

○ 一次クランチャー：鋸倉。トランクが鋸倉に鋸石<sup>石がクランチャーに入る</sup>が~~排出~~瞬間、  
粉塵の吸引部と~~排出部~~。この放出用煙突

○ 鋸倉へ鋸石が<sup>クランチャー</sup>~~排出~~される瞬間。中井技師がデジタル粉塵計で  
測定中。

○ 粉塵は舞い上がり、周辺何れにもまき散らされる。

○ 粉塵の汚染を防ぐための散水。

○ 吸込まれた粉塵<sup>の放出用煙突</sup>が~~排出~~。ニッケル雨の粒状形で現  
れ、風が他の場所にもまき散らす。

○ 散水を経過後、左に、一次クランチャーの周辺に粉塵がまき

○ 破砕された鋸石のストックパイル。粉塵の周りに<sup>舞い上</sup>~~まき~~  
散らすのに注意が事。

以上

