

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

F.I.G.M.M. SECCION DE POST GRADO



VENTILACION DE MINAS
CATUVA, HADA Y ESPERANZA
CIA. MINERA RAURA S.A.

TESIS

PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRIA EN CIENCIAS
MENCION: INGENIERIA DE MINAS

PRESENTADA POR:

Fidel Julio Hidalgo Mendieta

LIMA - PERU
1991

ABSTRACT

This thesis describes and applies up today technological considerations in order to design a good ventilation system for underground mine facilities. This study has been prepared for a polymetallic mine (Ag, Pb, and Zn) located at 5000 meters above sea level.

The rich ore bodies are located at 350 meters down below from the principal access tunnel connected with the surface.

In underground mining, mine ventilation, is only one of the factors which influences mining productivity.

Therefore this important service for underground mine must offer good working conditions; obeying rationalized nets of fresh air distribution.

By other hand productivity measure the level of technology applied in our mine planning.

It also means a competitiveness which included equipment's performance and men's intelligence because we are by planification people who has the skill for developing the scientific civilization.

First step consist on doing a diagnostic of the mine studied.

Second step designing rationalized nets of fresh air distribution to all kind of drifts, ramps, shafts and other access of the mine.

Third step, according with short range planning of the mine we solve a ventilation problem in order to work bottom levels.

Laws, formulas, computer programs and other knowledge has been used for this study.

C O N T E N I D O

	<u>PAGINA</u>
1. INTRODUCCION	1
2. AGRADECIMIENTO	3
3. RESUMEN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	4
4. GENERALIDADES	10
4.1 UBICACION	
4.2 GEOLOGICA	
4.3 . PROGRAMA DE DESARROLLO Y EXPLOTACION	
5. METODOLOGIA	13
5.1 DETERMINACION DE PARAMETROS (Cuadro 5.1.)	
5.2 TOMA DE DATOS EN MINAS	14
5.3 EQUIPO EMPLEADO	
5.4 TRATAMIENTO COMPUTARIZADO DEL SISTEMA DE VENTILACION	
6. DIAGNOSTICO DE LA VENTILACION	22
6.1 MINA CATUVA	
6.1.1 TECNOLOGIA USADA EN TAJEOS	
6.1.2 CAUDALES NECESARIOS SEGUN LEGISLACION VIGENTE	
6.1.2.1 CAUDAL NECESARIO MINA CATUVA	
6.1.2.2 CAUDAL NECESARIO PARA FRENTE DE TRABAJO	
6.2 MINA ESPERANZA	
6.2.1 TECNOLOGIA USADA	
6.2.2 CAUDAL NECESARIO	
6.3 MINA HADA	
6.3.1 TECNOLOGIA USADA	
6.3.2 CAUDAL NECESARIO	

6.4	DESCRIPCION DEL ESQUEMA DE VENTILACION ACTUAL	
	<u>ETABA I</u>	
6.4.1	MINA CATUVA	
6.4.1.1	VENTILADOR PRINCIPAL	
6.4.1.2	ABASTECIMIENTO AIRE FRESCO	
6.4.1.3	MEDICIONES EFECTUADAS-CONCLU SIONES	
7.	ESQUEMA DE VENTILACION MINA CATUVA	58
	<u>ETAPA II</u> (RACIONALIZADO)	
7.1	OBJETIVO	
7.1.1	CIRCUITO I	
7.1.2	CIRCUITO II	59
7.1.3	CIRCUITO III ALTERNATIVA A (TABLA 7 y 8)	59
	CIRCUITO III ALTERNATIVA B (CON R.B. DRENAJE TINQUICOCHA)	60
7.2	ETAPA II - CATUVA	60
7.2.1	CIRCUITO I	60
7.2.2	CIRCUITO II	61
7.2.3	CIRCUITO III-A	62
7.2.4	CIRCUITO III -B	64
7.3	DETERMINACION DE LAS CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS VENTILADORES PARA ETAPA II-MINA CATUVA	65
8.	VENTILACION PARA LAS LABORES PRINCIPALES DE DESARRO LLO DEL PROYECTO GAYCO 1990	90
8.1	SITUACION ACTUAL	90
8.2	OBJETIVO DEL PRESENTE PROYECTO DE VENTILACION	91
8.3	ESQUEMA DE VENTILACION RECOMENDADA	91

INTRODUCCION

Es muy importante resaltar la atención que actualmente prestan las gerencias de operaciones de las empresas mineras, a los estudios de ventilación de minas; con el doble objetivo de suministrar condiciones termo-ambientales correctas en todas las labores subterráneas y mejorar la productividad de las mismas dando cumplimiento entre otras a los dispositivos legales de la Ley General de Minería.

Los trabajos de campo y gabinete han sido realizados con equipos de alta fiabilidad y computadores compatibles IBM; los cuales han procesado software traídos del Japón y adecuados en nuestro país.

Debido a las prioridades solicitadas por la empresa, se da solución a la aplicabilidad del método de explotación elegido para los cuerpos profundos de la mina, diseñando un sistema de ventilación idóneo para el caso planteado.

El autor presenta como una recomendación, una alternativa de solución de mediano plazo que permite resolver dos aspectos de la situación actual del sistema de ventilación: primero convertir la ventilación actual en "U", el cual obliga gastar mucha energía eléctrica, por otra alternativa que transforma el diseño anterior en un diseño de la ventilación en "L", el mismo que permite el ingreso del aire puro por la base del yacimiento. El inicial inconveniente son los costos, pues se sugiere la construcción de (2) dos túneles paralelos, uno para transporte y otro para drenaje, este último serviría para cambiar el curso de las aguas del deshielo permanente de las altas cumbres con hielo permanente existentes y por filtraciones de las lagunas igualmente permanentes que existen entre los picos más elevados de la zona. Todo este recurso hídrico se pierde actualmente hacia el Océano Atlántico.

Con el túnel de drenaje, se cambiaría el curso de las aguas, hacia la cuenca del Océano Pacífico, logrando así el aprovechamiento de las aguas para generar más electricidad y usando las mismas instalaciones

de la actual planta de generación que tiene la empresa. La misma que podría ser ampliada y cuya capacidad podría ser mejorada y tal vez duplicada con esos nuevos recursos hídricos.

Por otro lado, no solo con los equipos LHD actualmente en trabajo, ventiladores principales y auxiliares, túnel nuevo de transporte se podría modernizar la mina estudiada; sino que debe existir una adecuada combinación de éstos, con locomotoras eléctricas sobre rieles de gran capacidad que operen en las galerías principales de extracción y transporte. Como Uds. comprenden esta solución es para el futuro de la empresa que tiene cuerpos mineralizados ricos en profundidad que podrían obligar al traslado de las principales instalaciones de superficie a un nuevo lugar, llamado SHUSHAPA ubicado en una planicie de 4,400 m.s.n.m., permitiendo un encampame de 600 mts. y un área adhoc para construir nuevos campamentos, planta concentradora y otras instalaciones.

Al final de la Tesis, en los anexos del mismo, se presentan dos alternativas como recomendación para el futuro de la empresa. El primero muestra como construir los (2) túneles por si mismos, sin recurrir a empresas tuneleras. La segunda alternativa presenta un estudio técnico - económico para el proyecto con la modalidad Mano en Llave y realizado por especialistas tuneleros, teniendo como premisas dos aspectos fundamentales: una inversión de \$10'000,000 y reservas probadas de mineral en las partes profundas de la mina de 1'500,000 Tons.

RESUMEN

Esta tesis describe y aplica las más recientes consideraciones tecnológicas, que se debe tener en cuenta en el diseño de ventilación de una mina subterránea polimetálica (Ag, Pb y Zn); ubicado a 5000 msnm, con cuerpos mineralizados muy ricos y que están a 350 mts. debajo del túnel principal de transporte y acceso con la superficie.

En la minería subterránea, la ventilación de minas, es sólo uno de los diversos factores que inciden en la productividad minera. Convirtiéndose este servicio minero en una exigencia de primera prioridad para la aplicación de cualquier método de explotación elegido. Por esta razón los ingenieros a cargo de la ventilación en sus diseños deben garantizar el ingreso de aire fresco a toda la mina en forma natural y/o inducida impulsados por ventiladores principales de gran capacidad y distribuir el aire racionalmente, de tal manera que garantice condiciones termo-ambientales óptimas. Pues este aire puro al ingresar a las labores de exploración, desarrollo, preparación y explotación; además de ofrecer buenas condiciones de trabajo, debe ser capaz de realizar el barrido hacia el exterior, por chimeneas de servicio, de la contaminación que se origina al ejecutar las diversas operaciones de producción minera en el interior de los tajeos y otras instalaciones de la mina.

Por todo ello, al seleccionar ventiladores principales y auxiliares de tecnología y tamaños correctos con el objetivo antes señalado; el rendimiento del trabajador mejora, pues la productividad definida de esta manera es un parámetro considerado como uno de los mejores medios de evaluación de la tecnología que estamos aplicando en nuestros diseños de planeamiento a corto, mediano y largo plazo de nuestras minas.

Por otro lado este concepto de productividad significa gran competitividad de la industria minera, que incluye el rendimiento de las máquinas y la participación de la inteligencia de los hombres que como los

que por planificación tenemos la habilidad de desarrollar la civilización científica.

Este aporte técnico considera en su primera fase un diagnóstico de la ventilación de la mina estudiada, en su segunda fase se presentan alternativas de solución racionalizadas con el apoyo de leyes, fórmulas y cómputo. Una tercera fase en la cual se ha tenido en cuenta las necesidades de mineral a producirse a corto plazo de la compañía.

..//

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. El estudio de Ventilación de las Minas: Catuva, Hada y Esperanza tiene como objetivo asegurar las condiciones termo ambientales del personal, maquinaria y equipo teniendo la reglamentación vigente.

En ese sentido el presente estudio ha realizado y definido soluciones adecuadas, teniendo en cuenta:

- Diagnóstico de la situación actual de la ventilación, evaluado en base de mediciones y evaluación de las mismas, determinando los puntos críticos.
 - La elaboración de esquemas de ventilación racionalizados, teniendo en cuenta el programa de desarrollo para 1990 y definición de medidas necesarias para asegurar la ventilación con aire fresco de los frentes de trabajo durante las 24 horas.
 - Ventilación de labores ciegas (Túnel Gayco) para una longitud de 1300 mts.
 - Selección de ventiladores necesarios para viabilizar la ventilación, de acuerdo a los esquemas propuestos del presente estudio.
- 3.2. Debemos destacar que por requerimiento de la Compañía Minera Raura, y analizado la problemática de ventilación, el estudio ha dado las prioridades siguientes:
- Solucionar la Ventilación de la Mina CATUVA teniendo en cuenta su desarrollo y concentración de la producción en la zona comprendida entre Nv.4540 y Nv.4580.
 - Solucionar la ventilación para realizar el TUNEL GAYCO.
 - Mantener la ventilación y mejorar la distribución de ella en la Mina HADA y ESPERANZA.

..//

- Analizar la posibilidad de obtener aire fresco en el Nv. - 4540 y por chimenea de drenaje de 147 mts. proveniente del Nv. 4380 Tinquicocha.
 - Los planos obtenidos no estaban actualizados constatándose un atraso importante entre los planos y las labores ejecutadas. Se han señalado incongruencias en los planos recibidos. Por este motivo las labores mineras tomadas en cuenta en el estudio de ventilación para la zona nueva Nv.4540-Nv.4580, ha sido diseñado en base a los datos que hemos obtenido.
- 3.3. La metodología empleada para la realización del estudio corresponde al objetivo planteado y consiste esencialmente de :
- Medidas de Ventilación en todos los puntos importantes de las minas y de las características de las labores mineras con el fin de determinar sus resistencias aerodinámicas.
 - Elaboración de los esquemas de ventilación y evaluación computarizada de los parámetros medidos y calculados.
 - Definición de los puntos críticos teniendo en cuenta los requerimientos de la reglamentación de seguridad.
 - Elaboración de esquemas racionalizados, adecuados a programas y planes de la mina en dos alternativas.
 - Evaluación y optimización de esos esquemas y determinación de labores de ventilación (tapones, puertas etc.)
 - Selección de los ventiladores necesarios.
- 3.4. Del diagnóstico de la Ventilación se destacan las siguientes conclusiones:
- 3.4.1. MINA CATUVA
- La Mina Catuva obtiene por los 4 ingresos de aire -

..//

fresco un caudal total de 2313 m³/min. que representa 65.3% del caudal total necesario.

Cabe mencionar que la distribución de aire fresco es sumamente deficiente, como se puede observar en el Cuadro # 3.

- El tiraje natural influye en la ventilación anulando en algunas labores mineras el efecto de la ventilación mecánica. De igual manera en las labores de desarrollo del Nv.4540 son deficientes, porque los ventiladores no tienen un régimen de operación adecuado ni ubicación adecuada y las mangas no tienen continuidad por deficiencia de instalación y mantenimiento.
- Diversas fugas de aire fresco y corto circuitos disminuyen la eficiencia de la ventilación.
- Las labores antiguas abandonadas adyacentes a las labores de ventilación operativas no son aisladas provocando una distorsión para definir un esquema de ventilación.
- Algunos equipos diesel carecen de captores de gases.
- De la evaluación computarizada resulta que el orificio equivalente de las minas $A=0.61m^2$, por lo tanto la ventilación de la mina es difícil.

3.4.2. MINA ESPERANZA Y HADA

De la evaluación del diagnóstico resulta que los caudales necesarios son sometidos al efecto del tiraje natural que en algunos momentos disminuye considerablemente el caudal de aire fresco.

Se ha previsto la implementación de ventilación mecánica para la Mina Esperanza, de acuerdo al esquema I y II.

..//

3.5. La evaluación de los resultados medidos ha sido realizado en comparación con los caudales necesarios según el reglamento de seguridad minera.

Los caudales de aire fresco necesarios han sido determinados en función de:

- Número de personal y equipo diesel
- Consumo de explosivo con el uso de ANFO

En los cálculos han sido tomados el valor máximo

3.6. Recomendaciones

Del análisis de los puntos críticos que se destacan del diagnóstico y teniendo en cuenta el programa de explotación de 1990 para asegurar con aire fresco las labores mineras conforme a la legislación de seguridad minera se recomienda :

3.6.1. Realizar un inventario de todas las labores mineras abandonadas y aislar por tapones permanentes las labores que no participan en las operaciones mineras programadas con el fin de evitar fuga y cortos circuitos de aire fresco.

3.6.2. La ventilación de la Mina Catuva debe realizarse por circuitos de ventilación independientes. Cabe mencionar que los circuitos son alimentados por aire fresco por labores comunes pero la salida del aire usado debe ser independiente.

En este sentido se ha definido 3 circuitos como sigue:

- Circuito I
Para la Ventilación de los tajeos encima del Nv.4630 de acuerdo a la descripción presentada en (7.1.1.). La Ventilación primaria se realizará por un ventilador V-7 y la distribución del aire fresco por orifi-

..//

cios reguladores.

- Circuito II

Para ventilar los tajeos entre los Nvs.4590 y 4630 la Ventilación primaria se realizará en base del tiraje natural del RB2 y RB9 beneficiando del flujo proveniente por Bocamina Hidro (4590); la distribución de aire fresco es previsto por el ventilador V-10 ubicado en el Nv.4630.

- Circuito III-A

Es el circuito más importante, teniendo en cuenta el desarrollo previsto de la zona de explotación entre los niveles 4540-4580; la ventilación primaria será realizada por el ventilador V-8 ubicado en la superficie a la boca de RB1.

Con el fin de implementar este circuito es necesario la ejecución de las siguientes labores mineras:

- . Galería de cabeza en el Nv.4580 y cruceros hasta las chimeneas de ventilación correspondientes. Esta galería servirá para la salida de aire usado.
 - . Ampliar la sección de la chimenea 925 a $4.84m^2$.
 - . Ejecutar una chimenea inclinada de 50 mts. de longitud sección de $4.84m^2$ entre el Nv.4590 (nudo 38) y RB1 (nudo 39).
 - . Ampliar la sección del RB1 hasta $4.84m^2$ entre la superficie y nudo 39 y taponear la base del RB1. (4630)
 - . Instalar (según Fig.3) el ventilador principal en la boca de la superficie de RB1.
- El Circuito III A con 3300 m³/min. de aire fresco puede asegurar las fuentes necesarias para los tres tajeos y dos labores de desarrollo y preparación.

..//

El flujo de aire que proviene del RB de drenaje debe ser taponeado.

Cabe mencionar que la implementación al circuito III-A asegurará el caudal necesario para la dilución de los gases como resultado de los gases provenientes del equipo de transporte.

- La distribución adecuada de aire fresco se asegura por ventiladores auxiliares V11, V12 y V13 y de los ventiladores para labores ciegas (máximo 2).

- Circuito III-B

Se caracteriza por el hecho que una parte de aire fresco proviene ($600\text{m}^3/\text{min.}$) de Nv. 4380 Tinquicocha y RB de drenaje.

Debido a que la ventilación primaria en el circuito III-B, exige duplicación al consumo de energía. Esta alternativa no es recomendable.

- 3.6.3. La Ventilación primaria de la mina Esperanza se podría asegurar e independizar del tiraje natural por la instalación de un ventilador de $600\text{m}^3/\text{min.}$
- 3.6.4. La Ventilación del Tunel Gayco durante su ejecución como labor ciega hasta 1300 mts. ha sido definida en el capítulo 8 con todos los detalles necesarios para su implementación.
- 3.6.5. Teniendo en cuenta los esquemas óptimos se han dimensionado los ventiladores principales y auxiliares necesarios para su implementación correspondiente. A los ventiladores mencionados debe asegurarse ventiladores de reserva necesaria.



4. GENERALIDADES

Mina Raura, ubicada entre los Departamentos de Lima y Huánuco tiene una fisiografía netamente glaciaria.

En la zona fueron intruidos stocks dioríticos cuarcíferos, dacitas, brechas en el contacto con las calizas.

El anticlinal Santa Ana y el Sinclinal Caballococha constituyen los plegamientos más importantes del Distrito.

Económicamente Raura es productor de Cobre, Plata, Plomo y Zinc. Estructuralmente hay vetas y cuerpos pirometasomáticos de contacto los cuales tienen gran posibilidad desde el punto de vista de reservas probadas y probables.

4.1. Ubicación

La Unidad de la Mina Raura está situada en el Distrito de San Miguel de Raura en la Prov. de Dos de Mayo Dpto. de Huánuco cerca al límite entre los Dptos. de Lima y Pasco.

La zona de las minas está entre los 4300 a 5300 m.s.n.m.

4.2. Geología

El Distrito Minero de Raura está localizado en una zona gla-

..//

cial de caliza plegada del Cretácico Medio de la Formación Machay intruida por 3 distintas y sucesivas intrusiones de diorita cuarcífera, dacita y dacita porfirítica, con un período final de actividad ígnea representada por brecha de chimenea explosiva.

La parte central de la diorita cuarcífera sufrió una subsidencia el cual permitió una inyección posterior de dacita porfirítica (Dacita Putusay).

En el área de Raura existe dos tipos de depósitos de mineral considerados como vetas y cuerpos pirometasomáticos de contacto.

Al grupo de vetas pertenecen las vetas Esperanza, Roxana, Flor de Loto, Hada, Juanita. Al grupo de los cuerpos pirometasomáticos de contacto pertenecen los cuerpos Niño Perdido, Catuva, Balilla, Gayco (en plena exploración).

Con relación a los cuerpos pirometasomáticos enunciados, podemos considerarlos como reservas del futuro positivo y promisor de Compañía Minera Raura.

4.3. Programa de Desarrollo y Explotación

Las principales acciones del programa de desarrollo y explotación para el año 1990 proporcionados por la Compañía Minera Raura S.A. son las siguientes:

MINA CATUVA

- a. Las labores de desarrollo y preparación se realizarán a partir del nivel 4540 hasta Nv.4580 como el comienzo de tres tajeos de explotación por método de corte y relleno ascendente. En caso que se cambiara el método de explotación indicado será necesario un estudio de adaptación de la ventilación.

..//

- b. Chimenea de drenaje para evacuar el agua del Nv.4540 - por el Nv.4380 Tinquicocha. La Cía. Minera Raura S.A. ha solicitado un análisis para comprobar la ventilación de la Mina Catuva usando las labores mineras del Nv.4380 Tinquicocha.

MINA ESPERANZA Y TUNEL GAYCO

- c. La explotación en la Mina Esperanza se continuará por - (5) cinco tajeos usando métodos de explotación de Corte y Relleno y Almacenamiento Provisional. La Ventilación de estas labores será realizada usando el mismo procedimiento actualmente en uso.
- d. El Túnel Gayco continuará su desarrollo como labor ciega por una longitud de 1300 mts. a partir de la ch.-590 hasta su salida a superficie. Para esta labor se elaborará un estudio de ventilación adecuado. (capítulo 7 de nuestro estudio).

MINA HADA

- e. La explotación en los tajeos se continuará y la ventilación se mantendrá.

5. METODOLOGIA

Dada la finalidad del estudio, se ha seguido la metodología que se detalla a continuación y que se ajusta a lo recomendado en la literatura técnicas de uso Universal. Con la finalidad de asegurar que en todos los lugares de trabajo y de tránsito subterráneo haya una circulación de aire en cantidad suficiente y reunan las condiciones necesarias de seguridad e higiene.

5.1. Los siguientes parámetros han sido analizados:

- Caudal total de aire fresco de ingreso mínimo necesario, distribución para labores de desarrollos, preparaciones y tajeos de explotación, en función a lo estipulado en la Ley General de Minería. El caudal de aire necesario es la suma de caudales requeridos en las labores de desarrollo y explotación.
- Depresión determinada y necesaria para asegurar el circuito con caudales previstos.
- Determinación de las características de los ventiladores según las necesidades de la mina para las etapas I y II.
- Ubicación de puertas, tapones, ventiladores auxiliares en lugares donde se necesitan.
- Ventilación para labores ciegas y tajeos.
- Evaluación del consumo de energía eléctrica requerida para la ventilación en los esquemas diseñados en comparación con la situación actual.

La determinación de estos parámetros fue posible siguiendo el siguiente procedimiento:

- Diseño de los esquemas de ventilación en 2 etapas.
- Tratamiento computarizado de acuerdo a los esquemas.
- Análisis de la distribución del aire.
- Racionalización de los circuitos.

..//

5.2. Toma de Datos en Minas

En interior mina se tomaron los siguientes datos: flujo de aire, dimensiones de las labores, cota, presión barométrica, temperatura, humedad relativa, además de otras características físicas de las labores (revestimiento, forma, resistencia locales, etc.), y en lugares estratégicos se muestrearon por Monóxido de Carbono (CO).

5.3. Equipo Empleado

- Mediciones de flujo de aire: Se efectuaron las mediciones de velocidad y flujo de aire en cada sección o punto establecido previamente; para realizar estas mediciones se empleó un thermo-anemómetro tipo S 1000 marca "Hiyoshi".

El funcionamiento del thermo-anemómetro se basa en el enfriamiento que el aire produce a un alambre metálico precalentado. La pérdida de calor depende a la velocidad del aire, por lo tanto se puede conocer la velocidad del aire por el calor perdido del alambre metálico.

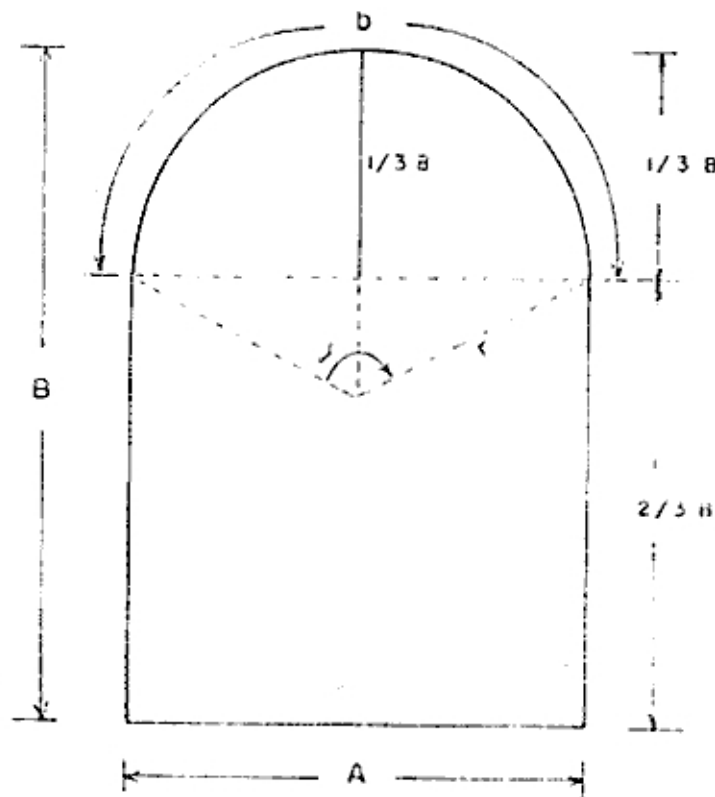
El circuito eléctrico de este instrumento lleva incorporado un puente de "Wheatstone" en el cual el cambio de resistencia eléctrica es medida con un indicador de variación de corriente. De esta manera podemos leer directamente la velocidad del movimiento del aire en la escala graduada, que previamente estaba calibrada. Las mediciones efectuadas con el thermo-anemómetro varían en un rango de 0-30m. por segundo en dos escalas, una de 0 a 1.5m. por segundo y otra de 1.0 m. a 30m. por segundo. Además dispone de un bastón extensible de una longitud de 2.20 m. con un cable de 5.0 m. de extensión que facilita las mediciones en lugares inaccesibles como chimeneas, y lugares altos.

Su funcionamiento, mediante 8 pilas corrientes tipo lapicero.

..//

- Temperatura del bulbo seco y bulbo húmedo se midieron empleando el psicrómetro "Tyler" y la humedad relativa en forma directa mediante una tabla, relacionando la temperatura del bulbo seco con la temperatura del bulbo húmedo.
- Presión atmosférica y cota, en ambos casos se tomó en forma directa mediante el uso de un barómetro tipo "ANERDIDE" el cual tiene adicionado su altímetro.
- Las secciones transversales y perímetro se determinaron de la siguiente manera:

Las secciones, a partir de las dimensiones altura y ancho teniendo la forma de la sección como se ve en la figura:



Área Total = Área Rectángulo + Área Segmento Círculo

$$\text{ÁREA RECTANGULO} = \frac{2}{3} (A \times B)$$

$$\text{ÁREA SEGMENTO} = \left(\frac{B}{18A}\right) \left(\frac{B^2}{3} + 4A^2\right)$$

$$\text{ÁREA TOTAL} = \frac{2}{3} (A \times B) + \left(\frac{B}{18A}\right) \left(\frac{B^2}{3} + 4A^2\right)$$

$$\text{PERIMETRO FIG.} = \text{Per Rect} + \text{Long del Arco}$$

$$\text{PERIMETRO RECT.} = A + \frac{4}{3} B$$

$$\text{PERIMETRO S. C.} = \left(\frac{B}{6} + \frac{3A^2}{8}\right) \left[4 \text{ Tan}^{-1} \left(\frac{2B}{3A}\right)\right] \text{ pero } \omega = 4 \text{ Tan}^{-1} \left(\frac{2B}{3A}\right) \text{ Rad.}$$

$$\text{PERIMETRO TOTAL} = \left(A + \frac{4}{3} B\right) \left(\frac{B}{6} + \frac{3A^2}{8}\right) \omega$$

- Mediciones de Monóxido de Carbono (CO), las medidas se realizarán en los tajeos de producción, en las rampas de mayor tránsito y en lugares de acarreo continuo de mineral, el equipo empleado es el detector colorimétrico de gases M.S.A. (Fabricado por Mine Safety Appliances Company).

Este instrumento es altamente sensible, nos puede indicar concentraciones entre los rangos de 0.001 a 0.1% en el aire.

El equipo es accionado por una bomba de succión de 50-100ml. el tiempo necesario de succión es de 180 segundos, con este lapso de tiempo el aire pasa por el tubo indicador, previamente colocado en el equipo, y el resultado se lee directamente en el tubo usado.

- Actualización de los Planos Topográficos de la Mina

En la ejecución del estudio, y en esta ocasión la obtención

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO

MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA II

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
57	Ch-Incl	0.00699	3300.0	21.13073	681.82
58	Ch-935	0.00124	3300.0	3.75657	681.82
59	Nv-590	0.00124	3300.0	3.74161	245.17
60	RB-1Rect.	0.01863	3300.0	56.34861	681.82
61	Nv-540	0.00021	1300.0	0.09926	96.58

..//

la Dirección General de Investigación y Tecnología Minera, con la participación del Ing. Manuel Palma O. y el Téc. Willy Urbina; el programa se ha desarrollado en QUICKBASIC.

El AIRMIN está constituido por:

- Vent.9.PRG. Programa central de cálculo de caudales parciales, resistencia total, eficiencia de los ventiladores.
- Datos Prog. Programa que permite el ingreso de datos.
- Malla Prog. Programa para construcción de mallas.
- Resulta.Prog. Programa para salida de resultados de los cálculos desarrollados.
- * Salida de reportes de los parámetros de cada ramal (entrada de datos).
- * Salida de reportes de los componentes de cada malla considerando las direcciones de los caudales en cada malla.
- * Salida de reportes de los resultados de los cálculos de la determinación de los caudales parciales de cada ramal considerando las resistencias obtenidas por cada uno de ellos.
- Grap.Prg. Programa para gráfico de esquema.

BASE DE DATOS

Datos 2. Dat. Base de datos de parámetros del sistema de ventilación.

Malla 2. Dat. Base de datos de componentes de las mallas.

Result. 1. Dat. Base de datos de los cálculos realizados.

METODOLOGIA PARA EL DESARROLLO DE UN SISTEMA DE VENTILACION POR COMPUTADORA.

El desarrollo computacional de un sistema de ventilación comprende: la implementación del modelo del sistema de ventilación, desarrolla el esquema de ventilación delineando las diferentes labores mineras de una manera "esquemática" y que permita visualizar el sistema en su conjunto, donde se distingue el ramal, nudo y malla.

Ramal . Es la comunicación entre dos nudos este medio de con: gale

..//

rías, chimeneas, cruceros, piques de ventilación etc.

Nudo. Es la intersección de dos o más ramales.

Red. Es una cadena interconectada de ramales y nudos.

Malla. Es el conjunto de ramales que forman un conjunto cerrado.

Cuantitativamente cada uno de estos elementos está caracterizado por parámetros como son el área, perímetro, longitud, temperatura, factor de fricción, caudales asumidos, caudales observados, dirección del flujo.

A partir del esquema se construyen las mallas determinando sus componentes y sus respectivas direcciones de manera independiente.

Estos elementos conjuntamente con los componentes de las mallas conforman el modelo del sistema de ventilación donde se realizan los cálculos de resistencia, caída de presión para cada uno de los elementos de acuerdo a las leyes KIRCHHOFF y ATKINSON y como método de cálculo el principio de HARDY CROSS que es un método de aproximaciones sucesivas.

Aspectos considerados en el estudio computarizado de ventilación mina Raura.

La aplicación del cómputo ha seguido el curso del estudio de ventilación, considerando dos etapas:

ETAPA I

Implementación del modelo del sistema de ventilación consistente en el esquema considerado como parámetros generales para mina Catuva.

- 48 ramales los cuales han sido debidamente chequeados
- mallas

De cada ramal se dispone las medidas de los respectivos parámetros los que han sido instalados en la base de los datos

Malla 2. Dat.

A partir del modelo ha efectuado el tratamiento respectivo para el cálculo de:

- Resistencia (KMurge)
- Caída de Presión (mm H₂O)
- Caudales (m³/min.)
- Resistencia Total (KMurge)
- Eficiencia de los Ventiladores

ETAPA II

El esquema de ventilación de la Etapa II ha sido diseñado en función de :

- Programa de explotación para el año 1990 incluyendo la zona entre Nv.4540 y Nv.4580.
- Definición del circuito de ventilación primaria y de ventiladores auxiliares.
- Racionalización de la red de ventilación por cierre de ramales no útiles para lograr una resistencia mínima.
- Se debe mencionar que el caudal del aire fresco necesario para las labores de desarrollo es el caudal del último ramal donde se ubica el ventilador.

Tomando como base el modelo del sistema de ventilación instalado, se realizaron las variaciones de acuerdo a las necesidades de aire así como el nuevo esquema propuesto se procedieron a los ajustes respectivos para llegar a una alternativa racional.

Como en la etapa I se procedieron a los cálculos de resistencia, distribución de caudales etc.

El tener instalado el modelo del sistema de ventilación de la Mina Raura (Catuva) nos permite efectuar los controles respectivos y simular la distribución de los caudales de todo el sistema de ventilación sea esto por efecto de -

proyectos de apertura de nuevas labores mineras, predecir los efectos producidos, determinar y diseñar nuevas labores de ventilación.

En la etapa II se ha analizado la alternativa de ventilación de Mina Catuva usando las labores del Nv.4380 Tinticocha.

6. DIAGNOSTICO DE LA VENTILACION

El diagnóstico de la ventilación ha sido realizado para cada mina teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Medidas de caudales y características físicas del aire.
- Elaboración de esquemas de ventilación adecuadas para cálculos de los parámetros usando informática, los cuales caracterizan la ventilación como: resistencia, depresión etc.
- Evaluación de los resultados en comparación con los caudales necesarios según legislación vigente y determinación de puntos críticos y medidas para su solución.

6.1. MINA CATUVA

En el momento de la realización del diagnóstico (Ene.1990) en la mina Catuva existían:

- 7 tajeos activos
- 2 labores de preparación y desarrollo

6.1.1. La tecnología usada en los tajeos corresponde al método de explotación por corte y relleno ascendente, empleando cuadrillas de 4 personas.

- Perforación usando Jack-legs
- Voladura usando dinamita con un factor de potencia 0.4 Kg/ton.
- Acarreo en general con scoops eléctricos de 2.5 yd³
- Transporte con teletrams de 15 tons. de capacidad marca Jarvis Clark con motores diesel de 185 HP.

Los trabajos de preparación y desarrollo se realizan con el personal y equipo siguiente:

- Cuadrillas de 4 personas
- Perforación Jumbo Boomer
- Cavo Drill Pneumático
- Voladura usando dinamita con factor de potencia 0.7 Kg/T.c.s.

..//

El caudal necesario en función del consumo de explosivo será:

$$Q_{\text{expl.}} = \frac{1.1 \times 100 \times 0.04 \times 6.4}{0.008 \times 60} = 587 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$Q_{\text{expl.}} = 9.8 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

En caso de ventilación por 2 hrs. el $Q_{\text{nec.}} = 294 \text{ m}^3/\text{min.}$ o sea $4.9 \text{ m}^3/\text{seg.}$

En los cálculos siguientes se tomará en cuenta el valor máximo; o sea

$$Q_{\text{exp.}} = 9.8 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Teniendo en cuenta los caudales parciales determinados para tajeos y labores de preparación y desarrollo, el caudal de aire fresco para la Mina Catuva será:

$$Q_{\text{nec}} = 7 \text{ tajeos} \times 9.8 + 2 \text{ LD} \times 7.9$$

$$Q_{\text{nec}} = 84.4 \text{ m}^3/\text{seg.} = 5,064 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Teniendo en cuenta la literatura mundial y la práctica y experiencia aplicada en la minería, el caudal total determinado por cálculo ha sido incrementado en un 7% siendo $Q_{\text{nec}} = 5400 \text{ m}^3/\text{min.} = 90 \text{ m}^3/\text{seg.}$

6.2. MINA ESPERANZA

En el momento de la realización del diagnóstico (Ene.1990) en la Mina Esperanza existían:

4 tajeos activos

3 labores de preparación y desarrollo

El túnel Gayco no está considerado como Mina Esperanza. Es un proyecto especial y como tal se presenta una alternativa de solución aparte. (Ver Cap.8)

6.2.1. La tecnología usada es:

En tajeos

- Cuadrillas de 4 personas

..//

- Acarreo scoops diesel de 3.5 yd³ con motores de 150 HP.

6.1.2. Caudales necesarios según legislación vigente

6.1.2.1. Caudal Necesario para la Mina CATUVA

a) Caudal necesario determinado teniendo en cuenta:

- El número máximo de personas/guardia 70 considerando los siguientes rubros:

(28 en tajeos, 8 labores desarrollo, 5 mecánicos electricistas, 4 entre operadores de scoops y teletrams, 4 muestreros, 2 cuneteros, 2 bodegueros, 6 de seguridad y control y 7 otros),

- Equipo Diesel :

2 scoops de 3.5 yd³ c/u de 150 HP

4 teletrams de 15 tons. c/u de 185 HP

$$Q(p + D) = 70 \times 6\text{m}^3/\text{minuto} + 2 \times 150 \times 3 + 4 \times 185 \times 3$$

$$Q(p + D) = 3,540\text{m}^3/\text{minuto} = 59\text{m}^3/\text{segundo}$$

b) Caudal necesario teniendo en cuenta el consumo de explosivo.

La mina ha considerado para su trabajo futuro el uso del ANFO en lugar de la dinamita.

Por esta razón en los cálculos del caudal necesario se ha considerado un incremento del 10% de aire fresco.

- Condiciones asumidas:

. Consumo de explosivo promedio/guardia teniendo en cuenta el consumo de 0.539 Kg/T.c.s.

. Producción diaria 1200 tons/dfa; o sea 600tons/guardia.

El consumo de explosivo por guardia es:

$$C = 600 \times 0.539 \text{ Kg/T.c.s.} = 323 \text{ Kg/disp.}$$

..//

El caudal necesario de aire fresco para diluir los gases producidos por la explosión de un disparo y ventilación de 60 minutos es:

$$Q_{\text{expl.}} = \frac{100 \times K_1 \times K_2 \times C}{0.008 \times t}$$

donde : $K_1 = 1.1$ corrección por el uso del ANFO

$K_2 = 0.04$ coeficiente

$C =$ consumo de explosivo = 323 Kg/disp.

$t =$ tiempo de ventilación. 60 minutos

$$Q_{\text{expl.}} = \frac{1.1 \times 100 \times 0.04 \times 323 \text{ Kg/disp.}}{0.008 \times 60}$$

$$Q_{\text{expl}} = 2,961 \text{ m}^3/\text{minuto}$$

En los siguientes cálculos se considera el valor máximo; o sea:

$$Q(p + D) = 3,540 \text{ m}^3/\text{min.}$$

6.1.2.2. Caudal Necesario para los Frentes de Trabajo

a) Labores de Desarrollo

Condiciones asumidas:

- Según 6.1.1.
- Sección de labor $A = 4 \times 4 \text{ m.} = 16 \text{ m}^2$
- Long. de taladros 2.5 mts.
- Eficiencia del avance 0.95
- Consumo de explosivo/disp.
 $C_d = 37 \times 2.5 \times 0.95 = 88 \text{ Kg/disp.}$
- Ventilación impelente

Caudal necesario en función de personal y potencia del equipo Diesel.

$$Q(p + D) = 4 \times 6 + 150 \times 3 = 474 \text{ m}^3/\text{m.} = 7.9 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{expl.}} = \frac{K_3}{t} \sqrt[3]{C \times A^2 \times \text{Im}^2}$$

..//

donde: $K_3 = 9$ para minas metalíferas

$C =$ consumo de explosivo 88 Kg/disp.

$A =$ área $16m^2$

$L_m =$ distancia a partir del cual los gases de disparo alcanzan una concentración admisible.

$$L_m = \frac{500 \times C \times K_4}{A}$$

donde: $K_4 = 0.5$

$$L_m = \frac{500 \times 88 \times 0.5}{16} = 1,375 \text{ m.}$$

En los cálculos que siguen se toma en cuenta que la longitud de las labores ciegas son de 400 mts. y por esta razón $L_m = 400$ mts.

$$Q_{\text{expl.}} = \frac{9}{60} \sqrt[3]{88 \times (16)^2 \times (400)^2}$$

$$Q_{\text{expl.}} = 230m^3/\text{min.} \text{ o sea } 3.8m^3/\text{seg.}$$

se toma en cuenta el valor máximo o sea

$$Q_{LD} = 474m^3/\text{min.}$$

b) En Tajeos

Las condiciones asumidas han sido mencionadas en el 6.1.1. teniendo en cuenta que los puntos de carguío están ubicados en el flujo de aire fresco que alimenta el tajeo, el cual sufrirá contaminación debido a la emanación de los gases de los teletrams Diesel.

En el cálculo de aire fresco para los tajeos; se ha considerado este aspecto de la polución producida.

$$Q(p + D) = 4 \times 6 + 185 \times 3 = 579m^3/\text{min.} = 9.7m^3/\text{seg.}$$

- Perforación con Jack Legs
- Voladura con dinamita 0.35 Kg/T.c.s.
- Acarreo con winchas
- Transporte con locomotoras eléctricas
- Producción 25 tons./día

En labores de preparación y desarrollo

- Cuadrillas de 4 personas
- Perforación con Jack Legs
- Voladura con dinamita 0.6 Kg/T.c.s.
- Acarreo winchas
- Avance por disparo 1.2 m/disp.
- Sección

6.2.2. Caudal Necesario

- a) Caudal necesario de la mina en función del personal

$$Q_p = 41 \times 6 = 246 \text{ m}^3/\text{m} = 4.1 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

- b) Caudal necesario de la mina en función del consumo de explosivo

$$C = 45 \text{ Kg/disp/guard.}$$

$$Q_{\text{expl.}} = \frac{1.1 \times 100 \times 0.04 \times 45}{0.008 \times 60} = 412 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$Q_{\text{expl}} = 6.9 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

En los siguientes cálculos se tomará en cuenta el valor máximo; o sea

$$Q_{\text{expl.}} = 6.9 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

- c) Caudal necesario en tajeos

$$Q_{\text{tj Prs.}} = 4 \text{ pers.} \times 6 \text{ m}^3/\text{min} = 24 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$Q_{\text{tj expl.}} = \frac{1.1 \times 100 \times 0.04 \times 9 \text{ Kg/disp.}}{0.008 \times 60} = 83 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Se toma en cuenta el valor máximo

$$Q_{\text{tj}} = 83 \text{ m}^3/\text{min.} = 1.4 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

N° RAMAL	DIRECC. FLUJO	NOMBRE LABOR	COD. REVEST.	COD. FORMA	DIMENSION LABOR			F.F.	PRESION BAROMETRICA	CAUDAL AIRE m ³ /min.	TEMP. °C	HUMEDAD RELAT. %	OBSERVAC.	CAUDAL ASUMIDO
					Secc.m ²	Perim.m.	Long.m.							
1	TIN -n27	cr 770 SW	18	01	14.85	14.39	2130	1.5	791	30	13	66		600
2	n27 - n28	cr 800 NW	18	01	14.85	14.39	440	1.5	791	estático	07	78		600
3	n28 - n32	Nv 380	19	04	5.28	9.20	100	1.8	791	6	07	78	50 + 51	200
4	n28 - n34	Nv 380	19	04	5.28	9.20	310	1.8	791	estático	07	78	49 + 52	200
5	n32 - n41	Alimak 3	09	03	2.20	6.00	110	1.2	791	estático	07	65	58 + 66	200
6	n33 - n43	Alimak 2	09	03	2.20	6.00	110	1.2	791	estático	07	65	56 + 64	200
7	n34 - n44	Alimak 1	09	03	2.20	6.00	110	1.2	791	estático	07	65	55 + 63	200
8	n41 - n43	Nv 490	18	01	3.27	6.9	230	1.8	791	estático	07	65	67 + 68	100
9	n43 - n44	Nv 490	18	01	3.27	6.9	150	1.8	791	estático	07	65		50
10	n41 - n45	Alimak 3-1	09	03	2.20	6.0	50	1.2	791	estático	07	67		100
11	n43 - n46	Alimak 2-1	09	03	2.20	6.0	50	1.2	791	estático	07	67		250
12	n44 - n47	Alimak 1-1	09	03	2.20	6.0	50	1.2	791	estático	07	67		250
13	n45 - n46	Nv 540	18	01	3.27	6.9	200	1.8	791	estático	07	67		50
14	n46 - n47	Nv 540	18	04	2.72	6.7	150	1.8	791	estático	07	67		50
15	n45 - n49	Alimak 3-2	09	03	2.20	6.0	40	1.2	791	estático	07	67		50
16	n46 - n50	Alimak 2-2	09	03	2.20	6.0	40	1.2	791	estático	07	67		250
17	n47 - n51	Alimak 1-2	09	03	2.20	6.0	40	1.2	791	estático	07	67		300
18	n49 - n50	Nv 580	18	01	3.99	8.1	200	1.8	791	estático	07	67		48
19	n50 - n51	Nv 580	18	04	1.44	5.2	150	1.8	791	estático	07	67		10
20	n49 - n52	Alimak 3-3	09	03	2.20	6.0	50	1.2	791	estático	07	67		2
21	n50 - n53	Alimak 2-3	09	03	2.20	6.0	50	1.2	791	estático	07	67		288
22	n51 - n63	Alimak 1-3	09	03	2.20	6.0	50	1.2	791	estático	07	67		310
23	n52 - n55	Nv 4630	18	01	3.99	8.1	500	1.8	791	estático	07	78	(85)	5
24	n52 - n53	Nv 4630	18	01	3.99	8.1	210	1.8	791	estático	07	78	(86)	3
25	n53 - n63	Nv 4630	18	01	3.99	8.1	150	1.8	791	estático	07	78	(87)	5

N° RAMAL	DIRECC. FLUJO	NOMBRE LABOR	COD. REVEST.	COD. FORMA	DIMENSION LABOR			CODA	F.P.	CAUDAL AIRE m ³ /min.	TEMP. °C	HUMEDAD RELAT.	OBSERVAC.	CAUDAL ASUMIDO
					Secc.m ²	Perim.m.	Long.m.							
26	n63 - n54	Nv. 4630	18	01	3.99	8.1	40	4630	1.8	estático	07	78	(88)	315
27	n53 - n64	Alimak 2-4	09	03	2.2	6.0	50	4630	1.2	estático	07	78	(89)	980
28	n54 - n62	Alimak 1-4	09	03	2.2	6.0	60	4630	1.2	estático	07	78	(90)	315
29	n53 - n56				2.2	6.0	120	4630	1.2	estático	07	78	(107)	01
30	BM - 56	Nv.630-NES	18	01	5.84	10.30	250	4630	1.6	estático	07	78	(91)	606
31	n56 - n57	Nv.630-NUES	18	01	5.84	7.8	640	4630	1.6	estático	07	78	(92) 1 Proy.	606
32	n57 - n58	Nv.630	18	01	5.84	7.8	60	4630	1.6	estático	07	78	(93) 2 Proy.	375
33	n58 - PY	P. Gayco	18	01	5.84	7.8	850	4630	1.6	estático	07	78	(94) 3 Proy.	375
34	n58 - n58A	ch - 500	18	03	2.25	6.0	60	4630	1.2	estático	07	78	(95) 4 Proy.	375
35	n57 - n59	ch - 590	18	03	2.25	6.0	60	4630	1.2	estático	07	78	(96) 5 Proy.	231
36	n58A-n59	N - 680	18	01	5.84	7.8	60	4630	1.6	estático	07	78	(A) 7 Proy.	375
37	n59 - n60	N - 680	18	01	2.52	6.4	550	4630	1.8	estático	07	78	(98) 8 Proy.	606
38	n60 - BM	N - 680	19	04	2.52	6.4	150	4630	1.8	"	07	78	(99)	606
39	n62- n61	Nv 680	19	04	2.52	6.4	50	4630	1.8	"	07	78	(101)	315
40	n61 - sup	ch Nv.-sup.	18	03	2.20	6.0	50	4630	1.2	"	07	78	(105)	315
41	n64 - n65	Nv. 680	19	04	2.52	6.4	250	4630	1.8	"	07	78	(103)	220
42	n65 - sup	ch - sup.	18	03	2.2	6.0	50	4630	1.2	"	07	78	(104)	280
43	n28 - n33	Nv. 380	19	04	5.28	9.20	100	4630	1.5	"	07	78		400

I N G E M M E T
INVESTIGACION MINERA
LIMA, 03/90

PARAMETROS DE CADA RAMAL

Tab#1 MINA
RAURA-ESPERANZA
ETAPA I-11

Cod.	Labor	Area	Perim.	Long.	Temp.		Factor	Caudal	Caudal
		M2	M	M	°C		Fricc. E-3	Asum. M3/MIN.	Medido M3/MIN
1	Cr.770SW	14.85	14.39	2130.00	13.00	---	1.5	600	
2	Cr.800NW	14.85	14.39	440.00	7.00	---	1.5	600	
3	Nv.380	5.28	9.20	100.00	7.00	---	1.8	200	
4	Nv.380	5.28	9.20	310.00	7.00	---	1.8	200	
5	Alimak3	2.20	6.00	110.00	7.00	---	1.2	200	
6	Alimak2	2.20	6.00	110.00	7.00	---	1.2	200	
7	Alimak1	2.20	6.00	110.00	7.00	---	1.2	200	
8	Nv.490	3.27	6.90	230.00	7.00	---	1.8	100	
9	Nv.490	3.27	6.90	150.00	7.00	---	1.8	50	
10	Alimak3.1	2.20	6.00	50.00	7.00	---	1.2	100	
11	Alimak2.1	2.20	6.00	50.00	7.00	---	1.2	250	
12	Alimak1.1	2.20	6.00	50.00	7.00	---	1.2	250	
13	Nv.540	3.27	6.90	200.00	7.00	---	1.8	50	
14	Nv.540	2.72	6.70	150.00	7.00	---	1.8	50	
15	Alimak3.2	2.20	6.00	40.00	7.00	---	1.2	50	
16	Alimak2.2	2.20	6.00	40.00	7.00	---	1.2	250	

LIMA, 03/90		PARAMETROS DE CADA RAMAL					ETAPA I-II		
Cod.	Labor	Area	Perim.	Long.	Temp.		Factor	Caudal	Caudal
		M2	M	M	°C		Fricc. E-3	Asum. M3/MIN.	Medido M3/MIN
17	Alimak1.2	2.20	6.00	40.00	7.00	---	1.2	300	
18	Nv.580	3.99	8.10	200.00	7.00	---	1.8	48	
19	Nv.580	1.44	5.20	150.00	7.00	---	1.8	10	
20	Alimak3.3	2.20	6.00	50.00	7.00	---	1.2	2	
21	Alimak2.3	2.20	6.00	50.00	7.00	---	1.2	288	
22	Alimak1.3	2.20	6.00	50.00	7.00	---	1.2	310	
23	Nv.4630	3.99	8.10	500.00	7.00	---	1.8	5	
24	Nv.4630	3.99	8.10	210.00	7.00	---	1.8	3	
25	Nv.4630	3.99	8.10	150.00	7.00	---	1.8	294	
26	Nv.4630	3.99	8.10	40.00	7.00	---	1.8	16	
27	Alimak2.4	2.20	6.00	60.00	7.00	---	1.2	579	
28	Alimak1.4	2.20	6.00	60.00	7.00	---	1.2	16	
29		2.20	6.00	120.00	7.00	---	1.8	1	
30	Nv4630-NES	5.84	10.30	250.00	7.00	---	1.6	606	
31	Nv4630-NES	5.84	7.80	640.00	7.00	---	1.6	606	
32	Nv.630	5.84	7.80	60.00	7.00	---	1.6	375	

LIMA, 03/90

PARAMETROS DE CADA RAMAL

ETAPA I-II

Cod.	Labor	Area M2	Perim. M	Long. M	Temp. °C		Factor Fricc. E-3	Caudal Asum. M3/MIN.	Caudal Medido M3/MIN
33	P.Gayco	5.84	7.80	850.00	7.00	---	1.6	375	
34	Ch-500	2.25	6.00	60.00	7.00	---	1.2	375	
35	Ch.590	2.25	6.00	60.00	7.00	---	1.2	231	
36	N-680	5.84	7.80	60.00	7.00	---	1.6	375	
37	N-680	2.52	6.40	550.00	7.00	---	1.8	606	
38	N.680	2.52	6.40	150.00	7.00	---	1.8	606	
39	Nv.680	2.52	6.40	50.00	7.00	---	1.8	16	
40	Ch.Nv.Sup	2.20	6.00	50.00	7.00	---	1.2	16	
41	Nv.680	2.52	6.40	250.00	7.00	---	1.8	579	
42	Ch.Sup.	2.20	6.00	50.00	7.00	---	1.2	579	
43	Nv.380	5.28	9.20	100.00	7.00	---	1.5	400	
44	0.00	0.00	0.00	0.00	---	0.0	0		

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA
03/90

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO

MINA
RAURA-ESPERANZA
ETAPA I-II

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
1	Cr.770SW	0.01404	600.0	1.40395	40.40
2	Cr.800NW	0.00290	600.0	0.29002	40.40
3	Nv.380	0.01125	226.0	0.15962	42.80
4	Nv.380	0.03488	169.7	0.27889	32.13
5	Alimak3	0.07438	226.0	1.05529	102.73
6	Alimak2	0.07438	204.3	0.86262	92.88
7	Alimak1	0.07438	169.7	0.59479	77.12
8	Nv.490	0.08170	23.0	0.01197	7.02
9	Nv.490	0.05328	27.3	0.01106	8.36
10	Alimak3.1	0.03381	203.0	0.38714	92.29
11	Alimak2.1	0.03381	200.0	0.37552	90.89
12	Alimak1.1	0.03381	197.0	0.36448	89.55
13	Nv.540	0.07104	4.2	0.00035	1.29
14	Nv.540	0.08989	0.6	0.00001	0.23
15	Alimak3.2	0.02705	198.8	0.29698	90.37

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA
03/90

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO

MINA
RAURA-ESPERANZA
ETAPA I-II

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
16	Alimak2.2	0.02705	203.6	0.31130	92.52
17	Alimak1.2	0.02705	197.6	0.29344	89.83
18	Nv.580	0.04591	33.9	0.01467	8.50
19	Nv.580	0.47020	-11.7	0.01785	8.12
20	Alimak3.3	0.03381	164.9	0.25537	74.95
21	Alimak2.3	0.03381	249.2	0.58304	113.26
22	Alimak1.3	0.03381	185.9	0.32469	84.52
23	Nv.4630	0.11476	5.0	0.00080	1.25
24	Nv.4630	0.04820	-159.9	0.34233	40.08
25	Nv.4630	0.03443	169.9	0.27619	42.59
26	Nv.4630	0.00918	16.0	0.00065	4.01
27	Alimak2.4	0.04057	579.0	3.77807	263.18
28	Alimak1.4	0.04057	16.0	0.00289	7.27
29		0.12171	1.0	0.00003	0.45

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA
03/90

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO

MINA
RAURA-ESPERANZA
ETAPA I-11

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
30	Nv4630-NES	0.02069	606.0	2.11009	103.77
31	Nv4630-NES	0.04010	606.0	4.09071	103.77
32	Nv.630	0.00376	375.0	0.14685	64.21
33	P.Gayco	0.05326	375.0	2.08044	64.21
34	Ch-500	0.03793	375.0	1.48148	166.67
35	Ch.590	0.03793	231.0	0.56216	102.67
36	N-680	0.00376	375.0	0.14685	64.21
37	N-680	0.39593	606.0	40.38837	240.48
38	N.680	0.10798	606.0	11.01501	240.48
39	Nv.680	0.03599	16.0	0.00256	6.35
40	Ch.Nv.Sup	0.03381	16.0	0.00240	7.27
41	Nv.680	0.17997	579.0	16.75890	229.76
42	Ch.Sup.	0.03381	579.0	3.14839	263.18
43	Nv.380	0.00938	374.0	0.36426	70.83

d) Caudal necesario en labores de desarrollo y preparación

$$Q_{LD \text{ pers.}} = 4 \text{ pers.} \times 6 \text{ m}^3/\text{min.} = 24 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$Q_{LD \text{ exp}} = K_3/t \sqrt[3]{C \times A^2 \times Lm^2}$$

$$Lm = \frac{500 \times 9 \times 0.5}{5} = 450 \text{ m.}$$

$$Q_{LD \text{ exp}} = \frac{9}{60} \sqrt[3]{9 \times (5)^2 \times (450)^2} = 54 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Se toma en cuenta el valor máximo o sea

$$Q_{LD} = 54 \text{ m}^3/\text{min.} = 0.9 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

6.3. MINA HADA

A la fecha de realización de las medidas de la ventilación

(Ene.90) en la mina existían:

3 tajeos activos

Labores de perforación y desarrollo

6.3.1. La tecnología usada

Es similar con la Mina Esperanza (Ver 6.2.1.)

6.3.2. Caudales necesarios

a) Caudal necesario de la mina en función del personal

$$Q_p = 20 \times 6 \text{ m}^3/\text{min.} = 120 \text{ m}^3/\text{min.}$$

b) Caudal necesario de la mina en función del consumo de explosivo

$$C = 37 \text{ Kg/disp/Guard.}$$

$$Q_{\text{expl}} = \frac{1.1 \times 100 \times 0.04 \times 37}{0.008 \times 60} = 339 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$Q_{\text{exp}} = 5.6 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

En los cálculos siguientes se tomará en cuenta el valor máximo

$$Q = 5.6 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

c) Caudal necesario en tajeos

$$Q_{tj \text{ pers.}} = 4 \text{ pers.} \times 6 \text{ m}^3/\text{min.} = 24 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$Q_{tj \text{ exp.}} = \frac{1.1 \times 100 \times 0.04 \times 9 \text{ Kg/disp.}}{0.008 \times 60} = 83 \text{ m}^3/\text{min.}$$

..//

Se toma en cuenta el valor máximo

$$Q_{tj} = 83\text{m}^3/\text{min} = 1.4\text{m}^3/\text{seg.}$$

- d) Caudal necesario o en labores de desarrollo y perforación son idénticos a la Mina Esperanza (Ver 6.2.2. d)

$$Q_{LD} = 54\text{m}^3/\text{min.} = 0.9\text{ m}^3/\text{seg.}$$

6.4. DESCRIPCION DEL ESQUEMA DE VENTILACION ACTUAL (ETAPA I)

6.4.1. Mina CATUVA

Los parámetros medidos para cada ramal son presentados en el cuadro 1 y tabla 1.

El esquema de la red de ventilación para esta etapa contiene:

- . 48 ramales
- . 26 ruedos
- . 9 mallas

a fin de asegurar el aire fresco necesario para :

- 7 tajeos de los cuales 5 son activos
- 2 labores de preparación y desarrollo

6.4.1.1. La Mina dispone un Ventilador Principal

Ubicado en la boca de salida del ramal #43, en una de las mediciones el ventilador estaba parado, y en otra medición estaba operando.

Otras cinco chimeneas realizan comunicación entre la mina y superficie con tiraje natural. El ingreso de aire fresco se realiza a través de 4 bocaminas como se indica:

- EM nivel 4630 - ramal # 1
- EM nivel 4700 - ramal # 32
- EM Roxana y Hada nivel 4630 ramal # 25
- EM Hidro Nv. 4590 - ramal # 39

La distribución del aire fresco y la ventilación de labores ciegas se realiza por medio de ventiladores auxiliares.

- 1 ventilador en ramal #31
- 1 ventilador en ramal #15
- 1 ventilador para labores de desarrollo Nv.4540.

El esquema de la red de ventilación en esta etapa I ha sido elaborado en función del esquema isométrico y actualizaciones efectuadas de las medidas de ventilación.

El esquema ha sido computarizado y es presentado como esquema 1.

Los valores calculados para este esquema son presentados en la Tabla #2. Los resultados corresponde a los flujos por efecto de la resistencia aerodinámica de cada ramal y del esquema en su conjunto. A fin de evaluar la eficiencia de los ventiladores auxiliares ha sido elaborada la tabla comparativa N°3.

- 6.4.1.2. El Abastecimiento de Aire Fresco en los frentes de operación a la fecha de las mediciones ha sido: Ver cuadro N° 3

1990

H-RAMAL	DIRECC FLUJO	NOMBRE LABOR	COD. REVEST	COD. FORMA	DIMENSION LABOR			COTA	PRESION BAROMET.	CAUDAL Aire m ³ /min	TEMP. °C	HUMEDAD RELAT. %	OBSERVACIONES
					Secc. m ²	Perim. m	Long. m.						
01	BM-630 Catuva N1	Cr-230 W	18	01	19.36	16.79	520		766	medida 920	05	84	Ingreso de superficie ventiladores apagados 12-01-90 9°42'
01	BM-630 Catuva N1	" "	18	01	19.36	16.79	520		766	1290	04	76	Ventiladores prendidos 13-01-90 9°30'
01	BM 630 Catuva N1	" "	18	01	19.36	16.79	520		766	1690	04	75	Cambio ubicación del ventilador 31-01-90 15°05'
02	N1 - N2	Nv.4630	18	01	11.70	13.18	73		766	899	07	84	
03	N1-RB 30	Nv.4630	18	01	10.66	12.54	110		766	207	05	84	Día 12-01-90 10°40' ventilador apagado
03	N1-RB 30	Nv.4630	18	01	10.66	12.54	110		766	140	04	80	Ventilador funcionando. 31-01-90 3°00'
04	N1 Fuga	Nv.4630	18	01	3.03	6.79	-		766	39	05	84	Fuga a superficie Tj 790
05	RB30- RB21	Nv.4630	18	01	11.70	13.18	-		766	30	05	84	Fuga por RB 31
06	RB30- N4	RB-30	17	02	1.13	03.77	75		766	140	05	84	Medido Nv. superior 13-01-90 90°10'
06	" "	RB-30	17	02	1.13	03.77	75		766	1550	04	82	Medido Nv. superior 31-01-90 2°90'
07	N1-sup	RB-5	17	02	1.77	04.71			766	207	07	78	Aire fresco fuga a sup.
08	N2-N5	Nv.4630	18	01	20.05	17.14	65		766	909	07	71	Aire va al Nv.630
09	N5-N6	Nv.4630	18	01	10.66	12.54	105		766	706	05	84	
10	N5-N7	Rampa (+)	18	01	15.56	14.96	85		765	204	07	71	Aire va a tajeos

1990

N- RAMAL	DIRECC FLUJO	NOMBRE LABOR	COD. REVEST	COD. FORMA	DIMENSION LABOR			COTA	PRESTON BAROMET.	CAUDAL Aire m ³ /min.	TEMP. °C	HUMEDAD RELAT. %	OBSERVACIONES
					Secc. m ²	Perim. m	Long. m.						
11	N7-N8	Rampa (+)	18	01	12.11	13.57	85		763	36	07	69	Aire va a tajeos
12	N7-N9	Tj 810-780	18	01	12.11	13.57	338		765	Estát.	07	69	Aire debe ir a tajeos horizontal.
13	N9-N11	Nv. 680	18	01	--	--	45		--	Estát.	07	69	Conexión 4680 Nv. 4700
14	N8-N10	Tj 905	18	01	12.11	13.56	205		763	36	07	69	
15	N2-N12	Rampa (-)	18	01	12.95	13.78	380		768	465	07	71	
16	N12-N13	Rampa (-)	18	01	12.64	13.52	45		770	209	07	75	Aire sube rampa (-) debe bajar.
17	N12-N14	Tj. 965	18	01	-	-	90		770	236	07	75	Aire llega al Nv. 4630.
18	N4-N13	Rampa (-)	18	01	18.36	16.32	504		771	216	13	76	
19	N15-N4	Rampa (-)	18	01	14.39	14.88	195		773	Estát.	07	78	Aire debe subir
19	N15-N4	Rampa (-)	18	01	14.39	14.88	195		773	94	06	78	Aire sube medido cuando entra aire por Nv. 590-Hidro
20	N15-N16	RB-31	17	02	1.13	03.77	90		773	Estát.	07	78	Tiende a subir, aire debe bajar.
20	N16-N15	RB-31	17	02	1.13	03.77	90		773	93	07	78	Medido cuando ingresa por Nv. 590 Hidro
21	N16-N17	Cr. 050	18	01	4.81	08.31	340		766	335	07	78	Aire de Hada a Catu va.
22	N17-N18	Cr. 210	18	01	8.14	10.82	530		765	273	06	78	Aire va a superficie aspirado por ventil.
23	N19-N17	Gal. 555 W	18	01	4.81	08.31	40		765	608	06	78	
24	N20-N19	Gal. 555 W	18	01	6.49	09.74	280		765	116	05	84	
25	N21-N20	Cr. 630SW	18	01	5.89	09.20	620		765	235	07	84	Aire fresco de superficie.

1990

N- RAMAL	DI RECC FLUJO	NOMBRE LABOR	COD. REVEST	COD. FORMA	DIMENSION LABOR			COTA	PRESTON BAROMET.	CAUDAL Aire m ³ /min.	TEMP. °C	HUMEDAD RELAT. %	OBSERVACIONES
					Secc. m ²	Perim. m	Long. m.						
26	N20-fu- ga Gianina	Cr. 630 N	18	01	5.89	09.20	5.8		765	105	07	84	Fuga a zona Gianina
27	N6-N22	Nv. 4530	18	01	10.66	12.54	170		766	720	05	84	
28	N22-sup	RB-1	17	02	1.13	03.77	150		753		04	92	Medido superficie
29	N22-N14	Nv. 4630	18	01	13.46	13.89	51		766	381	05	80	
30	N14-N18	Nv. 4630	18	01	12.37	13.54	50		766	980	11	69	Aspirado por ventilador a superficie.
31	RB-9- sup.	RB-9	17	02	1.13	03.77	120		766	950	--	--	Sale a superf. dist. vertical r=31
31	N18-pie RB9	Nv. 4630	18	01	12.37	13.54	170		766	950	--	--	Dist. horizontal r=31
32	BM-bolla N23	Nv. 4700	18	03	4.00	08.00	350		763	137	06	70	Ingresa aire de sup.
33	N23-RB 23	RB-23	17	02	1.13	03.77	60		753	130	04	92	Sale a superf. medido en superficie.
34	N10-N11	Nv. 4700	18	01	12.11	13.56	85		753	35	11	69	Sale a superficie.
35	N11-N24	Nv. 4700	18	01	12.11	13.56	100		763	38	10	68	
36	N24-sup	ch. 130	18	03	2.25	06.00	70		753	38	04	92	Sale a superficie Medido en superficie
37	BM-Hidro N25	Nv. 4590 Hidro	18	01	5.80	09.20	480		769	36	07	71	Sale el aire debe ingresar.
37	" " "	Nv. 4590 Hidro	18	01	5.80	09.20	480		769	208	04	92	Entra el aire de superficie.
37	" " "	Nv. 4590 Hidro	18	01	5.80	09.20	480		769	23	06	67	Entra aire de superficie.

1990

N- RAMAL	DIRECC FLUJO	HOMBRE LABOR	COD. REVEST	COD. FORMA	DIMENSION LABOR			COTA	PRESION BAROMET.	CAUDAL Aire m ³ /min.	TEMP. °C	HUMEDAD RELAT. %	OBSERVACIONES
					Secc. m ²	Perim. m	Long. m.						
37	BM-Hi- dro N25	Nv.4590 Hidro	18	01	5.80	09.20	480		769	580	02	93	Ingresa aire de super:
38	N25 Fu- ga.	Fuga Hada	18	01	5.00	08.47	S.D.		769	208	04	92	Fuga puerta abierta - 100% del aire que in- gresa Nv.4590.
38	N25 Fu- ga.	Fuga Hada	18	01	5.00	08.47	S.D.		769	Estati.	04	92	Pucita cerrada.
39	N25-N26	Cr.070 W	18	01	7.91	10.65	850		770	Estati.	04	92	Debe ingresar aire.
39	N25-N26	Cr.070 W	18	01	7.91	10.65	850		770	220	04	95	Puerta cerrada Nv.4590.
40	N26-Fu- ga.	Cr. 370 N	18	01	7.91	10.65	S.D.		770	20	04	90	Fuga aire tiende a es- tático.
41	N26-N19	Ch. 225	17	03	2.25	06.00	45		770	335	07	78	Sube del nivel 459 al Nv.4630.
41	N26-N19	Ch. 225	17	03	3.35	06.00	45		770	Estát.	08	80	Estático.
42	N26-Tj. 935	Gal.615 Nw	18	01	7.91	10.65	500		770	50	07	78	Aire va a Catuya Ramp (-)
43	N3-Sup.	RB 2	17	02	1.13	03.77	175		753	425	04	92	Tomado en superficie ventilador apagado co ventilador operacional
44	N16-N6	Cr. 050	18	01	4.81	08.31	05		766	Estat.	07	78	
45	N7 - N9	Tj. 780	18	03	2.25	06.00	60		765	Estat.	07	69	
46	N8-N10	Tj. 905	18	03	2.25	6.00	60		765	36	11	69	
47	N23-N24	Nv.4700	18	03	0.4	8.00	50		763	Estat.	06	70	

I N G E M M E T
 INVESTIGACION MINERA
 LIMA, 03/90

Tab#1

MINA
 RAURA-CATUVA
 ETAPA I

PARAMETROS DE CADA RAMAL

Cod.	Labor	Area M2	Perim. M	Long. M	Temp. °C		Factor Fricc. E-3	Caudal Asum. M3/MIN.	Caudal Medido M3/MIN
1	Cr.230W	19.36	16.79	520.00	5.00	---	1.5	1568	1690
2	Nv.4630	11.70	13.18	73.00	7.00	---	1.8	982	899
3	Nv.4630	10.66	12.54	110.00	5.00	---	1.8	340	140
4	Nv.4630	3.03	6.79	32.00	5.00	---	1.5	39	39
5	Nv.4630	11.70	13.18	32.00	5.00	---	1.8	30	30
6	Rb-30	1.13	3.77	75.00	5.00	---	1.8	310	140
7	Rb-5	1.77	4.71	270.00	7.00	---	1.5	207	207
8	Nv.4630	20.05	17.14	65.00	7.00	---	1.5	703	909
9	Nv.4630	10.66	12.54	105.00	5.00	---	1.5	626	706
10	Rampa(+)	15.56	14.96	85.00	7.00	---	1.5	77	204
11	Rampa(+)	12.11	13.57	85.00	7.00	---	2.0	72	36
12	Tj810-	12.11	13.57	338.00	7.00	---	2.0	3	0
13	Nv.680	2.25	6.00	45.00	7.00	---	1.5	5	0
14	Tj-905	12.11	13.56	205.00	7.00	---	1.8	36	36
15	Rampa(-)	12.95	13.78	380.00	7.00	---	1.5	279	465
16	Rampa(-)	12.64	13.52	45.00	11.00	---	1.5	209	209

LIMA, 03/90		PARAMETROS DE CADA RAMAL					ETAPA I		
Cod.	Labor	Area	Perim.	Long.	Temp.		Factor Fricc. E-3	Caudal Asum. M3/MIN.	Caudal Medido M3/MIN
		M2	M	M	°C				
17	Tj 965	2.25	6.00	90.00	11.00	---	1.8	70	236
18	Rampa(-)	18.36	16.32	504.00	13.00	---	1.8	216	216
19	Nv-4540	14.39	14.88	195.00	7.00	---	2.0	94	0
20	Rb-31	1.13	3.77	90.00	7.00	---	1.5	94	0
21	Cr-050	4.81	8.31	340.00	7.00	---	1.8	335	335
22	Cr-210	8.14	10.82	530.00	6.00	---	1.8	273	273
23	Gal555W	4.81	8.31	40.00	6.00	---	2.0	608	608
24	Gal555W	6.49	9.74	280.00	5.00	---	2.0	273	116
25	Cr360SW	5.89	9.20	620.00	7.00	---	1.2	273	235
26	CR630N	5.89	9.20	30.00	7.00	---	2.0	10	105
27	Nv.4630	10.66	12.54	170.00	5.00	---	2.0	1055	720
28	Rb - 1	1.13	3.77	150.00	4.00	---	2.0	160	10
29	Nv4630	13.46	13.89	51.00	5.00	---	2.0	895	381
30	Nv4630	12.37	13.54	50.00	11.00	---	1.5	965	980
31	Nv4630	12.37	13.54	170.00	120.00	---	1.5	1238	950
32	Balilla	4.00	8.00	350.00	6.00	---	1.5	137	137

LIMA, 03/90		PARAMETROS DE CADA RAMAL					ETAPA I		
Cod.	Labor	Area	Perim.	Long.	Temp.		Factor	Caudal	Caudal
		M2	M	M	°C		Fricc. E-3	Asum. M3/MIN.	Medido M3/MIN
33	Rb - 23	1.13	3.37	60.00	4.00	---	1.5	132	130
34	Nv-4700	12.11	13.56	85.00	11.00	---	1.5	72	35
35	Nv-4700	12.11	13.56	100.00	10.00	---	1.5	77	38
36	Ch-130	2.25	6.00	70.00	4.00	---	2.0	82	38
37	Nv-4590	5.80	9.20	480.00	7.00	---	2.0	150	208
38	Fuga-Hada	5.00	8.47	30.00	4.00	---	1.5	10	208
39	Cr-070W	7.91	10.65	850.00	4.00	---	2.0	335	220
40	Cr-370N	7.91	10.65	30.00	4.00	---	2.0	10	20
41	Ch.225	2.25	6.00	45.00	7.00	---	1.8	335	335
42	Gal.615	7.91	10.65	500.00	7.00	---	1.8	100	50
43	RB-2	1.13	3.77	175.00	13.00	---	1.5	425	90
44	Cr-050	4.81	3.31	5.00	7.00	---	0.8	429	0
45	Tj-780	2.25	6.00	60.00	7.00	---	2.0	2	0
46	Tj-905-2	2.25	6.00	60.00	11.00	---	2.0	36	36
47	Nv.4700	0.40	8.00	50.00	6.00	---	1.5	10	0
48	RSUP-RB9	1.13	3.77	120.00	6.00	---	2.0	1238	950

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO

MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA I

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
1	Cr.230W	0.00180	1568.0	1.23259	80.99
2	Nv.4630	0.00108	1211.2	0.44062	103.52
3	Nv.4630	0.00205	110.8	0.00699	10.40
4	Nv.4630	0.01172	39.0	0.00495	12.87
5	Nv.4630	0.00047	30.0	0.00012	2.56
6	Rb-30	0.35273	80.8	0.64002	71.52
7	Rb-5	0.34400	207.0	4.09444	116.95
8	Nv.4630	0.00021	703.6	0.02851	35.09
9	Nv.4630	0.00163	626.6	0.17783	58.78
10	Rampa(+)	0.00051	77.0	0.00083	4.95
11	Rampa(+)	0.00130	57.9	0.00121	4.78
12	Tj810-	0.00517	14.8	0.00032	1.22
13	Nv.680	0.03556	19.1	0.00359	8.48
14	Tj-905	0.00282	47.8	0.00179	3.95
15	Rampa(-)	0.00362	507.6	0.25882	39.19

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO

MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA I

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
16	Rampa(-)	0.00045	346.7	0.01509	27.43
17	Tj 965	0.08533	160.9	0.61341	71.50
18	Rampa(-)	0.00239	78.3	0.00407	4.26
19	Nv-4540	0.00195	2.5	0.00000	0.18
20	Rb-31	0.35273	2.5	0.00062	2.23
21	Cr-050	0.04570	157.6	0.31528	32.76
22	Cr-210	0.01914	450.4	1.07847	55.33
23	Gal555W	0.00597	608.0	0.61342	126.40
24	Gal555W	0.01995	273.0	0.41308	42.06
25	Cr360SW	0.03350	273.0	0.69349	46.35
26	CR630N	0.00270	10.0	0.00008	1.70
27	Nv.4630	0.00352	786.7	0.60513	73.80
28	Rb - 1	0.78384	160.0	5.57397	141.59
29	Nv4630	0.00058	626.7	0.06339	46.56

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO

MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA I

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
30	Nv4630	0.00054	787.6	0.09244	63.67
31	Nv4630	0.00182	1238.0	0.77658	100.08
32	Balilla	0.06562	137.0	0.34214	34.25
33	Rb - 23	0.21020	132.0	1.01738	116.81
34	Nv-4700	0.00097	57.9	0.00091	4.78
35	Nv-4700	0.00115	77.0	0.00189	6.36
36	Ch-130	0.07374	82.0	0.13774	36.44
37	Nv-4590	0.04527	150.0	0.28291	25.86
38	Fuga-Hada	0.00305	10.0	0.00008	2.00
39	Cr-070W	0.03658	335.0	1.14040	42.35
40	Cr-370N	0.00129	10.0	0.00004	1.26
41	Ch.225	0.04267	335.0	1.33007	148.89
42	Gal.615	0.01937	100.0	0.05380	12.64
43	RB-2	0.68586	425.0	34.41206	376.11

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
44	Cr-050	0.00030	160.1	0.00213	33.29
45	Tj-780	0.06321	4.2	0.00032	1.88
46	Tj-905-2	0.06321	10.1	0.00179	4.49
47	Nv.4700	9.37500	10.0	0.26042	25.00
48	RSUP-RB9	0.62707	1238.0	266.96609	1095.57

TABLA COMPARATIVA PARA EVALUAR LA EFICIENCIA
DE VENTILADORES AUXILIARES

ETAPA I

COD #	LABOR	CAUDAL OBSERV. M3/Min	CAUDAL CALCULADO M3/Min	DIFERE.	CAUDAL V. NOMINAL M3/Min	EFICIENC. DEL VENT. %
1	Cr. 230W	1690.0	1568.0	122.0		
2	Nv. 4630	899.0	1211.2	-312.2		
3	Nv. 4630	140.0	110.8	29.2		
4	Nv. 4630	39.0	39.0	0.0		
5	Nv. 4630	30.0	30.0	0.0		
6	Rb-30	140.0	80.8	59.2		
7	Rb-5	207.0	207.0	0.0		
8	Nv. 4630	909.0	703.6	205.4		
9	Nv. 4630	706.0	626.6	79.4		
10	Rampa(+)	204.0	77.0	127.0		
11	Rampa(+)	36.0	57.9	-21.9		
12	Tj810-	0.0	14.8	-14.8		
13	Nv. 680	0.0	19.1	-19.1		
14	Tj-905	36.0	47.8	-11.8		
15	Rampa(-)	465.0	507.6	-42.6		
16	Rampa(-)	209.0	346.7	-137.7		
17	Tj 965	236.0	160.9	75.1		
18	Rampa(-)	216.0	78.3	137.7		
19	Nv-4540	0.0	2.5	-2.5		
20	Rb-31	0.0	2.5	-2.5		
21	Cr-050	335.0	157.6	177.4		
22	Cr-210	273.0	450.4	-177.4		
23	Gal555W	608.0	608.0	0.0		
24	Gal555W	116.0	273.0	-157.0		
25	Cr360SW	235.0	273.0	-38.0		
26	CR630N	105.0	10.0	95.0		

INGEMMET
MINERIAMINA
RAURA CATUVATABLA COMPARATIVA PARA EVALUAR LA EFICIENCIA
DE VENTILADORES AUXILIARES

I ETAPA

COD #	LABOR	CAUDAL OBSERV. M3/Min	CAUDAL CALCULADO M3/Min	DIFERE.	CAUDAL V. NOMINAL M3/Min	EFICIENC. DEL VENT. %
27	Nv.4630	720.0	786.7	-66.7		
28	Rb - 1	10.0	160.0	-150.0		
29	Nv4630	381.0	626.7	-245.7		
30	Nv4630	980.0	787.6	192.4		
31	Nv4630	950.0	1238.0	-288.0		
32	Balilla	137.0	137.0	0.0		
33	Rb - 23	130.0	132.0	-2.0		
34	Nv-4700	35.0	57.9	-22.9		
35	Nv-4700	38.0	77.0	-39.0		
36	Ch-130	38.0	82.0	-44.0		
37	Nv-4590	208.0	150.0	58.0		
38	Fuga-Hada	208.0	10.0	198.0		
39	Cr-070W	220.0	335.0	-115.0		
40	Cr-370N	20.0	10.0	10.0		
41	Ch.225	335.0	335.0	0.0		
42	Gal.615	50.0	100.0	-50.0		
43	RB-2	90.0	425.0	-335.0		
44	Cr-050	0.0	160.1	-160.1		
45	Tj-780	0.0	4.2	-4.2		
46	Tj-905-2	36.0	10.1	25.9		
47	Nv.4700	0.0	10.0	-10.0		
48	RSUP-RB9	950.0	1238.0	-288.0		

CUADRO N° 3

LABOR	N° RAMAL	CAUDAL MEDIDO m ³ /min.	CAUDAL NECESARIO m ³ /min.	g
Tajeo 810	12	14.8	(*) 294	5.0
Tajeo 780	45	4.2	(*) 294	1.4
Tajeo 905	14	47.8	(*) 294	16.2
Tajeo 905 - 2	46	10.1	(*) 294	3.4
Tajeo 965	17	236	587	40.2
Tajeo 535	parado			
Tajeo 990	parado			
Lalor Des.Niv.4540	19	2.5	474	0.5
Rampa (-)	15	507.6	555	91.5
Rampa (-)	18	78.3	555	14.1
Mina CATUVA	Total Mina	2,313	3,540	65.3

..//

(*) Para los tajeos encima del nivel 4630 la ventilación para evacuar los gases tóxicos, producidos por la voladura se considera de 2hrs., motivo por el cual el caudal necesario de $587 \text{ m}^3/\text{min.}$ calculado ha sido dividido por 2.

De la evaluación del cuadro #3 se destacan las siguientes observaciones:

a) La mina obtiene por los 4 ingresos de aire fresco un caudal total de $2313 \text{ m}^3/\text{min.}$ que representa - 65.3% del caudal total necesario, que indica insuficiente abastecimiento de aire fresco.

Se debe indicar que la distribución del aire fresco es sumamente deficiente.

b) Los tajeos encima del nivel 4630 (tajeo 810, 780, 965, 905-2) tienen un abastecimiento de aire fresco sometido al tiraje natural que en algunos momentos no asegura el caudal necesario. Eso significa que será necesario de asegurar ventilación mecánica por la chimenea 130 y cerrar el acceso de aire fresco en el ramal 47.

c) El tajeo 965 está asegurado con 40.2% de aire fresco; en la etapa II serán indicadas las medidas para llegar al caudal necesario.

d) Las labores de desarrollo y preparación en el Nv. 4540 han sido desabastecidas en aire fresco a la toma de mediciones, pero el personal no ha sido evacuado. Debe mencionar que la ventilación imperante de los frentes ciegos es muy deficitario porque las mangas están en un estado inadmisibles con roturas y con interrupción de la continuidad y el ventilador no tiene un regimen de operación

- ..//
- e) Porque en la rampa negativa se realiza la extracción del mineral y esteril por teletrams Diesel - de 185 HP en el cuadro #3 ha sido hecho en comparación del caudal necesario con el caudal de aire medido, que indica también un deficiente abastecimiento de aire fresco.
- f) Diversas fugas de aire fresco y corto disminuyen la eficiencia de la ventilación.

6.4.1.3. En conclusión las mediciones efectuadas han confirmado que la Mina Catuva no está asegurada - adecuadamente con aire fresco y la distribución del aire fresco en los frentes de trabajo es - peor. En la etapa II la ventilación ha sido diseñado un esquema de ventilación que asegurar para cada frente de trabajo el aire fresco necesario según la legislación vigente.

Debe mencionarse que la falta de planos topográficos y plano isométrico actualizados el hecho que no se conozca las características técnicas (caudal y depresión) de la ventiladora y el régimen de funcionamiento de esas es arbitrario; ha dificultado la evaluación y la elaboración de los esquemas de ventilación.

De la evaluación computarizada de la Etapa I - resulta que la resistencia aerodinámica de las labores mineras en su conjunto tienen un valor de $R_C = 0.384$ Kilomurgues.

El orificio equivalente de la mina en la Etapa I es :

$$A_1 = \frac{0.38}{R_C} = 0.61m^2$$

Por lo tanto la ventilación de la Mina CATUVA - es considerado difícil. Cabe mencionar que la resistencia aerodinámica de las labores mineras han sido corregidas considerando el factor (fc)=

$$\frac{0.73}{1.203} = 0.61$$

Este factor corresponde a la relación de la densidad del aire al nivel 4630 y al nivel del mar.

7. ESQUEMA DE VENTILACION DE LA MINA CATUVA

ETAPA II

7.1. Objetivo

Asegurar aire fresco para los siguientes frentes:

- 4 tajeos encima de Nv.4630
- 2 tajeos entre Nv.4590 y 4630
- 3 tajeos entre Nv. 4540 - 4580
- 2 labores de desarrollo y preparación Nv.4540

Teniendo en cuenta el orificio equivalente muy bajo de $A=0.61m^2$, la Mina Catuva se puede considerar como una mina difícil de ventilar por su resistencia aerodinámica alta. Por eso es recomendable hacer circuitos de ventilación independientes.

La ventilación de la Mina ha sido prevista por 3 circuitos (Tabla 1, 2 y 3), ver esquema Etapa II de Ventilación como sigue :

7.1.1. CIRCUITO I

Asegurar la ventilación de los tajeos encima del Nv. 4630 por:

- Ingreso de aire fresco por la Bocamina Catuva Nv.4630, distribución del aire a partir de la rampa (+) por chimeneas y accesos a los tajeos, salida del aire usado por nivel de cabeza Nv.4580 y chimenea 130 a la superficie.
- Una puerta de ventilación (P1) debe ser instalada en la galería de cabeza Balilla Nv.4700 entre Boca Mina y Chimenea 130. (Se recomienda más cerca de chimenea 130, ver esquema II).
- Para evitar el efecto del tiraje natural (inversión de sentido del flujo de aire), un ventilador V-7 debe ser

..//

instalado en superficie en la boca de la chimenea.

7.1.2. CIRCUITO II

Asegurar el aire fresco para tajeo 965 (ramal-17) y en caso de necesidad para un segundo tajeo por:

- Ingreso de aire fresco por la rampa (-) al Nv.4590, luego ingreso del aire por ramal 17 al tajeo.

El aire usado del tajeo sale por nudo 14 hacia la galería del Nv.4630 siguiendo un crucero y luego por el R.B.Q. - 9 hasta la superficie y por ramal 29 y R.B.-2.

Se recomienda la instalación de un ventilador V-10 en la salida del tajeo 965. (Ver esquema Etapa II).

A fin de asegurar el caudal necesario para el circuito I por la rampa (+) y el caudal necesario para el circuito para el circuito II por la rampa (-) para ello ha sido previsto la instalación de una puerta de ventilación P2. (Ver esquema Etapa II)

7.1.3. CIRCUITO III

Abastece con aire fresco los 3 tajeos, labores de desarrollo y preparatorias (2) ubicados entre los niveles 4540 y 4580 (nueva zona de explotación).

Para este circuito han sido elaborados dos alternativas de ventilación :

CIRCUITO III-A

Con el siguiente flujo de aire fresco :

- Ingresó por la B.M. Catuva Nv.4630, rampa (-) RB. 30 y RB 31 hasta el Nv.4540, donde el aire se distribuye en 3 tajeos (por nudos 31,32 y 33) y labores de desarrollo y preparación.

- Los tajeos serán ventilados por las galerías de acceso entre la galería de Nv.4540 y tajeo (1,2, y 3) y

s de la

galería de cabeza Nv.4580.

- El aire usado será colectado por la galería del Nv. 4580 y evacuado por el RB-1 con un ventilador instalado en la boca del RB-1 en la superficie.
- Para evitar la contaminación del flujo de aire fresco de la rampa (-) una puerta (P3) debe ser instalada en la galería de acceso Nv. 4580 entre la rampa (-) y galería de nivel (entre nudos 37 y 30).

CIRCUITO III-B

En principio corresponde con el circuito III-A, pero al flujo de aire fresco en el nivel 4540 se añadirá - un flujo de aire complementario de aire fresco proveniente de la Boca Mina Tinquicocha (Nv.4380) por RB. de drenaje de 147 mts.

Se debe mencionar que en caso de evacuación del aire usado proveniente de los tajeos y labores de avance - entre niveles 4540 y 4580 por la chimenea de drenaje y galería Tinquicocha, la Mina Esperanza y el Tunel Tinquicocha serán contaminados por el aire usado de la Mina Catuva. Por esta razón la Ventilación de la Mina Catuva debe tener una salida con resistencia aerodinámica más reducida (salida que evita la mezcla con aire fresco). Concretamente esta salida se puede realizar por RB-1.

La evaluación de la eficiencia de cada circuito de ventilación y las características técnicas de los ventiladores necesarios son presentados en el siguiente capítulo.

7.2. Etapa II - CATUVA

7.2.1. CIRCUITO I

Caudal Necesario

Los caudales necesarios para un tajeo han sido calculados según 6.1.2.1.

Teniendo en cuenta las recomendaciones de la literatura técnica y la práctica de los medios se considera un 20% más de caudal.

Con el fin de asegurar la distribución correcta para ventilar las labores más alejadas entre nudos 8 y 10 - se recomienda instalar un orificio regulador a la salida de los dos tajeos, en la galería del Nv.4700 Balilla. Todas las zonas que posibilitan la fuga de aire en el circuito I deben ser taponeados (tajeos antiguos, chimeneas etc.) herméticamente. Sin esta medida los cálculos de ventilación no funcionan. El Ventilador principal V-7 será instalado en la salida de superficie según esquema recomendado.

CARACTERISTICAS TECNICAS DE VENTILADORES

CARACTERISTICAS TECNICAS NOMINALES					
UBICACION	CODIGO	CAUDAL m ³ /min	DEPRESION EN mm COL.H ₂ O	POT.MOT. en kW.	OBSERV
Superf. 4750 Ch. 130	V-7	1400	120	40	

7.2.2. CIRCUITO II

Caudal Necesario

$$Q_{nec.II} = 1.2 \times 2 \text{ taj.} \times \frac{587}{2} = 700 \text{ m}^3/\text{min.}$$

Para asegurar la distribución de aire fresco en que ingresa por la Eoca Mina-Catuva (4630) se instalará una puerta de ventilación (P2) entre los nudos N5 y N6. Con

el fin de regularizar el caudal necesario en el tajeo 965, se recomienda instalar a la salida un ventilador (V-10).

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL VENTILADOR

CARACTERISTICAS TECNICAS NOMINALES					
UBICACION	CODIGO	CAUDAL m ³ /min.	DEPRESION EN mm. COL. H ₂ O	POT. MOT. EL. KW	OBSERV.
Salida de Tajeo 965	V-10	700	120	20	

7.2.3. CIRCUITO III-A

Caudal Necesario

Q_{nec.} III-A $1.2 \times (4 \text{ taj.} \times \frac{587}{2} + 2LP \times 474) = 3,300 \text{ m}^3/\text{min.}$

La distribución de aire fresco en los tajeos se asegura por medio de la instalación de ventiladores en la salida de las chimeneas en los cruceros del Nv.4580 entre los nudos 34,35 y 36. Para evitar la mezcla del aire usado con el aire fresco que baja por la rampa (-) negativa se recomienda:

- Instalar una puerta (P3) en la galería de acceso entre la rampa (-) y galería de cabeza Nv.4580 (entre nudos 36 y 37).
- En la superficie RB-1 debe instalar un ventilador (V-8) según esquema (Fig.3)

El aire fresco para el Circuito III-A se asegura por :

Ramal 6 (RB-30)	360m ³ /min
Ramal 18 (Rampa -)	1740 m ³ /min
Ramal 20 (RB 31)	1200 m ³ /min
total .	<u>3300 m³/min</u>

..//

De esta manera el nivel 4540 dispondrá de aire fresco necesario para los 3 tajeos y 2 labores de desarrollo. La salida del aire usado de los tajeos es previsto por chimeneas ubicadas al fondo de los tajeos entre el Nv. 4540 y 4580. En el Nv.4580 se instalaron los ventiladores V-11, V-12, y V-13 en las respectivas bocas de chimeneas. El aire usado es colectado por la galería de cabeza nivel 4580 hasta la chimenea (ch.925) de donde en el Nv. 4590 por intermedio de una chimenea inclinada (Proyectada) se asegura la comunicación con RB.1 hasta la superficie. La chimenea 925 y la chimenea inclinada (proyectada) ramal 57 debe tener una sección libre de $2.2 \times 2.2 = 4.84 \text{ m}^2$.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos por el procesamiento computarizado, resulta como medida obligatoria el agrandamiento de la sección RB-1 entre la superficie y la comunicación de la chimenea inclinada (120 m.) a una sección libre de $2.2 \times 2.2 = 4.84 \text{ m}^2$.

Por esta medida se reduce la potencia requerida del ventilador V-8 en más de 6 veces

En la evaluación del Circuito III-A se han tomado en cuenta las medidas antes consideradas.

Para asegurar el caudal necesario de $3300 \text{ m}^3/\text{min.}$ del circuito III-A y la distribución del aire fresco en los frentes, se han previsto las siguientes medidas:

- a) Instalar compuertas P3 y P4 según el esquema de ventilación Raura-Catuva Etapa II.
- b) Instalar tajeos en el Nv.4590 en el RB.1 y en el RB de drenaje nudo 41.
- c) Instalar ventiladores en:

..//

- . Boca inferior de RB.31
Nv.4540
- . Boca superior V-14 de las chimeneas ramales 52,53,54
al Nv.4580
- . En la superficie de RB.1 (ref.) V-8

- d) Realizar una galería de cabeza 4580 y los cruceros correspondientes.
- e) Realizar la chimenea inclinada entre el Nv.4590 (nudo 38) y RB.1 (nudo 39).
- f) Agrandar la sección de RB.1 ($4.84m^2$)

Las labores de desarrollo y preparatorias del Nv.4540 serán ventilados según el esquema *indicado* para el Tunel - Gayco galería de cabeza 4680 (labores ciegas de 400 mts. - de longitud).

El caudal necesario asegura al mismo tiempo la ventilación de los puntos de carguío.

Se insiste con la recomendación 6.3.1. de cerrar todas las zonas que posibilitan la fuga de aire por tapones permanentes.

Si no se cumple con esta recomendación no funcionará ningún circuito de ventilación.

7.2.4. CIRCUITO III-B

Caudal Necesario

Qnec. III-B = $3,300 m^3/min.$

En esta alternativa, los ventiladores que sirven para la ventilación de tajeos y labores ciegas se mantienen los mismos del circuito III-A. El ventilador principal (V-8) será redimensionado, teniendo en cuenta un ligero aumento de caudal, pero un importante incremento de la depresión 100% con el fin de superar la alta depre-

..//

sión del tiraje natural de este circuito.

En este caso el aire fresco complementario disminuirá el caudal en la rampa y en RB.31 . Ha sido considerado una disminución de $600 \text{ m}^3/\text{min}$. al ventilador V-14 que significa un caudal constante de aire fresco proveniente de Tinquicocha de $600 \text{ m}^3/\text{min}$.

No es recomendable la implementación de la alternativa III-B.

7.3. Determinación de las Características Técnicas de los Ventiladores para Etapa II - Mina Catuva

Las características técnicas de los ventiladores recomendados en el esquema correspondiente a la Etapa II de Mina Catuva han sido calculados teniendo en cuenta:

- . El caudal requerido según el estudio
- . La depresión en mm. de columna de H_2O que resulta de la evaluación computarizada de las redes de ventilación y la depresión necesaria para anular el efecto negativo del tiraje natural.

CARACTERISTICAS DE VENTILADORES

UBICACION	CALIDAD DE AIRE	COD. VET.	CAUDAL m ³ /min.	DEPRESION mm.H ₂ O	POT MOTOR EN K W
Superficie salida ramal 36 (Ch-130) Circuito D	A.U. (aire usado)	V-7	1400	120	40
Salida de Tajeo 965 ramal 17 Nv. 4630 (Circuito II)	A.U. " "	V-10	700	120	20
Boca inferior de RB-31 al Nv.4540 (Circuito III)	A.U. " "	V-14	1200	150	42
Salida por Ch. y Cr. Nv. 4580 ramal 152 Tj. y lab.prep.	A.U. " "	V-13	1300	150	46
En caso de RB -Ø 1.5m. Vent. será necesario	A.U. " "	-	1300	100	30
Salida por Ch. y Cr. ramal 53 Nv.4580 Tj.	A.U. " "	V-12	700	100	16
Salida por Ch. y Cr. ramal 54 Nv. 4580 Tj. y lab.prep.	A.U. " "	V-11	1300	150	46
Superf. salida ramal 60 (RB.1) verificado (Circ. III-A)	A.U. " "	V-8	3300	150	120

En caso que RB-1 no sea ampliado, el ventilador resulta varias veces de mayor potencia que no se puede tomar en cuenta.

I N G E M M E T
INVESTIGACION MINERA
LIMA, 04/90

PARAMETROS DE CADA RAMAL

Tab# 7 MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA II

Cod.	Labor	Area	Perim.	Long.	Temp.	Factor Fricc. E-3	Caudal	Vent.
		M2	M	M	°C		Asum. M3/MIN.	M3/MIN
1	Cr.230W	19.36	16.79	520.00	5.00	---	1.5	4200
2	Nv.4630	11.70	13.18	73.00	7.00	---	1.8	3200
3	Nv.4630	10.66	12.54	110.00	5.00	---	1.8	1000
6	RB - 30	1.13	3.77	75.00	5.00	---	1.8	1000
8	Nv.4630	20.05	17.14	65.00	7.00	---	1.5	1400
9	Nv.4630	10.66	12.54	105.00	5.00	---	1.5	10
10	Rampa(+)	15.56	14.96	85.00	7.00	---	1.5	1400
11	Rampa(+)	12.11	13.57	85.00	7.00	---	2.0	600
12	Tj810-	12.11	13.57	338.00	7.00	---	2.0	300
13	Nv.680	12.11	6.00	45.00	7.00	---	1.5	800
14	Tj-905	12.11	13.56	205.00	7.00	---	1.8	200
15	Rampa(-)	12.95	13.78	380.00	7.00	---	1.5	1800
16	Rampa(-)	12.64	13.52	45.00	11.00	---	1.5	1100
17	Tj 965	2.25	6.00	90.00	11.00	---	1.8	700 V-10(700)
18	Rampa(-)	18.36	16.32	504.00	13.00	---	1.8	1100
19	Nv-4540	14.39	14.88	195.00	7.00	---	2.0	2100

LIMA, 04/90		PARAMETROS DE CADA RAMAL					ETAPA II		
Cod.	Labor	Area	Perim.	Long.	Temp.		Factor	Caudal	Vent.
		M2	M	M	°C		Fricc. E-3	Asum. M3/MIN.	M3/MIN
20	RB - 31	1.13	3.77	90.00	7.00	---	1.5	1200	V-14(1200)
21	Cr-050	4.81	8.31	340.00	7.00	---	1.8	1260	
22	Cr-210	8.14	10.82	530.00	6.00	---	1.8	50	
23	Gal555W	4.81	8.31	40.00	6.00	---	1.5	1310	
24	Gal555W	6.49	9.74	280.00	5.00	---	1.8	800	
27	Nv.4630	10.66	12.54	170.00	5.00	---	1.8	60	
28	RB - 1	1.13	3.77	150.00	4.00	---	2.0	40	
29	Nv4630	13.46	13.89	51.00	5.00	---	2.0	20	
30	Nv4630	12.37	13.54	50.00	11.00	---	1.2	720	
31	Nv4630	12.37	13.54	170.00	15.00	---	1.5	770	
34	Nv-4700	12.11	13.56	85.00	11.00	---	2.0	600	
35	Nv-4700	12.11	13.56	100.00	10.00	---	2.0	1400	
36	Ch-130	2.25	6.00	70.00	4.00	---	2.0	1400	V-7(1400)
37	Nv-4590	5.80	9.20	480.00	7.00	---	1.5	510	
41	Ch.225	2.25	6.00	45.00	7.00	---	1.5	510	
44	Cr-050	4.81	8.31	5.00	7.00	---	0.8	60	

LIMA, 04/90

PARAMETROS DE CADA RAMAL

ETAPA II

Cod.	Labor	Area M2	Perim. M	Long. M	Temp. °C		Factor Fricc. E-3	Caudal Asum. M3/MIN.	Vent M3/MIN
45	Tj-780	2.25	6.00	60.00	7.00	---	2.0	500	
46	Tj-905-2	2.25	6.00	60.00	11.00	---	1.5	400	
48	RSUP-RB9	1.13	3.77	120.00	6.00	---	1.5	770	
49	Nv-540	13.46	13.89	50.00	4.00	---	2.0	800	
50	Nv-540	13.46	12.89	50.00	5.00	---	2.0	800	
51	Nv-540	13.46	12.89	40.00	5.00	---	2.0	100	
52	RB - n1	1.13	3.77	60.00	11.00	---	1.8	1300	V-13(1300)
53	RB - n2	1.13	3.77	60.00	11.00	---	1.8	700	V-12(700)
54	RB - n3	1.13	3.77	60.00	11.00	---	1.8	1300	V-11(1300)
55	Nv-580	13.46	12.89	50.00	10.00	---	2.0	1300	
56	Nv-580	13.46	12.89	50.00	10.00	---	2.0	2000	
57	Ch-Incl	4.84	8.80	50.00	8.00	---	1.8	3300	
58	Ch-935	4.84	8.80	8.00	10.00	---	2.0	3300	
59	Nv-590	13.46	12.89	130.00	8.00	---	1.8	3300	
60	RB-1	1.13	3.77	120.00	10.00	---	2.0	3300	V-8(3300)
61	Nv-540	13.46	12.89	20.00	10.00	---	2.0	1300	

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA

MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA II

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO
- SIN FACTOR DE CORRECCION -

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
1	Cr.230W	0.00180	4200.0	8.84352	216.94
2	Nv.4630	0.00108	3839.6	4.42821	328.17
3	Nv.4630	0.00205	360.4	0.07394	33.81
6	RB - 30	0.35273	360.4	12.72467	318.92
8	Nv.4630	0.00021	1400.0	0.11288	69.83
9	Nv.4630	0.00163	10.0	0.00005	0.94
10	Rampa(+)	0.00051	1400.0	0.27566	89.97
11	Rampa(+)	0.00130	637.4	0.14658	52.63
12	Tj810-	0.00517	597.0	0.51141	49.30
13	Nv.680	0.00023	762.6	0.03684	62.98
14	Tj-905	0.00282	506.6	0.20083	41.83
15	Rampa(-)	0.00362	2439.6	5.97941	188.39
16	Rampa(-)	0.00045	1739.6	0.37988	137.63
17	Tj 965	0.08533	700.0	11.61481	311.11
18	Rampa(-)	0.00239	1739.6	2.01101	94.75

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA

MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA II

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO
- SIN FACTOR DE CORRECCION

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
19	Nv-4540	0.00195	2100.0	2.38573	145.93
20	RB - 31	0.35273	1200.0	141.09120	1061.95
21	Cr-050	0.04570	1260.0	20.15375	261.95
22	Cr-210	0.01914	50.0	0.01329	6.14
23	Gal555W	0.00448	1310.0	2.13578	272.35
24	Gal555W	0.01796	868.5	3.76288	133.83
27	Nv.4630	0.00317	60.0	0.00317	5.63
28	RB - 1	0.78384	354.0	27.28004	313.24
29	Nv4630	0.00058	-294.0	0.01395	21.84
30	Nv4630	0.00043	406.0	0.01966	32.82
31	Nv4630	0.00182	456.0	0.10538	36.87
34	Nv-4700	0.00130	637.4	0.14647	52.63
35	Nv-4700	0.00153	1400.0	0.83140	115.61
36	Ch-130	0.07374	1400.0	40.14998	622.22

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA

MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA II

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO
SIN FACTOR DE CORRECCION

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
37	Nv-4590	0.03395	441.5	1.83797	76.12
41	Ch.225	0.03556	441.5	1.92491	196.21
44	Cr-050	0.00030	60.0	0.00030	12.47
45	Tj-780	0.06321	165.6	0.48158	73.61
46	Tj-905-2	0.04741	130.8	0.22527	58.13
48	RSUP-RB9	0.47030	456.0	27.16894	403.57
49	Nv-540	0.00057	800.0	0.10126	59.44
50	Nv-540	0.00053	800.0	0.09397	59.44
51	Nv-540	0.00042	100.0	0.00117	7.43
52	RB - n1	0.28218	1300.0	132.46890	1150.44
53	RB - n2	0.28218	700.0	38.40815	619.47
54	RB - n3	0.28218	1300.0	132.46890	1150.44
55	Nv-580	0.00053	1300.0	0.24814	96.58
56	Nv-580	0.00053	2000.0	0.58732	148.59

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA

MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA II

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO
SIN FACTOR DE CORRECCION

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
57	Ch-Incl	0.00699	3300.0	21.13073	681.82
58	Ch-935	0.00124	3300.0	3.75657	681.82
59	Nv-590	0.00124	3300.0	3.74161	245.17
60	RB-1	0.62707	3300.0	1896.89197	2920.35
61	Nv-540	0.00021	1300.0	0.09926	96.58

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA

MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA 11

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO
CON FACTOR DE CORRECCION $f=0.61$

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M ³ /Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
1	Cr.230W	0.00110	4200.0	5.39455	216.94
2	Nv.4630	0.00066	3839.6	2.70121	328.17
3	Nv.4630	0.00125	360.4	0.04511	33.81
6	RB - 30	0.21516	360.4	7.76205	318.92
8	Nv.4630	0.00013	1400.0	0.06886	69.83
9	Nv.4630	0.00099	10.0	0.00003	0.94
10	Rampa(+)	0.00031	1400.0	0.16815	89.97
11	Rampa(+)	0.00079	637.4	0.08941	52.63
12	Tj810-	0.00315	597.0	0.31196	49.30
13	Nv.680	0.00014	762.6	0.02247	62.98
14	Tj-905	0.00172	506.6	0.12251	41.83
15	Rampa(-)	0.00221	2439.6	3.64744	188.39
16	Rampa(-)	0.00028	1739.6	0.23173	137.63
17	Tj 965	0.05205	700.0	7.08503	311.11
18	Rampa(-)	0.00146	1739.6	1.22672	94.75

INGENMET
INVESTIGACION MINERA

MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA II

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO
CON FACTOR DE CORRECCION $f_c = 0.81$

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
19	Nv-4540	0.00119	2100.0	1.45530	145.93
20	RB - 31	0.21516	1200.0	86.06564	1061.95
21	Cr-050	0.02788	1260.0	12.29379	261.95
22	Cr-210	0.01167	50.0	0.00811	6.14
23	Gal555W	0.00273	1310.0	1.30283	272.35
24	Gal555W	0.01095	868.5	2.29536	133.83
27	Nv.4630	0.00193	60.0	0.00193	5.63
28	RB - 1	0.47814	354.0	16.64083	313.24
29	Nv4630	0.00035	-294.0	0.00851	21.84
30	Nv4630	0.00026	406.0	0.01199	32.82
31	Nv4630	0.00111	456.0	0.06428	36.87
34	Nv-4700	0.00079	637.4	0.08935	52.63
35	Nv-4700	0.00093	1400.0	0.50716	115.61
36	Ch-130	0.04498	1400.0	24.49149	622.22

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO
CON FACTOR DE CORRECCION $f_c = 0.91$

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
37	Nv-4590	0.02071	441.5	1.12116	76.12
41	Ch. 225	0.02169	441.5	1.17420	196.21
44	Cr-050	0.00018	60.0	0.00018	12.47
45	Tj-780	0.03856	165.6	0.29376	73.61
46	Tj-905-2	0.02892	130.8	0.13742	58.13
48	RSUP-RB9	0.28689	456.0	16.57305	403.57
49	Nv-540	0.00035	800.0	0.06177	59.44
50	Nv-540	0.00032	800.0	0.05732	59.44
51	Nv-540	0.00026	100.0	0.00072	7.43
52	RB - n1	0.17213	1300.0	80.80603	1150.44
53	RB - n2	0.17213	700.0	23.42897	619.47
54	RB - n3	0.17213	1300.0	80.80603	1150.44
55	Nv-580	0.00032	1300.0	0.15137	96.58
56	Nv-580	0.00032	2000.0	0.35827	148.59

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA

MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA II

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO
CON FACTOR DE CORRECCION $f_c = 0.61$

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M ³ /Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
57	Ch-Incl	0.00426	3300.0	12.88975	681.82
58	Ch-935	0.00076	3300.0	2.29151	681.82
59	Nv-590	0.00075	3300.0	2.28238	245.17
60	RB-1	0.38251	3300.0	21157.10413	2920.35
61	Nv-540	0.00013	1300.0	0.06055	96.58

PARAMETROS DE CADA RAMAL

Cod.	Labor	Area M2	Perim. M	Long. M	Temp. °C		Factor Fricc. E-3	Caudal Asum. M3/MIN.	Vent M3/MIN
1	Cr.230W	19.36	16.79	520.00	5.00	---	1.5	4200	
2	Nv.4630	11.70	13.18	73.00	7.00	---	1.8	3200	
3	Nv.4630	10.66	12.54	110.00	5.00	---	1.8	1000	
6	RB - 30	1.13	3.77	75.00	5.00	---	1.8	1000	
8	Nv.4630	20.05	17.14	65.00	7.00	---	1.5	1400	
9	Nv.4630	10.66	12.54	105.00	5.00	---	1.5	10	
10	Rampa(+)	15.56	14.96	85.00	7.00	---	1.5	1400	
11	Rampa(+)	12.11	13.57	85.00	7.00	---	2.0	600	
12	Tj810-	12.11	13.57	338.00	7.00	---	2.0	300	
13	Nv.680	12.11	6.00	45.00	7.00	---	1.5	800	
14	Tj-905	12.11	13.56	205.00	7.00	---	1.8	200	
15	Rampa(-)	12.95	13.78	380.00	7.00	---	1.5	1800	
16	Rampa(-)	12.64	13.52	45.00	11.00	---	1.5	1100	
17	Tj 965	2.25	6.00	90.00	11.00	---	1.8	700	V-10(700)
18	Rampa(-)	18.36	16.32	504.00	13.00	---	1.8	1100	
19	Nv-4540	14.39	14.88	195.00	7.00	---	2.0	2100	

LIMA, 01/90

PARAMETROS DE CADA RAMAL

ETAPA II

Cod.	Labor	Area	Perim.	Long.	Temp.		Factor	Caudal	Vent.
		M2	M	M	°C		Fricc. E-3	Asum. M3/MIN.	M3/MIN
20	RB - 31	1.13	3.77	90.00	7.00	---	1.5	1200	V-14(1200)
21	Cr-050	4.81	8.31	340.00	7.00	---	1.8	1260	
22	Cr-210	8.14	10.82	530.00	6.00	---	1.8	50	
23	Gal555W	4.81	8.31	40.00	6.00	---	1.5	1310	
24	Gal555W	6.49	9.74	280.00	5.00	---	1.8	800	
27	Nv.4630	10.66	12.54	170.00	5.00	---	1.8	60	
28	RB - 1	1.13	3.77	150.00	4.00	---	2.0	40	
29	Nv4630	13.46	13.89	51.00	5.00	---	2.0	20	
30	Nv4630	12.37	13.54	50.00	11.00	---	1.2	720	
31	Nv4630	12.37	13.54	170.00	15.00	---	1.5	770	
34	Nv-4700	12.11	13.56	85.00	11.00	---	2.0	600	
35	Nv-4700	12.11	13.56	100.00	10.00	---	2.0	1400	
36	Ch-130	2.25	6.00	70.00	4.00	---	2.0	1400	V-7(1400)
37	Nv-4590	5.80	9.20	480.00	7.00	---	1.5	510	
41	Ch.225	2.25	6.00	45.00	7.00	---	1.5	510	
44	Cr-050	4.81	8.31	5.00	7.00	---	0.8	60	

LIMA, 01/90		PARAMETROS DE CADA RAMAL					ETAPA II		
Cod.	Labor	Area	Perim.	Long.	Temp.	Factor Fricc. E-3	Caudal Asum. M3/MIN.	Vent M3/MIN	
		M2	M	M	°C				
45	Tj-780	2.25	6.00	60.00	7.00	---	2.0	500	
46	Tj-905-2	2.25	6.00	60.00	11.00	---	1.5	400	
48	RSUP-RB9	1.13	3.77	120.00	6.00	---	1.5	770	
49	Nv-540	13.46	13.89	50.00	4.00	---	2.0	800	
50	Nv-540	13.46	12.89	50.00	5.00	---	2.0	800	
51	Nv-540	13.46	12.89	40.00	5.00	---	2.0	100	
52	RB - n1	1.13	3.77	60.00	11.00	---	1.8	1300	V-13(1300)
53	RB - n2	1.13	3.77	60.00	11.00	---	1.8	700	V-12(700)
54	RB - n3	1.13	3.77	60.00	11.00	---	1.8	1300	V-11(1300)
55	Nv-580	13.46	12.89	50.00	10.00	---	2.0	1300	
56	Nv-580	13.46	12.89	50.00	10.00	---	2.0	2000	
57	Ch-Incl	4.84	8.80	50.00	8.00	---	1.8	3300	
58	Ch-935	4.84	8.80	8.00	10.00	---	2.0	3300	
59	Nv-590	13.46	12.89	130.00	8.00	---	1.8	3300	
60	RB-1Rect.	4.84	8.80	120.00	10.00	---	2.0	3300	V-8(3300)
61	Nv-540	13.46	12.89	20.00	10.00	---	2.0	1300	

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO

MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA 11

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
1	Cr.230W	0.00180	4200.0	8.84352	216.94
2	Nv.4630	0.00108	3839.6	4.42821	328.17
3	Nv.4630	0.00205	360.4	0.07394	33.81
6	RB - 30	0.35273	360.4	12.72467	318.92
8	Nv.4630	0.00021	1400.0	0.11288	69.83
9	Nv.4630	0.00163	10.0	0.00005	0.94
10	Rampa(+)	0.00051	1400.0	0.27566	89.97
11	Rampa(+)	0.00130	637.4	0.14658	52.63
12	Tj810-	0.00517	597.0	0.51141	49.30
13	Nv.680	0.00023	762.6	0.03684	62.98
14	Tj-905	0.00282	506.6	0.20083	41.83
15	Rampa(-)	0.00362	2439.6	5.97941	188.39
16	Rampa(-)	0.00045	1739.6	0.37988	137.63
17	Tj 965	0.08533	700.0	11.61481	311.11
18	Rampa(-)	0.00239	1739.6	2.01101	94.75

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO

MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA II

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
19	Nv-4540	0.00195	2100.0	2.38573	145.93
20	RB - 31	0.35273	1200.0	141.09120	1061.95
21	Cr-050	0.04570	1260.0	20.15375	261.95
22	Cr-210	0.01914	50.0	0.01329	6.14
23	Gal555W	0.00448	1310.0	2.13578	272.35
24	Gal555W	0.01796	868.5	3.76288	133.83
27	Nv.4630	0.00317	60.0	0.00317	5.63
28	RB - 1	0.78384	354.0	27.28004	313.24
29	Nv4630	0.00058	-294.0	0.01395	21.84
30	Nv4630	0.00043	406.0	0.01966	32.82
31	Nv4630	0.00182	456.0	0.10538	36.87
34	Nv-4700	0.00130	637.4	0.14647	52.63
35	Nv-4700	0.00153	1400.0	0.83140	115.61
36	Ch-130	0.07374	1400.0	40.14998	622.22

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO

MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA II

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
57	Ch-Incl	0.00699	3300.0	21.13073	681.82
58	Ch-935	0.00124	3300.0	3.75657	681.82
59	Nv-590	0.00124	3300.0	3.74161	245.17
60	RB-1Rect.	0.01863	3300.0	56.34861	681.82
61	Nv-540	0.00021	1300.0	0.09926	96.58

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA

MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA II

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO

CON FACTOR DE CORRECCION = 0.61

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
1	Cr. 230W	0.00110	4200.0	5.39455	216.94
2	Nv. 4630	0.00066	3839.6	2.70121	328.17
3	Nv. 4630	0.00125	360.4	0.04511	33.81
6	RB - 30	0.21516	360.4	7.76205	318.92
8	Nv. 4630	0.00013	1400.0	0.06886	69.83
9	Nv. 4630	0.00099	10.0	0.00003	0.94
10	Rampa(+)	0.00031	1400.0	0.16815	89.97
11	Rampa(+)	0.00079	637.4	0.08941	52.63
12	Tj810-	0.00315	597.0	0.31196	49.30
13	Nv. 680	0.00014	762.6	0.02247	62.98
14	Tj-905	0.00172	506.6	0.12251	41.83
15	Rampa(-)	0.00221	2439.6	3.64744	188.39
16	Rampa(-)	0.00028	1739.6	0.23173	137.63
17	Tj 965	0.05205	700.0	7.08503	311.11
18	Rampa(-)	0.00146	1739.6	1.22672	94.75

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO

MINA
RAURA-CATUVA
ETAPA II

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
19	Nv-4540	0.00119	2100.0	1.45530	145.93
20	RB - 31	0.21516	1200.0	86.06564	1061.95
21	Cr-050	0.02788	1260.0	12.29379	261.95
22	Cr-210	0.01167	50.0	0.00811	6.14
23	Gal555W	0.00273	1310.0	1.30283	272.35
24	Gal555W	0.01095	868.5	2.29536	133.83
27	Nv.4630	0.00193	60.0	0.00193	5.63
28	RB - 1	0.47814	354.0	16.64083	313.24
29	Nv4630	0.00035	-294.0	0.00851	21.84
30	Nv4630	0.00026	406.0	0.01199	32.82
31	Nv4630	0.00111	456.0	0.06428	36.87
34	Nv-4700	0.00079	637.4	0.08935	52.63
35	Nv-4700	0.00093	1400.0	0.50716	115.61
36	Ch-130	0.04498	1400.0	24.49149	622.22

INGEMMET
INVESTIGACION MINERA

VALORES CALCULADOS DEL ESTUDIO

MINA
RAURA-CATUYA
ETAPA II

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
37	Nv-4590	0.02071	441.5	1.12116	76.12
41	Ch.225	0.02169	441.5	1.17420	196.21
44	Cr-050	0.00018	60.0	0.00018	12.47
45	Tj-780	0.03856	165.6	0.29376	73.61
46	Tj-905-2	0.02892	130.8	0.13742	58.13
48	RSUP-RB9	0.28689	456.0	16.57305	403.57
49	Nv-540	0.00035	800.0	0.06177	59.44
50	Nv-540	0.00032	800.0	0.05732	59.44
51	Nv-540	0.00026	100.0	0.00072	7.43
52	RB - n1	0.17213	1300.0	80.80603	1150.44
53	RB - n2	0.17213	700.0	23.42897	619.47
54	RB - n3	0.17213	1300.0	80.80603	1150.44
55	Nv-580	0.00032	1300.0	0.15137	96.58
56	Nv-580	0.00032	2000.0	0.35827	148.59

COD	LABOR	RESISTENCIA K.Murge	CAUDAL CALCULADO M3/Min.	CAIDA DE PRESION mmAgua	VELOCIDAD M/Min
57	Ch-Incl	0.00426	3300.0	12.88975	681.82
58	Ch-935	0.00076	3300.0	2.29151	681.82
59	Nv-590	0.00075	3300.0	2.28238	245.17
60	RB-1Rect.	0.01136	3300.0	34.37265	681.82
61	Nv-540	0.00013	1300.0	0.06055	96.58

VENTILACION PARA LAS LABORES PRINCIPALES DE DESARROLLO

DEL PROYECTO GAYCO - 1990

COMPAÑIA MINERA RAURA

8.1 SITUACION ACTUAL (FEBRERO 1990)

Según el planeamiento Mina, el programa de desarrollo previstos por Cía. Minera Raura considera la construcción de la galería 630 - W para cortar el cuerpo mineralizado GAYCO, el cual tendrá una longitud total de unos 1,300 metros, de este total hasta el mes de Febrero de 1990 se tiene avanzados 890 metros contados a partir de la chimenea Ch - 590 hasta el tope de labor. Existe una segunda chimenea (Ch 500) construida a una distancia de 60 metros de la primera. Las dos chimeneas tienen comunicación con el Nv 4680. Además las citadas chimeneas tienen 60 metros de altura cada una.

Por otro lado en el nivel 4680, la galería de desarrollo, a la fecha tiene un avance de 30 metros contados a partir de la chimenea Ch - 500.

Las labores de desarrollo principales antes mencionadas se realizan con sección de 5.84 m^2 sin sostenimiento.

La ventilación esta asegurada por un ventilador de 90HP ubicados entre las dos chimeneas por mangas de 600mm. de diámetro. Las mediciones efectuadas indican un bajo caudal en los frentes de avance.

Las labores de desarrollo se realizan por:

- Perforación con Jack Leg
- Carguío con Pala Neumática con vagonetas de 0.5 m^3
- Transporte con locomotora de baterias
- Voladura con dinamita Dinazol usando 10 Kg.disp.

8.2. OBJETIVO DEL PRESENTE PROYECTO DE VENTILACION

El presente proyecto de ventilación define la solución adecuada para asegurar el aire fresco en los frentes de las galerías de desarrollo según la Legislación Peruana vigente para:

- 1300 m. de galería de desarrollo nivel 4630 ciego a partir de la chimenea ch. 590; y
- 500 m. para galería de desarrollo nivel 4680.

La tecnología de trabajo se mantiene.

La sección de las galerías es 5.84 m^2 .

El ingreso de aire fresco se realizará por la Boca de Mina nivel 4630 hasta chimenea ch. 590 y la salida de aire usado por la Boca de Mina nivel 4680.

Las labores serán aisladas de la red de galerías de la Mina "Esperanza".

8.3. ESQUEMA DE VENTILACION RECOMENDADA

El esquema de ventilación recomendada es en principio el siguiente:

- a. Asegurar un circuito de ventilación primaria entre Boca de Mina nivel 4630 "Esperanza", chimenea ch. 590 y salida por nivel 4680. Este circuito principal debe asegurar el caudal necesario para las dos labores de desarrollo ciegos por un ventilador aspirante ubicado en la Boca de Mina nivel 4680.
- b. La ventilación de la galería de desarrollo del nivel 4630 se realizará por tres ventiladores de los cuales un ventilador estará ubicado en el circuito de aire fresco en el punto medio entre las chimeneas ch. 590 y ch.500 con mangas hasta el frente de trabajo. Teniendo en cuenta la longitud de 1300 m., un segundo ventilador en serie con el primero será necesario ubicarlo a 450mts. del otro y un tercero a 420 mts. del ventilador 2. La ventilación es impelente para aire fresco. El aire usado sale por la galería

..//

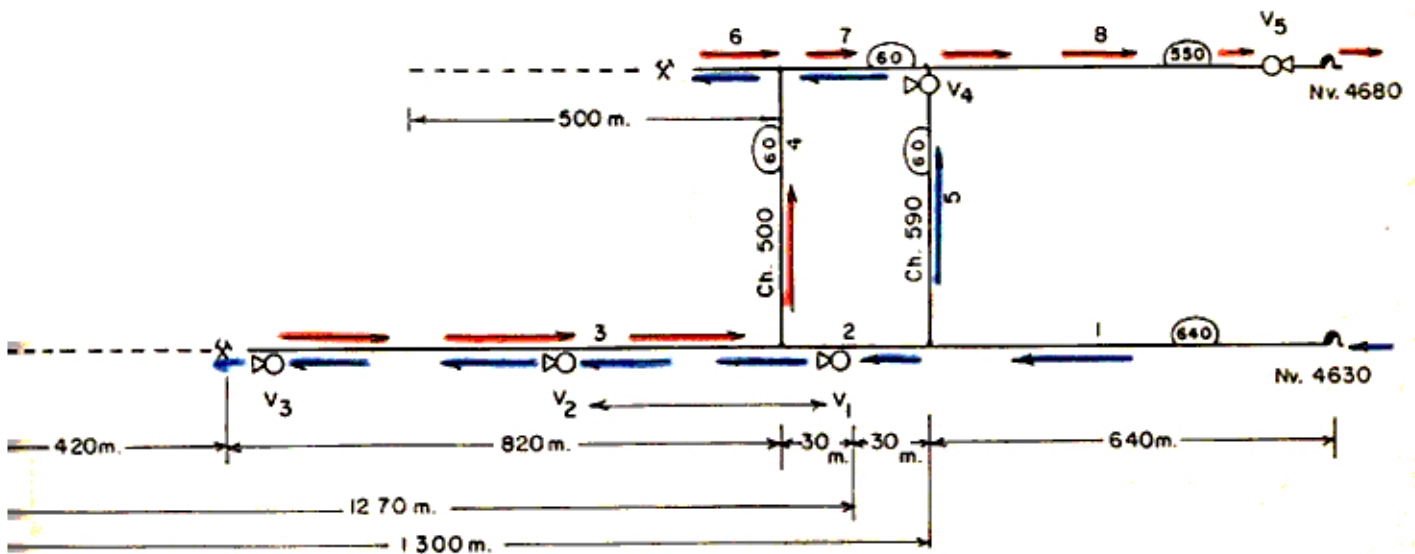
hasta la chimenea ch. 500.

Esta chimenea debido al ventilador principal del 4680 está sometida a depresión que facilitará la salida del aire usado.

- c. La ventilación de la galería de desarrollo nivel 4680 se realizará por un ventilador ubicado en la Boca de la chimenea ch. 590 (tapando toda la sección de esta chimenea) con mangas de 600 - mm. de diámetro hasta el frente de trabajo. La ventilación es impelente para el aire fresco y el aire usado debido al efecto de la ventilación impelente y depresión del ventilador ubicado en nivel 4680 sale por la galería nivel 4680.

El esquema de ventilación es el siguiente:

ESQUEMA DE VENTILACION PARA LABORES DE DESARROLLO PRINCIPALES GAYCO



8.4. CARACTERISTICAS DE LAS LABORES DE DESARROLLO

Ramal	Labor Minera	Longitud		Sección m ²	Perímetro m.	Observaciones
		Proyecto	Existente en Feb 90'			
1	Gal. Nv. 4630	640	640	5.84	7.8	Sin sostenim.
2	Gal. entre chimeneas	60	60	5.84	7.8	Sin sostenim.
3	Gal. 620 W Nv. 4630	1300	850	5.84	7.8	Sin sostenim.
4	ch. 500	60	60	2.25	6	Sin sostenim.
5	ch. 590	60	60	2.25	6	Sin sostenim.
6	Gal. desarrollo Nv. 4680	500	30	5.84	7.8	Sin sostenim.
7	Gal. entre chimeneas Nv. 4680	60	60	5.84	7.8	Sin sostenim.
8	Gal. Nv. 4680	550	550	2.52	6.4	Sost. con cuadros de madera.

8.5. CAUDALES NECESARIOS EN LOS FRENTES

El caudal necesario para las galerías de desarrollo de 5.84m² ha sido determinado en función de personal y explosivo.

- a. Caudal necesario en Función de Personal

$$Q_{nec.p.} = 6 \text{ pers.} \times 6 \text{ m}^3/\text{min} = 36 \text{ m}^3/\text{min} = 0.6 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

- b. Caudal necesario en Función de Consumo de Explosivo

Ha sido calculado en función de fórmula

$$Q_{nec.exp.} = \frac{K1}{t} \sqrt[3]{C \times A^2 \times L \text{ m}^2}$$

donde :

K_1 = coeficiente = 9 para minas metalíferas

t = tiempo necesario de ventilación para dilución de gases (entre disparo e ingreso de personal). Consideramos 30 min.

C = cantidad de explosivo por disparo = 10Kg/disp.

A = Sección = 5.84 m²

L_m = Distancia a partir de la cual los gases tóxicos de la explosión alcanzarán una concentración admisible.

$$L_m = \frac{500 \times C}{A} \times K_2$$

donde :

K_2 = coeficiente = 0.5 (minas metalíferas)

$$L_m = \frac{500 \times 10}{5.84} \times 0.5 = 428 \text{ m.}$$

$$Q_{\text{nec.exp.}} = \frac{9 \times}{30} \sqrt[3]{10 \times 5.84^2 \times 428^2}$$

$$Q_{\text{nec.exp.}} = 0.3 \times 397 = 117 \text{ m}^3/\text{min} \quad 2 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

En los cálculos de ventilación se ha tomado el valor más alto, o sea 2 m³/seg.

8.6. CALCULO DE PERDIDA DE AIRE POR FUGAS EN EMPALMES

$$p = \left(\frac{1/3 \times K_3 \times d \times L \times R}{m} + 1 \right)^2$$

donde:

K_3 = Coeficiente de permeabilidad por empalme = 0.0025

d = Diámetro de la manga = 0.6 m.

L = Longitud total de la manga = 1,250 m.

R = Resistencia será dinámica de un tramo de 1m. $R = 73$

m = Longitud del tramo = 15 m.

$$p = \left(\frac{1/3 \times 0.0025 \times 0.6 \times 1250 \times 73}{15} + 1 \right)^2$$

$$p = (1.35)^2 = 1.82$$

8.7. CARACTERISTICAS DE LOS VENTILADORES PARA LA GALERIA DE DESARROLLO Nv. 4630

CAUDAL :

$$Q_{\text{vent.1}} = P \times Q_{\text{nec.exp.}} = 1.82 \times 2$$

$$Q_{\text{vent.1}} = 3.64 \text{ m}^3/\text{seg.} = 218 \text{ m}^3/\text{min}$$

DEPRESION :

$$h = R_t \times Q_{\text{vent.1}} \times Q_{\text{nec.exp.}}$$

donde :

R_t = Resistencia total aero-dinámica de la manga

$$R_t = R \times L$$

$$R_t = 73 \times 1250 =$$

$$R_t = 91,250 \text{ murges} = 91.2 \text{ Klmurges}$$

$$h = 91.2 \times 3.64 \times 2$$

$$h = 665 \text{ mm. de col.H}_2\text{O}$$

teniendo en cuenta la alta depresión requerida se recomienda ins
talar tres ventiladores de la misma característica en serie, o
sea:

$$\text{Caudal : } Q = 218 \text{ m}^3/\text{min}$$

$$\text{Depresión : } 665 : 3 = 220 \text{ mm col.H}_2\text{O}$$

Se recomienda usar ventilador AIRTEC de las siguientes caracteris
ticas:

$$\text{Caudal} = 8100 \text{ CFM, o sea } 231 \text{ m}^3/\text{min.}$$

$$\text{Depresión} = 9 \text{ Inches, o sea } 228 \text{ mm.col H}_2\text{O}$$

$$\text{Potencia} = 18 \text{ HP, o sea } 13.25 \text{ Kw}$$

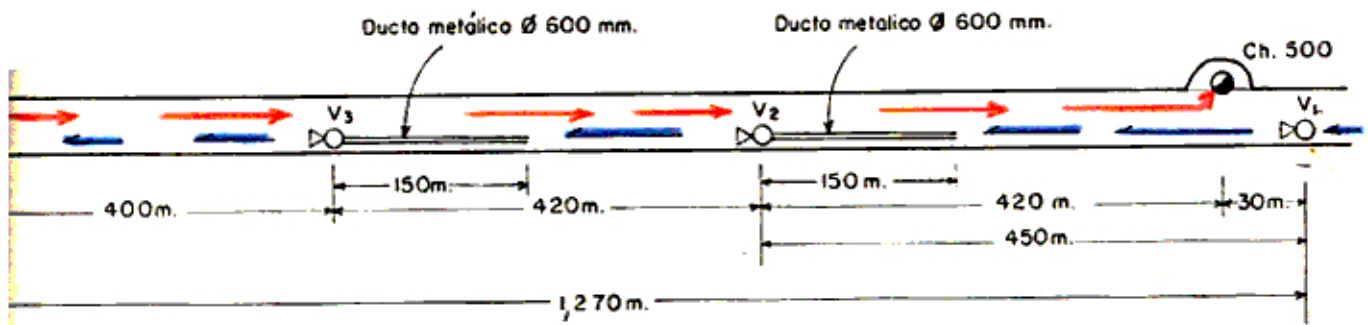
Los ventiladores se ubicarán de la siguiente manera:

- V_1 en el punto medio camino entre las chimeneas ch. 500 y ch.590.
- V_2 , a una distancia de 450m. del ventilador V_1 en serie, pero la parte aspirante debe ser de 150m. de ducto metálico para evitar la succión de la manga plástica.

- V_3 , es ubicado a 420 m. del ventilador V_2 usando un ducto metálico de 150 m. en la zona de aspiración.

Esquema de Ubicación :

UBICACION DE LOS VENTILADORES AUXILIARES EN LA GALERIA DE
DESARROLLO GAYCO NIVEL 4630



El esquema recomendado debe cumplir las siguientes condiciones:

- Respetar el esquema propuesto
- Entre el último tramo de la manga de ventilación con aire fresco y el frente de trabajo no debe existir una distancia mayor de 10m.
- El primer ventilador V_1 debe ser ubicado en el punto medio entre las dos chimeneas para asegurar una distancia de 30m. entre la chimenea ch. 500 y ventilador V_1 en rumbo a Boca de la Mina (aire fresco).
- Los ductos metálicos en la zona de aspiración de los ventiladores V_2 y V_3 deben ser cada uno de 150 m.
- Los ventiladores deben ser instalados en función del avance del frente de trabajo.

8.8. CARACTERISTICAS DEL VENTILADOR PARA LA GALERIA DE DESARROLLO DEL NIVEL 4680

Usando el mismo procedimiento de cálculo resulta un ventilador AIRTEC del mismo tipo o sea:

- Caudal = 8100 CFM o sea $231 \text{ m}^3/\text{min}$
- Depresión = 9 Inches o sea 228 mm.col. H2O
- Potencia = 18 HP o sea 13.25 KW

El ventilador será ubicado en la Boca superior de la chimenea ch. 590 (chimenea donde según esquema, circula aire fresco) tapando completamente la sección de ésta. Las mangas usadas son de plástico de diámetro 600mm. en tramos de 15m.

Entre el último tramo de la manga de ventilación con aire fresco y el frente de trabajo no debe de existir una distancia mayor de 10m.

8.9. CARACTERISTICAS DEL VENTILADOR PARA EL CIRCUITO PRIMARIO

El circuito de ventilación primaria debe asegurar el aire fresco necesario para los dos frentes de desarrollo más 30% de seguridad.

CAUDAL NECESARIO:

$$Q = 3.64 \times 2 \times 1.3 = 9.5 \text{ m}^3/\text{seg.} = 570 \text{ m}^3/\text{min.}$$

DEPRESION : Es de 120 mm col.H2O

Se selecciona un ventilador AIRTEC de tipo

CAUDAL : 21210 CFM o sea $606 \text{ m}^3/\text{min.}$

DEPRESION: 4.5 Inches o sea 114 mm.col. H2O

POTENCIA : 23 HP o sea 17 KW

8.10. RECOMENDACION GENERAL

Las características de los ventiladores recomendados corresponden a las características calculadas y adaptadas a la gama de ventiladores fabricados por AIRTEC.

La unidad minera podría usar ventiladores disonibles pero de características similares.

9. EL TIRAJE NATURAL Y SU INFLUENCIA SOBRE LA VENTILACION DE LAS MINAS RAURA

El tiraje natural en las minas se debe a la diferencia de peso específico del aire fresco que ingresa y del aire usado que sale de la mina. Esencialmente el peso específico del aire es determinado por :

- Diferencia de temperatura entre el aire que ingresa y que sale de la mina.
- Diferencia de presión barométrica entre ellos.

La composición química del aire es como la humedad, tienen menor influencia sobre el peso específico.

Teniendo en cuenta las variaciones importantes de temperatura del aire en Raura durante las 24 hrs. del día y el hecho que - las minas están accesibles por socavones y la salida de aire por chimeneas, el sentido del flujo de aire se cambia siendo ascendente durante la noche y en días con temperatura baja (invierno sin sol) y descendente durante el día.

En el transcurso de la toma de mediciones con ventiladores apagados ha sido relevado esta variación del caudal del aire fresco y el cambio del sentido del flujo de aire. El cambio de sentido se produce pasando de un flujo de aire que va disminuyendo hasta ser estático y recomienza poco a poco en sentido contrario.

Pero la ventilación de una mina debe asegurar aire fresco en los frentes de trabajo en las galerías de accesos cada minuto en caudales reglamentados por la legislación vigente.

9.1. Propiedades Físicas del Aire de ingreso y salida en las
Principales Boca Minas - Raura

DENOMINACION Y UBICACION	NIVEL S.N.M.	PRESION BA- ROMETRICA mm. Col. Hg	TEMPERATURA DEL AIRE grados-Celcius		PESO ESPECIFICO DEL AIRE Kg/m ³	
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Boca de Chi- menea. -Salida del aire usado.	4750	418	11	12	0.684	0.682
Boca de Mina - Catuva - Hada, Espe- ranza y Ro- xana. Ingreso de aire fres- co.	4630	426	-3	15	0.734	0.688
Boca Mina Hidro Ingreso de aire fresco.	4590	429	-3	15	0.739	0.693
Boca Mina Tinquicocha. Ingreso de aire fresco.	4380	440	-2	17	0.755	0.706

Para evaluar la influencia del tiraje natural sobre la ventilación de las minas se ha utilizado los valores máximos que corresponden a las temperaturas mínimas que se registran en las Bocas de Minas. (B.M.) ingreso de aire fresco.

Esas temperaturas se presentan durante la noche llegando a 3° bajo cero. Al mismo tiempo la temperatura del aire que sale por las chimeneas son casi constantes durante las 24 hrs. del día, porque se acercan a la temperatura de las paredes de las rocas y de las labores mineras.

9.2. Determinación del Tiraje Natural

El cálculo del tiraje natural se ha usado en las fórmulas siguientes:

$$P_{TN} = H \times (d_1 - d_2)$$

donde:

P_{TN} = Depresión creada por el tiraje natural en mm. columna de H_2O

d_1 = Peso específico del aire de ingreso en Kg/m^3

d_2 = Peso específico del aire de salida en Kg/m^3

El peso específico del aire se calcula :

$$d = 0.465 \times \frac{P}{T}$$

donde :

P = Presión barométrica en mm. columna Hg

T = Temperatura absoluta

Teniendo en cuenta las propiedades físicas del aire presentado en el cuadro #5 la depresión creada por el tiraje natural es el siguiente:

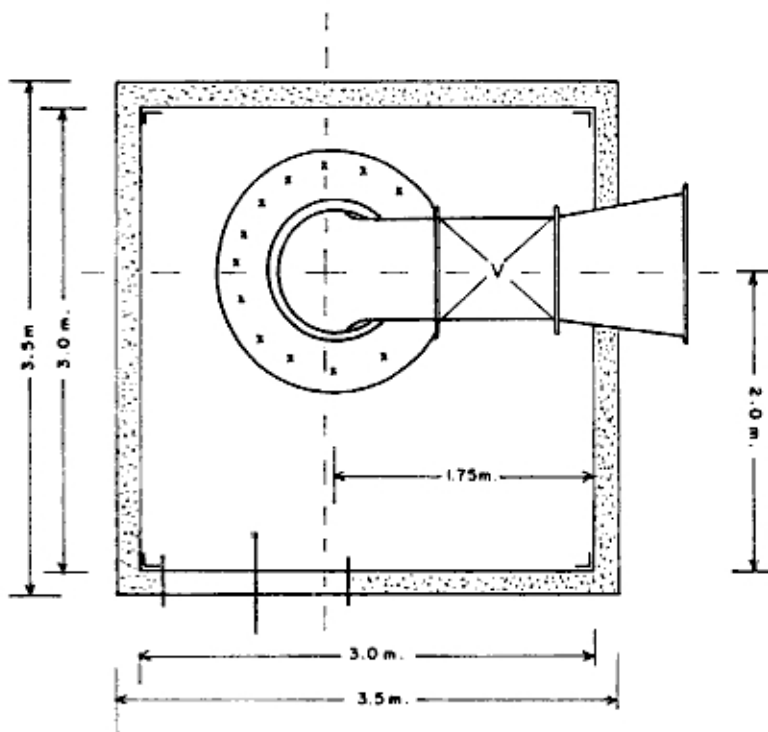
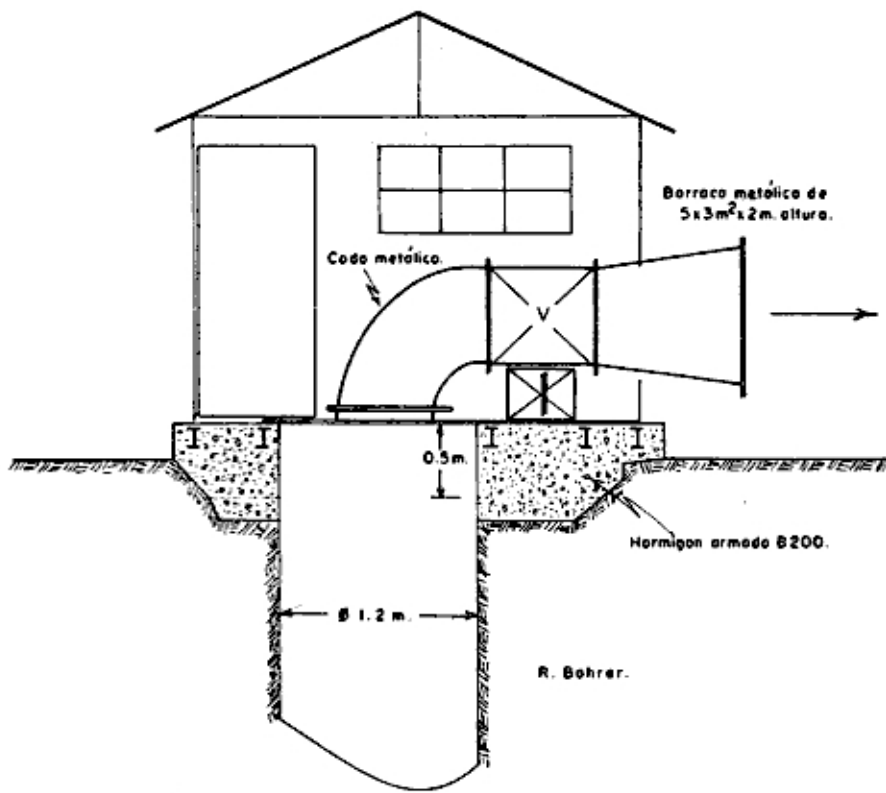


FIGURA Nº 3

BIBLIOGRAFIA

ALEJANDRO NOVINSKY

VENTILACION DE MINAS

H.L. HARTMAN

MINE VENTILATION AND AIR CON-
DITONING

MEM

DECRETO LEY 109

MEM

REGLAMENTO SEGURIDAD Y BIENESTAR
DEL DECRETO LEY 18880

BERLY MANUFACTURING

FRANCE CEDEX PARIS VENTILADORES

AIRTEC S.A. FABRICANTES

LIMA-CALLAO
VENTILADORES

PROGRAMACION PASCAL

MAYNAR KONG