

CONTINUED FROM PREVIOUS PAGE
THESE ARE THE NAMES OF THE STATES, TERRITORIES,
AND POSSESSIONS OF THE UNITED STATES

THESE ARE THE NAMES OF THE STATES, TERRITORIES,
AND POSSESSIONS OF THE UNITED STATES

OF THE UNITED STATES

JICA LIBRARY



1035131[03]

国際協力事業団	
受入 月日 84. 4. -3	709
	66
登録No. 02444	MIT

TOMO III - 1979

CONTENIDO

9. Seminario Nacional de Seguridad
Ministerio de Energía y Minas
Evaluaciones de Agentes Ambientales mediante Instrumentación. JULIO
10. Fundición de La Oroya
CENTROMIN-PERU
Instituto de Salud Ocupacional
(Lima)
Establecimiento del Patrón Radio
gráfico Peruano de Neumoconiosis. AGOSTO
11. Mina Hércules Plantas Concentradoras Alianza y Huancapetí
Cía. Minera Alianza S. A.
Ventilación Subterránea, Seguridad e Higiene Industrial OCTUBRE
12. Unidad Casapalca
CENTROMIN PERU
Estudios sobre Ventilación Subterránea, Seguridad e Higiene Industrial DICIEMBRE
13. Seminario Internacional
TRUJILLO
Investigación de Procesos de Separación de Minerales Polimetálicos que contienen Cu, Pb, Zn y Pirita DICIEMBRE

EVALUACION DE AGENTES AMBIENTALES MEDIANTE
INSTRUMENTACION

Por:

Ing. T. Hotta

Ing. A. Nakamura

Ing. Y. Mukai

Ing. T. Kuga

ACTIVIDAD DEL CONVENIO DE COOPERACION TECNICA INTER-
NACIONAL EN SEGURIDAD E HIGIENE MINERA DEL GOBIERNO
JAPONES A TRAVES DE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION
AGENCY (JICA)

Junio, 1979

INDICE

	<u>Pág.</u>
INTRODUCCION	4
A) Equipos para Medición del Movimiento de Aire, Preparación de Medición y otros Parámetros del Medio Ambiente	6
B) Equipos para Medición de Polvo	12
C) Equipos para Detección de Gases	15
D) Equipos para Evaluación de Calidad de Agua	19
E) Equipos para Evaluación de Agentes Físicos	24
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	32
ANEXO	

A. - Equipos para Medición del Movimiento de Aire, Preparación de Medición y otros Parámetros del Medio Ambiente

- A. 1. Altímetros
- A. 2. Cronómetros
- A. 3. Registrador Automático de Temperatura y Humedad
- A. 4. Indicador de la Dirección y Velocidad del Aire
- A. 5. Thermo Anemómetro
- A. 6. Tubo de Humo
- A. 7. Cámara Fotográfica (35 mm. KONIKA)
- A. 8. Winchas de Plástico
- A. 9. Largavistas para Trabajos Mineros
- A. 10. Respiradores para evitar Contagio de Enfermedades
- A. 11. Diversos Tipos de Respiradores

B. - Equipos para Medición de Polvo

- B. 1. Muestreador de Bajo Volumen
- B. 2. Indicador Digital de Polvo
- B. 3. Medidor de Polvo Respirable Piezobalance

C. - Equipos para Detección de Gases

- C. 1. Detectores de Precisión para Gases
(CO, CO₂, NO, NO₂, SO₂, Oxígeno, etc.)
- C. 2. Analizador de Gas Tóxico EC-231 (CO)
- C. 3. Analizador de Gas Tóxico EC-260 (NO₂)
- C. 4. Analizador de Gas Tóxico 1240 (SO₂)
- C. 5. Detector de Oxígeno (Mitsui Yuka MY-551)
- C. 6. Detector de Oxígeno (Riken OX-60)

D. - Equipos para Evaluación de Calidad de Agua

- D.1. Medidores de pH (TOA) HM-IF
- D.2. Medidores de pH (TOA) HM-12A
- D.3. Medidores de pH in Cinta
- D.4. Papel para Detección de Colibacilo

E. - Equipos para Evaluación de Agentes Físicos

- E.1. Detectores de Radiación
- E.2. Detectores de Luz Ultra Violeta
- E.3. Aparato Medidor de Nivel de Sonido
- E.4. Equipos de Medición de Vibración
- E.5. Medidor de la Iluminación
- E.6. Espectrofotómetro Hitachi UV-VIS-100-60

INTRODUCCION

Como una actividad del Convenio de Cooperación Técnica Internacional entre el Ministerio de Energía y Minas del Perú y la Japan International Cooperation Agency del Japón, con participación del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) y la Empresa del Centro del Perú (CENTROMIN PERU). La Misión Japonesa de Minería, desde octubre de 1977 viene prestando su asistencia técnica al sector minería en el campo de la Seguridad e Higiene Industrial, con la finalidad de contribuir a la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales, objetivos principales del Sector Energía y Minas.

Esta Misión está integrada por el Ing. Takamasa Hotta, Director General de la misma, los ingenieros Yasuo Mukai, Akira Nakamura y Toshimasa Kuga. Así como de otros grupos de expertos japoneses por períodos cortos.

El trabajo técnico se lleva a cabo conjuntamente con los siguientes ingenieros peruanos: Tomás Acero Rosales del MEM, Julio Hidalgo Mendieta del INGEMMET y Víctor Espinoza Sueldo de CENTROMIN PERU.

Se han realizado Estudios de Seguridad e Higiene Minera en las Unidades de Producción de CENTROMIN PERU: San Cristóbal, Cobriza, Cerro de Pasco, Mahr Tunnel y La Oroya. Asimismo, se efectuó un estudio similar en la Mina Chapi y un Estudio Médico sobre Neumoconiosis en el Perú con participación de médicos peruanos y japoneses.

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a la Comisión Organizadora del Seminario por habernos invitado a participar en el Segundo Seminario de Seguridad e Higiene en Minería, Electricidad e Hidrocarburos.

Esperamos contribuir en forma efectiva a lo antes mencionado, mostrando a los participantes de este Seminario los equipos e instrumentos empleados en el Japón para evaluar los diferentes agentes ambientales presentes en los lugares de trabajo y que actualmente la Misión Japonesa de Minería los está utilizando para efectuar los estudios en el Perú.

De acuerdo al Convenio suscrito, estos equipos serán donados al Gobierno Peruano, como parte del Programa de Cooperación Técnica Internacional.

A) EQUIPOS PARA MEDICION DEL MOVIMIENTO DE AIRE, PREPARACION DE MEDICION Y OTROS PARAMETROS DEL MEDIO AMBIENTE

Generalidades

En los ambientes de trabajo, el AIRE es el elemento donde se depositan los diferentes agentes ambientales y permanecen en algunos casos por tiempo indefinido. De otro lado, empleando al aire como vehículo, estos agentes ingresan al organismo del trabajador a través de los pulmones causando el deterioro de su salud.

Si mediante el movimiento forzado del aire, logramos movilizar, transportar el aire sucio al exterior de una mina, lejos de la zona de respiración del trabajador, habremos solucionado en gran parte el problema de contaminación en ambientes cerrados.

Lo anterior demuestra que la ventilación, complementada con la utilización de agua en las labores mineras, constituye el método más recomendable para el control de polvo y gases en interior de mina.

Para la evaluación y control de la ventilación se emplean los instrumentos que más adelante se presentan, los que deben ser calibrados antes de ser utilizados y los resultados obtenidos deben ser corregidos en relación a la presión y temperatura del lugar donde se realizó el muestreo.

Equipos Complementarios para la Medición del Movimiento de Aire

En los lugares donde se va a efectuar la evaluación del movimiento de aire, es recomendable utilizar instrumentos que nos proporcionen información y otros datos necesarios para los cálculos posteriores como: el altímetro, cronómetro de campo, el registrador automático de temperatura y humedad relativa y el indicador de la dirección y velocidad del aire que se presentan en las Fotografías 1,2,3 y 4. Como equipos de medición del caudal de aire en lugares cerrados, se presentan el thermo anemómetro y los tubos de humo, Fotografías 5 y 6. Finalmente, como equipos adicionales para poder efectuar un estudio completo de Seguridad e Higiene, consideramos necesario disponer de cámaras fotográficas, winchas de plástico, largavistas y equipos de protección personal como respiradores. Fotografías 7,8,9,10 y 11.

INDICADOR DE LA DIRECCION Y VELOCIDAD DEL AIRE

En los estudios de Contaminación Ambiental en lugares vecinos a las industrias o en ciudades, es necesario conocer la velocidad del movimiento de aire y su dirección, en alturas por encima del nivel de respiración de las personas.

El indicador mostrado en la Fotografía 4, determina la velocidad del aire mediante el giro de un hélice conectada a un generador y transmisor magnético que transfiere un determinado voltaje relacionado con la velocidad de giro de la hélice. De esta manera la velocidad del aire se mide con el primer voltámetro del receptor. Igualmente la dirección del aire es registrado de acuerdo al grado de rotación del eje vertical del equipo. El desplazamiento del eje vertical con respecto a la base fija del equipo es transmitido a un motor eléctrico que a su vez transfiere al receptor la dirección del viento lo que permite ubicar los cuatro puntos cardinales en la escala graduada.

THERMO ANEMOMETRO TIPO S 10000 AN

Se utiliza para medir la velocidad del movimiento de aire en cualquier ambiente de trabajo. Su funcionamiento se basa en el enfriamiento que el aire produce a un alambre metálico calentado. La pérdida de calor depende de la velocidad de aire, por lo tanto podemos conocer la velocidad del aire por el calor perdido del alambre metálico. El circuito eléctrico de este instrumento lleva incorporado un puente de WHEATSTONE en el cual el cambio de resistencia eléctrico es medido con un indicador de variación de corriente. De esta manera podemos leer directamente la velocidad del movimiento de aire en la escala graduada que previamente debe calibrarse en el túnel de viento para conocer exactamente la velocidad del aire. Fotografía N° 5.

El circuito eléctrico incluye resistencias y elementos de Níquel puro para la medida del movimiento de aire, y Níquel-Cromo para producir calor. Un indicador de lectura y un tubo terminal para detección. Además el circuito incluye una resistencia de compensación entre el elemento para medición y los elementos para cambio de temperatura, de tal manera que en la escala del circuito se corrige la influencia que pudiera tener la temperatura del aire que se está midiendo.

Las mediciones efectuadas con el THERMO ANEMOMETRO varían en un rango de 0 a 30 metros por segundo en dos escalas, una de 0 a 1.5 metros por segundo y otra de 1 metro a 30 metros por segundo.

Dispone de un bastón extensible de una longitud de 2.20 metros con un cable de 5 metros de extensión que facilita las mediciones en lugares inaccesibles como chimeneas y salidas de aire irregulares. Otras de sus ventajas además de lectura directa, son su poco peso 1,8 kilos y su funcionamiento mediante pilas corrientes.

TUBOS DE HUMO

Para conocer la dirección y velocidad de las corrientes de aire de menos de 30 metros por minuto, el método de nube de humo es un medio práctico. La exactitud del método es aceptable para la mayoría de mediciones de aire de mina.

Para determinar velocidades por el recorrido de la nube de humo, se mide una distancia conocida a lo largo de la galería de ventilación, en un lugar recto y de sección tan uniforme como pueda hallarse en la galería. Usualmente son apropiados unos 10 metros. Se determina el área promedio de la sección a lo largo de la distancia medida. El promedio de tres mediciones es suficiente. Las mediciones son tomadas por un hombre con la bombilla y tubo de humo en un punto superior de la corriente de aire y otro que toma el tiempo con un cronómetro en un punto inferior de la corriente de aire. (Fotografía N° 6).

El resultado de la medición será el promedio de las mediciones efectuadas, luego de descartar las mediciones altas y bajas irregulares.

MUESTREADOR DE AIRE DE BAJO VOLUMEN

La presencia de aerosoles sólidos como polvo, vapores metálicos y humos, pueden ser captados mediante un sistema de muestreo constituido por una bomba de succión de bajo volumen, un rotámetro, un manómetro, un elutriador y porta filtro. El sistema se basa en la succión a través de un filtro tarado donde van a quedar retenidas las partículas. Luego por diferencia se determina el peso de contaminante en miligramos por metro cúbico de aire.

Lo importante de este sistema de muestreo es la clasificación por tamaño de las partículas muestreadas mediante el ELUTRIADOR, que puede separar 100% de polvo de 10 micrones de diámetro o más grandes con un flujo de aire de 30 litros por minuto y 100% de partículas de polvo de 7 micrones de diámetro mediante un flujo de 15 litros por minuto. Fotografías N° 12 y 13.

La separación de partículas por tamaños en el ELUTRIADOR está relacionado con la longitud de las placas, ancho de las placas, número de placas, densidad de las partículas, aceleración de la gravedad, diámetro de las partículas, viscosidad del aire y el flujo de aire. No está demás recordar que para los cálculos respectivos es necesario corregir el volumen de aire muestreado, con la presión (altura) y temperatura del lugar donde se efectúa la medición.

El polvo colectado en el filtro, puede ser posteriormente analizado por plomo, cobre, zinc, fierro, cadmio, arsénico, ... etc.

B) EQUIPOS PARA MEDICION DE POLVO

Generalidades

La mayoría de labores de explotación minera, concentración y preparación de minerales, son fuentes de producción de polvo, representando uno de los problemas más críticos de la Higiene Minera, especialmente cuanto el contenido de dióxido de silicio es alto en estos minerales. De igual manera otros aerosoles sólidos de diferente naturaleza química, pueden producir exposición ocupacional peligrosa, que es necesario conocer para prevenirlos mediante adecuados sistemas de control.

A continuación se presentan los equipos diseñados para determinar la concentración de polvo en forma directa e indirecta.

INDICADOR DIGITAL DE POLVO

El indicador digital de polvo ha sido desarrollado por el Instituto de Salud Ocupacional del Ministerio de Trabajo del Japón.

Es un instrumento utilizado para la medición de polvo, fácilmente operable e indispensable como instrumento de medición en Higiene Industrial, Polución Atmosférica, Ingeniería de Seguridad, Control de Polvo y similares funciones.

Se puede describir como un indicador referencial de la concentración de partículas presentes en el aire en un rango de tamaño similar al que ingresa a los pulmones. Fotografía N° 14.

El aire es aspirado en el instrumento y conducido a través de un haz de luz. La intensidad de luz es establecida por un circuito eléctrico en el cual una fotocelda mide la variación de la intensidad de la luz.

Las partículas de polvo en el haz de luz son interceptadas en un ángulo de 90 grados con relación a otro haz de luz de un fotomultiplicador que genera fotones directamente proporcionales a la concentración de polvo. Los fotones son convertidos en una señal análoga. Un capacitor es cargado y provisto de una cierta capacidad de descarga dentro del circuito. Lo anterior produce una pulsación, la cual es conducida y convertida en una escala.

El rango de medida de la escala es de 0 a 1,000 y de 0 a 10,000 CPM, que son equivalentes a 0.01 mg/m₃ de aire. Para resultados más precisos está provisto de un registro mecánico para medir el número exacto de pulsaciones por unidad de tiempo.

MEDIDOR DE POLVO RESPIRABLE PIEZO-BALANCE
MODELO SI-1111 (KANOMAX)

Es un medidor de precisión empleado para captar partículas de polvo (aerosoles sólidos) en dos rangos bien definidos: de 0.05 a 2.0 miligramos por metro cúbico y de 2 a 10 miligramos por metro cúbico. Fotografías N° 15 y 16.

El funcionamiento consiste en la captación del aerosol del medio ambiente por succión mecánica y clasificación por tamaño mediante un IMPACTADOR DE INGRESO, luego es recogido en un cristal de cuarzo que es un elemento piezo eléctrico.

El peso del aerosol colectado determina el cambio de la frecuencia del elemento piezoeléctrico y este cambio de valor de la frecuencia es proporcional con el peso del aerosol colectado en el cristal de cuarzo.

El peso del aerosol en el elemento piezoeléctrico se calcula por un circuito digital y se registra en la pantalla del equipo indicando la concentración en miligramos por metro cúbico de aire. El polvo acumulado en el cristal después de 10 mediciones debe ser limpiado a mano usando agua destilada y detergente especial.

Este equipo es muy fácil de transportar, muy compacto, liviano y da los resultados de inmediato.

Con este equipo el inspector o higienista industrial puede muestrear muy rápido cualquier ambiente de trabajo y detectar áreas con alta concentración de polvo. Otro uso del KANOMAX es para servir como indicador del nivel del polvo respirado mientras que el proceso de ventilación está siendo ajustado para reducir la contaminación.

C) EQUIPOS PARA DETECCION DE GASES

Generalidades

La explotación de labores subterráneas y algunas labores de superficie son fuentes de emisión de gases y vapores que representan riesgos de variada naturaleza, éstos varían de acuerdo al tipo de sustancias químicas presentes y concentración en el medio ambiente de trabajo.

DETECTORES COLORIMETRICOS DE GASES

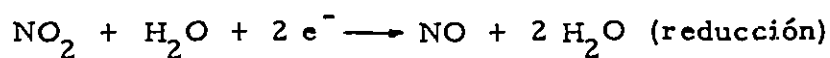
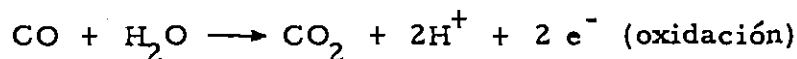
Para la detección y lectura inmediata de la presencia de gases, como CO, CO₂, gases nitrosos, NO, NO₂, SO₂, etc se utilizan tubos que contienen gel de sílice embebidos con reactivos químicos que reaccionan en forma característica de acuerdo al contaminante. Estos tubos colorimétricos se emplean con muestreadores volumétricos de 100 c. c. tipo bombilla
Fotografías N° 17, 18 y 19.

INDICADOR DE GASES TOXICOS

El monóxido de carbono, bióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre, se pueden detectar fácilmente con los indicadores : EC-231 para monóxido de carbono, EC-260 para dióxido de nitrógeno y el 1248 para dióxido de azufre. Fotografías N°20,21,22,23

El principio de funcionamiento de estos aparatos se funda en la variación de un voltaje constante por la reacción electrolítica producida por la presencia de un gas en una solución electrolítica.

El gas muestreado penetra en una membrana y es absorbido en un electrodo adicional que hace de catalizador electroquímico. Un voltaje apropiado en el electrodo activo es agregado mediante un circuito de voltaje constante siendo el gas oxidado o reducido en la superficie del electrodo por una reacción electroquímica, de acuerdo a la siguiente reacción:



El electrón produce con el voltaje electrolítico constante corrientes entre el electrodo activo y anti-electrodo a través de una resistencia R que induce la corriente electrolítica que varía con la concentración del gas muestreado.

DETECTOR DE OXIGENO

El principio de funcionamiento de este instrumento es la electrolisis. El sensor de oxígeno tiene el cátodo de un metal básico y el ánodo en una solución electrolítica.

Funciona al producirse el ingreso de oxígeno a través de una fina membrana del instrumento, originando una reacción de oxidación y reducción en el ánodo generando corriente eléctrica debido a esta reacción y que depende de la concentración de oxígeno. Fotografías N° 24 y 25.

Dispone de un sistema de alarma que indica la concentración de oxígeno por debajo del 18%.

Los resultados son presentados en una escala graduada de 0 a 24% de oxígeno.

En el Japón tenemos detectores de oxígeno fabricados por varias compañías, de los cuales la Misión Japonesa de Minería está utilizando en el Perú:

Detector de Oxígeno - Mitsui Yuka MY-551

Detector de Oxígeno - RIKEN OX-60

D) EQUIPOS PARA EVALUACION DE CALIDAD DE AGUA

Generalidades

El agua es el elemento principal de la vida, como de la mayoría de operaciones industriales; así como el vehículo más adecuado para el transporte de agentes contaminantes tanto químicos como biológicos. De otro lado, la necesidad imperiosa de la protección de los que la utilizan y del medio ambiente hace necesario el control de las características químicas y biológicas del agua.

Además de los detectores de acidez y de colibacilos, se empleará el espectrofotometro modelo 100 para analizar cuantitativamente elementos metálicos en el agua.

MEDIDORES DE ACIDEZ DIGITAL , HM-12A

Este instrumento puede medir el potencial de oxidación y reducción, en función de la concentración de iones. Utiliza dos standar, uno para pH 6.8 y otro para pH 4.1. Después de efectuar el debido ajuste del electrodo puede ser utilizado para medir la acidez de cualquier solución. Los resultados son presentados digitalmente en una pantalla y pueden ser registrados en un papel milimetrado. Fotografía N° 26.

La sensibilidad del instrumento es de más o menos 0.01

MEDIDOR DE ACIDEZ PORTATIL HM-IF

Mediante un electrodo previamente calibrado con standar de pH 6.86 o pH 4.01, determina de inmediato la acidez de una solución examen, en una escala graduada. Su sensibilidad es de más o menos 0.1. Fotografía N° 27.

PAPEL CINTA PARA MEDIR ACIDEZ

El papel colorimétrico determina el grado de acidez o alcalinidad de una solución mediante el cambio de color. Fotografía N°28

Los cambios de color tienen su respectiva escala de valores, para determinar los resultados.

DETECTOR DE COLIBACILOS

El detector de colibacilos está constituido por una incubadora eléctrica preparada especialmente para mantener una temperatura de incubación de gérmenes colibacilos entre 33° C y 36° C, por lapsos de tiempo de 15 a 24 horas. Viene dotado de papel detector para el muestreo de agua y posterior comparación con los patrones de medición, tubos conteniendo solución de sal fisiológica, algodón esterilizado y portadores de madera para la captación de muestra de agua. Fotografía N° 29.

El muestreo de agua y detección de colibacilos es una operación muy sencilla y fácil de practicar en cualquier lugar. Sin embargo es necesario saber que el Colitep es muy sensible no debiendo efectuarse las operaciones a la luz del sol y debe conservarse en un lugar seco y oscuro.

E) EQUIPOS PARA EVALUACION DE AGENTES FISICOS

Generalidades

La presencia de diferentes formas de energía como el ruido, vibraciones y radiaciones en los ambientes de trabajo, pueden causar efectos dañinos en la salud del personal expuesto.

Por esta razón es necesario cuantificarlas de tal manera que puedan ser comparadas con los límites permisibles.

DETECTOR DE RADIACIONES

Es un instrumento que se utiliza para detectar radiaciones alfa, beta y gama y su rango de emisión, en minas y otros lugares donde se encuentran presentes minerales radiactivos. Se emplea también en plantas atómicas y laboratorios especializados de investigación. Fotografía N° 30.

Este equipo por su tamaño y características es muy funcional y de fácil manejo.

INSTRUMENTO PARA ANALISIS CON LUZ ULTRA-
VIOLETA

El análisis cualitativo de nuestros minerales joyas, detección científica e investigación en campos de la criminalología, se puede llevar a cabo mediante el uso del MANASULU LIGHT DETECTOR que emite ondas largas y cortas en un rango de 3650 A a 2536 A. De tal manera que algunos objetos, piezas metálicas y elementos orgánicos como las proteínas reaccionan ante la emisión de luz ultravioleta permitiendo su identificación. Fotografía N° 31.

MEDIDOR DE NIVEL DE SONIDO NA-51

El medidor de precisión NA-51 es un medidor de nivel de sonido fabricado de acuerdo a las normas establecidas por la Comisión Electrotécnica Internacional (J. E. C.) y emplea el mismo método básico de medir la cantidad, con pequeños valores de tolerancia. Por otra parte, desde que su respuesta corresponde a una onda plana sobre un amplio rango de frecuencia, ello no es sólo aplicable a la medición del nivel de sonido como una sensación cuantitativa, sino también como la medida de una cantidad física. Consecuentemente ello puede ser usado como el paso inicial de un análisis de frecuencias o como la medición de la respuesta a la frecuencia standar. (Fotografía N° 32)

Este instrumento dispone de filtros ponderados A, B y C , cada una de ellas con curvas características.

La característica A se usa para mediciones de ruidos próximos al nivel mínimo de audibilidad del hombre, la característica C se usa para niveles de sonido altos, siendo la curva representativa casi plana, el B no es usado actualmente con frecuencia.

El medidor de nivel sonoro indica el nivel de presión sonora para la totalidad del rango de frecuencia audible, entre niveles de sonido de 25 a 130 y de 40 a 130 decibeles en rango de frecuencia de 20 a 12,500 Hz.

Las mediciones de nivel de presión sonora en un punto, generalmente darán información suficiente para evaluar los efectos del ruido en las personas ubicadas en ese lugar. El estudio ingenieril proporciona las bases para decidir sobre los métodos de control de ruido aconsejables y para evaluar su efectividad, cuando se aplica a cualquier fuente de ruido particular.

MEDIDOR DE VIBRACION

Las vibraciones producidas por equipos y herramientas transmiten la energía vibratoria al cuerpo humano y se disipan en él, produciendo efectos que dependen de las propiedades físicas del organismo, de las características de las vibraciones y de la interacción entre el cuerpo y las vibraciones. Interesan las vibraciones de baja frecuencia de pocos ciclos por minuto a varios cientos y el desplazamiento de pocos milésimos de milímetros a cerca de un milímetro.

Algunos efectos de las vibraciones son las irregularidades vasomotoras (mano blanca), alteraciones neurológicas y otras anomalías fisiológicas. Lo anterior demuestra la importancia del estudio y medición de las vibraciones, para prevenir sus efectos.

El medidor de vibración TIPO VL-201 GA, es un instrumento empleado para medir la aceleración del movimiento vibratorio de sistemas mecánicos que pueden ser registrados en varias clases de cintas o directamente leídas en una escala graduada, para medir el nivel de vibración en rangos de 0.1, 0.3, 1, 3, 10, 30 y 100 grms/FS. Cuando se emplea para detectar rangos por encima del nivel permisible funciona un sistema de emergencia que enciende una lámpara y simultáneamente opera un relay automático que abre el circuito cortando el suministro de electricidad al motor. Fotografía N° 33.

El medidor de vibración, evalúa las vibraciones en gramos de aceleración de gravedad y en un rango de frecuencias, entre 10 Hz. a 20 Kilo Hz., y de 200 Hz. a 15 Kilo Hz.

MEDIDOR DE ILUMINACION MODELO TOPCON IM-1

Este instrumento funciona en base a la sensibilidad de una foto celda, en presencia de una cantidad de iluminación.

Las variaciones de sensibilidad de la fotocelda es transmitida a una escala graduada en unidades de cantidad de iluminación LUX. Fotografía N° 34.

Este aparato es recomendado para medir los niveles de iluminación en los diferentes lugares de trabajo, lo mismo que en ocupaciones donde la buena iluminación permite observar detalles finos del trabajo como, salas de dibujo, fabricación de instrumentos de precisión y ensamblaje de equipos de alta precisión, etc.

ESPECTROFOTOMETRO MODELO 100

La determinación cuantitativa de las sustancias es imprescindible para la evaluación técnica de un lugar de trabajo, en este aspecto el ESPECTROFOTOMETRO MODELO 100, representa el complemento para los análisis mediante instrumentación. Fot. 35, 36

El funcionamiento del espectrofotómetro se base en la Ley de Lambert y Beer. En otras palabras cuando un haz de luz monocolor atravieza la solución de campo se efectúa la absorción de esta luz, luego la luz monocolor o el espectro de absorción con una intensidad I_0 de acuerdo a la concentración de la sustancia examinada se reduce a I.

Como se expresa en la fórmula siguiente:

$$\log \frac{I_0}{I} = KCl$$

donde K es el coeficiente de absorción molecular

$$\frac{I}{I_0} = T (\%) \quad \text{llamada transmitancia}$$

$$\text{y } \log \frac{I_0}{I} = E \quad \text{llamada absorvancia}$$

El coeficiente de absorción molecular generalmente tiene el valor de 100 a 10,000 y es independiente del volumen de la solución coloreada y espesor de la celda. La relación entre la absorvancia E y la concentración C es lineal y esta línea es llamada LINEA DE CALIBRACION que es siempre usada en los análisis.

Como este método necesita de la luz monocolor, el instrumento utiliza una reja cóncava para dar mayor pureza a la longitud de onda seleccionada.

La selección de la onda para usar en la medición se decide con la curva de absorción que está relacionada con la ADSORBAN-
CIA y longitud de onda, generalmente la longitud de onda escogida es la de más enérgica adsorbancia.

La selección de los reactivos de mejor calidad para ser usa
dos en el análisis, es lo que más debe tenerse en cuenta.

CONCLUSIONES

Es necesario la utilización de equipos de medición en las minas, centros metalúrgicos e industriales para tener una idea precisa de la presencia y concentración de los gases, polvos y otros contaminantes; de tal manera que se pueda comparar con los límites permisibles establecidos por Ley.

RECOMENDACIONES

Todas las empresas mineras deben ser implementadas con equipos y materiales de seguridad.

Igualmente los profesionales dedicados a la Seguridad e Higiene Industrial deben ser entrenados en el uso y aplicación de estos equipos. Lo cual va a redundar en la prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales.

JICA. -
TA/JH
rpu.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Misión Japonesa de Minería

Takamasa Hotta

Ing. Takamasa Hotta

Director General

Akira Nakamura

Ing. Akira Nakamura

Director

Yasuo Mukai

Ing. Yasuo Mukai

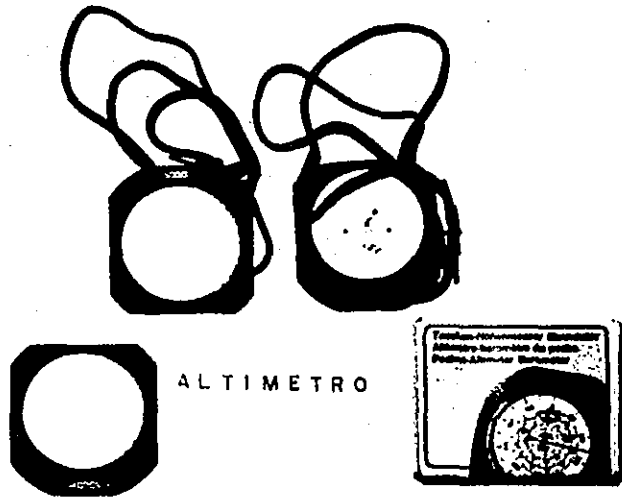
Director

Yoshimasa Kuga

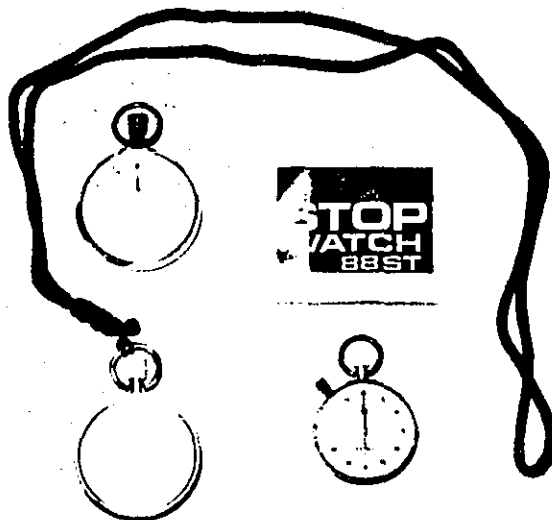
Ing. Yoshimasa Kuga

Director

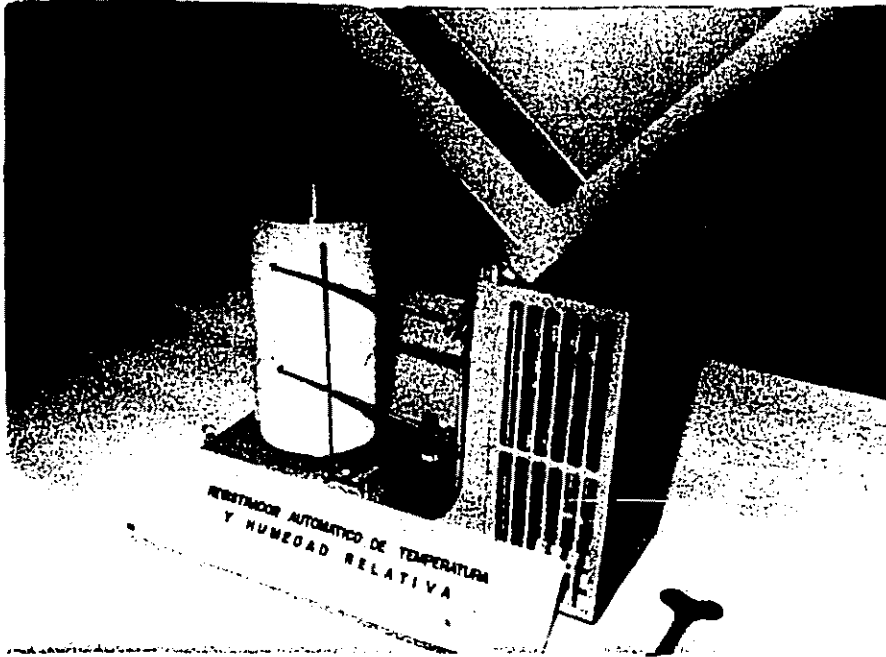
J. I. C. A.
MISION JAPONESA DE MINERIA



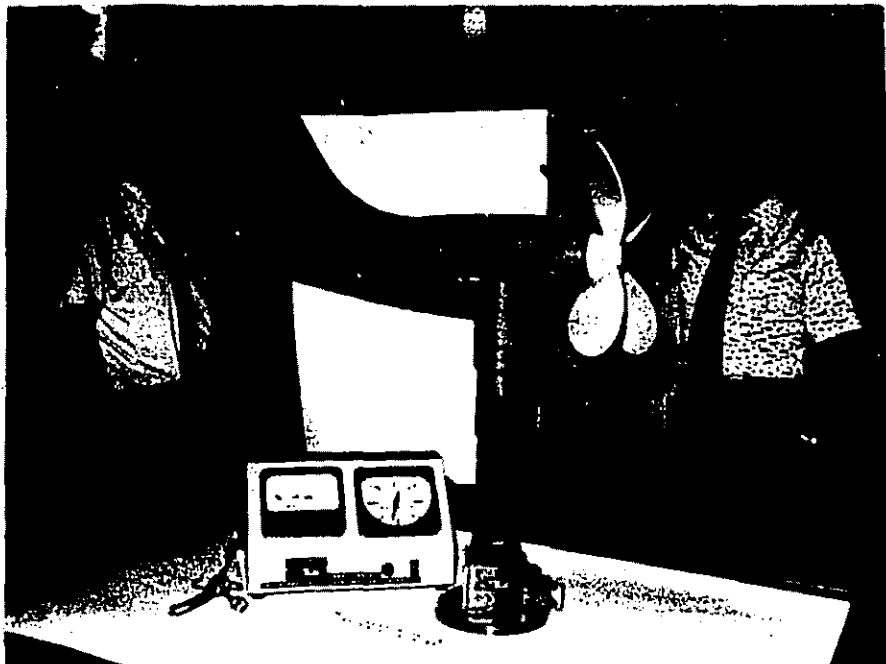
Fotografía N° 1
Altímetros



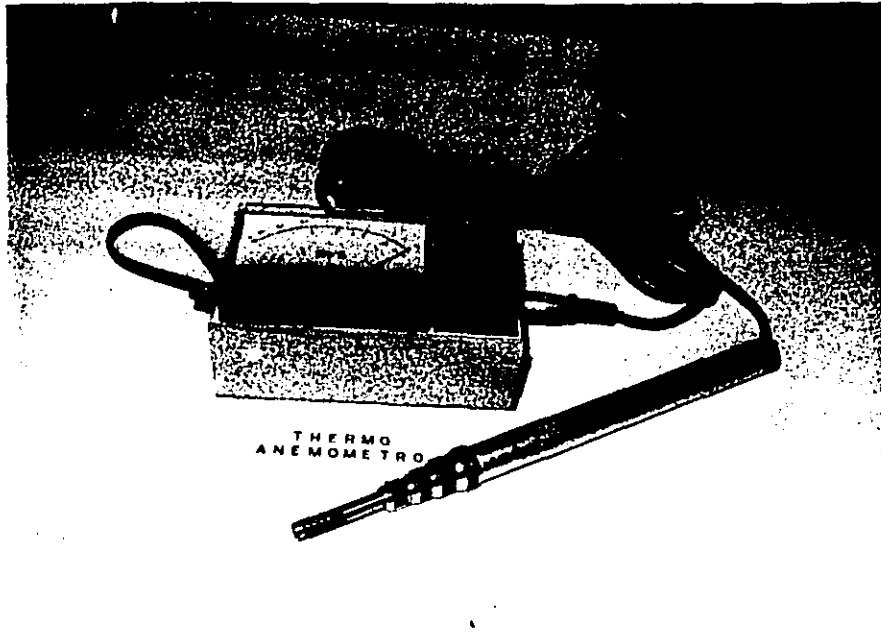
Fotografía N° 2
Cronómetros



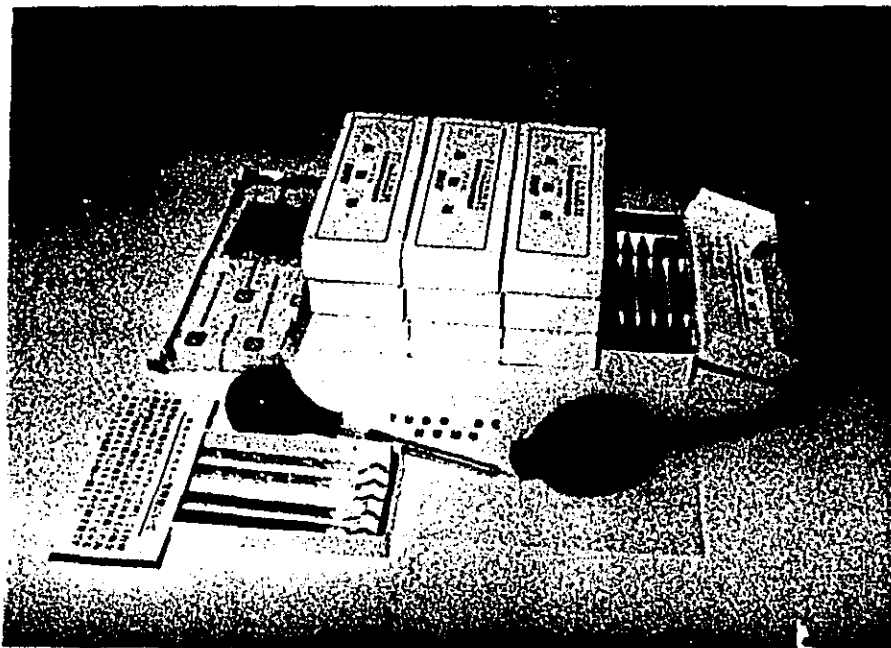
Fotografía N° 3
Registrador Automático de
Temperatura y Humedad



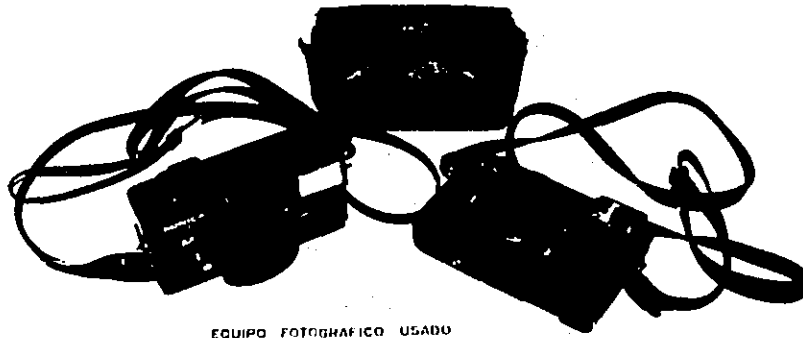
Fotografía N° 4
Indicador de la Dirección y
Velocidad del Aire



Fotografía N° 5
Thermo Anemómetro

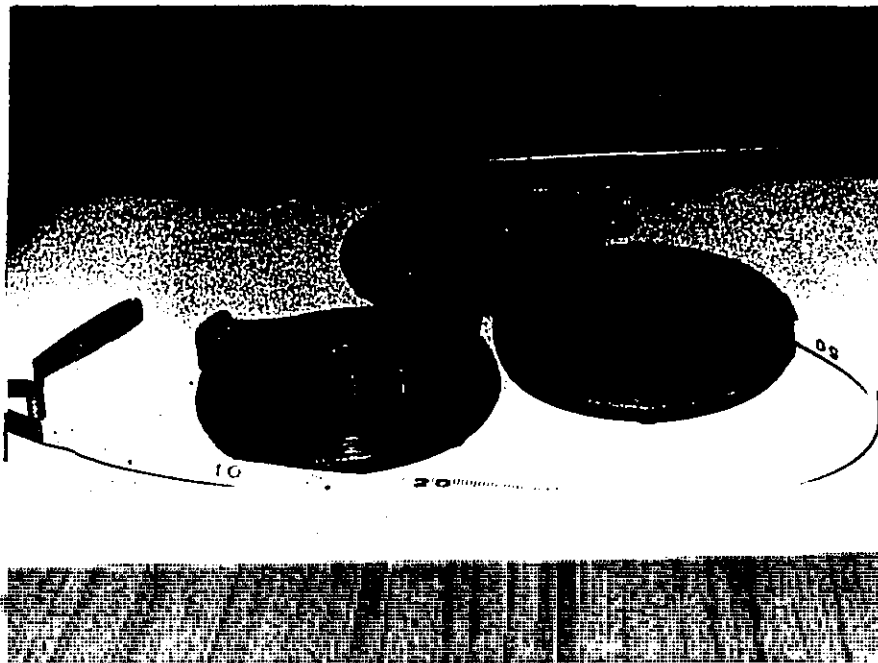


Fotografía N° 6
Tubo de Humo



EQUIPO FOTOGRAFICO USADO
EN MINAS SUBTERRANEAS

Fotografía N° 7
Cámara Fotográfica (35 mm. KOMEX)

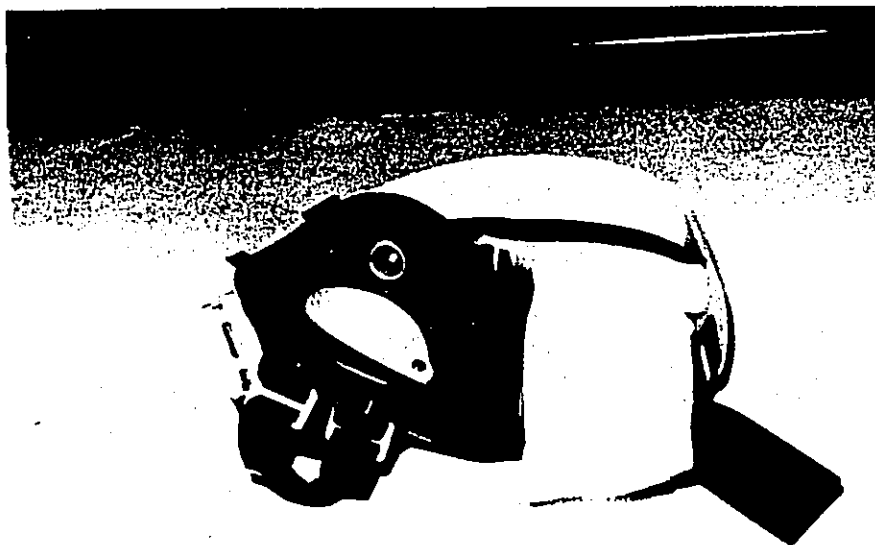


Fotografía N° 8
Winchas de Plástico



LARGAVISTA PARA
TRABAJOS MINEROS

Fotografía N° 9
Largavista para Trabajos Mineros

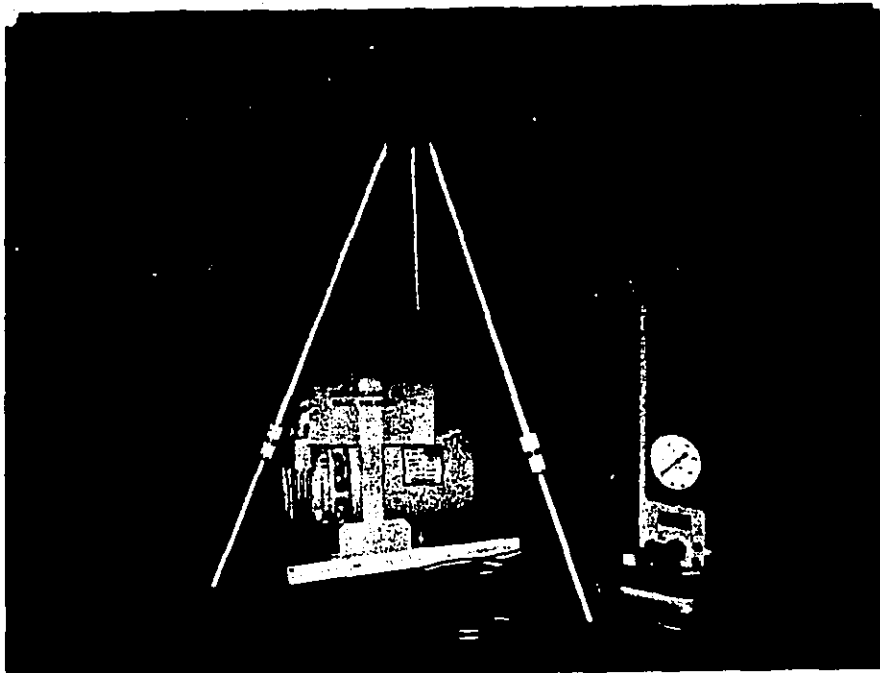


BASE PARA DIVERSOS
TIPOS DE RESPIRADORES

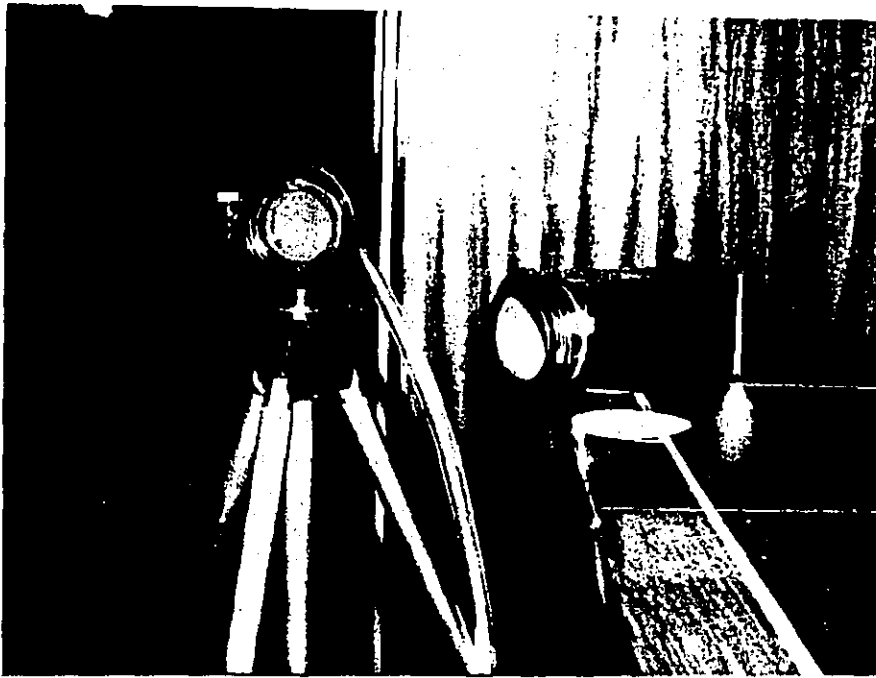
Fotografía N° 10
Respiradores para evitar
Contagio de Enfermedades



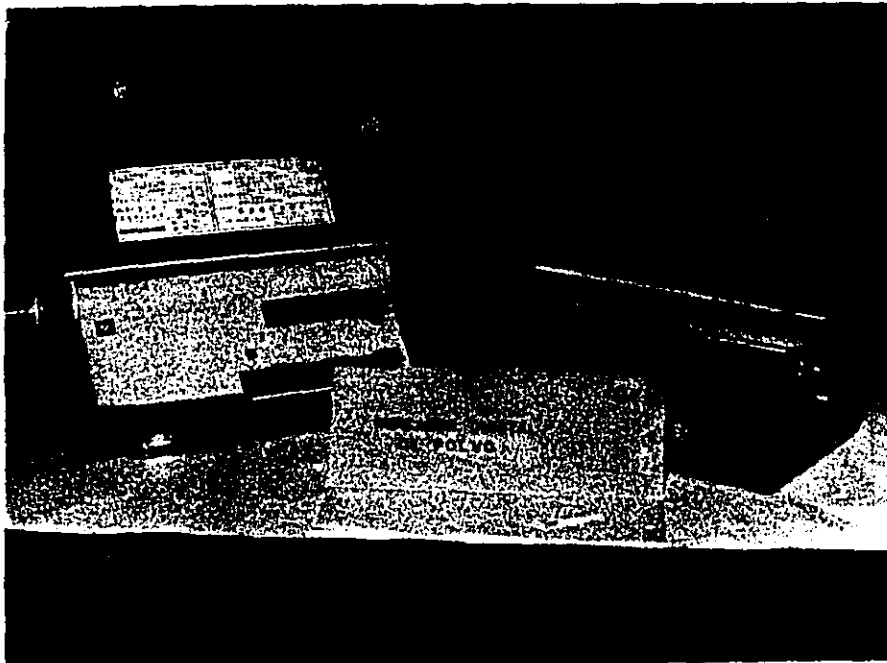
Fotografía N° 11
Diversos Tipos de Respiradores



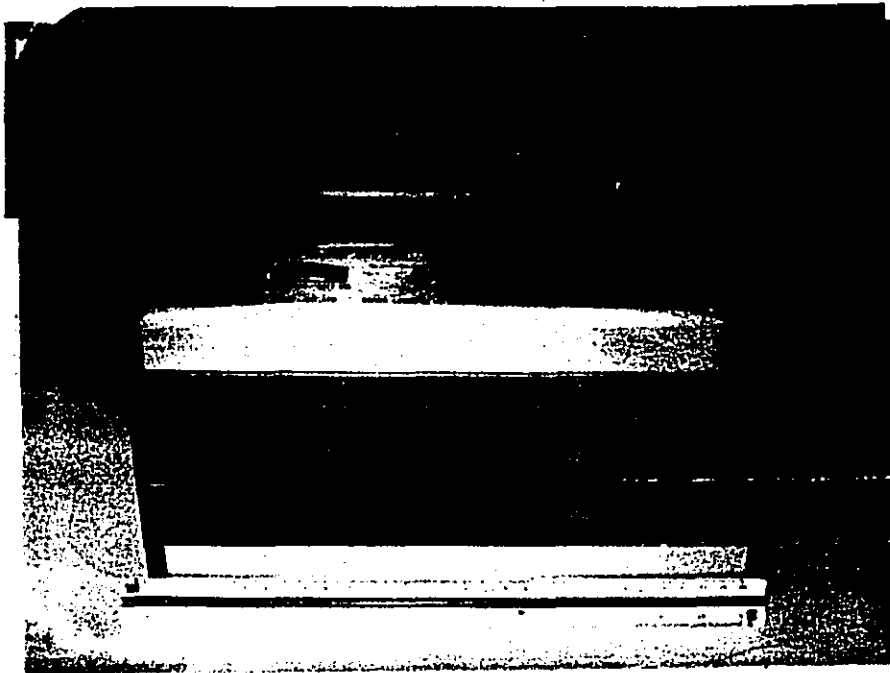
Fotografía N° 12
Muestreador de Bajo Volumen



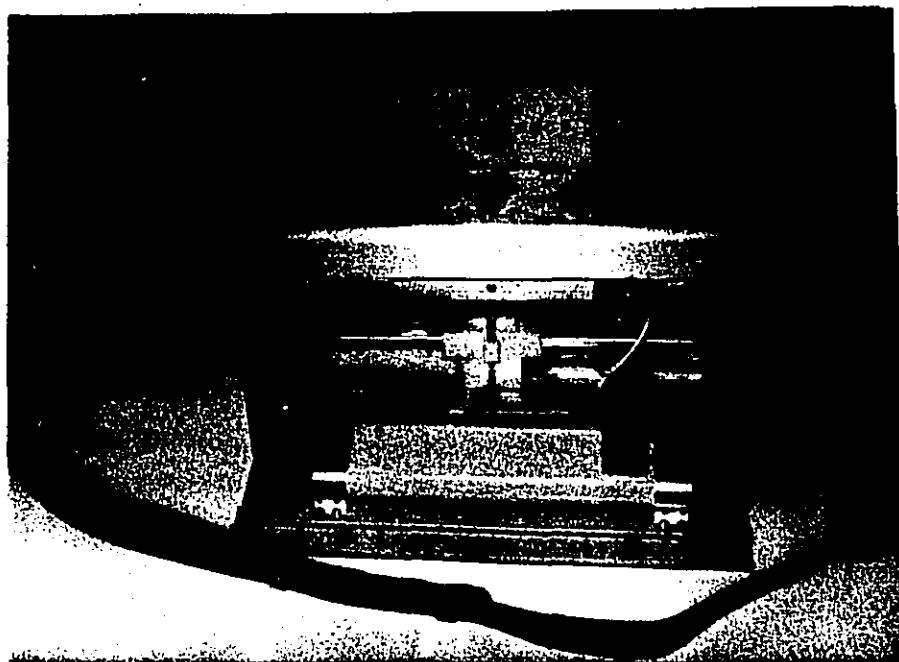
Fotografía N° 13
Muestreador de Bajo Volumen



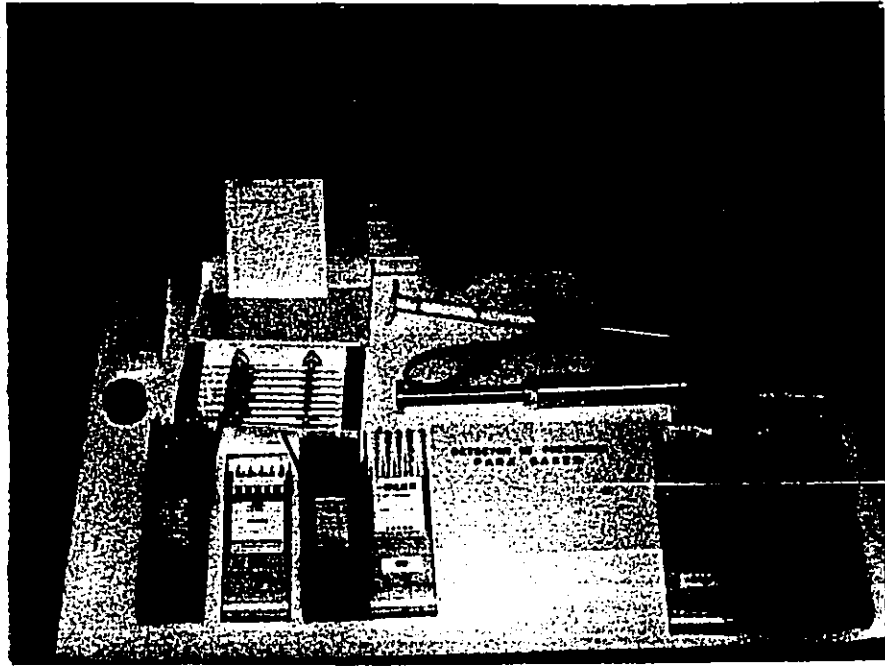
Fotografía N° 14
Indicador Digital de Polvo



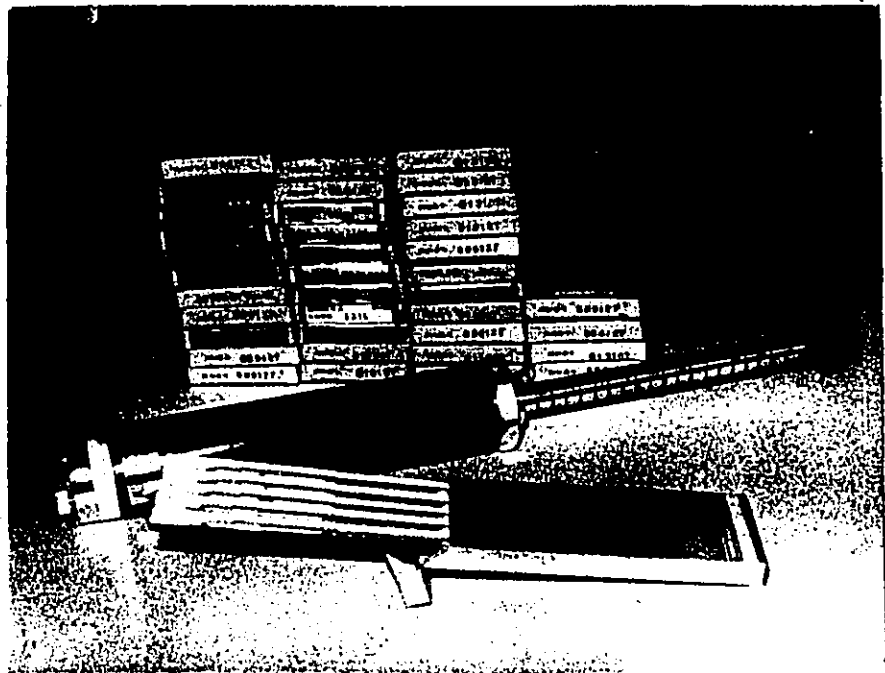
Fotografía N° 15
Medidor de Polvo Respirable
Piezobalance



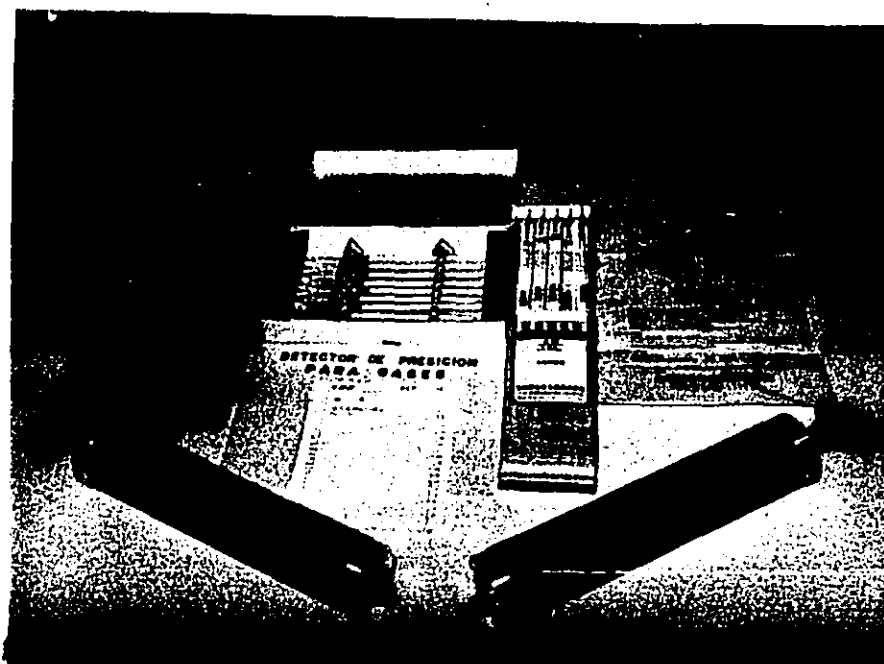
Fotografía N° 16
Medidor de Polvo Respirable
Piezobalance



Fotografía N° 17
Detectores de Precisión para Gases



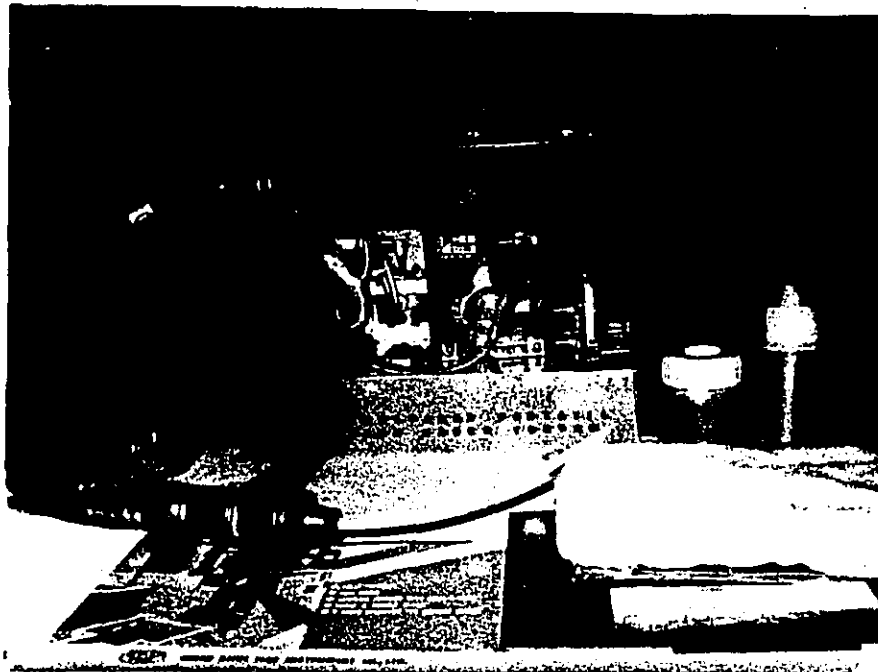
Fotografía N° 18
Detectores de Precisión para Gases



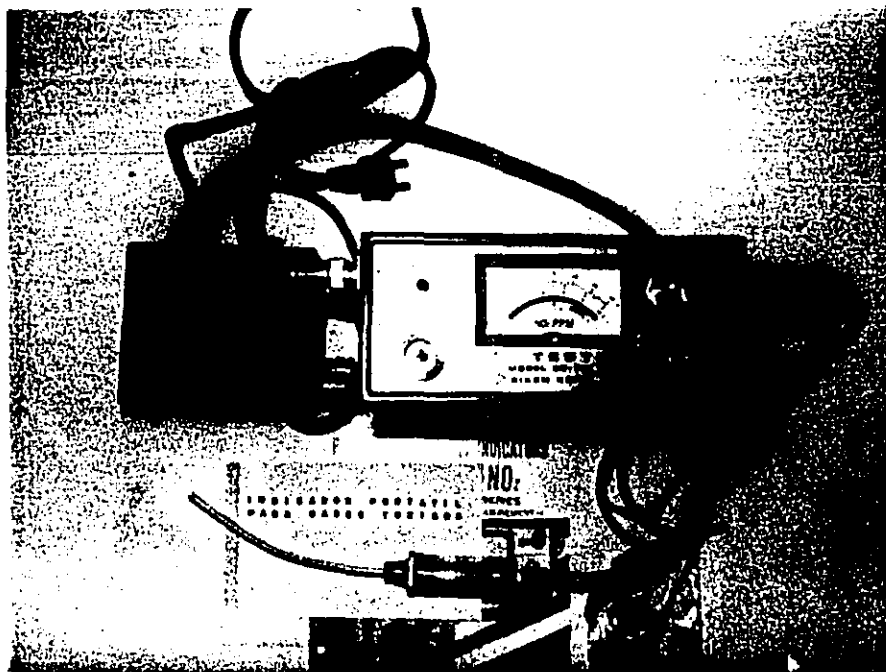
Fotografía N° 19
Detectores de Precisión para Gases



Fotografía N° 20
Analizador de Gas Tóxico EC-231 (CO)



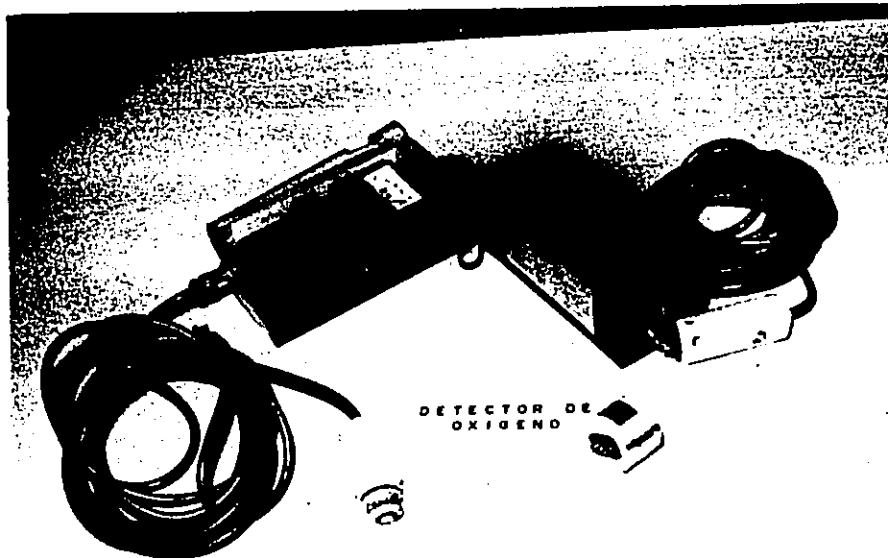
Fotografía N° 21
Analizador de Gas Tóxico EC-231 (CO)



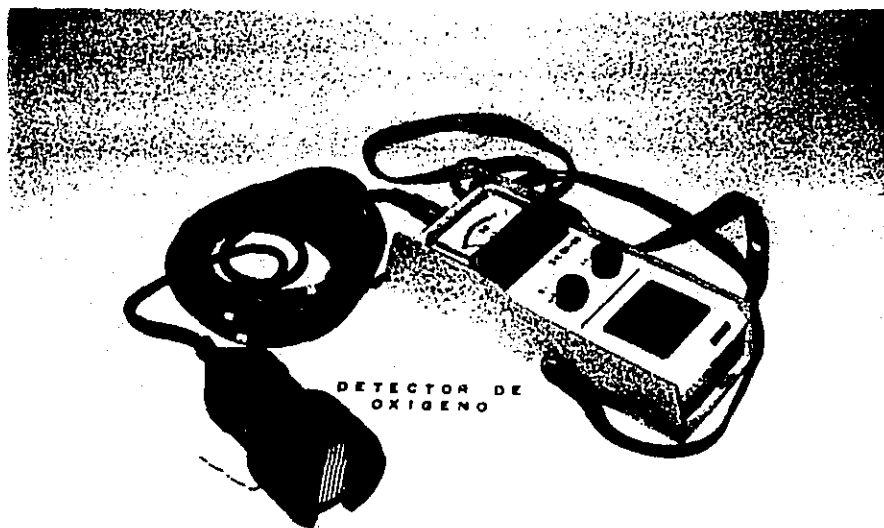
Fotografía N° 22
Analizador de Gas Tóxico EC-260 (NO₂)



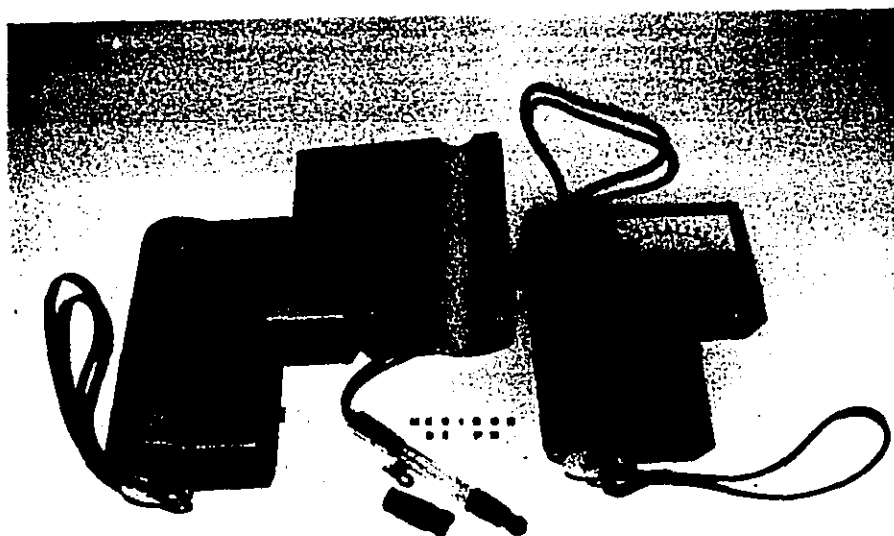
Fotografía N° 23
Analizador de Gas Tóxico 1240 (SO₂)



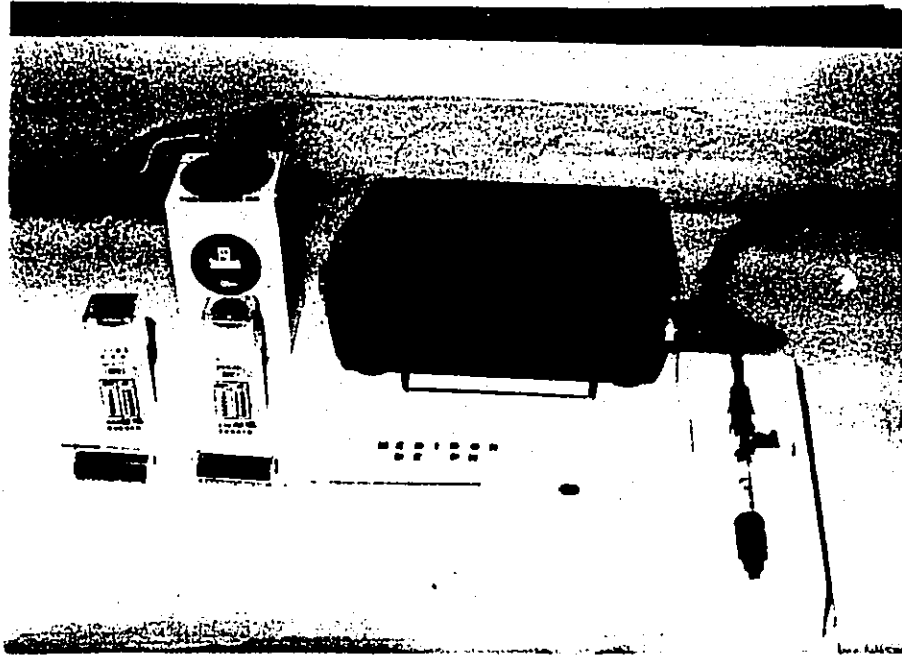
Fotografía N° 24
Detector de Oxígeno (Mitsui Yuka MY-551)



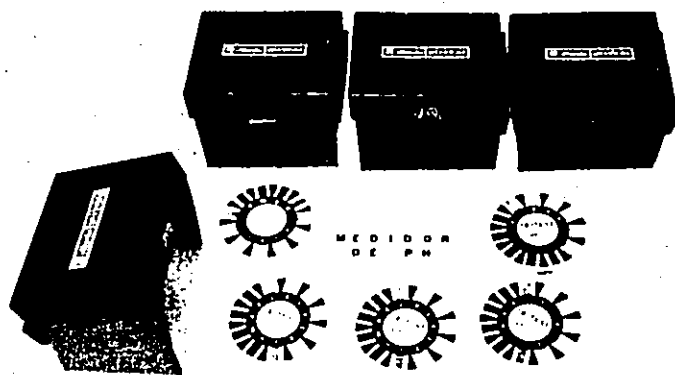
Fotografía N° 25
Detector de Oxígeno (Riken ON-9)



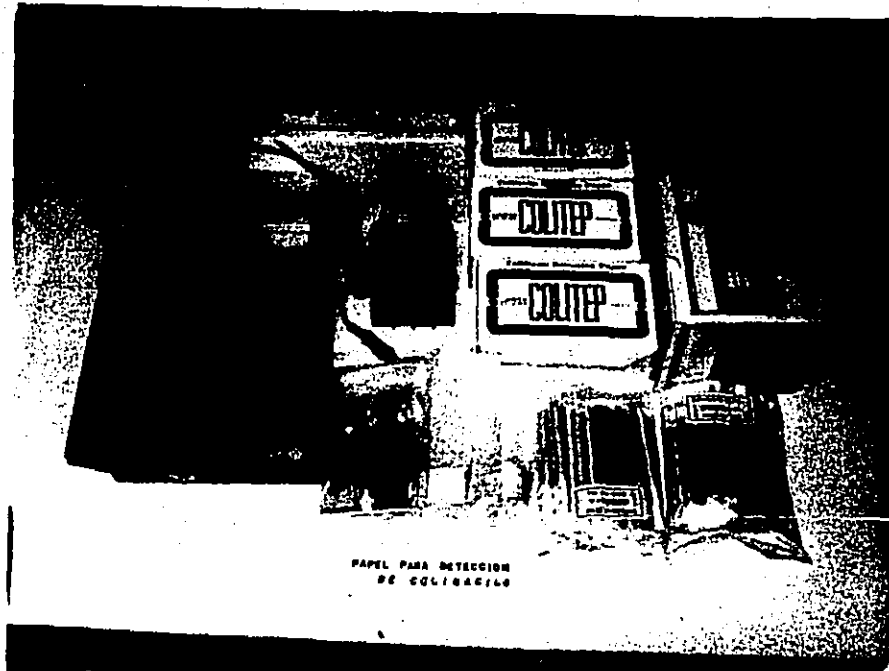
Fotografía N° 26
Medidores de pH (FOA) HM-1F



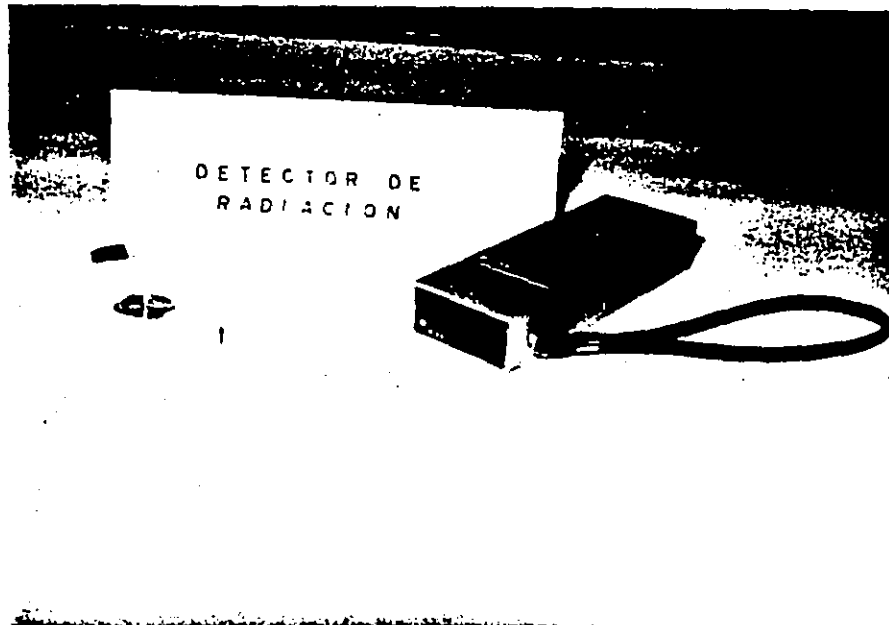
Fotografía N° 27
Medidores de pH (TOA)
HM-12A



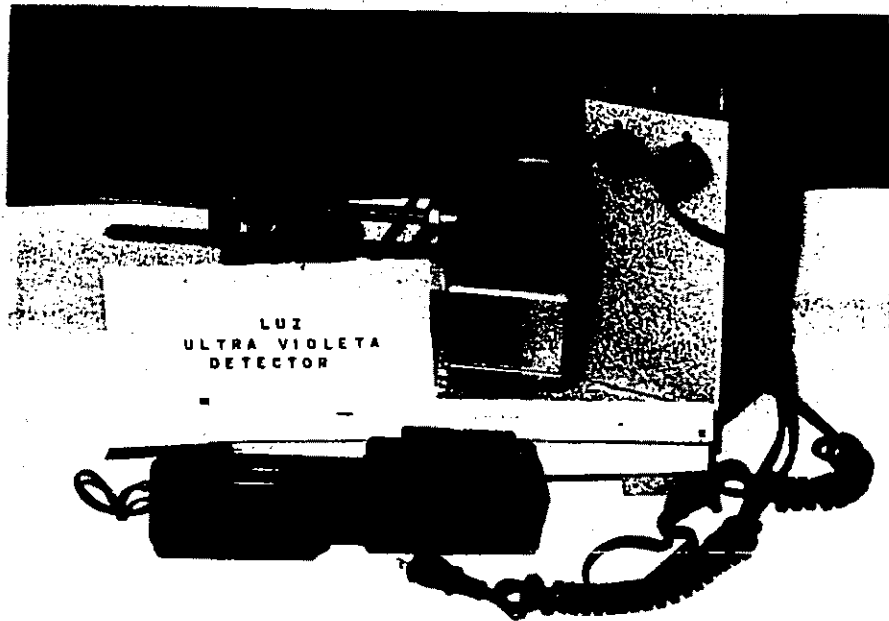
Fotografía N° 28
Medidores de pH in Cinta



Fotografía N° 29
Papel para Detección de Colibacilo



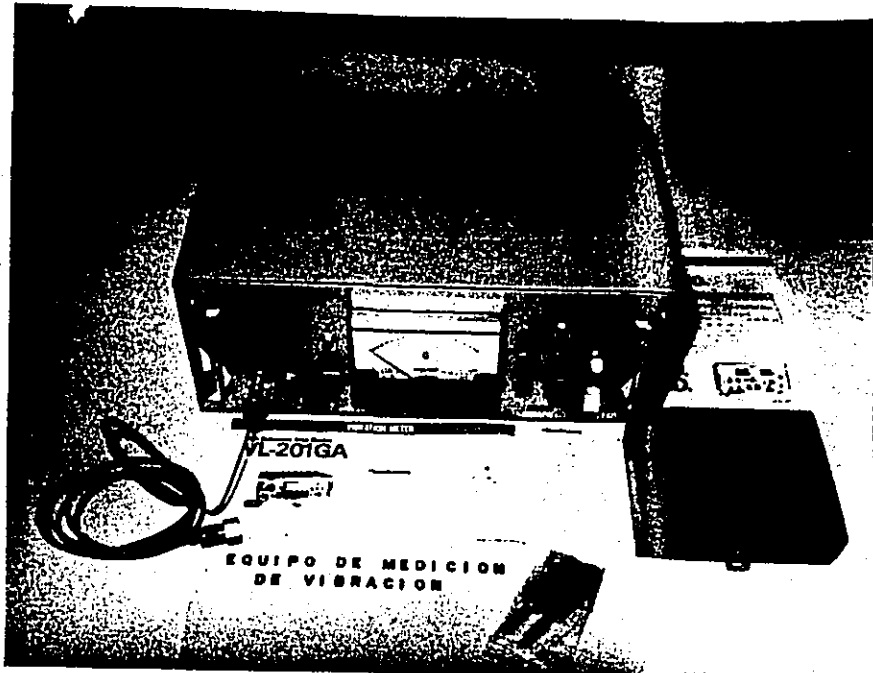
Fotografía N° 30
Detectores de Radiación



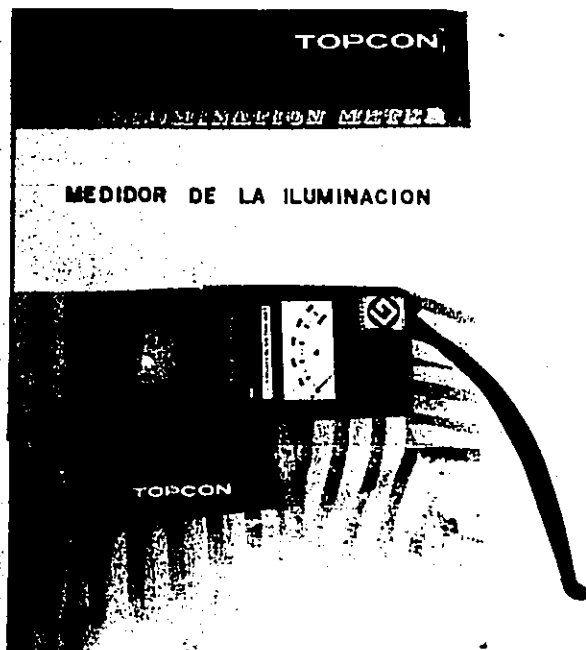
Fotografía N° 31
Detectores de Luz Ultra violeta



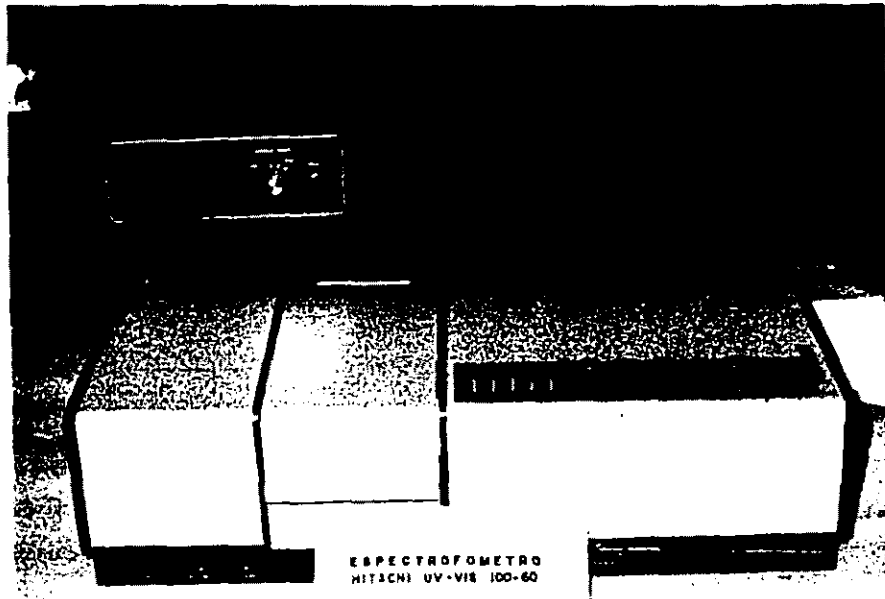
Fotografía N° 32
Aparato Medidor de Nivel de
Sonido



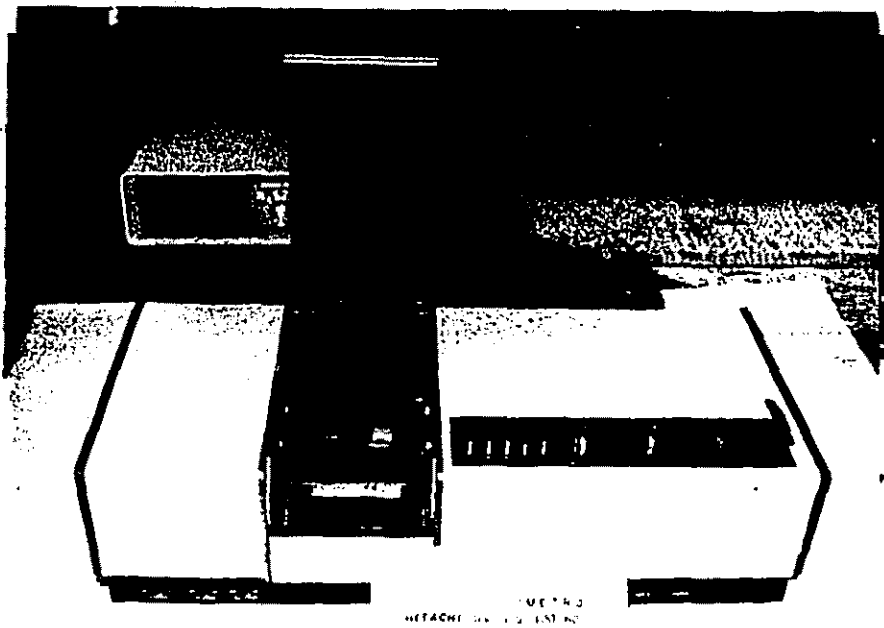
Fotografía N° 33
Equipo de Medición
de Vibración



Fotografía N° 34
Medidor de la Iluminación



Fotografía N° 35
Espectrofotómetro Hitachi
UV-VIS-100-60



Fotografía N° 36
Espectrofotómetro Hitachi
UV-VIS-100-60

PROYECTO DE COOPERACION TECNICA SOBRE
SEGURIDAD MINERA ENTRE EL GOBIERNO DEL
JAPON Y EL GOBIERNO DEL PERU

(NEUMOCONIOSIS)

Lima, Octubre 1979

PROLOGO

Continuando con nuestro trabajo iniciado en 1978, he podido visitar nuevamente al Perú este año.

Considero muy importante señalar que mi labor ha permitido evaluar muchas radiografías de trabajadores peruanos y enseñar nuevamente mis propios cortes histológicos, tanto en La Oroya como en Lima y así, con un grupo de médicos, pudimos estudiar e intercambiar nuestras ideas sobre : Neumoconiosis , Tuberculosis y Cáncer.

Quiero aprovechar la presente oportunidad, para agradecer nuevamente a los Doctores Heriberto Ruíz, Humberto Gherzi, Federico Ma, César Mayor y a los otros médicos que asistieron a las reuniones; así como muy especialmente a los Doctores Omura y Miyagui, por su colaboración en las traducciones y a los ingeniero de Centromin Perú y a esta Empresa, por las facilidades que me brindaron.

I. ESTUDIO DEL AÑO ANTERIOR Y EL ESTABLECIMIENTO DEL "PATRON RADIOGRAFICO PERUANO DE NEUMOCONIOSIS".

En el estudio hecho el año pasado dije que, la neumoconiosis que sufren los trabajadores de las zonas altas evoluciona más rápido, que los de las zonas bajas, debido a que en las zonas altas, ellos respiran más profundo y las partículas de polvo llegan hasta los vértices del pulmón y a sus partes más externas.

Podemos confirmarlo haciendo un estudio, consistente en escoger radiografías que sirvan para establecer el "Patrón radiográfico peruano de la Neumoconiosis" y ello no solo ser-

virá de base para establecer medidas que nos sirvan para determinar la imagen de las neumoconiosis en el Perú, sino además, ha de servir dicho conocimiento para los otros países que tienen minas en zonas altas como en el Perú.

II. OBJETO DEL ESTUDIO EN COOPERACION

El objetivo del estudio en cooperación de este año, es el que los médicos peruanos eleven su capacitación, con el fin de que lean las radiografías correctamente en las diferentes fases de la neumoconiosis y que con ello estén - preparados para establecer el citado Patrón y que también obtengan el verdadero concepto diagnóstico, incluyendo los exámenes de la función ventiladora pulmonar.

III. FORMA DE ESTUDIO Y RESULTADOS OBTENIDOS EN 1979

Mientras leíamos las numerosas radiografías que nos presentaban, hemos conversado con los médicos ampliamente, sobre el principio con el que se elaboraron las clasificaciones de la Neumoconiosis que tiene en vigencia el Japón y la O. I. T.

También hemos intercambiado nuestras ideas sobre las condiciones técnicas necesarias para tomar buenas radiografías ; las relaciones entre neumoconiosis y altura ; Neumoconiosis y Tuberculosis ; Neumoconiosis y Cáncer y finalmente Neumoconiosis y otras enfermedades pulmonares.

Desde el segundo día de nuestra intervención pedimos a los médicos asistentes que fueran expresando su opinión diagnóstica de las radiografías que observábamos y por ello, a corto plazo, obtuvimos como resultado, un buen conocimiento diagnóstico de acuerdo a la Clasificación Internacional que previa-

mente enseñamos.

Querer leer correctamente las radiografías de los sospechosos de neumoconiosis, solamente dando importancia a la imagen nodular, no es posible con ello hacer un buen diagnóstico, sino que deben de verse tres aspectos - muy importantes :

- La deformación de la trama vascular
- La interrupción en la imagen de la misma trama
- El aumento de imágenes irregulares entre la trama linfovascular.

Con las explicaciones que hemos ido haciendo, los médicos participantes pudieron comprender la razón de dichos cambios anormales, el apreciar simultáneamente cortes histológicos relacionados con dichas imágenes radiográficas pulmonares anormales.

Con el intercambio permanente de opiniones, la propia apreciación diagnóstica de los médicos, unida a la visualización de las imágenes histológicas anormales, ha servido de mucho para elevar el nivel general de conocimientos, sobre los cambios que la neumoconiosis produce en los pulmones.

Además se han entregado a los médicos separatas de mi artículo "Consideration on Pathology, Pathogenesis, Etiology and Definition of Pneumoconiosis" para ellos y para las bibliotecas de entidades oficiales.

De nuestro viaje a La Oroya hacemos un resumen de la evaluación de las radiografías examinadas, obteniendo el siguiente resultado :

- Primero hemos analizado la calidad técnica de las placas radiográficas como :
 - A : Buena para hacer diagnóstico

C U A D R O N° 1

	Sano	Sospechosos	Silicosos
Diagnóstico previo de los médicos de Centromin	26	19	21
Tipo			
Resultado del diag- nóstico en conjun- to.	0 20 (77%)	2 (10.5%) 2 (10.5%) 10 (52.3%)	0 0 6 (28.5%) 15 (71.5%)
Total	26 (100%)	19 (100%)	21 (100%)

- B : Deficiente
- C : Mala, imposible opinar

y ello debe de servir de pauta para los estudios en los años venideros. (Esta clasificación se adoptó en O. I. T. y en el Japón cuando se hicieron los patrones internacionales y japoneses).

Solamente se han tomado en cuenta las placas radiográficas clasificadas A y B para el estudio estadístico siguiente :

(Ver Cuadro N° 1 sigte.)

Como apreciamos en la columna "Sano" del total de 26 casos que los médicos de Centromin los habían calificado previamente de sanos , 6 de ellos (23%) ya tenían imágenes radiográficas pertenecientes al tipo 1 o más avanzado.

Dentro de los 19 casos que dichos médicos previamente solo los habían considerado como "Sospechosos" , nosotros encontramos que casi un 90% de ellos eran definitivamente anormales. Claramente tipo 2 a 10 de ellos - (52.3 %) y del tipo 3 a otros 5 vasos (26.3%) .

De los 21 casos que todos hemos considerado como Neumoconiosis, todos ellos son más avanzados que el tipo 2 y hasta del tipo 3.

Todas las radiografías observadas son ejemplo de imágenes pertenecientes a trabajadores de las zonas con mayor altitud y se demostraron a ellas las características que he indicado anteriormente para la neumoconiosis de altura.

Entre los 6 casos (23%) que habían sido considerados sanos incorrectamente, en ellos hemos encontrado claramente imágenes que los tipifican como portadores de "Neumoconiosis no Ocupacional" y ello es debido a que resultaron afectados por el polvo proveniente de labores agrícolas, otros - como choferes de camiones que recorren caminos polvorientos o por causa general de polución ambiental.

En el Japón, a través de los estudios hechos desde - hace 24 años, sobre los efectos que produce la polución ambiental en los órganos respiratorios, es conocido que existen casos de neumoconiosis leve.

En el Perú, en las actividades del campo y en las habidas en el ambiente urbano, se demuestra que no se puede evitar la aspiración de considerables cantidades de polvo.

Consideramos clara la razón, porque hemos encontrado muchos casos de neumoconiosis evolucionadas entre los - 19 casos, que en el cuadro se los consideró solo como "Sospechosos". Existía la opinión diagnóstica de que el aumento de la hemoglobina en los glóbulos rojos podía producir imágenes nodulares muy parecidas o difíciles de discernir con las de la verdadera neumoconiosis .

En verdad que con el aumento de la hemoglobina se refuerzan las imágenes vasculares hasta cierto grado, pero no se acompañan con la deformación de dicha trama, ni de las interrupciones en ella.

La imagen nodular causada por la hemoglobina, solamente se presenta cuando el corazón está afectado de tal manera, que produce congestión vascular pulmonar. Lo he repetido muchas veces durante la lectura de las placas.

Luego de las numerosas oportunidades habidas de leer las placas en conjunto, según los principios diagnósticos seña

lados , sinceramente cada médico asistente dió o emitió su propio diagnóstico , que maravillosamente estaba de acuerdo con el mío y ello nos mucha esperanza en las medidas - que en el campo de la Neumoconiosis se tomen en un futuro en el Perú.

IV. REQUERIMIENTOS PARA ESTABLECER EL PATRON RADIOGRAFICO PERUANO DE NEUMOCONIOSIS .

A. Estudio evaluativo de radiografías entre mayor número de médicos peruanos.

A través del estudio que hemos hecho este año, aprecio que los médicos que participaron en todas las reuniones, han elevado su capacidad diagnóstica en en gran escala ; pero ellos son solo una parte pequeña de los médicos que tienen relaciones directas con los enfermos ocupacionales.

Para establecer una política amplia y correcta sobre la Neumoconiosis es indispensable que adopten los nuevos criterios evaluativos internacionales una mayor cantidad de médicos de los Institutos de Salud, de la Seguridad Social, de los hospitales en general y hasta los numerosos médicos no especializados; ya que los trabajadores retirados de la actividad minera, quedarán posteriormente en manos de ellos.

B. Preparación necesaria

Para corregir la opinión habida y que hemos aclarado más arriba que la alta cantidad de hemoglobina daría lugar a imágenes pulmonares anormales es necesario hacer un estudio investigador, tomando ra

diografías de pulmones y haciendo pruebas de función pulmonar respiratoria en habitantes que viven en las zonas altas y además tienen una alta concentración de hemoglobina y comparando estos resultados con los datos de habitantes que nacieron y viven a un nivel de altitud menor a los 1000 metros. Con este estudio los médicos que tenían esa opinión podrían confirmar, que no presentan las imágenes nodulares y las irregularidades causadas solo por la Neumoconiosis, en los casos con alta concentración de hemoglobina en los glóbulos rojos.

Paralelamente debería hacerse otro estudio en trabajadores de las minas situadas a gran altitud y también en las de baja altitud, a los que se les debe de estudiar y clasificar sus radiografías, hacerles pruebas de la función pulmonar como la de Capacidad Vital forzada, Volumen espiratorio forzado en el primer segundo, pico de flujo espiratorio, según los años de trabajo o de exposición y sus edades. Los estudios de investigación mencionados es deseable, que sean realizados antes de Julio de 1980.

C. Aspectos técnicos

1. CARACTERISTICAS DE LAS RADIOGRAFIAS

En varios países hay la tendencia de adoptar la técnica radiográfica de tomar las placas con "Alto Kilovoltaje" en los casos de enfermedades pulmonares y entre ellas especialmente las de neumoconiosis. Consideramos que un bajo kilovoltaje tiene mayores ventajas. El alto kilovoltaje permite ver mejor

los nódulos grandes y duros o densos ; pero esta técnica, por su gran penetración, no permite definir claramente la imagen de fibrosis y la de los nódulos pequeños y poco densos.

En el Perú los habitantes de las zonas altas tienen el tórax con diámetros muy anchos y dependiendo de la persona examinada, el uso de técnicas con 80 a 100 Kv. es conveniente para hacer el Patrón Peruano de las Neumoconiosis y por ello esta condición es recomendable.

2. CAPACIDAD VITAL TOTAL Y MEDICIÓN DEL VOLUMEN ESPIRATORIO FORZADO EN EL PRIMER SEGUNDO

En la Oroya hemos visto en la Div. de Higiene Industrial un aparato simple (Mac Kesson) para medir la capacidad vital cronometrada y esta manera de hacer las mediciones es recomendable en general. No hemos estudiado muchas mediciones; pero creemos que algunos trabajadores de la zona alta que tienen una imagen radiográfica con clasificación de neumoconiosis de hasta 3/3 mantienen una capacidad vital suficiente. No hemos confirmado esta aseveración, por las pocas mediciones vistas y es necesario hacerlo en un futuro y compararlos con los casos de neumoconiosis de las zonas bajas.

La Capacidad Vital debe de calcularse en base a la estatura, edad y peso de las personas ; pero los resultados de estos cálculos deberían ser distintos según correspondan a los habitantes de zonas altas y bajas en el Perú.

3. HEMOGLOBINA

Un simple aparato fotocolorimétrico, tan como el que se usa en La Oroya debe de servir bien para este estudio.

V. LOS DIFERENTES PUNTOS O ASPECTOS QUE HEMOS ESTUDIADO EN ESTA OPORTUNIDAD .

A) Tuberculosis en el Perú

En las radiografías que hemos leído en esta oportunidad, hemos apreciado varios casos con imágenes de tuberculosis pulmonar curadas ; pero no hemos visto procesos activos. Según el Médico del Seguro Social del Perú en La Oroya serían numerosos

En mi opinión, hay casos de trabajadores retirados de las empresas mineras y enfermos de neumoconiosis, cuando son atendidos en diversos centros asistenciales no especializados, los médicos tratantes me parece que opinaban confundiendo las imágenes de silicotuberculosis con casos de tuberculosis puras diagnosticándolos equivocadamente, al señalar solo a la tuberculosis ; por ello dichos médicos necesitan elevar su capacidad diagnóstica sobre neumoconiosis. Yo he enseñado con las muestras de los cortes histológicos y fotografías, la importancia de encontrar más rápido y en sus etapas iniciales a dichos casos .

B) Cáncer pulmonar

Como he demostrado en varios casos del Japón , antes de 1945 creían que solo la asbestosis, dentro de las neumoconiosis, tenían relación con el cáncer;

pero después de 1945 con el desarrollo de las drogas antituberculosis , la tasa de mortalidad por esta enfermedad bajó y los enfermos neumoconióticos alcanzaron mayores años de vida y por ello es que se fue presentando claramente un aumento en los casos de neumoconiosis con cáncer.

En el Perú, luego de que los trabajadores enfermos alcancen una mejor longevidad ,va a ser el cáncer un problema frecuente y substancia y por ello desde ahora deberíamos estudiarlo. (Yo he enseñado varias muestras de cortes histológicos de casos de neumoconiosis y cáncer).



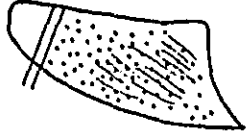
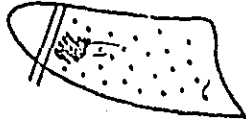


C) Relación entre neumoconiosis y cáncer de otros órganos

La presencia de neumoconiosis causada por polvos de diversos metales es clara ahora, luego de varios estudios que se han hecho en el Japón. Algunas formas del Arsénico, como el Acido Arsenioso son muy activas produciendo lesiones en la piel y en el tabique nasal perforándolo y otros polvos también arsenicales pueden producir casos de neumoconiosis y por otro lado, como hemos aclarado, existen lesiones definidas causadas por los cromatos, Dentro de los metales hay muchos de ellos que sus polvos pueden causar cáncer y neumoconiosis, con fuerte complicación de bronquitis. Los polvos que quedan retenidos en los pulmones , poco a poco pasan a la sangre y al fluído linfático, llegando por esas vías hasta todos los órganos, en los que producen un proceso inflamatorio crónico y finalmente causan frecuentes casos de cáncer.

Este problema sería grave también en el Perú cuando los trabajadores alcancen mayor longevidad (He demostrado esto enseñando los cortes histológicos pertinentes).

CLASIFICACION DE NEUMOCOONIOSIS POR JAPON Y I.L.O. (O.I.T.)

TIPO

O	1	2	3	4
<p>O/O O/1</p> <p>1/0 1/1 1/2</p> 	<p>2/1 2/2 2/3</p> 	<p>3/2 3/3 3/4</p> 	<p>4 A</p>  <p>4 B</p>  <p>4 C</p>  <p>Crifiform</p>	

PROYECTO DE COOPERACION TECNICA
SOBRE SEGURIDAD MINERA ENTRE EL
GOBIERNO DEL JAPON Y EL GOBIERNO
DEL PERU

Lima, Octubre de 1979

Los expertos de la Misión Japonesa de Minería y los ingenieros del Ministerio de Energía y Minas e INGEMMET, expresan su agradecimiento a la Compañía Minera Alianza S. A. - por las facilidades y apoyo brindado para el logro del presente trabajo.

ESTUDIO DE VENTILACION SUBTERRANEA Y DE SEGURIDAD
EN LA MINA HERCULES Y PLANTAS CONCENTRADORAS DE
ALIANZA Y HUANCAPETI DE LA CIA. MINERA ALIANZA S. A.

1. INTRODUCCION

La Misión Japonesa de Minería representada por los ingenieros Takamasa Hotta, Yasuo Mukai y Toshimasa Kuga, conjuntamente con los representantes del Ministerio de Energía y Minas y del INGEMMET ingenieros Tomás Acero Rosales y Javier Li Robles respectivamente, efectuaron un Estudio de Ventilación Subterránea y de Seguridad en la Mina Hércules y plantas concentradoras Alianza y Huacapetí de la Cía. Minera Alianza S. A. , entre el 16 y 25 de julio de 1979, cumpliendo el Programa de Actividades del Convenio de Cooperación Técnica Peruano Japonés correspondiente al presente año.

El estudio se llevó a cabo a solicitud de la Cía. Minera Alianza S. A. , siendo el objetivo principal ayudar a poner en funcionamiento un TALLER DE MANTENIMIENTO SUBTERRANEO para vehículos Diesel en las mejores condiciones de Seguridad e Higiene Minera y a la vez mantener un eficiente sistema de ventilación en el interior de la mina.

El estudio en referencia se complementó con la visita del experto metalurgista Ing. Akira Nakamura, quien visitó las plantas de beneficio Alianza y Huacapetí.

2. GENERALIDADES

2.1. UBICACION

La mina Hércules se encuentra situada aproximadamente entre el límite N.E. de la provincia de Aija y el límite N.W. de la provincia de Recuay del departamento de Ancash, sobre el flanco occidental de la Cordillera Negra y a una altura de 3,970 metros sobre el nivel del mar.

Se encuentra ubicada en el extremo N.W. del distrito minero de Ticapampa (Figura N° 1).

2.2. ACCESIBILIDAD

El distrito minero de Ticapampa es accesible por las carreteras Lima-Pativilca-Caraz o por Lima-Casma-Huaraz-Ticapampa.

La mina Hércules es accesible por una carretera afirmada que comunica Ticapampa con Aija (30 Km. aproximadamente).

3. GEOLOGIA

Las vetas y veta-mantos de la mina Hércules pertenecen a la formación "Calipuy".

Estos volcánicos (lavas, brechas, tufos andesíticos), fueron intruídos por pórfidos e intrusivos de composición ácida a intermedia; pórfidos: Tarugo, Jinchis, Collaracra; esta mina está ligada al pórfido Tarugo.

En la mina existen dos sistemas predominantes:

SISTEMA A: Formado por las principales estructuras mineralizadas: Veta Hércules A, Veta Techo, Veta-Manto 1, Veta-Manto 2, Veta-Manto 3, con rumbos promedios comprendidos entre N 10° W y N 30° W. buzando al Este y de bajo ángulo (40° aproximadamente).

SISTEMA B: Formado por una serie de fallas y fracturas transversales al sistema A. por ejemplo fallas 1, 2, 3 e intermedia, con rumbo promedio comprendido entre N 60° E y N 70° E, con buzamiento alto (80° N a 80° S aproximadamente).

La mineralización se produjo en 3 etapas importantes de soluciones ascendentes.

La mineralogía consiste de: pirita, arseno-pirita, esfalerita, galena, chalcopirita, chalcocita, tennantita, jamesonita, buornita, tetrahedrita, argentita, pirrotita.

La jamesonita encontrada en los niveles inferiores señala que la posibilidad de la mina en profundidad es favorable.

La mina Hércules es un yacimiento del tipo filoniano, epigenético.

3.1. ESTRATIGRAFIA

La mina Hércules se encuentra en una formación bastante potente de rocas volcánicas terciarias (formación Calipuy) y se notan algunos paquetes pequeños de Lutitas. Ambas rocas han sido completamente silificadas y del mismo modo fuertemente turmalinizadas.

Las rocas volcánicas están compuestas de lavas, tufos y brechas de composición andesítica, aunque la parte superior no está exenta de lavas así como la parte inferior no está exenta de las brechas y tufos volcánicos.

Las rocas volcánicas presentan una fuerte alteración hidrotermal que se manifiesta (además de la silificación y turmalinización) por la presencia de Clorita, Epidota, Sericita y Caolín como consecuencia de la alteración de los Ferromagnesianos: plagioclasos, cuarzo, etc.

3.2. RESERVAS

Las reservas de mineral probado son:

Mina Hércules	1'588,410 Tn.
Otras minas	596,525 Tn.
Total:	2'184,935 Tn.

Con leyes:

Pb.	3.05%
Ag.	6.2 Onz.
Zn.	3.75%

La producción proveniente de las minas Hércules, Caridad y Coturcan es de 28,000 a 30,000 T. M. /mes y una producción diaria de 950 a 1000 T. M. /día; con leyes de cabeza de:

Pb.	3.3%
Ag.	6.8 Onz/Ton
Zn.	3.6%

PERSONAL DE LA COMPANIA

LUGAR	N° DE TRABAJADORES	PLANILLA
MINA	150	COMPANIA
MINA HERCULES	40	CONTRATA O. BENDEZU
MINA HUANCAPETI	30	CONTRATA A. CAMPOS
MINA COTURCAN	30	CONTRATA O. BENDEZU
PLANTAS CONCENTRADORAS	250	COMPANIA
SERVICIOS	70	COMPANIA
EMPLEADOS	45	COMPANIA
TOTAL	615	

4. METODO DE TRABAJO

Las vetas Hércules A y Mantos 2 son las que actualmente se explotan y extraen con equipos de minado de bajo perfil (scooptram, volquetes, jumbos).

En el espacio comprendido entre ambas vetas antes de su intersección (convergen hacia el norte del yacimiento), se desarrolla la rampa en zig-zag en forma descendente. Desde los extremos de la rampa se desarrollan cruceros sobre mineral hasta los límites mineralizados de la veta, dejándose un puente de 8 mts. para la explotación, como característica saltante está el hecho que la rampa se contruye en forma desfasada y no superpuesta.

Adyacente a la rampa se construyen chimeneas por el sistema Raise Boring, que son utilizados como: echaderos de mineral, desmonte y servicios (ventilación, tubería, cables, etc.)

4.1. EXPLORACION

El método de minado que actualmente se emplea es el denominado "Frontón-Pilar" (Figura N° 2). La perforación se realiza con máquinas manuales convencionales y jumbos de 2 brazos.

El mineral arrancado es recogido del piso, transportado y vaceado por Scooptram de 2 yardas cúbicas de capacidad a los echaderos de mineral. En el nivel inferior (nivel 6) el mineral acumulado en las tolvas es transportado a superficie por volquetes de bajo perfil.

El acceso a las zonas de explotación es a través de las rampas con 15% de gradiente y sección de 4.20 m. x 3.00 m. Las aberturas dejadas por la explotación no son rellenas artificialmente, se rellenan por derrumbe natural del terreno adyacente.

El sostenimiento en galerías es mediante el uso de pernos de anclaje y mallas y en algunas zonas mediante el uso de cuadros de madera. Fotografía N° 1 y 2.

5. DE LA VISITA

Previo al inicio de los trabajos se sostuvo una reunión con los ingenieros: Emilio Caballero, Sub-Gerente; Luis Palacios, Superintendente General; Otto Velarde, Asistente Superintendente General y otros miembros del staff, de quienes se recibió una explicación sobre la geología del yacimiento, sistemas de minado, programa de seguridad y sistemas de ventilación.

El equipo de trabajo estuvo integrado por los ingenieros: Carlos Gonzáles, Jefe del Programa de Seguridad e Higiene y Daniel Santiago Aguilar, Asistente del Programa de Seguridad y Entrenamientos; el grupo de expertos de la Misión Japonesa, los representantes del MEM e INGE - MMET y una representación del Sindicato de Trabajadores.

Se puso particular interés en las condiciones ambientales y de seguridad que presenta el taller de mantenimiento en interior de mina para el equipo Diesel.

Durante los trabajos se recibió el apoyo y colaboración de la empresa lo que permitió que los mismos se desarrollaran sin dificultades y con eficiencia.

Igualmente durante la visita a las plantas concentradoras se contó con las facilidades requeridas. En ambos casos la empresa proporcionó toda la información que le fue solicitada.

6. INSTRUMENTAL UTILIZADO

Para el desarrollo de los trabajos se utilizó los siguientes instrumentos:

- a. Altímetros, cronómetros y wincha.
- b. Termo-Anemómetro.
- c. Tubo de Humo.
- d. Anemómetro de Paletas.
- e. Psicrómetro.
- f. Analizador de Gas para CO tipo EC-231
- g. Analizador de Gas para NO₂ tipo EC-260
- h. Analizador de Gas para SO₂ tipo 1240

7. REQUERIMIENTO DE AIRE FRESCO

La Cía. Minera Alianza S.A. utiliza una variedad de equipo mecanizado para la perforación, limpieza, extracción, transporte personal y supervisión.

Lo anterior significa un consumo extra de aire debido a que la mayoría del equipo está provisto de motores Diesel, además del necesario para el personal que permanece en subsuelo.

El volumen de aire fresco necesario de acuerdo a los requerimientos establecidos por el Reglamento de Bienestar y Seguridad Minera Peruano, teniendo en cuenta la altura donde está ubicada la mina Hércules es la siguiente :

REQUERIMIENTO DE AIRE FRESCO EN LA MINA HERCULES

Personal y Equipo por Guardia	N°	HP c/u	Volumen de aire por unidad	TOTAL
Personal Explotación	100		6 m ³ / mit.	600
Personal Extracción	4		6 m ³ / mit.	24
Scoops Tram	6	76 HP	3 m ³ / mit.	1,368
Volteadores	3	127 HP	3 m ³ / mit.	1,143
JUMBO	1	86 HP	3 m ³ / mit.	258
Carro Supervisión	1	53 HP	3 m ³ / mit.	159
Volquete Izuzu	1	70 HP	3 m ³ / mit.	210
Desquinchador	1	72 HP		
T O T A L :				3,762 m ³ / mit 132,800 P ³ / mit

De acuerdo al cuadro, anterior, en la mina Hércules para los 104 trabajadores por guardia (en promedio) y para el equipo mecanizado provisto de motores Diesel que permanece en subsuelo y considerando que la mina está ubicada sobre los 4,000 m. s. n. m. , se deberán disponer de por lo menos 132,800 pies cúbicos por minuto (p. c. m.) con una velocidad mínima de 66 pies por minuto (ps/min).

Debe anotarse que se han sobredimensionado los requerimientos, desde el punto de vista práctico, con el objeto de hacer los cálculos respectivos con un amplio margen de seguridad.

8. RESULTADOS DEL ESTUDIO

ANTECEDENTES

La totalidad de labores de la mina Hércules se explota mediante el método Trackless, empleando equipo mecanizado Diesel como tal la mina debe disponer de una buena ventilación subterránea para la dilución y evacuación inmediata de los contaminantes emitidos por el equipo antes mencionado. Lo anterior se hace más urgente, considerando que la Cía. Minera Alianza S. A. ha diseñado y va a utilizar Talleres de Mantenimiento Preventivo en interior de mina. Con ese objeto, durante el estudio se ha puesto especial énfasis en la ventilación y concentraciones de gases existentes en la atmósfera de las labores subterráneas.

8.1. SISTEMA DE VENTILACION

La ventilación en la mina Hércules es mixta. Los principales volúmenes de aire ingresan por presión natural por los niveles 5 y 6; en algunas zonas de la mina se utilizan ventiladores para incrementar el movimiento del aire en el circuito de ventilación; igualmente para ventilar algunos frentes ciegos se utiliza ventilación mecánica auxiliar.

La dirección del movimiento del aire es ascendente, siendo la salida del aire usado a través de chimeneas del tipo "Raise Boring", construídas con ese propósito, que lo conducen hasta superficie o a zonas de labores antiguas (niveles superiores) que también están comunicadas a superficie. Plano N° 1.

8.2. EVALUACION DE LAS CONDICIONES DE VENTILACION ACTUALES

Para determinar la eficiencia de la ventilación se efectuaron mediciones del movimiento de aire en las galerías, - chimeneas, rampas y otras labores subterráneas así como en superficie. Se observaron las características geológicas, mineralógicas y estructurales del yacimiento, métodos de trabajo y las instalaciones del taller de mantenimiento de equipo pesado y abastecimiento de combustible en subsuelo. Asimismo, se hicieron determinaciones de temperatura, humedad relativa y presencia de monóxido de carbono en las labores y lugares de tránsito frecuente de vehículos Diesel.

Los resultados de las mediciones de velocidad y caudales de aire calculados para los diferentes niveles y labores de la mina se presentan en la Tabla N° 1, de igual manera en la Tabla N° 2, se presenta el balance general del movimiento de aire.

(Tabla N° 1 página siguiente)

T A B L A N° 1

EVALUACION DEL MOVIMIENTO DE AIRE EN LA MINA

HERCULES - PLANO N° 1

N°	LUGAR	VELOCID. Ps /min.	CAUDAL P ³ / min.	REF. EN PLANOS	OBSERVACIONES
01	Bocamina Nv. 6	708	138,700	1	Entrada Principal
02	Crucero a Vetas	175	39,700	5	Aire Ingresa
03	Chim. a Nv. 5	100	4,000	6	Aire Sube
04	Chim. R.B. N° 1	200	3,800	7	Aire Sube
05	Gal. 980 S	82	15,900	8	Aire Ingresa
06	Chim. 930	205	4,300	9	Aire Sube
07	Chim. 833 Nv.	140	3,900	10	Aire Sube
08	Frente 980 S	NMA*	-----	11	Frente Ciego
09	Cortada Catalina	200	51,800	12	Entrada
10	Chim. 125-Nv. 6	164	2,600	13	Aire Sube
11	Chim. 180	PMA*	-----	14	Sube al 120 N
12	Chim. al 10 Sur	49	900	15	Aire Sube
13	Gal. 150 N	287	49,100	16	Entrada
14	Crucero 150 Nv.6	97	9,100	17	Entrada
15	Gal. 150	63	600	18	Entrada
16	Gal. 270 N	59	8,800	19	Entrada
17	Frente Ciego	NMA*	-----	20	
18	Chim.R.B. N°2	58	1,100	22	Aire Sube
19	Chim. R.B. N° 2	177	3,400	23	Aire Sube
20	Chim. R.B. N° 2	62	1,170	24	Aire Sube
21	Chim. R.B. N° 3	226	4,300	25	Aire Sube
22	Gal. 270	PMA**	-----	26	Sacaron Ventilador
23	Inicio Rampa 14	82	13,900	27	Aire Sube
24	Rampa 12	130	21,000	28	Aire Sube
25	Frente 28 N	55	5,600	29	Entrada
26	Co municaci3n con				
	Tajo.	55	1,700	30	Aire Sube
27	Rampa 11	72	8,000	31	Aire Sube

N°	LUGAR	VELOCID. Ps/ min.	CAUDAL Ps ³ /min.	REF. EN PLANOS	OBSERVACIONES
28	Frente 10 S	26	2,700	33	Aire hacia el Norte
29	Frente 10 N	NMA*	-----	34	Instalar ventilador
30	Rampa N° 10	69	5,500	35	Aire Sube
31	Chim. del 9 S al 7 S	110	3,500	36	Aire Sube
32	Rampa N° 9	62	6,300	37	Aire Sube
33	Rampa N° 8	83	10,200	38	Aire Sube
34	Chim. del 7 N al 5 N	59	1,900	39	Aire Sube
35	Chim. del 7 S al 5 S	123	2,900	40	Aire Sube
36	Frente 7 S	98	9,000	41	Aire hacia el frente
37	Nv. 58	77	3,500	42	Choque de Flujos
38	Comunicación 6 S y 7 S	140	10,700	43	Aire hacia el F 7 S
39	Cruce 6 S y 7 SA	55	2,400	44	Aire hacia el 7 S
40	Aire de Rampas 6 S	NMA*	-----	45	Choque de flujos
41	Chim. del 6 S al 4 S	PMA**	-----	46	Aire sube lento
42	Rampa 7	98	7,900	47	Aire sube
43	Chim. del 10N al 6 N	73	2,300	48	Aire sube
44	Frente 6 N	NMA*	-----	49	Mejorar ventilación
45	Chim. R.B. N°3	246	4,600	50	Aire Sube
46	Rampa 6	98	11,000	51	Aire Sube
47	Frente 5 S	197	9,300	52	Aire hacia el Sur
48	Chim. del 5 N al 3 N	150	3,600	53	Aire Sube
49	Frente 5 N	132	12,800	54	Aire hacia el Sur
50	Tope 4 N	NMA*	-----	56	Mejorar ventilación
51	Rampa 5	94	10,600	57	Aire Sube

Nº	LUGAR	VELOCID. Ps/min.	CAUDAL Ps ³ /min.	REF. EN PLANOS	OBSERVACIONES
52	Chim. del 6 N al 4 N	125	4,000	59	Aire Sube
53	Gal. F 4 N	35	2,700	60	Aire hacia el Norte
54	Rampa 4	100	10,000	61	Aire Sube.
55	Rampa 3	10	1,100	62	Aire Sube lento
56	Rampa 2N	90	9,000	63	Aire Sube
57	Rampa 1	82	10,600	64	Aire Sube
58	Gal. 245 N	123	6,800	65	Aire hacia el Sur
59	Gal. 200 S	164	13,000	66	Entrada de aire
60	Gal. 200 N	164	11,000	67	Aire hacia Lab. Ant.
61	Nivel 5 Gal.Ppal.	196	12,000	68	Aire entra
62	Zona Subestación	157	9,700	69	Aire entra a estación
63	Gal. Nv. 5	252	15,000	70	Aire entra
64	Bocamina Nv. 5	280	17,000	71	Entrada N° 2
65	Chim. Serv. N° 1	490	11,760	72	Aire Sube
66	Frente 24 Sur	93	7,900	73	Aire hacia el Sur
67	F 23N Rampa 23	119	14,000	74	Aire hacia el Norte
68	Camino Antiquo Rampa 14	425	22,200	75	Aire baja
69	Inicio Rampa 14	NMA*	-----	76	Turbulencia
70	Inicio Rampa Nv. 14	214	9,900	77	Hacia Rampa Sur

NMA* = No hay movimiento de aire

PMA** = Poco Movimiento de aire

De los resultados obtenidos en la Tabla N° 1, se puede deducir que la ventilación subterránea de la mina Hércules no obstante cumplir los requerimientos generales de ventilación, muestra deficiencias en algunas labores no comunicadas al circuito de salida del aire usado, como por ejemplo en las estaciones 11, 26, 56, 58, 75 etc.

La mayoría de lugares donde la ventilación es deficiente son los frentes ciegos y las galerías que conducen a éstos; lugares en los cuales va a ser necesario mejorar el movimiento de aire utilizando ventilación auxiliar, mientras no se comuniquen con las chimeneas Raise Boring que se construyen para ventilación. De otro lado, en las Rampas Superiores 1, 2, 3 también se observa disminución de la velocidad debido a la natural pérdida de presión por la resistencia de la mina.

En conclusión deberá mejorarse la ventilación en:

1. - Los frentes ciegos
2. - Las galerías cercanas a los frentes ciegos y en
3. - Las Rampas Superiores 1, 2 y 3.

En la Tabla N° 2 siguiente, se presenta el balance general del movimiento de aire.

T A B L A N° 2BALANCE GENERAL DE LA VENTILACION SUBTERRANEA DE LA MINA HER-LES - PLANOS N° 2 y N° 3

ENTRADAS	CAUDAL P ³ /mit	S A L I D A S	CAUDAL P ³ / mit
BOCAMINA Nv. 6	138,900	Chim. 020	4,200
BOCAMINA Nv. 5	17,000	Chim. 940	16,000
		Chim. 922	10,800
		Chim. 946	4,400
		Chim. 927	7,300
		Bocamina Nv. 2	25,900
		Bocamina Nv. 3	5,600
		Chim. Nv. 3	3,100
		Chim. 180 Hércules A	16,500
		* Salidas no Especificadas	62,100
	155,900		155,900

* Sobre el Nv. 5 existen tajeos antiguos por donde sale el aire hacia los niveles superiores que son inaccesibles por el estado en que se encuentran las labores.

El balance general de la ventilación subterránea de la mina Hércules, indica que el caudal total de aire que ingresa $155,900 \text{ p}^3/\text{min.}$, satisface los requerimientos de $132,800 \text{ p}^3/\text{min.}$ calculados con un amplio margen de seguridad. No obstante, con el objeto de prevenir la acumulación de gases en los lugares antes anotados deberá mejorarse la ventilación mecánica.

9. VENTILACION DEL TALLER DE MANTENIMIENTO EN INTERIOR DE MINA

En el Perú se carece de experiencia en la instalación y funcionamiento de talleres para mantenimiento de equipo mecanizado en subsuelo. Ello obliga a que dicho tipo de servicio debe utilizarse bajo condiciones que garanticen el máximo de seguridad y eficiencia en la evacuación de los gases provenientes de los equipos Diesel, operaciones de soldadura, así como la presencia de polvo y otras emanaciones durante las operaciones de mantenimiento.

La ventilación eficiente debe complementarse con medidas de seguridad, como sostenimiento adecuado, constantes inspecciones de seguridad y acciones orientadas a la prevención de incendios.

De acuerdo a lo anterior los resultados del estudio son los siguientes:

T A B L A N° 4REQUERIMIENTO DE AIRE FRESCO EN EL TALLER DE
MANTENIMIENTO

Persona y Equipo	HP c/u	Volumen de Aire por Unidad	Total P ³ /min.
7 Mecánicos	-----	212 p ³ / min.	1,484
1 Supervisor	-----	212 p ³ / min.	212
4 Scoop Tram	76 HP	106 p ³ / HP	32,224
1 Camión Wagner	60 HP	106 p ³ / HP	6,360
TOTAL :			40,280

Por lo tanto, para el personal y equipo mecanizado durante el tiempo que demoran las operaciones de mantenimiento preventivo, será necesario disponer de por lo menos 40,300 p³/ min.

EVALUACION DEL MOVIMIENTO DE AIRE EN EL TALLER DE MAN-
TENIMIENTO

N°		VELOCIDAD P/min.	CAUDAL P ³ /min.	REF. EN PLANOS	OBSERVACIONES
1	Entrada al taller	118	17,800	2	Aire Entra
2	Comunicación lateral a galería	30	2,580	3	Aire sale a la Gal.
3	Taller Mantenimiento.	108	9,300	4	Salida de aire

De acuerdo a los requerimientos de aire fresco calculados para el taller subterráneo (40,300 p³/min) y de la evaluación del movimiento de aire (17,800 p³/min) demuestra que hay un déficit en el volumen total necesario para diluir y transportar fuera del taller los efluentes gaseosos provenientes de los equipos Diesel. Como tal será necesario instalar un sistema auxiliar de ventilación en el taller de mantenimiento subterráneo.

En el aspecto de seguridad el taller en referencia cuenta con un sistema de sostenimiento con pernos de anclaje y malla; además, de un sistema de alarma para fracturamientos originados por desbalance de esfuerzos.

10. CONDICIONES TERMO AMBIENTALES

Se efectuaron mediciones de temperatura y humedad relativa en diversos lugares de la mina durante el recorrido, obteniendo los siguientes resultados.

(Tabla N° 3)

N°	L U G A R	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA(%)	REF. EN PLANO.
		B.seco (°C)	B.Hum (°C)		
01	Bocamina Nivel	6.1°	1.7°	42	01
02	Entrada Taller Truckless	7.2	5.6	78	02
03	Salida	8.3	6.1	72	04
04	Nivel 6 Crucero a las vetas	13	10	69	05
05	Nivel 6 Chimenea	14	12	78	06
06	Nivel 6 Gal. 980 S	16	13	69	08
07	Nivel 6 Chim.930	17	14	70	09
08	Nivel 6 Chim.833	19	17	79	10
09	Nivel 6 Frente	19	18	89	11
10	Nivel 6 Cort. Catalina	10	8	74	12
11	Nivel 6 Chim. 125	14	11	69	13
12	Nivel 6 Gal. 150 N	13	10	69	16
13	Nivel 6 Cruc. 150	14	11	69	17
14	Nivel 6 Gal. 260	13	11	78	18
15	Nivel 6 Gal. 270 N	13	12	88	19
16	Nivel 6 inicio Rampa 14	15	14	88	27
17	Nivel 6 Rampa 12	13	11	78	28
18	Nivel 6 Frente 10 S	16	14	79	33
19	Nivel 6 Rampa 10	15	13	78	35
20	Nivel 6 Chim. del 9 S al 7 S	17	13	62	36
21	Nivel 6 Rampa 9	17	14	70	87
22	Nivel 6 Rampa 8	17	14	70	38
23	Nivel 5 B	14	12	78	42
24	Nivel 6 Cruc. 6S y 7SA.	15	13	78	44
25	Nivel 6 Cruc. 6S y 7SA.	15	13	78	45
26	Nivel 6 Rampa 7	17	15	79	47
27	Nivel 6 Rampa 6	18	15	70	51
28	Nivel 6 Chim. 5 N al 3 N.	19	16	71	53
29	Nivel 6 Rampa 5	16	14	79	57
30	Nivel 6 Frente 4 N	19	16	71	60

N°	L U G A R	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA(%)	REF. EN PLANOS
		B. Seco (°C)	B.Hum.(°C)		
31	Nivel 6 Rampa 3	17	14	70	62
32	Nivel 6 Rampa 1	13	15	70	64
33	Nivel 6 Gal. 200N	17	15	79	67
34	Nivel 5 Gal. ppal. (Sub est.)	10	8	74	69
35	Nivel 5 Bocamina	10	4	34	71

Las temperaturas registradas en 35 mediciones en el medio ambiente de interior de minas, fluctuaban entre 6° y 19° C y la humedad relativa entre 34% y 89%.

Teniendo en cuenta que la temperatura del aire que ingresa a la mina varía entre 6° C y 19° C durante el día, se puede deducir que no se van a producir cambios bruscos de temperatura capaces de causar afecciones respiratorias al personal que trabaja en subsuelo.

11. MONOXIDO DE CARBONO (CO)

Se muestreó la presencia de monóxido de carbono en diversos lugares de trabajo de la mina, especialmente en el taller de mantenimiento subterráneo; obteniendo los resultados siguientes:

T A B L A N° 7CONCENTRACIONES DE MONOXIDO DE CARBONO EN LA
MINA HERCULES

N°	L U G A R	CONC PPM*	REF. EN PLANO	OBSERVACIONES
01	Salida taller Subt.	10	4	Vehiculos circulando
02	Gal. 980 Sur	18	8	Frente sin ventilación
03	Cortada catalina	25	12	Vehiculos circulando
04	Gal. 980	5	9-11	Gal. hacia frente ciego
05	Frente 980 S	9	11	Frente ciego
06	Chim. 833 Nv. 6	15	10	Aire sube
07	Chim. 930	4	9	Aire sube
08	Crucero a vetas	2	5	Aire ingresa
09	Gal. 150 N	5	18	Entrada de aire
10	Raise Boring N°3	4	25	Aire sube
11	Rampa 12	6	27	Inicio Rampa
12	Frente 10 N	6	34	No hay mov. de aire
13	Rampa N°8	23	38	Aire sube
14	Tope 4 N	8	56	Sin ventilación
15	Frente 4 S	16	58	Sin ventilación
16	Rampa 3	7	62	Aire sube lento
17	Gal. 200 N	15	67	Hacia labores antiguas
18	Crucero a Zona A	8	--	Pique - PMA

* PPM = Partes por millón.

Las concentraciones de monóxido de carbono encontradas en interior de mina, varían entre 2 y 25 partes por millón lo que demuestra que en los lugares donde se tomaron las muestras, no representan riesgo para el personal, por cuanto todas las concentraciones se encuentran por debajo del Límite Permisible establecido por el Reglamento de Bienestar y Seguridad Minera Peruano de 50 partes por millón para 8 horas de exposición.

Posteriormente debido a su importancia, se muestró monóxido de carbono en el interior del taller mientras se efectuaba el mantenimiento 4 Scoop Trams y a un camión Wagner. Las operaciones de mantenimiento a cargo de 7 mecánicos y un supervisor se realizan durante 60 minutos como promedio y consisten en:

- Llenado de petróleo
- Control de niveles a aceite
- Chequeo de llantas
- Engrase
- Pulverizado del motor (kerosene a presión)

Durante las operaciones los motores Diesel permanecen funcionando.

CONCENTRACIONES DE MONOXIDO DE CARBONO EN EL TALLER DE
MANTENIMIENTO SUBTERRANEO

N°	L U G A R	CONCENT. PPM*	OBSERVACIONES
01	Entrada de taller	5	Puertas de ingreso
02	1 er. crucero	5	Al fondo
03	2 do. crucero	10	Frente a oficina bodega
04	2 do. crucero	12	Al fondo
05	2 do. crucero	13	Al centro
06	Bodega de repuestos	10	Al frente
07	3 er. crucero	12	Al fondo
08	3 er. crucero	14	Al centro de taller
09	4 to. crucero	12	Al fondo
10	4 to. crucero	11	Entrada
11	Bodega de llantas	08	Entrada
12	Centro de Taller	08	Equipos de mantenimiento
13	Oficina de taller	09	Cerrado
14	Bodega de Repuestos	04	Cerrado
15	Centro de taller	10	Regular mov. de aire
16	Salida de taller	09	Salida de aire usado

PPM* = Partes por millón

Como en el caso anterior, la totalidad de mediciones de monóxido de carbono estaban debajo del límite permisible de 50 partes por millón. Sin embargo, la presencia de pequeñas concentraciones de óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y carbón, producto de las descargas de los motores Diesel, causan principalmente molestias respiratorias y efectos psicológicos negativos en los trabajadores del taller.

12. CONDICIONES DE SEGURIDAD

La administración de la seguridad en la Cía. Minera Alianza S.A. está a cargo de un Comité de Seguridad, éste a través del Programa respectivo de Seguridad, Entrenamiento y Eficiencia trata de mantener las mejores condiciones de Seguridad e Higiene tanto en interior de mina como en superficie.

El Programa de Seguridad e Higiene, cuenta con personal profesional y auxiliar capacitado, que se dedica a tiempo completo a las actividades de prevención de accidentes y cumplimiento del Reglamento de Bienestar y Seguridad Minera Peruano. Sin embargo, no cuenta con locales adecuados para su funcionamiento y es necesario su implementación con equipos y materiales para control ambiental de polvo, gases y ruido. Cuentan con stock suficiente de implementos de seguridad como: botas, guantes, cascos, ropa de agua, etc. que distribuyen al personal y con equipo completo para rescate minero, Mc Caa.

Durante el estudio se observaron algunas modalidades de trabajo riesgosas en interior de mina, así como labores y/o lugares de trabajo con deficiencia en el aspecto de seguridad.

Así de acuerdo a las características estructurales del yacimiento, por el método de minado y por el equipo mecanizado que utilizan tienen que resolver una serie de problemas en la seguridad. Los principales están relacionados con

el sostenimiento que ocasiona la caída de grandes bancos que han causado accidentes fatales. La empresa para controlar este problema emplea pernos de anclaje y mallas (Fotografía N°2); sin embargo en algunas zonas este tipo de sostenimiento no ha cumplido su objetivo ya que la roca ha caído y los pernos han permanecido anclados y expuestos, es necesario considerar el empleo de shot-crete donde la fracturación es intensa con el fin de proporcionar apoyo más integral a la roca y una mejor distribución de los esfuerzos.

De otro lado se ha observado que en algunas zonas de explotación las dimensiones de los tajeos no guardan relación con la de los pilares y la separación entre ellos es excesiva , lo cual se evidencia en el asentamiento y formación de cinturas en los pilares y en la caída de grandes bancos de mineral.

También se han observado modalidades de trabajo que involucran riesgo de accidentes como la de iniciar trabajos de limpieza en labores recién disparadas sin desatar previamente, la de efectuar disparos a media guardia sin aviso, tránsito de personal por chimeneas de servicio (inclinados), etc.

Con el objeto de contribuir a la corrección de las deficiencias anotadas más adelante se hacen las recomendaciones correspondientes.

13. ESTADISTICAS DE ACCIDENTES

Los Indices de Frecuencia y Severidad de Accidentes en la Cía. Minera Alianza, en los 6 primeros meses del año, muestran lo siguiente:

I N D I C E S 1979

MESES	INDICE DE FRECUENCIA	INDICE DE SEVERIDAD
ENERO	61.00	34,619
FEBRERO	63.99	140,084
MARZO	25.94	31,630
ABRIL	50.82	485.63
MAYO	76.81	992.72
JUNIO	60.26	843.65

De acuerdo a los datos mostrados en la tabla anterior se deduce que el Índice de Frecuencia ha seguido una variación bastante irregular, lo cual indica que la administración de la seguridad por parte del Programa de Seguridad e Higiene no ha logrado controlar la incidencia de lesiones incapacitantes entre los trabajadores. Por lo tanto, las condiciones de seguridad en la mina de la Cía. Minera Alianza S. A. deben mejorar para alcanzar el Índice de Frecuencia 30 que han escogido como meta y que se ajusta a lo recomendado por el Ministerio de Energía y Minas.

En cuanto al Índice de Severidad en los tres últimos meses muestra una tendencia a disminuir con relación a los 3 primeros meses, habiéndose logrado llegar a un índice por debajo de lo propuesto por el Programa de Seguridad que fue de 9,000.

PLANTAS CONCENTRADORAS

La Cía. Minera Alianza S. A. opera dos plantas concentradoras, una ubicada en el pueblo de Ticapampa con el nombre de Alianza o Planta Nueva y la Planta Huancapetí ubicada en la quebrada del mismo nombre.

14. PLANTA ALIANZA

La Planta Concentradora Alianza está ubicada en el distrito de Ticapampa, provincia de Recuay y Departamento de Ancash a una altura de 3,600 m. s. n. m. a las orillas del Río Santa.

En esta planta se benefician los minerales provenientes de las minas Hércules, Caridad y Coturcán de la citada empresa.

Los minerales tratados son la galena, blenda, jamesonita, marmatita, tetrahedrita y calcopirita.

Las leyes de cabeza de los minerales tratados son: 3.5% de plomo, 3.8% de zinc y 8.0 onzas de plata por tonelada y de los concentrados 57.5% de plomo, 51.3% de zinc y 123.4 onzas de plata por tonelada incluídas en el concentrado de plomo. La recuperación es de 81% en plomo, 85% de plata y de 75% de zinc.

La capacidad de la planta es de 550 ton/día y cuenta con las instalaciones siguientes:

TOLVA DE GRUESOS

Dispone de tolvas de concreto armado, con capacidad de 1,000 TM cada una, la plataforma de descarga es sólida y las parrillas de seguridad tienen el espacio requerido, la iluminación y ventilación son buenas. Figura N° 3.

SECCION CHANCADO

El mineral de la tolva es alimentado por medio de APRON-FEEDER y fajas alimentadoras que hacen llegar el mineral al grizzly vibratorio, para luego ser chancado en

una chancadora MAGENSA de 15" x 20", de ésta por medio de fajas llega a la chancadora secundaria Symons y luego a 2 tolvas de finos de 500 toneladas de capacidad cada una. En esta sección se genera mucho polvo por lo que es necesario la instalación de un sistema de control apropiado.

SECCION MOLIENDA

Consta de 2 molinos, uno de barras de 5' y 10' cuyo producto fino pasa a las celdas de flotación y el grueso a otro molino de bolas de 6" x 8". En esta sección se observa la falta de algunas barandas de seguridad y protección a las volantes de los motores.

SECCION FLOTACION

Los bancos de celdas para la flotación de plomo y zinc, están bien distribuídos, los espacios para el tránsito de personal son amplios, la iluminación y ventilación son buenas. Las espumas de las celdas pasan a los espesadores y de éstos a los filtros para la extracción del agua y posterior embarque a los volquetes. Figura N° 4.

SECCION REACTIVOS

Los reactivos se preparan en un cuarto aislado desde donde se alimenta por gravedad al circuito de flotación.

RELAVES

Los relaves de la planta se conducen por canal abierto hasta la parte baja de Ticapampa, continúa por un canal de

madera sobre el canal de la Hidroeléctrica y llega a la cancha de relaves ubicada en la orilla izquierda del Río Santa. La diferencia de niveles entre el río y la cancha de relaves es de aproximadamente 7 mts. En el lado que limita con el río (N.E.) han construido un muro ciclopeo y por los lados N y NE un canal de drenaje para las aguas de filtración, este canal es de manpostería. En general la disposición de relaves no es adecuada, porque el muro de contención se prepara a mano y está muy cerca del río de tal manera que los finos escapan y contaminan el río Santa.

OBSERVACIONES

- Es necesario limpiar el medio ambiente de trabajo en los alrededores de la chancadora primaria y zaranda vibratoria.

- En esta planta, los minerales son molidos a un tamaño muy fino, es recomendable que la molienda sea a un tamaño mayor. Por ejemplo, en la Planta Huanzalá el tamaño de la partícula en la porción de cabeza es de 63.64% malla-200 y en Ticapampa el 61% corresponde a malla-400. Por eso la separación física de minerales en la molienda ocasiona un gran consumo de energía; además se puede eliminar alguna ganga del mineral si las partículas más grandes se separan mediante ciclones de etapas múltiples con el consiguiente ahorro de energía

por molienda y costo de algunos reactivos. El uso de ciclones para la separación de ganga es por prueba y error, por ejemplo, si en la espiga del ciclón se concentran los minerales pesados y mediante el uso de ciclones de etapas múltiples se logrará eliminar parte de la ganga en la espiga de ciclón la cual contendrá solamente sulfuro de metales como: galena, blenda y pirita, etc. En este caso en la espiga del ciclón habría un concentrado Bulk, sin el uso de ningún reactivo, posteriormente la separación de este mineral por molienda resulta muy fácil.

Si el producto del overflow (rebosadero) lleva pequeño contenido metálico como 0.2% de plomo, 0.3% de zinc esto puede depositarse como relave.

La separación de partículas más grandes en la flotación se puede lograr usando pequeñas cantidades de reactivos, en comparación del usado con partículas más pequeñas; debido a que éstas presentan una superficie activa mucho mayor. Por lo tanto, se recomienda operar con partículas de tamaño mayor. Figura N° 5.

15. PLANTA HUANCAPETI

La planta Huancapetí está situada en el Dpto. de Ancash, provincia de Recuay, distrito de Ticapampa a la altura de 4,670 m. s. n. m. y en las faldas del cerro

Huancapetí. Beneficia los minerales que explota la Cía. Minera Alianza S.A. en las áreas de las minas Hércules, Caridad y Coturcán ubicados en la provincia de Aija.

Después de las mejoras introducidas a partir de 1975, actualmente tiene una capacidad instalada de 500 ton/día, según la descripción siguiente y el Plano N° 4.

SECCION CHANCADO

1. Tolva de gruesos de una capacidad de 500 TMH
2. Chancadora Primaria MAGENSA de 15" x 24", capacidad 30 Tn/hr.
3. Chancadora Secundaria KUE-KEN N° 28 giratoria, capacidad 50 Tn/hr. y otra Allis CHALMERS giratoria de 36" , capacidad 60 Tn/hr.
4. Cedazo vibratorio de 4" y 6" que trabaja con malla de 3/4 x 3/4.
5. Dos circuitos de fajas de 24" de ancho por 72 m. de largo.
6. Tolva de finos de 400 Ton.

MOLIENDA

1. Molino de Barras Comesa 4' x 10'
2. Dos molinos de bolas BERTELLO y MERCY de 4'1/2 x 4' 1/2, 6'x 4'1/2 otro COMESA de 6' x 6'.
3. Clasificador de aspiral COMESA de 42" x 22".

FLOTACION

Circuito de Plomo. - Dos celdas Morococha de 160 m³
2 bancos de celdas Denver 18" SPECIAL de 14 celdas cada
una y 6 celdas COMESA tipo Denver de 32" x 32".

Circuito de Zinc. - Acondicionador de Zn. de 8' x 8'
1 celda Morococha de 160 p³, 2 Bancos de Celdas DENVER
18 SPECIAL de 12 celdas cada uno, más 8 celdas adiona-
les.

FILTRADO

- Dos filtros COMESA de 6' x 4', 2 Bombas de Vacío
COMESA tamaño 31 COMESA y 2 tolvas para depósi-
to de concentrados de 25 Ton. de capacidad para plo-
mo y zinc. Figura N° 6.

PRODUCCION ANUAL

La planta produce aproximadamente 500 Ton. por
día de mineral con una ley superior a 3.2% de Pb, 6.5 -
onzas/ton. de Ag. y 3.5% de Zn.

La producción anual es de:

7,300 TMS de Pb de 57% con 120 Onz . de Ag.

8,500 TMS de Zn de 52% de Zinc y

50,000 Onz./Ag.

Tonelaje beneficiado: 180,000 Ton/año.

RECUPERACION

Los porcentajes de recuperación son de:

86% para Pb.

85% para Ag.

75% para Zn.

RELAVES

El análisis de relaves es de:

0.33% Pb., 0.75% Zn y 0.8 Ag. el tonelaje de 450 Tn/día, que se deposita en una cancha ubicada en la quebrada de Huancapetí, que va a ser acondicionada y mejorada de acuerdo a las técnicas modernas de almacenamiento de relaves, actualmente presenta deficiencias.

CONCLUSIONES

1. Los resultados de la evaluación de la ventilación subterránea de la mina Hércules, indican que el caudal total de aire que ingresa 155,900 pies cúbicos por minuto satisface los requerimientos de 132,800 p³/min., calculados de acuerdo a la Ley Peruana para el personal y equipo mecanizado que permanece en subsuelo.
2. La ventilación no obstante cumplir los requerimientos del Reglamento de Bienestar y Seguridad Minera Peruano, presenta deficiencias en algunas labores especialmente en las que no están comunicadas al circuito de ventilación y/o no disponen de ventilación mecánica.
3. Los requerimientos de aire fresco para el taller de Mantenimiento subterráneo fue de 40,300 pies cúbicos por minuto y el volumen disponible de 17,800 p³/min, por lo tanto existe un déficit de 22,500 p³/min. que deberán ser suministrados empleando ventilación mecánica, con el objeto de mantener un ambiente exento de contaminantes.
4. Las condiciones termo ambientales registradas durante el estudio, demuestran que las variaciones de temperatura y humedad relativa en interior de mina con relación al exterior no producen cambios bruscos de temperatura capaces de causar afecciones respiratorias al personal que trabaja en subsuelo.
5. Las concentraciones de Monóxido de Carbono encontradas en interior de mina, variaban entre 2 y 25 partes por millón lo que demuestra que no había exposición ocupacional a este agente.

6. Las detecciones de monóxido de carbono en el taller de mantenimiento estaban por debajo del Límite Permisible de 50 partes por millón. Sin embargo, la presencia de pequeñas concentraciones de óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y partículas de carbón producto de los escapes de los motores Diesel pueden causar molestias respiratorias a los trabajadores del taller.
7. Se ha observado la existencia de algunas labores inseguras y modalidades de trabajo deficientes en el aspecto de seguridad en interior de mina, que deben ser corregidas para prevenir accidentes, de igual manera el sostenimiento debe ser mejorado para evitar los accidentes por caída de roca.
8. La Administración del Programa de Seguridad se efectúa mediante la División de Seguridad, Entrenamiento y Eficiencia que trata de mantener las mejores condiciones de Seguridad e Higiene tanto en mina como en superficie. Aunque el Programa no dispone de la infraestructura necesaria, como son: local apropiado, equipos, materiales y personal auxiliar suficiente para el desarrollo de sus actividades, cumple una labor bastante aceptable. De otro lado de acuerdo a la información estadística proporcionada, se deduce que aún no se ha logrado el control de los accidentes hasta el Índice de Frecuencia 30, fijado como meta del Programa de Seguridad.
9. Las Plantas Concentradoras Alianza y Huancapetí funcionan en forma eficiente y presentan condiciones de seguridad aceptables. Sin embargo ambas plantas tienen problemas de contaminación de aguas por escapes de finos.

10. El tránsito de volquetes entre la mina Hércules y Planta Concentradora Alianza, constituye un constante riesgo para los vehículos de menor tonelaje y para ellos mismos. Por cuanto, se ha observado que transitan a gran velocidad no obstante lo estrecho de la carretera y gran número de curvas ciegas.

RECOMENDACIONES SOBRE VENTILACION

1. Conclusión de los proyectos de construcción de las 2 chimeneas Raise Boring del Nv.6 al Nv.5 y las 2 chimeneas Raise Boring del Nv. 5 a superficie. Asimismo, comunicar a estas labores los frentes ciegos que carecían de ventilación durante el estudio.
2. En los frentes ciegos en trabajo y galerías pertenecientes a éstos mientras no estén comunicados a las chimeneas de ventilación ubicadas cada 50 m. deben ventilarse empleando sistemas móviles de ventilación mecánica auxiliar. Es decir ventiladores AXIALES de un flujo de 10,000 C.F.M., con una presión estática de 4" de agua y mangas de plástico de 18" de diámetro. La potencia aproximada de 20 HP y 3,450 RPM.
3. Las mangas de los sistemas de ventilación auxiliar, deben mantenerse a una distancia que logre remover el aire del frente. La distancia que se recomienda como óptima es de 15 m.
4. Las mangas de ventilación deben mantenerse en las mejores condiciones de trabajo y en su instalación deberá tratarse de mantenerlos lo más recta posible; es decir las curvas e inflexiones deben ser reducidas al mínimo para reducir las pérdidas de presión.

5. Los frontones ciegos paralizados por alguna razón, deben ser clausurados y/o colocar avisos indicando probable acumulación de gases.

6. Emplear cortinas o compuertas hechas de fajas transportadoras fuera de uso, para orientar el flujo de aire y evitar los corto circuitos. Por ejemplo, el aire que sube por la rampa con el aire fresco, con el que ingresa por el frente 6 S. Figura N° 7.

7. En la instalación de ventiladores en la parte superior de una chimenea deberá tenerse en cuenta lo siguiente:
 - El ventilador debe estar instalado en una base de concreto, perfectamente orientado.
 - La comunicación debe ser hermética mediante el uso de un codo metálico, para evitar la pérdida de presión. Figura N° 8.
 - El empate entre tramos de mangas debe ser hecho correctamente para evitar roturas y consiguiente pérdida de presión.

8. Mejorar el estado de la galería principal del Nv. 5, para facilitar el ingreso de aire fresco, mediante un mejor drenaje y eliminar el material acumulado en diferentes lugares con una campaña de limpieza.

9. Señalizar los lugares escogidos para las mediciones (ESTACIONES DE MUESTREO) y utilizarlos para el control de la ventilación en forma estable. Abrir un registro de cada una de ellas para determinar rápidamente cualquier variación en el sistema.

10. Para mejorar el movimiento de aire en la parte superior de la Rampa Norte, se propone lo siguiente:

10.1. Por el Nv. 5 ingresan $17,000 \text{ p}^2/\text{min}$ de aire fresco que luego de recorrer la zona superior del Block Sur, baja por la Rampa Sur y a altura del Frontón 23 N incrementa el flujo que sube por la rampa norte.

Este caudal de aire debe ser aprovechado al máximo, facilitando su fluidez. Es decir, debe sellarse las comunicaciones a otros tajeos y limpiar las galerías que recorre con el objeto de disminuir las resistencias al mínimo.

10.2. Instalar un ventilador en la Rampa N° 1 trabajando en succión de tal manera que la velocidad del aire en las rampas superiores se incremente y evite cualquier eventual acumulación de gases. El ventilador será de 50,000 CFM, presión estática de: 11" de agua, con una potencia de 96 HP y 1,750 RPM. Ducto de 36" de diámetro.

11. Instalar en el taller un sistema de ventilación auxiliar, cuya manga de ventilación metálica esté ubicada antes del 5to. crucero. El ventilador axial de $30,000 \text{ p}^3/\text{min}$ y 4" de agua de presión deberá estar ubicado fuera del taller para evitar incrementar el ruido producido por los equipos en trabajo y descargar el aire usado en la galería 980 Sur mediante una manga de 36" de diámetro y 100 metros de longitud como máximo (la descarga será a una chimenea de servicio, comunicada a superficie), si es necesario prolongar la manga deberá considerarse la instalación de otro ventilador en serie, cuyas características deben ajustarse a los requerimientos.

El sistema antes anotado deberá funcionar solamente, durante el tiempo que demora el mantenimiento de vehículos Diesel en el Taller Subterráneo.

12. El funcionamiento de un buen sistema de ventilación es tá íntimamente relacionado con el control constante y su mantenimiento óptimo, sin lo cual no se garantiza su eficiencia. Por lo tanto, se recomienda la formación de un equipo de trabajo cuya única responsabilidad deberá ser el control y mantenimiento de la ventilación de subsuelo.

Su organización será la siguiente:

- un ingeniero
- un electricista
- un mecánico
- tres ayudantes (uno por guardia) con conocimiento o entrenados en Seguridad e Higiene Minera.

13. En la época que se efectuó el estudio (julio 1979) era verano en la zona de Huaraz, por tanto la temperatura externa de la mina favorecía el movimiento de aire en interior de mina.

Se recomienda, efectuar otro estudio de la ventilación en invierno con el objeto de subsanar posibles deficiencias y de mantener un movimiento de aire eficiente en toda época del año.

14. Organizar y equipar una brigada contra incendio para prevenir cualquier amago de incendio en el taller de Mantenimiento Subterráneo, proveniente del aprovisionamiento de combustible y utilización de lubricantes. Instalar en lugares estratégicos extinguidores de incendio tipo espuma química para incendios de combustibles y del tipo polvo químico para incendio de equipos eléctricos y motores.

15. Con el propósito de controlar el funcionamiento de los ventiladores, deben codificarse de acuerdo a sus características y ubicarlos en el plano de ventilación.
16. Las comunicaciones con tajeos y/o labores antiguas deben taponarse para evitar pérdidas de presión por difusión y desperdicio de aire fresco.
17. Para mejorar la eficiencia del control de gases de escape, debe considerarse el equipamiento de los vehículos Diesel de un sistema doble, compuesto por un purificador oxicalalítico (SCRUBBER) y un sistema de decantación de agua de alto grado de purificación que permitirá ~~retener~~ el hollín, el combustible sin quemar y hasta cierta extensión, óxido nítrico y dióxido de nitrógeno.

RECOMENDACIONES SOBRE SEGURIDAD

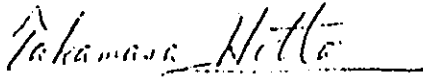
1. Renovar e incrementar los avisos de Seguridad en el interior de la mina, como una medida complementaria de la educación en Seguridad y prevención de accidentes.
2. Instalar iluminación en las zonas donde se realiza el carguío con scoops y la perforación con Jumbos.
3. Señalizar las áreas de peligro en la zona del pique demarcando llamativamente la ruta por la cual debe o pueda transitar el personal.
4. Para que las operaciones se realicen seguras se debe entre otros factores, dar un buen mantenimiento a las lámparas de seguridad y asegurarse que su ciclo de cargado se cumpla.

5. En la galería cercana a la zona del pique, en el nivel 5, existe un tramo derrumbado con material suelto que debería contenerse mediante un muro para evitar el deslizamiento hacia la galería por donde transita el personal.
6. Para el sostenimiento con cuadros en terrenos alterados, se debe utilizar madera más gruesa y asegurarlos en partes donde el terreno sea más compacto usando cuadros completos.
7. Las galerías y labores en general, de uso frecuente por personas y vehículos deben mantenerse limpias (sin material acumulado a los costados) ya que el lodo dificulta el tránsito de las personas y origina esfuerzos excesivos en los motores de los vehículos generándose una mayor combustión y una mayor presencia de residuos gaseosos.
8. En las zonas de fracturación intensa utilizar el shotcrete como medio de sostenimiento en vez de pernos de anclaje, por otro lado, sería recomendable la instalación de los sistemas de alarma que está utilizando la empresa en todas las zonas de trabajo de la mina.
9. Con el propósito de obtener un diseño operativo y seguro de las labores (galerías, cruceros y rampas, frentes de explotación) es recomendable realizar un estudio de mecánica de rocas que proporcione el tipo de sección y sus dimensiones, igualmente para los pilares.
10. A fin de evitar el tránsito de personal por las chimeneas (inclinadas) de servicio y ventilación, se debe colocar mallas en la boca de dichas labores.

11. El personal encargado del afilado de barrenos con esmeril debe utilizar anteojos de protección.
12. Los disparos a media guardia deben evitarse en lo posible; de ser sumamente necesario se deberá distribuir convenientemente a un número determinado de trabajadores que prevengan e impidan el paso de personas que van hacia la zona de disparo.
13. Los trabajadores encargados de extraer y transportar el mineral (operadores de Scoops) deben desquinchar las rocas en las labores recientemente disparadas antes de iniciar su trabajo.
14. Organizar por lo menos dos cuadrillas de rescate minero y entrenarlos en la práctica y métodos apropiados de salvataje, para que actúen en casos de emergencia.
15. Organizar y equipar una brigada contra incendios como medida preventiva contra cualquier siniestro que se presente en las instalaciones de la empresa.
16. Dotar a la División de Seguridad de los instrumentos y equipos necesarios para que efectúe sus inspecciones de seguridad, evaluaciones de ventilación y controles ambientales, así como los medios para la difusión y ejecución del Programa de Seguridad.
17. Prohibir el exceso de velocidad de los volquetes que transitan entre la mina Hércules y la concentradora ALIANZA y colocar avisos de seguridad en lugares estratégicos de la citada carretera.

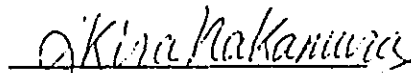
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Misión Japonesa de Minería



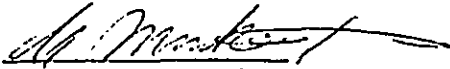
Ing. Takamasa Hotta

Director General



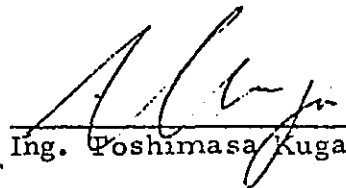
Ing. Akira Nakamura

Director



Ing. Yasuo Mukai

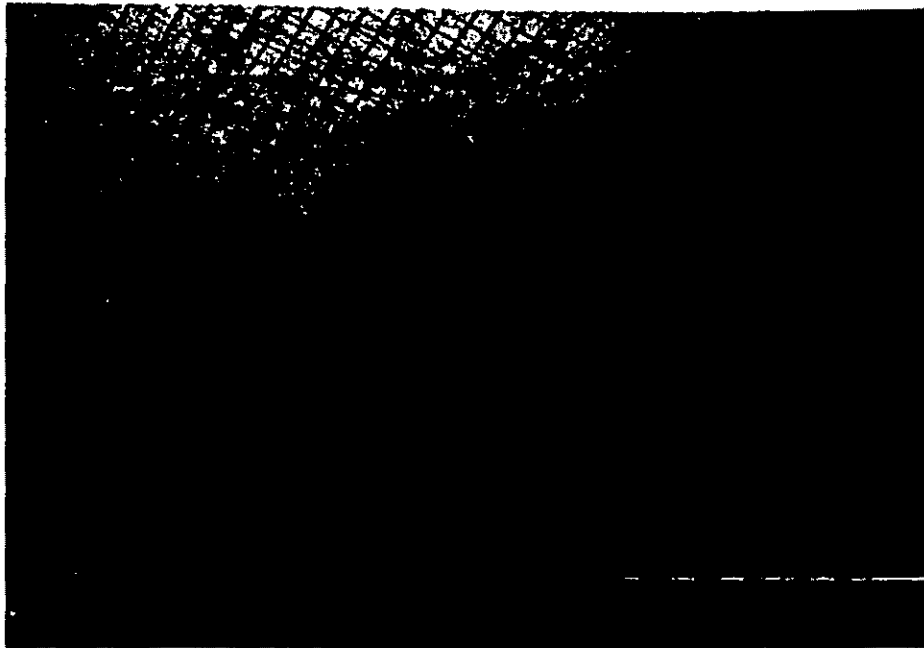
Director



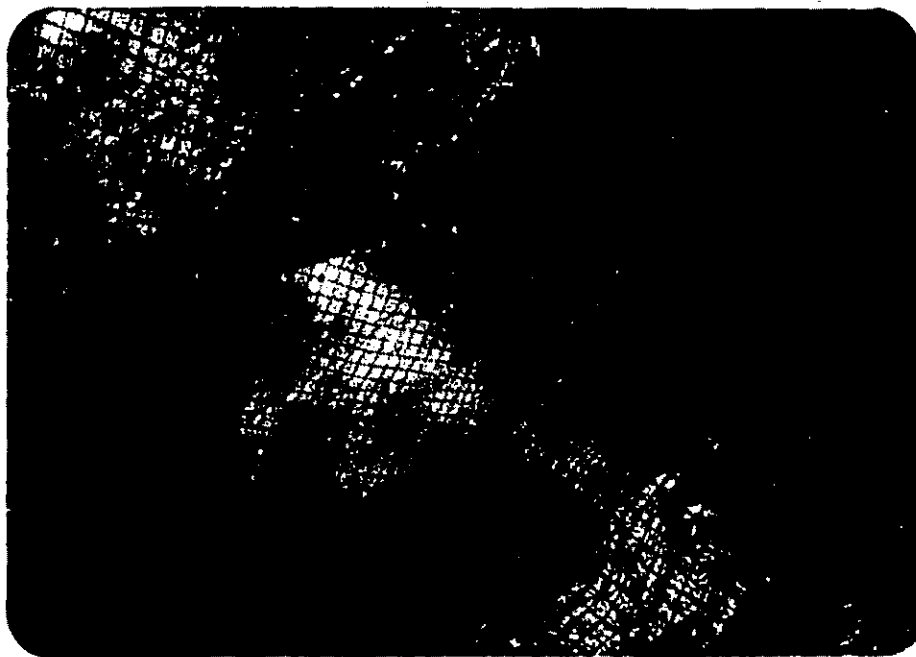
Ing. Foshimasa Kuga

Director

JICA
TA/JL
rpu/la

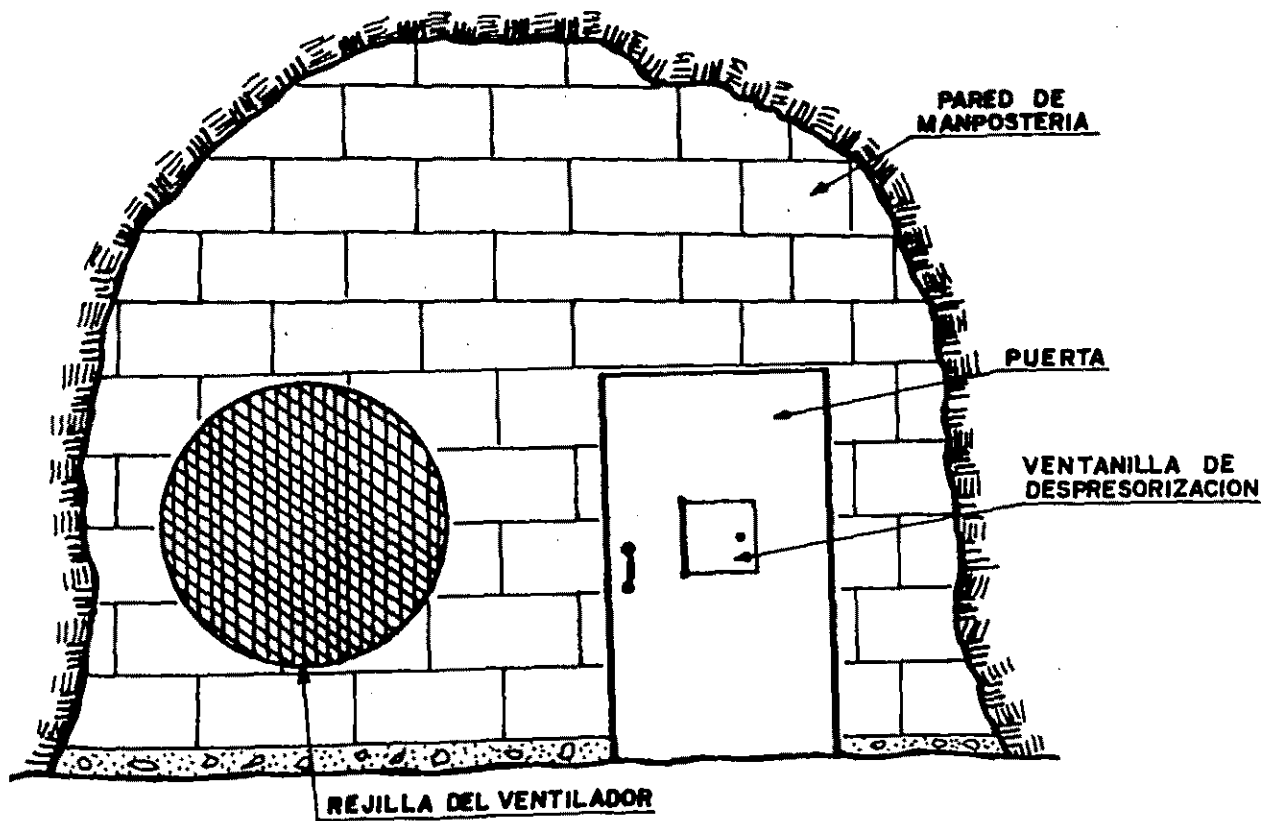
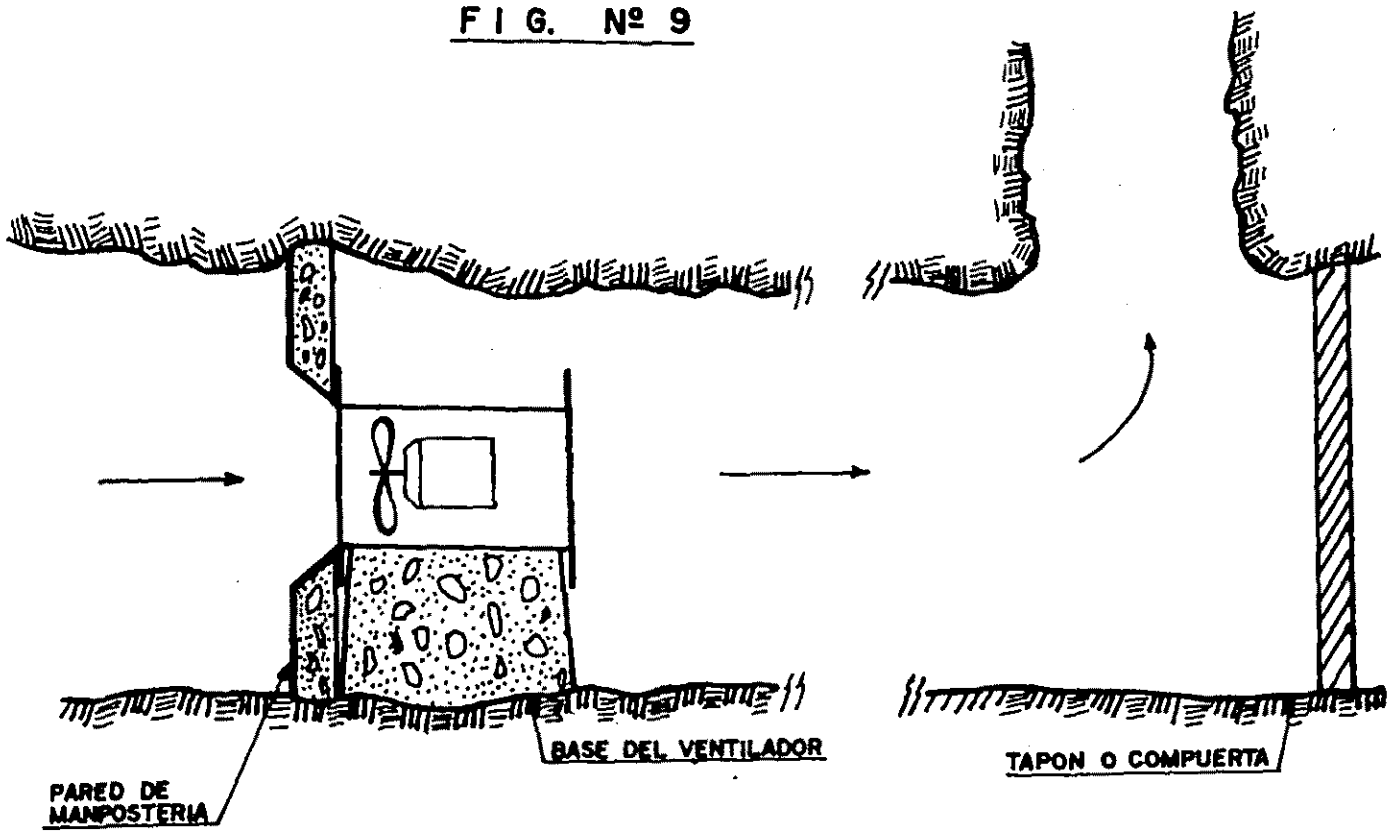


Fotografía N°1 Sostenimiento empleando pernos de anclaje y malla de alambre.



Fotografía N°2 Sostenimiento empleando pernos de anclaje y malla de alambre.

F I G. N° 9



Fotografía N° 3 Ing. T. Kuga de la Mi
sión Japonesa, efectuando mediciones de
ventilación

Fotografía N° 4 Ing. T. Acero, J. Li y Y. Mukay , efec-
tuando mediciones de Monóxido de Carbono en interior de
mina.



Fotografía N° 5 Ings. T. Hotta y T. Kuga
en la mina Hércules.



Fotografía N° 6 Personal Técnico de la Cía. Minera
Alianza efectuando mediciones de monóxido de carbono
y óxido de nitrógeno.



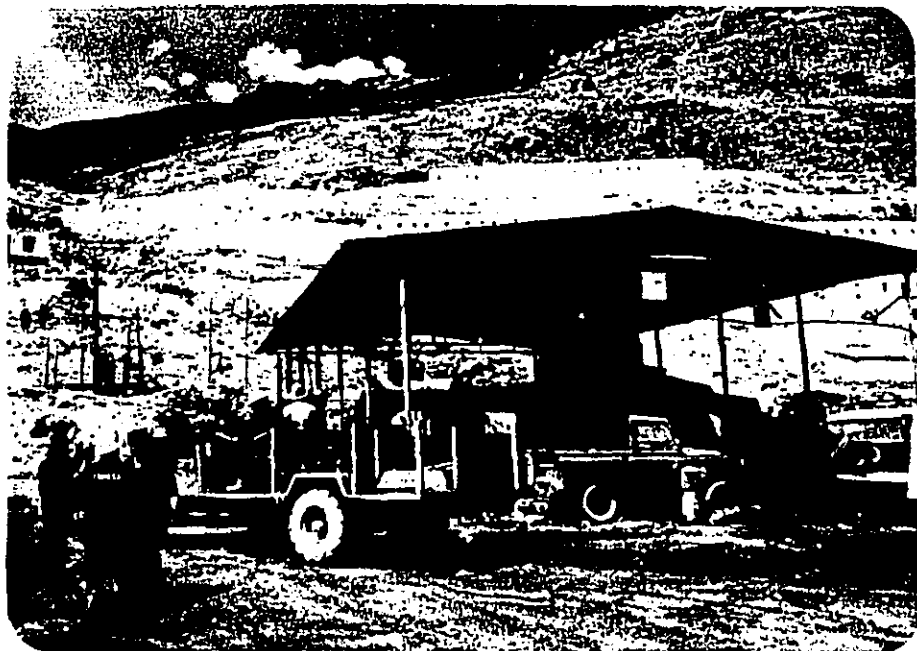
Fotografía N° 7 Ing. T. Mukay y un Técnico de la mina
midiendo el flujo de aire de una chimenea.



Fotografía N° 8 Ing. C. Gonzales - Jefe de Seguridad
Ing. Javier Li , un técnico de la mina y el Ing. D. Agui
lar efectuando mediciones de monóxido de carbono.

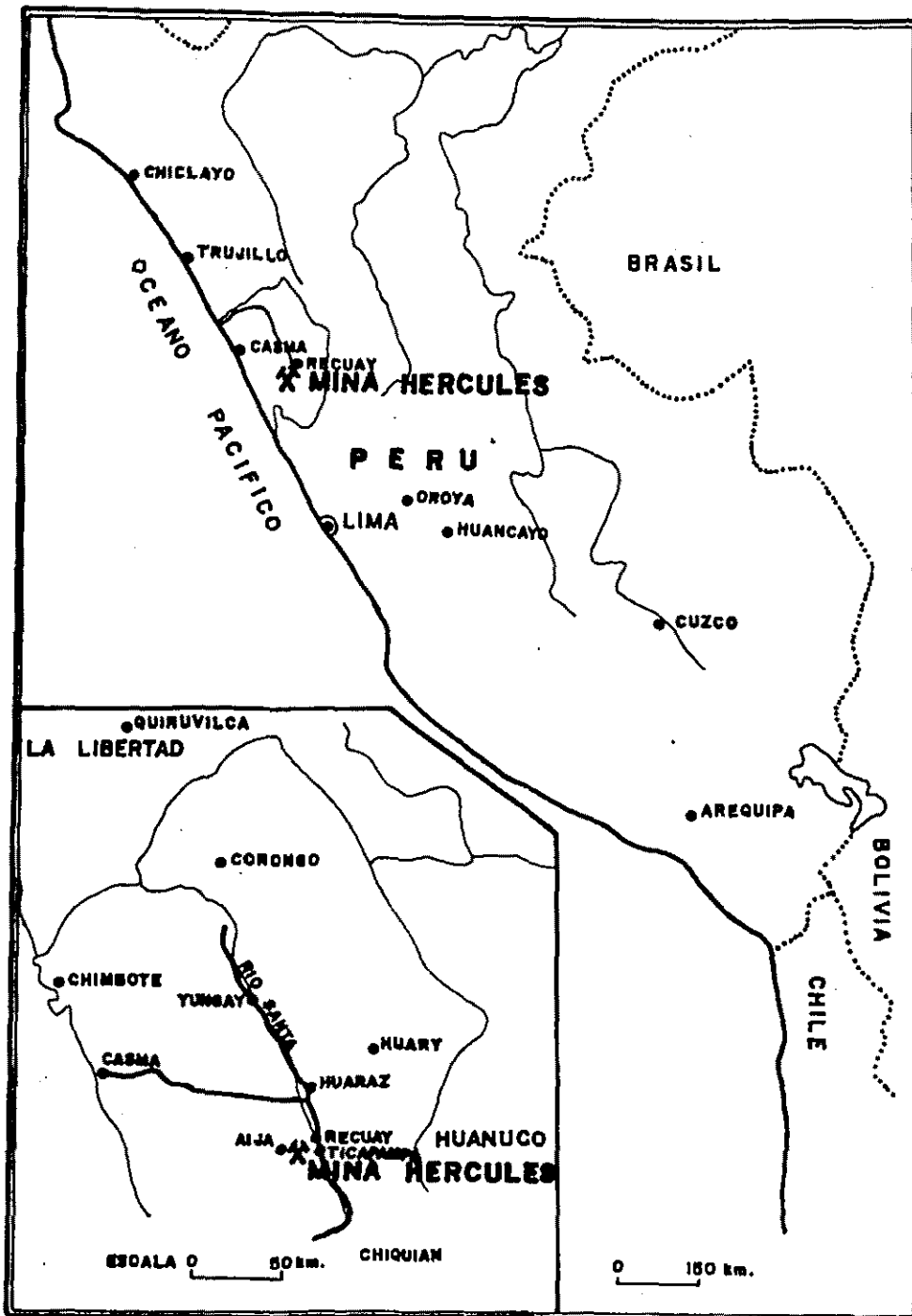


Fotografía N° 9 Ing. J. Li de INGEMMET efectuando mediciones de ventilación en una chimenea Raise Boring.

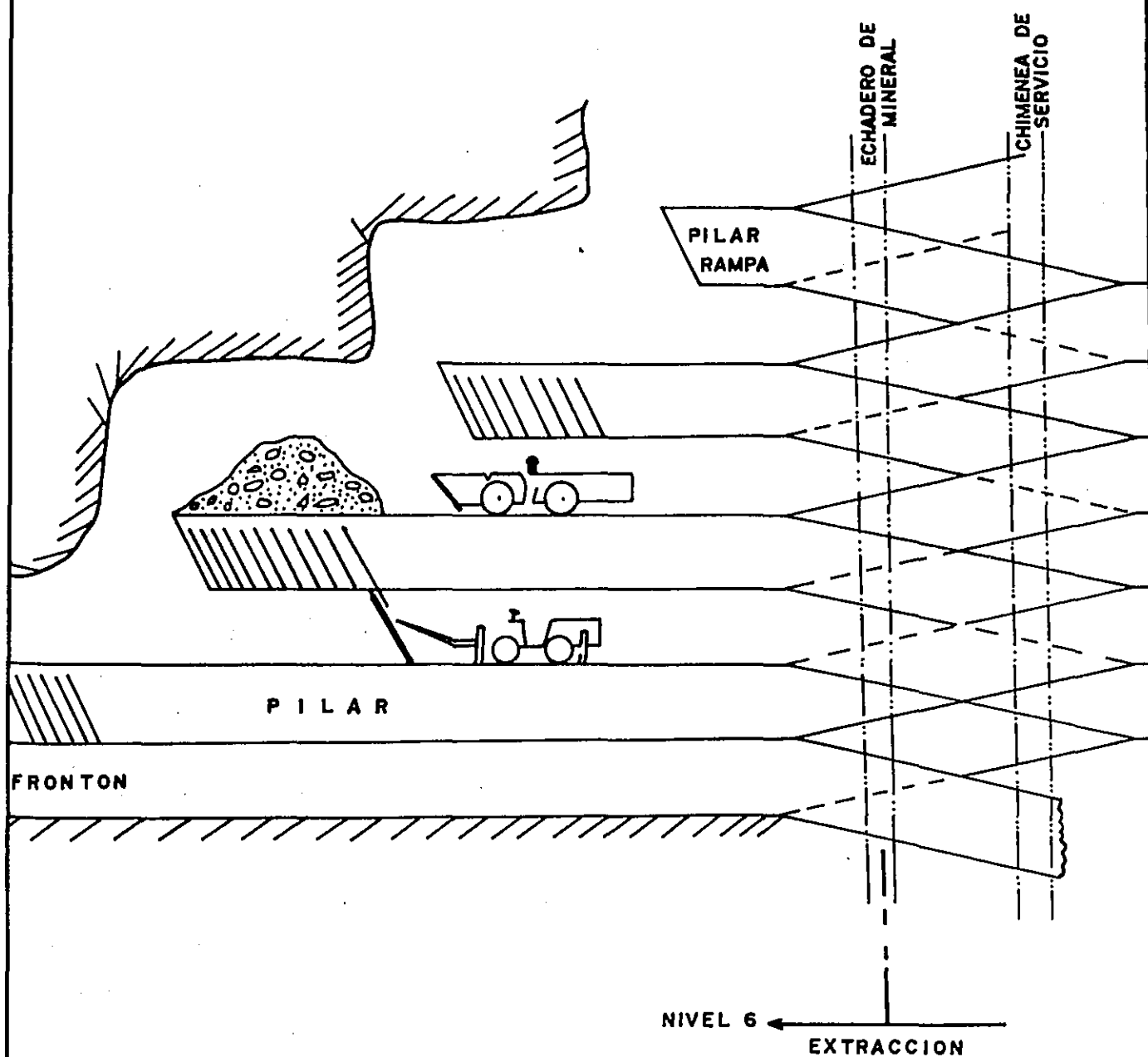


Fotografía N° 10 Taller de Mantenimiento de Vehículos Diesel de la mina Hércules.

FIG. Nº 1
MINA HERCULES
MAPA DE UBICACION



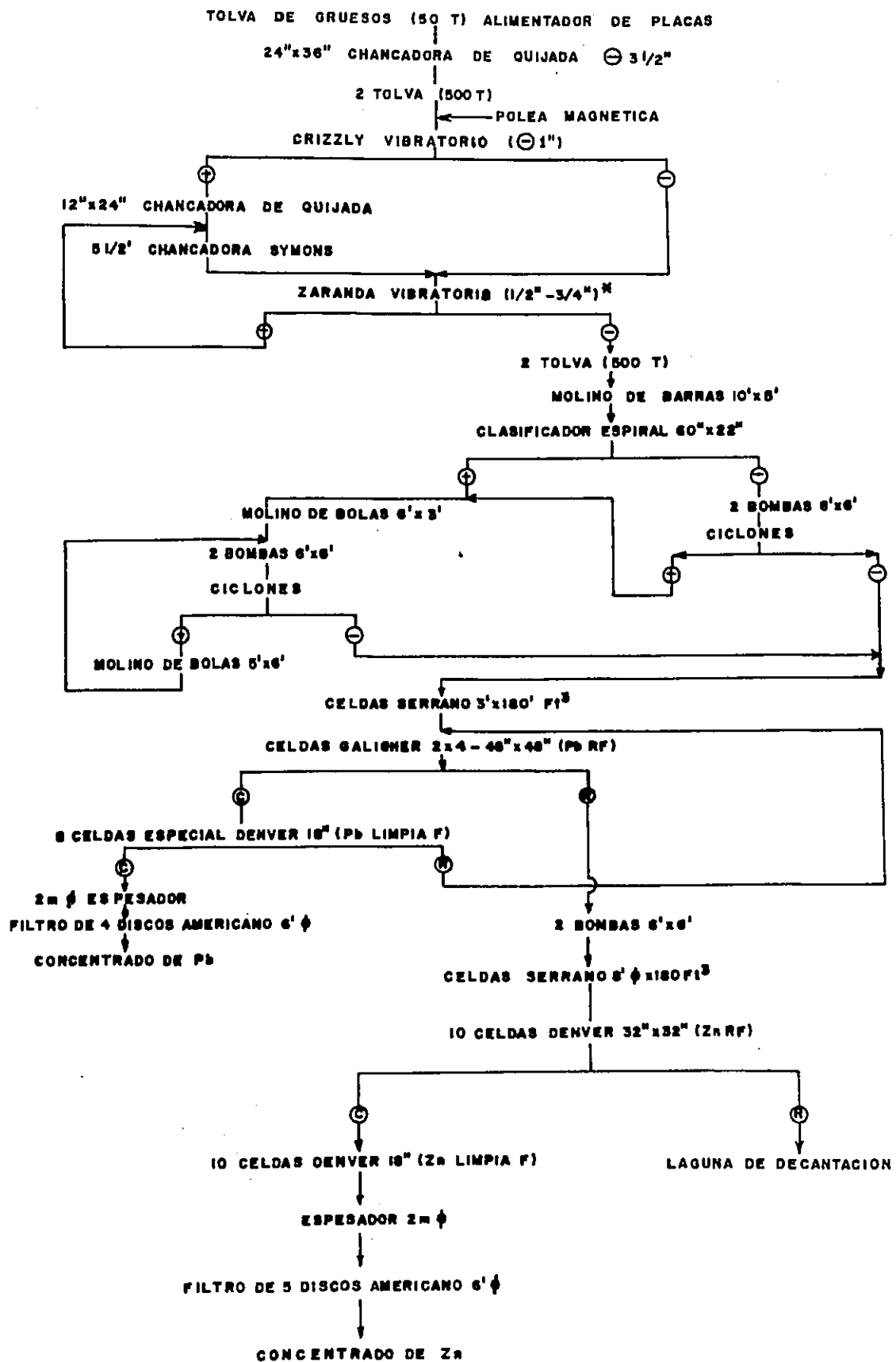
**FIG. N°2 - MINA HERCULES
METODO DE EXPLOTACION: FRONTON - PILAR**



DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ R
DISEÑADO POR: ING. TOMAS ACERO R.
: ING. JAVIER LI R.

COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA
MEN - JICA - INGEMMET

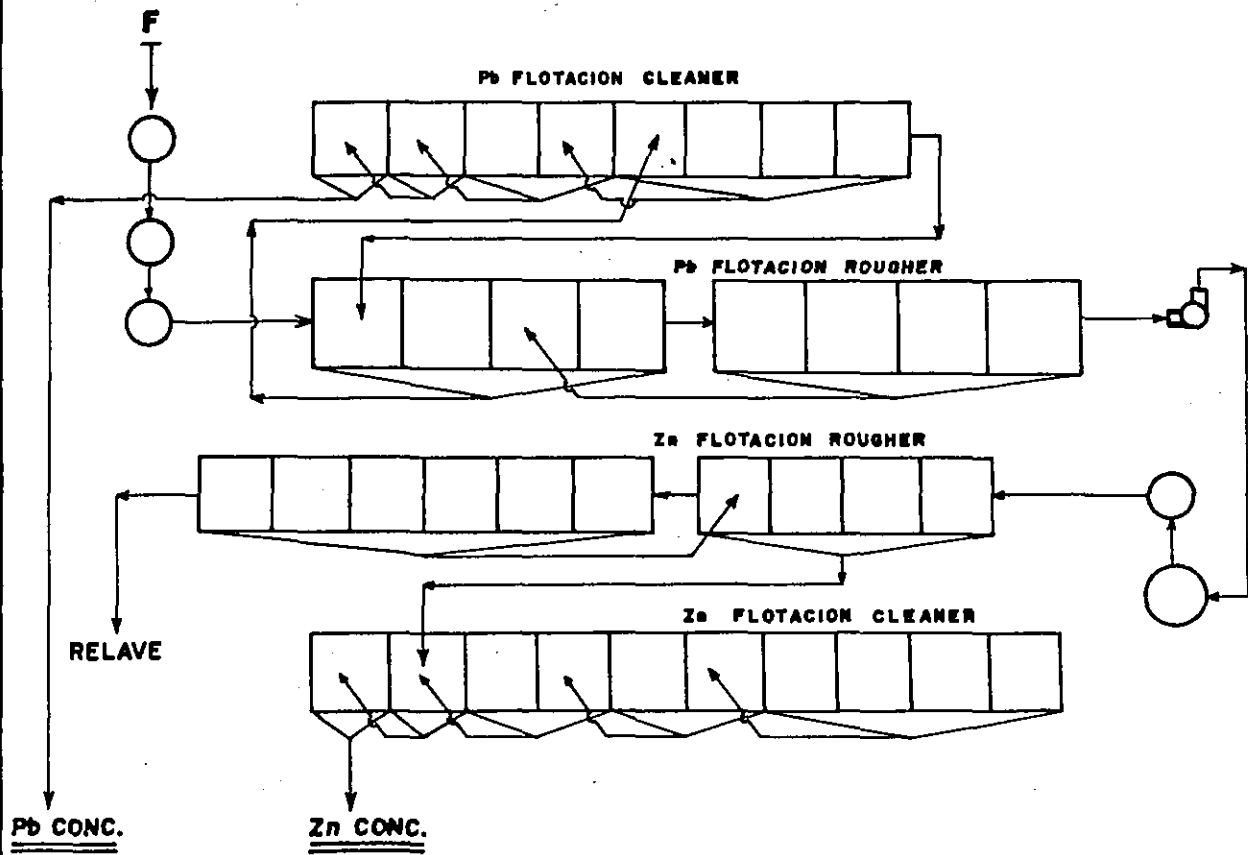
FIG. N°3 - FLOW - SHEET - PLANTA ALIANZA



^W ACTUALMENTE CAMBIADO POR: ZARANDA SYMONS CYNTRON SCREEN

FIG. Nº 4

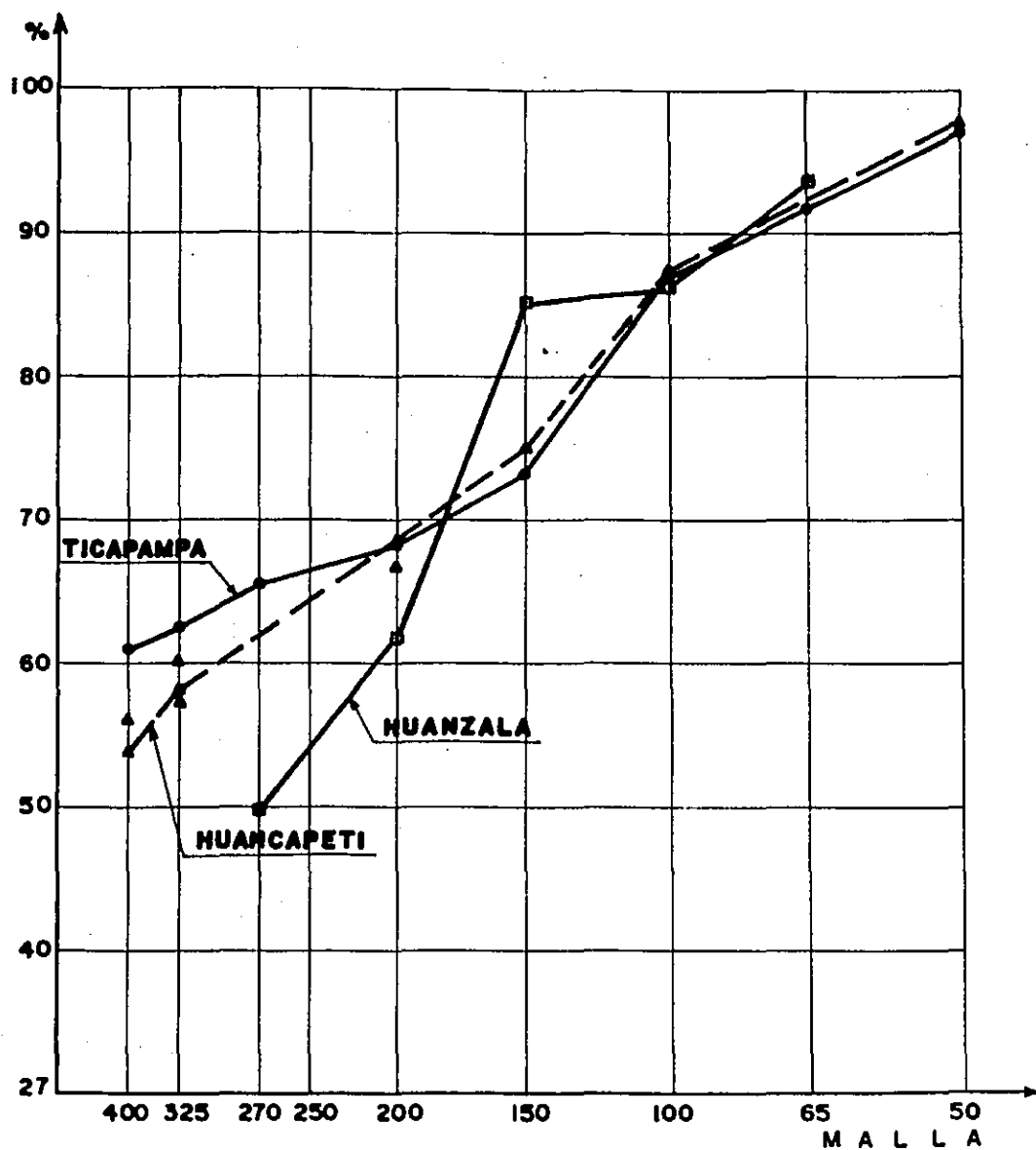
FLOW-SHEET DE FLOTACION - PLANTA ALIANZA



DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ R.
DISEÑADO POR: ING. TOMAS ACERO R.
: ING. JAVIER LI R.

COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA
MEN - JICA - INGEMMET

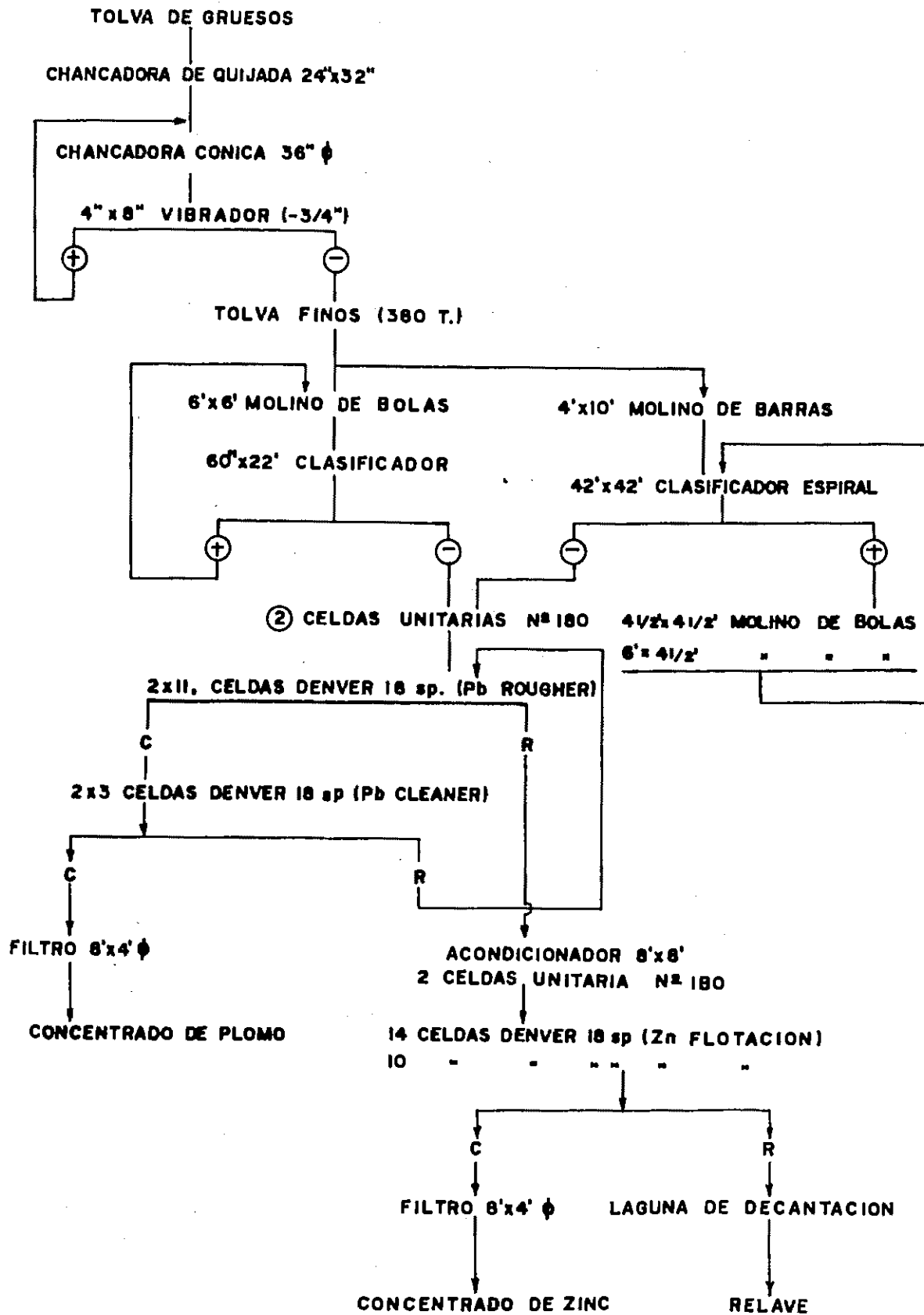
FIG. N° 5 - DISTRIBUCION ACUMULATIVO DE PESO DE ACUERDO A TAMAÑO DE PARTICULA



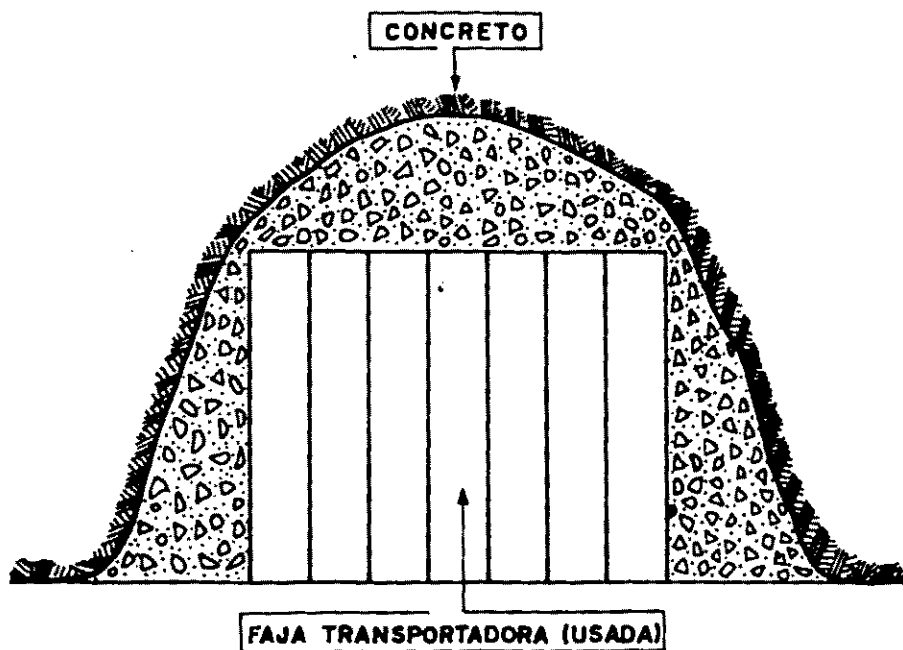
DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ R.
 DISEÑADO POR: ING. TOMAS ACERO R.
 : ING. JAVIER LI R.

COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA
 MEN - JICA - INGEMMET

FIG. N° 6 - FLOW-SHEET DE PLANTA HUANCAPETI



F I G. N º 7

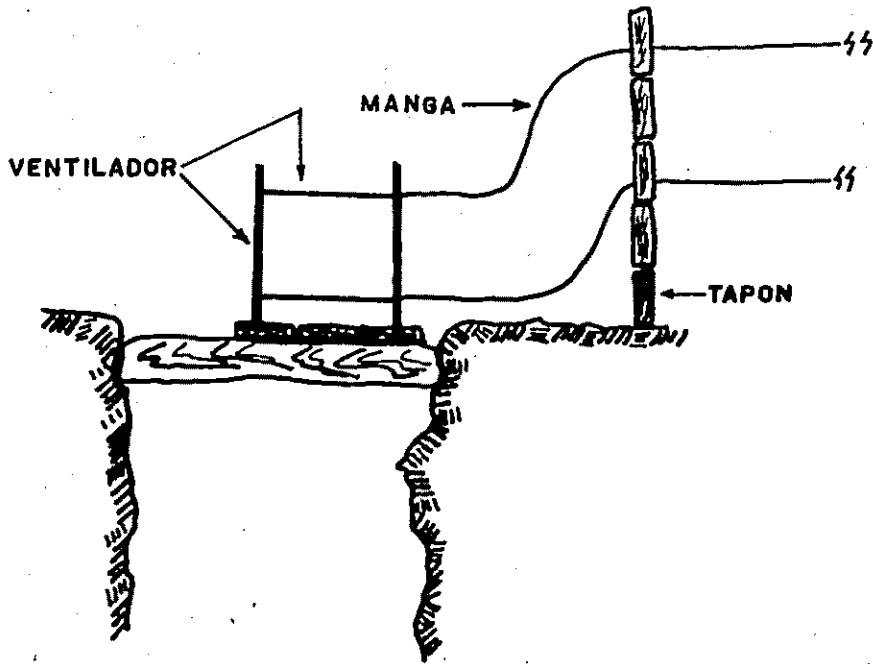


**SISTEMA DE COMPUERTA O CORTINA CON
FAJA TRANSPORTADORA**

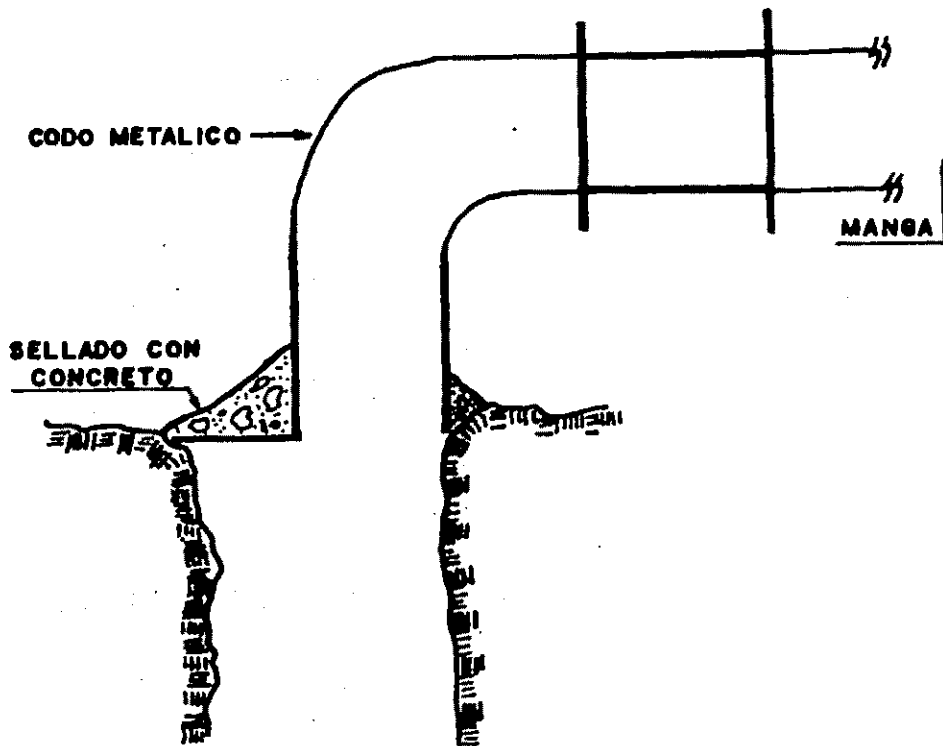
DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ R.
DISEÑADO POR: ING. TOMAS ACERO R.
: ING. JAVIER LI R.

COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA
MEN - JICA - INGEMMET

F I G. N° 8



FORMA INCORRECTA



FORMA CORRECTA

DIBUJADO POR: TEOCOSIO SANCHEZ R.
DISEÑADO POR: ING. TOMAS ACERO R.
ING. JAVIER LI R.

COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA
M E N - J I C A - I N G E M M E T

PIIP社 鉱山社 ヘルビス鉱山 通気保安調査 及び
PIIP社 ワカパチ選鉱場 保安調査報告

1. 緒言

IICA 駐田向中 入質 案内家、及び 動力 鉱山省 T. P. RO. INGENMET
I. Li 技師は 1979年 7月16日~25日に 日リ ヘルビス 鉱山 坑内 通気 及び
保安 状況 調査 PIIP社 及び ワカパチ 選鉱場 の 保安 状況 調査
実施 した
是 調査 は PIIP社 の 要請 により 実施 した ので、その 主要 目的 は
ワカパチ 車両 修理 工場 の 坑内 設置 につき 保安 衛生 環境 改善
と、効率 上 の 坑内 通気 系統 維持 につき の 検討 である。
又 選鉱 担当 案内 家 中村 技師 は PIIP社、ワカパチ 選鉱場 を
査察 した。

2. 概要

2-1 所在地

ワカパチ 江 岸 P11 部 と ワカパチ 部 と の 境界 部 に 位置。 黒川 山 脈
の 西 側 面 に 位置 し 標高 3970m。 ワカパチ 鉱山 地帯 の 北 西 端 に
ある。

2-2 道路

鉱山 に 至 る 2 各 路 あり 112-114 及び 112-012 に 至 る 各 路 と
112-022-ワラス-ワカパチ の 各 路 ワカパチ と P11 の
間 約 30km の 道路 (舗装 あり) に 乗って ヘルビス 鉱山 に 至 る。

3. 地質

鉱山 地質 は "Calipuy" 系 に 賦 属 して いる。

火山 岩 (流 岩、斑 岩、安 山 岩、凝 灰 岩) は 斑 岩 及び 酸性 岩 の
侵入 を 受け 斑 岩 地帯、Tinchis collarca を 形成 して いる。

鉱山 は 2 の 主要 系 脈 系 統 を 持つ。

A-系 統

主要 系 統 脈 構造 を 形成 した Hercules A 脈 床 Techo 脈 床
No. 1, 2, 3, 脈 床 脈 床 である。 走向 は N10°W. 0.5°N 30°W の
間。 傾斜 は 約 40° 西 傾 である。

B-系 統

No. 1, 2, 3 断面とその中間帯の如く A 系鉱と横切し一連の鉱脈
 脈には 877 形成され 走向 N60°E ~ N70°E 間 傾斜は
 80°N 傾斜 ~ 80°S 傾斜である。

鉱脈は上昇鉱液に 83 高圧を 3 段階を 2 形成され、その
 鉱物別成り 黄鉄鉱 硫化鉄鉱 内亜鉛鉱 方鉛鉱
 黄銅鉱 輝銅鉱 4 面砒銅鉱 鉛 斑銅鉱 4 面
 銅鉱 輝銀鉱 磁硫鉄鉱

坑内には 毛鉱 (Jamaenite) の如き 3 等は 下方部に 30% 程度
 の 3.12.11.3 可取性を 示している。

当坑は 鉱脈林 第 2 充填鉱床である。

3-1 地質

鉱山は "Calipuy" と稱する 3 紀 火成岩の 粗面岩 1 対 1 - シンク
 受ける 頁岩の 薄層に 認められる。両系統の 岩石は 完全に 酸化さ
 れて いる 同様に 強く 酸化されている。

上方部には 流岩類と 同様に 下方部は 礫岩 火成 凝灰岩の 層に
 火成岩類は 流岩類 安山岩質の 凝灰岩 及び 礫岩 別成り。

火成岩類は 熱水作用の結果 生成した 緑泥石 綠泥石 絹雲母
 斜長石 石英 等の 交代の結果 生成した 緑泥石 綠泥石 絹雲母
 及び 方鉛石 等の 存在に 877 明瞭に 示される。(酸化 及び 酸化石
 化の 由に)

3-2 埋藏鉱量

確定鉱量は以下の如し

11942 鉱山	1588.410 ^t
40 地	596.525 ^t
計	2184.935 ^t

品位

鉛	3.05%
銀	6.2 02/t
亜鉛	3.75%

生産量

全鉱山計	28,000 ^t /月 ~ 30,000 ^t /月	950 ~ 1,000 ^t /日
本坑別位	鉛 3.7%	
	銀 6.8 02/t	
	亜鉛 3.6%	

人員	坑内計	150名	直轄
	ハリス2鉱山	40	請負
	ウパカハ4ヶ	30	
	2トウカン	30	
	運鉱場	250	直轄
	補助坑内	70	
	車庫	45	
	計	615名	

4. 作業方法

ハリス2坑床下及びハリス2鉱脈は現在ハリス2、27-70トウカン、トウカン3ヶ
ホニで使用し、ラセン形斜坑に於て機械化採掘を行なつてゐる。
上下8m間隔毎に斜道端から鉱体端迄水平坑道を用ゐる。
斜道に直接ハリス2ホニに於て立坑を用ゐる。立坑を鉄石
坑井、土砂坑井、その他補助坑井として使用。

4-1. 採鉱

採鉱機は Fanlon Pilan 機 (F41方式) 採用。毎15分連続
使用のレックハニヤー及び27-70トウカンレックハニヤーに於て
岩中のハリス2岩量 2,400³ の27-70トウカンに於て運送せしめ、鉄石を
立坑に投入。下方坑道 (No.6) にて、立坑中の鉄石を、27-70トウカン
坑外に出鉱してゐる。斜道斜傾15°、幅員 4.20m x 3.00m。採掘
跡は無充填。側壁の崩壊に於て自然充填せしむ。
坑道支保はレックハニヤー及びハニヤーに於て、場所により坑床支保を
行なつてゐる。

5. 関係者名

関係者は以下の如し

副社長 Emilio Caballero

鉱山長 Luis Palacio

副鉱山長 Otto Delarde

その他 staff

保安部長 Carlos González

副保安部長 Daniel Santiago Aguilar

労組代表者 1名

8-1 通気系統.

全体は自然通気、局部的に強制通気をとつてゐる。通気は下方部から入り、上方に上り、レ-ス-ホ-ラ-孔を経て坑外又は坑外に上つた後上方旧坑道に導かれる。(付1回参照)

8-2 現在通気量.

坑道、支坑、斜道、坑内坑材及び坑外の排気口の通気調査、地質、酸化特性、鉄床、作業方法、坑内修理工場設置、坑内燃料貯蔵所又、坑内気温、相対湿度、 CO_2 の観測に通気不足箇所の一酸化炭素の有無を調査した。次表に、同連風量、次表に通気量バランスを示す

表1 坑内風量及鉄山通気量

付1回参照.

No.	箇所	同連風量	風量不足箇所	同連土 No	備考

NMA 通気量

PMA 通気量

表1から見て全体の必要量を満たしてゐるに欠けず、排気は、 CO_2 の不足を示してゐる。例として、NO. 11, 26, 56, 58, 75等々の各地所に於ける通気量の不足を示してゐる。風量の不足に於ける箇所は、大部分は、盲坑道と、これに上つた坑道で、これらに於ける局部扇風機を使用して通気改善を要する必要あり。又上部1, 2, 3斜道に於ける通気抵抗のため通気量の自然消滅に及んで、同連の欠けを之からせらる。

結論として次の箇所は、通気の改善を必要とす。

1. 盲坑道引上面
2. 盲坑道引上付近の坑道
3. 上部1, 2, 3斜道

次表に通気総合バランスを示す。

表4表. 入気及排気通気総合バランス

入気.	同量排気	排気	同量排気
	155,900		155,900

* 坑深以上には、入気不能な排気口がある。

総合通気バランスでは入気 155,900 排気は必要量 132,800 排気と満足しているが、前述の管路に於ける強制通気による排気の停滞を防止する必要がある。

9. 坑内修理工場に於ける通気について

このようにして、41-200 区間の坑内修理の工程は、あり、従って、41-200 排気口の除去、岩接作業において最大限の安全性及び効率を不慮の出来事条件下で、作業を行なわなければならない。修理作業中の粉塵、その他有害散物については同様である。充分な通気、常時安全検査をして火災防止対策が必要である。

前述の線に沿って調査の結果を次に示す

表4表. 坑内修理工場の必要通気量

人員 機械	馬力/台	単位当り必要量	計
			40,280

修理工場作業中作業者及び機械に対して最少限 40,300 排気が必要である。

表5 修理工場に於ける実通気量

No.	箇所	風速計値	流量計値	同上No.	記事
1	入気口				入気
2	側面坑道貫通口				排気
3	修理工場				排気

必要通気量 40,300 打/分に対し、実通気量 17,800 打/分であり、
 通気量不足により、局部強制通気を要す。
 なお修理工場には天窓は10-2ホト以外に、岩盤崩落の予知装置
 を備えている。

10. 坑内温度湿度

測定結果を次表に示す。

表6

No.	箇所	温度		相対湿度%	同上No.
		地表°C	坑内°C		

坑内温度 6~19°C 相対湿度 34%~89% の範囲にあり、
 日中坑外0.5の入気温度は 6~19°C の範囲内にあり、この程度の温度
 変化が坑内外業者の呼吸装置に影響を及ぼすとは存じと判断す。

11. 一酸化炭素について

坑内特に修理工場に於て、一酸化炭素を検査したところ、
 結果を次に示す。

表7 坑内一酸化炭素濃度

No.	箇所	濃度 ppm	同上No.	記事

坑内のCO量は2~25 ppmの範囲内にあり、これは指令にて定められた8時間、50 ppmの許容限度以下であり、作業者に有害な問題は無い。

スクリューコンクリート機4台、ワグナー製トラクタ1台により排気ガス調査は17人の機械工と監督者1人が平均して1日約1時間次の諸品に調査を実施している。

- 燃料
- 潤滑油
- タンク
- 9.12 P 77
- エンジン

表 坑内修理工場に於ける二酸化炭素濃度調査

No.	箇所	濃度 ppm	記事

二酸化炭素量は許容限度の50 ppmであるが、窒素酸化物、炭酸ガス、炭酸ガス、修理工場内作業者の呼吸器障害と心理的な不安な原因を与える可能性はある。

12. 保安状況

ペリウシ鉱山では、坑内外を、保安委員会が責任において保安教育を行い、衛生の改善への効果的処置を行う。これ以外に計画として、これには業内職、及び教育を受けた補助員が参加し、ヘルプ・鉱業、福祉安全規則の遵守につき、全時間を二分して行う。然し、この経験を發揮出来ずに充分な場内(部内)に無い。又、粉塵、ガス、騒音の制御のための材料を備え、保安委員会、保安長、衛生員、保安員、耐火着、等は充分備えられ、又、器具の McCaa に揃っている。

選鉱場

P11P社は2選鉱場あり。4カバニハにありP11P=井選鉱場
別名新選鉱場 他は7カバニハにあり7カバニハ選鉱場と
あり

14. P11P=井選鉱場

P=カツシ工學 レノアイ郡 4カバニハ村にあり 海拔3,600m 井ノ川
川岸にあり。選鉱処理鉄鉛は 方鉛鉱 閃亜鉛鉱 金銀
鉄閃亜鉛鉱 錳鉛鉱 金銅硫化鉄鉱とあり。

	元鉱品位	精鉱品位	採収率
鉛	3.5%	57.5%	81%
亜鉛	3.8%	51.3%	75%
銀	8.0 ^{oz} /t	123.4 ^{oz} /t	85% (鉛精鉱中)

選鉱容量 550t/日 設備の概要を以下に示す

粗砕舎

1000t/日 2台あり 保安状況良好

9号シヤ

2ハシ社製 15" x 20" → 45cm x 20cm 2次破砕
→ シュ給砕舎 500t/日 x 2基 粒度約10mm
粒度制御装置を必要

ボウシ

5' x 10' シュ2基 1号は選入、オーバーは6' x 8' ボウシ
シュに送下
保安は改善余地あり 主として1号のボウシに力を入る

浮選

槽の配置状態良好 通路広し 照明通気良好

試薬室

電力にて試薬を浮選回路に供給

堆積場

坑溝は溝と通じ、4カバニハ社選鉱 水力砕選選水
管の上方を木樋と通じ井ノ川の左岸堆積場に至る
堆積場と川との高低差約7m
堆積場の北東部川との境界は石塊堤 北部

北東部には生感温水の排水溝があり、全体的に22
堆積場の配置は良好といえる。堤体が川に接
近し、河川を汚染するからである。

検討事項

- 一次破砕場付近は作業環境改善の要あり。
- 過粉碎の傾向あり。例として70-75%鉄山では 200 mesh 以上
63.64% に対して 400 mesh 以上は 61%
を占め、そのための粉砕電力を大量に消費し、試薬量の増大
に及ぶ。これに対しては、多段サグロンの使用に待つ。Spigot
に脈石の混入防止を除去し、Spigot は高鉛鉛、閃鉛鉛を
ハロイの磁化物のみを含むようにするため、試行錯誤的
試験にて、破砕粒度を決定すべきである。
この場合サグロンの Spigot は、試薬を使用せずに、バル
ブ調整により、その後の鉛石分離が容易である。
オーストロ-1 単の品位が、鉛 0.2%、亜鉛 0.3% 程度であれば
処理にて、堆積出来る。
選選に於て、粒度がより大きい事によって、総活性表面積
が小さくなり、試薬量が減少する。従って、破砕粒度を
現在より大きくするに望む。 (Fig 5 参照)

15. ウアッカへの選鉄場

当選鉄場は、アタカマ州、レライ郡、ウアッカ村にあり、標高 4670m
ウアッカへの山腹にある。ハリスカバドクトル山脈の鉛石を
選鉄している。1975年以降、改選場となり、現在 500t/日の容量を持つ。
(才4回参照)

破砕

1. 粗鉄倉 容量 500 M.T.
2. 一次破砕 MAGENSA 15" x 24" 30t/時
3. 二次 " KUE-KEN NO. 28 27" x 41" - 50t/時
ALLIS CHALMERS 27" x 41" - 36" 60t/時
4. 震動篩 4' x 6' 篩目 3/4" x 3/4"
5. 24" ベルコン 72" 2 系統
6. 細鉄倉 400t 容量

工廠

1. 10" x 14" 31 COMESA 4' x 10'
2. 10" x 14" 31 BERTELLO Y. MERCY 2 基 COMESA 1 基
 $4\frac{1}{2} \times 4\frac{1}{2}$ $6' \times 4\frac{1}{2}$ $6' \times 6'$
3. 2" x 14" 31 77-77-AP- COMESA 42" x 22"

浮選部内

- 鉛浮選 MOROCOCHA 517° 160 ft³ 2 槽
 DENVER 18" 槽 1 系列 14 槽 x 2 系列
 COMESA (DENVER 型) 32" x 32" 6 槽
- 重鉛浮選 系統槽 8' x 8'
 MOROCOCHA 517° 160 ft³ 槽
 DENVER 18" 槽 1 系統 12 槽 x 2 系統
 予備 8 槽

脫水部門

- COMESA 6' x 4' 脫水機 2 基
 COMESA 真空赤 7° 31 型 2 台
 脫水精 鉛 25^t x 2 基 (No. 6 回)

年間生產量

約 500 ^t /日 處理	品位	鉛 3.2%
		重鉛 3.5%
		銀 6.5 ^{oz} /t
鉛精 鉛	57%	7,300 ^t /年
重鉛精 鉛	52%	8,500 ^t
銀精 鉛	120 ^{oz} /t	(鉛精 鉛 中)
年間處理 鉛量		180,000 ^t

採收率

鉛	86%
重鉛	75%
銀	85%

疵率

品位	鉛 0.33%	疵率量 450 ^t /日
	重鉛 0.75%	
	銀 0.80 ^{oz} /t	

ワシントン谷に堆積中である。現在容量不足のため改善中

結論

1. 通気量は $155,900 \text{ ft}^3/\text{分}$ あり、法定必要量 $132,800 \text{ ft}^3/\text{分}$ を満たしている。
2. 総通気量は充分であるが、箇所によって通気管路の寸法が小さい。同部扇風機が設置できず、通気不足の箇所あり。
3. 坑内機械修理場の必要通気量 $40,300 \text{ ft}^3/\text{分}$ に対し、現在は $17,500 \text{ ft}^3/\text{分}$ しかなく、 $22,500 \text{ ft}^3/\text{分}$ の不足を示す。強制通気の要あり。
4. 坑内気温、湿度の変化は坑外の気温、湿度の変化との関連がなく、人体呼吸系統に影響を及ぼす程のものではない。
5. 坑内一酸化炭素は $2 \sim 25 \text{ ppm}$ の範囲にあり問題なし。
6. 一酸化炭素は許容限度以下であるが、千分の一に別排気された二酸化炭素、水酸化物、及び炭素粒子は作業者の呼吸器管に悪影響を及ぼす可能性あり。
7. 坑内に於て、保安上問題のある箇所あり。改善の要がある。同様に撻毬突発防止対策も検討が必要あり。
8. 坑内外の保安改善のため、保安教育、作業能率、その他この部内によって保安計画の達成を促すことにより、坑外の福祉関係設備、器具、補助員等については、不充ちなる実あり。又突発頻度が年向目標である 30 に近づいていく努力すべきである。
9. 選鉱場の保安は良好である。選鉱場とスラッシュに於ける河川の汚濁問題を心配している。
10. 鉱山と選鉱場間のトラック輸送は道が狭く且つ急カーブの箇所は多く、トラックの急ストップの通行に於て、他の小型車トラックに於て危険性をばらばらしている。

通気に関する報告事項

1. レスポートラに於て、6 次準から 5 次準への 2 本の通気立坑及び 5 次準の地表への 2 本の通気立坑を完成させた。同様にこれによって通気のない盲坑道引込への通気改善を計画中。
2. 50 m 間隔の通気坑井が貫通する間、即ち及び通気口を引込むには、補助扇風機設置のこと。この場合扇風機は容量 $10,000 \text{ ft}^3/\text{分}$ 、風圧水柱 $4"$ 、風管は $18"$ 、容量約 20 HP 、 $345 \sim 7 \text{ ppm}$ 程度のものが望ましい。

3. 扇形風柱と引込面との間隔は引込面からの換気を考慮して15m以下が望ましい。

4. 风管の管理を徹底し、出来限り直線状に設置すること。
風圧損失を最大限抑えるためである。

5. 休止中の盲坑道は閉鎖もしくは、有害ガス滞留の恐れがあることを標示すること。

6. 通気の短絡を防ぐため、使用済みのバルブを使って、通気能力を下げること。例として斜道を上る入気が65引込を通って入る通気と合流する場合等である。7回参照。

7. 通気立坑排気口に設置する扇風機は、次の諸点に注意すべきである。

1. 扇風機基礎はコンクリートとし、完全に据付けすること。

2. 鉄製风管を使用し漏風の無いよう密閉すること。

8回参照。

3. 风管の継目は正規の加工をして破壊漏風の無いようにすること。

8. 坑道内の排気機改善、積上物等の清掃によって入気量を増やすこと。

9. 通気測定箇所は指定した所は、これを明示し、統一された測定方法を確立して、通気系統に於けるいかなる変化をも迅速にとらえること。

10. 北部斜道上方部の通気改善のため、以下を提案する

10-1. 坑道からの入気17,000ft³/分は南部坑道の上方部を通過した後、南部斜道を下り、23N坑道面に到り、風量を増して北部坑道を通じ上げる。この通気量を最大限に利用すること。
ついで、切羽との連絡から切離し坑道面を整理して抵抗を最少にするに到り、充分利用可能である。

10-2. 坑道に45,000ft³/分設置し、上部斜道に於ける通気能力を増やし、ガスの滞留を防止すること。

扇風機は50,000ft³/分 水圧11" 96HP 1750rpm 36" 9" 5" 1/2" のものが適当である。

11. 坑内機械修理場に扇風機を設置すること。金属製が好ましい。坑道入口の扉前に設置。流量30,000ft³/分 水圧4" の扇風機を緊急の観測から、場外に設置し、排気は南920坑道から。

直径 36", 最大長 100" の風管にて排気口 (排気は例外に与る
 通気立坑にて排気) 風管延長の必要があれば、他の角風管を
 直列に接続し、その仕様は必要條件を満たす切であること。
 上記設備は修理作業が長時に与る場合にのみ作動させること
 とす (常時使用は不要)

12. 通気系統を充分に作動させるため、この常時コントロールが必要であり、
 このためは効果の選択をせよ。このためは管内通気管理にのみ
 要する以下のグループを組織すること。

担当教師	1名
電気工	1名
機械工	1名
補助員	3名 (190名) - 保安知識をもち、 又はその教育を受けしもの。

13. 調査時期は (1979年7月) 7月又地正に於ては夏期であったため
 坑内外気温差の通気上好条件であった。通気不足が与る
 冬期用の調査も実施し、年間通して充分な通気量があるかを
 同調査のこと。

14. 坑内機械修理工場の火災に対処し、消火設備及び消防隊を
 編成のこと。要所には燃料油に対処は化学泡消火器、電気
 火災に対処は化学粉消火器を設置のこと。

15. 扇風の作業管理のため、各々の特性に合せて規格を統一し
 通気系統図上に設置箇所を明示のこと。

16. 不要旧坑道、不要切羽を遮断することによる通気損失、又
 清浄通気の浪費を防止するため当該箇所は密閉すること。

17. 排気中の窒素酸化物、二酸化窒素、不燃焼燃料
 灰等の除去のため触媒清浄器 (スクラバー)、水槽を、坑内
 排気口に設置すること。

保安に関する勧告事項

1. 坑内に保安教育、事故防止に関する保安掲示を更改又は
 増強すること。

2. スロートランに於ける積込、ジャンボ-穿孔を行なっている箇所には
 照明を充分にとること。

3. 人の通行道を明示し、主坑周囲の危険地域には標示をおくこと。
4. キャットウォークの保管の徹底と完全充實実施のこと。
5. 主坑道の主坑付近に岩盤崩落箇所あり、加垢積り、人道への散乱を防止し人道確保のこと。
6. 坑道支保材の強度を強化し、支保を完全に行なうこと。
7. 作業者乗車の頻繁に通過する坑道、箇所は、清掃を徹底のこと。作業者の通行を困難にし車両の燃料消費増、排気ガス滞留につながるおそれある。
8. 先日の変更箇所には、ルーフボルト工法と共にショットクリート（コンクリート吹付）を行なうこと。又他鉱山が行なっている標示危険標示法が望ましい。
9. 坑道、斜道、坑道引き廻りなどの計画設計のため、4ヶ所の断面形状、加背、軌道の形状等の決定に役立つ、岩石強度試験を実施すること望ましい。
10. 主坑斜道を人が通行するのを防止するため、おりに金網をおくこと。
11. ロックダウン作業は防護眼鏡を使用のこと。
12. 作業中の岩崩れおそれが出た時避けること。止むを得ず岩崩れする時は、岩崩れ箇所に入らぬ様、見張を完全に徹底すること。
13. スクレーパーの運転者は、採掘岩破後の浮石おろしを、作業開始前に行なうこと。
14. 救護隊を最少限2隊編成し事故に備えて、実地訓練と適切な救助法の教育を行なうこと。
15. 消防隊を編成のこと。
16. 保安検査器具、通気測定器、環境制御器等、保安器具の充実に努むること。同時に保安計画の普及徹底と実施の方法を検討すること。
17. 鉱山と選鉱場間を運行する鉱石トラックの速度の出し過ぎを禁じ、道路上危険箇所には、安全通行の標示板を設置すること。

以上

N. N. W.

①
Q=4,200 PCM
V=189 P/m
A= 22 p2

NIVEL 260

NIVEL 230

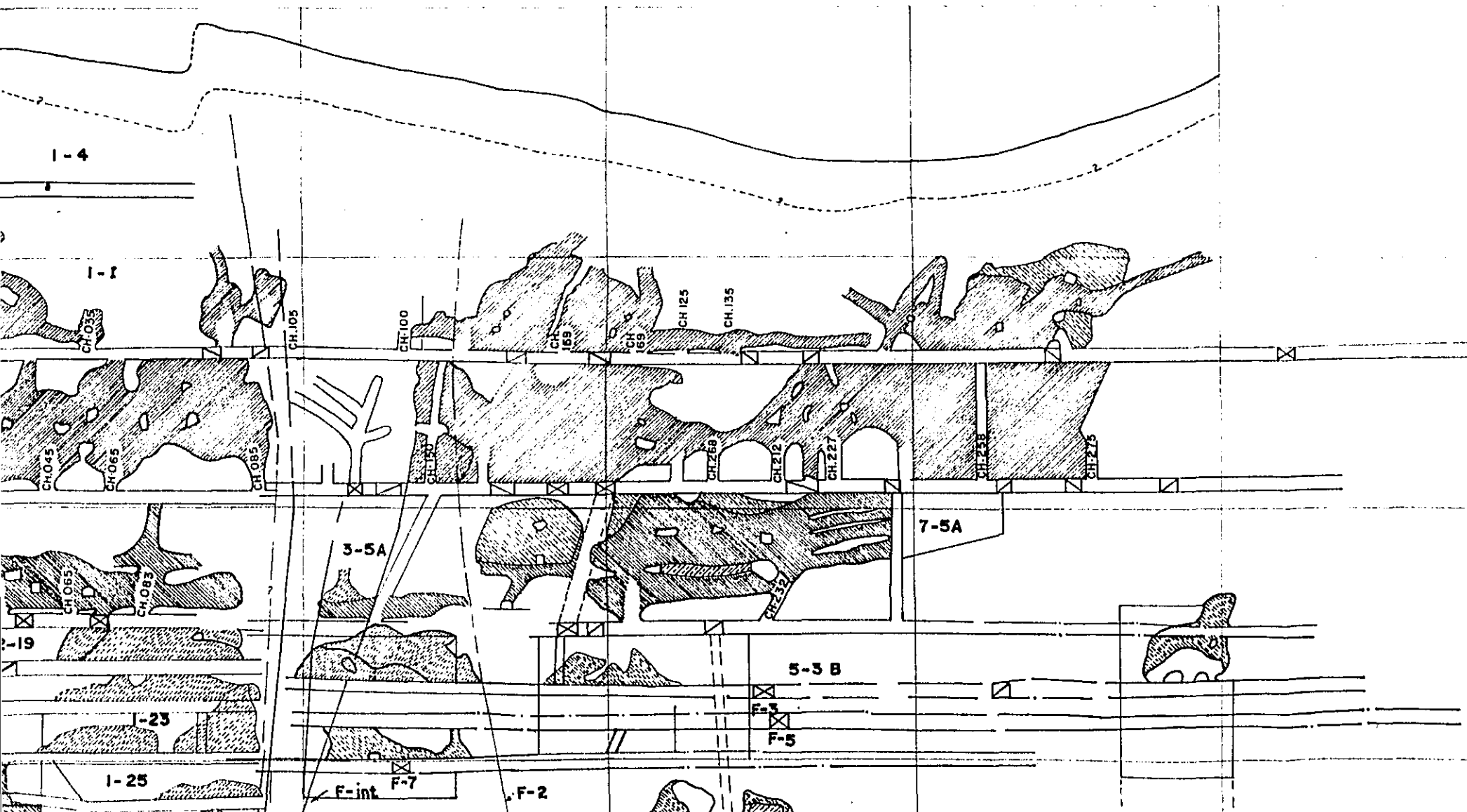
NIVEL 205

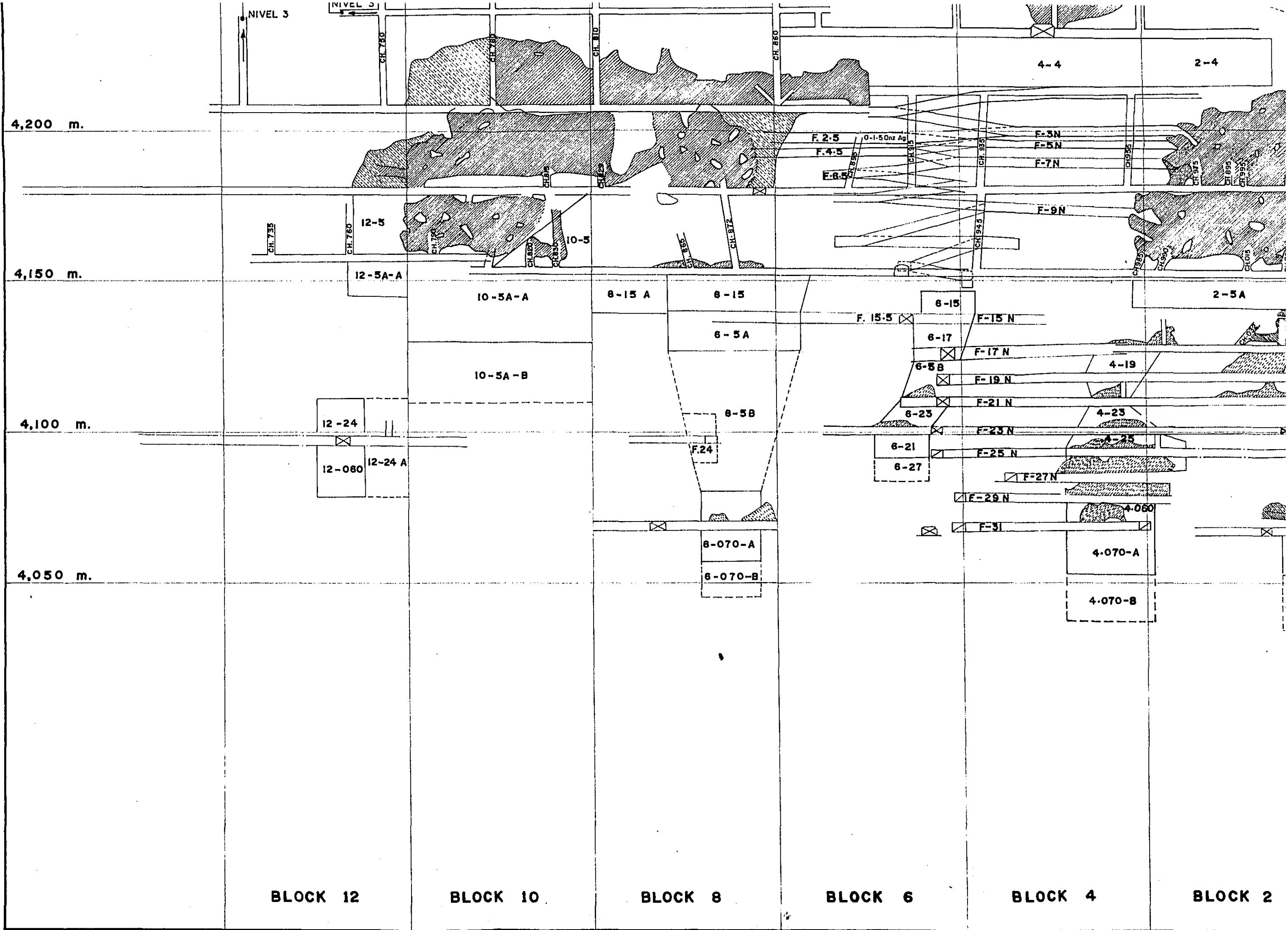
NIVEL 175

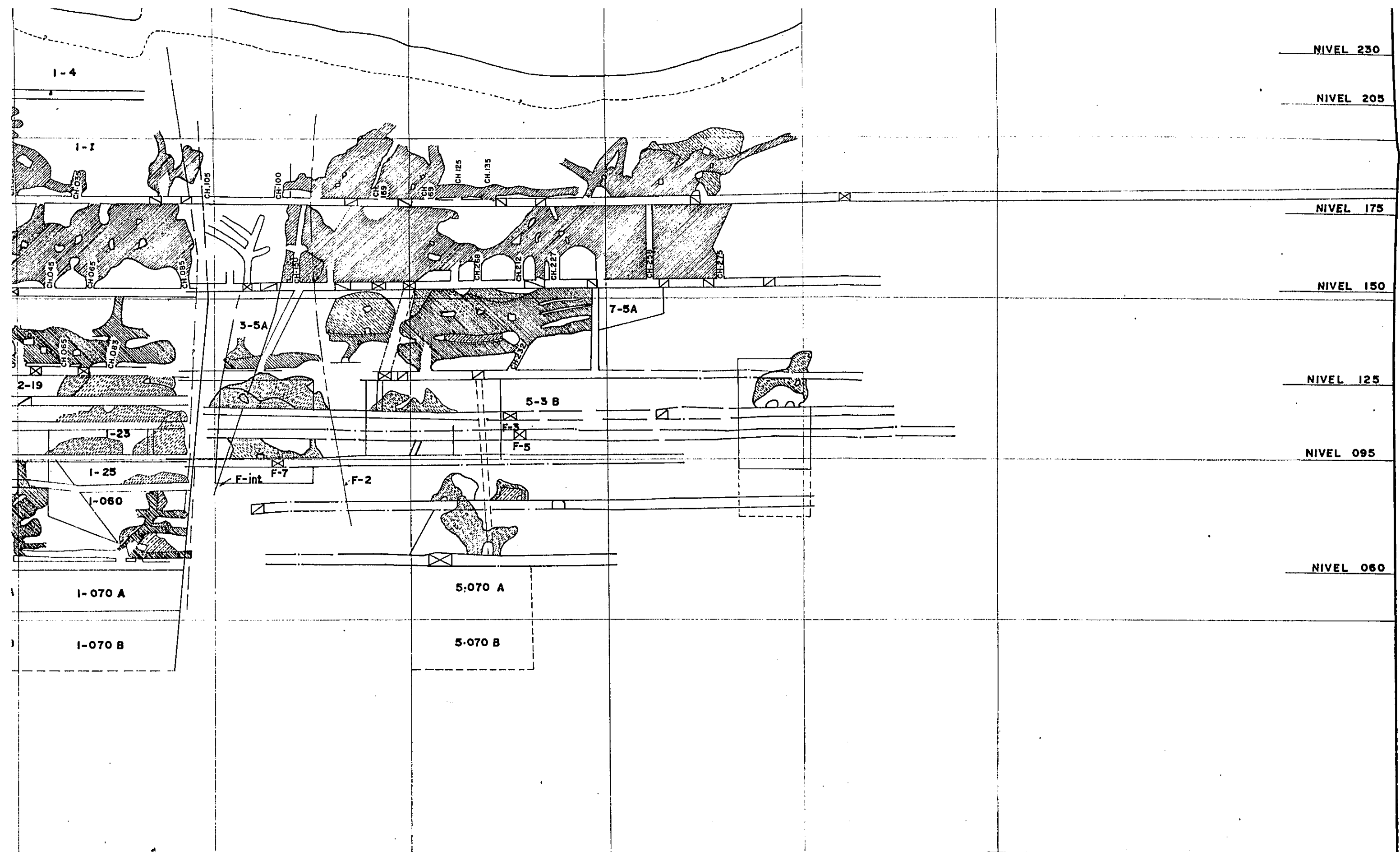
NIVEL 150

NIVEL 125

NIVEL 095







BLOCK 1

BLOCK 3

BLOCK 5

BLOCK 7

BLOCK 9

DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ R.
 DISEÑO Y CALCULO: ING. JAVIER LI ROBLES
 : ING. TOMAS ACERO R.
 FECHA : AGOSTO 79
 ESCALA : 1:1,000
 PLANO : Nº 2

COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA
 MEN-JICA-INGEMMET

MINA HERCULES
 C I A. MINERA ALIANZA S. A.
 PLANO DE VENTILACION - MANTO 2

N.N.W.

CH.180
Q=16,800 PCM
V=611 P/m
A=27 p2

NIVEL-260

NIVEL-230

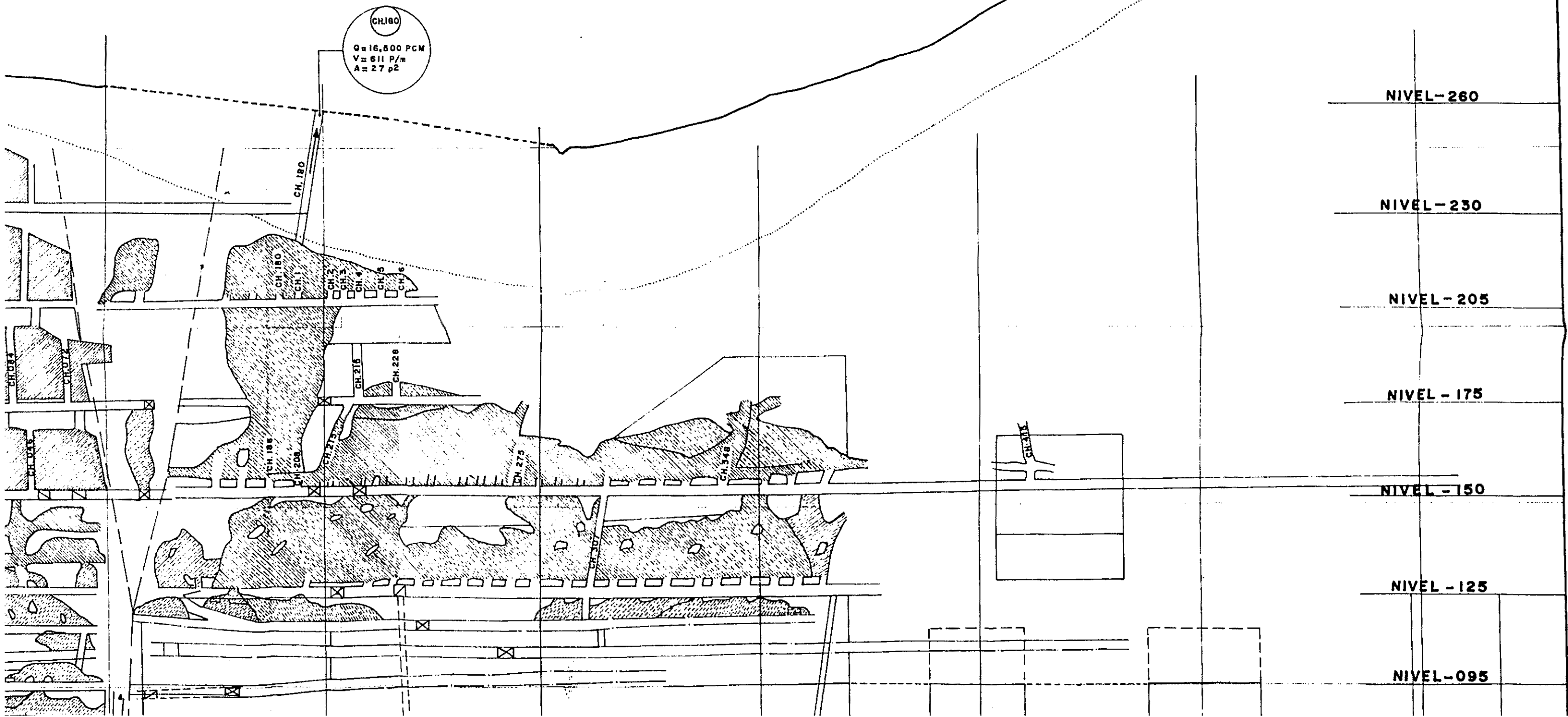
NIVEL-205

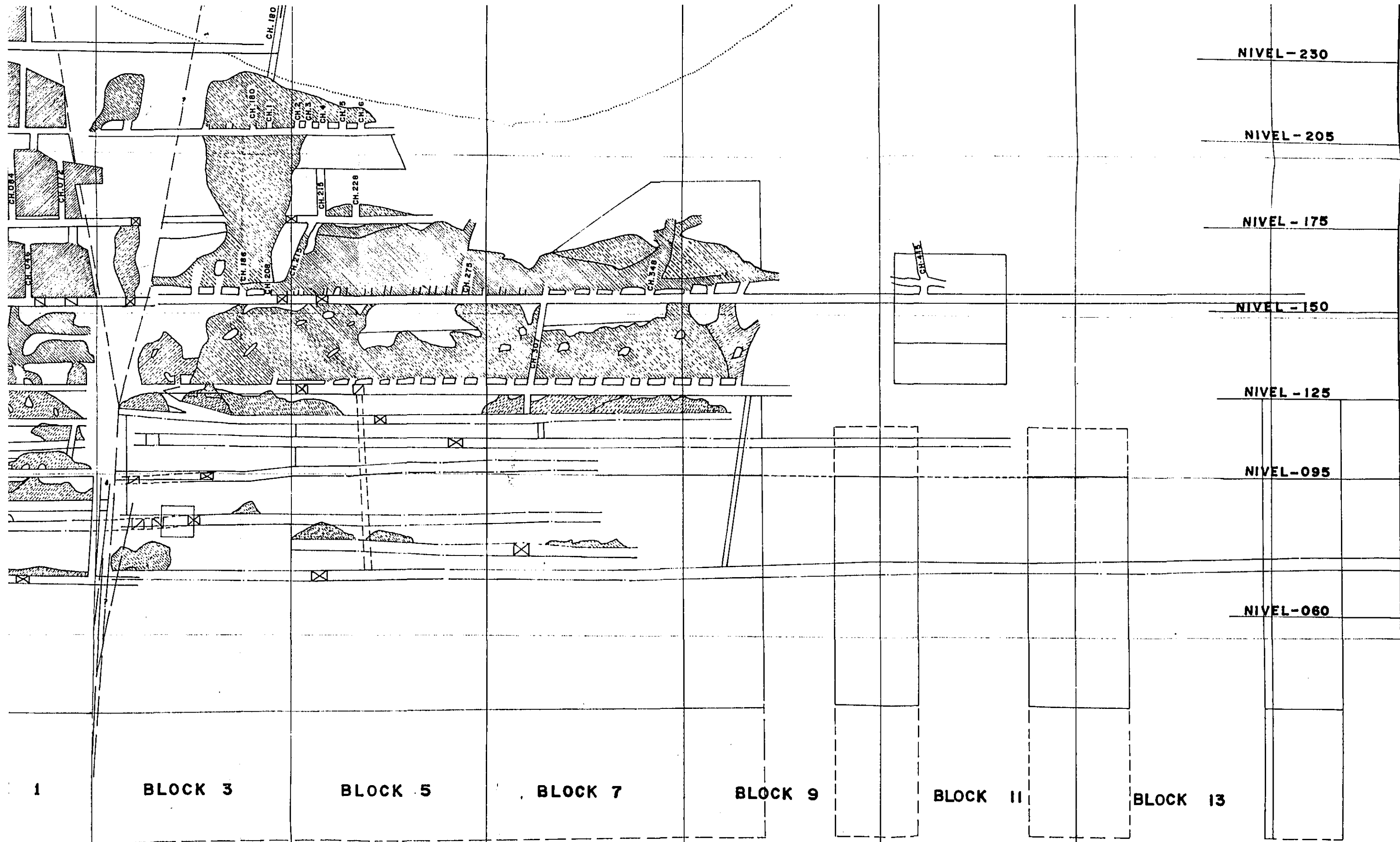
NIVEL-175

NIVEL-150

NIVEL-125

NIVEL-095

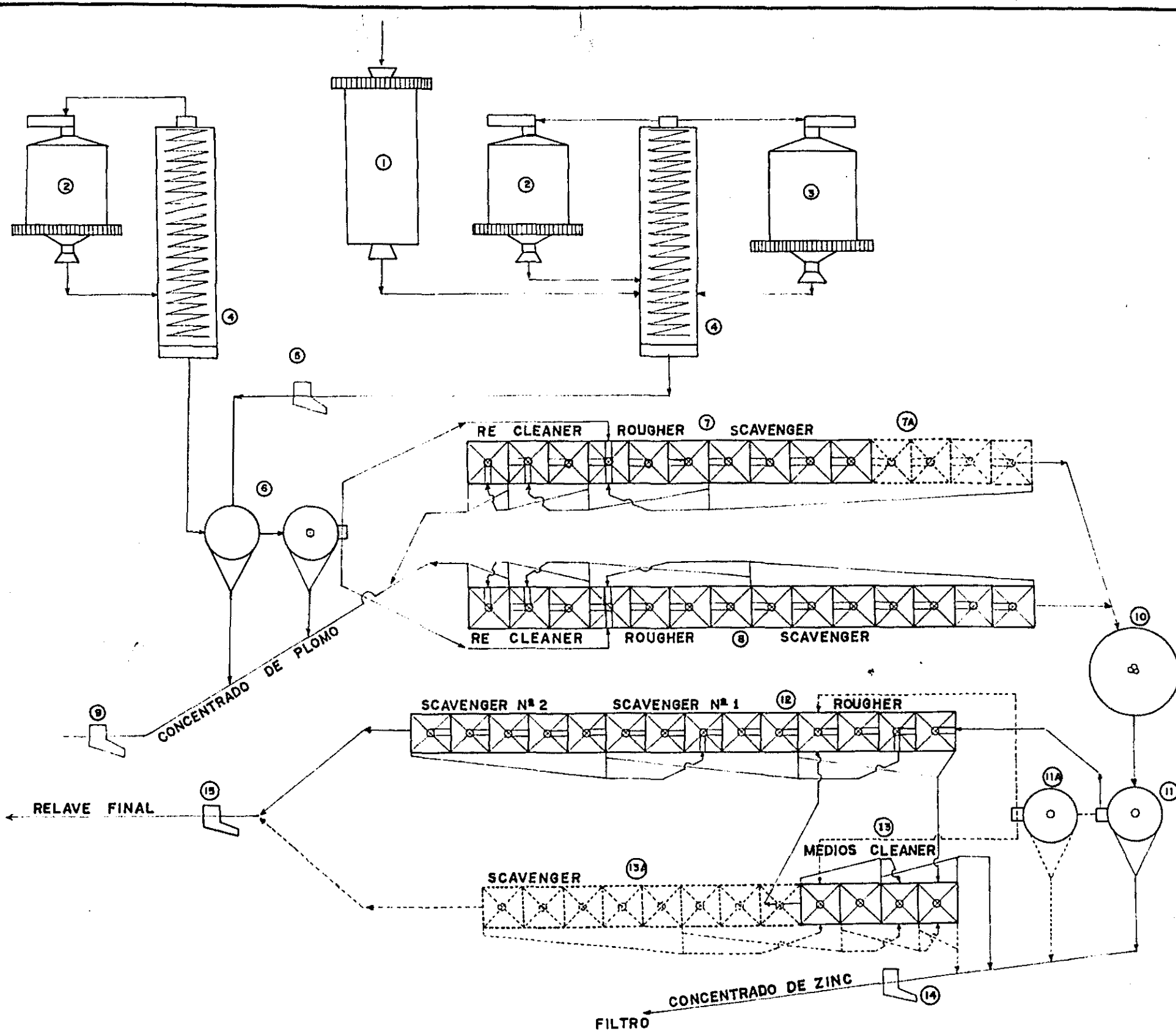




COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA
 MEN-JICA-INGEMMET

DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ R.
 DISEÑO Y CALCULO: ING. JAVIER LI ROBLES
 : ING. TOMAS ACERO R.
 FECHA : AGOSTO 79
 ESCALA: 1:1,000
 PLANO: N° 3

MINA HERCULES
 C I A. MINERA ALIANZA S. A.
 PLANO DE VENTILACION—HERCULES "A"



ITEM	Nº	DESCRIPCION
1	1	MOLINO DE BARAS COMESA 4' X 10'
2	1	MOLINO DE BOLAS BERTELLO 4 1/2' X 4 1/2'
3	1	MOLINO DE BOLAS MARCY 6' X 4 1/2'
4	1	CLASIFICADOR ESPIRAL COMESA 42' X 42'
5	1	MUESTREADOR AUTOMATICO
6	2	CELDAS UNITARIAS MOROCOCHA Nº 180
7	10	CELDAS DENVER 18 SP-CIRCUITO Pb Nº1
7A	2	CELDAS DENVER 18 SP-AMPLIACION
8	12	CELDAS DENVER 18 SP-CIRCUITO DE Pb. Nº2
9	1	MUESTREADOR AUTOMATICO
10	1	ACONDICIONADOR DE ZINC 8' X 8'
11	1	CELDA UNITARIA MOROCOCHA Nº 180
11A	1	CELDA UNITARIA MOROCOCHA-AMPLIACION
12	14	CELDAS DENVER 18 SP-ROUGHER SCAVENGER ZINC
13	4	CELDAS DENVER 18 SP CLEANER ZINC
13A	6	CELDAS DENVER-AMPLIACION CIRCUITO Nº 2
14	1	MUESTREADOR AUTOMATICO
15	1	MUESTREADOR AUTOMATICO

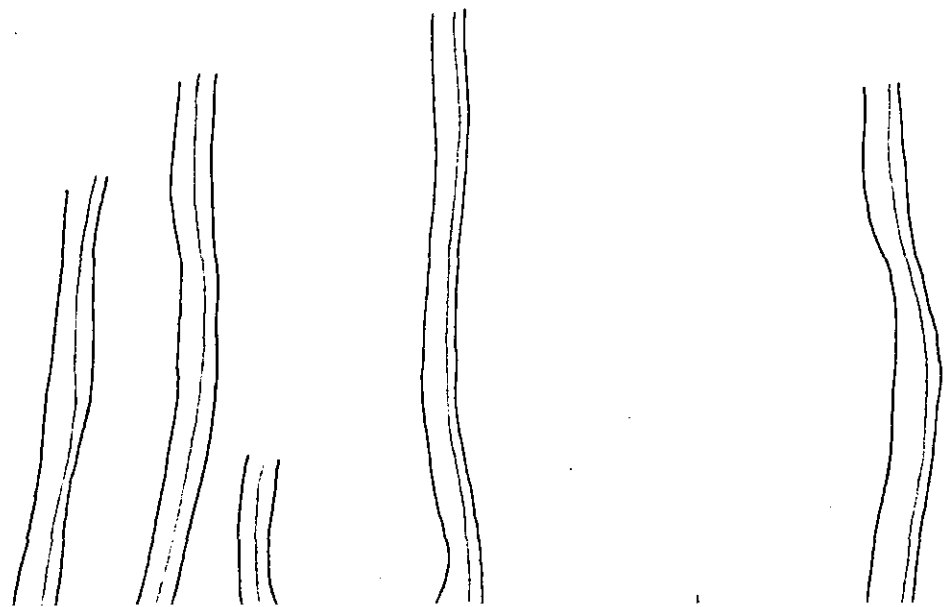
COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA
MEN-JICA-INGEMMET

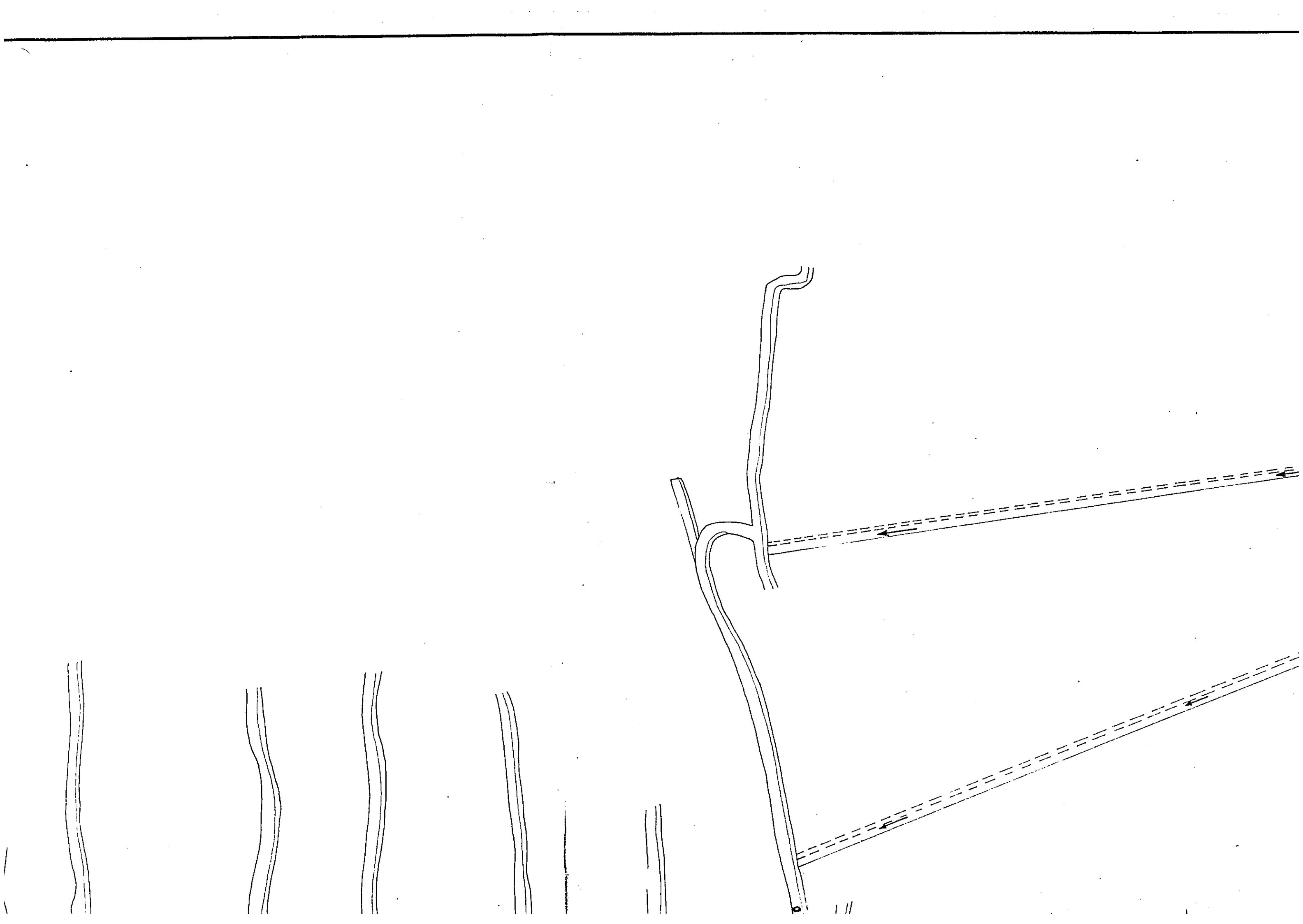
DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ R.
DISEÑADO POR: ING.: JAVIER LI ROBLES
ING.: TOMAS ACERO R.

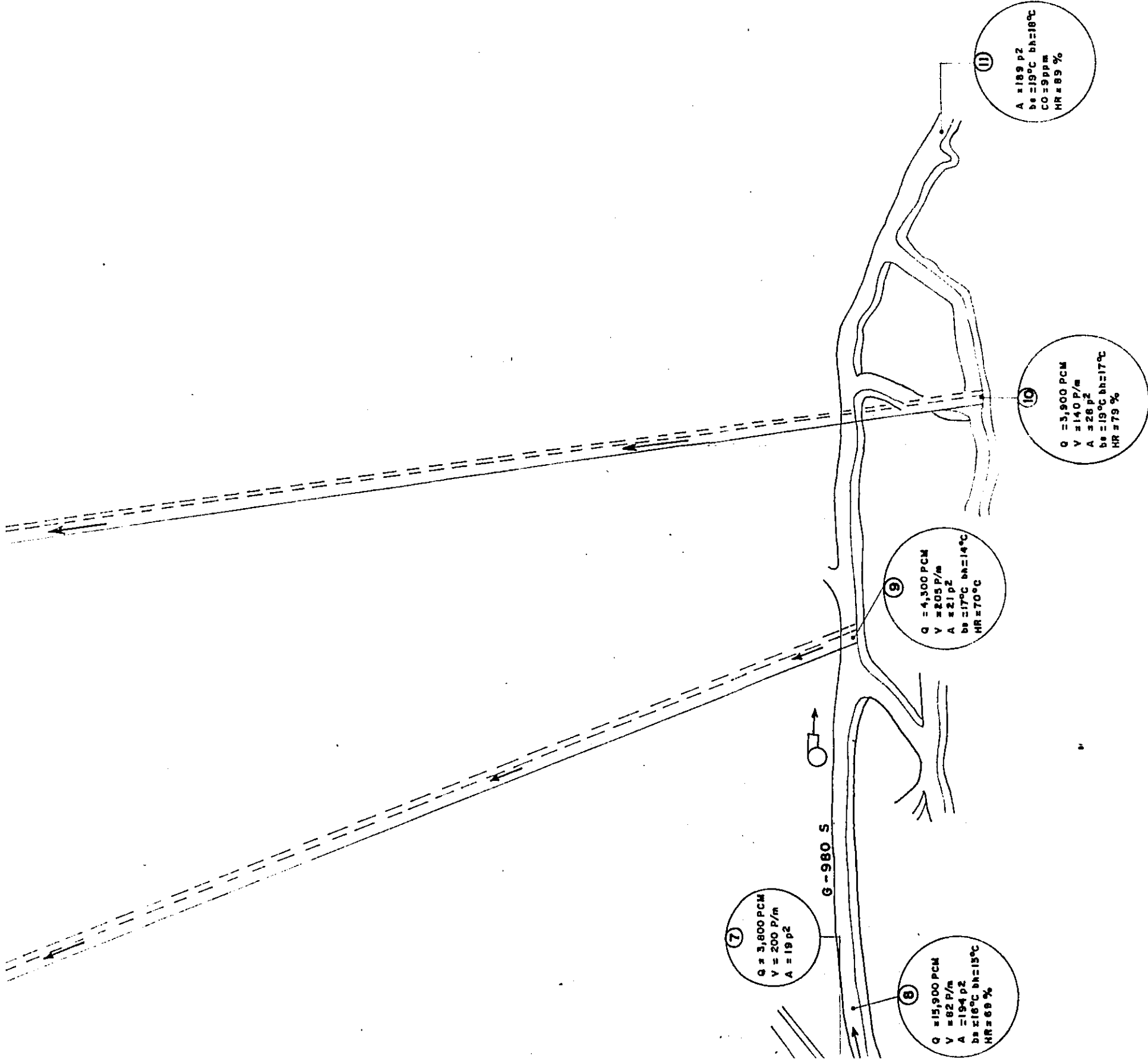
FECHA: AGOSTO 79
ESCALA:
PLANO: Nº 4

PLANTA HUANCAPETI
C.I.A. MINERA ALIANZA S.A.
CIRCUITO DE MOLIENDA Y FLOTACION.

111







7
 $Q = 3,800 \text{ PCM}$
 $V = 200 \text{ P/m}$
 $A = 19 \text{ P}^2$

8
 $Q = 15,900 \text{ PCM}$
 $V = 82 \text{ P/m}$
 $A = 194 \text{ P}^2$
 $bs = 16^\circ C$ $hh = 15^\circ C$
 $HR = 68 \%$

9
 $Q = 4,300 \text{ PCM}$
 $V = 205 \text{ P/m}$
 $A = 21 \text{ P}^2$
 $bs = 17^\circ C$ $hh = 14^\circ C$
 $HR = 70 \%$

10
 $Q = 3,900 \text{ PCM}$
 $V = 140 \text{ P/m}$
 $A = 28 \text{ P}^2$
 $bs = 19^\circ C$ $hh = 17^\circ C$
 $HR = 79 \%$

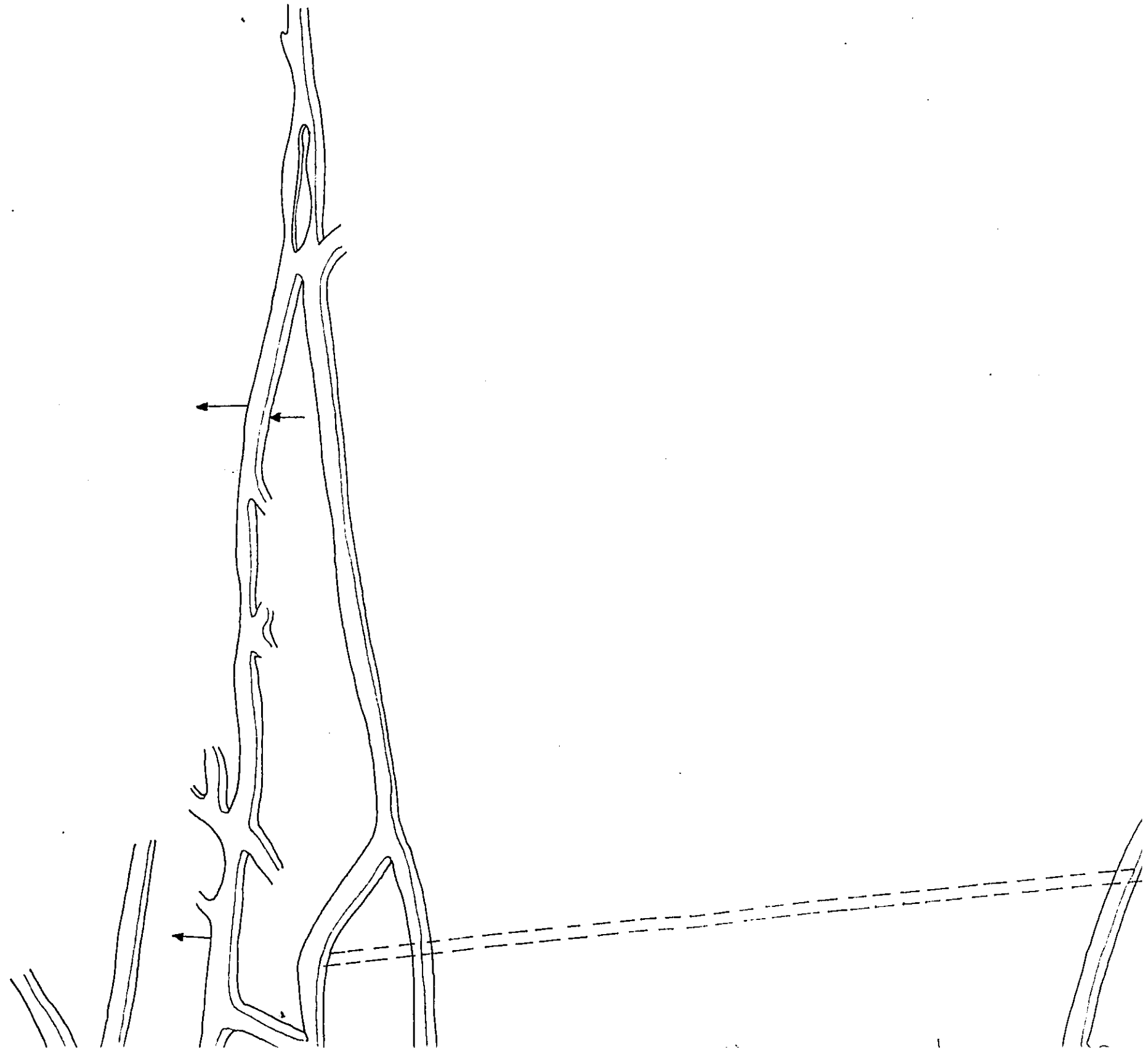
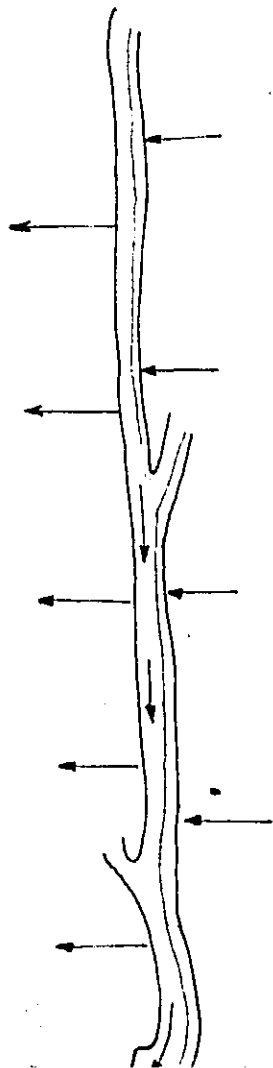
11
 $A = 189 \text{ P}^2$
 $bs = 19^\circ C$ $hh = 18^\circ C$
 $CO = 59 \text{ ppm}$
 $HR = 89 \%$

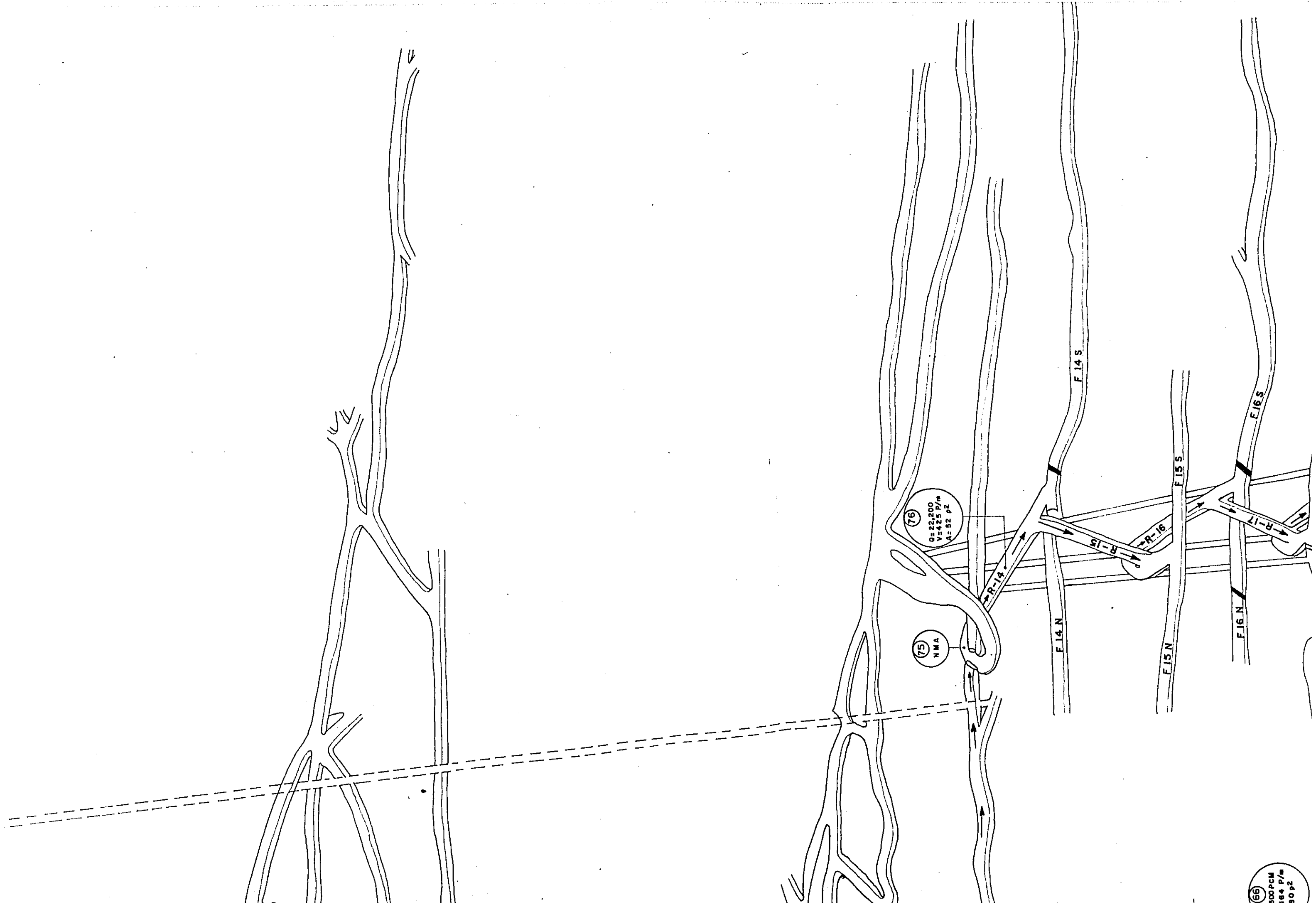
COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA
MEN - J I C A - I N G E M M E T

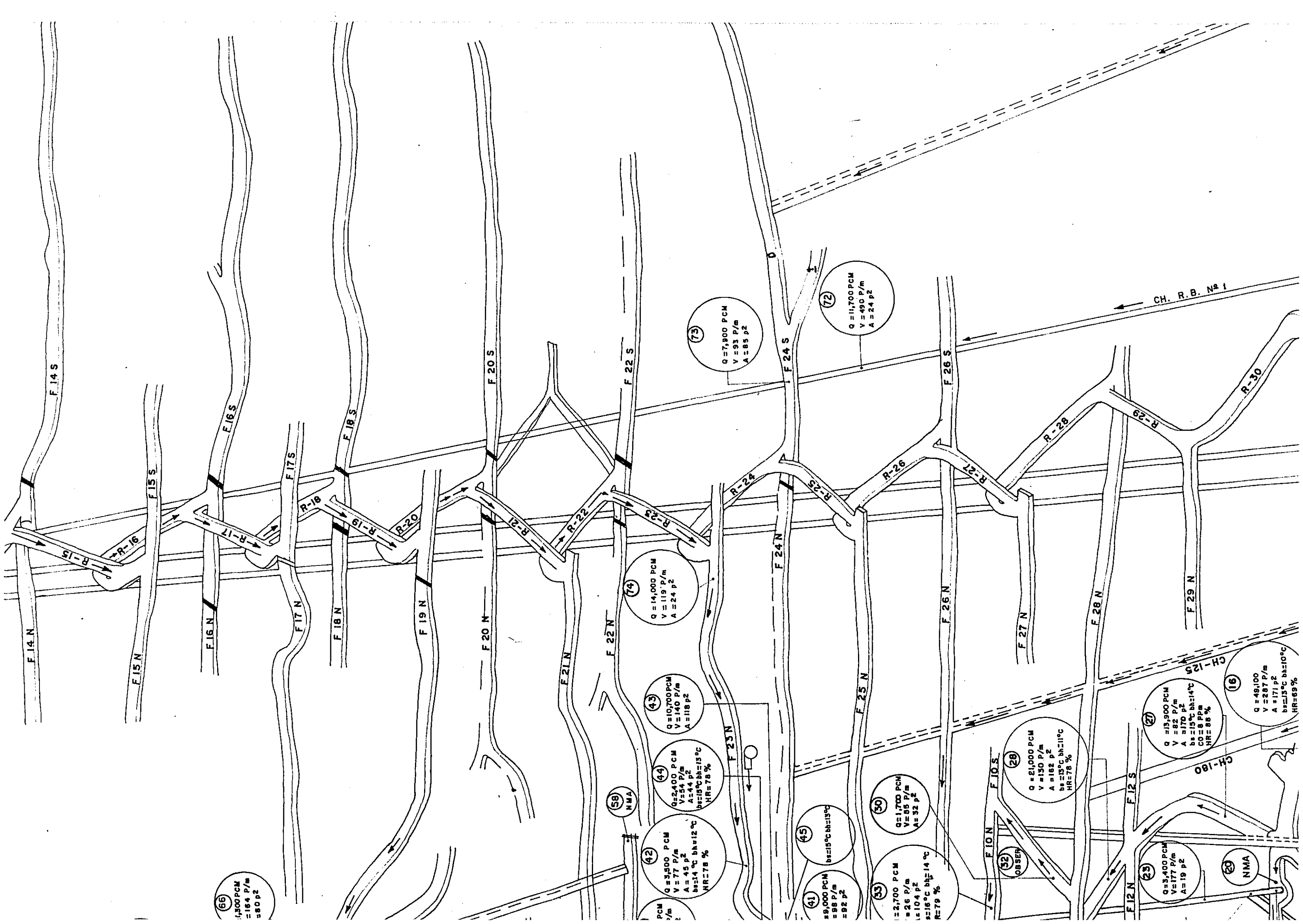
MINA HERCULES
C I A. MINERA ALIANZA S. A.
PLANO DE VENTILACION GENERAL.

DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ R.
 DISEÑO Y CALCULO: ING. JAVIER LI ROBLES
 : ING. TOMAS ACERO R.

FECHA : AGOSTO 79
 ESCALA : 1:1,000
 PLANO : N° 1







(66)
 $Q = 1,500 \text{ PCM}$
 $V = 164 \text{ P/m}$
 $A = 80 \text{ p}^2$

(58)
 NMA

(42)
 $Q = 3,500 \text{ PCM}$
 $V = 77 \text{ P/m}$
 $A = 45 \text{ p}^2$
 $t = 14^\circ\text{C}$ bh=12 °C
 HR=78 %

(44)
 $Q = 2,400 \text{ PCM}$
 $V = 54 \text{ P/m}$
 $A = 44 \text{ p}^2$
 $t = 18^\circ\text{C}$ bh=13 °C
 HR=76 %

(43)
 $Q = 10,700 \text{ PCM}$
 $V = 140 \text{ P/m}$
 $A = 118 \text{ p}^2$

(74)
 $Q = 14,000 \text{ PCM}$
 $V = 119 \text{ P/m}$
 $A = 24 \text{ p}^2$

(73)
 $Q = 7,900 \text{ PCM}$
 $V = 93 \text{ P/m}$
 $A = 85 \text{ p}^2$

(41)
 $Q = 8,000 \text{ PCM}$
 $V = 98 \text{ P/m}$
 $A = 82 \text{ p}^2$
 $t = 15^\circ\text{C}$ bh=15 °C

(50)
 $Q = 1,700 \text{ PCM}$
 $V = 85 \text{ P/m}$
 $A = 32 \text{ p}^2$

(35)
 $Q = 2,700 \text{ PCM}$
 $V = 26 \text{ P/m}$
 $t = 10.4^\circ\text{C}$
 $t = 16^\circ\text{C}$ bh=14 °C
 HR=79 %

(28)
 $Q = 21,000 \text{ PCM}$
 $V = 130 \text{ P/m}$
 $A = 182 \text{ p}^2$
 $t = 15^\circ\text{C}$ bh=11 °C
 HR=78 %

(27)
 $Q = 13,900 \text{ PCM}$
 $V = 82 \text{ P/m}$
 $A = 170 \text{ p}^2$
 $t = 15^\circ\text{C}$ bh=14 °C
 $CO = 8 \text{ PPM}$
 HR=88 %

(16)
 $Q = 49,100$
 $V = 287 \text{ P/m}$
 $A = 171 \text{ p}^2$
 $t = 15^\circ\text{C}$ bh=10 °C
 HR=69 %

(32)
 OBSER

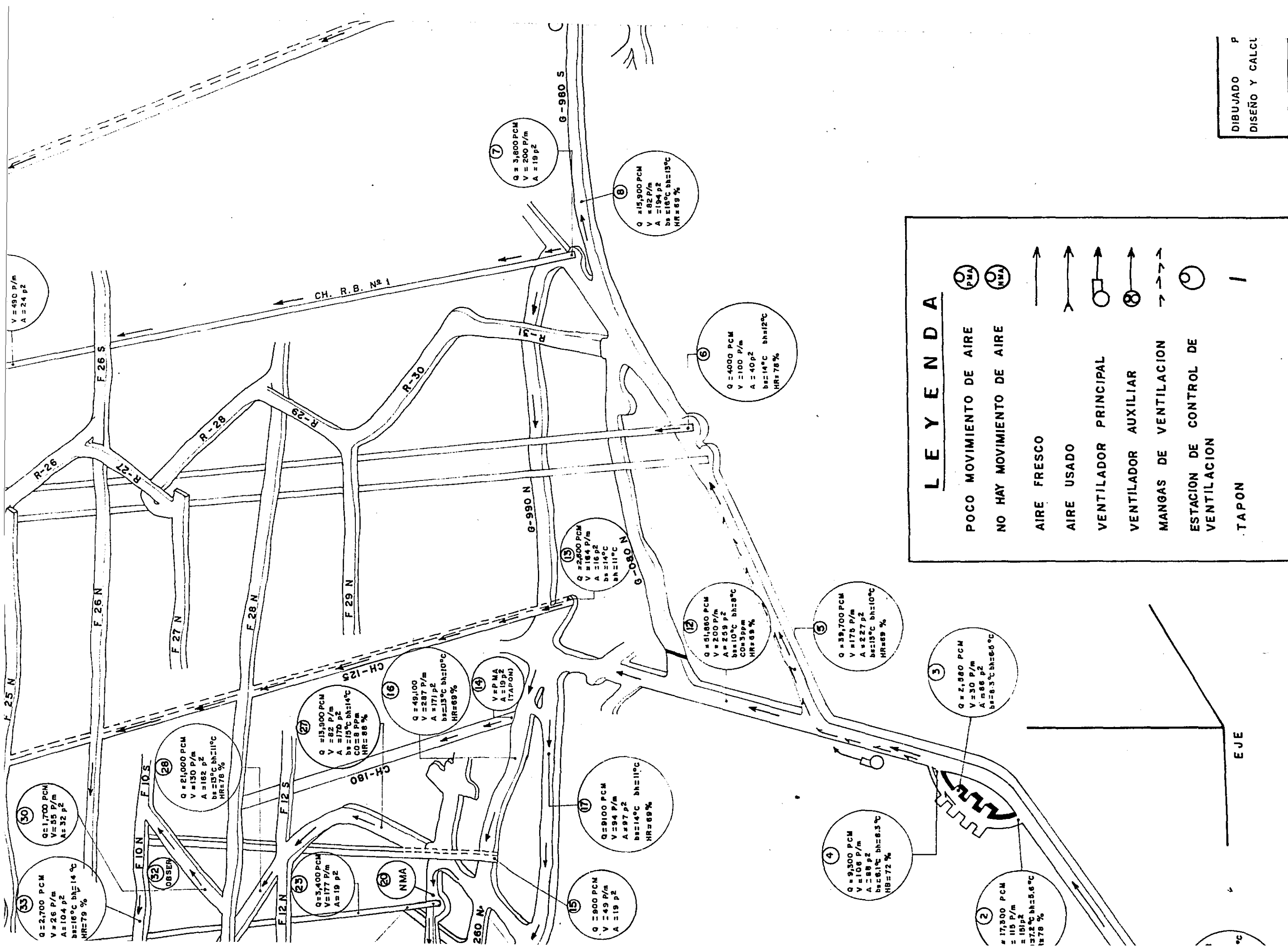
(23)
 $Q = 3,400 \text{ PCM}$
 $V = 177 \text{ P/m}$
 $A = 19 \text{ p}^2$

(29)
 NMA

CH. R.B. No 1

CH-125

CH-180



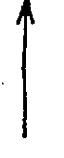
LEYENDA



POCO MOVIMIENTO DE AIRE



NO HAY MOVIMIENTO DE AIRE



AIRE FRESCO



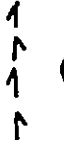
AIRE USADO



VENTILADOR PRINCIPAL



VENTILADOR AUXILIAR



MANGAS DE VENTILACION

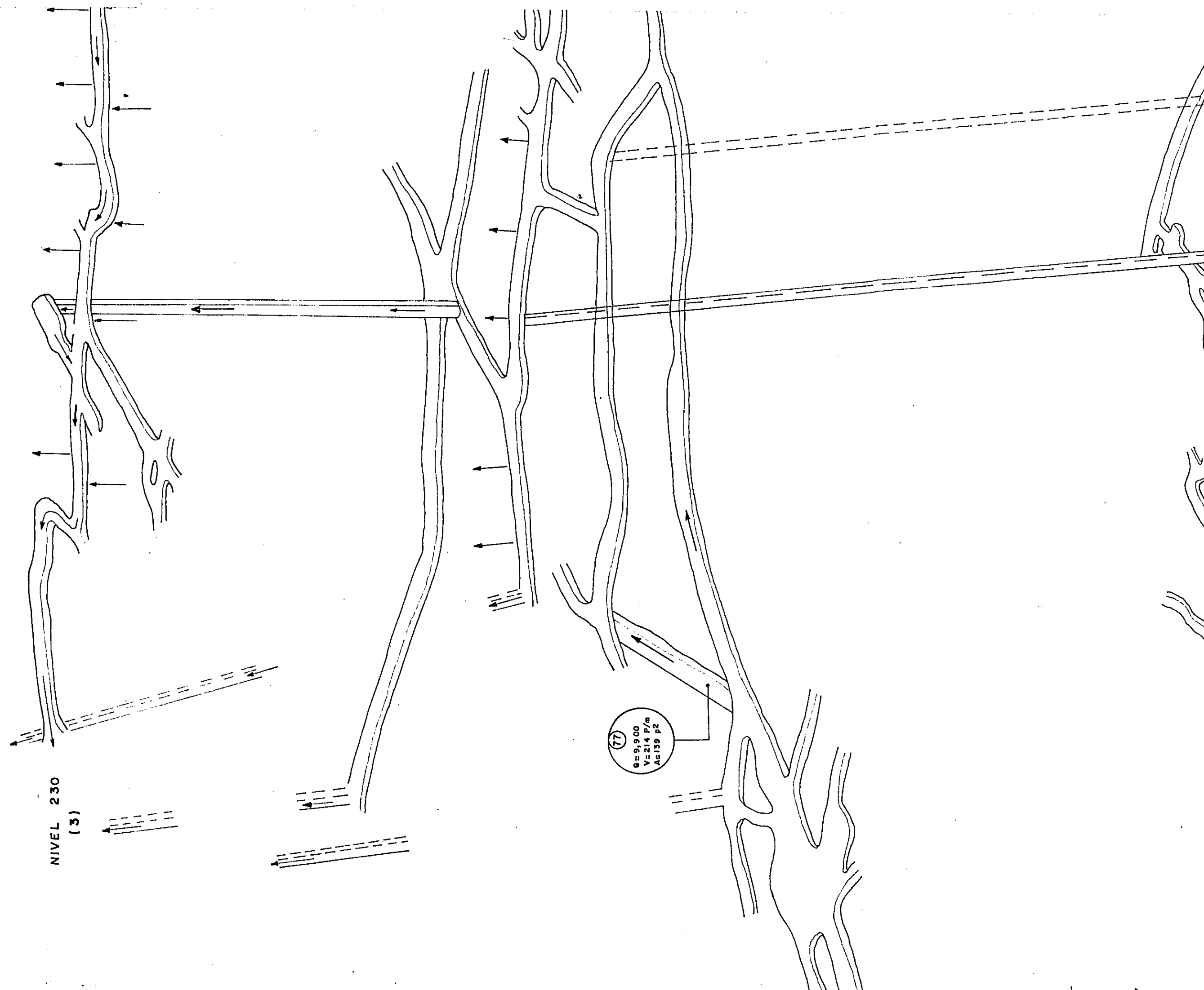


ESTACION DE CONTROL DE VENTILACION



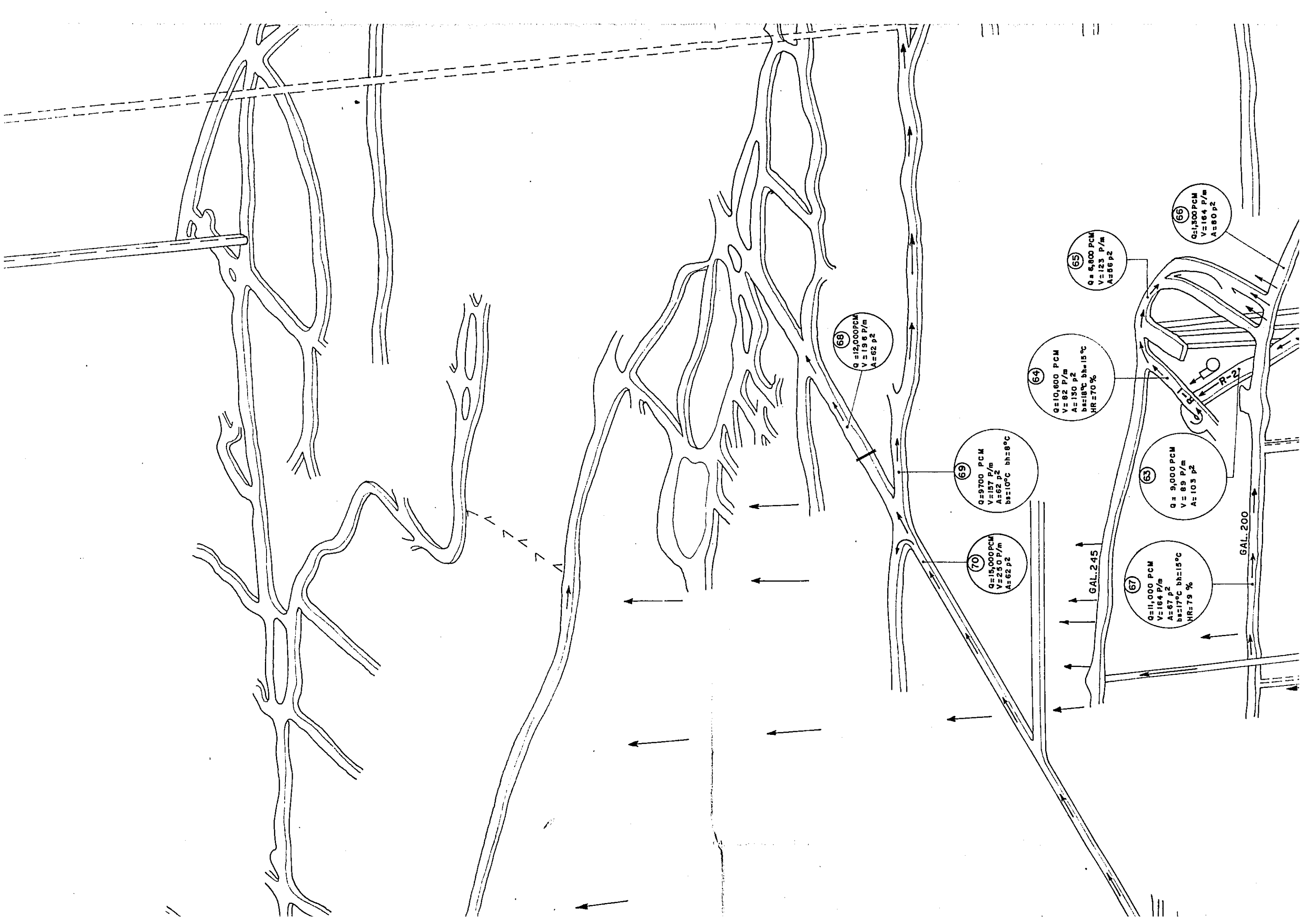
TAPON

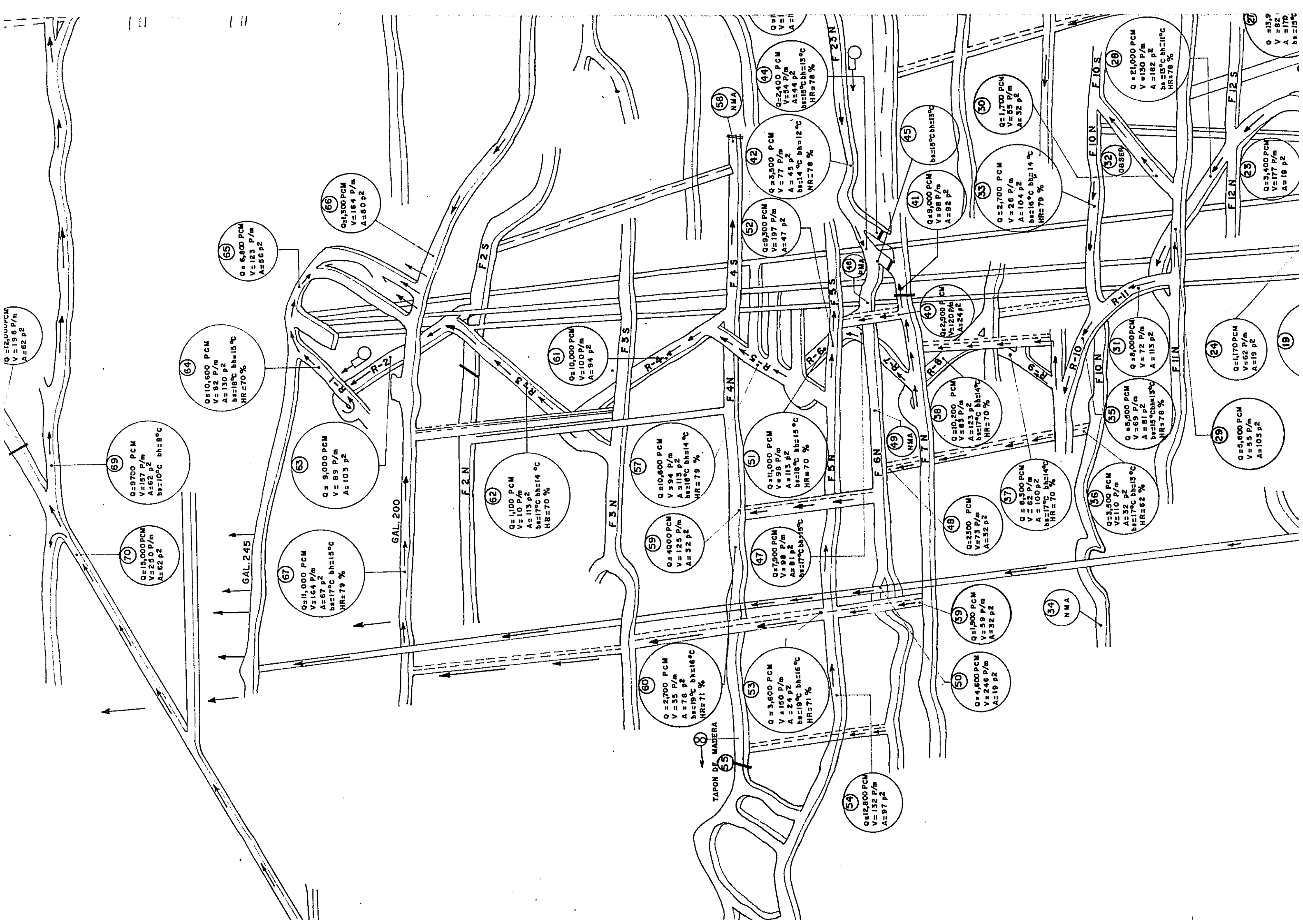
EJE

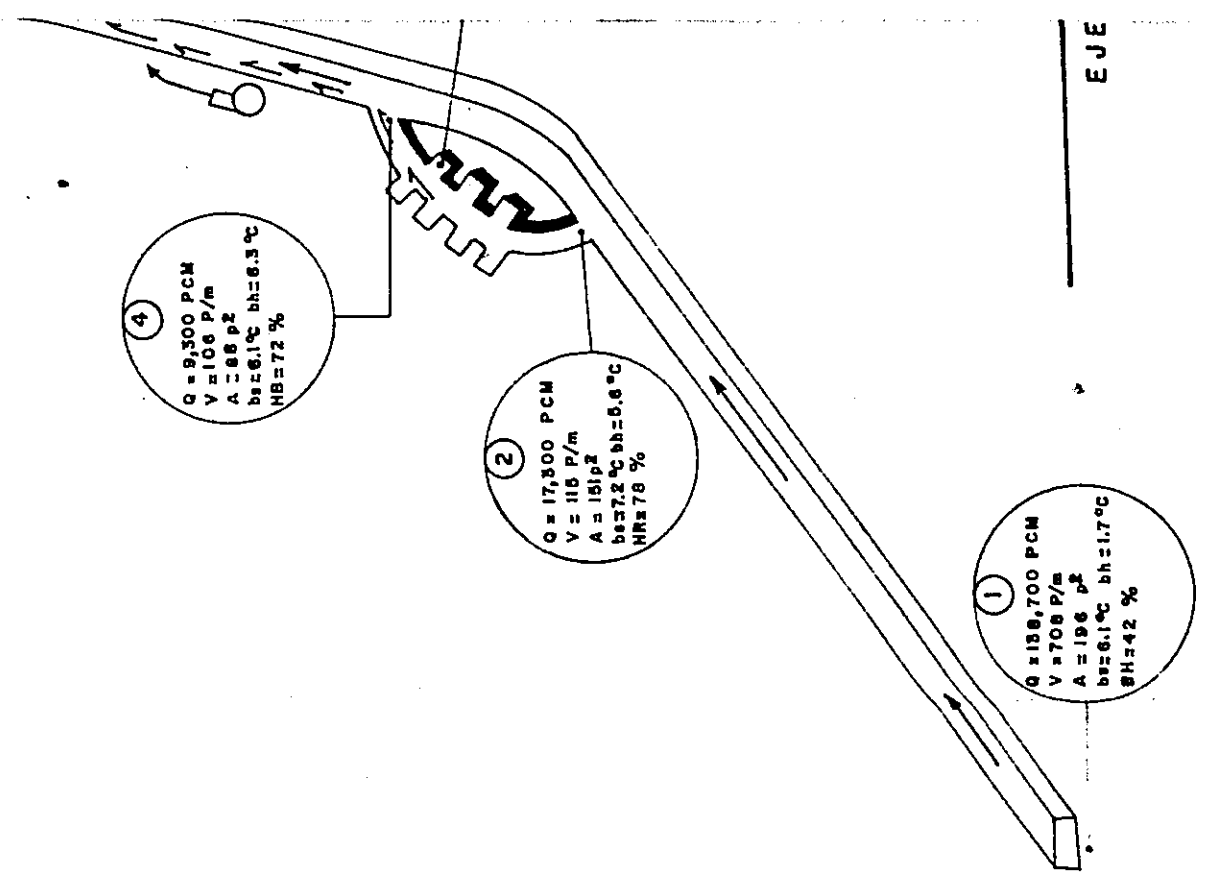
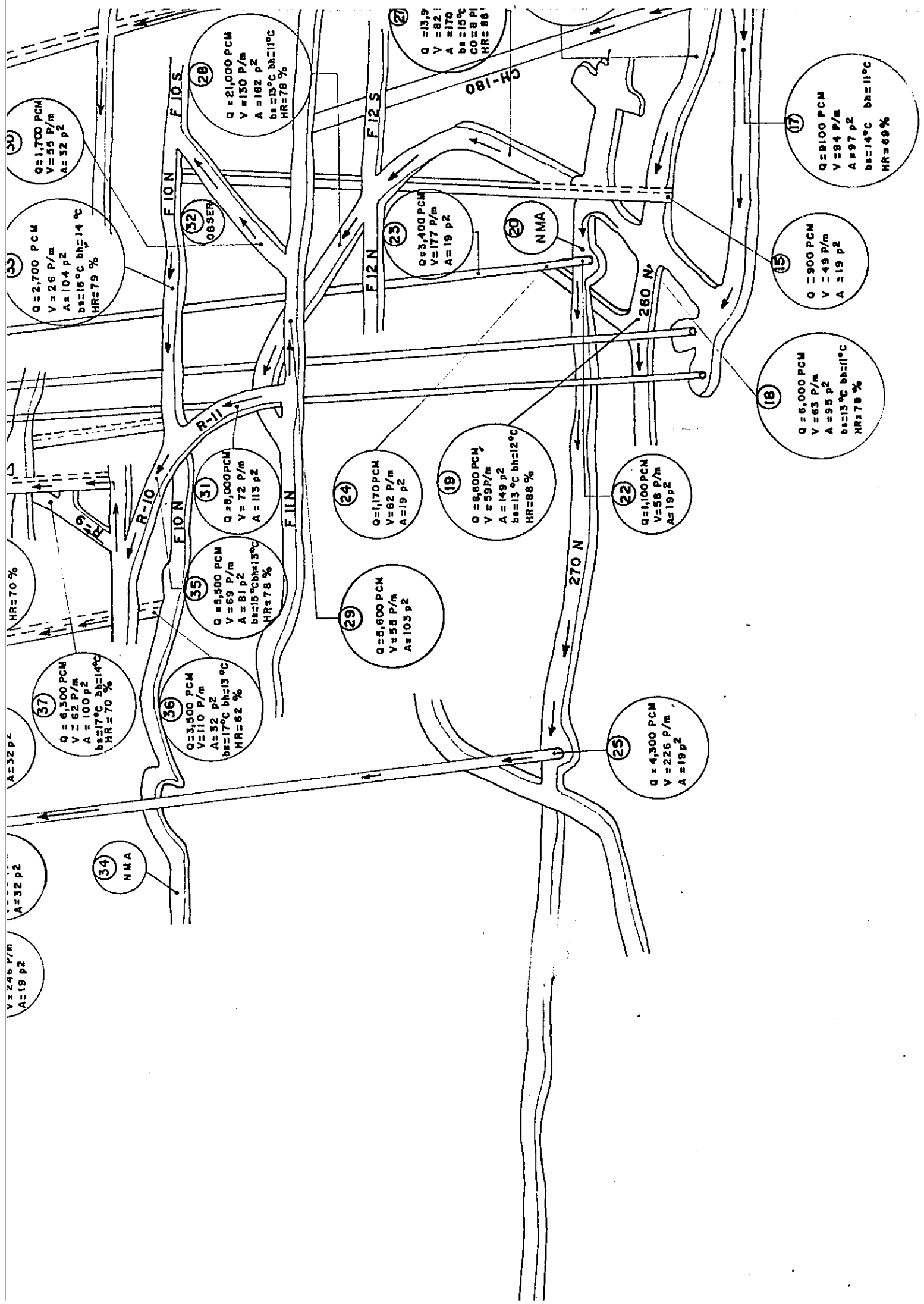


NIVEL 230
(3)

(77)
Q=9,900
V=214 P/m
A=139 P2

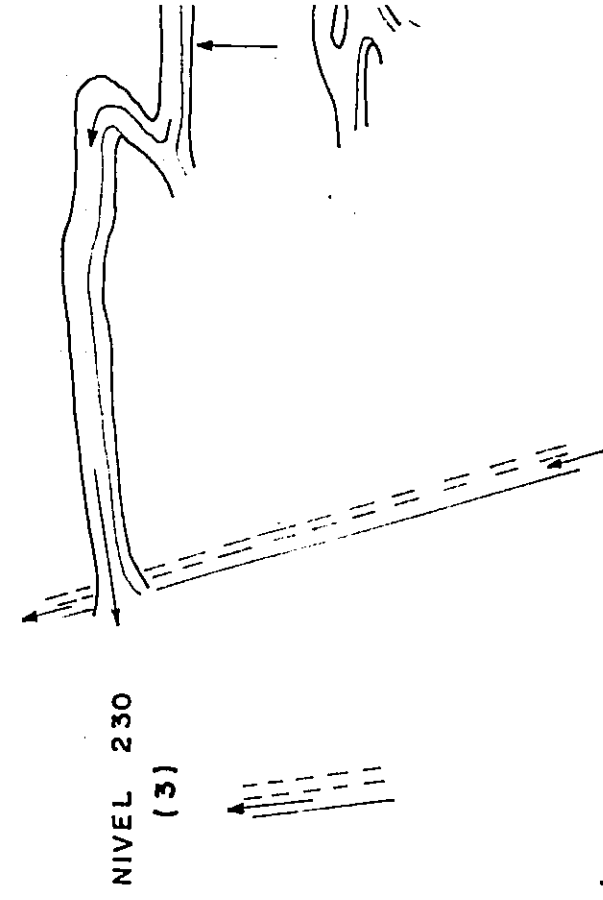




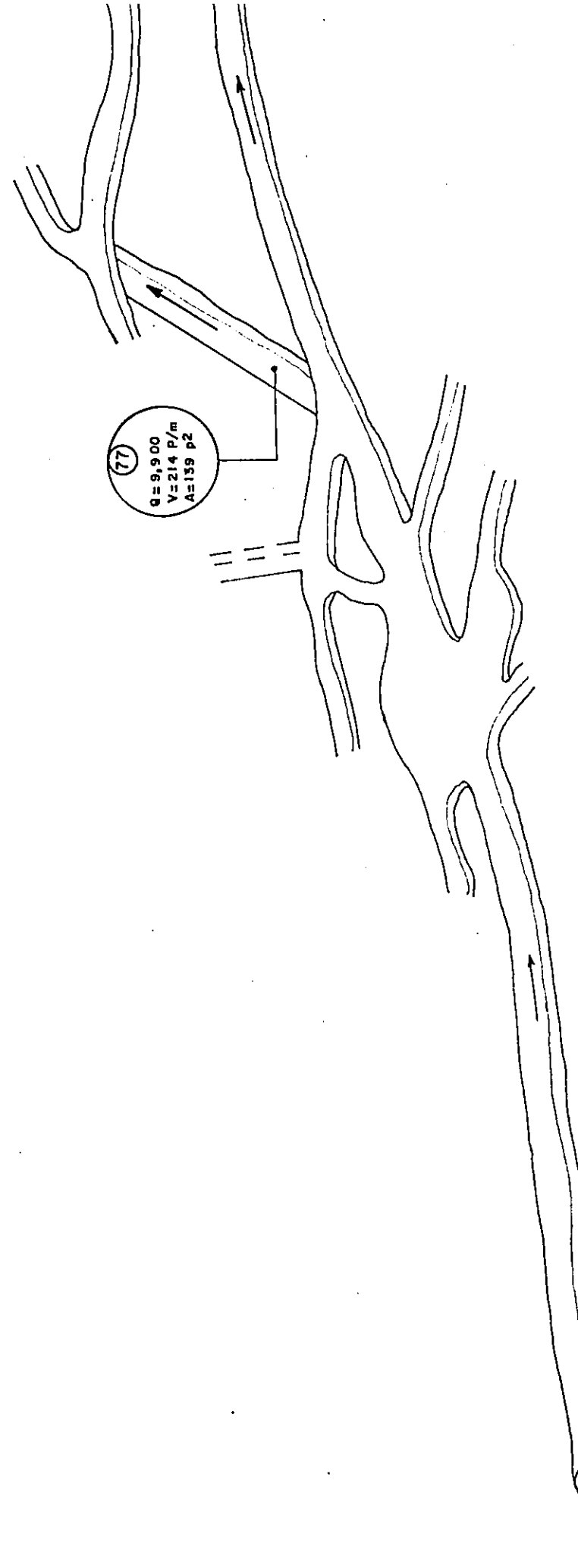
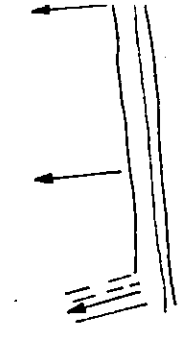
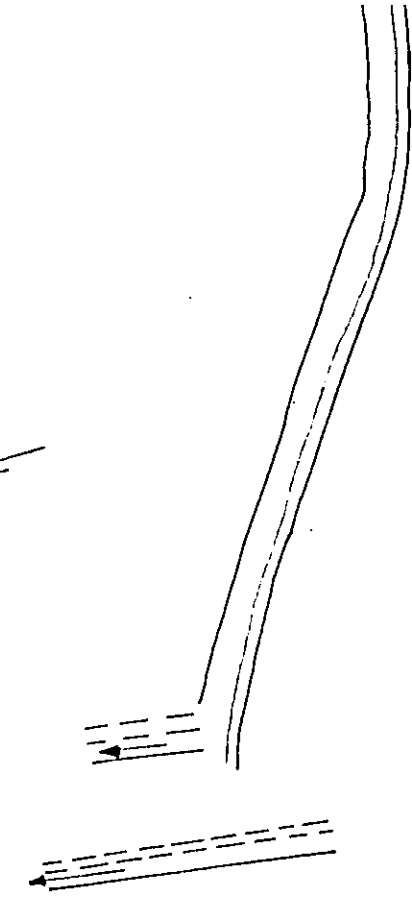


NIVEL 060

EJE



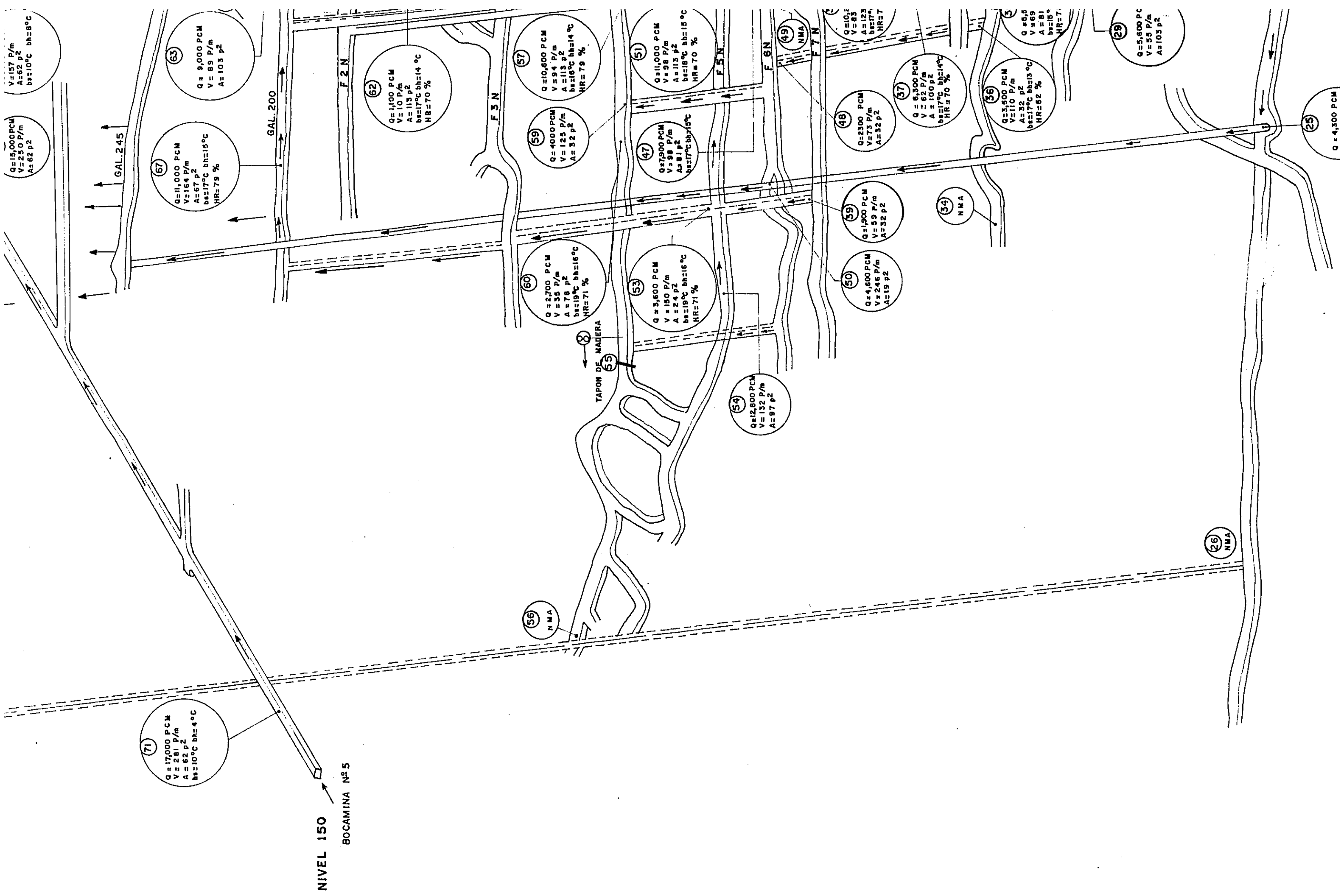
NIVEL 230
(3)



(77)
 $Q = 9,900$
 $V = 214 \text{ P/m}$
 $A = 159 \text{ P}^2$

NIVEL 205
(4)





Q = 15,000 PCM
V = 250 P/m
A = 62 p²

V = 157 P/m
A = 62 p²
bh = 10°C bh = 8°C

71
Q = 17,000 PCM
V = 281 P/m
A = 62 p²
bh = 10°C bh = 4°C

67
Q = 11,000 PCM
V = 164 P/m
A = 67 p²
bh = 17°C bh = 15°C
HR = 79 %

63
Q = 9,000 PCM
V = 89 P/m
A = 103 p²

GAL. 200

NIVEL 150
BOCAMINA Nº 5

62
Q = 1,100 PCM
V = 10 P/m
A = 113 p²
bh = 17°C bh = 14°C
HR = 70 %

56
NMA

60
Q = 2,700 PCM
V = 35 P/m
A = 78 p²
bh = 19°C bh = 16°C
HR = 71 %

59
Q = 4,000 PCM
V = 125 P/m
A = 52 p²

57
Q = 10,800 PCM
V = 94 P/m
A = 113 p²
bh = 16°C bh = 14°C
HR = 79 %

TAPON DE MADERA
55

53
Q = 3,600 PCM
V = 150 P/m
A = 24 p²
bh = 19°C bh = 16°C
HR = 71 %

47
Q = 7,500 PCM
V = 98 P/m
A = 81 p²
bh = 17°C bh = 15°C

51
Q = 11,000 PCM
V = 98 P/m
A = 115 p²
bh = 18°C bh = 15°C
HR = 70 %

54
Q = 12,800 PCM
V = 132 P/m
A = 87 p²

50
Q = 4,600 PCM
V = 246 P/m
A = 19 p²

59
Q = 1,500 PCM
V = 59 P/m
A = 32 p²

48
Q = 2,300 PCM
V = 73 P/m
A = 32 p²

Q = 10,2
V = 83
A = 123
bh = 17°C
HR = 7

37
Q = 6,300 PCM
V = 62 P/m
A = 100 p²
bh = 17°C bh = 14°C
HR = 70 %

34
NMA

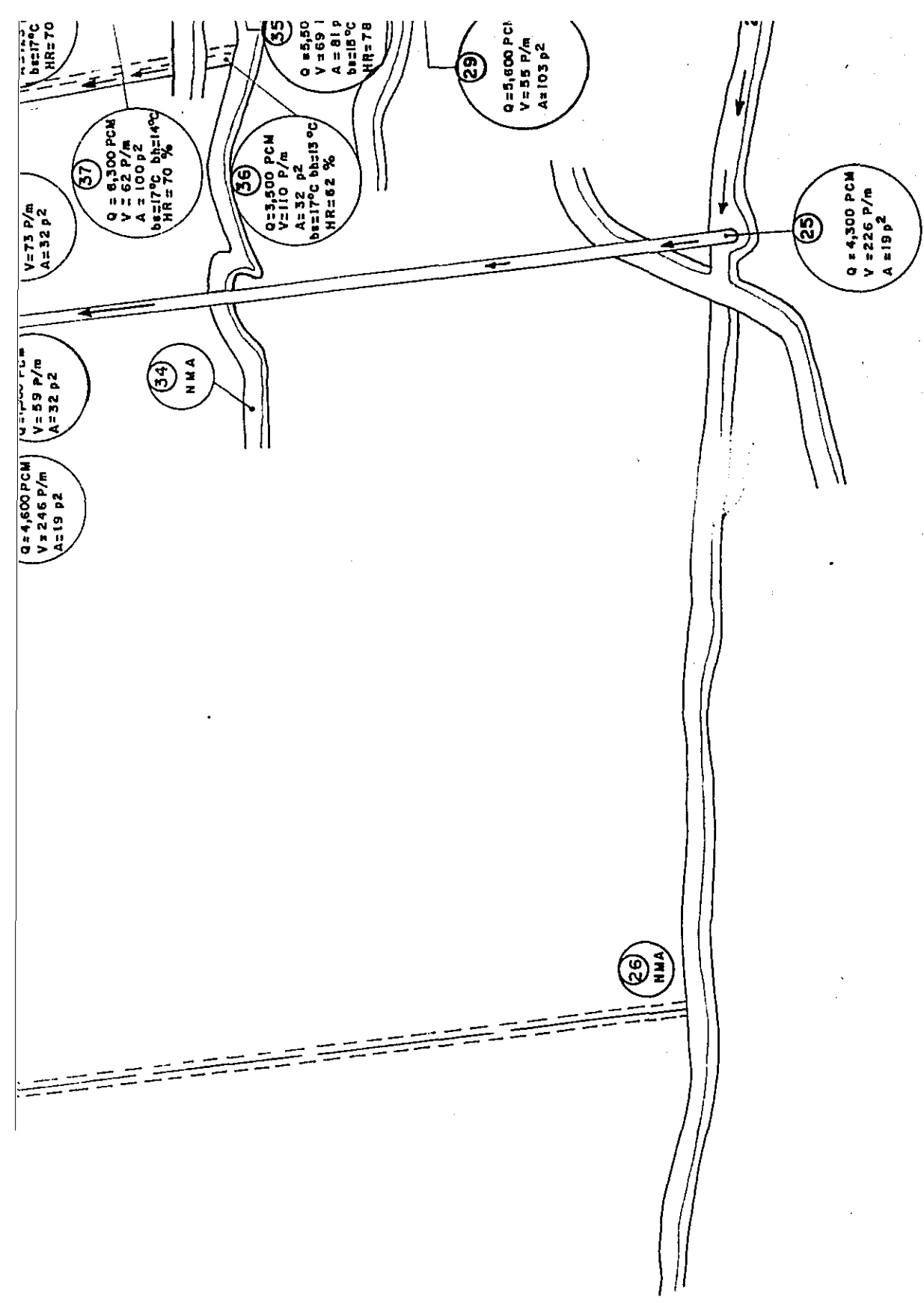
36
Q = 3,500 PCM
V = 110 P/m
A = 32 p²
bh = 17°C bh = 13°C
HR = 62 %

3
Q = 8,5
V = 69
A = 81
bh = 15°C
HR = 71

29
Q = 5,600 PC
V = 55 P/m
A = 103 p²

28
NMA

25
Q = 4,300 PCM



NIVEL C

PIIP社 鉱山社 へリリス鉱山 通気保安調査 及び
PIIP社 ワカパキ選鉱場 保安調査報告

1. 緒言

JICA 相田向井 又質 専門家、及び 動力 鉱山省 T. P. RO. INGEMMET T. Li 技師は 1979年 7月16日~25日に 亘り へリリス 鉱山 坑内 通気 及び 保安 状況 調査、PIIP社 及び ワカパキ 選鉱場 の 保安 状況 調査 を 実施 した。

当 調査 は PIIP社 の 要請 により 実施 した もの で、その 主要 目的 は 4000 車両 修理 工場 の 坑内 設置 につき、保安 衛生 環境 改善 と、効率 上 の 坑内 通気 系統 維持 につき の 検討 である。

又 選鉱 担当 専門 家 中村 技師 は PIIP社、ワカパキ 選鉱場 を 査察 した。

2. 概要

2-1. 所在地

ペリリス 江 岸 ペル 部 と シンパ 部 と の 境界 部 に 位置 した 黒い 山脈 の 西 側 面 に 位置 し 標高 3970m、4000バ 鉱山 地帯 の 北 西 端 に あり ます。

2-2. 道路

鉱山 に 至 る 2 号 路 あり、112-1040バ - 072 に 至 る 号 路 と 112-072 - 722 - 4000バ の 号 路、4000バ と ペル 部 の 間 約 30km の 道路 (舗装 無し) に あり、へリリス 鉱山 に 至 る。

3. 地質

鉱山 脈 は "Calipuy" に 賦 存 した り ます。

火山 岩 (流 岩、礫 岩、火山 凝 灰 岩) は 斑 岩 及び 酸性 岩 の 侵入 を受け 斑 岩 地帯、Tinchi Collanca を 形成 した り ます。

鉱山 は 2 つ の 主要 な 鉱床 系統 を 持つ。

A- 系統

主要 な 3 つ の 鉱床 構造 を 形成 し、Hercules A 鉱床、Techo 鉱床 No. 1, 2, 3、脈 状 鉱床 であ り、走向 は N10°W 0.5°N 30°W の 間、傾斜 は 約 40° 西 傾 した り ます。

B- 系統

No. 1, 2, 3 断面とその中間帯の如く、A系統を横切る一連の断面
 現に形成した。走向 N60°E ~ N70°E 間、傾斜は
 80°N 落ち ~ 80°S 落ちである。

鉱化は上昇鉱液に於ける主要な 3 段階を経て形成した。次の
 鉱物形成の 黄鉄鉱、硫砒鉄鉱、内亜鉛鉱、方鉛鉱
 黄銅鉱、輝銅鉱、4 相砒銅鉱、尖晶石、斑銅鉱、4 相
 銅鉱、錳銀鉱、磁硫鉄鉱

坑内には毛鉱 (Jamesonite) がある。下方部に 37° 鉱化
 が生じている可能性を示している。

当坑は鉱脈状第 2 充填鉱床である。

3-1 地質

地質は 'Calipuy' と呼ばれる第三紀火成岩の相当強いのち、
 受け奥岩の薄い層が認められる。両系統の岩石は完全に砒化を
 受けていて同様に強く電気砒化している。

上方部には流岩類が同様下方部は輝岩火成凝灰岩が主として
 火成岩類は流岩類、安山岩質の凝灰岩質の流岩類が主として

火成岩類は熱水作用の結果として形成され、これは鉄、銅、鉛、
 斜長石、石英、その他の変成の結果として緑泥石、緑簾石、絹雲母
 及びカオリナイトの存在によって明らかである。(砒化、及び電気砒
 化の他に)

3-2 埋蔵鉱量

確定鉱量は以下の如く

11562 鉱山	1588,410 ^t
その他	596,525 ^t
計	2,184,935 ^t

品位

鉛	3.05%
銀	62.02/t
亜鉛	3.75%

生産量

全鉱山計	28,000 ^t /月 ~ 30,000 ^t /月	950 ~ 1,000 ^t /日
主要品位	鉛 3.3%	
	銀 68.02/t	
	亜鉛 3.6%	

人員	坑内部	150名	直轄
	ハリス2鉱山	40'	請負
	ウアカベ41	30'	'
	2トウカン	30'	'
	運送場	250'	直轄
	補助部内	70'	'
	取負	45'	'
	計	615名	

4. 作業方法

ハリス2鉱床A及びB2鉱脈は現在1170m、29-70トウカン、トラックシブホニを使用し、ラセン形斜坑に83材機械採掘を行なつてゐる。上下8m間隔毎に斜道端から、鉄体に沿つて水平坑道を掘り、斜道に直接2レーンボラーに83主坑を掘り、これを新石坑井、土坑井、4mの補助坑井として使用。

4-1. 採掘

採掘法は Frontal Pilar 法 (フル方式) 採用。穿孔は従来使用の レッドハンマー 及び 27mm シャンポールに83。

岩中級にて、バケツ容量 2yd³ の 29-70トウカンに83 運送機を鉄石を主坑に投入、下方坑道 (No.6) に7、坑中の鉄石を 27-トウカンで坑外に出鉱してゐる。斜道斜傾 15° 加荷 420m x 3.00m 採掘跡は熱気塊、側壁の崩壊に83、自然充填とせよ。坑道支保は、ルーフボルト及びネットに83。端折に83、坑木支保を行なつてゐる。

5. 関係者名

関係者は以下の如し

副社長 Emilio Caballero

鉱山長 Luis Palacio

副鉱山長 Otto Velarde

4mの staff

保安部長 Carlos Gonzales

副保安部長 Daniel Santiago Aguilar

労組代表者 1名

8-1 通気系統

全体は自然通気 局部的に強制通気としている。通気は下方部から入り、上方に上り、レスポラ-孔を経て坑外又は坑外に上る。坑外は上方旧坑道に導かれる。(付1回参照)

8-2 現在通気量

坑道 立坑 斜道 坑内切羽 及び坑外の排気口の通気調査 地質 酸化特性 鉄床 作業方法 坑内修理工場設置 坑内燃料貯蔵所 又 坑内気温 相対湿度、付1回参照の規模に通気する箇所の一酸化炭素の含量を調査した。次一表に、同通気量一表に通気量バランスを示す。

付表 1 の 2 又 鉱山通気量 付1回参照

No.	箇所	同通気量	风量割合	同面上 No.	備考

NMA 通気量

PMA 通気量

一表から見て 全体的には 必要量を満たしてはいない。排気は、坑外に上る。坑内には、例として NO. 11, 26, 56, 58, 75 号の各地点に於ける通気量の不足を示している。风量の不足している箇所は大部分が 立坑道と、二水に上る坑道で、これらに於ける局部扇風機を使用して通気改善を必要とし、又上部 1, 2, 3 斜道に於ける通気抵抗のため通気圧の自然消滅性上、同通気量の不足が認められる。

結論として 次の箇所は 通気改善を必要とする。

1. 立坑道引上り
2. 立坑道引上り時次の坑道
3. 上部 1, 2, 3 斜道

次一表に通気量総合バランスを示す。

表4 入気と排気と換気設備のバランス

入気	回量 1/分	排気	回量 1/分
	155,900		155,900

※ 本坑等以上には、入気不能な排気口はない。

総合換気バランスでは入気 155,900 1/分は必要量 132,800 1/分を満足しているが、前述の管打に於いて強制換気によってかゝる停滞を防止する必要がある。

9. 坑内修理工場に於ける換気について

同一日に於いて、4-1-セル柱内の坑内修理の工程は、あり得ない。従って、4-1-セル排気口の除去、溶接作業において、最大限の安全性及び効率を確保出来る条件下で、作業を行なわなければならない。修理作業中の粉塵、その他有害散物について同様である。充分な換気、常時安全具着用して火災防止対策が必要である。

前述の線に沿って調査の結果を次に示す

表4 坑内修理工場の必要換気量

人員・機械	馬力/台	単位当り必要量	計
			40,280

修理工場作業中作業者及び機械に対し最少限 40,300 1/分を必要とする。

表5 修理工場に於ける実測気量

No.	箇所	風速計付	流量 $\text{ft}^3/\text{分}$	同上No.	記事
1	入気口				入気
2	側面坑道貫通口				排気
3	修理工場				排気

必要通気量 $40,300 \text{ ft}^3/\text{分}$ に対し、実測気量 $17,800 \text{ ft}^3/\text{分}$ であり、
 通気量不足に於て、局部強制通気を要す。

なお修理工場には天窓に14-7ホウキ工若くは扇扇格の予知装置を
 設けらる。

10. 坑内温度湿度

測定結果を次表に示す。

表6

No.	箇所	温度		相対湿度%	同上No.
		乾球 $^{\circ}\text{C}$	湿球 $^{\circ}\text{C}$		

坑内温度 $6^{\circ}\sim 19^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $34\%\sim 89\%$ の範囲に在り、
 日中坑外0.5の入気温度は $6\sim 19^{\circ}\text{C}$ の範囲内にあり、この程度の温度
 変化は坑内作業者の呼吸気管に影響を及ぼさざるを以て許すに判断す。

11. 一酸化炭素について

坑内特に修理工場に於て一酸化炭素を検査せられたるものの
 結果を次に示す。

表7 坑内一酸化炭素濃度

No.	箇所	濃度 ppm	同上No.	記事

坑内のCO量は2~25 ppmの範囲内にあり、これは法令にて定められた8時間、50 ppmの許容限度以下であり、作業員に対して問題はない。

27-7-1の4名、754-若らつら信に7112排気ガス調査実施7人の機械工と監督者1人が平均で1日約1時間、次の諸病に罹患経験している。

- 燃料
- 潤滑油
- 矽
- シリカダスト
- エンジン

7.8番 坑内修理工場に於ける二酸化炭素濃度調査

No.	箇所	濃度 ppm	記事

二酸化炭素量は許容限度の50 ppmであった。窒素酸化物、炭化水素、炭酸ガス、修理工場内作業員の呼吸器障害と心理的な不安などの要因を与える可能性はあった。

12. 保安状況

シリウス鉱山では、坑内外とも、保安委員会が責任において、保安教育を行い、衛生の改善の効果的処置を行った。これらに對しては、坑内には要内転、及び教育を受けた補助員が災害防止と、ヘルメット、福祉安全規則の遵守につき、全時間を通じて行っている。然し、この経験を發揮出来るに充分な場内（部屋）がない。又粉塵、ガス、監督者の制御のための材料を備えなければならぬ。保安強化手袋、保安帽、耐水着、等は充分備えられており、又救急用品のMcCaaも揃っている。

地内には危険と思われ作業方法、特に保安上問題のある切羽又は
 作業手続も見直せられた。特に鉄床の構造的な特性から、採掘法と
 使用中のマイニング機械につき、一連の保安問題を解決すべき事項
 もある。その中でも主たるものは既に災害にもつたおき岩盤崩落に
 関係する支保の問題にある。会社は、この解決のため、U-7ポイント
 及び鋼張を採用しているが、一部には既に崩落にU-7ポイント
 のみ頼って、U-7ポイント管桁もあるなど、岩目の多い箇所では、全体に
 効果を及ぼす目的から、ショットクリート法の採用を急ぐ要あり
 一方の採掘切羽に於いては、U-7の厚みと鋼張から、切羽の
 広さが大で不安定な箇所もあり、又セラーの肉離れが著しく、U-7の
 過度の荷重から、U-7に剥離を生じて細く成ったり、大塊の剥離
 崩落も発生している

又管桁に於いては、爆破後選取するに先立って予め、じめ大體の
 岩石割りの不備から、災害の危険性を示している切羽、通行手
 続業者は、爆破の合同を以て岩中肉の戻りをかけたりしているが、
 これら不備な点については、レコメンデーションに於て指示した。

13. 災害統計

最近6ヶ月間の災害統計を次に示す。

1979年1月~6月 災害統計

月	災害頻度係数	災害強度係数

月間災害頻度が月に1回以上大きく変動している。これは、過去に於いて
 動力筋山岳から指示された30/月の目標を以て努力を怠らぬ。

選鉱場

P11P沖社は2選鉱場あり。4カバニハにあるP11P=井選鉱場
別名新選鉱場 他は7カバニ4号館にある7カバニ選鉱場と
あり

14. P11P=井選鉱場

Pカマニ工場よりP11P郡 4カバニハ村に別 海拔3,600m 井=7川の
川岸にあり。選鉱処理鉱物は 方鉛鉱 閃亜鉛鉱 毛鉛
鉄閃亜鉛鉱 錳銅鉱 金銅硫化鉄鉱とあり。

	元鉱品位	精鉱品位	採収率
鉛	3.5%	57.5%	81%
亜鉛	3.8%	51.3%	75%
銅	8.0%	123.4% ^{02/t}	85% (鉛精鉱中)

選鉱容量 550t/日 設備の概要を以下に示す。

粗砕舎

1000⁺t/日 7号川に造り 作業状況良好。

5号川

2号川社製 15" x 20" → 井=7" 2次破砕
→ 3号川給鉱舎 500t/日 x 2基 粉塵多量
粉塵制御装置を必要。

ボウシ

5' x 10' シロ工舎 P=7には径差ハ、ホバニは 6' x 8' ホウ
シロに通す。

保安に改善余地あり 主要な類の打撃車にカニをシ

選選

標の配置状態良好。通路広く 照明面気良好

試薬室

電力にて試薬を浮選回路に供給。

堆積場

坑澤は溝を直に、4カバニハに送取。水力発電送水
管の上方を木樋を通じ7号川の左岸堆積場に至る。

堆積場と川の高低差約7m

堆積場の北東部川との境界は石塊堤 北部

北東部には濃濁水の排水溝があり、全体的にみて堆積場の配置は良好とはいえない。堤体が川に接近し、河川を汚染するからである。

検討事項

- 一次破砕場付近は作業環境改善の要あり。
 - 過粉砕の傾向あり。例として、ワシントン鉱山では 200 mesh 以上 63.64% に対して、千カバンの選鉱場では 400 mesh 以上 61% を示す。そのための粉砕電力を大量に消費し、試薬量が増大している。これに対しては、多数のカバンの使用に代り、Spigot 中に脈石の混入防止を除去し、Spigot は方鉛鉱、閃亜鉛鉱、バシリンの硫化物のみを含むようにするため、試行錯誤的を試験して、破砕粒度を決定すべきである。
- この場合カバンの Spigot は試薬を使用せずして、バシリン精鉱であり、その後の鉱石分離が容易である。
- オーストラリアの品位が、鉛 0.2%、亜鉛 0.3% 程度であれば、硫黄とて堆積出来る。
- 選鉱に於て粒度が別大をい争に代り、総活性表面積が小さくなり、試薬量も減少する。従って、粉砕粒度を現在別大とするに代り望ましい。(Fig 5 参照)

15. ワシントン選鉱場

選鉱場は、ワシントン州、ワシントン郡、千カバンの村にあり、標高 4670m のワシントン山脈にある。ワシントンカバンのワシントン鉱山の脈石を選鉱している。1975年以降改修を加え、現在 500t/日の容量をもつ。(先4回参照)

破砕

1. 粗砕倉 容量 500 M.T.
2. 一次破砕 MAGENSA 15" x 24" 30^t/時
3. 二次、KUE-KEN NO. 28 3' x 4' x 4' - 50^t/時
ALLI'S CHALMERS 3' x 4' x 4' - 36" 60^t/時
4. 震動篩 4' x 6' 篩目 3/4" x 3/4"
5. 24" ベルト 72m 2 系統
6. 細砕倉 400^t 容量

貯蔵

- 1. ボツミ COMESA 4'x10'
- 2. ボツミ BERTELLO 4. MERCY 2基 COMESA 1基
4 1/2 x 4 1/2, 6'x 4 1/2, 6'x 6'
- 3. スパイロ 93771P - COMESA 42" x 22"

浮選部門

- 鉛浮選 MOROCOCHA 917° 160 ft³ 2槽
DENDER 18" 槽 1系到14槽 x 2系列
COMESA (DENDER型) 32" x 32" 6槽
- 亜鉛浮選 浮槽 8' x 8'
MOROCOCHA 917° 160 ft³ 槽
DENDER 18" 槽 1系統 12槽 x 2系統
予備 8槽

脱水部門

- COMESA 6' x 4' 脱水機 2基
- COMESA 真空ホ-7° 31型 2台
- 脱水精鉱舎 25' x 2基 (No. 6回)

年間生産量

約 500% 処理	品位	鉛 3.2%
		亜鉛 9.5%
		銀 6.5 02/t
鉛精鉱	57%	7,300 t/年
亜鉛精鉱	52%	8,500 "
銀精鉱	120 02/t	(鉛精鉱中)
年間処理数量		180,000 t

採収率

鉛	86%
亜鉛	75%
銀	85%

疵滓

品位	鉛 0.33%	疵滓量 450 t/日
	亜鉛 0.75%	
	銀 0.80 02/t	

ワシカヘテハ谷に堆積中なれ。現在容量不足のため改善中

結論

1. 通気量は $155,900 \text{ ft}^3/\text{分}$ あり 法定必要量 $132,800 \text{ ft}^3/\text{分}$ を満たしてはいる。
2. 総通気量は充分であるが、箇所によって通気通路が充分でないところがあり、局部扇風機が設置でき、通気不足の箇所あり。
3. 坑内機械修理場の必要通気量 $40,300 \text{ ft}^3/\text{分}$ に対し 現在は $17,800 \text{ ft}^3/\text{分}$ しかなく $22,500 \text{ ft}^3/\text{分}$ の不足を示す。強制通気の要あり。
4. 坑内気温 湿度の変化は坑外の気温 湿度の変化との関連に於て、人体呼吸系統に 影響を及ぼす程のものではない。
5. 坑内一酸化炭素は $2 \sim 25 \text{ ppm}$ の範囲にあり 問題なし。
6. 一酸化炭素は許容限度以下であり、 $4 \sim 6 \text{ ppm}$ 程度に排出される。窒素酸化物、水酸化物、及び炭素粒子が 作業者の呼吸器に影響を及ぼす可能性あり。
7. 坑内は騒音 保安上問題のあり 改善の要がある。同時に 撻撃災害防止対策を検討する必要あり。
8. 坑内外の 保安改善のため 保安教育、作業能率、それぞれの 部門において 保安計画の達成を促すことにより 坑外の福祉団体 設備、器具 補助員等について、不差支なる実あり。又 災害 殉者が 年間目標である 30 に達する努力すべきである。
9. 選鉱場の保安は良好なると、2選鉱場とも 2マイルに及ぶ 河川の 汚染問題とかがあり。
10. 鉱山と選鉱場間のトラック 輸送は道が狭く 且つ急カーブが多い ため トラックが 急ブレーキで 通行に支障 他的小型車トラック に対し 危険性を及ぼしている。

通気に関する勧告事項

1. レス・ボラーに及ぶ 6 次降から 5 次降への 2 本の通気立坑 及び 5 次降の地表への 2 本の通気立坑を 完成せしめ 同様に これらとつて 通気の手い盲坑道引込への 通気改善を計すこと。
2. 50m 間隔の通気坑井が 貫通する 2 本の間、即ち 4 本の通気立坑の 引込間には 補助扇風機 設置のこと。4 本の場合 扇風機は 容量 $10,000 \text{ ft}^3/\text{分}$ 同圧水柱 $4''$ 风管長 $18''$ 容量約 20 hp . 3450 rpm 程度のものが 望ましい。

直径 36", 最大長 100m の风管にて排気す (排気は坑外に於ける
通気立坑にて排出)。风管延長の必要あれば、他の新风管を
直列に接続し、如し様は、必要條件を満たすものであること。
上記設備は修理作業が長時間に亘る場合にのみ作動させること
とする (常時使用は不要)

12. 通気系統を充分に作動せしむため、この常時 2 台のローワが「必要であり、
これを欠くときは効果の減揮を招く」このため坑内通気管理にのみ
専念す以下のグループを組織すること。

班長技師	1名
電気工	1名
機械工	1名
神助員	3名 (1名/台)・保安知識をもち、 又はその教育を受けたもの。

13. 調査時期は (1979年7月)、ワラス地正に於ては夏季であったため
坑内外気温差の過大に好条件であった。通気不足が著しく
左期間の調査も実施し、平均通風は充分な通気量のあることを
図調査のこと。

14. 坑内機械修理工場の火災に対し、消火設備及び消防隊を
編成のこと。要所には燃料油に対しは化学泡沫消火器、電気
火災に対しは化学粉沫消火器を設置のこと。

15. 扇風の作業管理のため、各々の特性に合せて規格を統一し
通気系統図上に設置箇所を明示のこと。

16. 不要旧坑道、不要切羽を遮断すことにより生ずる通気損失、又
清浄通気の浪費を防止すため、当該箇所を塞閉すること。

17. 排気中の窒素酸化物、二酸化窒素、不燃性燃料
ガス等の除去のため、触媒清浄器 (スクラバー)、水槽を、坑内
排気口に設置すること。

保安に関する勧告事項

1. 坑内に保安教育、事故防止に関する保安掲示を更改又は
増強すること。
2. スクレーパーに於ける積込、ジャンボ-穿孔を行なっている箇所には
照明を充分にとること。

3. 人の通行道を明示し、立坑周囲の危険地域には標示を置くこと。
4. キャットウォークの保管の徹底と完全充實実施のこと。
5. 米立坑道の立坑付近には岩盤崩落箇所あり、石垣積に人道への散乱を防ぎ人道確保のこと。
6. 坑道支保材の強度を強化し、支保を完全に行なうこと。
7. 作業者乗車の頻繁に通過する坑道箇所は、清掃を徹底のこと。作業者の通行を困難にし乗車の燃料消費増、排気ガス滞留につながるおそれがある。
8. 岩目の多い箇所には、ルーフボルト工法と共にショットクリート（コンクリート吹付）を行なうこと。又他鉱山が行なっている採石危険標示法が望ましい。
9. 坑道、斜道、傾道、坑道引を備へたこの計画設定のため、それぞれの断面形状、加背、鉱柱の形状等の決定に後述の岩石強度試験を実施することが必要。
10. 立坑、斜道を人が通行するのを防止するため、おりに金網を置くこと。
11. ヘルメット、作業服は防塵眼鏡を使用のこと。
12. 作業中の岩崩れが来た場合避けること。止むを得ず崩壊する場合は崩壊箇所に入らぬ様、見張を完全に徹底すること。
13. 29-70トンの運転者は、採掘機破後の岩石払いを、作業開始前に行なうこと。
14. 救援隊を最少限2隊編成し事故に備えて、実地訓練と適切な救助法の教育を行なうこと。
15. 消防隊を編成のこと。
16. 保安検査器具、空気測定器材、環境制御器等、保安器具の充実に努むること。同時に保安計画の普及徹底と実施の方法を検討すること。
17. 鉱山と掘削場内を運行する鉱石トラックの速度の出し過ぎを禁止し、道路上危険箇所には、安全通行の標示板を設置すること。

以上

CONVENIO DE COOPERACION TECNICA
INTERNACIONAL ENTRE EL GOBIERNO
DEL JAPON Y EL GOBIERNO DEL
PERU

Lima, diciembre de 1979.

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 del Centro del Perú Unidad Casapalca, por las facilidades y apoyo brindado para el logro - del presente trabajo.

ESTUDIO DE VENTILACION SUBTERRANEA , SEGURIDAD E HIGIENE AMBIENTAL EN LA UNIDAD CASAPALCA DE LA EMPRESA MINERA DEL CENTRO DEL PERU .

La Misión Japonesa de Minería representada por los funcionarios de Japan International Cooperation Agency (JICA) , ingenieros Yasuo Mukai y Nagayasu Taniguchi conjuntamente con los representantes del Ministerio de Energía y Minas, INGEMMET y CENTROMIN PERU ; ingenieros Tomás Acero Rosales, Javier Li Robles y Francisco Yana , respectivamente efectuaron un Estudio de Ventilación Subterránea, Seguridad e Higiene Ambiental en las labores subterráneas e instalaciones de superficie en la Unidad Casapalca de CENTROMIN PERU , entre el 3 y 7 de diciembre de 1979.

El estudio se llevó a cabo cumpliendo el Programa de Actividades del Convenio de Cooperación Técnica Internacional en Seguridad e Higiene Minera.

1. GENERALIDADES

1.1 Ubicación de la Mina

La Unidad Casapalca está ubicada en el Distrito de Chicla, Provincia de Huarochiri, Departamento de Lima, sobre la carretera central a 118 Kms. de Lima y a 4,192 metros sobre el nivel del mar. Geográficamente está localizada en la zona central, flanco occidental de la Cordillera de los Andes, entre las coordenadas $11^{\circ} 30'$ de latitud Sur y $76^{\circ} 10'$ de longitud Oeste. (Ver fig. N° 1).

1.2 Accesibilidad

La mina Casapalca es accesible por la carretera central.

2. GEOLOGIA

2.1 Geología Regional

La secuencia estratigráfica del distrito está constituida tanto por rocas sedimentarias como volcánicas interestratificadas. La estructura del distrito muestra intenso plegamiento desarrollándose - pliegues invertidos cuyos ejes se orientan paralela - mente a la dirección general de los Andes. La estruc - tura principal " ANTICLINAL" , constituye un plie - gue en cuyas secuencias sedimentarias hay cuerpos - intrusivos pequeños de composición intermedia y si - milar composición química, diferenciándose únicamen - te en su carácter textural.

2.2 Estratigrafía

La columna estratigráfica de la región es tá conformada principalmente por calizas, capas ro - jas, brechas y flujos volcánicos, los cuales alcanzan una potencia máxima de aproximadamente 5,400 me - tros (Ver tabla de síntesis estratigráfica).

2.3 Geología de la Mina Casapalca

La mineralización de la Mina Casapalca

se presenta en vetas que han sido formadas por relleno de figuras ya sean estas fallas o simplemente fracturas. En superficie las estructuras son conocidas en longitud aproximadamente de 5 Km. de los cuales 3.5 Km. ya han sido explotados en subsuelo. Las vetas son angostas , generalmente de 1 metro de ancho, la mineralización está confinada a tipos de rocas perterecientes a las Capas Rojas, Miembro Carmen, Volcánicos Tablachaca y Volcánicos Carlos Francisco . Las vetas tienen un rumbo de N 30° E a N 80° con buza - mientos que varían de 60° a 80° NW la mineralización está compuesta por : esfalerita, tetrahedrita, chalcopirita, buornita, galena, jamesonita, y como ganga : cuarzo, rodocrosita, yeso, realgar, etc.

2.4 Reservas

Las reservas actuales alcanzan los " 10'000,000 de toneladas con las siguientes leyes :

Cu	0.31%
Pb	1.8 %
Zn	3.0 %
Ag	5.8 %

La producción diaria es de 2,300 TCS.

PERSONAL DE LA UNIDAD CASAPALCA

LUGAR	N° de Trabajadores.	PLANILLA
Mina	480	
Mina Extracción	120	
Planta Concentradora	104	
Talleres	80	
Servicios	60	
TOTAL :	844	

METODO DE TRABAJO Y EXPLOTACION

La mina Casapalca está dividida en 4 áreas principales de trabajo, entre los niveles 200 y 800, entre los niveles 800 y 1500 , entre los niveles 1500 y 2700 y entre los niveles 2700 y 3300. Todo el mineral es transportado al nivel 1700 y de allí a la planta concentradora.

Se utilizan los métodos de explotación Shrinkage, archback y corte y relleno . Aproximadamente el 80% del minado se hace por shrinkage, el corte y relleno es utilizado en los niveles inferiores (debajo del nivel 1700) y el archback está siendo dejado de lado. Se utilizan máquinas perforadoras del tipo jackleg y stopers; la voladura se hace con ANFO.

Los tajeos tienen aproximadamente 1.80 m. de ancho con 6 metros de longitud, las chimeneas de acceso están espaciadas cada 36 metros y el mineral es tajeado en cortes de 2 metros.

Las vetas tienen una inclinación promedio de 60° siendo este un factor determinante para la selección del método de explotación , en los casos en que el buzamiento es menor de 60° ya no se usa shrinkage debido a que el mineral ya no corre.

El mineral proveniente de los tajeos pasa a través de chutes y es cargado directamente a carros mineros. En los niveles superiores (encima de 1700) usan locomotoras de 4 Ton. con carros mineros de 2 Ton. y en los niveles inferiores se usan locomotoras de 6 Ton. con carros mineros de 4 a 5 Ton.

El mineral de los niveles superiores es echado por ore passes hasta el nivel 1700 y en los niveles inferiores el mineral es -

es izado hasta el nivel 1700.

El ingreso del personal a la mina es a través del nivel 1700 donde existen las instalaciones necesarias para que el personal se cambie , tome sus alimentos y oficinas de mina.

DE LA VISITA

Previo al inicio del estudio se tuvo una reunión con el Superintendente General de la mina Ing. Germán Ruiz, el Capitán de mina Ing. Carlos Cisneros, el Superintendente de la Planta concentradora Ing. Pedro Carrión, el Jefe del Dpto. de Geología Ing. Eduardo Rivera y el Jefe del Programa de Seguridad e Higiene de la Unidad Casapalca Ing. Pablo Galarza, quienes ofrecieron una explicación sobre la geología del yacimiento, métodos de explotación, actividades del Programa de Seguridad y Sistema de Ventilación Subterránea.

Durante el estudio se puso especial énfasis en el aspecto de exposición a gases, altas temperaturas y seguridad en las labores de subsuelo. En el desarrollo de los diferentes trabajos se recibió el apoyo y colaboración de la Empresa lo que permitió que estos se llevaran a cabo sin dificultades y con eficiencia.

INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Para las diferentes evaluaciones practicadas se utilizó los instrumentos siguientes :

1. - Altímetros, cronómetros y winches.
2. - Termo-anemómetro.
3. - Tubos de humo.

4. - Anemómetro de paletas.
5. - Psicrómetro.
6. - Analizador de gas para CO tipo EC-231
7. - Analizador de gas para NO₂ tipo EC-260
8. - Analizador de gas para SO₂ tipo 1240.

ANTECEDENTES

La empresa minera del Centro del Perú en su Unidad Casapalca, utiliza equipo convencional para las operaciones de : perforación, limpieza, extracción y transporte, todos ellos accionados por aire comprimido y energía eléctrica debido a las dificultades que presenta la ventilación de los niveles inferiores de la mina ubicados hasta 1900 pies por debajo del nivel principal de extracción (Nv. 1700) Por esa razón y considerando que actualmente la totalidad de labores en trabajo están ubicadas por debajo del nivel 1700, se programó la realización del estudio en los niveles 1700, 1900, 2100, 2300, 2500, - 2700, 2900, 3000 y 3300, poniendo especial interés donde existía exposición a temperatura.

SISTEMA DE VENTILACION

La ventilación en la mina Casapalca es mixta. Los principales volúmenes de aire ingresan por los niveles 1700 y 2100 ; se utilizan ventiladores en superficie para incrementar el movimiento del aire en el circuito de ventilación .

REQUERMIENTOS DE AIRE FRESCO

El volumen de aire fresco necesario de acuerdo a los requerimientos establecidos por el Reglamento de Bienestar y Seguri

dad Minera Peruano, teniendo en cuenta la altura donde está ubicada la mina Casapalca es el siguiente :

REQUERIMIENTO DE AIRE FRESCO MINA CASAPALCA

PERSONAL POR GUARDIA	N°	Volumen de aire por Uni.	TOTAL m ³ /min.
Personal Explotación	240	6m ³ /min.	1440
Personal Extracción	40	6m ³ /min.	240
TOTAL :	280		1680 m ³ /min.

59,375 p³/min.

Por lo tanto, en la mina Casapalca para los 280 trabajadores por turno (promedio), que permanece en subsuelo, considerando que la mina está ubicada a 4,192 m. s. n. m. , deberá disponer de por lo menos 1,680 m³/min. y con una velocidad mínima de 20 metros por minuto debido a que utilizan explosivo ANFO en las voladuras.

RESULTADOS DEL ESTUDIO

EVALUACION DE LAS CONDICIONES DE VENTILACION ACTUALES

Para determinar la eficiencia de la ventilación se efectuaron mediciones del movimiento de aire en los piques, galerías, chimeneas y otras labores subterráneas así como en las bocaminas. Se observaron las características geológicas, mineralógicas y estructurales del yacimiento y métodos de trabajo. De igual manera se hicieron determinaciones de temperatura, humedad relativa y presencia de ga-

ses en las labores, lugares de tránsito frecuente de personal y las condiciones de seguridad en que se desarrollan los trabajo.

Los resultados de las mediciones de velocidad y caudales de aire calculados para las diferentes estaciones de muestras establecidas en subsuelo se presentan en la Tabla N° 2 , asimismo se presenta el balance general del movimiento de aire.

TABLA N° 1

EVALUACION DEL MOVIMIENTO DE AIRE EN LA
MINA CASAPALCA

N°	LUGAR	Velocidad m/min	Caudal m ³ /min	Ref en planos	OBSERVACIONES
1	Nv. 1700 E-6	77	588	1	Aire ingresa
2	Crucero Potosí E-7	98	362	3	Aire ingresa
3	Ventilador 60,000 CFM	410	2300	4	Ventilador Succia
4	Nv. 2100 M Norte E-2	78	250	6	Aire hacia el Sur
5	Gal. 21-M, E-3	153	446	9	Gal. obstruída
6	Nv. 2100 E-1	28	81	10	-----
7	Nv. 3000 E-1	29	595	13	Aire ingresa
8	Nv. 3000 Gal. E-2	23	200	14	Crucero 230 Sur
9	Nv. 3000 Ch. E-1	90	500	16	Aire a labores
10	Ch. 30-M-Sur E-4	28.6	200	17	Aire entra
11	Crucero 239 E-5	32.2	262	18	Aire entra
12	Nv. 3000 E-6	26.5	183	22	Aire de Nv. 3300
13	Nv. 1700 Estación Pique	76.6	498	23	Aire de superficie
14	Nv. 1700 E-3 Recta Afe.	110	990	24	Aire ingresa
15	Nv. 1700 E-4 Gal. Transp	133	760	25	Aire de superficie
16	Bocam. Nv. Carlos Franc.	119	1500	26-A	Ingreso aire fresco
17	Bocam. Nv. Carlos Franc.	133.6	1684	26.	Ingreso aire fresco
18	Bocam. Potosí	190	878	27	Ingreso aire fresco
19	Bocam. Juanita	290	1983	28	Salida aire usado
20	Bocam. Juanita E-3	24	63	29	Entra aire fresco
21	Bocam. Nv. 1200	136	550	30	Entra aire fresco
22	Bocam. Araucana Nv. 2100	105	594	31	Entra aire fresco
23	Bocam. Antuquito Nv. 2100	110	518	32	Entra aire fresco

N°	LUGAR	Vel. m/min	Caudal m ³ /min.	Ref. en Plats	OBSERVACIONES
24	Bocam, Yauliyacu Nv. 2700	110	700	33	Entra aire fresco
25	Nv. 1900 E-1	82	26	34	Aire hacia piquec.
26	Nv. 1900 Gal. E-2	82	328	35	Hacia 19-M-Sur
27	Nv. 1900 E-4	8.4	42	36	Hacia veta M
28	Nv. 1900 E-3	29	154	37	Hacia pique C. F.
29	Nv. 2700 E-1	11	54	38	-----
30	Nv. 2700 E-2	72	356	39	Hacia pique central
31	Nv. 2700 E-3	52	273.5	40	A cortada Aguas C.
32	Nv. 2700 E-6	14	72	41	A cortada Carmen
33	Nv. 2700 E-6	170	867	42	A veta -M - Norte
34	Nv. 3300 E-3	74	456	43	-----
35	Nv. 3300 E-3	74	518	45	A Raise Boring Conuelo
36	Nv. 3300 E-4	75	562	46	Corta Aguas Calientes
37	Nv. 3300 E-4	24	170	47	Acceso de piquec. Fco.
38	Nv. 3300 E-7	23	113	48	A pique C. Fco.

De los resultados obtenidos en la Tabla N° 1 se puede deducir que el movimiento de aire en las galerías principales y comunicaciones interiores de la mina Casapalca es buena. Sin embargo se observaron algunas deficiencias como :

- No utilización de caudales importantes de aire fresco por falta de encauzamiento.
- Desperdicio de aire fresco en labores antiguas por falta de compuertas y/o reguladores de caudal de aire.
- Falta de ventiladores para forzar el aire fresco hacia algunos lugares de trabajo sin ventilación.
- Galerías en mal estado de conservación, que dificultan la circulación eficiente de aire.
- Existencia de temperatura no confortables (35° C) en algunas labores de los niveles 2700, 3000 y 3300.

Lo anterior deberá subsanarse con las recomendaciones que se anotan más adelante.

En la Tabla N° 2 siguiente, se presenta el balance general del movimiento de aire.

(sigue Tabla N° 2.....).

TABLA N° 2

BALANCE GENERAL DE LA VENTILACION SUBTERRANEA DE
LA MINA CASAPALCA

ENTRADAS	Caudal m ³ /min.	SALIDAS	Caudal m ³ /min.
Bocam. Nv. Carlos Fco. 1700	1500	Bocam. Juanita	1983
Bocam. Nv. Carlos Fco. 1700	1684	* Tajeos Anti -	
Bocam. Potosí	878	guos , salidas	
Bocam. Juanita E-3	63	no especificadas	4504
Bocam. Nv. 1200	550		
Bocam. Araucana Nv. 2100	594		
Bocam. Antuquito Nv. 2100	518		
Bocam. Yauliyacu Nv. 1700	700		
TOTAL :	6487		6487

* Sobre el Nv. 1700 existen tajeos antiguos por donde sale el aire hacia superficie, no se midieron por ser inaccesibles.

El balance general de la ventilación subterránea de la mina Casapalca, indica que el caudal total de aire que ingresa $6,487 \text{ m}^3 / \text{min.}$ ($228,990 \text{ p}^3 / \text{min.}$), satisface con exceso los requerimientos de $1,682 \text{ m}^3 / \text{min.}$ calculados con un amplio margen de seguridad. No obstante con el objeto de controlar la exposición a temperatura en algunos lugares de trabajo, deberá utilizarse mejor el aire fresco que ingresa de superficie y encauzarlo mediante ventilación mecánica a las labores que lo requieran.

CONDICIONES TERMO AMBIENTALES

Con el objeto de conocer técnicamente el grado de exposición ocupacional a temperaturas no confortables se llevó a cabo el estudio de Condiciones Termo Ambientales.

Se efectuaron mediciones de temperatura y humedad relativa en los diversos lugares de la mina, obteniendo los siguientes resultados :

TABLA N° 3

N°	LUGAR	TEMPERATURA		Hm. R. %	Ref. Cl. plano	HORA
		B. Seco °C	B. Hm. °C			
1	Nv. 1700 Estación 6	17	13	62	1	9.00
2	Ch. al Nv. 1500	18	18	100	2	9.20
3	Crucero Potosí E-7	14	10	61	3	9.35
4	Ventilador Potosí	26	25	92	4	9.45
5	Nv. 2100 M-Norte E-2	15	12	69	6	11.00
6	Ch. antigua Nv. 2300 y 2500	25	25	100	7	11.30
7	Gal. 21- M E-3	25	24	91	9	12.00
8	Nv. 2100 E-1	22	18	64	10	12.15
9	Nv. 3000 E-1	23	19	65	13	13.00
10	Nv. 3000 Gal. E-2	21	19	80	14	8.15
11	Nv. 3000 Ch. E-1	28	26	86	16	9.00
12	Nv. 3000 30-M-Sur E-4	29	28	93	17	9.30
13	Nv. 3000 30-M-239 E-5	24	22	81	18	10.00
14	Nv. 3000 E-6	23	21	81	22	10.30
15	Nv. 1700 Estación Pique	19	19	100	23	13.00
16	Nv. 1700 E-3 Recta AFE	9	8	88	24	13.30
17	Nv. 1700 E-4 Gal. Transp.	12	11	88	25	14.00
18	Bocam. Carlos Francisco	7	6	87	26	15.00
19	Bocamina Potosí	6	5	86	27	15.30
20	Nv. 1900 E-1	23	21	81	34	9.00
21	Nv. 1900 Gal. E-2	22	19	72	35	9.15
22	Nv. 1900 E-4	18	16	79	36	10.20
24	Nv. 1900 E-3	20	19	89	37	11.20

N°	LUGAR	TEMPERATURA		Hm. Rel. %	Ref. en plano	HORA
		B. Seco °C	B.Hm. °C			
25	Nv. 2700 E-1	25	22	74	38	13.40
26	Nv. 2700 E-2	25	22	74	39	13.55
27	Nv. 2700 E-3	25	23	82	40	14.15
28	Nv. 2700 E-R	30	27	80	41	14.30
29	Nv. 2700 E-6	24	22	81	42	16.20
30	Nv. 3300 E-6	21	20	89	43	8.30
31	Nv. 3300 Tajeo Ore Body	24	23	90	44	9.00
32	Nv. 3300 E-3	26	25	92	45	10.45
33	Nv. 3300 Cortada Agua Cal.	27	26	93	46	11.00
34	Nv. 3300 E-7	21	20	89	47	11.45
35	Nv. 3300 E-7	24	23	90	48	12.15
36	Tajeo 30-M-210 Sur	35	34	94	--	10.00
37	Nv. 3300 Labor 33-M-207	35	33	88	--	11.10

Las temperaturas registradas en las diferentes mediciones en el medio ambiente de interior de minas, fluctuaban entre 6°C y 35°C. Las temperaturas más altas se encontraron en los niveles 2700, 3000 y 3300, especialmente en los tajeos 30-M-210 y 33-M-207 donde la temperatura llegaba a 35°C, haciendo el trabajo realmente penoso. La causa principal del problema antes mencionado es la falta de ventilación en los niveles más profundos de la mina, la no utilización del caudal de aire fresco que ingresa por falta de presión suficiente y falta de encauzamiento a las labores empleando ventilación mecánica auxiliar.

PRESENCIA DE GASES

Con el objeto de prevenir la presencia de gases en interior de mina, se muestreó monóxido de carbono, anhídrido sulfuroso y óxido de nitrógeno, obteniéndose los resultados siguientes :

MONOXIDO DE CARBONO

Se tomaron muestras de monóxido de carbono en diferentes lugares de trabajo, después de 2 y 3 horas de los disparos principales , obteniéndose resultados negativos. Por lo tanto, se comprobó que no existe contaminación por este agente químico, esto se debe a que todo los equipos mecanizados utilizados en interior de mina funcionan con aire comprimido y con energía eléctrica , los gases provenientes de las voladuras son eliminados rápidamente por la ventilación.

OXIDO DE NITROGENO Y ANHIDRIDO SULFUROSO

En las labores subterráneas de la mina Casapalca se utiliza explosivo ANFO (nitrato de amonio) , como tal puede existir

contaminación ambiental por óxidos de nitrógeno y anhídrido sulfuroso y por la presencia de sulfuros en la mineralización. Sin embargo el resultado del muestreo demostró la ausencia de estos agentes en el medio ambiente en las labores subterráneas 1 y 2 - horas después de los disparos.

CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LA MINA

Los trabajos en la mina Casapalca datan desde 1889, como tal es una mina muy grande con galerías muy extensas y con labores actuales entre los niveles 1700 y 3300 pies. Los niveles 2700, 3000 y 3300, debido a su profundidad y falta de comunicación a superficie, presentan dificultades para la ventilación. Además algunas galerías (Nv. 2100 y Nv. 3000) presentan derrumbes, deficiencias en el sostenimiento y falta de limpieza, lo que contribuye a hacer más difícil la circulación del aire, parte del riesgo de accidentes en las zonas antes mencionadas por lo tanto, es necesario conservar en buen estado las galerías antiguas para que puedan ser utilizadas como vías de escape en casos de emergencia.

En el Nv. 3000 se ha presentado el problema reven-tazon de rocas, por lo cual se han paralizado algunas labores. Otro aspecto importante relacionado con la seguridad es la existencia y utilización en subsuelo , de equipos y herramientas en mal estado u obsoletos que hacen el trabajo penoso y nada eficiente; como locomotoras que constantemente se malogran, carros mineros en malas condiciones y falta de personal para efectuar trabajo de limpieza y mantenimiento de galerías, etc.

PROGRAMA DE SEGURIDAD E HIGIENE MINERA

El programa de Seguridad e Higiene, cuenta con personal profesional y auxiliar capacitado, que se dedica a tiempo completo a las actividades de prevención de accidentes y cumplimiento de los dispositivos del Reglamento Bienestar y Seguridad Minera - Peruano.

La Administración de la Seguridad en la mina Casa - palca de CENTROMIN PERU, está a cargo de un Comité de Seguridad el que a través del PROGRAMA DE SEGURIDAD trata de mantener las mejores condiciones de Seguridad e Higiene tanto en interior de mina como en superficie.

El Programa de Seguridad, está dirigido por el Ing. Pablo Galarza, quién dispone de dos asistentes el Ing. Nelson Cuadrado Z. , el Bachiller Sr. Angel Bejarano y 4 inspectores (policías) de seguridad. El local donde funciona el Programa es sumamente estrecho para el personal, aunque cumple con su función, se observo hacinamiento.

El personal técnico no cuenta con equipo e instrumentos completos para control ambiental de polvo, gases, ruido y evaluación de la ventilación.

Distribuyen a la totalidad del personal implementos de seguridad como : botas, guantes, cascos, ropa de agua, etc. cuentan con equipos completos para rescate minero del tipo Mc.Casa.

El Índice de Frecuencia de Accidentes al 30 de Octubre de 1979 ha sido de 5.9 y el Índice de Severidad de 3,706 que en relación a los años anteriores ha mejorado notablemente demostrando por otro lado, buen rendimiento del Programa de Seguridad.

CONCLUSIONES

1. Los resultados de la evaluación de la ventilación de subsuelo de la mina Casapalca, indican que el caudal total de aire que ingresa 6,487 metros cúbicos por minuto satisfacen los requerimientos generales de 1,682 metros cúbicos por minuto calculados de acuerdo a la Ley Peruana para el personal que permanece en subsuelo.
2. La ventilación no obstante cumplir los requerimientos del Reglamento de Bienestar y Seguridad Minera, presenta deficiencias en algunas labores de los niveles 2700, 3000 y 3300 debido a la falta de encauzamiento del aire fresco que ingresa y el no aprovechamiento de caudales de aire limpio que se pierden en labores antiguas por circuitos independientes. La causa principal es la falta de ventiladores, deficiente mantenimiento de galerías y caminos por donde debe circular el flujo de aire y falta de ventilación mecánica auxiliar.
3. Las condiciones termoambientales registradas durante el estudio , demostraron que existen lugares de trabajo especialmente en los Nvs. 3000 y 3300 expuestas a temperaturas no confortables de 30 °C y 35 °C, que deben ser mejorados mediante ventilación mecánica.
4. Las mediciones de monóxido de carbono, anhídrido sulfu -

roso y óxidos de nitrógeno efectuados a 2 y 3 horas después de los disparos dieron resultados negativos , lo que demuestra que no hay exposición ocupacional a estos agentes.

5. Se han observado alguna labores inseguras y modalidades de trabajo deficiente en el aspecto de seguridad en el interior de mina que deben ser corregidos para prevenir accidentes.

6. La Administración del Programa de Seguridad se efectua a través del Comité de Seguridad , y el personal del Programa de Seguridad e Higiene Minera a cargo del Ing. Pablo Galarza que cumplen labor bastante eficiente en la prevención de accidentes.

RECOMENDACIONES

1. La solución integral de la falta de ventilación en los niveles inferiores de la mina Casapalca sería en base a los cambios siguientes :
 - 1.1 El caudal de aire fresco que ingresa por los 2 túneles del nivel 1700, deben ser conducidos a través del Pique Central y Pique-San Francisco hacia el nivel inferior 3300 , con el objeto de que posteriormente suba ventilando todas las labores de los niveles intermedios.
 - 1.2 Encauzar el aire hacia abajo colocando una compuerta de ventilación en la galería 17-MC-Sur.
 - 1.3 El aire fresco que ingresa por la galería Potosí debe ser orientado hacia labores antiguas y/o ser clausurado con el objeto de evitar que sea aspirado por el ventilador JUANITA que se sobrecarga y da origen a un circuito de ventilación inoperante.
 - 1.4 Reinstalar el ventilador de 30,000 CFM (veta P Sur) en la intersección del crucero Carmen , para extraer aire usado caliente de la zona crítica (veta P y M) y encauzarla hacia labores antiguas de los niveles superiores. De esta forma se evitará que el aire caliente llegue a la recta Yauliyacu e inunde el Pique Central con aire caliente proveniente de las labores en las vetas P y M.

- 1.5 Comunicar el tramo de la galería P al Norte del tajeo 27-P-200 , para que el aire caliente de la veta M salga hacia Potosí.
- 1.6 Para disminuir la temperatura existente en el tajeo 33-M-207 del Nv. 3300, es necesario abrir una chimenea al Nv. 3000 comunicándola con la chimenea inclinada.
- 1.7 Colocar una puerta de ventilación en la Estación 2 del Crucero Aguas Calientes con el objeto de impedir que el flujo de aire haga resistencia al aire fresco que baja por el Pique Carlos Francisco . De otro lado es necesario crear más presión por el pique de tal manera que se facilite la evacuación del aire usado por la chimenea Raise Boring Consuelo.
- 1.8 Colocar puerta de ventilación en la bocamina Araucana para evitar que el flujo de aire que ingresa impida la salida de aire usado por la galería 21-M-Sur por que es vía escape.
- 1.9 Instalar regulador de caudal de aire en la galería M central de Nv. 2100, por que se pierden aproximadamente $325 \text{ m}^3 / \text{min.}$ de aire fresco.
- 1.10 El nivel 2300 y Nivel 2500, las galería adyacentes al Pique Carlos Francisco y Pique Central deben taponarse para evitar que el aire fresco se pierda en la labores antiguas.

- 1.11 Colocar puertas de ventilación en la intersección de la veta C Sur y Norte con el tunel Potosí para encauzar el aire fresco hacia lugares de trabajo y para permitir sean usadas como vía de escape.
- 1.12 Colocar tapón en la galería veta M Sur para impedir el ingreso de aire a labores abandonadas. Se pierden aproximadamente $256 \text{ m}^3 / \text{min.}$ de aire fresco.
- 1.13 Proyectar la construcción de una chimenea de ventila
ción para comunicar el tajeo en preparación 19-M-286 con el Nv. 1700 superior.
- 1.14 Comunicar la veta P-27 al Raise Boring.
- 1.15 Comunicar el tajeo 30-M-1-259 al Nv. 2700 , para me
jorar la ventilación es esta labor ciega, que sólo se ven
tila con aire de perforación.
- 1.16 La mayoría de bocaminas de ventilación, presenta fal-
ta de limpieza y mantenimiento , lo cual dificulta la li
bre circulación del aire de ventilación .

SEGURIDAD

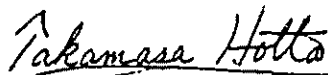
Organizar un programa de actividades de seguridad orientadas a prevenir accidentes y contribuir a mejorar la ventilación subterránea . Las actividades deberán consistir en:

- 2.1 Rehabilitación de enmaderado en mal estado de algunas galerías.
- 2.2 Limpieza y eliminación de madera y equipos almacenados rocas desprendidas y arenas de relleno.
- 2.3 Mantenimiento de cunetas de tal manera que las aguas de filtración no se acumulen.
- 2.4 Señalizar perfectamente las vías de escape para permitir su uso inmediato, ya que en caso de emergencia el único sistema de izaje más extenso para personal - (pique inclinado) tiene muy poca capacidad.
- 2.5 Renovar los avisos de seguridad. Muy pocos presentan buen estado y cumplen su función en el Nv. 2100.
- 2.6 En el echadero cero del Nv. 3000, el sistema de volteo de carro mineros es muy inseguro, el tope de los carros que impide que estos se vuelquen al echadero sobre el personal no funciona.


- 2.7 El local donde funciona el Programa de Seguridad debe ser ampliado, dotarle de vestuario y facilidades para el personal auxiliar de seguridad. Asimismo, debe contar con equipos e instrumentos para la evaluación y control de la ventilación y temperatura subterránea.

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Misión Japonesa de Minería



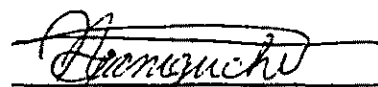
Ing. Takamasa Hotta
Director General



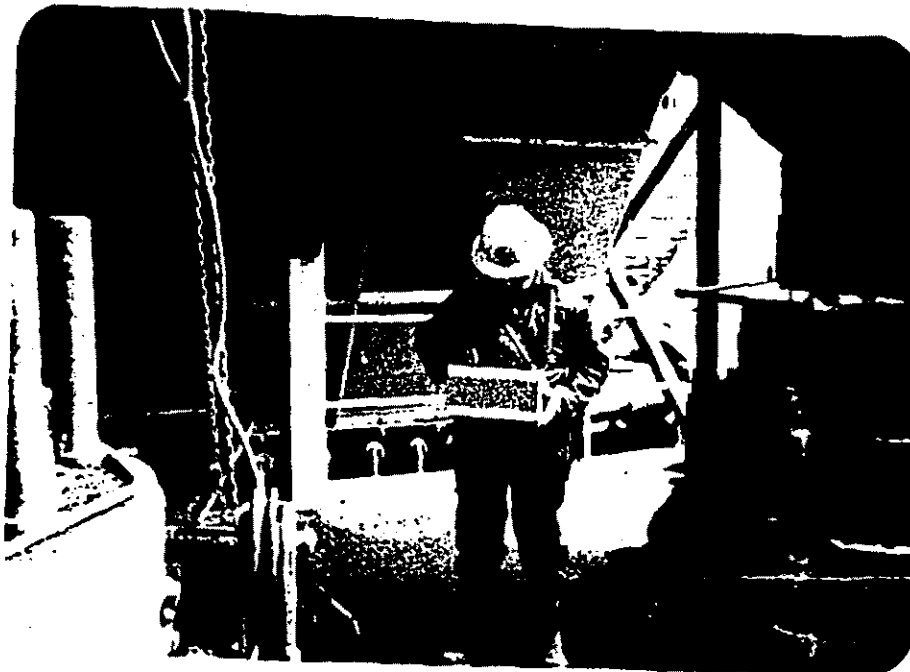
Ing. Yasuo Mukai
Director



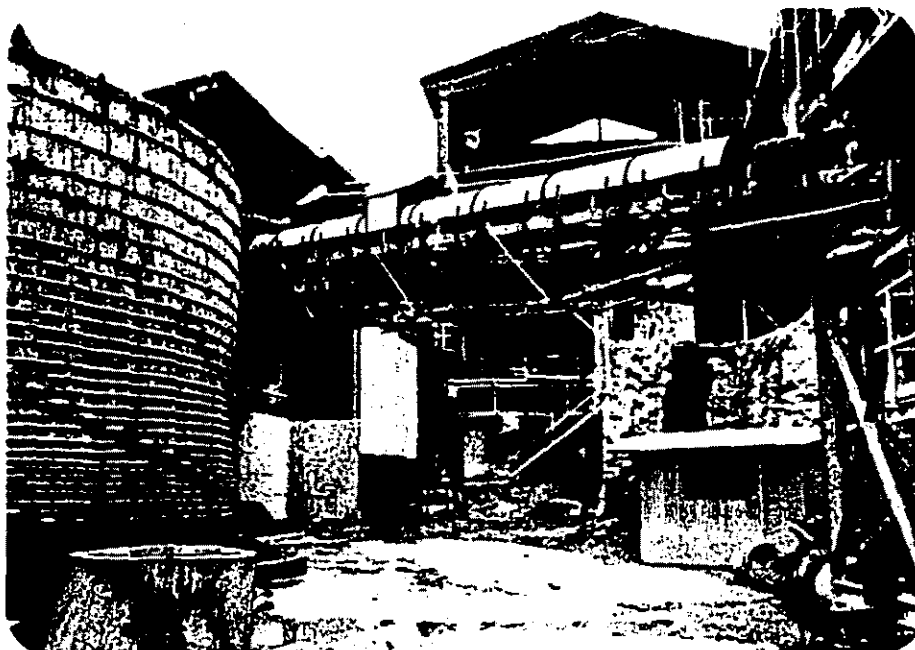
Ing. Akira Nakamura
Director



Ing. Nagayasu Taniguchi
Director



Fotografía N° 7 .- Ing. T. Acero midiendo la concentración de polvo en la zona de chancado secundario.



Fotografía N° 8 .- Planta concentrada de Casapalca.



Fotografía N° 5. - Ing. T. Acero e Ing. F. Yana
chequeando la ventilación en la bocamina .



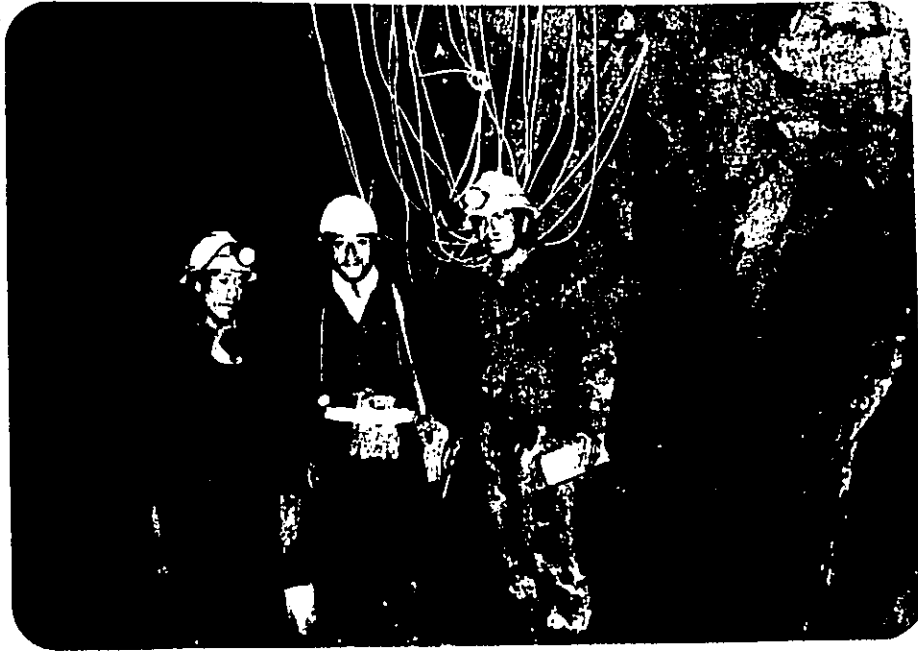
Fotografía N° 6 .- Ing. T. Acero e Ing. Mukai che
queando el caudal de aire de ingreso a la mina.



Fotografía N° 1. - Ingenieros y trabajadores frente a la chimenea inclinada.



Fotografía N° 2 . - Tajeo de corte y relleno utilizando relleno hidráulico.



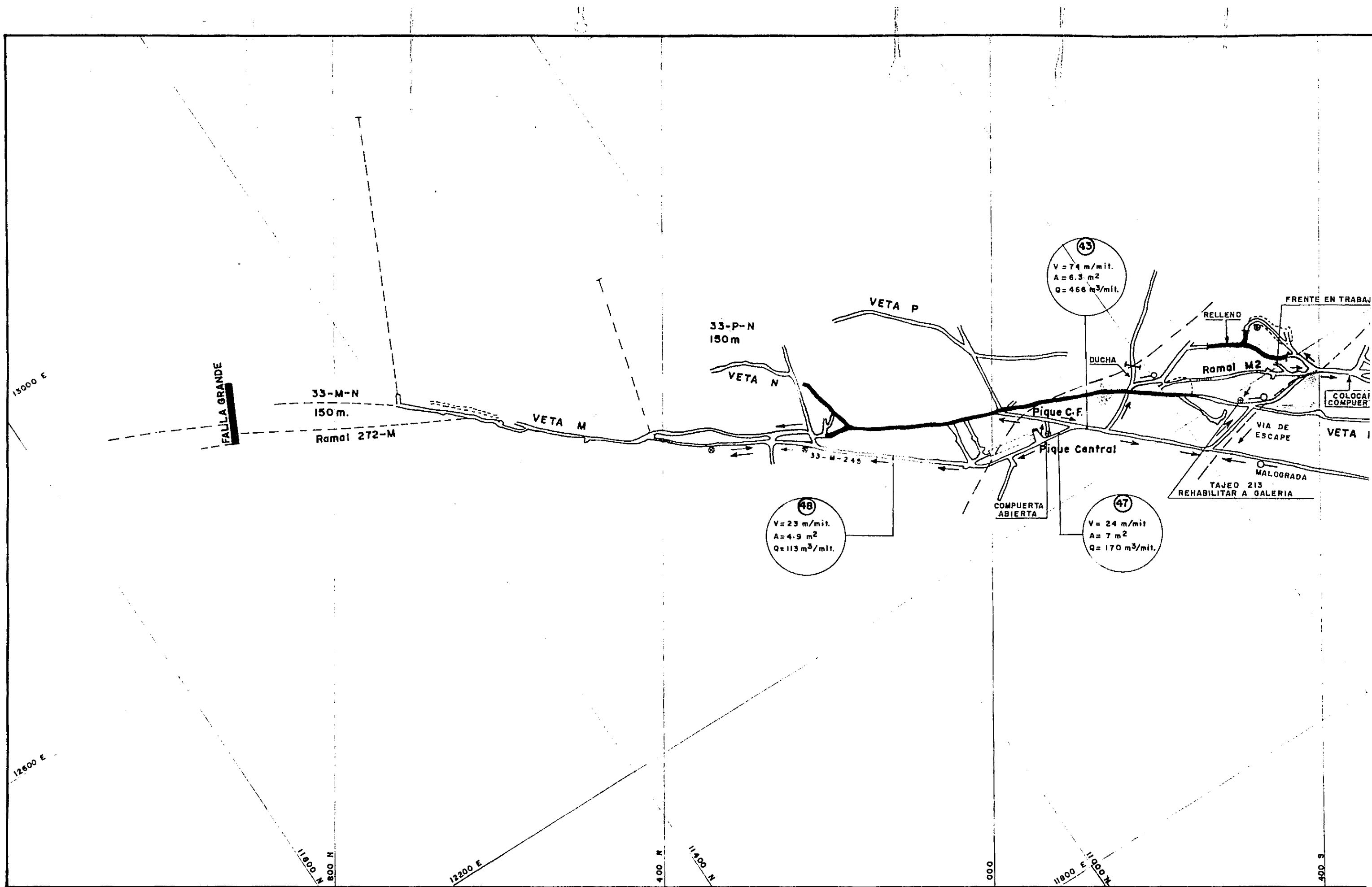
Fotografía N° 3 .- Ings. Y. Mukai , F. Yana y
trabajador en un frente de disparo.

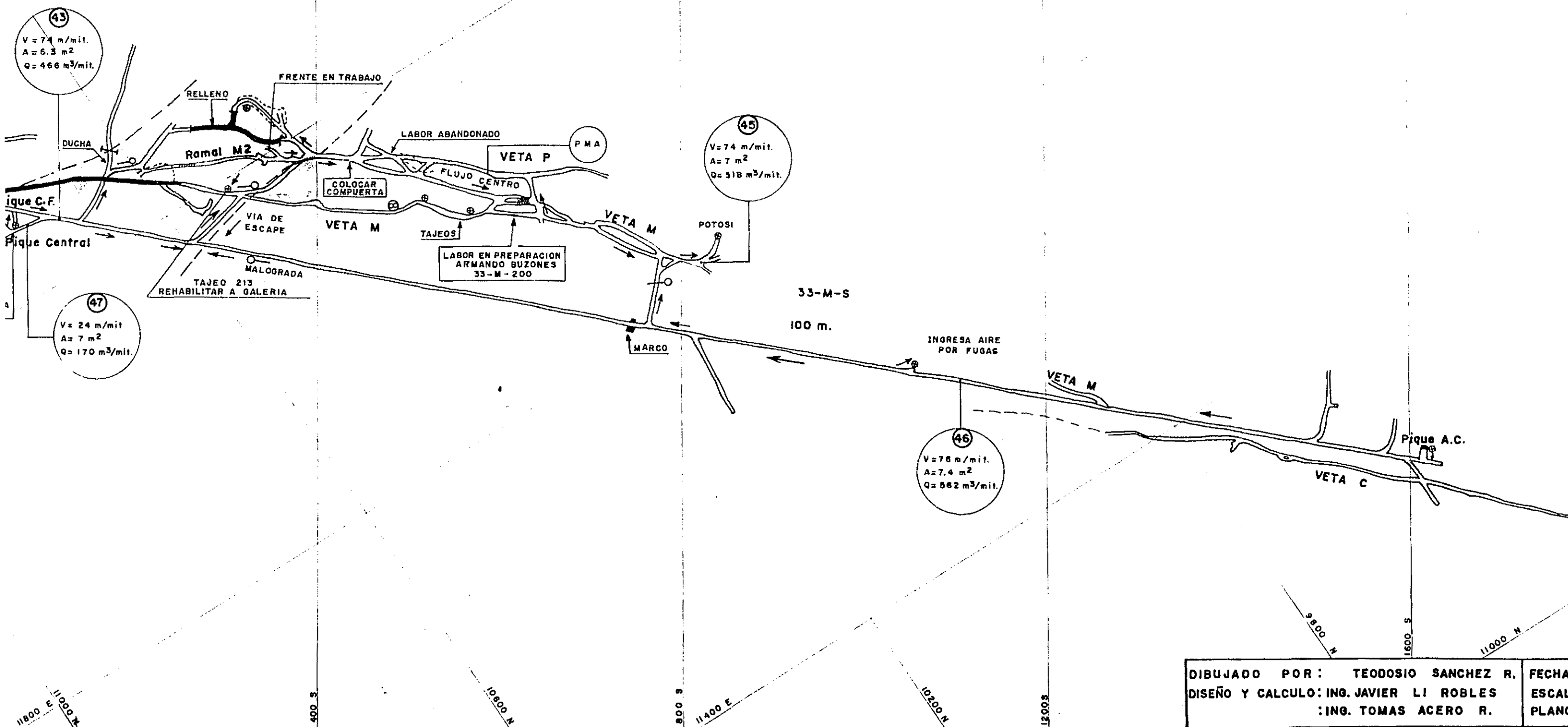


Fotografía N: 4. - Ings. T. Acero / F. Yana en
el Pit Rosaura.

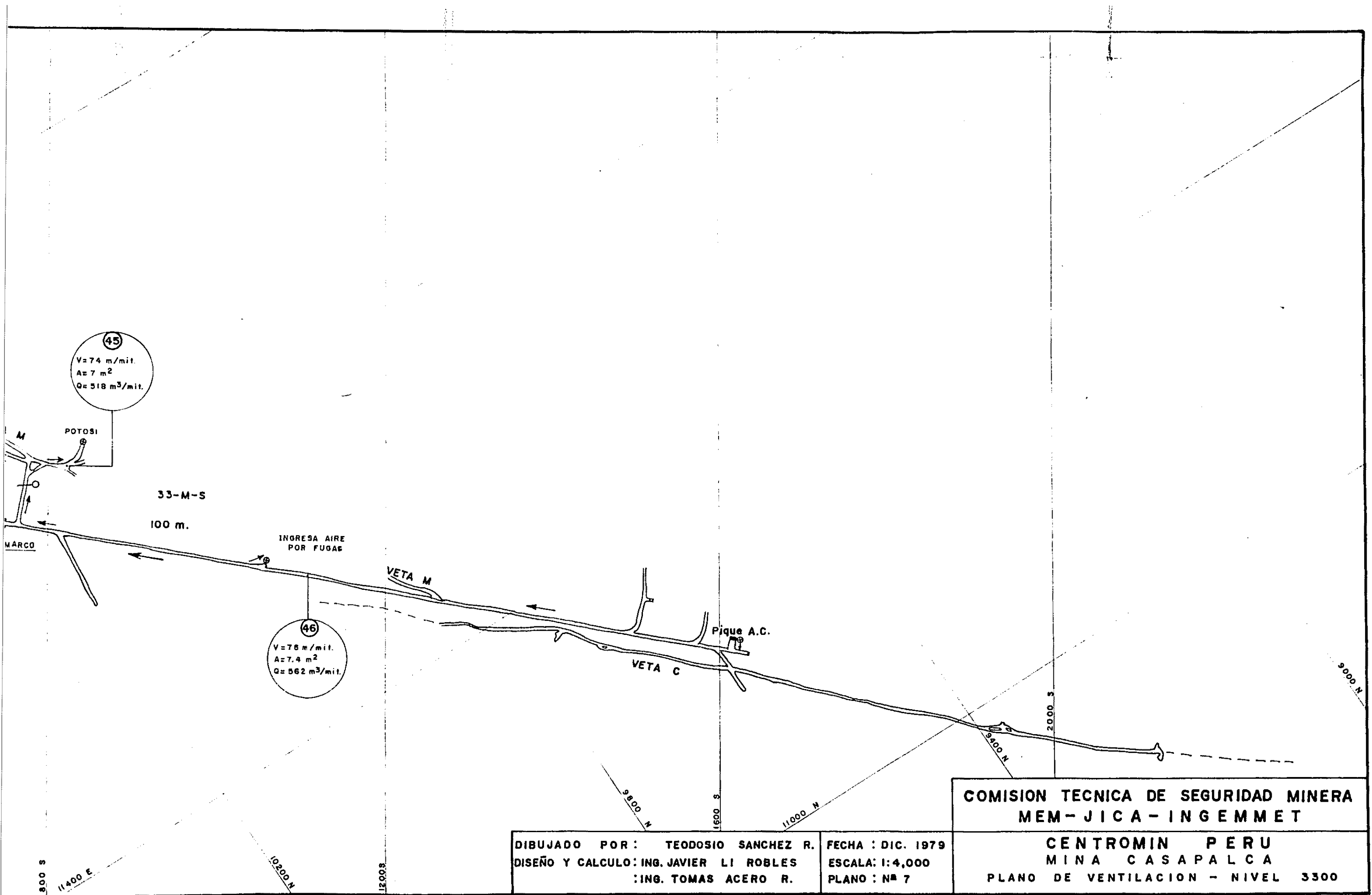
SINTESIS ESTRATIGRAFICA DISTRITO CASAPALCA.

Sis-temas	Se-ries	Unidades Estratigraficas	Descripción Litológica	Espesor en Metros	
CUATERNARIO	Reciente		Toludes, depósitos de pampo	No determinado	
	Pleistoceno		Depósitos glaciares (morenas)	No determinado	
TERCIARIO		Formación Río Blanco	Tufos, lapillis de coloraciones rojizas intercaladas con brechas y flujos riolíticos.	± 650 metros	
		Formación Bellavista	Capas delgadas de caliza y lutitas con intercalaciones de flujos y tufos	200-900 metros	
		Formación Carlos Foo. Tufos Yauliyacu	Tufos pardo-rojizos y lapillis.	400-500 metros	
		Volcánicos Carlos Foo.	Flujos y brechas volcánicas de textura porfirítica	400-1000 metros	
		Volcánicos Tabaekaco	Tufos y brechas volcánicos, conglomerados, aglomerados y pórfidos rojos.	100-750 metros	
	DISCORDANCIA				
			Formación Casapalca Conglomerado Cermen	Conglomerados y capas calcáreas intercaladas con arenosas y lutitas.	80-200 metros
		Capas Rojas	Areniscas y lutitas calcáreas rojizas.	± 1.300 metros	
DISCORDANCIA					
CRETACEO	Superior	Formación Jumacha	Calizas color gris alare, con subordinadas intercalaciones de lutitas.	± 600 metros	





DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ R.	FECHA
DISEÑO Y CALCULO: ING. JAVIER LI ROBLES	ESCALA
: ING. TOMAS ACERO R.	PLANO



(45)
 $V = 74 \text{ m/mit.}$
 $A = 7 \text{ m}^2$
 $Q = 518 \text{ m}^3/\text{mit.}$

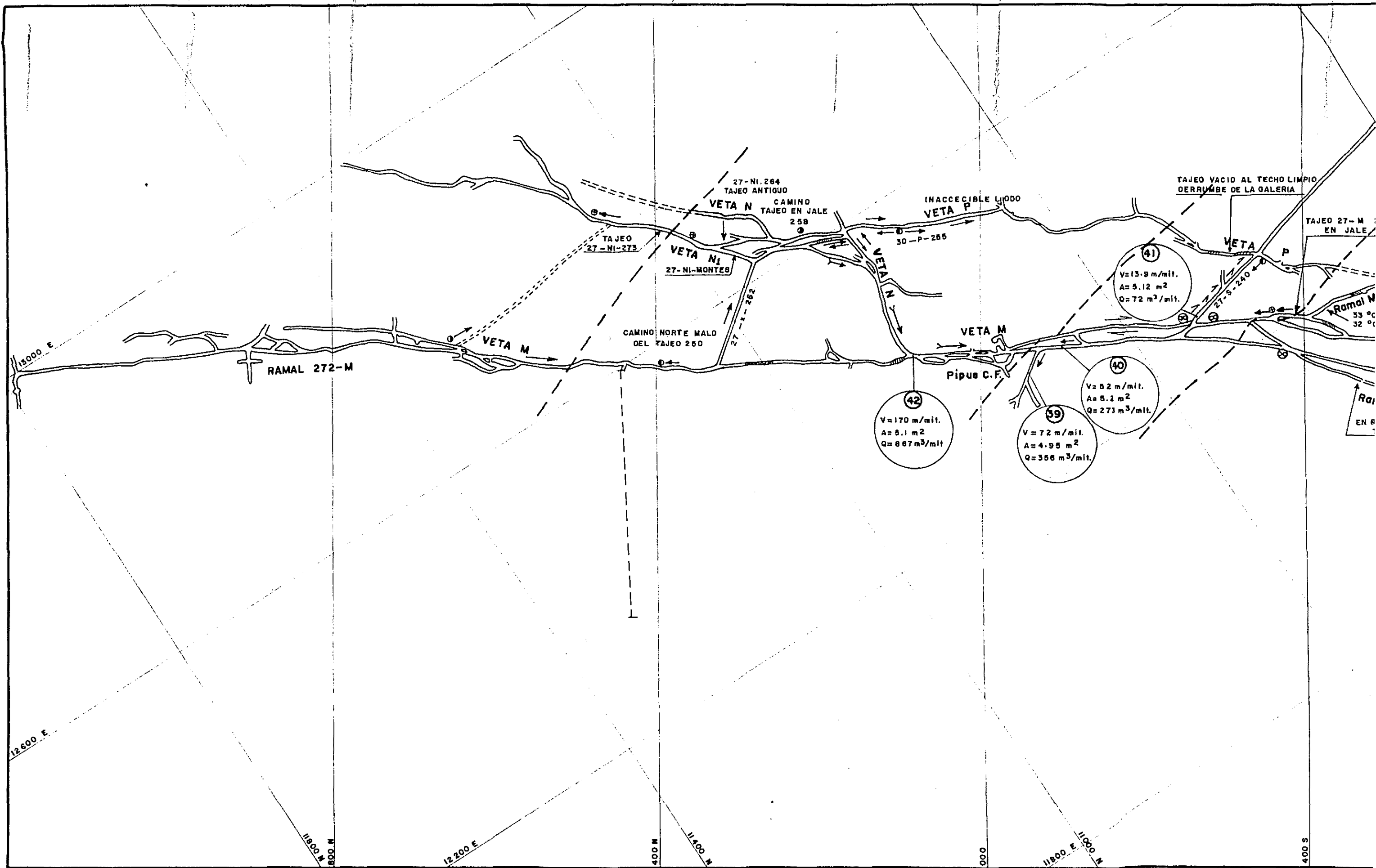
(46)
 $V = 76 \text{ m/mit.}$
 $A = 7.4 \text{ m}^2$
 $Q = 562 \text{ m}^3/\text{mit.}$

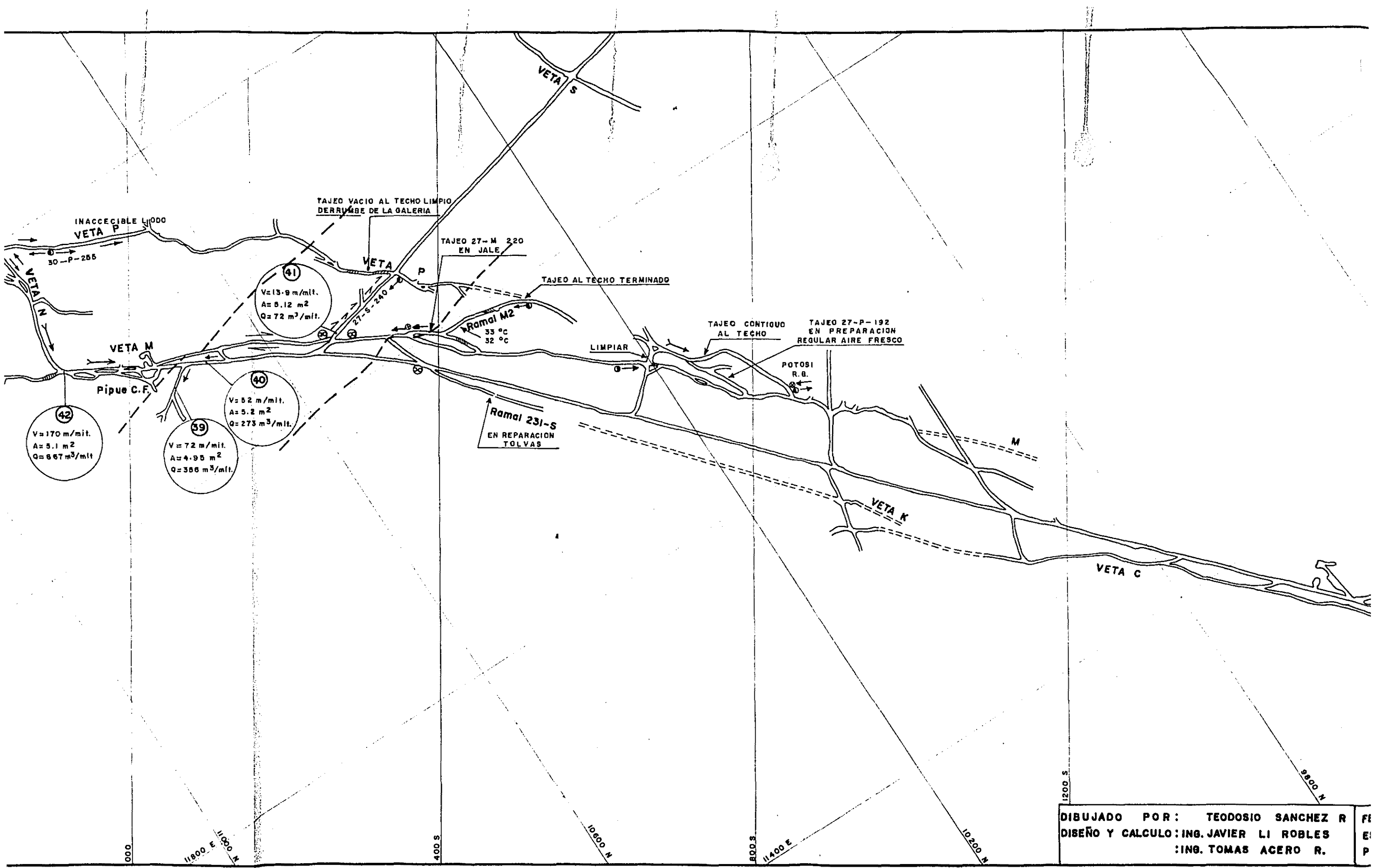
COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA
 MEM-JICA-INGEMMET

DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ R.
 DISEÑO Y CALCULO: ING. JAVIER LI ROBLES
 : ING. TOMAS ACERO R.

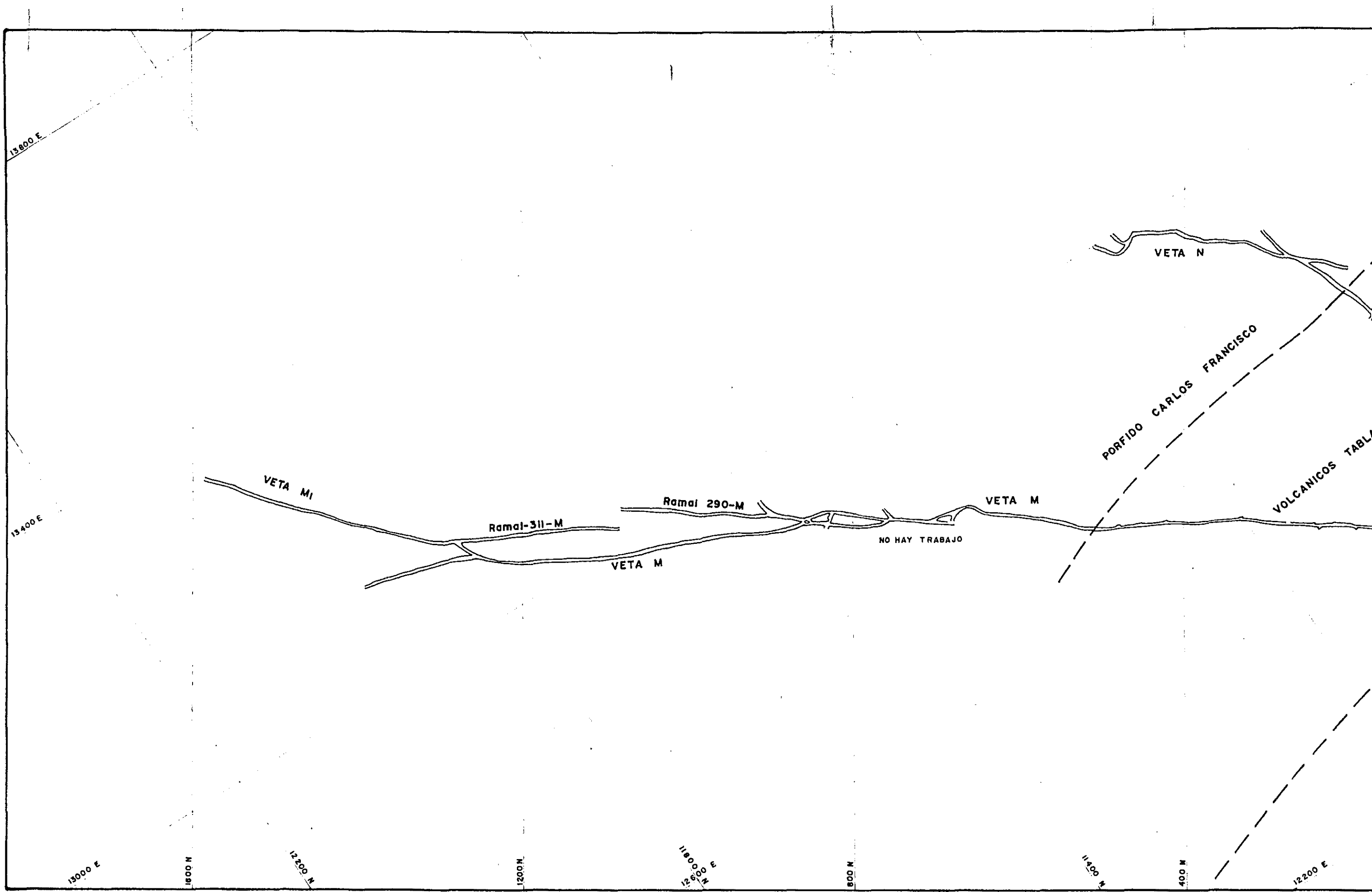
FECHA: DIC. 1979
 ESCALA: 1:4,000
 PLANO: Nº 7

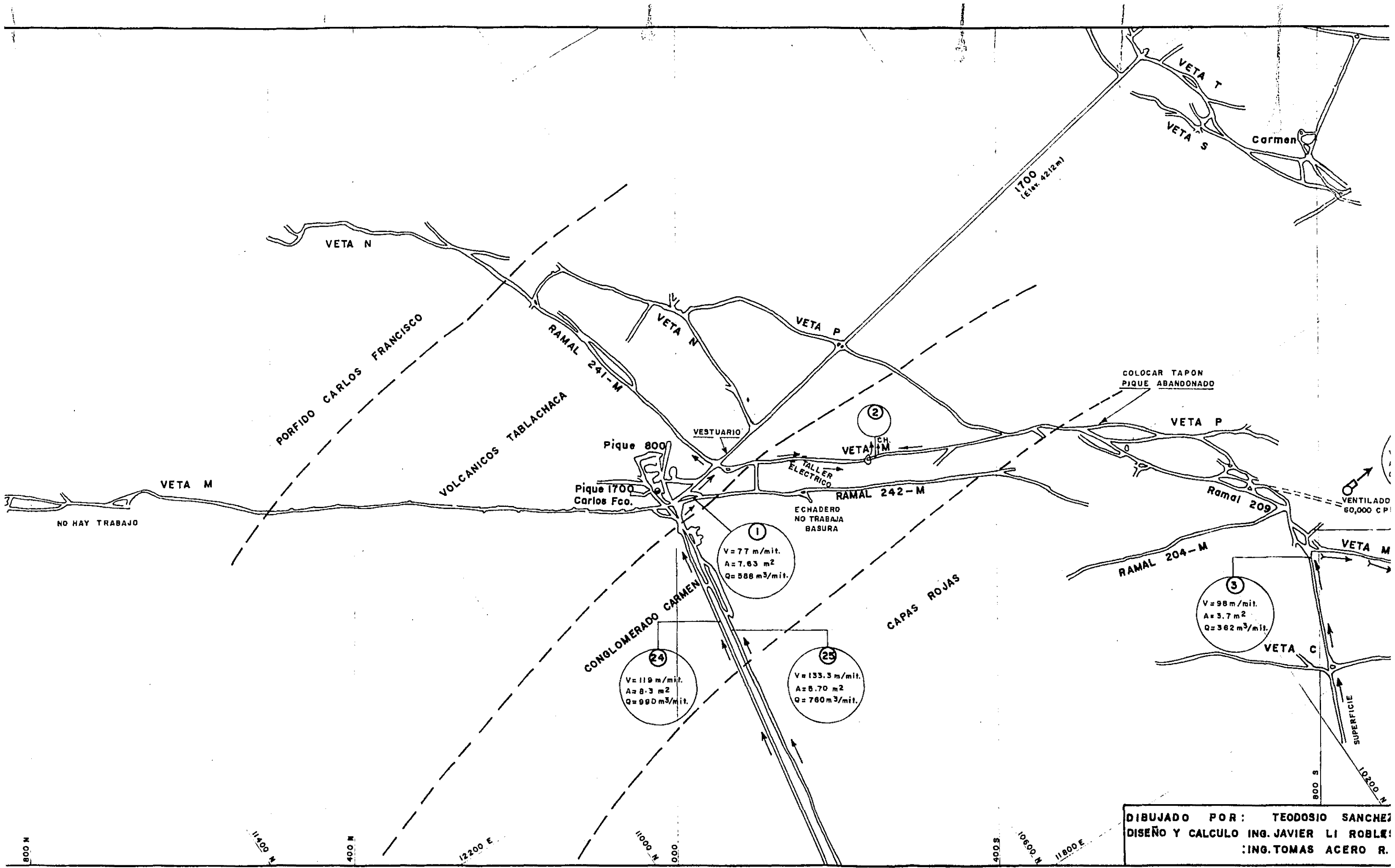
CENTROMIN PERU
 MINA CASAPALCA
 PLANO DE VENTILACION - NIVEL 3300



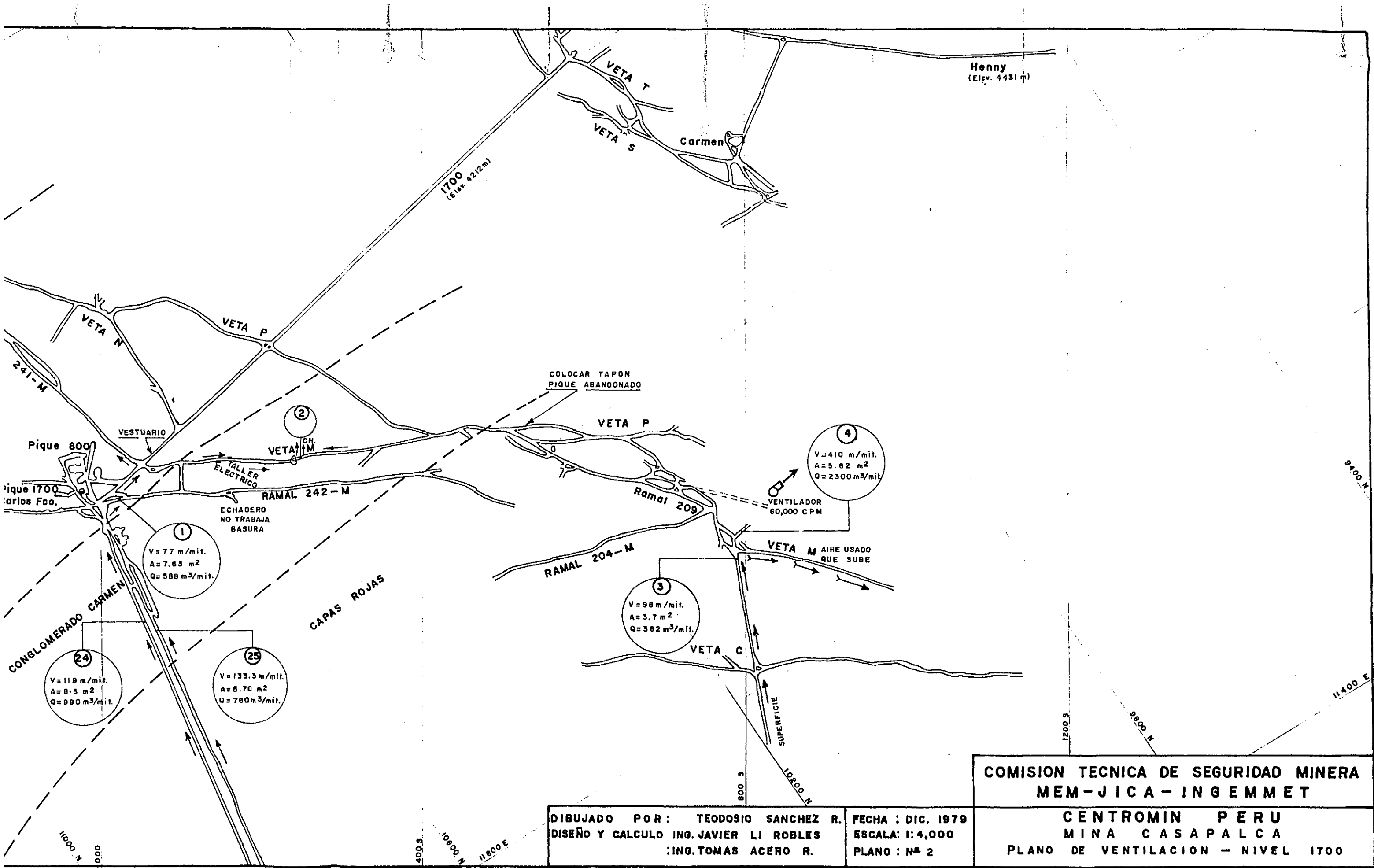


DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ R
 DISEÑO Y CALCULO: ING. JAVIER LI ROBLES
 : ING. TOMAS ACERO R.





DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ
 DISEÑO Y CALCULO ING. JAVIER LI ROBLE
 : ING. TOMAS ACERO R.



Henny
(Elev. 4431 m)

1700
(Elev. 4212 m)

COLOCAR TAPON
PIQUE ABANDONADO

Pique 800
Pique 1700
Carlos Fco.

1
V = 77 m/mit.
A = 7.63 m²
Q = 588 m³/mit.

24
V = 119 m/mit.
A = 8.3 m²
Q = 990 m³/mit.

25
V = 133.3 m/mit.
A = 6.70 m²
Q = 780 m³/mit.

3
V = 98 m/mit.
A = 3.7 m²
Q = 362 m³/mit.

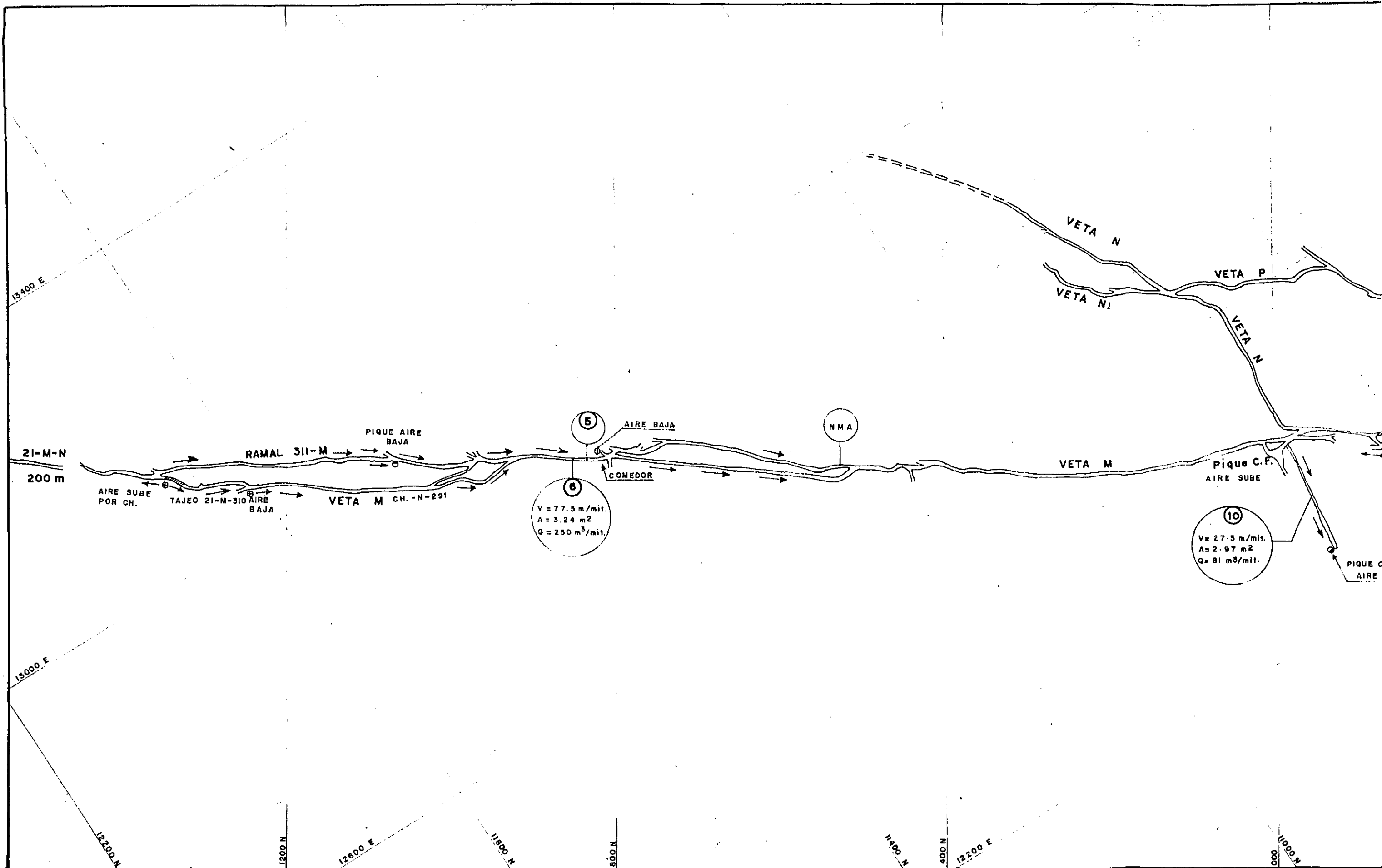
4
V = 410 m/mit.
A = 5.62 m²
Q = 2300 m³/mit.

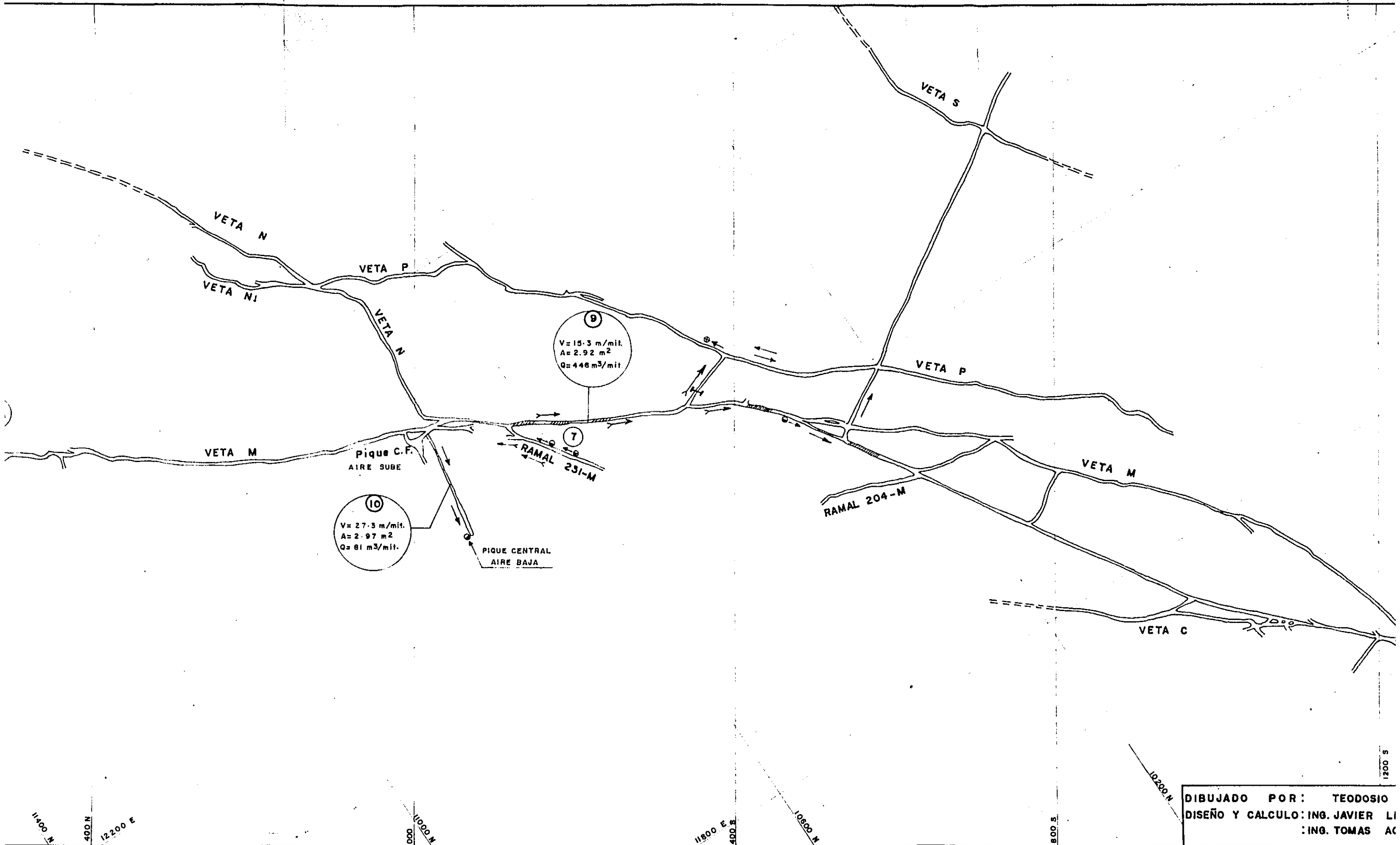
COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA
MEM-JICA-INGEMMET

DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ R.
DISEÑO Y CALCULO ING. JAVIER LI ROBLES
ING. TOMAS ACERO R.

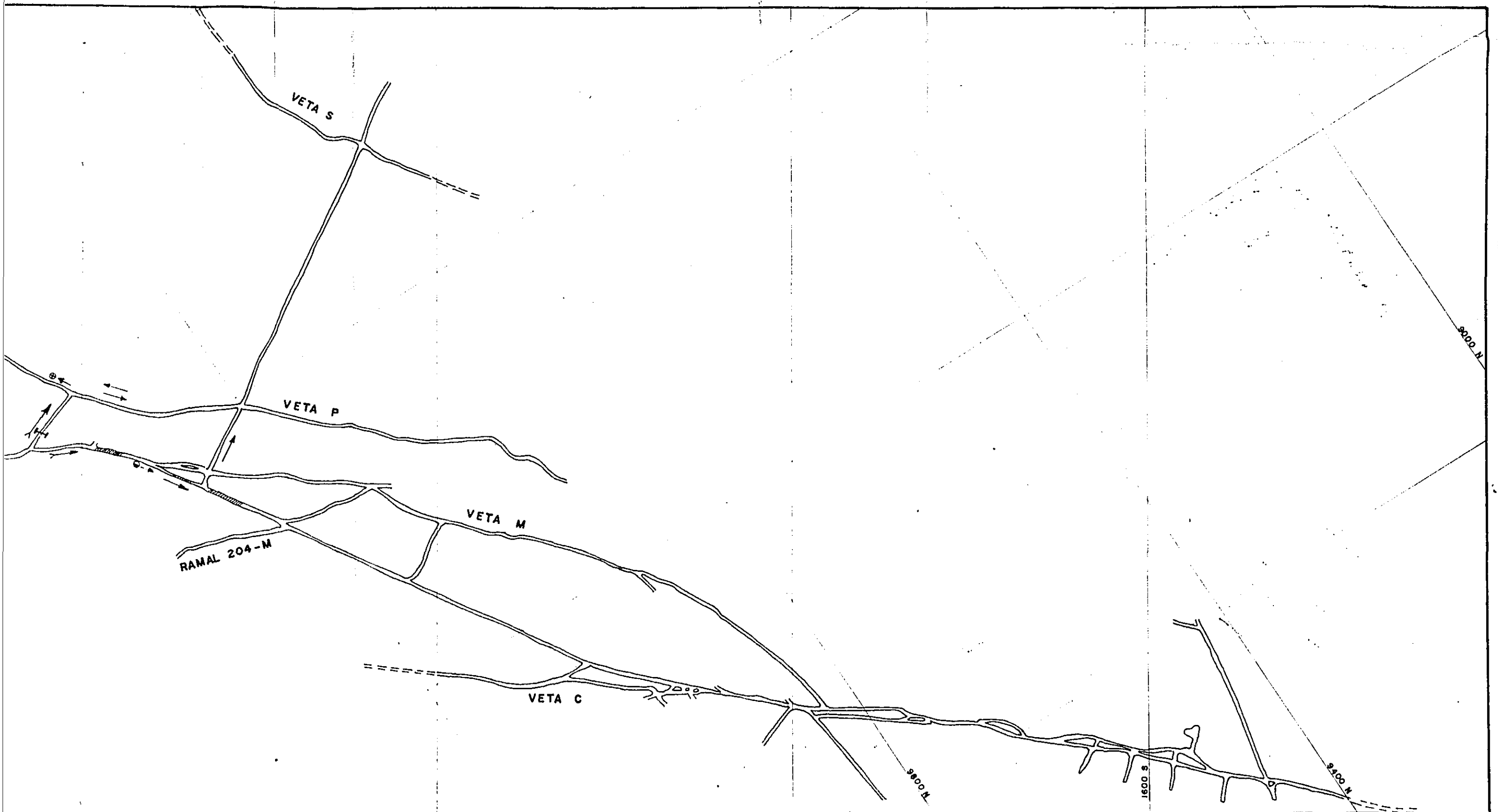
FECHA: DIC. 1979
ESCALA: 1:4,000
PLANO: Nº 2

CENTROMIN PERU
MINA CASAPALCA
PLANO DE VENTILACION - NIVEL 1700





DIBUJADO POR: TEODOSIO
 DISEÑO Y CALCULO: ING. JAVIER LI
 : ING. TOMAS AC

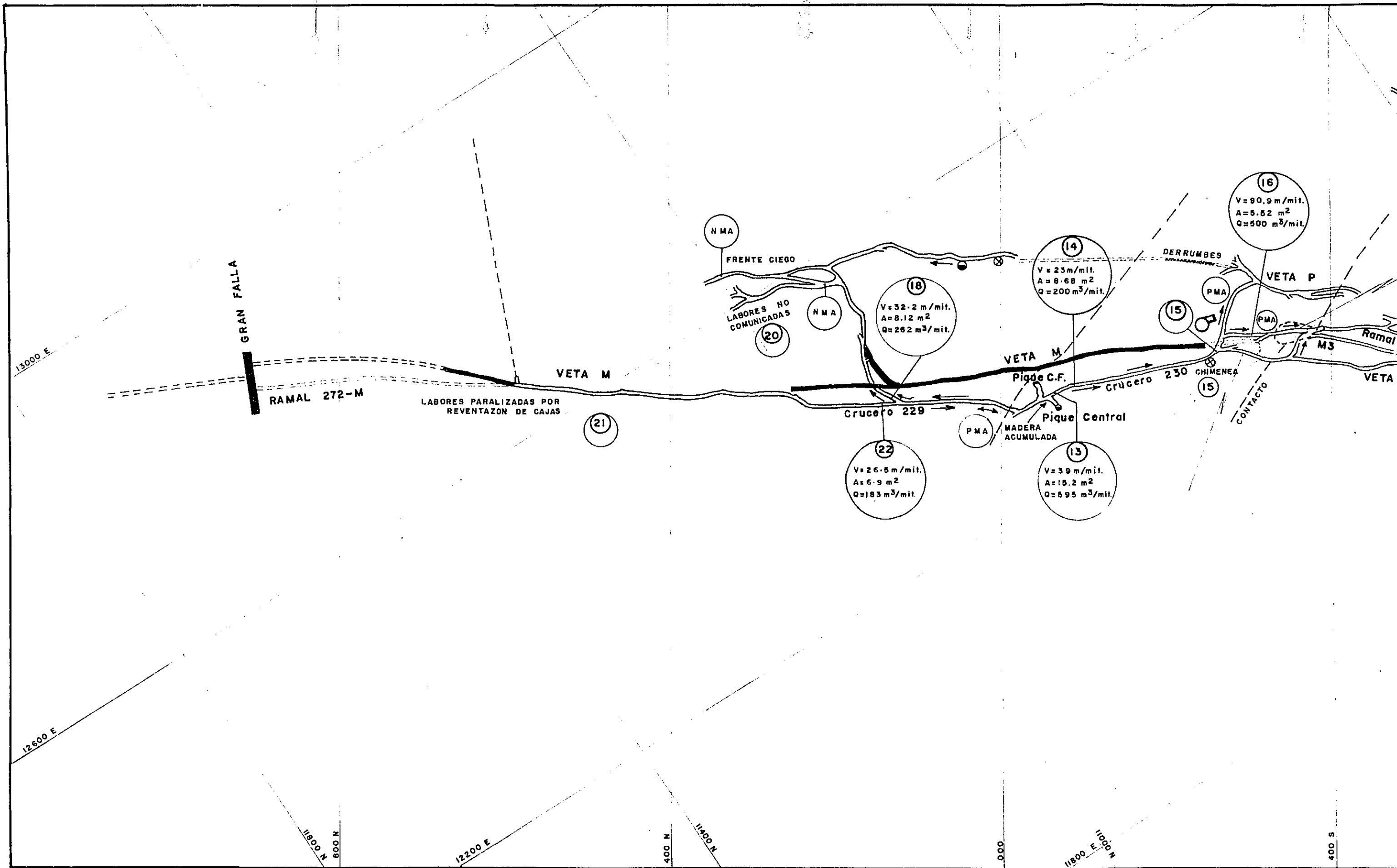


COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA
MEM-JICA-INGEMMET

DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ R.
DISEÑO Y CALCULO: ING. JAVIER LI ROBLES
ING. TOMAS ACERO R.

FECHA: DIC. 1979
ESCALA: 1:4,000
PLANO: Nº 4

CENTROMIN PERU
MINA CASAPALCA
PLANO DE VENTILACION - NIVEL 2100



13000 E

GRAN FALLA

RAMAL 272-M

LABORES PARALIZADAS POR REVENTAZON DE CAJAS

VETA M

(21)

NMA

FRENTE CIEGO

LABORES NO COMUNICADAS

(20)

NMA

(18)

V = 32.2 m/mit.
A = 8.12 m²
Q = 262 m³/mit.

(14)

V = 23 m/mit.
A = 8.68 m²
Q = 200 m³/mit.

(16)

V = 90.9 m/mit.
A = 5.52 m²
Q = 500 m³/mit.

DERRUMBES

VETA P

PMA

(15)

PMA

VETA M

Pique C.F.

Crucero 230

CHIMENEA

(15)

CONTACTO

Ramal

M3

VETA

PMA

MADERA ACUMULADA

(13)

V = 39 m/mit.
A = 15.2 m²
Q = 595 m³/mit.

(22)

V = 26.5 m/mit.
A = 6.9 m²
Q = 183 m³/mit.

Pique Central

12600 E

11800 N
800 N

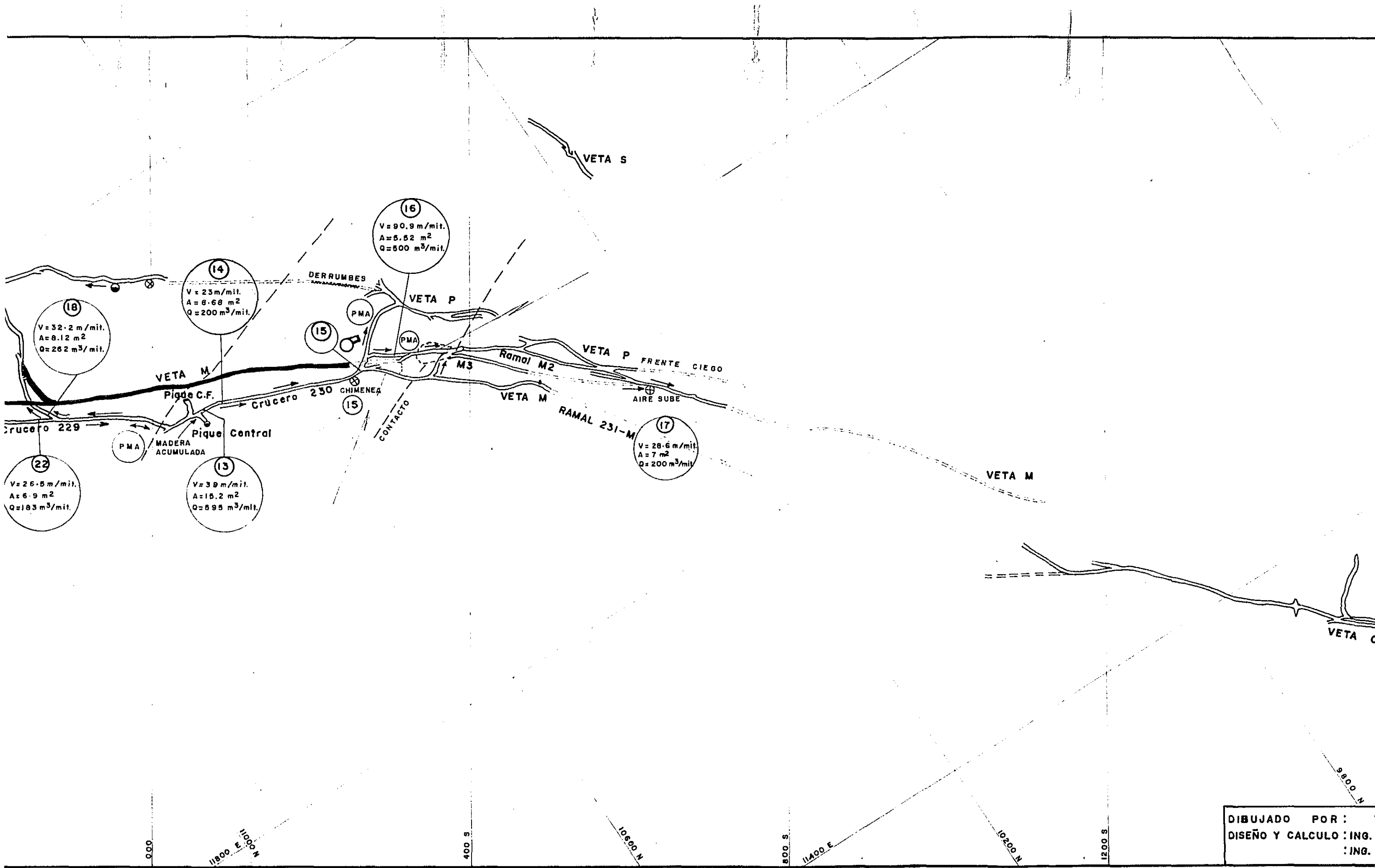
12200 E

400 N
11400 N

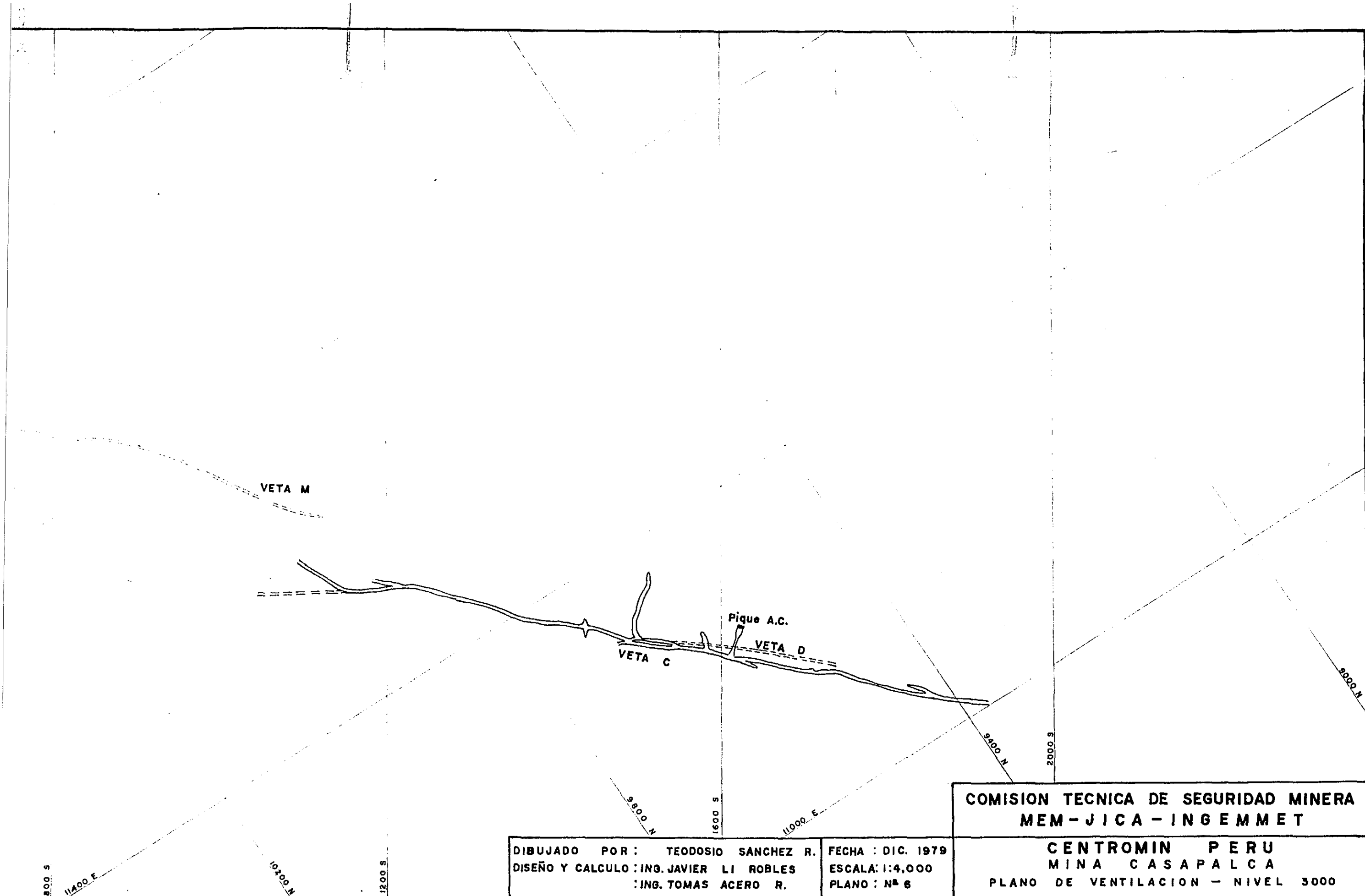
000

11900 E
11000 N

400 S



DIBUJADO POR :
 DISEÑO Y CALCULO : ING.
 : ING.

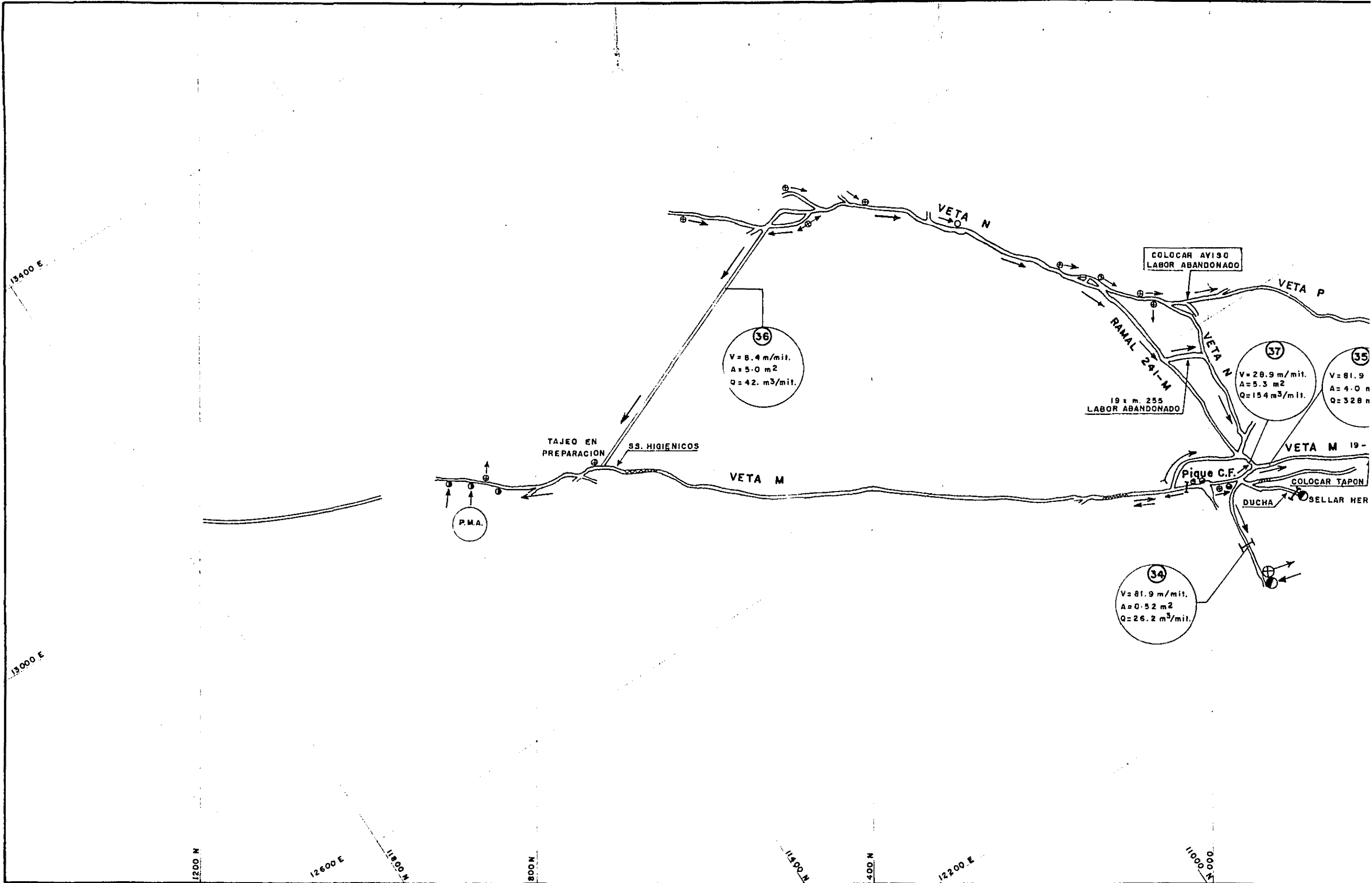


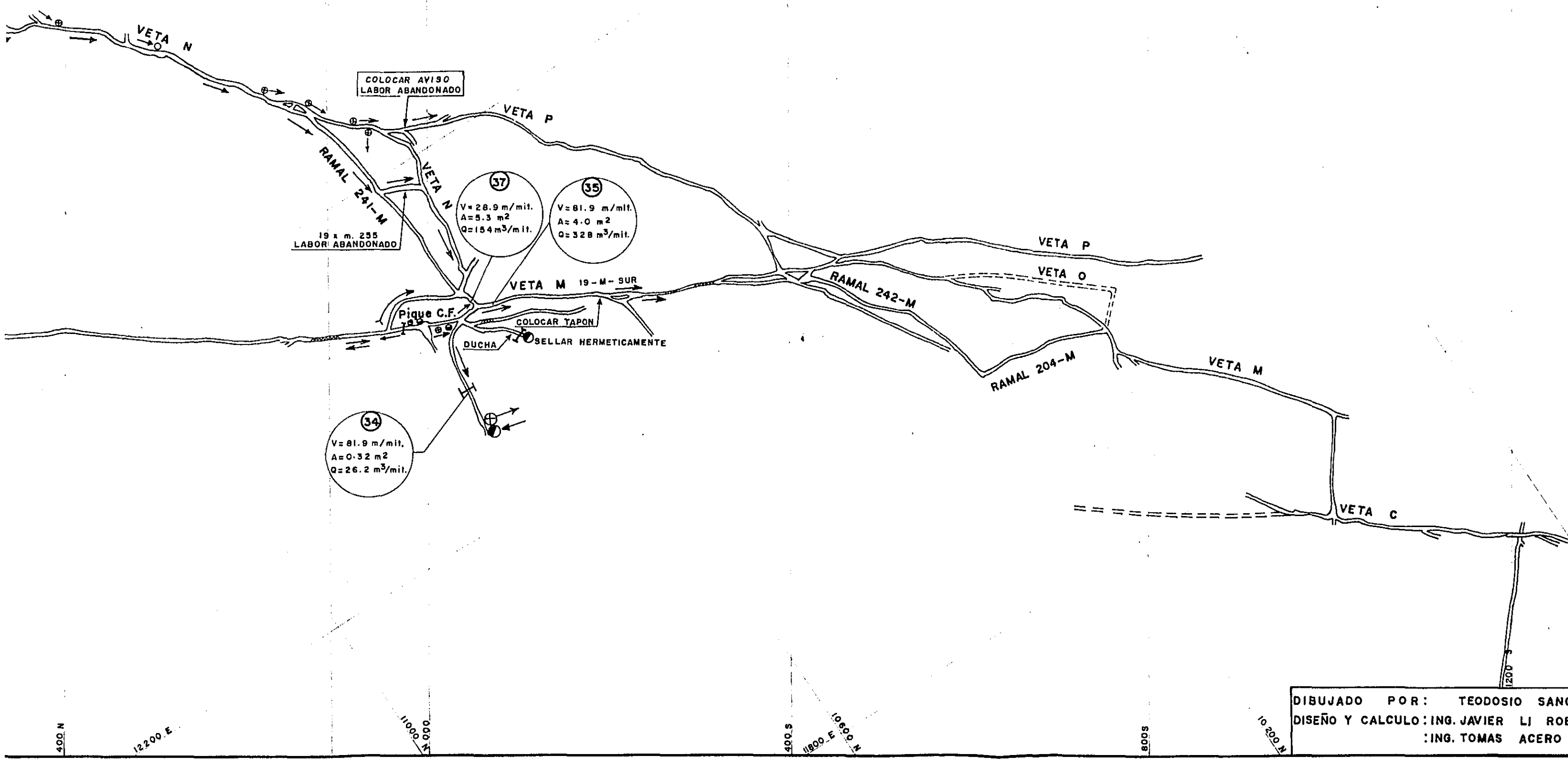
DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ R.
 DISEÑO Y CALCULO: ING. JAVIER LI ROBLES
 : ING. TOMAS ACERO R.

FECHA: DIC. 1979
 ESCALA: 1:4.000
 PLANO: N° 6

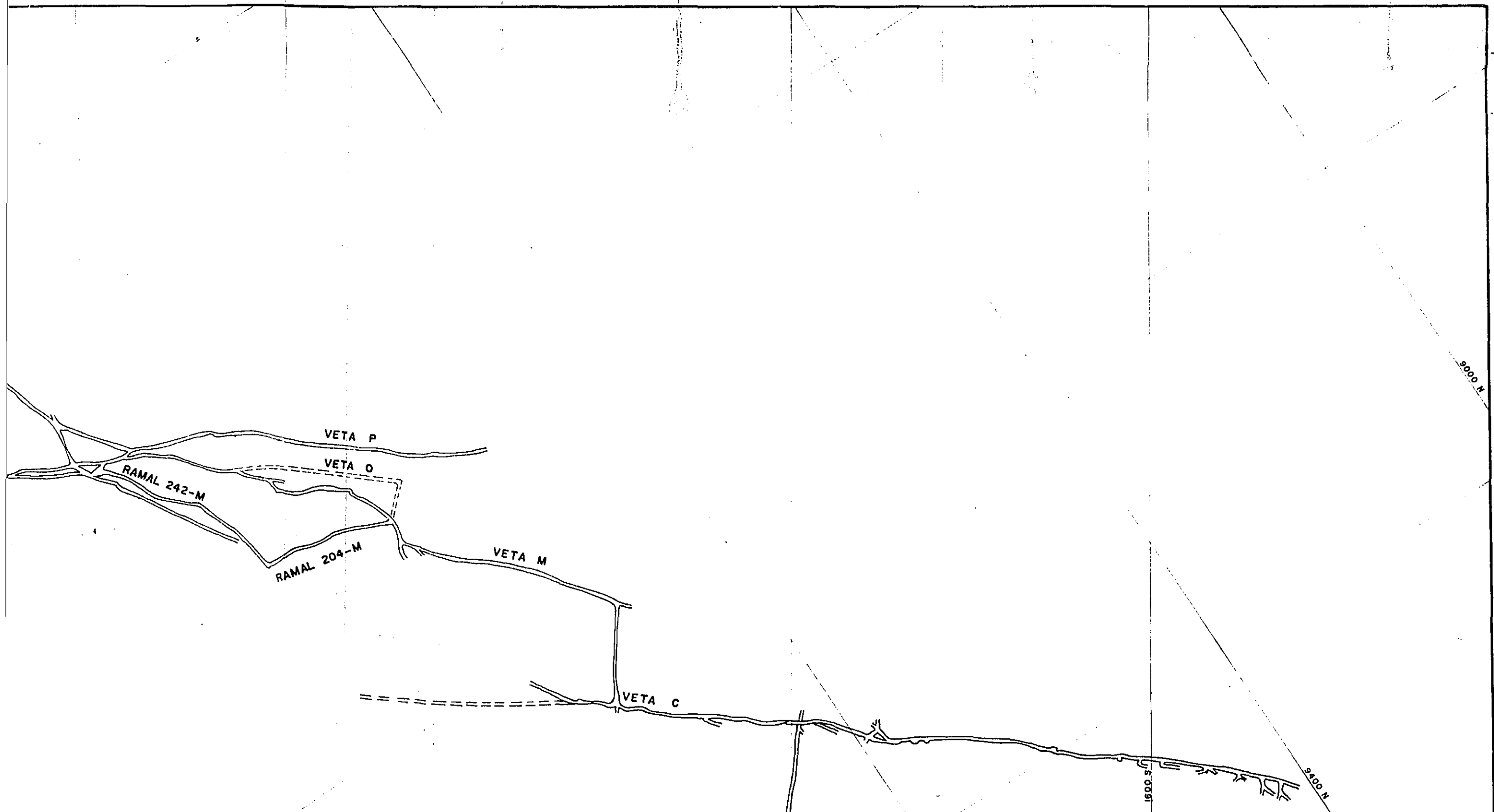
COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA
 MEM-JICA-INGEMMET

CENTROMIN PERU
 MINA CASAPALCA
 PLANO DE VENTILACION - NIVEL 3000





DIBUJADO POR: TEODOSIO SANC
 DISEÑO Y CALCULO: ING. JAVIER LI ROE
 : ING. TOMAS ACERO



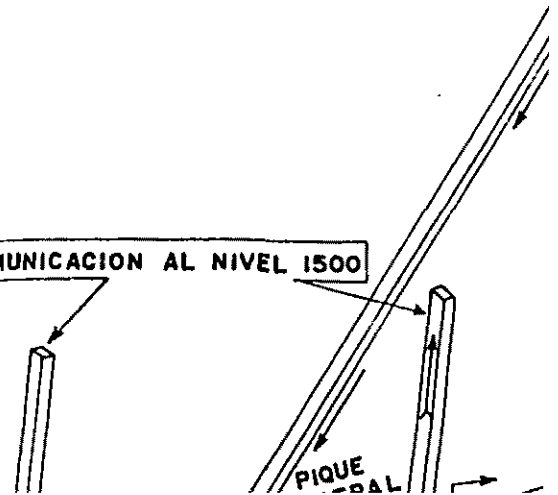
DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ R.
 DISEÑO Y CALCULO: ING. JAVIER LI ROBLES
 : ING. TOMAS ACERO R.

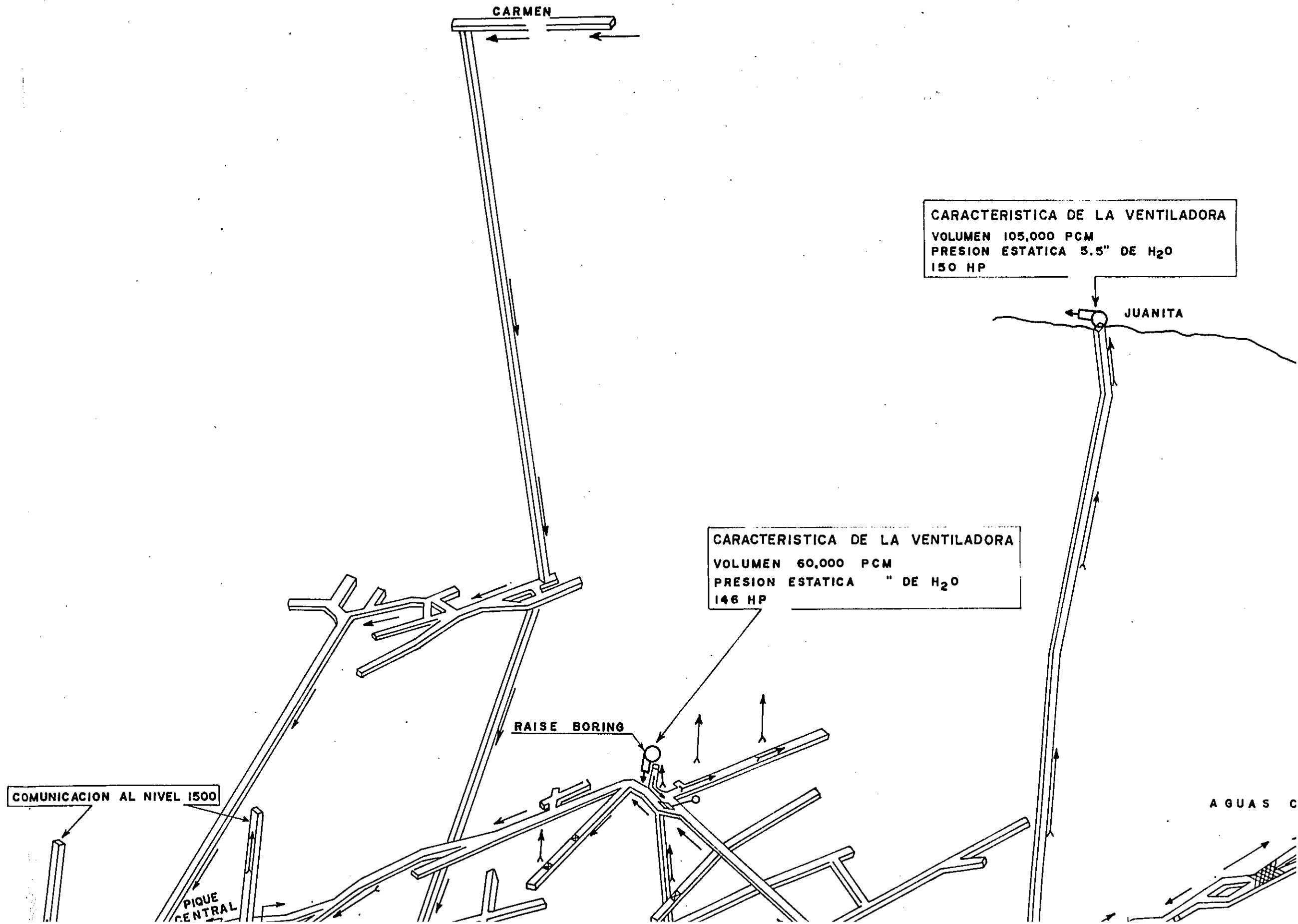
FECHA : DIC. 1979
 ESCALA: 1:4,000
 PLANO: N° 3

COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA
 MEM-JICA-INGEMMET

CENTROMIN PERU
 MINA CASAPALCA
 PLANO DE VENTILACION - NIVEL 1900

COMUNICACION AL NIVEL 1500





CARACTERISTICA DE LA VENTILADORA
VOLUMEN 105,000 PCM
PRESION ESTATICA 5.5" DE H₂O
150 HP

CARACTERISTICA DE LA VENTILADORA
VOLUMEN 60,000 PCM
PRESION ESTATICA " DE H₂O
146 HP

JUANITA

SUPERFICIE

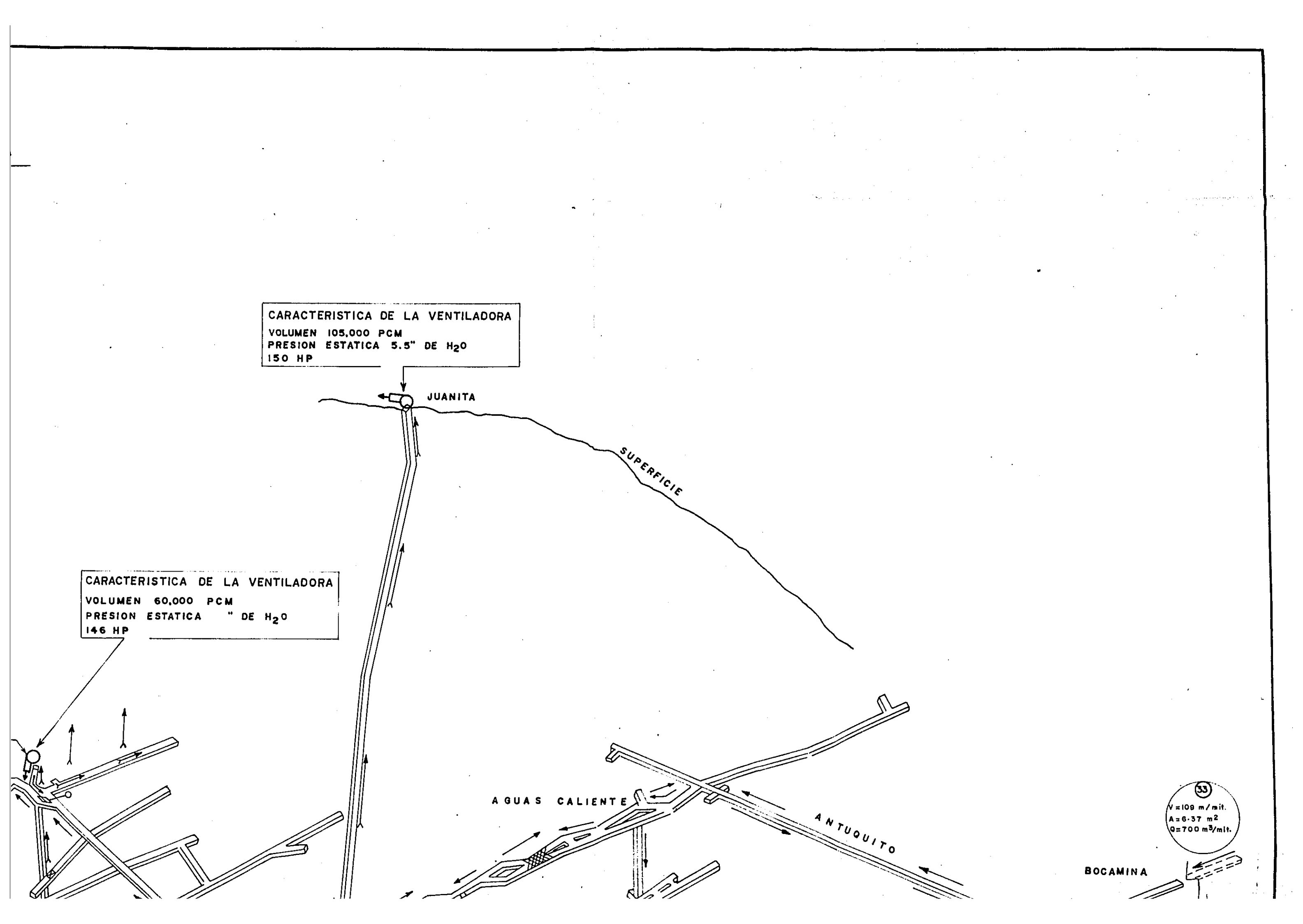
AGUAS CALIENTE

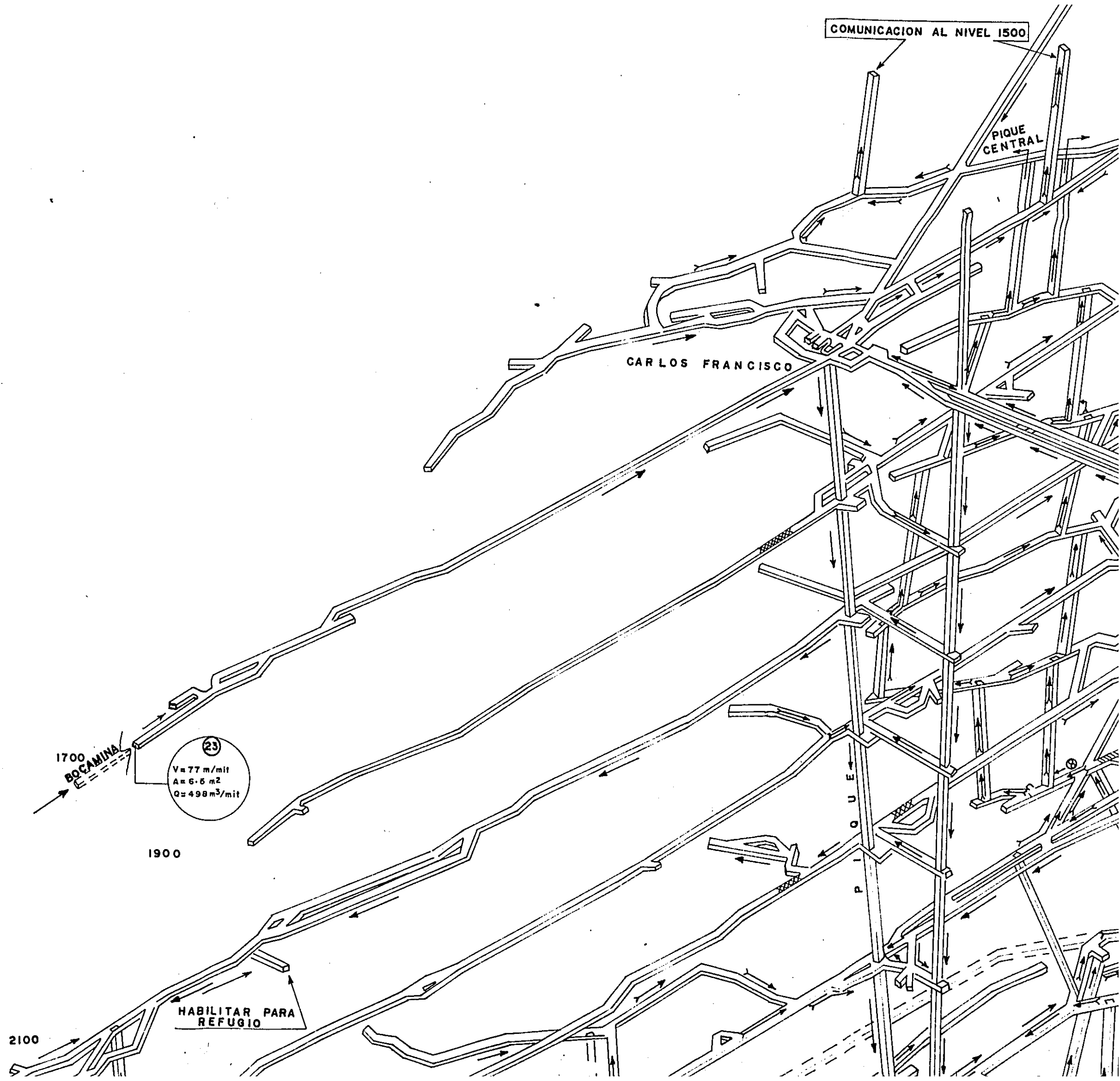
ANTUQUITO

BOCAMINA

33

V=109 m/mit.
A=6.37 m²
Q=700 m³/mit.





COMUNICACION AL NIVEL 1500

PIQUE CENTRAL

CARLOS FRANCISCO

POTOSI

BOCAMINA

27
 $V = 190 \text{ m}^3/\text{mit.}$
 $A = 4.62 \text{ m}^2$
 $Q = 878 \text{ m}^3/\text{mit.}$

CARLOS FRANCISCO

26
 $V = 133 \text{ m}^3/\text{mit.}$
 $A = 12.6 \text{ m}^2$
 $Q = 1684 \text{ m}^3/\text{mit.}$

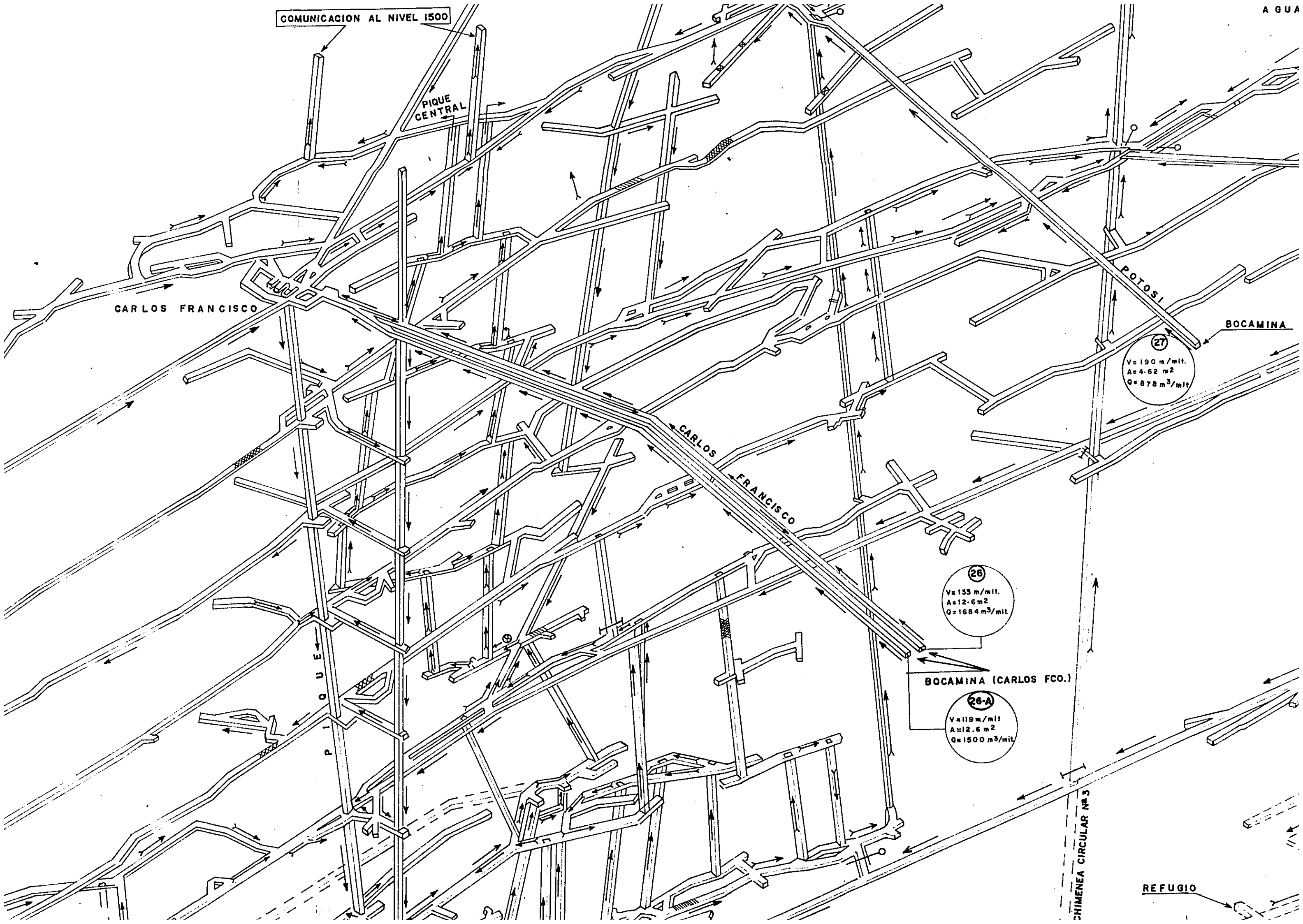
BOCAMINA (CARLOS FCO.)

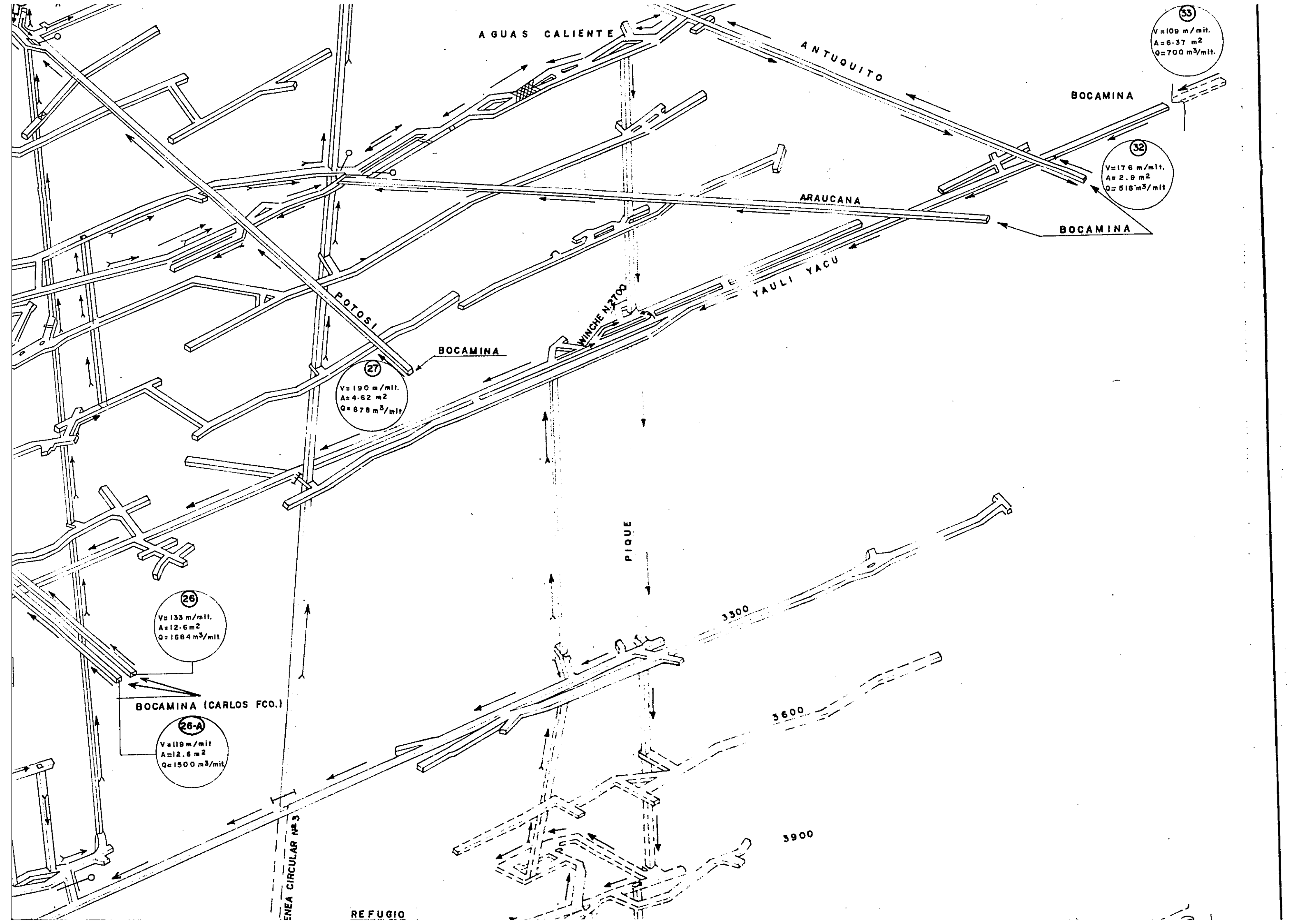
26-A
 $V = 119 \text{ m}^3/\text{mit.}$
 $A = 12.6 \text{ m}^2$
 $Q = 1500 \text{ m}^3/\text{mit.}$

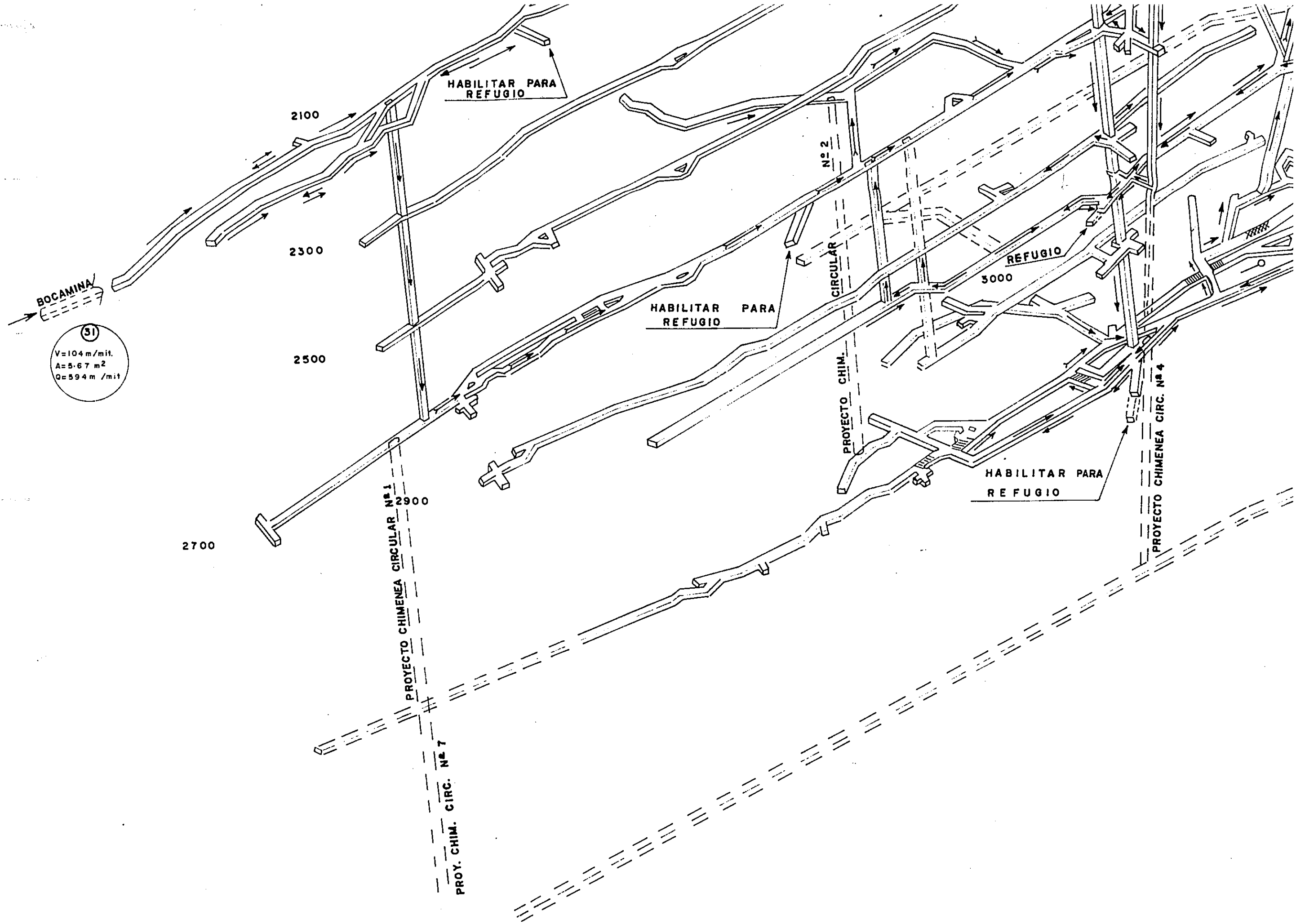
PIQUE

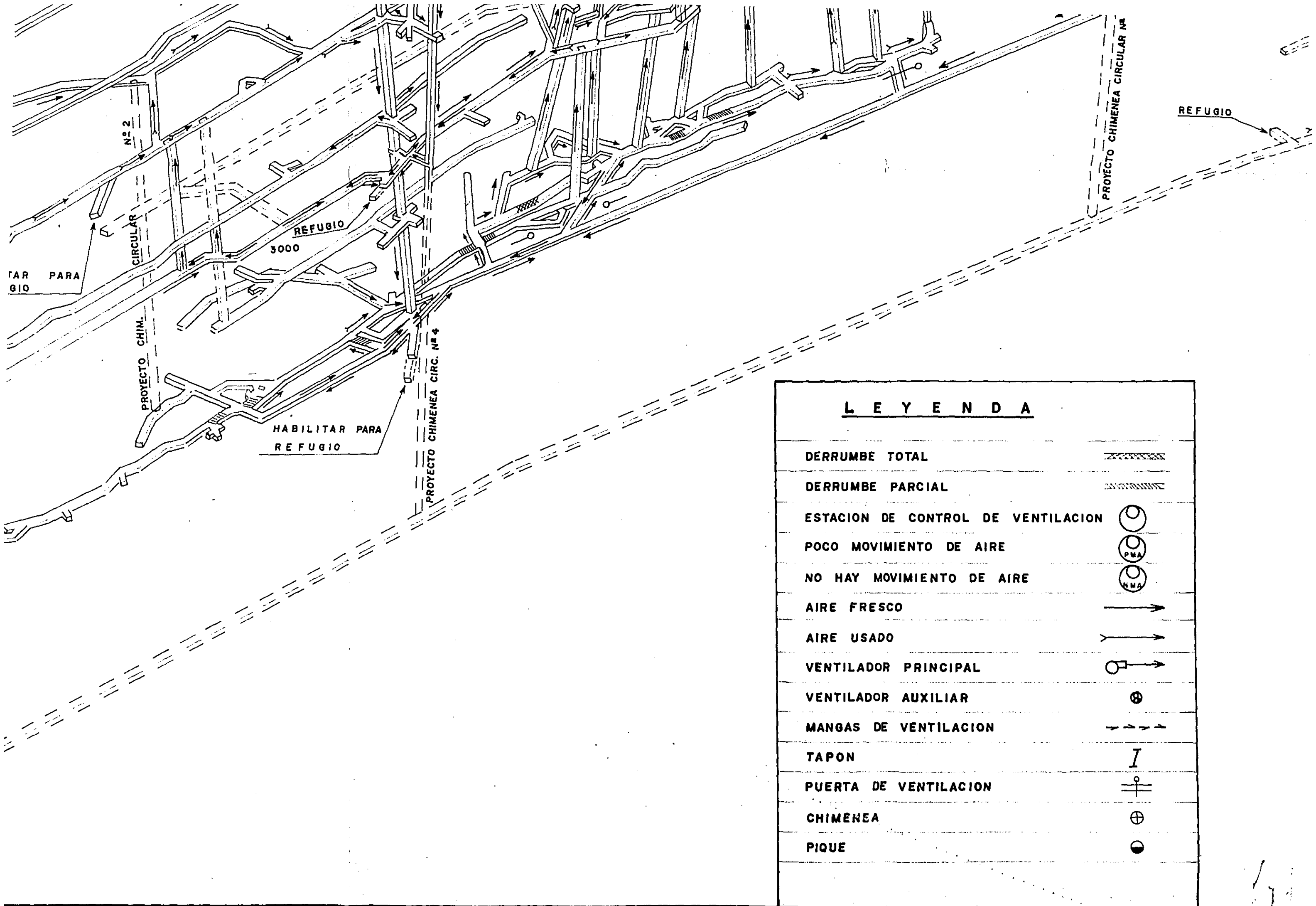
CHIMENEA CIRCULAR Nº 3

REFUGIO



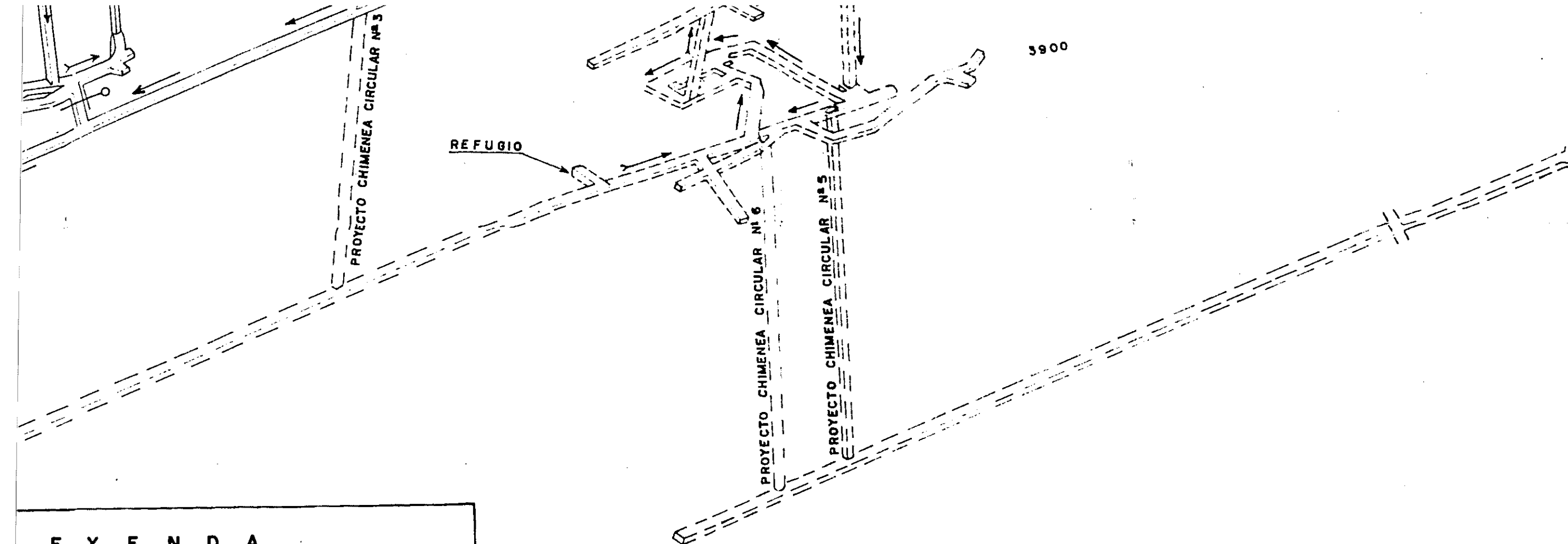






L E Y E N D A

DERRUMBE TOTAL	
DERRUMBE PARCIAL	
ESTACION DE CONTROL DE VENTILACION	
POCO MOVIMIENTO DE AIRE	
NO HAY MOVIMIENTO DE AIRE	
AIRE FRESCO	
AIRE USADO	
VENTILADOR PRINCIPAL	
VENTILADOR AUXILIAR	
MANGAS DE VENTILACION	
TAPON	
PUERTA DE VENTILACION	
CHIMENEA	
PIQUE	



LEYENDA

MBE TOTAL	
MBE PARCIAL	
ION DE CONTROL DE VENTILACION	
MOVIMIENTO DE AIRE	
AY MOVIMIENTO DE AIRE	
FRESCO	
USADO	
LADOR PRINCIPAL	
LADOR AUXILIAR	
AS DE VENTILACION	
ON	
TA DE VENTILACION	
ENEA	

DIBUJADO POR: TEODOSIO SANCHEZ R.
 DISEÑO Y CALCULO: ING. JAVIER LI ROBLES
 : ING. TOMAS ACERO R.

FECHA : DIC. 1979
 ESCALA:
 PLANO : Nº 1

COMISION TECNICA DE SEGURIDAD MINERA
 MEM - JICA - INGEMMET

MINA CASAPALCA
 CENTROMIN PERU
 PLANO DE VENTILACION GENERAL

ノルセトロミン公社カサパルカ鉱山における
坑内通気、衛生、保安に関する調査

1979年12月

国際協力事業団 (JICA) の鉱山保安ミッション、向井靖雄、谷口永恭
及び動力鉱山省並バレンハメット、セントロミンペルーのそれぞれトマス
・アセロ、ハビエル・リー、ロブレス・フランシスコは、セントロミンペルーの
カサパルカ鉱山の坑内作業場における通気、保安、通気衛生及び
地表設備のそれぞれについて、1979年12月3日〜7日の間、調査を
実施した。

この調査は鉱山保安衛生に関する国際技術協力協定の実行計画
に基づき実施されたものである。

1. 概況

1-1 鉱山位置

カサパルカ鉱山はリマ県 Huarochiri 区 Chila 郡に位置し、
中央自動車道沿いにリマから 118 km、標高 4,192 m に
ある。地理的には中央地帯のアンデス山脈の西側で、南緯
11°30' 西経 76°10' に位置する。(図1参照)

1-2 交通

カサパルカ鉱山は中央自動車道の利用が便である。

2. 地質

2-1 局部地質

この地域の地層学上の地層は火山性堆積岩より組成し
ている。

この地区の構造は、激しい造山褶曲作用を受け逆位して
おり、その軸の方向はアンデスの通常の方法に並行している。

主要な構造は背斜構造であり、褶曲面は中粒岩質の
構成及び同様な化学的構成を有する堆積岩からなり、
但しその構造的特質が相異なる。

2-2 地層学

この地域の地層柱状図は主として石灰質の赤色地層からなり、亀裂及びほぼ5.400mに及ぶ火山性流出物を有している。
(地層総括表 参照)

2-3 カサパルカ鉱山の地質

カサパルカ鉱山の鉱化作用は、断層や単純な断口の亀裂を充てんした鉱脈と思われる。ほぼ5kmの長さにおいて表面の構造は合っており、その3.5kmを既に地下探検している。鉱脈は狭く、概して1m幅であり、鉱脈は赤色石灰岩、Miembro Carmen、Tahilachaca 火山岩、Carlos-Francisco 火山岩に属する標準岩石中に存在している。鉱脈はN30°EからN80°の走向、地層傾斜は60°~80°NWに変化しており、鉱脈は主に重鉛鉱、四面銅鉱、黄銅鉱、斑銅鉱、方鉛鉱、鉛より成り、脈石としては石英、菱マンガン鉱、石こう、雄黄等より複合組成している。

2-4 埋蔵量

現在の埋蔵量は10,000,000トンに達し、その品位は次のとおりである。

銅	Cu	0.31%
鉛	Pb	1.8%
重鉛	Zn	3.0%
銀	Ag	5.8 ｸﾞﾗﾑ/ﾄﾝ

日産量は2300トンである。

カサパルカ鉱山の人員

場 所	労働者数
坑 内	480
運 搬	120
選 鉱 場	104
工 場	80
事 務	60
合 計	844

作業及び採掘方法

カサパルカ鉱山は水準 200~800の間、800~1,500の間、1,500~2,700の間、及び 2,700~3,300の間の4つの主要作業区域に分かれている。全鉱石は1,400水準に運搬され、ここから選鉱場に運搬される。

採掘方法はシリンダー採掘法、残粒式後退採掘法、及びカットアンドフル法を採用している。ほぼ採掘の80%がシリンダー法であり、下部水準(1,400水準以下)でカットアンドフルが採用され、残粒式後退採掘は付随的に使われる。さく岩機はロック・スッパ-タイプを使用し、発破はANFOである。

鉱井はほぼ1.8m幅、長さ6mで、人道は各々36m間隔を置き、鉱柱は2m切口に小さく切られる。

鉱床は平均60°の傾斜を有し、これは採掘法の選択に決定的な要素となっている。この場合、地層の傾斜が60°未満ならば、鉱石が自走しないのでシリンダーは使えない。

鉱井から出てくる鉱石はシュートを通して、直接鉱車に7m込まれる。1,400水準より上部では2トン鉱車、4トン枝閉車が使われる。それより下部水準では6トン枝閉車、4~5トン鉱車を使用される。

上部水準の鉱石は鉱石坑道の傾斜を通過して、1,400水準

また、下部水準の鉱石は1700水準まで巻き揚げられる。

人員の入坑は1700水準を通して行われ、そこには人員交替、食事及び坑内事務所設備がある。

訪問者

調査開始にあたって、鉱山部長ヘルマン・ルイス技師、鉱山主任カルロス・シスネロ技師、選鉱部長パドロ・クリソン技師、地質部長エドアルド・ベラ技師、保安衛生計画部長パドロ・ガラルサ技師と会合し、鉱床の地質探査、採掘方法、保安計画活動、坑内通気システムについて聴取した。

調査の間、ガスの存在の様子、高温、地下採掘の保安について強調された。種々の作業の進展に伴い、企業側の支援及び協力を受け、調査は困難なく、能率よく終了することができた。

使用器械

種々の実態評価のために使用した器械は次のとおり

1. 高度計、ストップウォッチ
2. 風速計
3. 煙管
4. 風車式風速計
5. 湿度計
6. CO計測器、EC-231型
7. NO₂ • EC-260型
8. SO₂ • 1240型

まとめ

セントロミンホール、カサパルカ鉱山の坑内では、穿孔、清掃、運搬系統の業務に圧縮空気を使用し、主要坑道(1700水準)と1900水準との間の強制通気には電力を使用している。

実際、作業採掘場を考慮し、特に温度が計測してある所との関係から、1.700、1.900、2.100、2.300、2.500、2.700、2.900、3.000及び3.300水準で調査を実行するよう計画した。

通気系統

カサパルカ鉱山の通気は複合方式である。1.700及び2.100水準から入気をとり、自然通気を助けるため、地上の扇風機を使っている。

必要入気量

ペル-鉱山保安福祉規則に設定する入気の必要量は、カサパルカ鉱山の位置する標高から、次のとおりである。

カサパルカ鉱山の必要入気量

対象人員	数	必要空気量 (m^3/min)	合計 (m^3/min)
採掘人員	240	6	1.440
運搬	40	6	240
合計	280	-	1.680

それ故に、カサパルカ鉱山では280人(平均)の常働者が交替で入坑しているので、標高4192mを考慮すると、突破にANFO爆薬を使用するためには、最低1680 m^3/min 、20 m^3/min の風速が必要である。

調査の結果

現在の通気の状態の評価

通気の有効性を認定するためには、目取坑道、坑道、立坑、地下採掘場、坑口で通気測定を行った。

同様に地質、鉱物及び鉱床の構造の特色及び作業方法を観察した。同じ方法で湿度、関連湿度、採掘場のガスの存在、及び人の通行がある場所及び作業が進展する場所の保安状況認定を行った。

坑内の通気状況を計算するため測定した速度及び量の結果は、表々又に示すとおりであり、同様に通気の一般バランスを示した。

次/表 カサパルカ鉱山における通気の評価

番号	場所	速度 m/min	流量 m ³ /min	図示 番号	備考

次/表から得られた結果から、カサパルカ鉱山の主要坑道及び入気通路は良好である。とはいえ、次のような欠点が指摘される。

- 誘導不足による入気の必要量の利用不足
- 通気戸又は通気量調整装置の不足により、入気の採掘跡への漏れ
- 通風のたい作業箇所へ強制通気する扇風機の不足
- 坑道の維持不良による効率的通気の妨害
- 2,700、3,000及び3,300水準の作業箇所における不快適な温度(35°C)箇所の存在

以前の勧告とあわせて、以上の欠点を改善する必要がある。次の表に、通気バランスを示す。

表 2 カサパルカ鉱山の坑内通気バランス

入 気	量 (m^3/min)	排 気	量 (m^3/min)

カサパルカ鉱山の坑内通気のバランスは、入気 $6.487 m^3/min$ ($228,990 F^3/min$) の通気総量であることを表わしており、 $1.682 m^3/min$ の必要量に対し十分に満足している。

作業場の温度を調整する目的を有しているというが、入気の新鮮な空気を利用する方がよく、扇風機によって必要な作業場所へ送る方がよい。

環境温度条件

作業場は必ずしも快適ではないので、技術的に温度を識る目的で環境温度条件の調査を行った。

坑内の多数の場所で湿度及び温度の測定を実施し、得られた結果は次のとおりである。

表 3

坑内の環境温度測定の結果は、 $6^{\circ}C$ から $35^{\circ}C$ の間で上下している。2,900、3,000 及び 3,300 水準に最も湿度の高さとこがあり、特に 30-M-210 及び 33-M-207 鉱井では $35^{\circ}C$ に達しており、労働者にはそれが悩みである。

この問題の主要な原因は前にも述べたように、坑内深部水準における扇風機の不足であり、圧力不足のため、及び採掘に使用される補助扇風機による誘導不足のため、入気新鮮空気の量が有効に利用されていない。

ガスの存在

坑内におけるガスの存在の有無を確かめるため、一酸化炭素、亜硫酸ガス及び窒素酸化物を計測し、次の結果を得た。

一酸化炭素

作業場で一酸化炭素の徴候をみても、2~3時間後には労働者に悪い結果をもたらすことになるので、化学的方法で汚染がないことを確かめた。また、坑内で使用される機械類は圧縮空気又は電力で作動し、発破跡ガスは通気で早急に排除される。

窒素酸化物及び亜硫酸ガス

カヤパルカ鉱山の坑内採掘でANFO(アンモニウム硝酸塩)を使用しているので、窒素酸化物及び亜硫酸ガスによる空気の汚染、また鉱化作用による硫化物の存在がありうる。

しかしながら、測定の結果では発破の1~2時間後の坑内作業場における空気中にそれらのものがないことを示した。

坑内保安状況

カヤパルカ鉱山は1889年から稼働しているので、坑内は広範囲に坑道が展開しており、稼働作業場も1,400水準から3,300水準まである。2,700、3,000及び3,300水準は深いために地表への通路が不足し、通気の困難さを呈示している。さらに、ある坑道(2,100、2,000水準)では落盤、支柱の欠損、清掃不足がみられ、通気の巡還の困難性を助長している。事故の危険があるような場所では、これらについて前にも述べたように、緊急事態のときの逃げ道としても、古い坑道も良好に維持する必要がある。

9,000水準では、岩石発破の肉類がみられ、このため他の作業

場が停滞していた。また、他の保安に関連する重要な事項では、坑内における整備されていない又は古びた機械、道具類の存在、又は利用がみられ、労働者に苦痛を与えたり、作業を非能率的にしている。

坑内機関車はいつも調子が悪く、鉱車は整備されておらず、更に坑道を保持したり、清掃する労働者の数が不足している。

鉱山保安、衛生計画

車内者及び補助資格者が保安、衛生計画を持っており、事故の防止及びヘル-鉱山保安福祉規則の規制事項の遂行に従事している。

セントロミソパル-のカサパルカ鉱山の保安管理課は保安委員会の責任で、保安計画を通して地上と同様坑内における保安及び衛生の状態を良好に維持するよう努めている。

Ing. Pablo Galarza が保安計画を指揮しており、二人のアシスタント Ing. Nelson Cuadrado, Sr. Angel Bejaranno 及び4人の保安検査官を従えている。

計画が機能する場所は極めて狭いとはいえ、機能を果たし沢山のヒトを見守っている。

技術者は環境の粉じん、ガス、騒音及び通気の評価を行うような完全な機器及び道具類を持っていない。長靴、手袋、ヘルメット、防止着のような保安具は完全に整い、San Marcos 型の救命具も所有している。

1979年10月30日現在の産数率は5.9であり、強度率3.406で、これは過去からの関連では目立ってよくなっていることを示しており、保安計画のよい成果である。

結論

1. カサパルカ鉱山の坑内通気の評価結果では、総量 $6487 \text{ m}^3/\text{min}$ を示しており、常時入坑人員に対するヘル-規則に基づき計算さ

れる1682^{m³}/minの必要量を満足している。

2. 通気は 鉱山保安衛生福祉規則の必要量を満足しているにもかかわらず、入気新鮮空気の誘導不足、旧坑道を通る通気回路の清掃不足のために、2700水準、3000及び3300水準のいくつかの作業場において不足している。

その主な原因は扇風機の不足、坑道及び通気回路の維持の欠陥並びに補助扇風機の不足である。

3. 調査時における環境の温度条件は、特に3000及び3300水準の作業場に不快適は30°C及び35°Cに達すると3がみられ、これは強制通気による方が好ましい。

4. 一酸化炭素、亜硫酸ガス、窒素酸化物の測定は発破の2〜3時間後に行われたが、存在しなかった。

5. 坑内保安の見地から、不安全な作業方法や危険箇所について、事故防止のため修正しなければならない。

6. 保安計画管理部は保安委員会を通じて保安業務を実行しており、更に鉱山衛生、保安計画に従事する職員は Ing. Pablo Galarza の責任で事故防止について多くの効率的業務を遂行している。

勧告

1. カサパルカ鉱山の深部水準の通気不足を完全に解決するには、次の事項を変更することが基本となる。

1-1. 1700水準の入気は、中央立坑及びサンフランシスコ立坑を通して、深部水準3300までの間の全ての作業場の換気をする目的で誘導されなければならない。

1-2. 下部まで通気を確保するためには、17-MC-2立坑に通気戸を置かなければならない。

1-3. Potosí坑道からの入気は旧坑道に誘導されるか、又は、無効果な通気の原因になっている JUANITA 扇風機により吸引されて逃げてしまうのを、対策しなければならぬ。

1-4. Carmen 十字路の交差点に、30,000 CFM の扇風機を置き、採掘跡(P及U-M層)の排気を抜き出し、地表水準の旧坑道に誘導するよう変更する。

この形は Yauliyacu に直線的に温風を運んだり、P及U-M層の採掘場から出てくる温風で中央立坑を充填したりすることも避けることとなる。

1-5. P坑道から 27-P-200 鉱井の北までの区間を、M層の温風を Potosí まで排気する目的で連絡する。

1-6. 3,300 水準の 33-M-207 鉱井の現在の温度を下げるために、3,000 水準まで連絡する斜坑を南設する必要がある。

1-7. Crucero Aguas Calientes の場所に、空気の流れが Carlos Francisco 坑道を通る新鮮な空気を妨害するのを防止する目的で、通気戸を設置する。

Raise Boring Consuelo 立坑へ排気をこのような方法で通じさせることにより、通気圧を保持することが必要である。

1-8. 排気坑道 21-M-Sur を通る排気を入気の流れがさまたげているので、Arauca 坑口に通気戸を設置する。

1-9. ほぼ $25 \text{ m}^3/\text{min}$ の入気量を失っているので、2,100 水準の中央、M坑道に通気量調節装置を設置する。

1-10. 旧坑道の漏気をなくすため、2,300 水準及び $2,500$ 水準に接近している坑道 Carlos Francisco 及び Central 坑道をふさぐ必要がある。

1-11. C層南と Potosí 坑道北の交差点に、作業場まで新鮮空気を誘導し、又避難道として使用するため通気戸を設置する。

1-12. 察坑への漏気(ほぼ $256 \text{ m}^3/\text{min}$ の新鮮空気を失っている。)をさまたげるため、M南層坑道を遮断する。

- 1-13 1400水準上部の19-M-286準備切羽に連絡するため、通気立坑を建造するため設計を行う。
- 1-14 P-27層とRaise Boringの連絡
- 1-15 30-M-1-259鉱井と2,400水準との、通気孔をけで通気する盲坑道による連絡。
- 1-16 大部分の通気坑口は清掃及び維持が不足しており、通気の巡還を困難にしている。

保安

事故を防止し坑内通気を更に改善する保安活動計画を立てること。

改善すべき内容は次のとおりである。

- 2-1. 落石等危険のある坑道の矢木による修復。
- 2-2. 木枝、保管している栈器類、落石、砂の清掃及び排除。
- 2-3. 排水溝の整備、維持。
- 2-4. 避難道に完全に標識を設置する。緊急の場合には立って避難できるのは斜坑だけであるが、その広さを有するものは少ない。
- 2-5. 保安の配属を新たにする。2,100水準では、良好かつ機能を果たしている場所は少ない。
- 2-6. 3000水準の操作場では、鉱車の転倒装置は非常に危険であり、鉱車の車止めは、転倒防止が不十分でその役目を果たしていない。
- 2-7. 保安計画の範囲を拡げ、保安補助員に対し便宜を与え、通気、扇風機調整、坑内温度測定等のための道具、器具を持たせるべきである。

INVESTIGACION DE PROCESOS DE
SEPARACION DE MINERALES POLI-
METALICOS QUE CONTIENEN COBRE
(PLOMO) ZINC Y PIRITA.

Autor: Ing. Akira Nakamura

7. - Flotación de Pirita	Pag. 16
IV. - PRINCIPIO Y PRACTICA DE ALGUNOS REACTI VOS.	17
1. - NaCN	17
2. - Na ₂ S	20
3. - SO ₂	22
4. - Carbón Activado	23
5. - K ₂ CrO ₄ y Oxidación	23
V. - EJEMPLOS DE SEPARACION DE MINERALES - POLIMETALICOS EN PRACTICA	25
1. - Hanawa I (Akedoshi línea)	25
2. - Hanawa II (Motoyama línea)	26
3. - Uchinotai (Kosaka)	30
4. - Matsumine	33
5. - Shakanai	33
BIBLIOGRAFIA	39
APENDICE	41
Condiciones de Flotación de cada planta .	
Summary of Technical Data and Flowsheet of "Kuroko" Concentrators (Acording to Dr. Yonezowa) .	

CONTENIDO

I. - INTRODUCCION	3
II. - ESTRUCTURAS DEL FLOWSHEET	4
III. - GENERALIDADES DE CADA PROCESO	9
1. - Flotación Bulk	9
2. - Flotación Directa de Cu	10
3. - Flotación Bulk de Pb. Cu y Pb. Cu. Zn y sus Separaciones	11
3.1 Pb. Cu Bulk y Sus Separaciones	11
3.1.1 Proceso de NaCN	11
3.1.2 Proceso de SO ₂	12
3.1.3 Proceso de Calefacción de Pulpa.	12
3.2 Pb. Cu. Zn Bulk y sus Separaciones	12
4. - Flotación Bulk de Cu. Zn y su separación	13
4.1 Flotación Bulk Cu. Zn	13
4.2 Separación de Cu. Zn	14
4.2.1 Proceso de NaCN	14
4.2.2 Proceso de SO ₂	14
4.2.3 Proceso de Calefacción de Pulpa.	14
4.2.4 Proceso de desadsorción de reactivo	15
4.2.4.1 Carbón Activado	15
4.2.4.2 Desadsorción con NaCN Lixiviación	15
4.2.4.3 Desadsorción con Na ₂ S	15
4.2.4.4 Filtración y Molienda	16
5. - Flotación Directa de Zinc	16
6. - Flotación Bulk de Zn. Sp y su Separación	16

II. ESTRUCTURAS DEL FLOWSHEET

Cuando se comparan los flowsheets de las plantas de tratamiento de mineral, primero tenemos que pensar en la simplificación de estos diagramas. Por eso, he recopilado la siguiente información del: "Summary of Technical Data and Flowsheet of "Kuroko" Concentrators (Sept. 1971)", que fue escrito por el Dr. Yonezawa. En este informe, la forma general de uso es la siguiente:

1. Cu. Pb. Zn. Sp. Flotación Bulk de Cobre, Plomo, Zinc, Pirita (Sp).

2. Cu. Zn. Sp. Separación de cobre desde concentrados bulk de Cobre, Zinc y Pirita.

En este caso, la espuma del mineral de cobre se recupera y son deprimidos los minerales zinc y pirita.

3. Cu-Zn o Pb-Cu. Esto significa la separación del cobre desde concentrados bulk de Cu-Zn y del plomo desde concentrados bulk Pb-Cu respectivamente.

En el primer caso se flota los minerales de cobre deprimiendo el zinc y en el segundo caso se flota los minerales de plomo deprimiendo el cobre.

4. El sufijo 1°, 2°, 3°... es el número para referir la condición de flotación de acuerdo a datos del Dr. Inoue (1976).

5. El sufijo (1), (2), (3)... es el número para referir la condición de flotación de acuerdo a datos del Dr. Yonezawa (Sept. 1971).

6. Cu-Zn(Sp) significa Cobre Zinc y pequeñas cantidades de pirita en concentrados bulk.

En las estructuras se muestra las condiciones de flotación de acuerdo a cada proceso que he recopilado a partir de los trabajos de los Drs. Inoue y Yonezawa, con cuyos datos se ha confeccionado la Tabla N° 1.

INVESTIGACION DE PROCESOS DE SEPARACION DE MINERALES POLIMETALICOS QUE CONTIENEN COBRE, (PLOMO) ZINC Y PIRITA.

I. INTRODUCCION

La tecnología de flotación de minerales en Japón mostró una notable evolución alrededor de 1970 y muchos procesos se han desarrollado con óptimos resultados. Basado en algunas investigaciones realizadas sobre la separación de Cu, Zn, "minerales negros" (black ore-Kuroko) y en mi propia experiencia, he elaborado el presente trabajo sobre los procesos de la separación de minerales que contienen cobre, plomo, zinc y pirita o cobre, zinc y pirita.

Los datos consignados están basados en una recopilación estadística de las principales plantas de Japón.

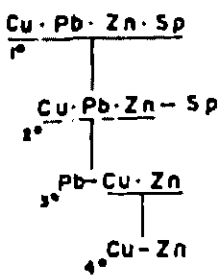
También, incluye datos respecto a reactivos y ejemplos prácticos de plantas japonesas.

Espero que estos datos sean de gran ayuda para las personas interesadas.

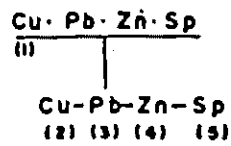
B Cu·Pb·Zn·PIRITA

a) "TODO BULK" - DIFERENCIAL

TATEMATA

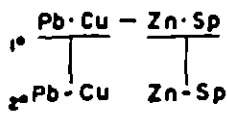


HAHAWA - I

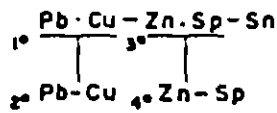


b) SEMI-BULK - DIFERENCIAL

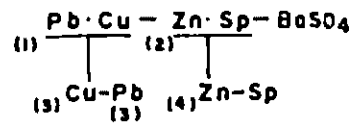
(i) OYE



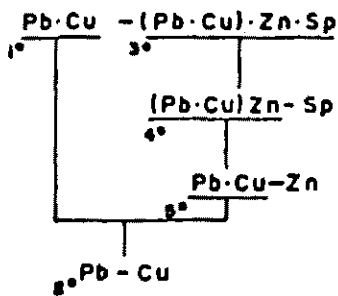
IKUNO



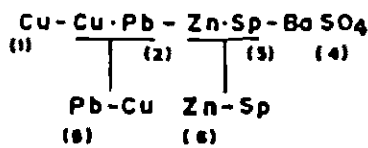
YOKATA



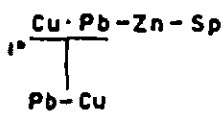
(ii) AINAI



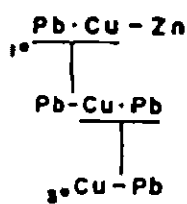
TASHIRO



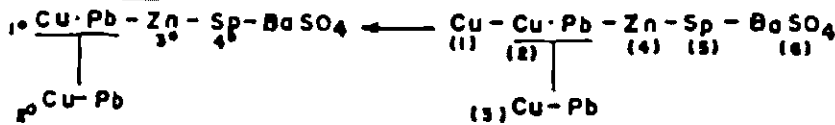
(iii) NAMARIYAMA



NAKATATU



KASAKA

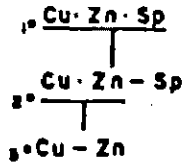


L A S E S T R U C T U R A S D E L F L O W - S H E E T

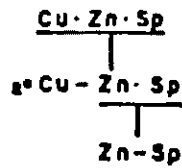
A C U , Z n , P I R I T A

a) "TODO BULK" - DIFERENCIAL

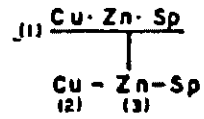
OSARIZOWA



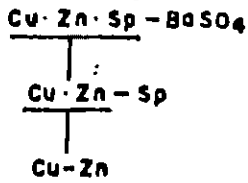
HITACHI



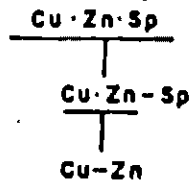
HANAWA-II



YOSHINO

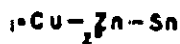


KAMIKITA

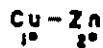


b) DIRECTO - DIFERENCIAL

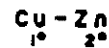
OKENOBE



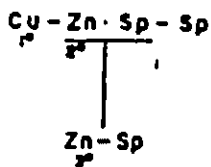
TSUMO



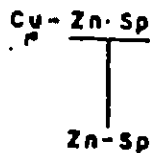
KAMIOKA (MOZUMI)



SHIMOKAWA

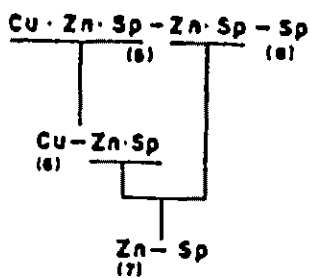


OGOYA



c) MEDIO - DIFERENCIAL

SHAKANAI-Y



1° INOUE 1976
 (1) YONEZAWA SET. 1971
 Sp = PIRITA

TABLA N° 1 - EJEMPLOS DE ESTRUCTURAS DE FLOW-SHEETS

	CABEZA		CONC. Cu		CONC. Zn		RECUPERACION			
	Cu %	Zn %	Cu %	Zn %	Cu %	Zn %	CONC. Cu %		CONC. Zn %	
							Cu	Zn	Cu	Zn
(POR DR. INOUE) OYE	0.10	2.00	19.97	14.62	0.26	53.57	69.9	2.5	8.5	86.1
OPPU	0.46	2.70	26.82	8.76	0.49	56.61	79.45	4.43	4.60	90.59
NAMARIYAMA	2.15	2.74	25.56	3.04	1.35	50.60	98.9	8.7	2.9	86.9
OSARIZOWA	1.01	0.33	27.25	3.93	1.64	57.57	93.6	41.3	0.3	35.2
AKENOBE	1.27	2.05	26.89	6.72	2.41	52.24	92.46	18.6	7.3	72.88
IKUNO	1.44	0.74	24.33	4.84	3.61	46.18	94.76	37.49	2.09	52.20
SHIMOKAWA	2.30	1.10	22.20	4.00	1.00	45.00	94.0	35.4	0.5	50.0
HITACHI	1.35	0.72	25.95	3.26	1.98	49.10	92.0	20.7	1.6	67.7
TSUMO	1.06	0.85	21.83			44.64	91.6			27.4
NAKATATU	0.13	5.45	26.48	2.95	0.43	49.71	29.57	0.06	48.91	92.23
KAMIOKA	1.10	1.20	21.7	7.4	0.5	12.4	91.4	26.9	0.9	63.7
KOSAKA	2.08	7.08	20.00	4.50	0.93	55.00	83.9	5.5	4.8	83.0
MATSUMINE	2.85	2.04	18.84	5.14	2.49	53.66	91.4	34.7	1.9	56.4
DOYASHIKI	1.25	2.49	15.50	9.42	1.06	52.34	87.8	26.8	2.7	67.7
SHAKANAI	2.09	3.77	21.13	4.51	1.69	52.10	85.5	10.2	4.8	81.7
FURUTOBE	2.08	2.30	19.34	7.42	3.03	50.05	88.4	30.66	3.6	56.64
OGOYA	2.33	0.43	26.16	1.49	3.63	49.62	97.1	29.9	0.5	38.8
AINAI	1.25	2.19	20.32	6.06	1.65	44.77	86.2	16.8	4.6	71.1
TATEMATA	0.93	1.56	20.36	8.38	3.21	47.60	87.0	18.3	7.9	69.0
(POR DR. YONEZAWA) HANAWA - I	1.47	7.60	19.04	8.58	1.24	50.1	83.1	7.3	10.5	82.8
HANAWA - II	1.22	1.45	17.76	9.73	4.16	42.27	84.9	39.2	6.0	51.2
KOSAKA	2.13	7.04	20.78	5.11	0.89	56.56	86.7	6.4	4.4	85.1
TASHIRO	1.34	5.40	15.35	8.27	1.12	48.48	82.8	11.1	7.2	77.1
YOKOTA	1.16	5.84	20.69	2.99	0.79	50.09	83.6	2.4	6.8	86.6
YOSHINO	0.65	1.55	23.70	8.57	1.83	52.88	80.3	12.4	6.1	75.3

2. Flotación Directa de Cobre

- 2.1. En el caso de mineral de Cu, Zn, con pequeña cantidad de pirita, el proceso directo es la flotación de Cu usando como depresor NaCN solo o con $ZnSO_4$, y como colector aeroflot, en un medio de 10-11 pH obtenido con cal o de 7-8 pH en el caso de contener algo de pirita. Por ejemplo, en Akenobe, Tsumo, Karibaka (Mozumi), Shimokawa, Ogoya, etc.
- 2.2. En el caso de mineral de Cu, Pb, Zn, Sp. o mineral negro es factible flotar primero el concentrado de cobre "Cu scalping", por ejemplo Kosaka, Tashiro, Matsumine. En este caso, el proceso de SO_2 se usa con un pH de 4-6, como colector aeroflot, en tamaño algo grande y también se usa algo de cal y dextrina para deprimir el plomo. El reajuste del pH es preferible tratarlo primero con SO_2 para un pH de 3-4, luego se regula con cal el pH 6-7.
- 2.3. En Hanawa, el mineral de Cu, Pb, Zn, Sp. (Hanawa I) se trata primero todo el bulk y luego, se adopta el proceso de flotación directa de Cu, Pb, Zn, Sp. En este caso, después de la molienda (90% malla-200) el concentrado de Cu es separado con SO_2 , dextrina, $Ca(OH)_2$, aeroflot en pH 6.3; también, en Hanawa el concentrado bulk de Cu, Zn, Sp. (Hanawa II) es separado el Cu con NaCN, $ZnSO_4$, $Ca(OH)_2$ en pH 12, después de la molienda.

III. GENERALIDADES DE CADA PROCESO

De los datos anteriormente mencionados, para minerales de Cobre-Zinc-Pirita o Plomo-Cobre-Zinc-Pirita, cada proceso de separación es clasificado de acuerdo a modelos.

Como paso siguiente vamos a explicar estos modelos.

1. Flotación Bulk

En minerales de Cu, Zn, Pirita, primero se flotan todos los sulfuros, por ejemplo; Osarizawa, Tatemata y Hanawa II.

En minerales de Cu, Pb, Zn, Pirita como Hanwa I, Shakamai M; primero se flota el concentrado bulk y luego se separan los concentrados de cada mineral.

En este caso, con un pH natural de 6-7, se flota los minerales con xantato de etilo o amilo, si es necesario con pequeñas cantidades de CuSO_4 y con tamaños de partículas algo grandes por ejemplo 60-65% malla-200. Luego, este concentrado es remolido separándose posteriormente cada mineral.

Cuando contiene mucha pirita, la flotación bulk se planea deprimiendo la pirita. En este caso, se usa pH alto de 10-12 con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (cal) para impedir la flotación de pirita. Asimismo, en medio-diferencial, como se llamó el caso del medio proceso bulk diferencial y directo-diferencial; esta exclusión de pirita o zinc, se planean como en Shakami Y - (Yellow Ore, mineral de Cu, Zn, Sp.).

3.1.2. Proceso de SO₂

Condición del Bulk:

- pH : 4-6
- Depresor: Agua de SO₂ (NaHSO₃ , Na₂ SO₃)
ZnSO₄ (con o sin NaCN) (con o sin pequeña
cantidad de Quebracho)
- Colector: Aeroflot
- Plantas que usan el Proceso: Kasaka, Furu
tobe, Ainai, Yokota, etc.

Condición de Separación:

- Remolienda
- Ejemplo: Yokota SO₂, Na₂S₂O₃ , pH 9.0
(Cu-Pb)

Dextrina

Doyashiki NaHSO₃ ; NaCN, NaCO₃
(Cu-Pb) Dextrina pH 9.0

3.1.3. Proceso de Calefacción de Pulpa

En Kosaka, primero se flota un Bulk de Pb.
Cu usando SO₂ y ZnSO₄; luego para separar
el Pb. Cu usando calefacción de pulpa (pH 5.0)
En este caso el mineral de Pb es oxidado y
deprimido y , el mineral de Cu se flota en las
espumas.

3.2. Pb, Cu, Zn Bulk y sus Separaciones

En el caso de existir mucho mineral de zinc en el con
centrado Bulk de Pb, Cu, Zn se flota con NaCN,
(ZnSO₄) proceso (pH 11-12.5).

Cada separación es muy difícil, y este flowsheet se -
hace muy complicado, por ejemplo en Oppu, Doyashi-
ki, Tatemata, Matsumine, Furutobe, etc.

3. Flotación Bulk de Pb, Cu y Pb, Cu, Zn y sus Separaciones

3.1. Pb, Cu. Bulk y sus Separaciones

En el tratamiento de minerales polimetálicos de Cu, Pb, Zn, Sp. en general, el proceso de semi-bulk de Cu-Pb es muy usado. Por ejemplo, este proceso se usa en Oye, Ikuno, Yokota, Ainai, Tashiro, Namariyama, Nakatatu y Kosaka, etc.

Del semi-bulk Pb, Cu se usan dos procesos de separación: el proceso de NaCN y el proceso de SO₂, siendo el proceso de NaCN el más general. También en esta separación, participa el proceso de calefacción de pulpa.

3.1.1. Proceso de NaCN

Condición del Bulk:

- pH: 7-8
- Depresor: NaCN; a veces se usa ZnSO₄ pero tres veces la cantidad usada de NaCN y pequeña cantidad de Quebracho.
- Colector: Aeroflot o xantato de baja clase
- Plantas que usan el Proceso: Oye, Namariyama, Ainai, Tashiro, etc.

Condición de Separación:

- Remolienda
- pH: 10-11 obtenido con NaCO₃ o Ca(OH)₂
- Depresor: NaCN, ZnSO₄ y Quebracho
- Plantas que usan el Proceso: Ikuno, Ainai, Matumine, Furutobe, Shakanai, Hanawa-I, etc.

Para minerales de Cu, Zn que son fáciles de flotar , comparativamente; como por ejemplo en Doyasnikí y Matsumine, se usa el proceso de calefacción de pulpa.

Condición:

- pH : 7-9
- Activador : CuSO_4
- Temperatura : 50-51 °C
- Colector: Aeroflot

4.2. Separación de Cu, Zn

La separación de Cu, Zn es algo difícil, porque sobre la superficie del zinc (blenda) se forma una película activa de cobre, la diferencia de flotabilidad entre el mineral de cobre y el de la blenda activa, es muy poca. Por eso, se han realizado muchas investigaciones sobre procesos de separación; entre ellas puedo mencionar:

4.2.1. Proceso de NaCN

- pH : 10-11 con cal
- Depresor: NaCN solo o con ZnSO_4
- Colector : Aeroflot
- Ejemplo: Osarizawa, Tatemata, etc.

4.2.2. Proceso de SO_2

- pH : 5-6
- Reactivo: SO_2 con carbón activado para desadsorción de reactivos en exceso
- Depresor: NaCN, ZnSO_4 en pequeña cantidad
- Ejemplo: Shakanai

4.2.3. Proceso de Calefacción de Pulpa

- pH : 4-6 con $\text{Ca}(\text{OH})_2$
- Depresor: SO_2

- En Doyashiki

Pb, Cu-Cu : NaCN, ZnSO₄ , pH 11.0
Cu-Pb. : NaHSO₃ , Dextrina pH 6.2

- En Matumine

Pb-Cu, Zn(Sp) : NaCN, ZnSO₄ , pH 7.7

- En Furutobe

Pb-Cu, Zn : NaCN, ZnSO₄, Ca(OH)₂ ,
pH 12.3 o Aeroflor NaCN ,
ZnSO₄, Quebracho, pH 9.0

4. Flotación Bulk de Cu, Zn y su Separación

4.1. Flotación Bulk de Cu, Zn.

Después de separar el mineral de Pb o cuando el mineral no contiene plomo y contiene mucha pirita, a veces la Flotación de bulk de Cu, Zn. se usa en la práctica. En este caso, la condición de flotación es la siguiente:

- pH : 12-12.5 con Ca (OH)₂
- Activador: CuSO₄
- Colector: Xantato de clase alta
- Depresor: Con y sin NaCN en pequeña cantidad
- Plantas que usan el Proceso: Osarizana, Yoshino, Shakanai -I, etc.

También cuando en el mineral existe algo más de mineral de cobre de difícil flotación, como calcocita, tetraherita, o minerales cuya superficie tiene cambios por efectos de la oxidación, etc.

4.2.4.4. Filtración y Molienda

En Hitachi, la separación de concentrado bulk de CuZn que ha sufrido la acción de muchos reactivos, se trata primero mediante un proceso de filtración, molienda y luego flotación (pH 10-11, NaCN, Aeroflct, SO₂).

5. Flotación Directa de Zn

A partir del mineral que contiene Zn y pirita, el Zinc se flota con CuSO₄, Ca (OH)₂ en pH 11-12. Por ejemplo: Tsumo, Akenobe, Harwa-I y II, Kosaka, Kamioka, etc.

6. Flotación Bulk de Zn-Sp y su Separación

En el proceso de semi-bulk, después de la separación Pb. Cu, en general Zn-Sp se flota con adición de CuSO₄, activador de zinc (pH 6-8). La separación de Zn-Sp es tratado con adición de CuSO₄, Ca (OH)₂ en pH 12.5. Por ejemplo: Shimokawa, Oppu, Tashiro, Yokota, Furutobe, etc.

7. Flotación de Pirita

Si se necesita flotar pirita, se usa H₂SO₄, xantato, en pH 3.0-4.5. Por ejemplo: Doyashiki, Matsumine, Shakanai-Y, Hanawa-I, Kosaka, etc.

- Temperatura: 60°C
- Colector: Aromatico
- Ejemplo: Doyashiki, Matsumine, etc.

4.2.4. Proceso de Desadsorción de Reactivo:

4.2.4.1. Carbón Activado:

Cuando el carbón activado se usa para el concentrado bulk el reactivo que existe en la superficie del mineral es desadsorbido. Luego es expresado, filtrado y separado con SO_2 , H_2O_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en pH 8. Por ejemplo Shakanai.

4.2.4.2. Desadsorción con NaCN Lixiviación:

En Yashino, la blenda habría sufrido oxidación, por esta razón los minerales no pueden separarse con facilidad. Después de lixiviar con NaCN la pulpa de esta solución, se filtra con un filtromecánico; luego la torta se mezcla nuevamente con agua por agitación y a esta pulpa se le trata con xantato.

4.2.4.3. Desadsorción con Na_2S

En Kamikita en el concentrado de bulk de Cu, Zn se desadsorve el reactivo de su superficie con Na_2S . Luego el exceso de Na_2S se limpia con ZnSO_4 y con algo de colector el mineral de cobre se flota. En este caso el Na_2S ha actuado como depresor de minerales de Zn.

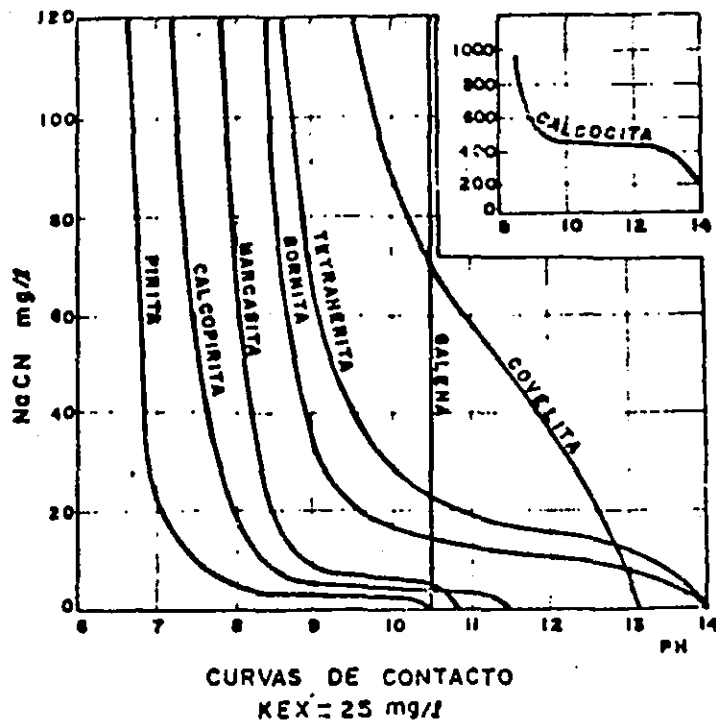


FIG. N° 1- CURVAS DE FLOTABILIDAD PARA MINERALES SULFUROS CON KEX EN LA PRESENCIA DE CN^- Y OH^- .

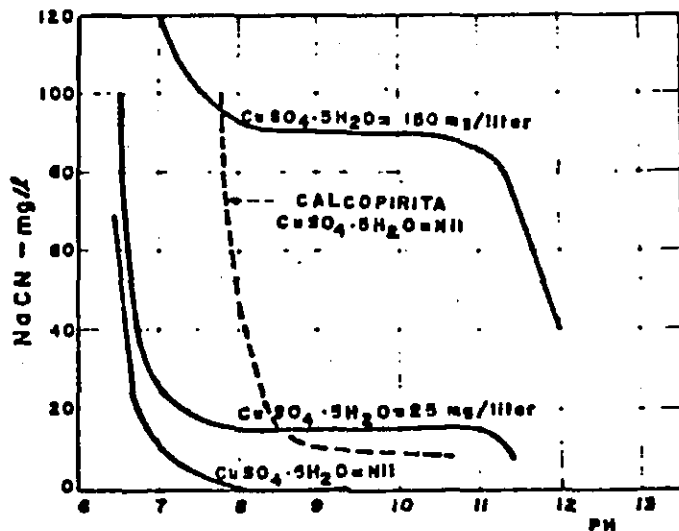


FIG. N° 2- CONDICIONES DE FLOTACION DEL ZINC BLENDA ACTIVADA CON Cu^{++} , CUANDO EXISTEN Cu^{++} O NO EXISTEN Cu^{++} EN LA SOLUCION.

IV. PRINCIPIO Y PRACTICA DE ALGUNOS REACTIVOS

El significado del título mencionado y la acción de algunos reactivos como NaCN, Na₂S, SO₂, carbón activado, K₂CrO₄ oxidación, son explicados a continuación:

1. NaCN

Según Wark y Cox "Las curvas de flotabilidad para los minerales de los sulfuros con KEX en presencia de CN⁻ y OH⁻", se dan en la Fig. N° 1. En esta curva crítica de la concentración cianuro, encuentra que los minerales pueden flotar abajo de la curva de cada mineral. Si el zinc (blenda) ha recibido activación de cobre, la condición crítica de flotación cambia como en la Fig. N° 2, con cambio de cantidad de CuSO₄. En esta figura la línea punteada es la condición crítica de flotación de la calcopirita en la misma condición. Según esta figura la diferencia entre el zinc - blenda activada y calcopirita, sino existe ion de Cu⁺⁺, se encuentra el rango que puede separar con un control estricto del pH, pero cuando hay mucho ión de Cu⁺⁺ en esta solución, esta separación es muy difícil. También cuando existen Cu⁺⁺ en la solución, en el caso de usar KEX y KCN. Las curvas de flotación crítica de algunos minerales se muestran en la Fig. N° 3. O sea, las separaciones mutuas de minerales sulfuros son muy difíciles. Por eso la condición de separación tiene que hacerse lo más simple posible.

En general, NaCN se usa con o sin ZnSO₄, para procesos comunes desde hace mucho tiempo, pero recientemente hay la inclinación de disminuir el uso, porque este reactivo causa problemas de contaminación del ambiente y causa

pérdidas de oro y plata en solución. Pero en NaCN tiene el efecto de reprimir el plomo y el efecto de solución y desadsorción de la membrana de activación de Cu, por eso este reactivo no se puede exceptuar en el tratamiento de minerales sulfuros complejos.

En Yoshino (1971), donde el mineral no pudo ser tratado con un proceso ordinario porque era oxidado y degradado, se usó el proceso de Lixiviación con NaCN. En este proceso, la membrana de Cu sobre zinc blenda era resuelto con NaCN y luego esta solución se excluía por filtración y lavado con agua. La separación de Cu, Zn se realizó usando el proceso NaCN-ZnSO₄ después de moler. La solución de lixiviación de NaCN, se reusó después de recobrar por el proceso de H₂SO₄-NaOH. Con este método se mejoró el resultado de la planta, por ejemplo se recobró Cu de 58% a 80% y Zn de 47% a 62%.

2. Na₂S:

Según Wark y Cox "Las curvas de flotabilidad para minerales de los sulfuros con KEX en la presencia de Na₂S y OH⁻" es citado en la Fig. N° 4.

De acuerdo a la Figura N° 4, el efecto de depresión de Na₂S para calcopirita y blenda activada es evidente y para piritita no es significativo.

El Na₂S tiene la acción de fijar el ion Cu⁺⁺, de desadsorción de colector y sulfuración de superficies de minerales, etc. En la flotación de sulfuros generalmente se usa con el siguiente fin: Fig. N° 5

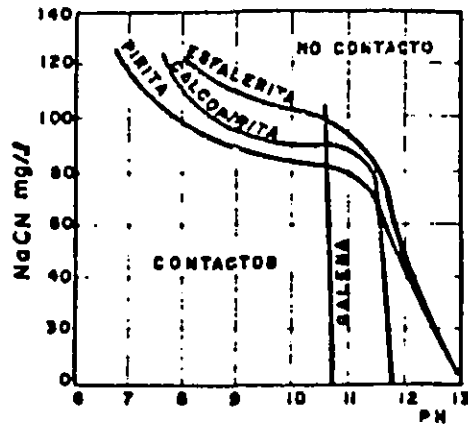


FIG. N°3 - CURVAS DE FLOTABILIDAD CRITICA EN EL CASO DE EXISTIR Cu^{++}
 $KEX = 25 \text{ mg/l}$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O = 150 \text{ mg/l}$
TEMP. = 35°C, NO RECIBIENDO OXIDACION.

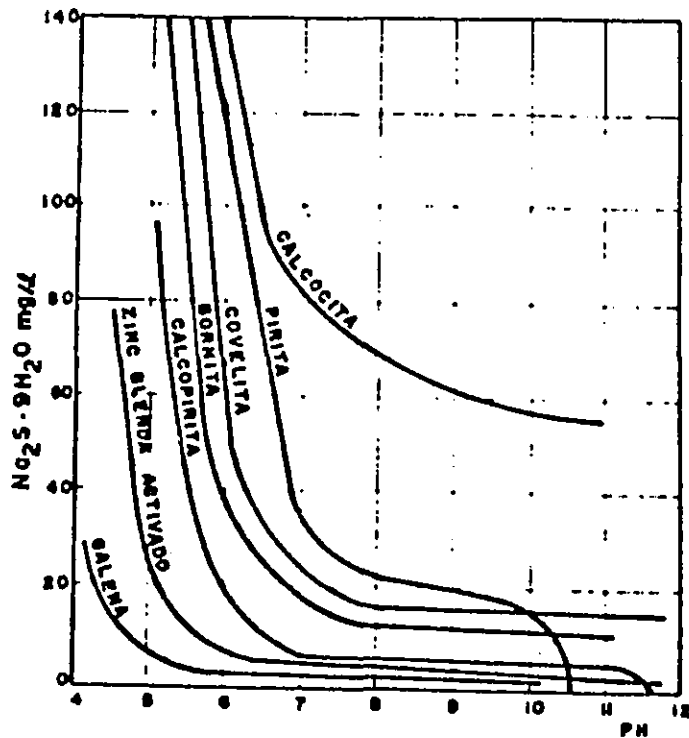


FIG. N°4 - CURVAS DE FLOTABILIDAD CRITICA EN EL CASO DE Na_2S , $KEX 25 \text{ mg/l}$

- 2.1. Depresión de Zn (fijada de ión Cu^{++}).
- 2.2. Desadsorción de reactivos de los concentrados bulk.
- 2.3. Sulfuración de superficies de minerales (reproducción de superficies frescas.)
- 2.4. Activación de pirita.

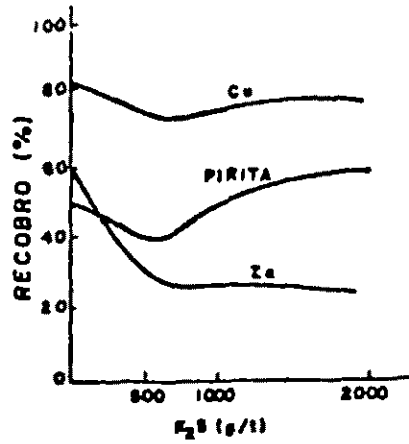
Especialmente este reactivo se usa con el fin de deprimir el Zn activado con Cu^{++} con o sin NaCN, o ZnSO_4 y puede separar Zn como deprimido.

En Kamikita, en el caso del tratamiento del mineral Cu. Zn-pirita, primera, habría sido flotado Cu, Zn con NaEX y KAX deprimiendo pirita con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ pH mayor de 12 y pequeña cantidad de NaCN (75 g/t). Segundo, el concentrado bulk de Cu, Zn habría sido tratado con Na_2S (5kg/t) y concentrado en el espesador (Dp 40%). Luego habría sido añadido ZnSO_4 (4 kg/t) flotándose mineral de Cu y algo de Zn y se separó el concentrado de Zn como deprimido. La espuma habría sido tratada con el proceso de SO_2 para conseguir concentrado de Cu y este intermedio habría sido retratado.

3. SO_2

Según Mukai y Matsubara, "Las curvas de flotabilidad para los sulfuros por Na_2SO_3 ", se cita en la Fig. N° 6.

En esta figura se encuentra que la blenda activada y la calcopirita son difíciles de deprimir. Pero cuando se usa con ZnSO_4 en solución alcalina, Na_2SO_3 se muestra el efecto de depresión para ZnS activado según la Figura N° 7.



($\text{Ca}(\text{OH})_2$ 800 mg/l, PH 8.7-7.18)

FIG. N° 5 - EFECTO DE Na_2S

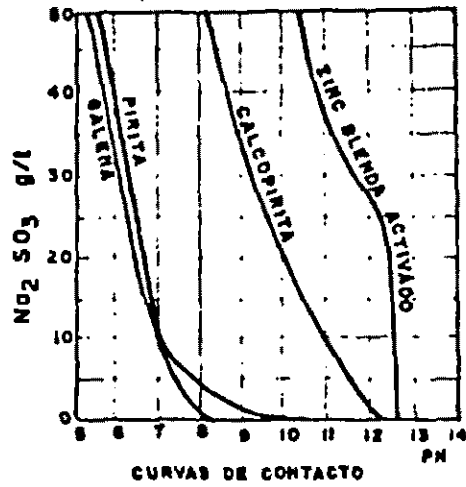
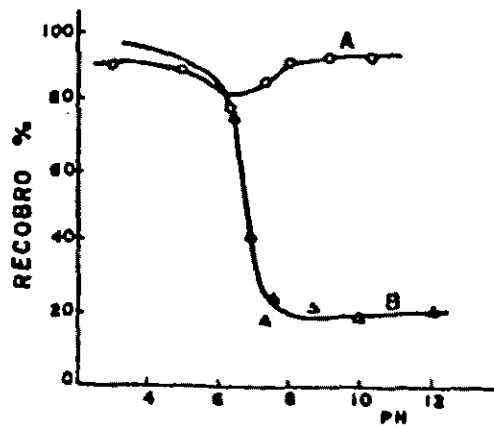


FIG. N° 6 - CURVAS DE FLOTABILIDAD POR Na_2SO_3



A: 0.2 mol/l Na_2SO_3

B: 0.1 mol/l ZnSO_4 + 0.2 mol/l Na_2SO_3

FIG. N° 7 - EFECTO DE Na_2SO_3 Y ZnSO_4 EN FLOTACION DE ZINC ARTIFICIAL Y CON

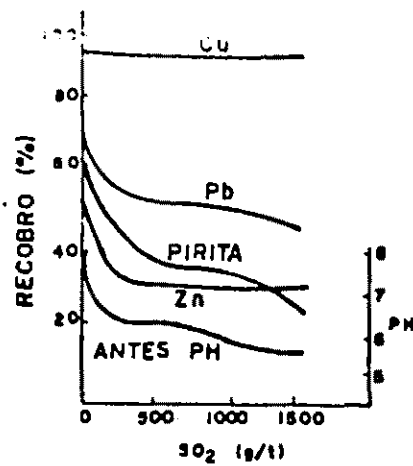


FIG. N° 8 - EFECTO DE SO₂

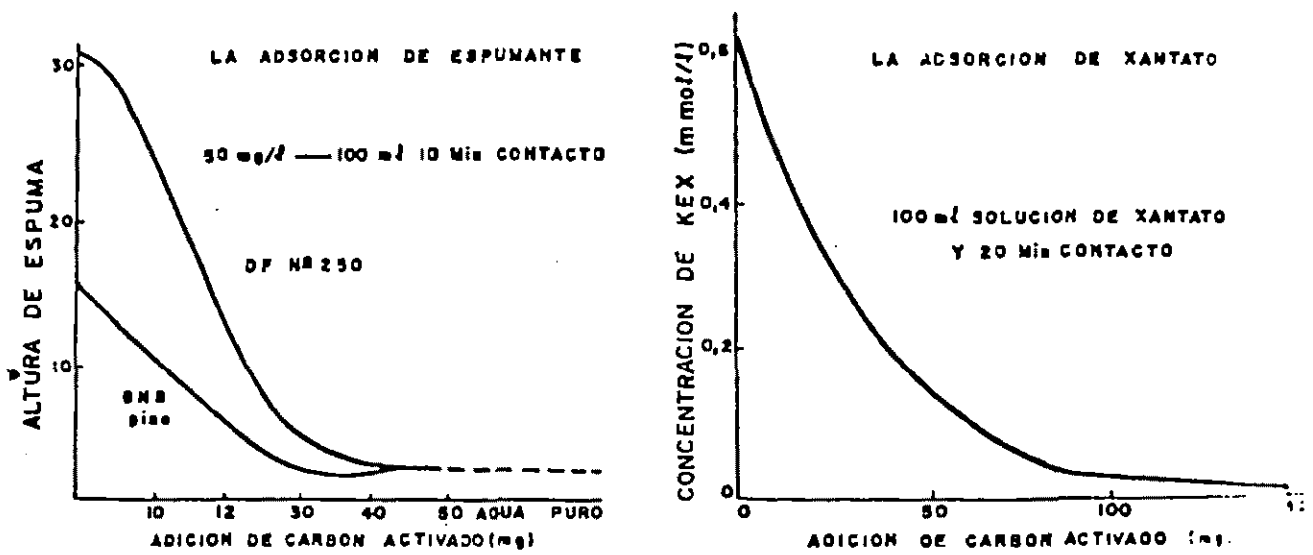


FIG. N° 9 - EFECTO DEL CARBON ACTIVADO PARA EL ESPUMANTE Y EL COLECTOR

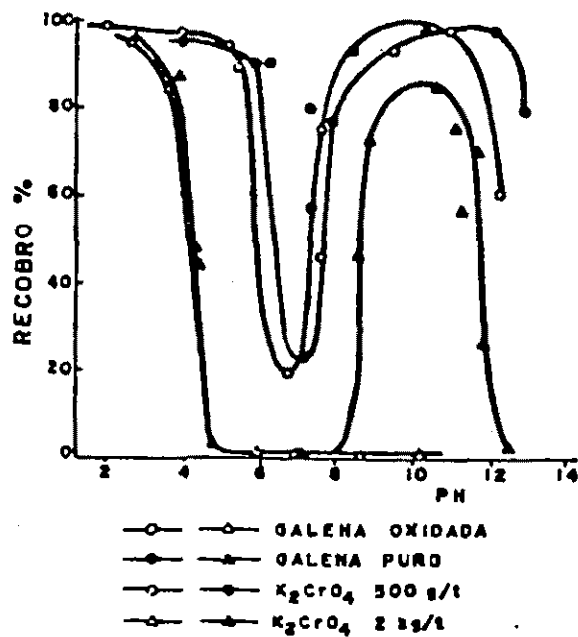


FIG. N° 10 - INFLUENCIA DEL PH SOBRE LA DEPRESION DE FLOTACION DE GALENA

Generalmente, SO_2 tiene el efecto de deprimir muy levemente la calcopirita. Por eso recientemente se usa mucho en el Japón. Un ejemplo del efecto de SO_2 se muestra en la Fig. N° 8.

En la práctica, el SO_2 se usa con pequeña cantidad de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en pH 6-9, o dextrina, ZnSO_4 , etc. Especialmente con dextrina el SO_2 muestra la depresión del plomo. Este proceso se usa en Hanawa, Shakanai, etc.

4. Carbón Activado

El carbón activado se usa generalmente para excluir por desadsorción de reactivos orgánicos, como espumantes y colectores, por eso en el caso del tratamiento de concentrados bulk, este reactivo puede mejorar la condición de separación. En la Fig. N° 9 se muestra el efecto de adsorción de reactivo espumante y xantato en exceso.

5. K_2CrO_4 y Oxidación

El ión de cromita sirve para la depresión de galena cuando la galena ha sufrido oxidación en medio alcalino. Pero, en el caso de galena pura no se puede deprimir en medio alcalino, de acuerdo a la Fig. N° 10. Esto es pensando como producir sobre óxido de cromo sobre la superficie de galena. Y no se puede adsorber xantato sobre superficie de galena. Aparte de la cromita, el proceso de oxidación va a ayudar mucho a la separación de Pb-Cu y Cu-Zn. El método del proceso por oxidación fue desarrollado por la Cía. Minera Dow como "El Proceso de Calefacción de Pulpa" (Hot Water Process).

En la flotación del bulk Cu, Pb, el concentrado bulk de Cu, Pb se recupera con SO_2 - $\text{Ca}(\text{OH})_2$ en pH 5, luego la pulpa

Fig. N° 11. El resultado de la flotación de Cu y Pb se da en la Tabla N° 2.

2. Hianawa II Motoyama Línea (NaCN, ZnSO₄-NaSO₃ Calefacción de Pulpa)

El flowsheet de separación de Cu, Zn y Prita se da en la Fig. N° 12. Desde 1972 a 1976, la condición de flotación se cambió en el siguiente punto (de acuerdo al cambio de la calidad del mineral).

2.1. Flotación de Cu

La concentración de bulk que era tratada con: remolienda, alto pH (Ca(OH)₂), ZnSO₄-NaCN y carbón activado, se añadió algo de Na₂S para mejorar la espuma.

También en la flotación de limpia de Cu, como un sustituto del NaCN, se usó el tratamiento de espesado, filtración-molienda-flotación con SO₂NaCN.

Sin embargo, el resultado de la flotación no cambió, las variaciones de la calidad dependen de la oxidación del mineral.

2.2. Flotación de Zn

Aunque en la flotación de Zn se usa Na₂SO₃ y calefacción de pulpa a una temperatura de 50-60 °C, las condiciones de separación cambian según el pH 10-11, Na₂SO₃NaEX hasta pH 12.5 carbón activado, CuSO₄, KHX o AP404. Por este cambio, el Cu en el concentrado de Zn bajaba desde 6-10% hasta 2.5-3% y el Zn en el concentrado de Zn aumentaba desde 48% hasta 52-53%.

es calentada a 70 °C en el acondicionador durante 10 min. por este tratamiento la calcopirita y la pirita son flotados en la espuma con aeroflot, la galena y la blenda son deprimidos y luego recuperados. También en el caso de separación de Cu-Zn, en el proceso de SO₂-Ca(OH)₂ pH 4 o SO₂-Ca(OH)₂ pH 6, después de la molienda, con una temperatura de 60 °C y con aeroflot la calcopirita es flotada en la espuma.

Antes (1972.1.) se usaba el siguiente proceso en la separación de Cu-Zn en Masumine, primero el concentrado bulk de Cu, Zn era filtrado, segundo el producto filtrado (torta) quedaba de 3 a 7 días en cancha, luego a una temperatura de 50 °C, con CuSO₄ y Ca(OH)₂ en pH 10 se flotaba la blenda, y el Cu se deprimía.

V. EJEMPLOS DE SEPARACION DE MINERALES POLIMETALICOS EN PRACTICA

1. Hanawa-I Akedoshi Línea (carbón activado-SO₂-dextrina)

En la mina Hanawa de Nippon Mining Co. Ltd. se trata 12,000 t/m de mineral Cu, Pb, Zn, Pirita (Hanawa-I, Akedoshi línea) y 10,000 t/m de Cu, Zn, Pirita (Hanawa-II, Motoyoma línea). Hace casi diez años, era desarrollado el proceso SO₂-dextrina en la separación de Akedoshi línea que contiene Cu, Pb, Zn, Pirita. O sea, se obtenía un concentrado bulk de todo, después del tratamiento con carbón activado para excluir la acción de los reactivos se flota el Cu con SO₂ y dextrina deprimiendo Pb, Zn, Pirita. Luego, excluir el exceso de reactivo con carbón activado espesado; se muele para producir una nueva superficie y se concentra el Pb en las espumas deprimiendo Zinc y Pirita con NaCN. El flowsheet de este proceso se muestra en la

FIG. Nº 11-SHEET DE HANAWA, AKEDOSHI

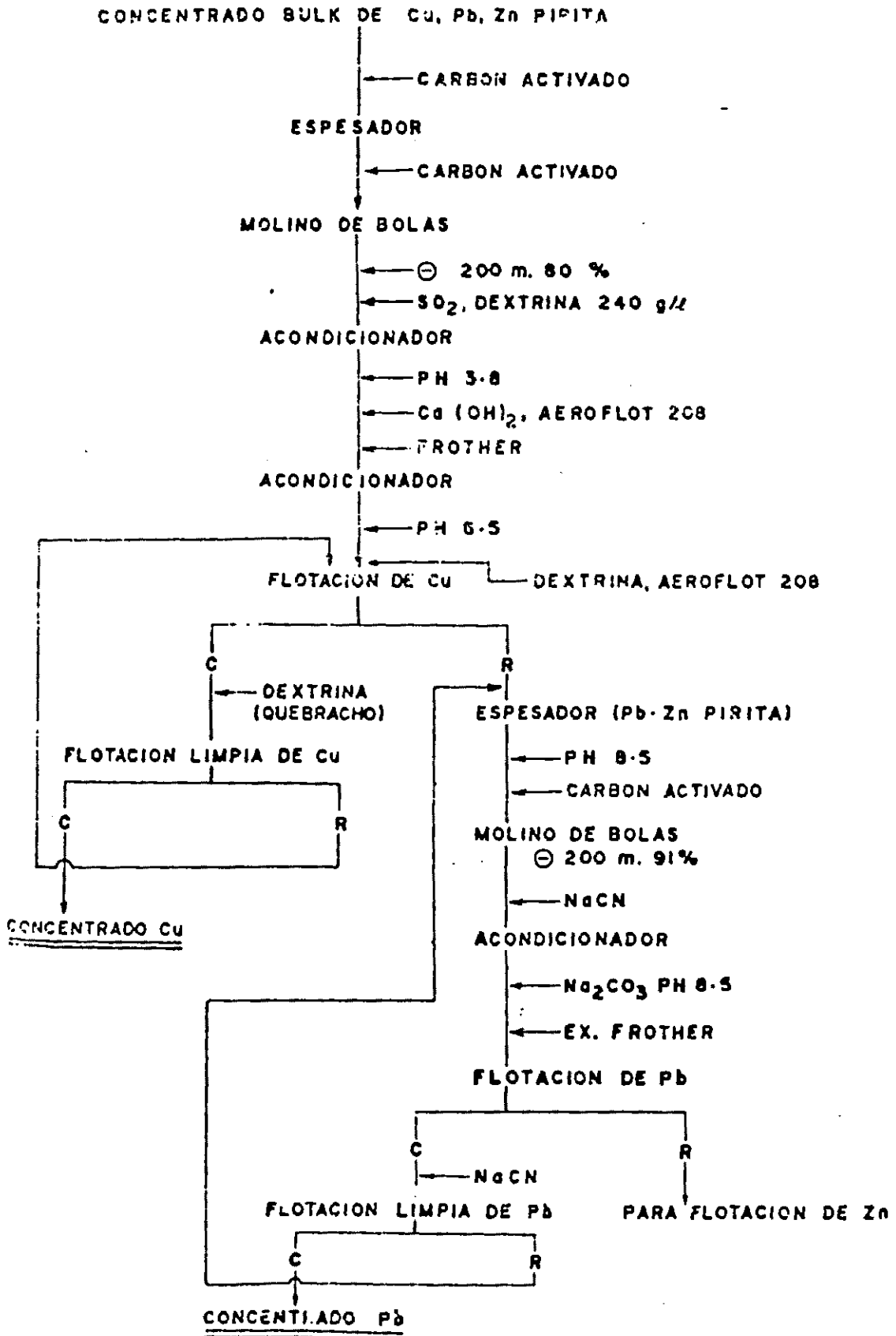


FIG. Nº 12 — FLOW — SHEET DE HANAWA II (MOTOYAWA)

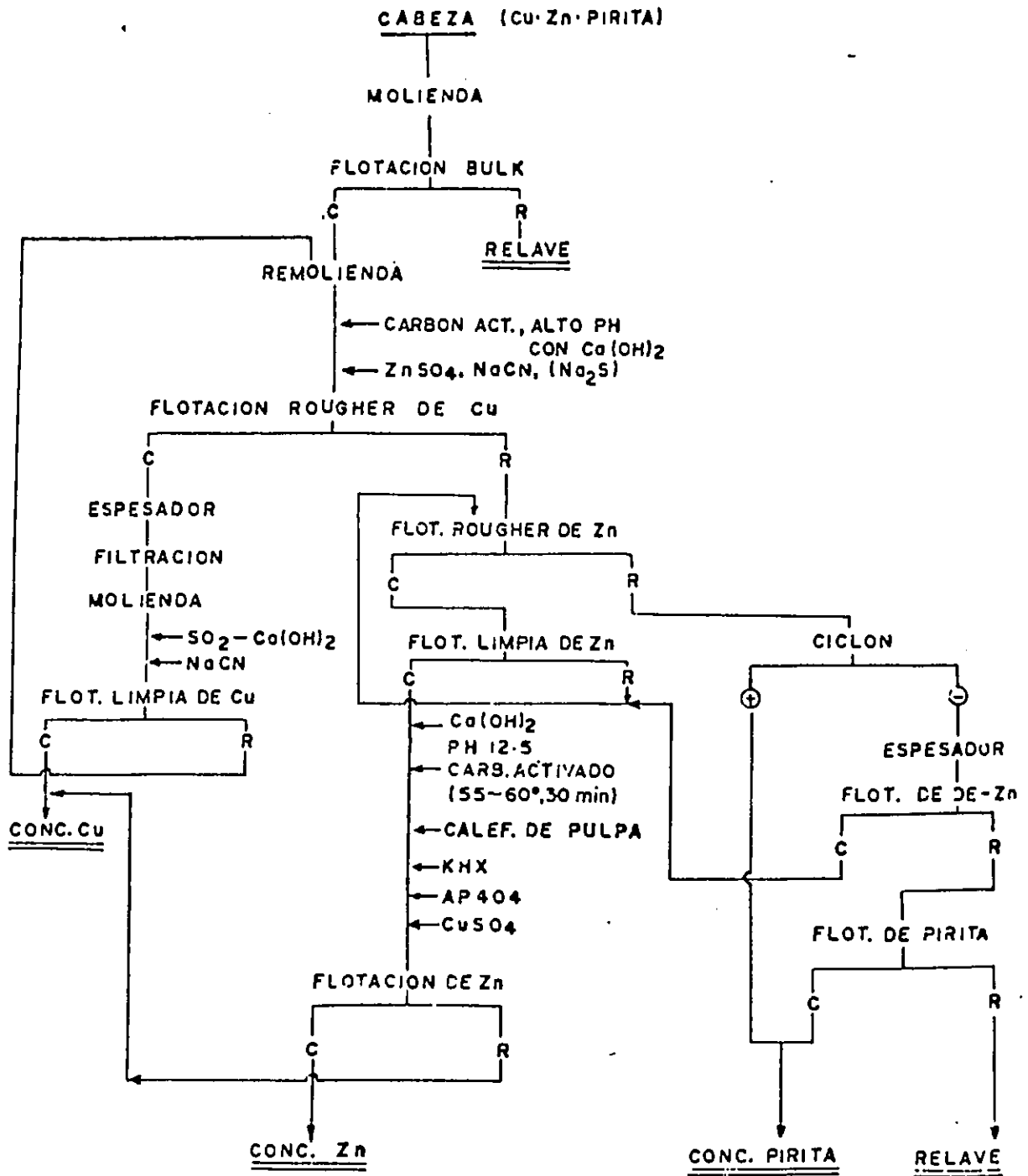


TABLA Nº 2 - RESULTADO DE FLOTACION DE HANAWA I DE COBRE Y PLOMO.

	PESO %	L E Y E S %				RECUPERACION %			
		Cu	Pb	Zn	S	Cu	Pb	Zn	S
CONC. DE BULK	100.0	4.77	6.78	26.91	32.82	100.0	100.0	100.0	100.0
CONC. DE CU	20.37	19.34	3.36	7.38	38.61	85.15	10.09	5.59	24.09
RELAVE DE CU	79.63	0.89	7.85	31.91	31.29	14.86	89.90	94.41	75.91
CONC. DE Pb	7.31	0.76	57.82	16.50	21.63	1.17	62.12	4.40	4.82
RELAVE DE Pb	72.32	0.90	2.60	33.46	32.26	13.69	27.78	89.9	71.09

TABLA Nº 3 - MEJORAMIENTO EN HANAWA II DURANTE 1972-76

AÑOS	L E Y E S %				RECUPERACION%	
	CONC. Cu		CONC. Zn		CONC. Cu	CONC. Zn
	Cu	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn
1972	17.0	7.0	2.0	47.5	82.0	81.0
1976	21.5	6.0	1.6	51.5	84.5	81.0

En Hanawa, Akehashi y Motoyama, durante 1972 a 1976, se logró mejorar la recuperación con el cambio arriba mencionado.

3. Uchinotai (Kosaka): (SO₂ - Calefacción de Pulpa)

Esta mina pertenece a Dowa Mining Co. Ltd. y ha tratado 50,000 t. de mineral de Cu. Pb. Zn. Pirita. Durante 1968 a 1971 en esta planta se cambió el proceso de NaCN-ZnSO₄ y Quebracho en el que se flotaba el Pb y todos los otros minerales se deprimían por el de SO₂ y Calefacción de Pulpa. En el proceso SO₂-Calefacción de Pulpa, la pulpa era calentada hasta una temperatura de 70°C con petróleo crudo (5-7 kg/t) y se trataba con SO₂-Ca(OH)₂ en pH 5, primero se flotó Cu. Pirita y se deprime Pb. Zn. En este caso segundo el óxido de Cu fue deprimido.

<u>El proceso de NaCN-ZnSO₄</u>	<u>El proceso de SO₂-Calefacción de Pulpa</u>
--	--

Cu. Cu ₂ O	Pb(Zn) (pirita)	Cu. Cu ₂ O	Pb(Zn)(pirita)
Pb	Cu. Cu ₂ O(Zn)(pirita)	Cu (pirita)	Pb(Cu ₂ O)(Zn)

A partir del producto deprimido el proceso de SO₂-Calefacción de Pulpa, la flotación de Cu-Zn se hace con K₂Cr₂O₇ y CuSO₄, consiguiendo el concentrado Pb por de presión.

La elevación del resultado de flotación durante 1974.3 y 1975.3 a 1976.3 se muestra en la Tabla N° 4.

Este resultado se consiguió con la adición de SO₂ en la separación de Cu. Pb-Zn y clasificando por ciclón para la

FIG. N° 4 - A - ELEVACION DEL RESULTADO DE FLOTACION EN UCHINOTAI, MEDIDO DE SETIEMBRE DE 1974 A MARZO DE 1975.

	PESO %	L E Y E S %				RECUPERACION %			
		Cu	Pb	Zn	S DE PIRITA	Cu	Pb	Zn	S DE PIRITA
CABEZA	100.0	1.92	1.94	4.65	12.67	100.0	100.0	100.0	100.0
CONC. DE Pb	2.4	4.29	57.29	6.51	3.27	5.4	70.7	3.3	0.6
CONC. DE Cu	6.6	24.44	4.33	3.90	8.54	83.6	14.7	5.5	4.4
CONC. DE Zn	7.4	1.29	2.16	54.71	4.68	5.0	8.2	87.0	2.7

4 - B 1976 B

	PESO %	L E Y E S %				RECUPERACION %			
		Cu	Pb	Zn	S DE PIRITA	Cu	Pb	Zn	S DE PIRITA
CABEZA	100.0	1.58	1.67	4.52	8.84	100.0	100.0	100.0	100.0
CONC. DE Pb	1.9	3.63	59.70	2.02	4.16	4.5	69.4	0.9	0.9
CONC. DE Cu	4.9	26.76	3.89	2.43	7.19	83.0	11.2	2.6	3.9
CONC. DE Zn	7.5	1.19	2.21	56.49	3.11	5.7	9.9	93.7	2.6

flotación de Zn y flotación de separación de Cu, Pb. En 1976.9 el flowsheet de esta planta se muestra en la Fig. N° 13.

4. Matsumine

Esta mina pertenece a Dowa Mining Co. Ltd. y trata 50,000 T/M de mineral de Cu, Pb, Zn, Pirita. Antes de 1971 se usaba el proceso "Cu-Scalping" y NaCN; pero después se cambió el proceso para la separación de Cu, Zn, conforme se puede ver en el flowsheet de la Fig. N° 14, obteniéndose resultados metalúrgicos que se explican en la Tabla N° 5.

5. Shakanai

Esta mina pertenece a Nippon Mining Co. Ltd. y trata 35,000 T/M de mineral de Cu, Pb, Zn, Sp y Cu, Zn, Sp. En 1971 se desarrolló el "Proceso de Oxidación por Calefacción con agitación de Pulpa" para reparar Cu, Zn.

También en 1973 en la separación de Cu-Pb se dejó de usar el NaCN para evitar la contaminación del ambiente y se usó en su reemplazo el "Proceso de Calefacción de Pulpa".

Los resultados de la flotación polimetálica de la planta concentradora de Shakanai se explica en la Tabla N° 6 y el proceso en general queda detallado en el flowsheet de la Figura N° 15.

TABLA N° 5 - RESULTADO DE FLOTACION EN MATSUMINE (1972)

	PESO T/M	L E Y E S %				RECUPERACION %				
		Cu	Pb	Zn	S DE PIRITA	PESO %	Cu	Pb	Zn	S DE PIRITA
CABEZA	50,000	2.50	0.78	2.61	23.54	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
CONC. DE CU	5,875	19.00	2.59	4.20	17.00	11.75	89.30	39.97	18.91	8.49
CONC. DE Pb	304	4.52	50.00	9.00	8.10	0.61	1.10	40.00	2.10	0.16
CONC. DE Zn	1,849	1.76	1.65	53.00	3.35	3.69	2.60	8.02	75.00	0.52
CONC. PIRITA	19,810	0.33	0.11	0.15	50.50	39.62	5.23	5.94	2.30	85.00
RELAVE	22,164	0.10	0.10	0.10	3.09	44.33	1.77	6.07	1.69	5.83

FIG. Nº 15 - FLOW-SHEET EN SHAKANAI EN M-LINEA

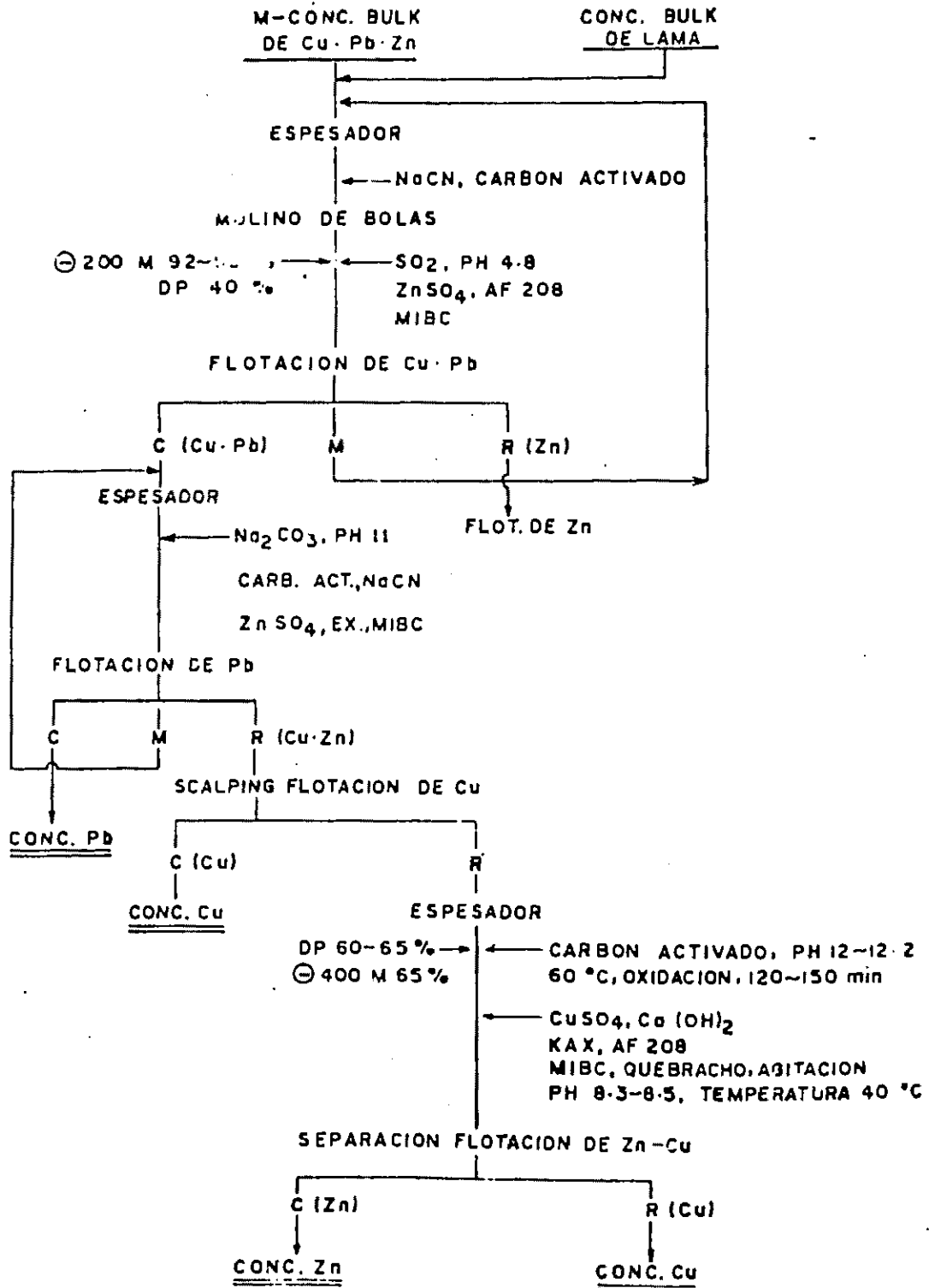


FIG. N° 6 - RESULTADO DE FLOTACION EN SHAKANAI - 1971

	PESO T/M	L E Y E S %					R E C U P E R A C I O N %						
		AU g/T	Ag %	Cu %	Pb %	Zn %	S %	PESO %	AU	Ag	Cu	Pb	Zn
CABEZA	35,000	0.4	4.5	2.15	0.90	3.30	24.50	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
CONC. DE CU	3,117	1.3	260	21.00	2.44	4.00	38.50	8.9	28.3	51.4	87.0	24.2	10.8
CONC. DE Pb	300	4.6	980	4.36	60.00	6.00	20.00	0.8	9.8	18.9	1.7	57.1	1.5
CONC. DE Zn	1,644	0.8	150	1.94	1.97	52.60	33.00	5.3	10.5	17.6	4.8	11.8	63.0
CONC. DE PIRITA	12,005	0.4	10	0.28	0.10	0.20	50.30	34.3	33.0	7.6	4.5	3.8	2.1
RELAVE	17,734	0.1	4	0.09	0.06	0.17	3.77	50.9	16.4	4.5	2.0	3.3	2.6

CONCLUSION

Con lo anteriormente expuesto, he querido mostrar a ustedes algunas técnicas de la separación de minerales polimetálicos que se usan en el Japón. Esta tecnología es el resultado de muchos esfuerzos y de largo tiempo de trabajo, realizado por muchas personas en este campo y es mi deseo que también sean útiles para el tratamiento de minerales en el Perú.

Como han podido ustedes observar, fue necesario probar muchos procesos para cada mineral, antes de haber seleccionado el más eficiente en cada planta, considero que también en el Perú es necesario investigar, antes de seleccionar el proceso propio para cada planta en función al mineral por tratar, pudiendo realizar comparaciones con las técnicas desarrolladas en mi país.

Con este trabajo espero haber contribuido modestamente a las labores que ustedes realizan en los campos de la org ración y/o investigación sobre la separación de minerales por flotación.

BIBLIOGRAFIA

1. Toshiaki Yonezawa : General Survey on Processing Techniques of "Kuroko" (Black Ore) ; Joint Meeting MMIJ-AIME 1972 , Tokyo ; T III d 2.
2. Compilación del Dr. Inoue : Datos respecto a "Separación de Cobre-Zinc en Flotación" ; Flotación N° 45 (1971 , otoño) p. 47-57 .
3. Takahide Wakamatu : "Separación de Cobre-Zinc" Flotación (1971 , otoño) p. 28-46 .
4. Komatuzaki y Hizuka : "Separación de Cobre-Zinc en mina Hanawa Flotación " (1976 , invierno) p. 18-22.
5. Nishida y Kuroda : "Ejemplo de Cobre-Zinc en Flotación de Mineral Negro (Black Ore) " . Flotación (1976 , invierno) p. 23-28 .
6. Tomonobu Kubota : "Plant Practice at Kosaka and Hanaoka Concentrators" ; Joint Meeting MMIJ-AIME 1972 , Tokyo T III e 1.
7. Noboru Fujii : "Operation of Shakanai Mill" ; Joint Meeting MMIJ-AIME 1972 , Tokyo , T III e 2. .
8. T. Kikuchi : "Milling Practice at Furutobe Mine" ; Joint Meeting MMIJ-AIME 1972 , Tokyo , T III e 3.
9. Shimoizaka : " General Principle on Flotation of Separation" Joint Meeting MMIJ-AIME 1972 , Tokyo , T III d 1.

10. Taggart : "Handbook of Mineral Dressing" , p 12-113.
 11. Gauain : "Flotación" p. 288-319 . etc.
-

APENDICE

APENDICE:
CONDICIONES DE FLOTACION DE CADA PLANTA
g) TODO BULK 9/l POR TON. DE MINERAL TRATADO.

	EX	HX	CuSO ₄	Ca(OH) ₂	H ₂ SO ₄	pH	TAMAÑO
OSARIZAWA 1°	50% LIQ. 91	49		13.44		10.0	
TATEMATA 1°		AX 53	74		2.5	7.2	
HANAWA - I (1)					0	6.2	-200 M 60-65%
HANAWA - II (1)						12.0	
SHAKANAI - M (1)				0		12.3	
YOSHINO (1)						6.0	

b) CU DIRECTO:

	EX	HX	AF208	,SHS	NaCN	ZnSO4	OEX	QUEB.	SO2	Na2SiO3	Ca(OH)2	pH	TAMAIJO
AKENOBE 1° R.	22	24			28	257						8.0	
L1					31	323						7.7	
L2					51	610						7.0	
L5			88									7.2	
TSUMO 1°	49	AX	26.7	1.8	0.9	31		1.21	S	16.9	134.3	8.6	
		15.7	PF	S-380								11.0	
KAMIOKA (MOZUMI) 1°		20	10	35		800					1200	(7.0L)	
SHIMOKAMA 1° R			AP3477	AP3501							0	10.5	
			14	14								10.7	
L1			AP3477	AP3501	5								
			1	1									
R2	13	AX									0	10.5	
		70									0	11.5	
L2	15				20								
OGOYA 1°	40		AP404	SF333	100	260		150			150	0	
			17	10									
KOSAKA (1) (Cu SCALPING)									0		0	5.5	
TASHIRO (1) (Cu SCALPING)									0			5.8	--200 82 %
MATSUMINE 1°			0						0			4-6	
MATSUMINE (1°) (Cu SCALPING)											0	10.2	-200 68.5
HANAWA - I (2) (BULK-Cu DIRECTO)								0	0		0	6.3	-200 90 %
HANAWA - II (2) (BULK-Cu DIRECTO)											0	1.2	-200 68.0

e) Pb·Cu·Zn BULK Y Pb·Cu BULK

	AF208	EX	SO ₂	QUEB	NaCN	ZnSO ₄	Ca(OH) ₂	g/l	20%
OYE 1°		IPX 8			48	150	105	7.4	
HAMARIYAMA 1°		AX EX 18 18			52	438		7.1	
IKUNO 1° (R)	AP404 25	IPX 30							
(L)				43	3	390		7.0	
NAKATATU 1°	37	AX 7				8		3-3-8.5	
KOSAKA 1° (R)	50		0			80	0	4-3-3	
(S)	40								
(2)			0			0 (L)	0	3-5	
FURUTOBE (1)			0		0			3.0	
AINAI 1°	42		350	8	95	380		2.0	
TASHIRO (2)					0	0		3.8	200 50%
YOKOTA (1) (Cu·Pb·Zn)			0	0	0			3.7	
AINAI 5° (Cu·Pb)-Zn					100	37		12.0	
OPPU 1° (Cu·Pb·Zn)	AP404 ↑0=18.9			6.1	43.4	140.6	22.2	7.1	
DOYASHIKI (1)								12.2	
DOYASHIKI (3) (Cu·Pb·Zn·Sp)		AX 14			0	0		11.0	
TATEMATA							900	12.5	
MATSUMINE (2) (Pb·Cu·Zn (Sp))							0	11.5	200 50%

d) Pb-Cu SEPARACION

	HX	SF208	SO2	NO2S2O3	NaCN	ZnSO4	QUEB.	DEX	HCL	Ca(OH)2	Na2CO3	H2SO4	PH	TEMP
OYE 2°														
IKUNO 2°				20	90		43		60	60			12.0	
YOKOTA (3) (Cu-Pb)			0	0	0			0					9.0	
(L)					0						0		9.0	
AINAI 2°	39				307		12			6.400			10.9	
TASHIRO (5)					0	0							6.4	
NAKATATU 3° (Cu-Pb)		2	5					2				228	4-5	
KOSAKA (3) (Cu-Pb)													5.0	70°C
OPPU 2° (Pb-Cu-Zn)		AP404 142.0			676.7	441.1				15.2			11.8	
DOYOSHIKI (4) (Cu-Pb)				NaHSO3 0				0					6.2	
MATSUMINE (4) (Pb-Cu-Zn)					0	0							7.7	
FURUTOBE (3) (Pb-Cu-Zn)					0	0				0			12.3	
2°		AF208 50 AP401			19	381	150			150			6.0	
SHAKANAI - M (Pb-Cu-Zn)					0		CA 0				0		10.5	
HANAWA - I (2) (Pb - DIRECTO)					0						0		8.5	

e) Cu-Zn BULK

	HX	SF243	NbCN	CuSO ₄	TEMP.	Ca(OH) ₂	H ₂ SO ₄	PH
OSARIZOWA 2°	60					12.029		13.0
YOSHINO (2)			0	0		0		12.0
DOYASHIKI 4° (Zn-Cu)		110			50 °C			7.0
(5)				0			0	8.0
MATSUMINE 4° (Zn-Cu)		0		0	55 °C			9-10
(5)				0				10.2
SHAKANAI (5) (Cu-Zn-Sp)						0		12.5

f) Cu-Zn SEPARACION

	EX	AF208	TEMP.	QUEB.	A.C. NaCN	ZnSO ₄	CuSO ₄	SO ₂	Ca(OH) ₂ / H ₂ SO ₄	PH
OSARIZOWA 3°	298	AF207 102			4600	5590	56	9189	11.0 -8.0	
YOSHINO (3)					(NaCN LIXIVIACION - FILTRACION-REPULPA)				12.0	
TATEMATA 4°	AX			25	200			500	190	12.0
DOYASHIKI 5° (Zn-Cu)		52	60°C	35			3140			5.8
" 6° (Cu-sp)							0	0		5.7
" 3° (Cu-Cu-Zn-sp)	HX				162		NaHSO ₃ 1010			8.5
MATSUMINE 5°		0	60°C				0			4-6
SHAKANAI (6)					0		0	0		8.5
" -M (4)							0	0		9.6
" 6°	AX				100		5800			9.0
" -Y 2° (Cu-Zn-sp)		55	90°C		90			0		8.5
" -M 5° (Cu-Pb-Zn) (2)		50	60°C		160			0		8.5
FURUTOBE 5°	HX-EX				0			0		6.5
OPPU 3°							335	355		(R) 8.0 (L) 11.8
	EX	AP404 44.8						NaHSO ₃ 8787		6.4
IKUMO 4°				60				580		12.3
HITACHI 2° R1	N°301							0		11.4
" S1		8								10.0
" L1		3								
" R2		4								
		40						S-300		10.0
					24			0		7.0
					65					

FILTRACION
-REMOLIENDA

g) Zn-Sp BULK

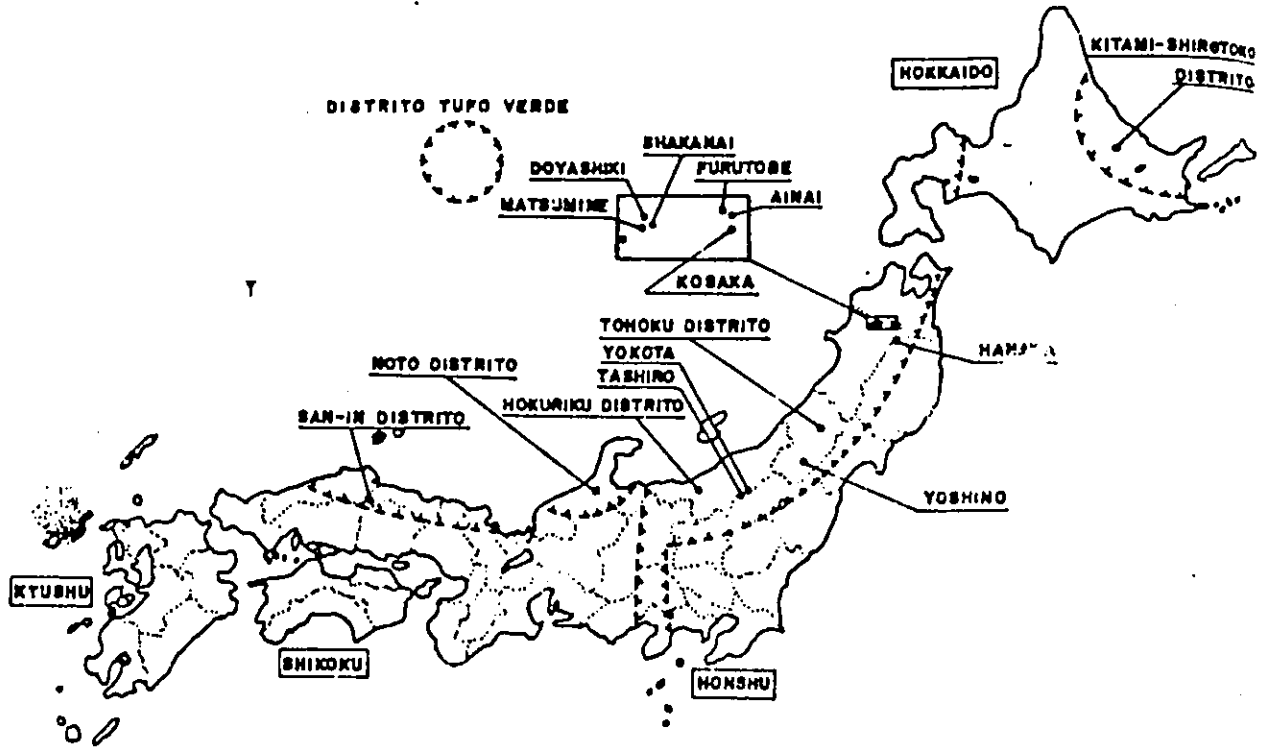
	EX	AF211	HX	SHS	CuSO ₄	DEXQUEB	SO ₂	Ca(OH) ₂	H ₂ SO ₄	PH	TAM.
SHIMOKAWA 2°	7	20			430			0		10.5	
OPPU 4°	EX-HX 100				109					7.8	
TASHIRO (3)					0				0	5.5	
YOKOTA (2)					0			0		6.0	
AINAI 3° (Pb-Cu) Zn-Sp			180		105					6.0 (4.7)	
FURUTOBE (2)					0					6.7	
KUMO 3°	AX 25				81					8.2	

h) Zn-Sp SEPARACION

	EX	AF208	HX	SHS	CuSO ₄	DEXQUEB	SO ₂	Ca(OH) ₂	H ₂ SO ₄	PH	TAM.
SHIMOKAWA 3°	5				25			0		12.5	
OPPU 5°	EX-HX 108				150			591		12.5	
SHAKANAI-Y (7)					0			0		12.3	
TASHIRO (6)					0			0		12.1	-200 88%
YOKOTA (4)								0		12.0	
FURUTOBE (4)					0			0		12.8	
AINAI 4° (Pb-Cu) Zn-Sp					35			11,820		12.5	

i) Sp FLOTACION

	EX	AF208	HX	SHS	CuSO ₄	DEXQUEB	SO ₂	Ca(OH) ₂	H ₂ SO ₄	PH	TAM.
DOYASHIKI (2)									0	4.5	
MATSUMINE (3)									0	3.5	
SHAKANAI-Y (8)									0	3.0	
HANAWA-I (5) (Sp SCALPING)							0		0	3.0	
KOSAKA (5)									0	3.5	



UBICACION DE LAS CONCENTRADORAS DE MINERAL NEGRO Y LOS DISTRITOS TUFO VERDE

	MINERAL TRATADO	CANTIDAD DE Cu	CANTIDAD DE Pb	CANTIDAD DE Zn
PRODUCCION TOTAL EN JAPON (A)	1,239,596 T/M	8,970 T/M	5,494 T/M	23,736 T/M
PRODUCCION DESDE MINERAL NEGRO (B)	213,473	3,459	1,245	5,491
(B)/(A)	17.2 %	38.6 %	22.6 %	23.1 %

CANTIDAD DE COBRE, PLOMO Y ZINC OBTENIDO DESDE EL MINERAL NEGRO (KUROKO)
(ABRIL 1970 - MARZO 1971)

TABLE 2. SUMMARY OF TECHNICAL DATA AND

Concentration	Ainai #2)	Doyashiki	Furutobe	Hanawa-I	Hanawa-II
Company	Nitta Metal Mining	Dowa Mining	Mitsubishi Metal Mining	Nippon Mining	Nippon Mining
Capacity (1,000 t/month)	10,000	25,000	16,000	6,000	6,500
Type of Ore Treated	Mixed Ore	Mixed Ore	Mixed Ore	Black Ore	Yellow Ore
Kind of Concentrates	Cu-Pb-Zn-Sp ^(*)	Cu-Pb-Zn-Sp	Cu-Pb-Zn-Sp	Cu-Pb-Zn-Sp	Cu-Zn-Sp
Grade (%)					
Cu	1.45	0.93	2.07	1.28	1.14
Pb	1.00	1.04	0.72	2.56	-
Zn	3.41	3.31	2.22	7.62	1.23
Sp	14.42	29.66	31.70	11.52	20.24
As	11.12	14.37	16.41	6.09	17.88
H ₂ SO ₄	-	5.02	-	-	-
H ₂ O	-	11.60	-	-	-
Grade Ratio in Feed (Pb:Zn:Cu:Sp)	0.351	0.284	0.143	1.18	0.058
Composition of Sulfide Minerals in Feed (%)					
Galena	4.20	2.69	5.98	3.70	3.29
PbS	1.15	1.20	0.83	2.96	-
PbO	5.08	4.93	3.11	11.56	1.83
ZnS	20.80	32.53	34.45	11.59	33.45
FeS ₂	31.23	41.15	44.57	24.41	38.57
Total					
Main Copper Minerals other than Chalcopyrite in Feed	Cu ₅ FeS ₄ , Cu ₂ S, Cu ₃ S, 4Cu ₃ As ₂ S ₃	Cu ₅ , Cu ₂ S, Cu ₃ FeS ₄ , 4Cu ₂ S (Sb ₂ S ₃ , As ₂ S ₃), FeS ₂ , ZnS, (CuS Coating)	Cu ₅ FeS ₄ , Cu ₂ S	Cu ₅ FeS ₄	4Cu ₂ S, As ₂ S ₃ , Cu ₂ S
Flotation Process ^(*)	① Cu-Pb - ② Zn-Sp Pb-Cu Zn-Sp ③	① Cu-Pb-Zn - ② Sp ③ Cu-Pb-Zn-Cu ④ (Cu)Zn-Cu ⑤ Cu-Pb ⑥ Cu-Zn	① Pb-Cu - Zn-Sp Pb-Cu Zn-Sp ②	① Cu-Pb-Zn-Sp Cu-Pb-Zn-Sp ② ③ ④ ⑤	① Cu-Zn-Sp Cu-Zn-Sp ② ③
Main Flotation Reagents ^(*) and pulp pH	1. NaCN, ZnSO ₄ , SO ₂ ; pH 6.0 2. CuSO ₄ ; pH 4.7 3. NaCN, ZnSO ₄ , Ca(OH) ₂ ; pH 12.4 4. CuSO ₄ , Ca(OH) ₂ ; pH 11.3	1. Ca(OH) ₂ ; pH 12.2 2. H ₂ SO ₄ ; pH 4.5 3. NaCN, ZnSO ₄ ; pH 11.0 4. NaHSO ₃ , Dextrin; pH 6.2 5. CuSO ₄ ; pH 6.8 6. SO ₂ , Ca(OH) ₂ ; pH 5.7	1. SO ₂ , ZnSO ₄ , NaCN, Quatracho; pH 6.0 2. CuSO ₄ ; pH 6.7 3. NaCN, ZnSO ₄ , Ca(OH) ₂ ; pH 12.3 4. CuSO ₄ , Ca(OH) ₂ ; pH 12.6	1. H ₂ SO ₄ ; pH 6.2 2. SO ₂ , Dextrin, Ca(OH) ₂ , Quatracho; pH 6.3 3. Na ₂ CO ₃ , NaCN; pH 8.5 4. Ca(OH) ₂ , CuSO ₄ ; pH 12.2 5. H ₂ SO ₄ , SO ₂ ; pH 5.0	1. Ca(OH) ₂ , NaCN, ZnSO ₄ ; pH 12 2. Cu(OH) ₂ , NaCN, ZnSO ₄ ; pH 12 3. Ca(OH) ₂ , CuSO ₄ ; pH 11.9
Grinding Size	-200mh: 75.6%(1) -400mh: 96.4%(2) -200mh: 81.3%(3) (1) First stage (2) Feed in Cu-Pb sect. (3) Feed to Zn-Sp sect.	-200mh: 83.3%(1) -400mh: 72.5%(2) -400mh: 88.6%(3) -400mh: 68.9%(4) (1) First stage (2) Feed to DeZn sect. (3) Feed to Cu section (4) Feed to Cu-Zn sect.	-200mh: 85%(1) -200mh: 99%(2) -200mh: 94%(3) (1) First stage (2) Feed to Cu-Pb sect. (3) Feed to Zn-Sp sect.	-200mh: 60-65%(1) -200mh: 90%(2) (1) First stage (2) Second stage	200mh: 46.3%(1) -200mh: 88.1%(2) (1) First stage (2) Second stage
Content of Primary Slime Feed to Slime Flotation Circuit (to sum feed%)	7	15	5	35	40
Size of Slime Flotation Feed	400mh: 68%	-400mh: 95.7%	-200mh: 91%	-200mh: 70%	-200mh: 80%
Pulp Density of Slime Flotation Feed		8.2%	10%	20-23%	22%
Natural pH of Pulp Slime Flotation Feed (pH control)		7.7 11.8	7.0	6.5-7.0 6.2	6.0
Flotation Method of Slime Concentrate	Cu-Pb-Zn-Sp Treated in main circuit	Cu-(Pb-Zn)-Sp Final Cu Concentrate	Cu-Pb-Zn-Sp Treated in main circuit	Cu-Pb-Zn-Sp Treated in main circuit	Cu-Zn-Sp Treated in main circuit
Handling Area of Plant (t)	3,315	4,336	3,860	3,102	3,102
Installed HP		132	403		429
Crushing		562	1,134	193	113
Flotation		933	1,100	307	330
Dewatering of Concentrate		198	373		193
Total	1,995	1,825	3,010	1,122	1,065
Others		385	451		95
KWH of Feed Ore	60.9	66.2	48.1		36.9
Plant Operation					
1st shift	14	12	10		7
2nd shift	12	12	10		4
3rd shift	8	7	6		4
Total	34	31	26		15
Administration & Support	14	11	8		8
Others	5	12	9		7
Total	53	54	43		30

FLOWSHEETS OF "KUROKO" CONDENSED PLANT (Sept. 1971)

Kowka	Matsunome	Shakanai	Tashiro	Yokota	Yamano #2
Dowa-Mining	Dowa-Mining	Nippon-Mining	Takatama Mining	Nishiya Explo- ration Mining	Nippon Mining
40,300	47,766	33,000	10,000	5,000	6,680*
Mixed Ore	Black Ore	Mixed Ore-Yellow Ore	Mixed Ore	Mixed Ore	Mixed Ore
Cu-Pb-Zn-Sp-Barite	Cu-Pb-Zn-Sp	Cu-Pb-Zn-Sp	Cu-Pb-Zn-Sp-Fluorite	Cu-Pb-Zn-Sp-Barite	Cu-Zn-Sp-Barite
2.15 2.42 7.31 19.50 19.49 5 15.72	2.90 0.84 2.62 31.47 27.15 - -	1.83 1.03 1.10 21.27 17.65 -	1.34 2.11 5.40 15.70 11.37 -	1.14 0.51 5.84 13.35 9.24 -	0.65 - 1.51 9.54 8.19 -
0.593	0.115	0.222	0.390	0.610	0.171
6.15 2.80 10.49 25.88 45.32	8.38 0.97 3.90 50.73 63.98	5.1 1.2 4.9 33.0 44.4	3.87 2.44 8.05 21.27 35.63	1.29 0.59 8.70 17.28 29.80	1.55 2.25 9.33 12.11
Cu ₂ FeS ₄ , Cu ₂ S, CuS, 4Cu ₂ S-A ₁ S ₅		Cu ₂ FeS ₄ , 4Cu ₂ S-(A ₁ S ₅ -Sb ₂ S ₃)		Cu ₂ S, CuS	
Cu-Cu-Pb-Zn-Sp-As ₂ O ₃ Cu-Pb ③	Cu-Pb-Zn-Cu-Sp Pb-Zn-Cu ④ Zn-Cu ⑤	Cu-Pb-Zn-Sp-As ₂ O ₃ Cu-Pb-Zn ① Pb-Zn ② Zn-Sp ③ Zn-Cu ④	Cu-Cu-Pb-Zn-Sp-As ₂ O ₃ Pb-Cu ⑤ Zn-Sp ⑥	Cu-Pb-Zn-Sp-As ₂ O ₃ Cu-Pb ⑦ Zn-Sp ⑧	Cu-Zn-Sp-As ₂ O ₃ Cu-Zn ⑨
1. SO ₂ Destru: PH 5.8 2. NaCN ZnSO ₄ : PH 6.8 3. CuSO ₄ , H ₂ O ₂ : PH 5.5 4. FeSO ₄ , NaCN: PH 5.2 5. ZnSO ₄ , NaCN: PH 5.4 6. CuSO ₄ : PH 12.1	1. Cu(OH) ₂ : PH 10.2 2. Cu(OH) ₂ : PH 11.6 3. H ₂ SO ₄ : PH 3.5 4. NaCN, ZnSO ₄ : PH 7.7 5. CuSO ₄ , Cu(OH) ₂ : PH 10.2 6. H ₂ O ₂ : PH 12.0 (Cl) 7. H ₂ SO ₄ : PH 3.5 8. Na ₂ CO ₃ , Na ₂ SO ₄ : PH 9.4	1. Cu(OH) ₂ : PH 12.3 2. SO ₂ , Cu(OH) ₂ , NaCN, Active carbon: PH 6.5 3. Na ₂ CO ₃ , NaCN: PH 5.5 4. Cu(OH) ₂ , CuSO ₄ : PH 10.5 5. Cu(OH) ₂ : PH 9.6 6. H ₂ O ₂ , Cu(OH) ₂ , NaCN, Active carbon: PH 6.5 7. CuSO ₄ : PH 12.1 8. H ₂ SO ₄ : PH 3.0	1. SO ₂ Destru: PH 5.8 2. NaCN ZnSO ₄ : PH 6.8 3. CuSO ₄ , H ₂ O ₂ : PH 5.5 4. FeSO ₄ , NaCN: PH 5.2 5. ZnSO ₄ , NaCN: PH 5.4 6. CuSO ₄ : PH 12.1	1. SO ₂ , NaCN, Quaternary: PH 5.7 2. CuSO ₄ , Cu(OH) ₂ : PH 6.0 3. Destru, Na ₂ SO ₄ , M ₂ S: PH 9.0 4. Cu(OH) ₂ : PH 12.0 5. Na ₂ SO ₄ , NaCN, CuSO ₄ : PH 8.8	1. Cu(OH) ₂ , NaCN, CuSO ₄ : PH 12.0 3. NaCN leaching, Filtering, Requir: PH 12.0 4. Na ₂ CO ₃ : PH 9.4
-200mh: 90% (1) 200mh: 94% (2) -200mh: 90% (3)	-200mh: 88.5% (1) -200mh: 88.5% (2)	-200mh: 75-85% (1) -270mh: 82-90% (2) -400mh: 75-85% (3)	-200mh: 92% (1) -200mh: 95% (2) -200mh: 88% (3)	-200mh: 87% (1) -200mh: 85% (2) -200mh: 82% (3) 200mh: 87% (4)	-200mh: 87% (1) -200mh: 80% (2)
(1) First stage (2) Feed to Cu-Pb sect. (3) Feed to Zn section	(1) Feed to Cu section (2) Feed to Cu-Pb-Zn section	(1) Mixed: Bulk section (2) Mixed: Cu-Pb sect. (3) Yellow: Cu section	(1) First Cu section (2) Second Cu section (3) Feed to Zn-Sp sect.	(1) Feed to Cu-Pb sec (Yellow) (2) Feed to Cu-Pb sec (Black) (3) Feed to Zn-Sp sec (Yellow) (4) Feed to Zn-Sp sec (Black)	(1) First stage (2) Second stage
22.4	16.7	Mixed: 28-35 Yellow: 12-18	35		10%
-400mh: 79.9%	-400mh: 97.1%	-200mh: 85-90% (Mixed) 200mh: 75-85% (Yellow)	-200mh: 95%		-200mh: 85%
20%	11.2%	11-17% (Mixed) 13-18% (Yellow)	10%		15%
7.1	8.2	7.0 (Mixed) 6.5 (Yellow)	7.6		4.5
8.2	11.5	6.0 (Mixed) 6.0 (Yellow)	-		-
Cu-Pb-Zn-Sp Treated in main circuit	Cu-(Pb-Zn-Sp) Final Cu concentrate	Cu-Pb-Zn-Sp Treated in main circuit	Cu-Pb-Zn-Sp Treated in main circuit	Mixed with mill feed	Cu-Zn-Sp Treated in main circuit
4,377	6,959	8,058	4,616	2,100	3,086
687	1,276	938	320	283.5	
1,900	2,427	1,901	536	268	
4,535	3,257	2,831	1,236	613.5	
1,017	1,014	554	240	85	
8,159	8,319	6,244	2,332	1,247	1,920
115	892	1,411	226	309.5	
56.7	66.2	43.6	5.8	71.0	7.7
10 9 7 26 8 6 40	7 6 4 17 18 13 48	6 6 4 16 11 18 48	7 7 4 18 6 7 31	21 6 7 34 1 1 36	6 3 3 10 4 3 17

Remarks: 1) Sp shows sulphur percent of pyrite.
2) Average metallurgical results from April through Sept. 1971.
3) Frother and collector are excluded. (A) and (Cl) show the conditions in the rougher and cleaner cells, respectively.

TABLE 4. METALLURGICAL RESULTS OF "KUROKO" CONCENTRATORS IN JAPAN (Sept. 1971)

No.	Concentrator	Tonnage treated (t/month)	Assays								Distribution (%)							
			Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	S %	Sp %	Weight	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	S	Sp	
Feed	1 Aizai	9,357	1.2	59	1.45	1.00	3.41	14.42	11.12	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0		
	2 Toyashiki	24,637	0.4	42	0.93	1.04	3.31	-	14.37									
	3 Furutobe	14,590	1.2	45	2.07	0.72	2.22	21.70	18.41									
	4 I Hanawa	4,261			1.47	1.98	7.60	13.27										
	4 II Hanawa	7,123			1.22	-	1.45	24.79										
	5 Kosaka	40,410	0.9	88	2.13	2.42	7.04	-	13.83									
	6 Shakanai	32,932	0.5	42	1.83	1.03	3.30	21.27	17.65									
	7 Tashiro	9,953			1.34	2.11	5.40	15.70	11.37									
	8 Matsumine	47,766	0.6	44	2.90	0.84	2.62	-	27.13									
	9 Yokota	4,108			1.16	0.51	5.84	13.35										
10 Yoshino	6,680			0.65	-	1.33	9.59	8.19										
Copper Concentrate	1 Aizai	635	6.2	42	18.70	4.20	9.45	35.49	11.20	6.8	35.4	48.3	87.5	28.5	18.8	16.7	6.8	
	2 Toyashiki	1,765	1.7	485	16.21	5.10	10.02	-	13.64	4.7	19.2	54.3	82.7	23.5	14.3	-	4.5	
	3 Furutobe	1,419	3.7	247	18.41	2.21	6.48	38.49	16.40	9.9	30.8	54.1	88.5	21.0	21.0	17.6	8.9	
	4 I Hanawa	275			19.04	2.18	8.58	38.27		6.6			83.1	7.3	18.6			
	4 II Hanawa	416			17.76		9.73	38.59		5.8			84.9		39.2	9.1		
	5 Kosaka	3,584	3.3	480	20.78	5.18	5.11	-		8.9	34.9	48.5	86.7	19.0	6.4	-	9.0	
	6 Shakanai	2,569	1.0	171	20.09	3.76	4.77	38.20	15.01	7.8	15.4	32.1	85.5	28.4	11.3	14.0	6.6	
	7 Tashiro	720			15.35	4.61	8.27	38.14	17.88	7.3			82.8	15.8	11.1	17.6	11.3	
	8 Matsumine	6,919	1.7	239	18.16	2.96	3.65	-		14.3	44.6	78.7	90.9	50.7	31.3		8.8	
	9 Yokota	222			20.69	2.05	2.99	34.71		4.7			89.6	18.9	2.4	12.2		
10 Yoshino	48	-	-	23.70	-	8.57	34.85	7.15	2.2			80.3		12.4	8.0	0.6		
Lead Concentrate	1 Aizai	176	20.9	1,111	4.60	49.64	11.11	22.85	4.86	1.1	19.6	21.0	3.3	35.1	3.7	1.8	0.5	
	2 Toyashiki	326	4.6	752	7.75	33.77	8.19	-	0.19	1.3	14.1	23.6	11.1	68.6	3.9	-	-	
	3 Furutobe	84	8.3	746	5.78	33.27	5.92	22.86	7.58	0.6	4.0	9.5	1.1	44.2	1.5	0.6	0.2	
	4 I Hanawa	111			1.26	33.41	15.21	21.01		2.6			2.2	70.3	5.2	4.1		
	4 II Hanawa	1,249	5.9	759	2.47	55.79	12.34	-	3.52	3.1	20.3	26.7	3.6	71.2	3.4	-	0.8	
	5 Kosaka	311	5.4	1,249	9.35	37.31	7.87	20.84	2.17	0.9	10.1	29.1	2.8	52.5	2.9	0.9	0.1	
	6 Shakanai	231			2.23	33.47	14.39	21.03	2.45	2.3			3.9	58.8	6.2	3.1	0.7	
	7 Tashiro	236	3.2	591	4.74	45.49	10.93	-		0.5	2.8	6.7	0.8	26.6	2.1		0.2	
	8 Matsumine	17			2.07	46.78	20.95	23.14		0.4			0.6	32.7	1.3	0.6		
	9 Yokota																	
Zinc Concentrate	1 Aizai	468	2.0	170	1.13	1.74	48.42	34.32	9.15	3.0	8.6	14.6	4.0	3.7	71.0	11.9	4.1	
	2 Toyashiki	1,193	0.9	129	0.81	0.59	33.52	-	6.27	4.8	9.7	14.8	4.4	2.7	78.3	-	2.1	
	3 Furutobe	368	3.6	200	3.17	2.21	47.66	33.33	7.44	2.5	7.3	11.1	5.9	7.7	54.0	3.9	1.0	
	4 I Hanawa	516			1.24	2.37	50.01	31.62		12.6			10.5	15.4	82.8	30.0		
	4 II Hanawa	123			4.16		42.27	36.21		1.7			6.0		51.2	2.6		
	5 Kosaka	4,281	0.9	119	0.89	0.98	56.56	-	4.61	10.6	10.5	14.5	4.4	4.5	85.1	-	3.5	
	6 Shakanai	1,724	0.8	175	1.64	1.92	52.01	33.10	5.65	5.2	8.3	22.1	4.7	9.7	82.6	8.1	1.7	
	7 Tashiro	856			1.12	3.36	48.48	32.27	6.84	8.6			7.2	13.7	77.1	17.7	5.2	
	8 Matsumine	1,463	0.8	133	2.06	1.61	55.56	-	5.01	3.1	4.3	9.2	2.2	3.9	63.0		0.3	
	9 Yokota	457			0.79	1.33	50.09	28.50		10.1			6.8	26.1	86.6	21.5		
10 Yoshino	45			1.83		32.88	33.72	6.00	2.2			6.1		75.9	7.7	0.5		
Pyrite Concentrate	1 Aizai	1,262	1.6	39	0.26	0.30	1.22	46.93	46.03	13.5	18.9	9.0	2.4	4.0	4.8	43.9	53.9	
	2 Toyashiki	6,130	0.4	11	0.21	0.08	0.08	-	49.77	24.9	23.5	6.7	3.6	1.9	0.6	-	86.2	
	3 Furutobe	4,313	1.7	33	0.33	0.30	0.67	46.94	46.23	29.6	41.7	21.6	4.9	12.2	9.0	64.0	74.3	
	4 I Hanawa	399			0.22	0.57	1.27	45.89		9.4			1.4	2.8	1.6	32.4	-	
	4 II Hanawa	2,968			0.18		0.13	47.28		41.6			6.2		3.7	79.5	-	
	5 Kosaka	8,724	1.0	29	0.30	0.13	0.31	-	50.01	21.6	24.0	7.1	3.1	1.0	1.0		78.1	
	6 Shakanai	8,987	0.8	17	0.31	0.11	0.19	50.40	50.01	27.3	43.1	11.2	4.6	3.0	1.6	64.7	77.3	
	7 Tashiro	1,377			0.23	0.38	0.32	49.17	48.73	13.8			2.4	2.5	0.8	43.3	59.1	
	8 Matsumine	22,450	0.4	12	0.29	0.10	0.10	-	50.07	47.0	36.9	13.0	4.7	3.6	1.8		86.7	
	9 Yokota	409			0.31	0.28	0.82	49.66		8.7			2.3	4.7	1.2	31.9		
10 Yoshino	857			0.19		0.25	49.05	48.74	12.8			3.6		2.1	65.6	76.3		
Fluorine	1 Aizai	6,885	0.3	6	0.05	0.12	0.08	3.04	4.94	73.6	17.7	7.1	2.6	8.7	1.7	25.7	32.7	
	2 Toyashiki	15,785	0.2	2	0.04	0.09	0.08	-	1.37	64.0	32.8	2.6	2.8	3.6	1.6	-	7.0	
	3 Furutobe	8,374	0.3	3	0.06	0.07	0.23	5.27	3.01	37.4	16.1	3.7	1.6	3.6	6.3	14.0	15.6	
	4 I Hanawa	2,940			0.06	0.14	0.35	2.87		68.8			2.8	4.2	3.1	14.9	-	
	4 II Hanawa	3,618			0.07		0.17	4.34		50.9			2.9		3.9	8.8	-	
	5 Kosaka	18,994	0.2	6	0.10	0.22	0.31	-	2.47	47.0	8.9	3.2	2.1	4.4	2.0		8.4	
	6 Shakanai	19,341	0.2	4	0.08	0.11	0.13	4.44	4.28	58.8	23.1	5.3	2.4	6.4	2.2	12.3	14.3	
	7 Tashiro	6,771			0.07	0.29	0.38	4.23	3.93	68.0			3.7	9.2	4.8	18.3	23.5	
	8 Matsumine	16,862	0.2	5	0.13	0.13	0.10	-	3.26	33.3	13.9	5.8	1.6	3.4	1.4		4.3	
	9 Yokota	3,585			0.10	0.11	0.65	3.91		76.2			6.7	17.6	8.5	33.7	-	
10 Yoshino	5,330			0.08		0.19	2.17	2.00	82.8			10.0		10.2	18.7	22.6		
Barium Concentrate	5 Kosaka	3,379	0.2	2	0.02	0.02	0.07	96.14	0.32	8.8	1.6	0.2	0.1	0.1	0.1	85.04	0.2	
	7 Tashiro	667						96.43		6.7						23.9		
	9 Yokota	234																
	10 Yoshino	152						92.69								68.2		

1) Average results of April - Sept. 1971.

2) Material balance estimated.

3) Feed BaSO₄ : Kosaka 15.72%

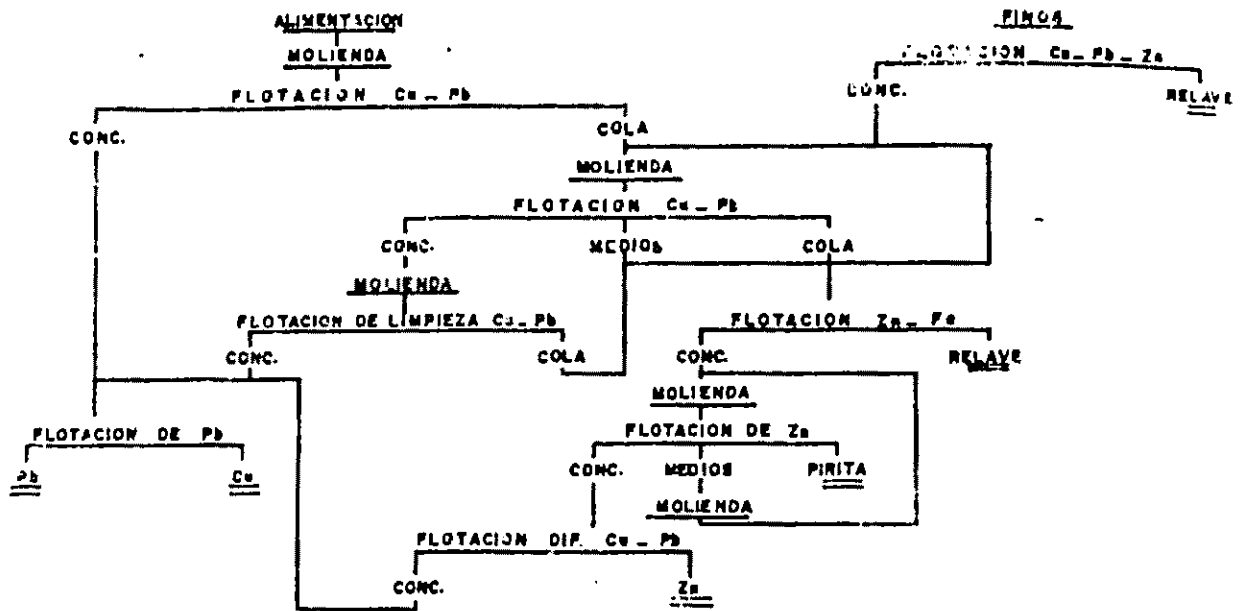


FIG. 2.- AINA I

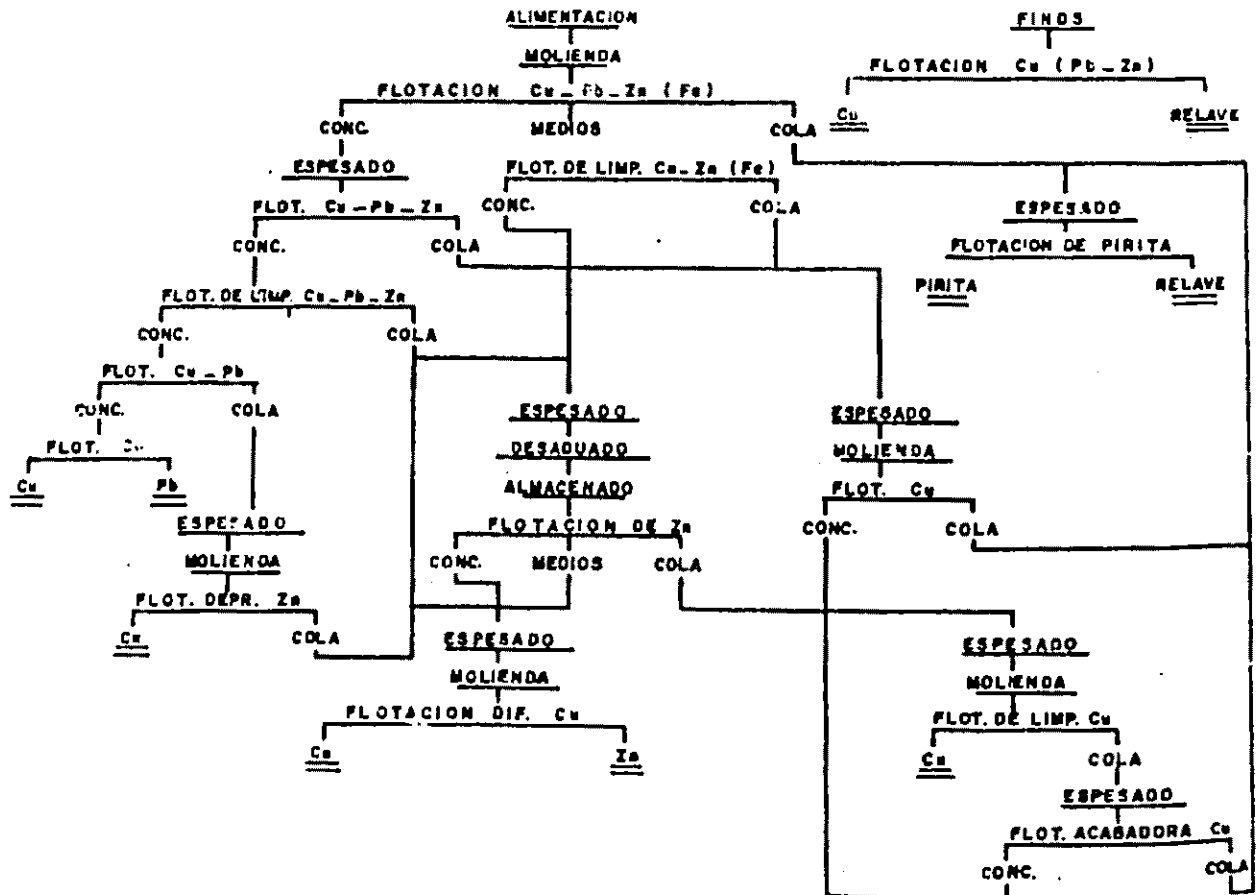


FIG. 3.- DOYASHIKI

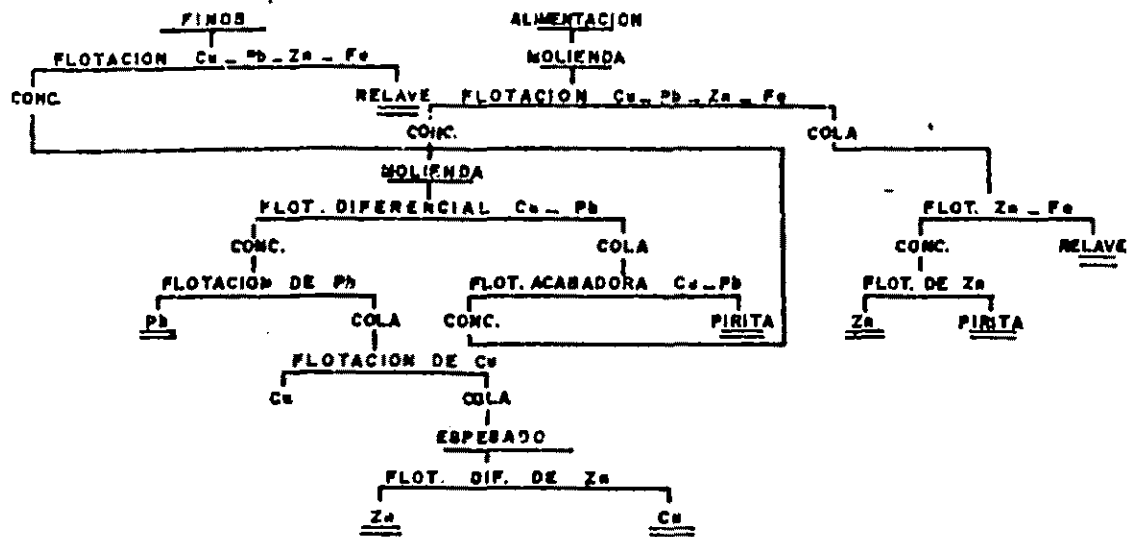


FIG. 4.- FURUTOBE

I (MINERAL OSCURO)

II (MINERAL AMARILLO)

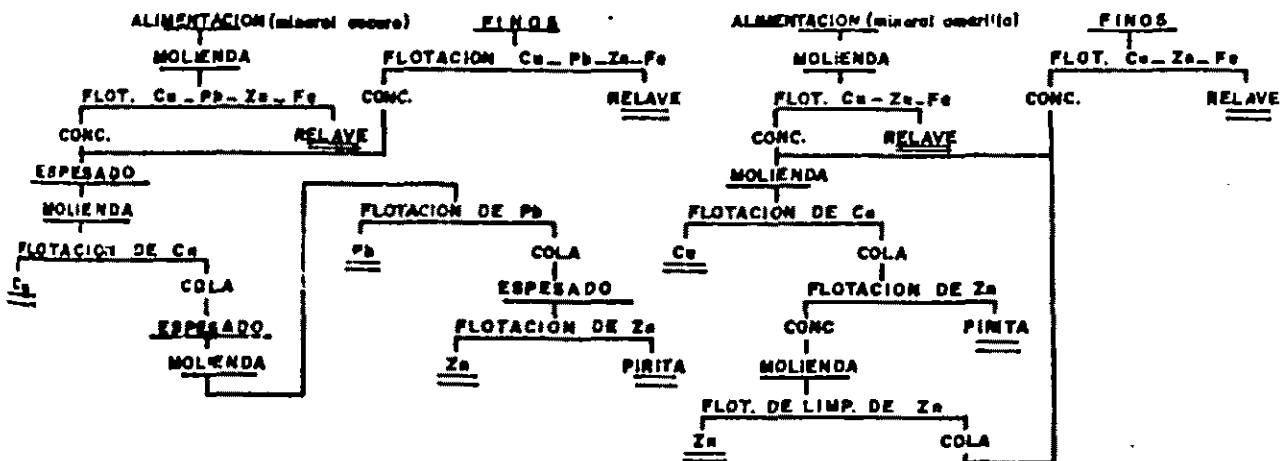


FIG. 5.- HAWA (I, II)

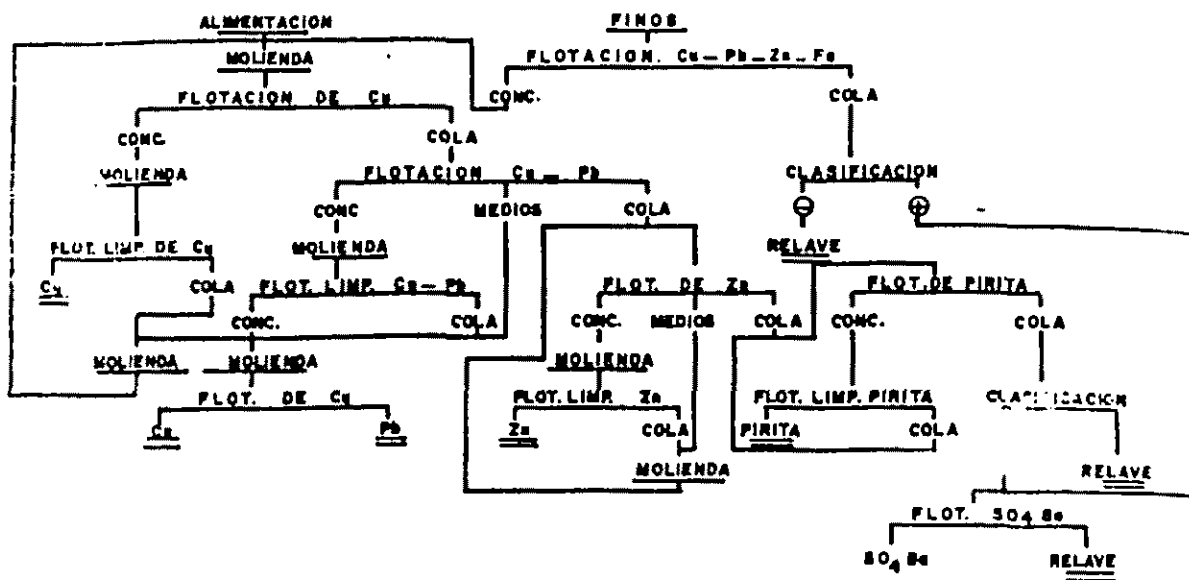


FIG. 6.- KOSAKA

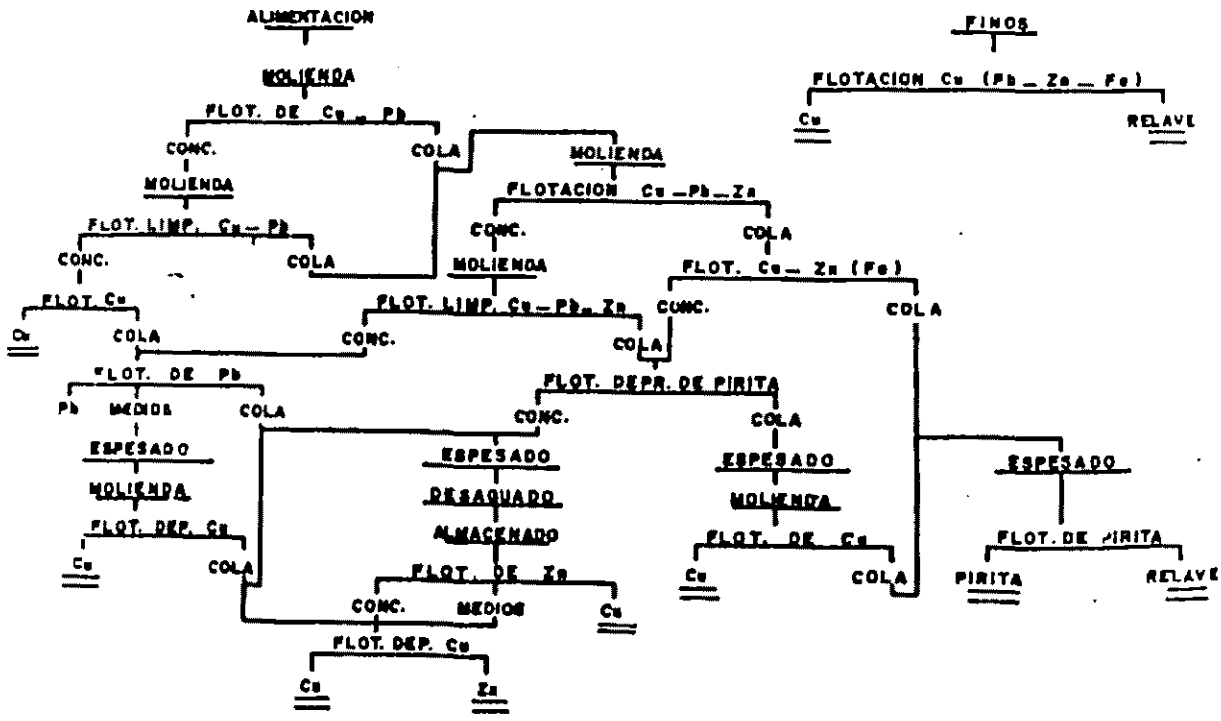


FIG. 7.- MATSUMINE

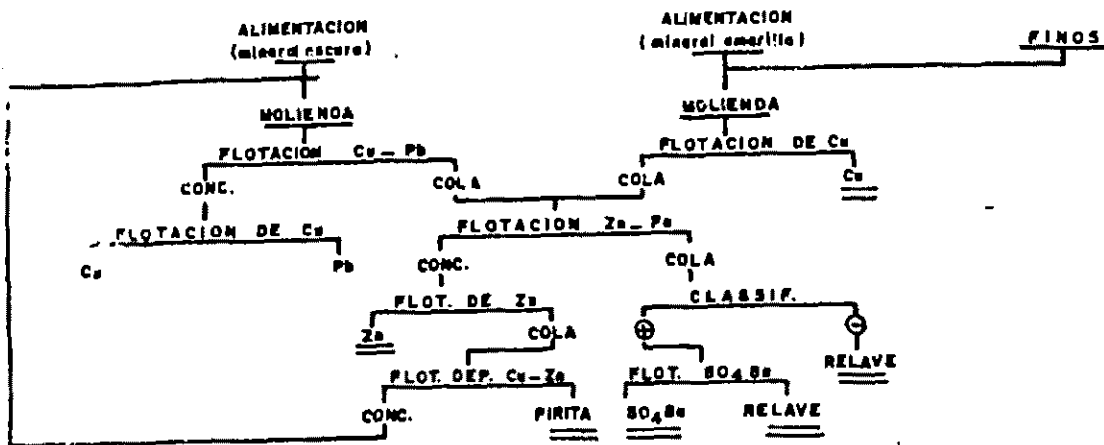


FIG. 10.- YOKOTA

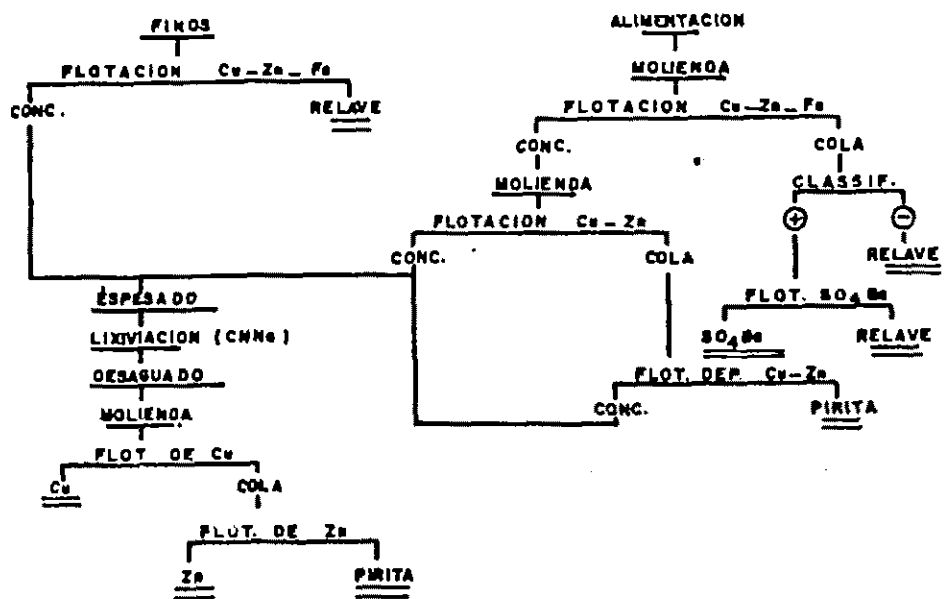


FIG. 11.- YOSHINO

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

MISION JAPONESA DE MINERIA



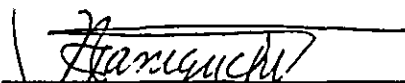
ING. TAKAMASA HOTTA
Director General



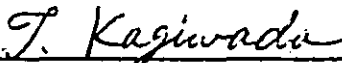
ING. KAZUHIRO CHIMURA
Director



ING. AKIRA NAKAMURA
Director



ING. NAGAYASU TANIGUCHI
Director



ING. TETSUO KAGIWADA
Director

lat.

銅(鉛)亜鉛黄鉄鉱を含む多金属鉱物分離法の研究

I. 序言

日本における鉱物の浮選技術は、1970年頃顕著な発展を示し、多くのプロセスが、成績向上を伴って開発された。Cu-Zn分離と黒鉛分離の実際の若干の研究と私自身の経験にもとずき、銅・鉛・亜鉛・黄鉄鉱又は銅・亜鉛・黄鉄鉱を含む鉱物分離法に関する現情を紹介する。

使用した資料は日本における主要工場のアンケートを編集したものに基いており、又日本の工場での試薬および実際例の資料を含んでいる。

これらの資料が興味をもつ人々の参考とほれば幸である。

2. フローシートのご説明

鉱物処理工場のフローシートを比較する時、芝草の図を簡単にすることは考えねばならない。このため、米澤博士により書かれた「黒鉛・選鉱工場の技術データおよびフローシートの要約」(1971. 9月)の報文に従って編集した。この報文では、次の形式を用いている。

- a) $Pb-Zn-Sp$ 銅・鉛・亜鉛・黄鉄鉱のバルク浮選
- b) $Cu-Zn-Sp$ 銅・亜鉛・黄鉄鉱のバルク精鉱からの銅分離。
この場合、浮選に銅が回収され、亜鉛と黄鉄鉱は沈鉱となる。
- c) $Cu-Zn$ および $Pb-Cu$ これは銅・亜鉛バルク精鉱からの銅の、
鉛・亜鉛バルク精鉱からの亜鉛の分離を意味する。
この場合、銅又は鉛の浮選が回収され、亜鉛又は銅がそれぞれ沈鉱となる。
- d) 1' は、^{井上}米澤博士の資料(1971. 9)による浮選条件 No. 1 である。
- e) (1) は、米澤博士の資料(197. 9)による “ ” である。
- f) $Cu-Zn(Sp)$ 銅・亜鉛と少量の黄鉄鉱のバルク精鉱である。

表 には 井上・半澤両博士の報文から編集した各工程の浮選条件を示す。
 半澤博士の報文は、黒鉛の分離について検討されており、井上博士の資
 料は銅・亜鉛の分離の結果を編集している。(条件表略)

フローシートとスケルトン

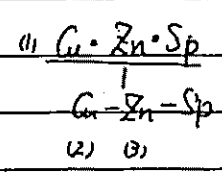
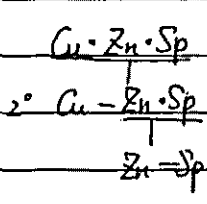
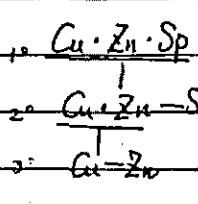
A. Cu・Zn・Sp

a) バルブ優先

尾玄次

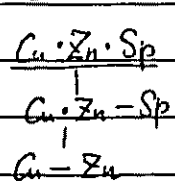
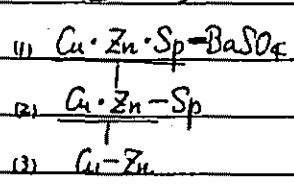
日立

花輪II



吉野

上北

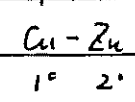
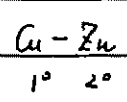
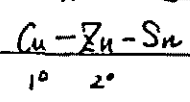


b) 直接優先

明延

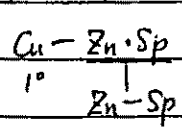
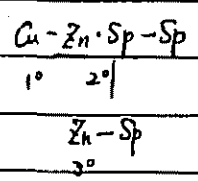
泉

神岡(茂住)



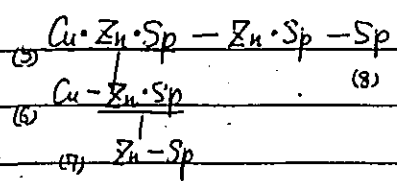
下川

尾小屋



c) 中間優先

秋加内-Y

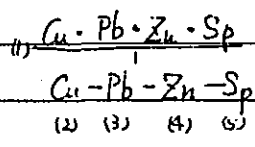
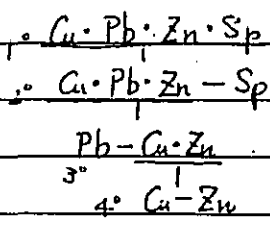


B. Cu·Pb·Zn·Sp.

a) オールバルク優先

カ又

花輪 I

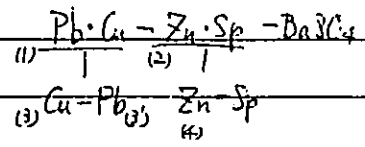
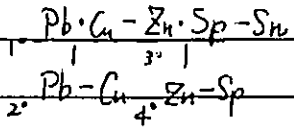
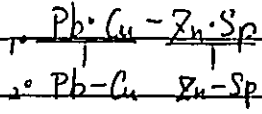


B) セミバルク優先

(i) 大江

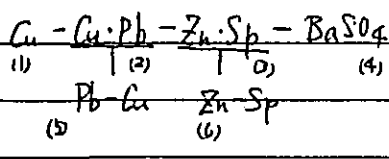
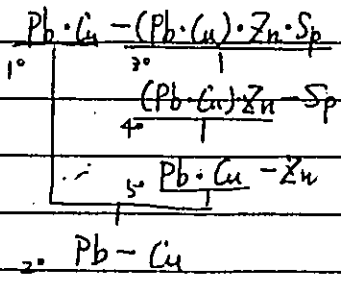
生野

横田

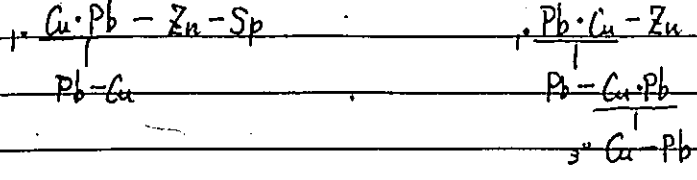


(ii) 相内

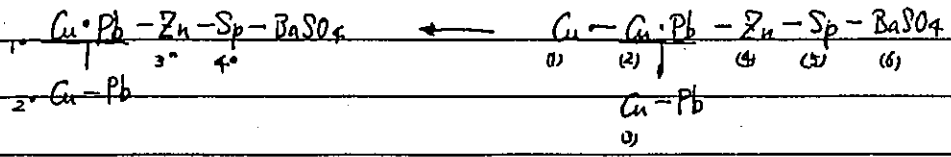
田代



(iii) 鉛山 中黄

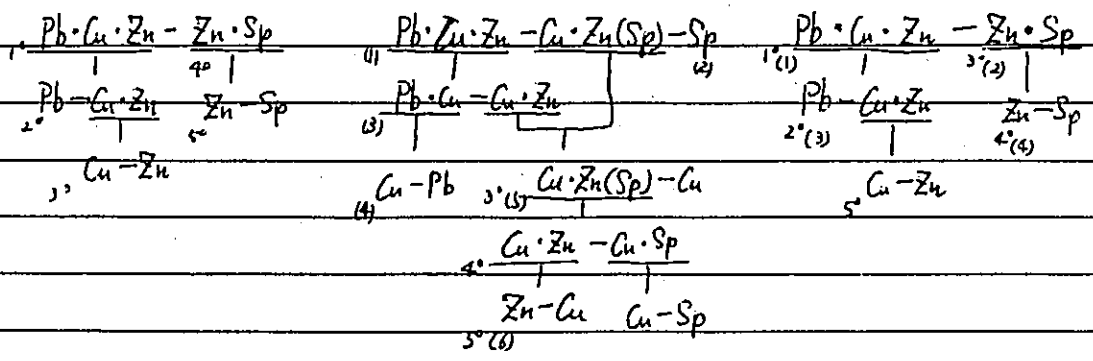


小坂



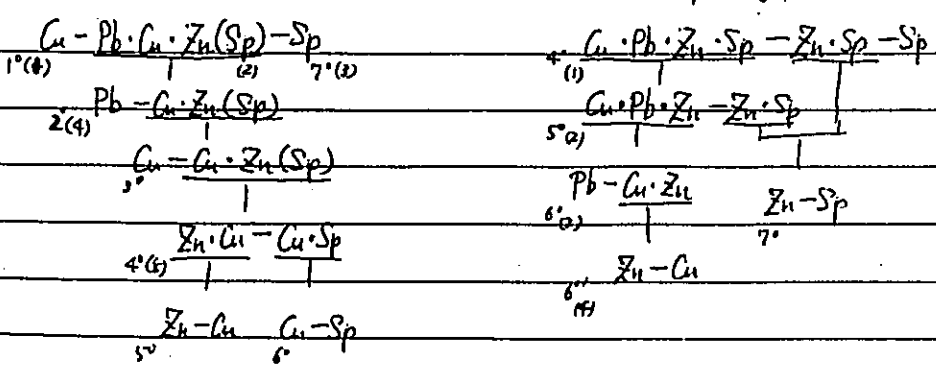
c) 中間優先

尾太 堂屋敷 右彦部



松山

新加町M



3. 各プロセスの概要

上述の資料から、銅・亜鉛・黄鉄鉱 又は 銅・鉛・亜鉛・黄鉄鉱 のための各金属は、いくつかの型に分類される。これらの型につき以下説明する。

A. バルク浮選

銅・亜鉛・黄鉄鉱の鉱石は、時といて全硫化物が最初に浮かされる。例としては、尾去沢、立又、花輪Ⅱなど。また、銅・鉛・亜鉛・黄鉄鉱の鉱石では、花輪Ⅰ、釈加内Ⅳの採掘、最初バルク精鉱が浮かされ、次いで各鉱物精鉱に分離されるものがある。

この場合、ナチュラル pH 6~7 で、エチル又はアミルのサニセートで、 CuSO_4 を用いて又用いずに浮かされる。粒度は粗く、 $\phi 200 \times 722$ 60~65% である。次いでこの精鉱は磨鉱され、各鉱物に分離される。

黄鉄鉱を多く含む時、バルク浮選は、予め、黄鉄鉱部分を浮き取り採金回される。この場合、石灰により高 pH 10~12 とし、黄鉄鉱の浮遊を好ける。同様に、中間優先—これはバルク優先と直接優先の中間の場合をいうが—では、黄鉄鉱又は亜鉛の除外が企図されている。例としては、釈加内Ⅳ(黄鉄系, Cu-Zn-Sp.)。

B. 銅優先浮選

I. 少量の黄鉄鉱を含む銅・亜鉛鉱石の場合、銅、直接浮選が用いられる。例としては、明延、都茂、神園(茂佳)、下川、尾小屋等である。

この場合、抑制剤として、 NaCN が単独でまた ZnSO_4 と共に用いられ、捕収剤はエロフロートで、石灰を用い pH 10~11 とするが、または黄鉄鉱が少い場合 pH 7~8 とする。

II. 銅・鉛・亜鉛・黄鉄鉱鉱石又は黒鉱の場合、最初に浮き易い銅を浮かす所習、 Cu カルボングが用いられる事がある。例としては、小坂、田代、松本等など。この場合、 SO_2 流が用いられており、

pH 4~6 で捕収剤としてエロフロートを用い、粗目のサイズで浮かせ、また鉛抑制のため、殺菌の石灰とデキストリンが用いられる。pH の調整は、初め SO_2 で pH 3~4 とし、次いで石灰で pH 6~7 に調整するのが望ましいとされる。

Ⅲ. 先輪において、銅・鉛・亜鉛・黄鉄鉱の鉱石(先輪-I)は、オールバルクで受す処理され、次いで Cu-Pb-Zn-Sp の直接浮選法が採用されている。この場合、磨鉱(9200 x 72 90%)の後、銅精鉱は SO_2 、デキストリン、石灰、エロフロートをもって、pH 6.3 で分離される。

又銅・亜鉛・黄鉄鉱の鉱石、バルク精鉱(先輪-II)は、銅回収のため、磨鉱後、pH 12 において $NaCN$ 、 $ZnSO_4$ 、石灰をもって分離されている。

C. 鉛・銅 および 鉛・銅・亜鉛のバルク浮選とその分離

I. 鉛・銅バルクとその分離

一般に、銅・鉛・亜鉛・黄鉄鉱の鉱石の分離では、セミバルク方式が非常によく用いられている。例としては、大江、生野、横田、相内、田代、鉛山、中蔵、小坂等である。

鉛・銅バルクの条件には、 $NaCN$ 法と SO_2 法の二つの法が用いられておるが、 $NaCN$ 法が一般的である。またその分離の場合には、これにバルク加温法が加わる。

a) $NaCN$ 法

バルク条件 : pH 7~8;

抑制剤 : $NaCN$ (原、 $NaCN$ の少量、 $ZnSO_4$ が用いられる)

捕収剤 : 時々少量のケブラコ(豆抽出物でタンニンと蔞酸を含む)が用いられる。

捕収剤 : エロフロート 又は 低級サセー。

使用工場 : 大江、鉛山、相内、田代等。

分離条件：(磨鉱後)

PH 10~11 (Na_2CO_3 又は $\text{Ca}(\text{OH})_2$)

抑制剤：NaCN, ZnSO_4 又は ケブラコ

使用工場：生野, 相内, 松峰, 古瀬部, 沢加内,
花輪-I 等

花輪, 大江の採に鉛・銅分離のため SO_2 法を用いる
場合もある。

④ SO_2 法

バルク条件:

PH 4~6

抑制剤： SO_2 又は ($\text{NaHSO}_3, \text{Na}_2\text{SO}_3$), ZnSO_4 (NaCN)

少量のケブラコを用いて可。

捕収剤：エロフロート。

使用工場：小坂, 古瀬部, 相内, 横田等。

分離条件：(磨鉱後)

銅：横田(Cu-Pb) ... $\text{SO}_2, \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, テキストリン pH 9.0

精選：NaCN, Na_2CO_3 pH 9.0

草屋敷(Cu-Pb) ... NaHSO_3 , テキストリン, pH 6.2

① パルプ加温法

小坂においては、最初銅・鉛のバルク精選に SO_2 法 (ZnSO_4
併用) が用いられ、その後、銅・鉛分離のため、パルプの加温 (pH 5.0)
が用いられる。この場合、鉛鉱物は溶解されて沈鉛となり、
銅鉱物は浮鉱に浮かされる。

II. 鉛・銅・亜鉛バルクとその分離。

この場合、鉛・銅・亜鉛のバルク精鉱中に亜鉛鉱物が存在し、
 NaCN (ZnSO_4) 法で浮かされる (pH 11~12.5)。このため、相互の

分離は非常に難しく、この70-シートは非常に複雑となる。例として、尾太、堂屋敷、立又、松峰、古遠部等。

a) 堂屋敷

Pb-Cu-Zn : NaCN, ZnSO₄, pH11.0

Cu-Pb : NaHSO₃, テキサソリン, pH6.2

b) 松峰

Pb-Cu-Zn(Sp) : NaCN, ZnSO₄, pH7.7

c) 古遠部

Pb-Cu-Zn : NaCN, ZnSO₄, Ca(OH)₂, pH12.3

又は NaCN, ZnSO₄, フラコ, エロフロート, pH8.0

D. 銅・亜鉛のバルク浮選と39分離。

I. 銅・亜鉛のバルク浮選

銅鉛物を分離した後、又は鉛を含め、鉛石が黄鉄鉱を多く含む時、銅・亜鉛のバルク浮選が現場で用いられる。この場合浮選条件は次のとおりである。

pH: 12~12.5 (~~Ca~~ Ca(OH)₂にて)

浮選剤: CuSO₄

捕収剤: 高級サニセト。

抑制剤: 少量のNaCNを使用、又は使わない。

使用工場: 尾太、吉野、釈加内、等。

また、輝銅鉛、四面銅鉛又は表面が酸化した銅鉛浮選の難しい銅鉛物が若干存在する場合、浮かせ易い銅・亜鉛鉛物が浮かされ、難鉛が残される。例、堂屋敷、松峰。この場合、バルブ加温液が用いられる。

条件: pH 7~9, 温度 50~55°C

浮選剤: CuSO₄, 捕収剤: エロフロート。

II 銅・亜鉛分離

銅・亜鉛の分離は、幾分難かしい、といふのは、内亜鉛鍍の表面に、銅の活性膜を生成した時、銅と活性した内亜鉛鍍との間、浮游性の差は少い、このため、この分離法について色々研究されている。

(a) NaCN法

(b) SO₂法

(c) パルプ加温法

(d) 試薬膜着法

(a) NaCN法

pH: 10~11 石灰にて、 抑制剤: NaCN (ZnSO₄と共に用ひる)

捕収剤: エロフト

使用例: 尾灰沈、立山等

(b) SO₂法

pH: SO₂ 単独の時 5~6;

SO₂-石灰併用の時、SO₂ 4~5 と Ca(OH)₂ 7~8 とす

又は Ca(OH)₂ 7~8 と SO₂ 4~5 とすか所宜し。

(試薬の吸着のためは活性炭が用ひらる)

抑制剤: 少量の NaCN, ZnSO₄.

使用例: 秋加内

(c) パルプ加温法

pH: 4~6 (Ca(OH)₂ にて)

抑制剤: SO₂ , 温度 60°C

捕収剤: エロフト

使用例: 草屋敷、松峰等

(d) 試薬膜着法

i) 活性炭

パルプ精錬に活性炭を用いると、その表面に存在する試薬が吸

着される。次に濃縮し又磨錬した後、SO₂, NaCN, Ca(OH)₂

を用い pH6 で分離される。 使用例: 秋加内

ii) NaCN 浸出による脱着

吉野において、肉亜鉛鉛は著しく酸化を受け、このためその鉛石は通常の方法では分離することが難しかった。 NaCN による浸出の後その液を濾過、洗滌の後、リバルブ、サンセートを用いて浮かされた。

iii) Na_2S による脱着

上北において、銅・亜鉛のバルク精鉛は、 Na_2S を用いて表面の試薬を脱着した後、 ZnSO_4 を用いて Na_2S の過剰を消費させ、捕収剤によつて、銅鉛物が浮かされた。 この場合、 Na_2S は亜鉛鉛物の浮選剤として使われている。

iv) 浮過と磨鉛

日立において、銅・亜鉛のバルク精鉛は、多くの試薬履歴を経て 1139 で、はじめに浮過し、磨鉛の後浮選された (pH10~11, NaCN , SO_2 , エロフロート)。

E. 亜鉛の浸支浮選

亜鉛・黄鉄鉛を含む鉛石から、亜鉛は CuSO_4 , Ca(OH)_2 を用い、pH11~12 で浮かされる。 使用例: 都茂, 明延, 花輪-I, 木坂, 神岡等

F. 亜鉛・黄鉄鉛のバルク浮選とその分離

セミバルク方式では、鉛・銅分離の後、亜鉛・黄鉄鉛が CuSO_4 を浮選剤として pH6~8 の条件で浮かされるのが普通である。

亜鉛・黄鉄鉛の分離は: CuSO_4 , Ca(OH)_2 を用い、pH12.5 の条件で処理される。 例: 秋加内・辰太・田代・横田, 古遠部等

G. 黄鉄鉛の浮選

もし黄鉄鉛を浮かす事が必要なら、硫酸で pH3.0~4.5 とし、サンセートを用いて浮かした。 使用例: 堂戸敷, 松峰, 秋加内-II, 花輪-I, 木坂等。

4. ニニの試薬の原理と実作業

ここでは、 NaCN 、 Na_2S 、 SO_2 、活性炭、 K_2CrO_4 と酸化の検出項目について説明する。

A. NaCN

WarkleとCoxによると、 CN^- と OH^- の存在におけるエチルゲンセー卜での硫化鉛物の浮遊度曲線は、図1に示すことである。このニアン濃度臨界曲線で、各鉛物の曲線の下部では、その鉛物を浮かすことが出来るとされている。もし肉亜鉛鉛が銅活性を受けたら、浮遊の臨界条件は、図2に示す様に、 CuSO_4 の量の変化に従って変化する。この図中の真線は、黄銅鉛の浮遊の臨界条件と同じ条件において示している。活性化された肉亜鉛鉛と黄銅鉛との間、浮遊度の差は、もし Cu^{++} が存在しなければ、厳密なpH管理により分離出来る範囲があるが、~~が~~溶液中に Cu^{++} イオンが多く存在する場合は、この分離が非常に難しくなる。

また、エチルゲンセー卜カリと KCN を用いた場合に、溶液中に Cu^{++} が存在する時、ニニの鉛物の臨界浮遊曲線は図3に示す様になる。即ち、硫化鉛物の相互分離は非常に難しく、このため、分離条件は予め出来るだけ単純化しておく必要がある。

一般に、 NaCN は、 ZnSO_4 と共に、あるいは用いずに使用され、長い間通常法として用いられてきたが、最近では環境汚染の問題およびこの試薬が金および銀を溶解する事から、その使用が減少する傾向にある。とはええ、この NaCN は、鉛の抑制剤としての効果、銅活性被膜の溶解ないし脱着の効果をもっている、このため、この試薬は、複雑硫化鉛物の処理に欠かせないものと云える。

吉野において(1971年), 銻石は非常に酸化し変質しているため, 通常の方法では処理出来ず, NaCN 浸出液が用いられた. この方法では, 肉眼鉛銻上の銅の被膜は NaCN にて溶解され, その後, その溶液は浮遊により除去され, 水で洗われる. 銅・亜鉛の分離は, 磨銻の後, NaCN-ZnSO₄ 液で処理される. NaCN 浸出液は, H₂SO₄-NaOH 液により回収された後, 再使用される. この方法で, 工場の成績が改善され, 例えは, 銅は 58% から 80% まで, 亜鉛は 47% から 62% まで回収率が向上した.

B. Na₂S

Wark と Cox は, "Na₂S と OH⁻ の存在下での エチル・サセナ・カリでの 硫化銻物に対する 浮遊度曲線" を 図4 の如く示している. 図4 から 判る様に, 黄銅銻および活性化した閃亜鉛銻に対する Na₂S の抑制効果が明らかであり, 黄鉄銻に対しては著しくないことが知られる. Na₂S は Cu⁺⁺ イオンの 固定作用 ~~と~~ 捕収剤の脱着, 銻物表面の硫化の作用を有している. 一般に硫化物, 浮遊では, 次の目的で用いられている.

- 1) 亜鉛の抑制 (Cu⁺⁺ イオンの固定)
- 2) バルク精銻の 試薬の脱着
- 3) 銻物表面の硫化
- 4) 黄鉄銻の活性

特にこの試薬は, 活性化した亜鉛の抑制の目的で, NaCN, ZnSO₄ と共に又は併用せずに用いられ, 次銻として亜鉛を分離する.

ト北においては, 銅・亜鉛・黄鉄銻銻石処理の場合, 最初 Ca(OH)₂ にて pH > 12 とし, また少量の NaCN (75%) を用い黄鉄銻を抑制し, エチル・サセナ・ソーダやアミル・サセナ・カリをもち, 銅・亜鉛が浮かす表面.

ついで, 銅・亜鉛バルク精銻は Na₂S (5kg%) で処理され, エッソナーン濃縮 (バルク濃度 40%) される. その後, ZnSO₄ (4kg%) を加え, 銅と残りの亜鉛を浮かす. 沈銻として, 亜鉛の精銻が分離される. 浮銻は, 銅

精銻を得るため、 SO_2 法で処理され、その片及び再処理される。

C. SO_2

向井・松原によれば、" Na_2SO_3 による硫化物の浮遊度曲線" は図 6 に示すごとくである。この図で、活性された内亜鉛銻と黄銅銻の抑制が難しい事が判る。i.e. アルカリ性溶液で ZnSO_4 と共に用いる時、 Na_2SO_3 は図 7 に示す様に、活性させた亜鉛に抑制効果がある。

一般に、 SO_2 は黄銅銻に抑制効果は少く、このため日本では最近多く用いられている。 SO_2 の効果の一例を図 8 に示す。

実際には、 SO_2 は少量の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ と共に $\text{pH} 6 \sim 7$ に、~~浮遊~~デkastリン、 ZnSO_4 等と共に用いられる。特に、デkastリンと共に SO_2 は鉛の抑制効果をもつ、この方法は花輪 状地内等にて用いられている。

D. 活性炭

活性炭は一般に、起泡剤や捕収剤、採石有材試薬の脱着を目的に用いられ、このため、バルク精鉱処理の場合、この試薬は分離条件を改善出来ない。図9にこの試薬の過剰は起泡剤やサニセーなどの試薬の吸着効果を示す。

E. K_2CrO_4 および酸化

クロム酸塩は、アルカリ性溶液中で酸化を受けた才鉛鉱を抑制する。しかし、純粹な才鉛鉱の場合には、図10に示す採石アルカリ性溶液中で抑制出来ない。これは、才鉛鉱の表面にクロムの酸化物が生成し、才鉛鉱表面にサニセーが吸着出来ないためと考えられている。

クロム酸塩から離れて、酸化方式が鉛と銅、銅と亜鉛の分離に非常に役立つ事を考えてみたい。酸化方式は、同種鉱業により“パルプ加温法”(温水浮選法)として開発された。

銅・鉛バルク浮選の場合、銅・鉛バルク精鉱は、pH5において $SO_2 - Ca(OH)_2$ で回収され、次いで“コンタミネーション”において、70°Cにパルプを10min間加温し、この処理により黄銅鉱と黄鉛鉱がエロフロートにより浮鉱に浮かされる、また才鉛鉱と内亜鉛鉱は、沈鉱として得られる。同様に、銅-亜鉛の分離の場合には、 $SO_2 - Ca(OH)_2$ 法 (SO_2 で pH4 とし、 $Ca(OH)_2$ で pH6 とする) で磨鉱した後、70°Cでエロフロートで、黄銅鉱は浮鉱中に浮かされる。

以前(1972年1月)に、松峰の銅-亜鉛の分離に用いられたが、これはまず銅・亜鉛バルク精鉱が浮選され、次いでこの浮選物は貯鉱場に3~7日放置される。その後50°Cの温度で、 $CuSO_4$ と $Ca(OH)_2$ を用い pH10.0 で、内亜鉛鉱が浮鉱に浮かされ、銅は沈鉱として回収される。この酸化は、自然の放置の代りに空気酸化又は H_2O_2 の添加(佐々木)の形で、パルプの加温と $CuSO_4$ を用いて ($NaCN$, $ZnSO_4$ を用いて、又用いず) 亜鉛浮選に現在用いられている。

5. 実操業における多金属鉱石分離法

A. 花輪-I, 明通系 (A.C-SO₂-デキストリン)

日本鉱業の花輪は、銅・鉛・亜鉛・黄鉄鉱の鉱石 12,000 噸 (花輪-I, 明通系) と銅・亜鉛・黄鉄鉱の鉱石 10,000 噸 (花輪-II, 元小系) を処理している。約 10 年前、銅・鉛・亜鉛・黄鉄鉱を含む明通系の分離に SO₂-デキストリン方式を採用した。すなわち、このオールバルク精鉱から、試験の後効果を除去するため、活性炭と共に処理した後、SO₂ とデキストリンをよって、鉛・亜鉛と黄鉄鉱を抑制する。その後、シクナーにて濃縮、活性炭をよって試薬を除去した後、磨鉱にて新しい表面を出し、鉛精鉱を NaCN をよって抑制しながら浮かせた。このフローシートは、図 11 に示し、銅と鉛の浮選成績を表 1 に示す。

表 1 鉛と銅の浮選結果

	重量%	品位%				実収率%			
		Cu	Pb	Zn	S	Cu	Pb	Zn	S
バルク精鉱	100.0	4.77	6.78	26.91	32.82	100.0	100.0	100.0	100.0
銅精鉱	20.37	19.94	3.36	7.38	38.81	85.15	10.09	5.59	24.09
銅尾鉱	79.63	0.89	7.65	31.91	31.29	14.85	89.91	94.41	75.91
鉛精鉱	7.31	0.76	57.62	16.50	21.63	1.17	62.12	4.48	4.82
鉛尾鉱	72.32	0.90	2.60	33.46	32.26	13.68	27.79	89.93	71.09

図 11. 花輪, 明通系, フローシート

銅・鉛・亜鉛・黄鉄鉱のバブル精錬

↓ 活性炭
濃縮
↓ 活性炭

ホール・ミル
φ200×722, 80%
SO₂, テキストリン 240%

コンディショナー
PH 3.8
Ca(OH)₂, エロフロート 208
起泡剤

コンディショナー

PH 6.5
アキストリン, エロフロート 208

銅浮遊

銅精選
C
T
テキストリン (47%)

銅精鉱

シツクナー (Pb・Zn・Sp)

PH 8.5
活性炭

ホール・ミル
φ200×722 91%
NaCN

コンディショナー

Na₂CO₃, PH 8.5
エチルサンベト, 起泡剤

鉛浮遊

NaCN

鉛精選
C
T

鉛精鉱

亜鉛浮遊へ

B. 花輪-II, 元山系 (NaCN, ZnSO₄-Na₂SO₃, バルブ加温)

この銅・亜鉛・黄鉄鉱の分離のフローシートは図12のごとくである。1972年から1976年までに、浮選条件は、鉱質の変化に伴い、次の点を変更された。

① 銅浮選

磨鉱、高pH(石灰で)、ZnSO₄-NaCNおよび活性炭で処理されているバルブ精鉱は、浮選の改善のため若干のNa₂Sが添加された。また銅精選でNaCNの代わりに、濃縮-浮選-磨鉱-50、NaCNによる浮選処理が用いられた。浮選結果は鉱物が酸化を受けているに拘らず変化はなかった。

② 亜鉛浮選

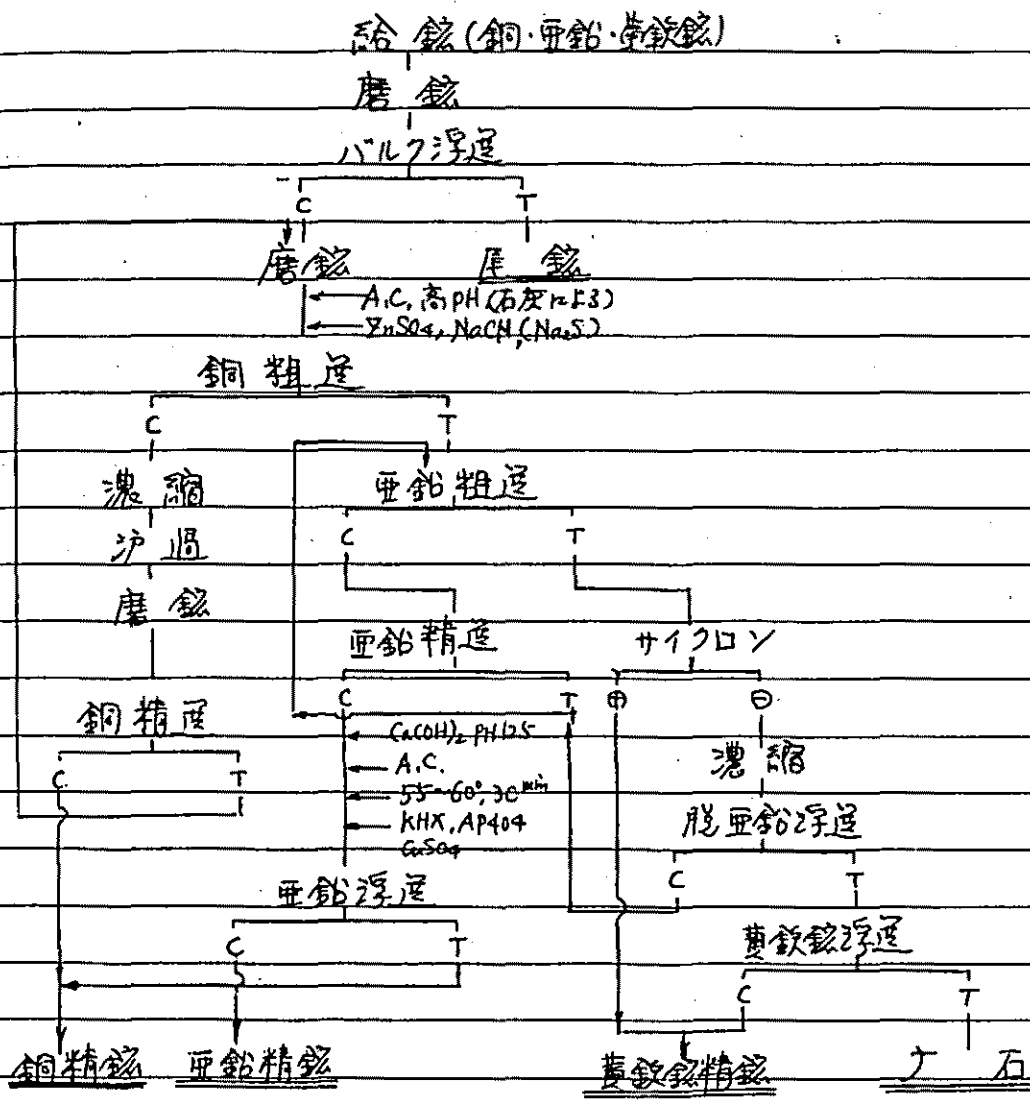
亜鉛浮選に、Na₂SO₃と50~60°Cのバルブ加温が用いられているに拘らず、分離条件は、pH10~11→12.5、Na₂SO₃、エチルゲンゼットの条件から、pH>12.5、活性炭、CuSO₄、高級ゲンゼット又はAP404へと変更された。この変更によって、亜鉛精鉱中の銅は6~10%から、2.5~3%まで下り、亜鉛精鉱の亜鉛は48%から52~53%に上昇した。

花輪において、明通系と元山系を含め、1972年から1976年の間に上記の改善により、次の様に向上した。

表2 1972年と1976年間の花輪における改善

	品位 %				実収率	
	銅精鉱		亜鉛精鉱		銅精鉱	亜鉛精鉱
	Cu	Zn	Cu	Zn	の銅	の亜鉛
1972.	17	7.0	2.0	47.5	82	81
1976.	21.5	6.0	1.8	51.5	84.5	81

図12. 花輪-Ⅱ (元山系) のフローシート

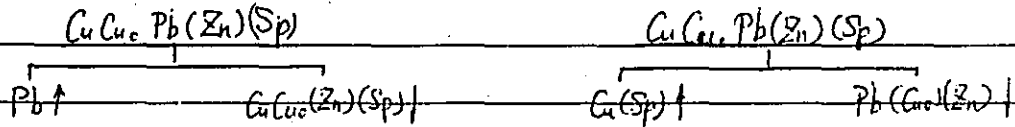


C. 内。鉱(木炭) (SO₂-パルプ加温)

同邦鋳業社に属するこの鉱山は、銅・鉛・亜鉛・黄鉄鉱・鉛石 50,000t/a を処理している。1968年から1972年の間に、"NaCN-ZnSO₄ フロート"で鉛を浮遊として、他の鉱物をすべて抑制する方式から、"SO₂-パルプ加温"方式に変更された。この"SO₂-パルプ加温"方式では、重油(5~7kg/t)により70°Cまでパルプを加熱し、pH5.0でSO₂-Ca(OH)₂で処理され、最初に銅・黄鉄鉱が浮かされ、鉛・亜鉛が抑制された。この場合、二次酸化銅が濃縮となる。

NaCN-ZnSO₄ 方式

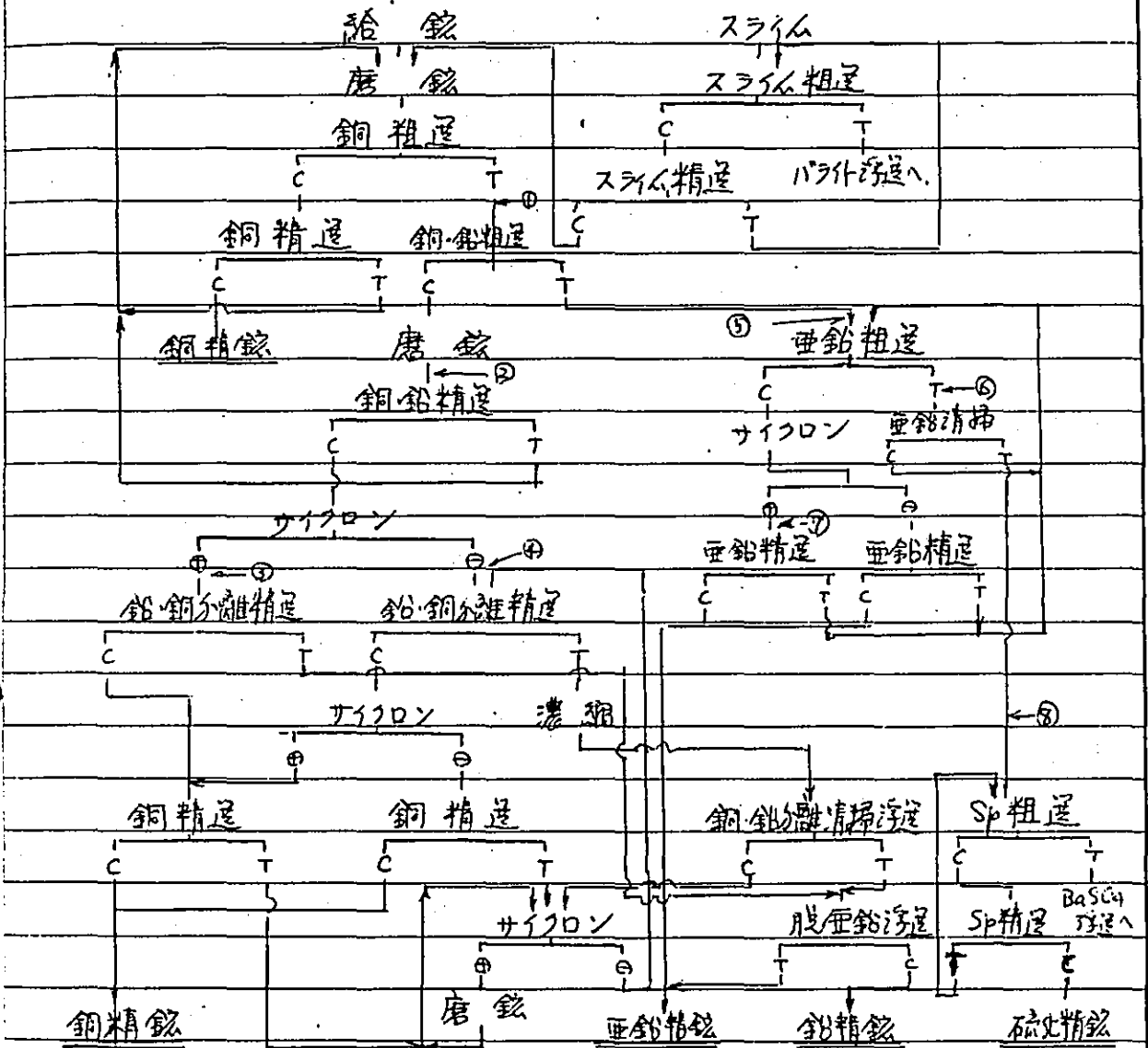
SO₂-パルプ加温方式



SO₂-パルプ加温法。濃縮から、脱銅・亜鉛浮遊がK₂C₂O₇とCaSO₄を用い、~~浮遊~~実施され、濃縮から鉛精縮が得られる。

1974年3月-1975年3月間から1976年8月の間の浮遊成績の向上は、表3に示される。この結果は、銅・鉛-亜鉛分離におけるSO₂の添加と、亜鉛浮遊時には銅・鉛分離浮遊におけるサイクロンによる分離浮遊によって得られている。同工場の1976年9月のフローシート図13に示す。

図13. 内9鉱(本坂)のフローシート 1976.9.



- 記: ① $SO_2, Ca(OH)_2, pH 4.0, AF208$, 起泡剤
 ② $pH 5.4$, テフストリン, 温度 $70^\circ C$
 ③ 温度 $40^\circ C$
 ④ 温度 $60^\circ C$, A.C. ⑤ 加温
 ⑥ $Ca(OH)_2, pH 6.0, K_2C_2O_7, CaSO_4, AF208$, 起泡剤
 ⑦ $Ca(OH)_2, pH 12.2$
 ⑧ $H_2SO_4, pH 5.5, EX.$

表3. 内9成における浮選成績の向上

1974年9月~1975年3月平均

	重量 %	品位 %				実收率 %			
		Cu	Pb	Zn	亜鉛 %S	Cu	Pb	Zn	亜鉛 %S
給 鉱	100.0	1.92	1.94	4.65	12.67	100.0	100.0	100.0	100.0
鉛精鉱	24	4.29	57.29	6.51	3.27	5.4	70.7	3.3	0.6
銅	6.6	24.44	4.33	3.90	8.54	83.6	14.7	5.5	4.4
亜鉛	74	1.29	2.16	54.71	4.68	5.0	8.2	87.0	2.7

1976年8月

	重量 %	品位 %				実收率 %			
		Cu	Pb	Zn	亜鉛 %S	Cu	Pb	Zn	亜鉛 %S
給 鉱	100.0	1.56	1.67	4.52	8.84	100.0	100.0	100.0	100.0
鉛精鉱	1.9	3.63	59.70	2.02	4.16	4.5	69.9	0.9	0.9
銅	4.9	26.76	3.87	2.43	7.19	83.0	11.2	2.6	3.9
亜鉛	7.5	1.19	2.21	56.49	3.11	5.7	9.9	93.7	2.6

D. 松峰 (SO₂-バルブ加温)

この鉱山は、同邦鉱業に属し、銅・鉛・亜鉛・黄鉄鉱・磁石 50,000 トン/年を処理している。この工場は、1971年以前には、銅スカルベック、NaCN法を採用しており、幸澤博士の資料に記されている。しかし、1972年後の図14に見る様に、銅-亜鉛分離法にSO₂法が採用された。

また、1974年に鉛浮選でのNaCNの使用を中止し、SO₂-加温法を採用した。更に、亜鉛の浮選において、内9段(図13)に見る様に、サイクロンによる各粒度別浮選を採用した。また、1976年には、尾鉱からバライトの浮選を開始された。

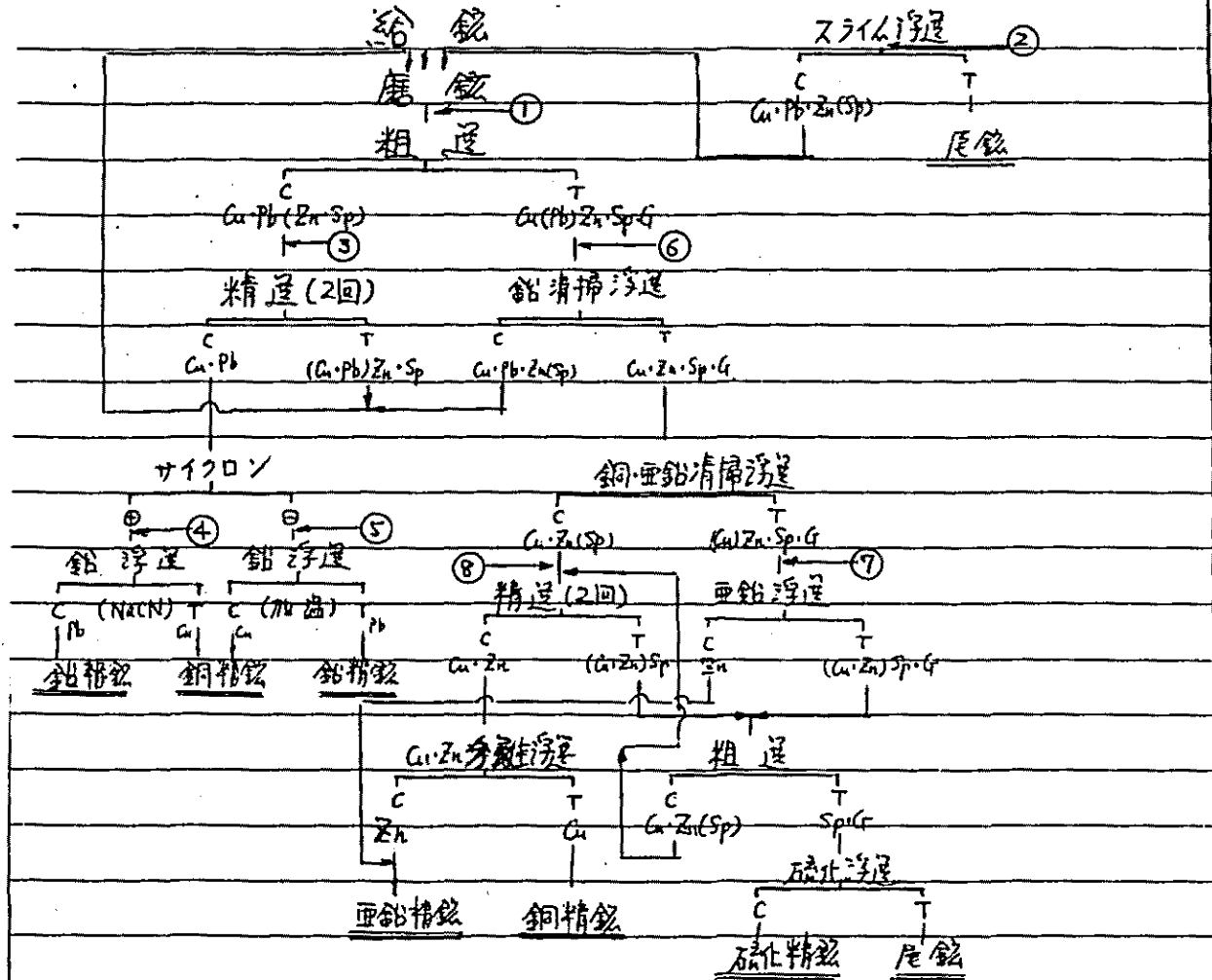
このことは、1972年時点でのフローシートを記し(図14)、その浮選成績を表4に掲げる。

1971年以前	1972年以後
$\begin{array}{c} \text{Cu-Pb-Zn-Cu-Sp} \\ \\ \text{Pb-Zn-Cu} \\ \\ \text{Zn-Cu} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{Cu-Pb-Cu-Zn-Zn-Sp} \\ \quad \\ \text{Cu-Pb} \quad \text{Zn-Cu} \end{array}$

表4. 松峰における浮選成績 (1972)

	数量 t/月	品位 %				実收率 %				
		Cu	Pb	Zn	亜鉛 %S	重量%	Cu	Pb	Zn	亜鉛 %S
給 鉱	50,000	2.50	0.76	2.61	23.54	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
銅精鉱	5,875	19.00	2.59	4.20	17.00	11.75	89.30	39.97	18.91	8.49
鉛精鉱	304	4.52	50.00	9.00	6.10	0.61	1.10	40.00	2.10	0.16
亜鉛精鉱	1,847	1.76	1.65	53.00	3.35	3.69	2.60	8.02	75.00	0.52
硫化精鉱	19,810	0.33	0.11	0.15	50.50	39.62	5.23	5.94	2.30	85.00
尾 鉱	22,164	0.10	0.10	0.10	2.09	44.33	1.77	6.07	1.69	5.83

図 14. 松峰のフローシート (1972年)



- 〔条件〕
- ① SO_2 , pH 4.7; $\text{Ca}(\text{OH})_2$, pH 5.8; AP350, DF260, MIBC, Pd 43%; $\phi 400^{\text{h}}$ 60%
 - ② pH 8.0; AF208, Frother, Pd 10%; $\phi 400^{\text{h}}$ 95%
 - ③ SO_2 , pH 4.4; $\text{Ca}(\text{OH})_2$, pH 5.8, Pd 37%; $\phi 500^{\text{h}}$ 70% \rightarrow Na_2CO_3 , pH 4.7; Pd 25%
 - ④ pH 10.5, NaCN , ZnSO_4 , A.C, HX, Quibrach, Pd 10%
 - ⑤ pH 4.8, 70°C, AF208, Dextrine, Pd 10%; $\phi 400^{\text{h}}$ 90%
 - ⑥ SO_2 , pH 5.0; NaHSO_3 , AF208, Pd 40%
 - ⑦ $\text{Ca}(\text{OH})_2$, pH 11.5; CuSO_4 , HX; Pd 40%
 - ⑧ SO_2 , pH 6.7; Pd 22% \rightarrow $\text{Ca}(\text{OH})_2$, pH 12.0, HX; Pd 10%
 - ⑨ $\text{Ca}(\text{OH})_2$, pH 12.0; HX, Frother; Pd 30%

E. 沢加内

日銀に所屬する同社は 35,000 噸、銅・鉛・亜鉛・黄鉄鉱・銀石と銅・亜鉛・黄鉄鉱・銀石を処理している。1971年に、銅-亜鉛分離のため「パルプ攪拌による加熱による酸化液」が開発された。また、1973年に銅・鉛の分離に、環境汚染を防ぐため NaCN を使用し中止し、パルプ加温液による分離がはじまった。ここでは、1971年時臭のフローシートが書かれ、その浮選成績が記載される。(図15, 表5)

表5. 沢加内浮選成績 (1971年)

	総量 噸	品位 %						実收率 %						
		Au%	Ag%	Cu	Pb	Zn	S	重量	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	S
給 鉱	35,000	0.4	45	2.15	0.90	3.30	24.50	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
銅精鉱	3,117	1.3	260	21.00	2.44	4.00	38.50	8.9	28.3	51.4	87.0	24.2	10.8	14.0
鉛	300	4.6	990	4.36	60.00	6.00	20.00	0.8	9.8	18.9	1.7	57.1	1.5	0.7
亜鉛	1,844	0.8	150	1.94	1.97	52.90	33.00	5.2	10.5	17.6	4.9	11.6	83.0	7.1
硫化	12,005	0.4	10	0.28	0.10	0.20	50.30	34.3	25.0	7.6	4.5	3.8	2.1	70.4
尾 鉱	17,734	0.1	4	0.09	0.06	0.17	3.77	50.9	16.4	4.5	2.0	3.3	2.6	7.8

図 15. 粉砕内 M 系²⁰⁰のフローシート

