

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLÓGICA MINERA Y
METALÚRGICA**



**“ESTUDIO DE VENTILACION EN UNA UNIDAD
MINERA”**

**INFORME DE SUFICIENCIA
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

**PRESENTADO POR:
JESUS ERNESTO LUDEÑA RUIZ**

LIMA – PERU

2009

DEDICATORIA:

 Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño.
A ti Dios que me diste la oportunidad de vivir y de regalarme una familia
 maravillosa.

AGRADECIMIENTO:

A mis padres, Felipe Ludeña Berrocal y Constantina Ruiz Saya por el apoyo incondicional que me dieron a lo largo de la carrera.

A mi esposa e hijos por permitirme soñar y crecer con su imaginación.

A Flor Ludeña Ancharayco por enseñarme que no hay límites, que lo que me proponga lo puedo lograr y que solo depende de mí.

A la Facultad de Ingeniería Geológica Minera y Metalúrgica, por el soporte institucional dado para la realización de este trabajo.

Al M.Sc. José Antonio Corimanya Mauricio por su asesoría y dirección en el trabajo de investigación.

RESUMEN

Luego de hacer un diagnostico del sistema actual del sistema de ventilación en la concesión minera Agata I se determinó lo siguiente:

El Balance General de la ventilación de la mina indica un caudal total de 0.95 m³/seg, que satisface los requerimientos de 0.94 m³/seg, calculado con margen ajustado de seguridad, no obstante en el frente de trabajo esto se va reduciendo debido al avance de la labor.

El sistema actual de ventilación de la mina cubre las necesidades al limite de seguridad; pero se puede mejorar de la siguiente manera:

- a) La galería principal del PT18E(E1) al PT13E(E2), debe ser hermetizada en algunos puntos las cajas laterales y caja techo a los postes y sombreros de cuadros de madera, principalmente bocamina.
- b) Taponear los frentes abandonados PT C11(E3), PT C10(E4), E5 y E6.

- c) Se requiere mejorar el sistema de ventilación de la mina con un ventilador de 5000 CFM y 6 pulg. de agua en bocamina.

Con el detector calorimétrico de gases draguer no se encontró ambiente contaminado (monóxido de carbono, gas nitroso) en la galería principal; solo en el frente E7 se encontró 15 ppm de CO que esta por debajo del limite máximo permisible; así como 0 ppm de NO₂ en ese frente de avance. Del mismo modo hay presencia de oxigeno en los frentes lo cual se constato cuando se prendió el fósforo en los frentes de avance.

La temperatura interior mina es 21°C y el %HR es 73 en promedio. Las velocidades del aires en los puntos monitoreados sobre todo en el PT18(E1) cumple con las velocidad mínima exigida por el Art. 204, acápite c del DS 046-2001-EM del RSHM. Pero en las otras estaciones del E2 al E7 la velocidad del aire debe mejorarse aplicando la recomendación antes mencionada.

También es importante el levantamiento de información periódica de campo del sistema de ventilación minera, 2 veces al año. Es importante conectar un de los frentes de trabajo a superficie mediante una chimenea la cual se proyecta una longitud de 200m.

INDICE

	Pag.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
INDICE	vi
INTRODUCCION	1

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1.- Ubicación	4
1.2.- Accesibilidad	4
1.3.- Clima.	5

CAPÍTULO II: GEOLOGÍA

2.1.- Geología histórica	6
2.2.- Tipo de yacimiento	7
2.3.- Estratigrafía	10
2.4.- Geología económica	12
2.5.- Evaluación geomecánica	12

CAPÍTULO III: MINERÍA

3.1.- Sistema de minado	15
3.2.- Perforación y voladura	16

3.3.- Carguío y acarreo	17
-------------------------	----

CAPÍTULO IV: SISTEMA DE VENTILACIÓN ACTUAL

4.1.- Objetivos	18
4.2.- Requerimiento mínimo de aire	18
4.3.- Evaluación de las condiciones de ventilación	19
4.4.- Instrumentación	21

CAPITULO V: MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN

5.1.- Simulación del sistema de ventilación actual	27
5.2.- Simulación del sistema de ventilación mejorado	28
5.3.- Resultados y análisis de la simulación realizada	28

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

6.1 Conclusiones	35
------------------	----

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

7.1 Recomendaciones	36
---------------------	----

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

ANEXOS

FOTOS

PLANOS

REPORTE SOFTWARE VCNETPC 2003

INTRODUCCION

Las operaciones mineras subterráneas requieren a medida que van profundizando de un buen sistema de ventilación que permita enviar aire fresco interior mina en buena cantidad y calidad de tal manera que permitan un adecuado confort y condiciones de ambiente adecuadas para los hombres y equipos que trabajan en las labores subterráneas. Esto permitirá la mejora de la eficiencia y productividad en minas subterráneas.

La tesis está orientada al mejoramiento del sistema de ventilación en una unidad minera en este caso la Concesión minera Agata en exploración y proyecta extraer arcilla del subsuelo en el departamento de Huancayo.

Primeramente se realiza un diagnostico de la mina y luego se realiza una simulación del sistema de ventilación actual y luego una simulación del

sistema de ventilación mejorado, para luego analizar los resultados correspondientes y dar las recomendaciones del caso.

Los objetivos de la presente tesis son:

- Proporcionar aire fresco a la totalidad de las labores en operación de la mina con una velocidad de flujo suficiente para diluir los contaminantes producidos, tanto sólidos como gaseosos y conducirlos al exterior a fin de lograr un confort dentro de los frentes de trabajo, de acuerdo al Reglamento de Seguridad e Higiene Minera D.S. N° 046-2001-EM
- Medición de caudales de aire fresco.
- Monitoreo de gases contaminantes.

Lo que se quiere demostrar en la presente tesis es que se puede mejorar el sistema de ventilación de la mina en la Concesión Minera Agata I ubicada a 3700msnm y que es una pequeña mina de arcilla que es un yacimiento tipo manto, ubicada en Huancayo, distrito de Chupuro.

El método de explotación proyectado es el de Cámaras y Pilares con sostenimiento de cuadros de madera en los socavones de cortada en vista de la incompetencia de la roca encajonante conformada por areniscas poco compactas y de fácil disgregación con la humedad.

El procedimiento de trabajo para llevar a cabo la presente tesina fue la de realizar la recopilación de datos y planos de la mina obtenidos del

departamento de geología ; luego se realizo el monitoreo de campo con instrumentos de ventilación como anemómetros, tubo de humo, psicrómetro, detector de gases, barómetro, etc. . ; para luego realizar cálculos de gabinete y análisis del sistema de ventilación actual y su mejora.

El estudio realizado se justifica debido a que conforme se va profundizando las labores se requiere mejorar el sistema de ventilación para cumplir con los requerimientos mínimos de aire interior mina que exige el Reglamento de seguridad e higiene minera.

Los requerimientos de aire por hombres es para 2 hombres /frente y 2 frentes /disparo. Asimismo por equipo no se requiere aire mínimo ya que el acarreo se realiza con carros mineros sobre llantas empujados a pulso; lo que si se requiere es la cantidad de aire mínimo para diluir y trasladar los gases del disparo para un consumo de 10.95kg./disparo.

Lo que se quiere demostrar es que se puede mejorar el sistema de ventilación actual de la mina.

Obteniéndose como resultado de los cálculos de gabinete las siguientes conclusiones luego de las mediciones de campo.

CAPITULO I

GENERALIDADES

1.1.- UBICACIÓN:

1.1.1.- Departamento: Junín

1.1.2.- Provincia: Huancayo

1.1.3.- Distrito: Chupuro

1.1.4.- Paraje: Cuenca del río Mantaro, en el Anexo La Esperanza-Chanca

1.1.5.- Coordenadas UTM:

Este: 480199.146E y

Norte: 8641779.707N.

Cota: 3,700 m.s.n.m

1.2.- ACCESIBILIDAD:

- Lima – Huancayo (300 Kms.)
- Huancayo – Huayucachi – Chupuro: 30 km.
- Chupuro – Mina (Esperanza Chanca): 19 km Totalizando un recorrido entre la via asfaltada y carretera afirmada de 349 Km.

1.3.- CLIMA:

1.3.1 Tipo: húmedo y frío

1.3.2 Precipitaciones: Anual promedio es de 752,4 mm

1.3.3 Temperatura: 12,0 °C

1.3.4 Vegetación:

La concesión se encuentra ubicada en la Zona de Vida Bosque húmedo - montano Tropical. Con presencia de eucaliptos (*eucaliptus globulus*), así como especies menores como la chamana (*dodonaea viscosa*), chilca (*tagetes minutus*), taya, mutuy (*Cassia hookeriana*), milo, shipita, huichca, entre otros.

La diversidad zoológica natural de la región está representada por la fauna de la puna.

CAPITULO II.

GEOLOGÍA DE LA ZONA

2.1. GEOLOGÍA HISTÓRICA DEL LUGAR DE INTERÉS

La región de Huancayo constituyó parte de una gran cuenca geosinclinal, de forma alargada y similar a la actual Cordillera de los Andes, durante el Silúrico-Devónico se depositaron los sedimentos del Grupo Excelsior, en una cuenca marina.

En el curso del Devónico tardío y comienzos del Misisipiano, ocurrieron fuertes movimientos tectónicos que plegaron estos sedimentos; seguido de una orogénesis y posterior emersión general de la cuenca en el Permiano, provocando ondulamientos y fallamiento en bloques, dando lugar a la deposición de material continental denominado Grupo Mitu.

La erosión a fines del Paleozoico, redujo probablemente las montañas del ciclo hercínico a una superficie extensa de topografía ondulada, sobre la cual se acondicionó posteriormente el geosinclinal andino; iniciándose la sedimentación mesozoica que

durante el Triásico-Jurásico inferior depositan los sedimentos marinos del grupo Pucará.

En el Cretáceo se depositan las cuarcitas de la Fm. Goyllarisquizga, seguido de una transgresión en la cual se depositaron sedimentos marinos del Grupo Machay (Fm. Chulec y Pariatambo). A principios del Cretáceo Superior ocurrió nuevamente una emersión y plegamiento moderado dando lugar al desarrollo de condiciones continentales que originaron abundantes clásticos, constituyendo la serie de las capas rojas, denominadas Fm. Casapalca.

Posteriormente, se dio una nueva actividad volcánica depositando potentes capas de lavas del Terciario inferior, cubriendo estructuras geológicas pre-existentes en forma discordante. En el Cuaternario solo se registra la actividad fluvio-glaciárica y fluvial

2.2.- TIPO DE YACIMIENTO:

El yacimiento mineralizado corresponde estructuralmente a mantos sedimentarios continentales conteniendo un horizonte de arcilla

refractaria con una dirección promedio Norte-Sur y un buzamiento promedio de Sur 12-15°.

Se han realizado trabajos de explotación en el manto mineralizado, habiéndose ejecutado por el extremo noreste del manto una primera galería de unos 120 metros sobre el mismo manto con piso de labor a dos metros de la caja techo para reconocer su continuidad horizontal.

Por otro extremo del manto, sureste, y a 2.00m por debajo del piso de la primera galería de acceso se ha realizado otra galería de 130 metros sobre el contorno geológico, en dirección norte- sur aproximadamente.

El manto tiene una potencia promedio de 4 a 5 metros.

2.3.- ESTRATIGRAFÍA

En la región de Huancayo se encuentran desde terrenos antiguos correspondientes al Paleozoico Inferior y medio, hallándose metamorfizados en parte. Estos terrenos se encuentran cubiertos con discordancia angular por una serie de sedimentos tanto continentales como marinos, que fueron depositados con algunas interrupciones entre el Misisipiano y el cretáceo superior.

Este período fue seguido por numerosas fases tectónicas y por tanto por las formaciones terciarias y cuaternarias, principalmente continentales y volcánicas, generalmente discordantes unas sobre otras.

Localmente, en el área del proyecto se tienen principalmente depósitos cuaternarios, así como grandes afloramientos de la Fm Condorsinga y alguna presencia del Grupo Goyllarisquizga y de las Fms. Chulec y Pariatambo.

Fm. Condorsinga (Ji-c): Expuesta en toda la extensión de las Altas Mesetas. Perteneciente al Grupo Pucará, consiste principalmente de arcillas con algunas intercalaciones de cineritas y margas.

Grupo Goyllariquizga (Ki.g): Consistente en una sucesión de areniscas con intercalaciones lutáceas, algo de carbón y un sill de dolerita. Las areniscas tienen un grano variable, subredondeados y cementados por sílice y óxidos de hierro presentando un aspecto herrumbroso.

Las rocas presentan laminación y a menudo estratificación entrecruzada. En muchos casos las areniscas son gruesas

pasando a microconglomerados. Se intercalan con mantos de carbón, siles de diabasa y derrames volcánicos.

Fm. Chulec (Ki-ch): Arcillas en parte arenosas, con intercalaciones de margas y areniscas; las arcillas pasan localmente, a lumaquetas. Las capas varían de blanco a pardusco hasta gris.

Fm. Pariatambo (Ki-p): Las arcillas Pariatambo suprayacen concordantemente a la Fm Chulec, consistente de arcillas interestratificadas con lutitas arenosas, ambas bituminosas. Estas rocas son negras y se vuelven gris oscuras a claras.

Depósitos Cuaternarios

Agrupar sedimentos de origen aluvial, coluvial, fluvio aluvial, fluvio-glaciar, de amplia distribución en la región, ya sea conformando terrazas, morrenas, conos o rellenando diversas depresiones; constituido por materiales detríticos de composición y diámetros variados con mayor o menor proporción limo-arcillosa, predominando los materiales poco cementados.

2.4.- GEOLOGÍA ECONÓMICA

En la región, las actividades mineras representan solo un aporte secundario a la economía de las poblaciones aledañas. Los depósitos no metálicos son variados, hay yacimientos de carbón,

arcilla refractaria y yeso, ligados por lo general a los sedimentos cretáceos.

En el distrito de Chupuro, se explotan pequeñas canteras para la fabricación de ladrillos y tejas en forma artesanal por los lugareños, así como la explotación de arena y otros materiales para construcción.

2.5.- EVALUACIÓN GEOMECÁNICA

2.5.1.- Clasificación del macizo rocoso:

Tomando como referencia la clasificación CSIR de los macizos rocosos propuestos por Bieniawski del Consejo de Africa del Sur para la Investigación Científica e Industrial; el Índice de Calidad de Túneles (NGI) propuestos por Barton, Lien y Lunde, del Instituto de Geotecnia de Noruega, se realiza la presente evaluación:

A.- Tipo de rocas evaluadas: Areniscas

Labor: Cortada – Bocamina

CUADRO N° 1
EVALUACION GEOMECANICA CORTADA

Parámetro básico	Descripción	Valuación
Resistencia de roca inalterada(MPa)	71.36	7
RQD (% , índice de calidad de roca)	62.68	13
Espaciamiento de fracturas (m)	0.04	5
Estado de fracturas(Superf. Rugosa, Regularmente alterado)		12
Condición de agua	Húmedo	7
	RMR BASICO	44

Corrección por orirntscion, buzamiento 10°) - 10

RMR Corregido 34 (Roca tipo IV, Pobre)

$\text{RMR Básico} = 9\text{Ln}Q + 44$ $44 = 9\text{Ln}Q + 44$ $Q = 1.0 \text{ (Roca tipo IV, mala)}$

La roca Arenisca de calidad Pobre es autosostenida, hasta una luz o span de 1.0 m y tiempo de autosoporte 30 minutos.

Se recomienda sostenimiento con cuadros de madera, espaciados 1.0m.

B.- Tipo de rocas evaluadas: Arcilla

Labor: Frente de avance a 2.60m de PT.6

CUADRO N° 2
FRENTE DE AVANCE

Parámetro básico	Descripción	Valuación
Resistencia de roca inalterada	70.33	7
RQD(% , índice de calidad de roca)	69.90	13
Espaciamiento de fracturas (m)	0.07	10
Estado de fracturas(Superf. Rugosa, Regularmente alterado)		12
Condición de agua	Húmedo	7
	RMR Básico	49

Correccion por orientac., buzamiento 75°) - 10

RMR Corregido 39(Roca tipo IV Pobre)

$$\text{RMR basico} = 9\text{Ln}Q + 44$$

$$49 = 9\text{Ln}Q + 44$$

$$Q = 1.74 \text{ (Roca tipo IV, Pobre)}$$

Recomendación

La roca Arcilla de calidad Pobre es autosostenida, hasta una luz o span de 1.0 m y tiempo de autoaporte 30 minutos.

Se recomienda sostenimiento con cuadros de madera, espaciados 1.0m.

2.5.2.- Resultados de ensayos de roca insitu

Mediante el uso del Martillo de dureza Smith para rocas, en el campo se midió el índice de rebote de la roca, el cual nos permitió determinar la resistencia de la roca en diferentes puntos desde la bocamina hasta el tope del frente de avance.

CUADRO N° 3

RESULTADOS DE ENSAYOS DE ROCA INSITU

Ubicación	Litología	Resistencia compres. (MPa)
PT13	Arenisca	71.36
PT16	Arcilla	70.33

2.5.3.- Diseño de aberturas

CUADRO N° 4

DISEÑO DE ABERTURAS

Litología	Dimensión equiv.	ESR	H(m)
Arenisca	1.1	1.0	1.1
Arcilla	1.1	0.45	1.2

CAPITULO III

MINERÍA

3.1.- SISTEMA DE MINADO

Las excavaciones estarán a cargo de un perforista y su ayudante.

El método de explotación proyectado es el de Cámaras y Pilares con sostenimiento de cuadros de madera en los socavones de cortada en vista de la incompetencia de la roca encajonante conformada por areniscas poco compactas y de fácil disgregación con la humedad.

En la actualidad en etapa de exploración, se está limpiando la sobrecarga a lo largo del manto hasta descubrir su afloramiento a superficie con el fin de definir su longitud y potencia.

Posteriormente en etapa de explotación, una vez descubierto el manto en longitud y potencia se procederá a perforar manualmente

cada 2 metros socavones de cortada sobre veta, de 40 metros de longitud en la dirección del buzamiento del manto. Las secciones de estos socavones de cortada serán de 2.1 m x 1.8 m y serán sostenidas con cuadros de madera en toda su longitud.

Entre cada socavón de cortada quedarán pilares de sostenimiento de 2 metros de ancho. En estos pilares de sostenimiento se perforarán cruceros perpendiculares al socavón cada 2 metros para recuperar mineral y que sirva para mejorar la ventilación en el interior de la mina. Estos cruceros de 2.1 m x 1.8 m de sección se construirán en forma alternada con respecto a los cruceros de los pilares vecinos, de tal modo que un crucero no coincida a la misma distancia con otro crucero del pilar vecino; con el propósito de no debilitar el sostenimiento natural de la zona.

3.2.- PERFORACIÓN Y VOLADURA

La sección transversal promedio de 2.1m x 1.8 m, en cada frente de perforación tanto de socavones de cortada como de cruceros (secciones de 2.1 m x 1.8 m) trabajarán 1 perforador y su ayudante. Se hacen en forma manual 5 perforaciones de 7/8" x 3'. Para la perforación se utilizarán barretillas de 3 pies de longitud y combas de 6 y 12 libras.

Cada taladro se cargará con 3 cartuchos de dinamita Semexa 45% con separadores entre cartuchos y taco de arcilla al final, utilizándose fulminante N° 6, mecha y guía de seguridad de 3 pies.

Se calcula que cada disparo debe botar 8 toneladas de mineral de arcilla y el consumo de explosivos en los frontones es de 10.95 kg./disparo, estando como máximo 2 hombres en el frente, 2 frentes /disparo.

3.3.- CARGUÍO Y ACARREO

El carguío y acarreo es realizado mediante 2 carros mineros de 1TM de capacidad sobre llantas que son empujados por 2 trabajadores desde el frente hasta la salida de la mina.

CAPITULO IV

SISTEMA DE VENTILACIÓN ACTUAL

4.1.- OBJETIVO.

- ✓ Proporcionar aire fresco a la totalidad de las labores en operación de la mina con una velocidad de flujo suficiente para diluir los contaminantes producidos, tanto sólidos como gaseosos y conducirlos al exterior a fin de lograr un confort dentro de los frentes de trabajo, de acuerdo a la herramienta de seguridad e higiene minera D.S. N° 046-2001-EM
- ✓ Medición de caudales de aire fresco.
- ✓ Monitoreo de gases contaminantes.

4.2.- REQUERIMIENTO MÍNIMO DE AIRE

La cantidad de aire fresco necesario de acuerdo a los requerimientos establecidos por el Reglamento de Seguridad e

Higiene Minera DS-046-2001-EM, teniendo en cuenta la altura donde esta situada la mina de 3,700 msnm,

a) Calculo de aire necesario:

Por el numero de hombres/frente (1maestro, 1 ayudante)

$$QH = 2 \text{ hombres } (5\text{m}^3/\text{min}) = 10 \text{ m}^3/\text{min}$$

Para 2 frentes

$$QH = (10\text{m}^3/\text{min})(2 \text{ frentes}) = 20 \text{ m}^3/\text{min}$$

b) Para diluir los gases del disparo y trasladarlos:

Considerando una velocidad mínima del aire de 20 m/min en la labor y una sección promedio de 1.45 m²

$$Q \text{ para diluir y transportar gases} = 20\text{m}/\text{min} \times 1.45 \text{ m}^2 \\ = 28.4\text{m}^3/\text{min}$$

Total del caudal requerido

$$Qt \text{ (frentes)} = (28.4) (2 \text{ frentes}) = 56.8 \text{ m}^3/\text{min} (0.94 \text{ m}^3/\text{s})$$

Por lo tanto, en la mina para los 4 trabajadores (promedio), deberá disponerse de por lo menos 56.8 m³/min (0.94 m³/s) con una velocidad mínima de 20 m/min de aire (según Art. 204, acápite c del DS 046-2001-EM del RSHM).

4.3.- EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE VENTILACIÓN

Para determinar la eficacia de la ventilación se efectuaron mediciones del movimiento del aire en las galerías, tajos y otras

comunicaciones. Se observaron las características geológicas y mineralógicas del terreno, métodos de avance lineal y abastecimiento de materiales en el subsuelo.

Asimismo se hicieron determinaciones de sentido de aire, velocidad, medida de las dimensiones de la sección de las aberturas, temperatura, humedad relativa, presión barométrica, detector de gases “draguer” y con la ayuda de dos asistentes interior y exterior mina, durante dos días.

Los resultados de las mediciones de velocidad y caudales de aire calculados en los diferentes niveles y labores se presentan en la tabla N° 01, de igual manera la tabla N° 02 presenta el Balance General del movimiento de aire.

TABLA N° 01
EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE
VENTILACIÓN

Estación	V(m/s)	A(m²)	Q(m³/s)	T(°C)	%HR
E1	0.35	2.83	0.99	16.1	56
E2	0.20	2.68	0.54	16.6	70.5
E3	0.1	2.46	0.25	18	75
E4	0.1	2.60	0.26	18.8	75
E5	0.055	2.60	0.14	21	76
E6	0.055	2.89	0.16	21.2	74.8
E7	0.05	2.83	0.14	22.2	69.2

TABLA N° 02

BALANCE GENERAL DE LA VENTILACION SUBTERRANEA

Ingresos	Caudal m ³ /s
PT18 (E1)	<u>0.99</u> 0.99
Egresos	Caudal m ³ /s
PT11(E3)	0.25
PT10(E4)	0.26
A 1.5m PT6 (E5)	0.14
A 1.90m PT6 (E6)	0.16
A 2.60m PT6 (E7)	<u>0.14</u> 0.95

$$\text{Error} = \frac{0.99 - 0.95}{0.99} \times 100 = 4\% (\text{Aceptable})$$

4.4.- INSTRUMENTACIÓN

Se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Anemómetro
- Psicrómetro
- Detector de gases colorimétrico Dragger
- Altimetro
- Manometro de presión

Con el detector colorimétrico de gases draguer no se encontró ambiente contaminado (monóxido de carbono, gas nitroso) en la galería principal; solo en el frente E7 se encontró 15 ppm de CO que está por debajo del límite máximo permisible; así como 0 ppm de NO₂ en ese frente de avance. Del mismo modo hay presencia de oxígeno en los frentes lo cual se constató cuando se prendió el fósforo en los frentes de avance.

DATOS GENERALES DEL SISTEMA DE VENTILACION ACTUAL

VnetPC 2003

Datos de Modelo y resumen

C:\Documents and Settings\ventilacion\Escritorio\tesis ludeña\red simulada actual\11/25/09 01:56:13

simulacion red actual

Densidad de Aire Promedio: 0.800(kg/m³)

Eficiencia Promedio de Ventilador: 75.0 %

Costo de Energía: 0.0400 \$/kWh

Cruce de Referencia: 1

Unidades: SI

Número de Ramales: 19

Número de Cruces: 18

Número de Ventiladores: 0

Cantidades Fijas: 1

El Análisis posada de la Flujo de Aire

Fecha: 11/25/09

Hora: 01:55:32

Modificado Desde: Sí

Número de Repeticiones: 2

Número de Errores: 0

Comentarios:

DATOS DE ALIMENTACION DE RAMAL ACTUAL

VnetwinB
 C:\Documents and Settings\ventilacion\Escritorio\tesis ludefatred simulada mejorada.vdb

Datos de Alimentación de Ramal
 11/25/09 01:36:35

Ramal No.	De	A	FQI	Tipo	Resistencia (P.U.)	Presión Baja	Cantidad (kcfm)	Fricción Factor (x10 ⁻¹⁰)	Resistencia	Longitud (ft)	Equiv. Longitud (ft)	Area (ft ²)	Perimetro (ft)	Paralelo Factor	Calculada Resistencia (P.U.)	Auto Longitud	Ramal Código	Superficie Estatus	Símbolo	Descripción
1	10	12		k Factor				19.9		82.7	0.0	1.72	4.63	1.00	28.79724	Activado	Retorno	Ninguno	Ninguno	
2	7	10		R	0.00000									1.00	0.00000	Activado	Retorno	Ninguno	Ninguno	
3	14	15		k Factor				19.9		147.6	0.0	1.72	4.63	1.00	51.39629	Activado	Retorno	Ninguno	Ninguno	
4	15	16		k Factor				19.9		60.4	0.0	1.72	4.63	1.00	21.03208	Activado	Retorno	Ninguno	Ninguno	
5	16	17		k Factor				19.9		224.4	0.0	1.72	4.63	1.00	78.13907	Activado	Retorno	Ninguno	Ninguno	
6	17	18		k Factor				19.9		184.4	0.0	1.72	4.63	1.00	57.24827	Activado	Retorno	Ninguno	Ninguno	
7	18	19	V	k Factor				19.9		57.4	0.0	1.72	4.63	1.00	19.98744	Activado	Retorno	Salida	Ninguno	
8	12	13		k Factor				19.9		86.6	0.0	1.72	4.63	1.00	30.15527	Activado	Predeterminad	Ninguno	Ninguno	
9	13	14		k Factor				19.9		181.4	0.0	1.72	4.63	1.00	63.18590	Activado	Retorno	Ninguno	Ninguno	
10	9	13		R	1500.00									1.00	1500.00000	Desactivado	Predeterminad	Ninguno	Ninguno	
11	1	2		k Factor				70.1		40.7	0.0	30.46	22.05	1.00	0.04281	Desactivado	Entrada	Entrada	Ninguno	
12	2	3		k Factor				70.1		150.9	0.0	30.46	22.05	1.00	0.15872	Desactivado	Entrada	Ninguno	Ninguno	
13	3	4		k Factor				70.1		207.3	0.0	28.85	21.46	1.00	0.24975	Desactivado	Entrada	Ninguno	Ninguno	
14	4	5		k Factor				70.1		77.1	0.0	28.85	21.46	1.00	0.08289	Activado	Entrada	Ninguno	Ninguno	
15	5	6		k Factor				70.1		129.9	0.0	28.85	21.46	1.00	0.15650	Activado	Entrada	Ninguno	Ninguno	
16	6	9		k Factor				70.1		114.8	0.0	28.85	21.13	1.00	0.13618	Activado	Entrada	Ninguno	Ninguno	
17	9	8		k Factor				70.1		47.9	0.0	27.99	21.13	1.00	0.06222	Activado	Entrada	Ninguno	Ninguno	
18	8	7		k Factor				70.1		93.5	0.0	27.99	21.13	1.00	0.12146	Activado	Entrada	Ninguno	Ninguno	
19	4	16		R	1500.00									1.00	1500.00000	Activado	Retorno	Ninguno	Ninguno	

RESULTADOS DEL SISTEMA DE VENTILACION ACTUAL

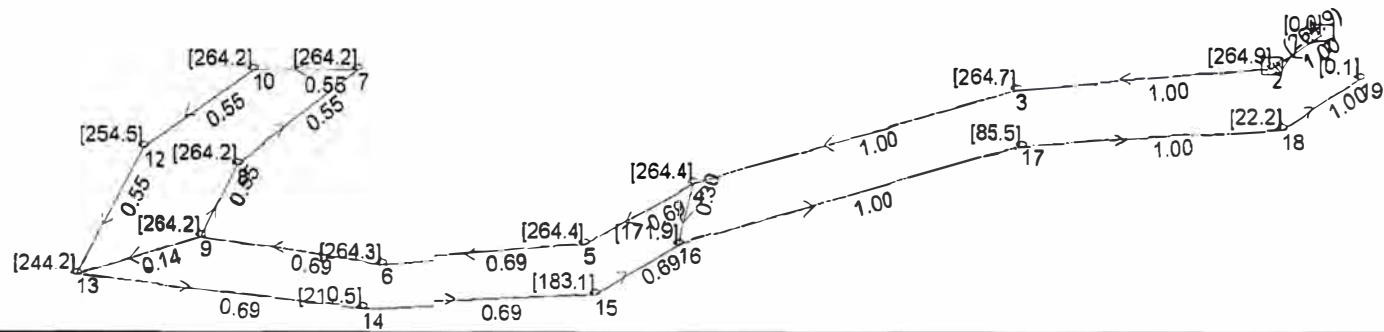
VnetwinB

Datos de Resultados de Rama

C:\Documents and Settings\ventilacion\Escritorio\tesis ludeña\red simulada actual.vdb 11/25/09 01:56:13

Ramal No.	De	A	FBR	Total Resistencia (Ns ² /m ⁸)	Cantidad (m ³ /s)	Presión Baja (Pa)	Energía de Aire	Operación Costo	Descripción
1	10	12		32.09678	0.55	9.7	0.01	2	
2	7	10		0.00000	0.55	0.0	0.00	0	
3	14	15		57.31567	0.69	27.4	0.02	9	
4	15	16		23.43574	0.69	11.2	0.01	4	
5	16	17		87.11982	1.00	86.4	0.09	40	
6	17	18		63.81145	1.00	63.3	0.06	30	
7	18	19		22.28943	1.00	22.1	0.02	10	
8	12	13		33.62520	0.55	10.2	0.01	3	
9	13	14		70.43459	0.69	33.7	0.02	11	
10	9	13		1000.00000	0.14	20.0	0.00	1	
11	1	2	B	0.04779	1.00	0.0	0.00	0	
12	2	3		0.17730	1.00	0.2	0.00	0	
13	3	4		0.27915	1.00	0.3	0.00	0	
14	4	5		0.10380	0.69	0.0	0.00	0	
15	5	6		0.17491	0.69	0.1	0.00	0	
16	6	9		0.15223	0.69	0.1	0.00	0	
17	9	8		0.06954	0.55	0.0	0.00	0	
18	8	7		0.13575	0.55	0.0	0.00	0	
19	4	16		1000.00000	0.30	92.5	0.03	13	

VnetPC 2003
C:\Documents and Settings\ventilacion\Escritorio\tesis I\deñ\red simulada actual.vdb
Cantidad (m³/s)
Impreso: 11/25/09 02:00:03



CAPITULO V

MEJORAMIENTO DE SISTEMA DE VENTILACIÓN

5.1.- SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN ACTUAL

El sistema de ventilación actual es un frente ciego, cuyo ingreso de aire en el frente de trabajo se reduce hasta 0.14m³/s.

Las mediciones de campo realizadas se resumen en la siguiente tabla:

TABLA N° 3

SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN ACTUAL

Estación	V(m/s)	A(m ²)	Q(m ³ /s)
E1	0.35	2.83	0.99
E2	0.20	2.68	0.54
E3	0.1	2.46	0.25
E4	0.1	2.60	0.26
E5	0.055	2.60	0.14
E6	0.055	2.89	0.16
E7	0.05	2.83	0.14

Luego se realizo la simulación del sistema de ventilación actual con el software VNET PC2003, en el cual dio como resultado que la ventilación natural del frente ciego no es suficiente ya que al frente la labor esta llegando 0.24m³/s.

Se adjunta reportes y diagrama unifilar correspondiente.

5.2.- SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN MEJORADO

Para la simulación del sistema de ventilación mejorado con el software VNET PC2003, en el cual dio como resultado que la ventilación del frente ciego mejoro con un ventilador de 5000CFM y 6 pulg. de H₂O.

Se adjunta reportes y diagrama unifilar correspondiente.

5.3.- RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN REALIZADA

- Se requiere mejorar el sistema de ventilación de la mina con un ventilador de 5000 CFM y 6 pulg. de agua.
- También es importante el levantamiento de información periódica de campo del sistema de ventilación minera, 2 veces al año.
- Es importante conectar un de los frentes de trabajo a superficie mediante una chimenea la cual se proyecta una longitud de 200m.
- También es importante la capacitación de los trabajadores sobre riesgos por gaseamiento y monitoreo de contaminantes.

DATOS GENERALES

VnetPC 2003	Datos de Modelo y resumen
C:\Documents and Settings\ventilacion\Escritorio\tesis ludeña\red simulada mejo11/25/09 01:36:35	
simulacion del sistema ventilacion	
Densidad de Aire Promedio: 0.050(lb/ft³)	
Eficiencia Promedio de Ventilador: 75.0 %	Número de Ramales: 19
Costo de Energía: 0.0400 \$/kWh	Número de Cruces: 18
Cruce de Referencia: 1	Número de Ventiladores: 1
Unidades: Imperial	Cantidades Fijas: 0
<hr/>	
El Análisis posada de la Flujo de Aire	
Fecha: 11/25/09	Número de Repeticiones: 3
Hora: 01:36:31	Número de Errores: 0
Modificado Desde: No	
<hr/>	
Comentarios:	
concesion minera Agata l	

RESULTADO DEL SISTEMA DE VENTILACION MEJORADO

VnetwinB Datos de Resultados de Ramal
 C:\Documents and Settings\ventilacion\Escritorio\tesis ludeña\red simulada mejorada.vdb 11/25/09 01:36:35

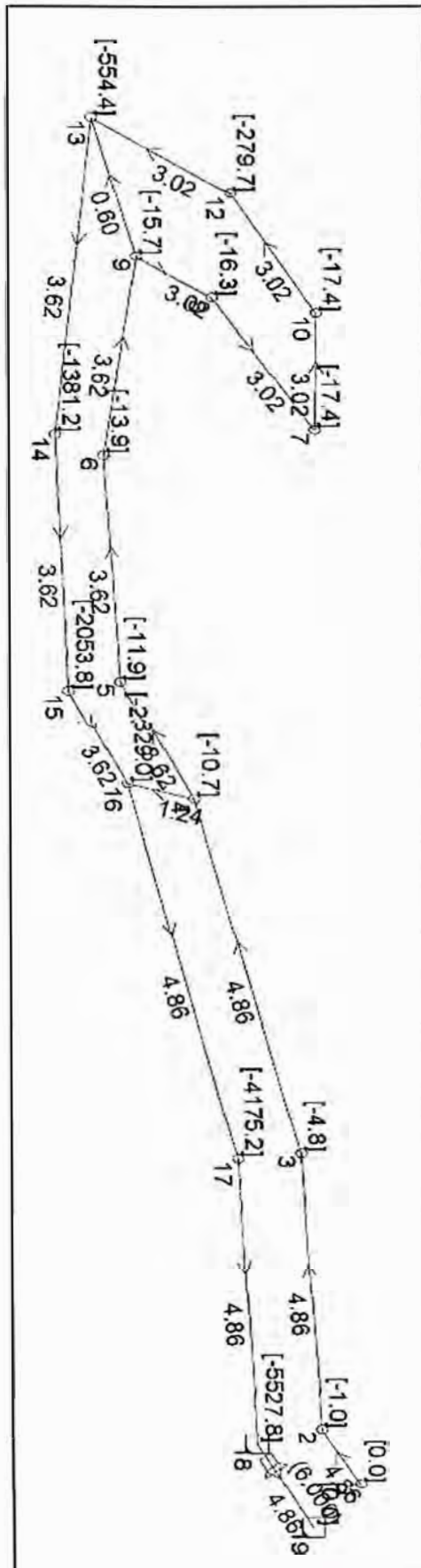
Ramal No.	De	A	FBR	Total Resistencia (P.U.)	Cantidad (kcfm)	Presión Baja (m.in.wg)	Energía de Aire Perdida	Operación Costo	Descripción
1	10	12		28.79724	3.02	262.3	0.12	44	
2	7	10		0.00000	3.02	0.0	0.00	0	
3	14	15		51.39629	3.62	672.6	0.38	134	
4	15	16		21.03208	3.62	275.2	0.16	55	
5	16	17		78.13907	4.86	1846.2	1.41	493	
6	17	18		57.24627	4.86	1352.6	1.04	361	
7	18	19	V	19.98744	4.86	472.2	0.36	126	
8	12	13		30.15527	3.02	274.7	0.13	46	
9	13	14		63.16590	3.62	826.6	0.47	164	
10	9	13		1500.00000	0.60	538.7	0.05	18	
11	1	2		0.04281	4.86	1.0	0.00	0	
12	2	3		0.15872	4.86	3.8	0.00	1	
13	3	4		0.24975	4.86	5.9	0.00	2	
14	4	5		0.09289	3.62	1.2	0.00	0	
15	5	6		0.15650	3.62	2.0	0.00	0	
16	6	9		0.13618	3.62	1.8	0.00	0	
17	9	8		0.06222	3.02	0.6	0.00	0	
18	8	7		0.12146	3.02	1.1	0.00	0	
19	4	16		1500.00000	1.24	2318.3	0.45	158	

VnetwinB
 C:\Documents and Settings\ventilacion\Escritorio\tesis ludeña\red simulada mejorada.vdb

Datos de Alimentación de Ramal
11/25/09 01:36:35

Ramal No.	De	A	FQI	Tipo	Resistencia (P.U.)	Presión Baja	Cantidad (kcfm)	Fricción Factor (x10 ⁴ -10)	Resistencia	Longitud (ft)	Equiv. Longitud (ft)	Area (ft ²)	Perimetro (ft)	Paralelo Factor	Calculada Resistencia (P.U.)	Auto Longitud	Ramal Código	Superficie Estatus	Símbolo	Descripción
1	10	12		k Factor				19.9		82.7	0.0	1.72	4.63	1.00	28.79724	Activado	Retorno	Ninguno	Ninguno	
2	7	10		R	0.00000									1.00	0.00000	Activado	Retorno	Ninguno	Ninguno	
3	14	15		k Factor				19.9		147.8	0.0	1.72	4.63	1.00	51.39629	Activado	Retorno	Ninguno	Ninguno	
4	15	16		k Factor				19.9		60.4	0.0	1.72	4.63	1.00	21.03208	Activado	Retorno	Ninguno	Ninguno	
5	16	17		k Factor				19.9		224.4	0.0	1.72	4.63	1.00	78.13907	Activado	Retorno	Ninguno	Ninguno	
8	17	18		k Factor				19.9		164.4	0.0	1.72	4.63	1.00	57.24627	Activado	Retorno	Ninguno	Ninguno	
7	18	19	V	k Factor				19.9		57.4	0.0	1.72	4.63	1.00	19.98744	Activado	Retorno	Salida	Ninguno	
8	12	13		k Factor				19.9		86.8	0.0	1.72	4.63	1.00	30.15527	Activado	Predeterminad	Ninguno	Ninguno	
9	13	14		k Factor				19.9		181.4	0.0	1.72	4.63	1.00	63.16580	Activado	Retorno	Ninguno	Ninguno	
10	9	13		R	1500.00									1.00	1500.00000	Desactivado	Predeterminad	Ninguno	Ninguno	
11	1	2		k Factor				70.1		40.7	0.0	30.46	22.05	1.00	0.04281	Desactivado	Entrada	Entrada	Ninguno	
12	2	3		k Factor				70.1		150.9	0.0	30.46	22.05	1.00	0.15872	Desactivado	Entrada	Ninguno	Ninguno	
13	3	4		k Factor				70.1		207.3	0.0	28.85	21.46	1.00	0.24975	Desactivado	Entrada	Ninguno	Ninguno	
14	4	5		k Factor				70.1		77.1	0.0	28.85	21.46	1.00	0.09289	Activado	Entrada	Ninguno	Ninguno	
15	5	6		k Factor				70.1		129.9	0.0	28.85	21.46	1.00	0.15650	Activado	Entrada	Ninguno	Ninguno	
16	6	9		k Factor				70.1		114.8	0.0	28.85	21.13	1.00	0.13618	Activado	Entrada	Ninguno	Ninguno	
17	9	8		k Factor				70.1		47.9	0.0	27.99	21.13	1.00	0.06222	Activado	Entrada	Ninguno	Ninguno	
18	8	7		k Factor				70.1		93.5	0.0	27.99	21.13	1.00	0.12146	Activado	Entrada	Ninguno	Ninguno	
19	4	16		R	1500.00									1.00	1500.00000	Activado	Retorno	Ninguno	Ninguno	

DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA DE VENTILACION MEJORADO



RESULTADOS DE VENTILADOR

VnetwinB

C:\Documents and Settings\ventilacion\Escritorio\tesis ludefa\red simulada mejorada.vdb

Datos de Resultados de Ventiladores

11/25/09 01:36:35

Ventilador No.	De	A	Ventilador Presión (in.w.g.)	Ventilador Cantidad (kcfm)	Aire Energie (hp)	Operación Costo (\$/yr)	Curva Estatus	Ventiladores en Paralelo	Ventiladores en Series	Descripción
1	18	19	6.000	4.86	4.59	1601	Ninguno	1	1	

CAPITULO VI

CONCLUSIONES

1. El Balance General de la ventilación de la mina indica un caudal total de 0.95 m³/seg, que satisface los requerimientos de 0.94 m³/seg, calculado con margen ajustado de seguridad, no obstante en el frente de trabajo esto se va reduciendo debido al avance de la labor.
2. El sistema actual de ventilación de la mina cubre las necesidades al limite de seguridad; pero se puede mejorar de la siguiente manera:
 - a) La galería principal del PT18E (E1) al PT13E(E2), debe ser hermetizada en algunos puntos las cajas laterales y caja techo a los postes y sombreros de cuadros de madera, principalmente bocamina.
 - b) Taponear los frentes abandonados PT C11(E3), PT C10(E4), E5 y E6.

- c) Se requiere mejorar el sistema de ventilación de la mina con un ventilador de 5000 CFM y 6 pulg. de agua en bocamina.
3. Con el detector calorimétrico de gases draguer no se encontró ambiente contaminado (monóxido de carbono, gas nitroso) en la galería principal; solo en el frente E7 se encontró 15 ppm de CO que está por debajo del límite máximo permisible; así como 0 ppm de NO₂ en ese frente de avance. Del mismo modo hay presencia de oxígeno en los frentes lo cual se constató cuando se prendió el fósforo en los frentes de avance.
4. La temperatura interior mina es 21°C y el %HR es 73 en promedio.
5. Las velocidades del aire en los puntos monitoreados sobre todo en el PT18(E1) cumple con la velocidad mínima exigida por el Art. 204, acápite c del DS 046-2001-EM del RSHM. Pero en las otras estaciones del E2 al E7 la velocidad del aire debe mejorarse aplicando la recomendación 1 antes mencionada.
6. El polvo en suspensión después de la voladura de rocas, se diluye y evacua con la ventilación natural y se controla mediante el regado con agua.

CAPITULO VII

RECOMENDACIONES

1. Se requiere mejorar el sistema de ventilación de la mina con un ventilador de 5000 CFM y 6 pulg. de agua.
2. También es importante el levantamiento de información periódica de campo del sistema de ventilación minera, 2 veces al año.
3. Es importante conectar los frentes de trabajo a superficie mediante una chimenea la cual se proyecta una longitud de 200m.

BIBLIOGRÁFIA:

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, Reglamento de Seguridad e Higiene Minera- El Peruano –Julio 2001.

PABLO JIMÉNEZ ASCANIO – “La contaminación del aire en minería subterránea y su control”-2003.

KEITH G. WALLACE, “Mine Ventilation Seminal” - 20001.

CORIMANYA MAURICIO JOSE A., Traducción del seminario de ventilación de minas del M.S. Keith G. Wallace Jr. – Industrias y servicios El tigre S A. - 2001

JERRY C. TIEN, “Practical Mine Ventilation Engineering” Departamento de Ingeniera de Minas University of Missouri Rolla – 1999.

HOWARD L. HARTMAN, “Mine Ventilation and air conditioning” - 1982

HOWARD L. HARTMAN, “ SME Mining Engineering Handbook” – Society for Minig, Metallurgy, and Exploration, Inc. -1992.

MC PHERSON, book – 2001

VnetPC 2003, “Manual del usuario y Tutorial”- Mine ventilation Services, Inc. Internet: www.mvsengineering.com

Inventario y Evaluación de los Recursos Naturales de la SAIS, Tupac Amaru, ONERN, Lima 1976.

Geología Cuadrángulo de Huancayo, Francois Megard. Servicio de Geología y Minería de Fomento y Obras Publicas, Lima-Peru, 1968.

ANEXOS

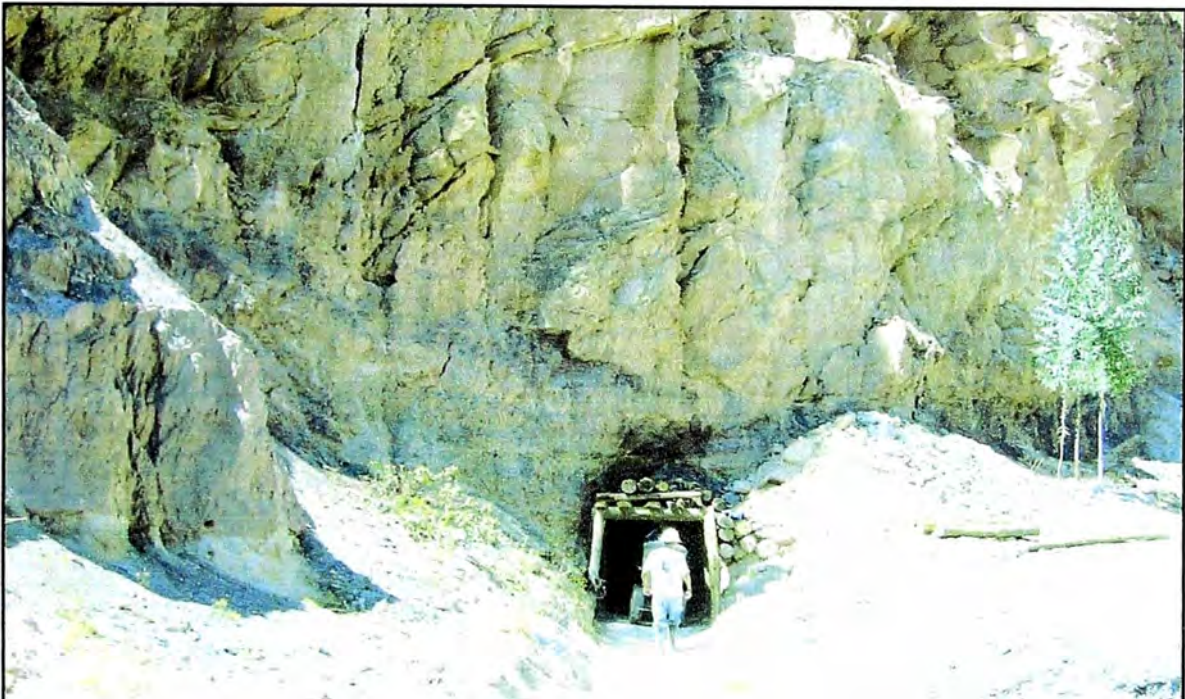
FOTOS

FOTO N° 1



BOCAMINA CONCESIÓN MINERA AGATA I

FOTO N° 2



EXTRACCION MINERAL CON CARRO MINERO

FOTO N° 3**METODO DEL HUMO**

FOTO N° 4



INSTRUMENTOS

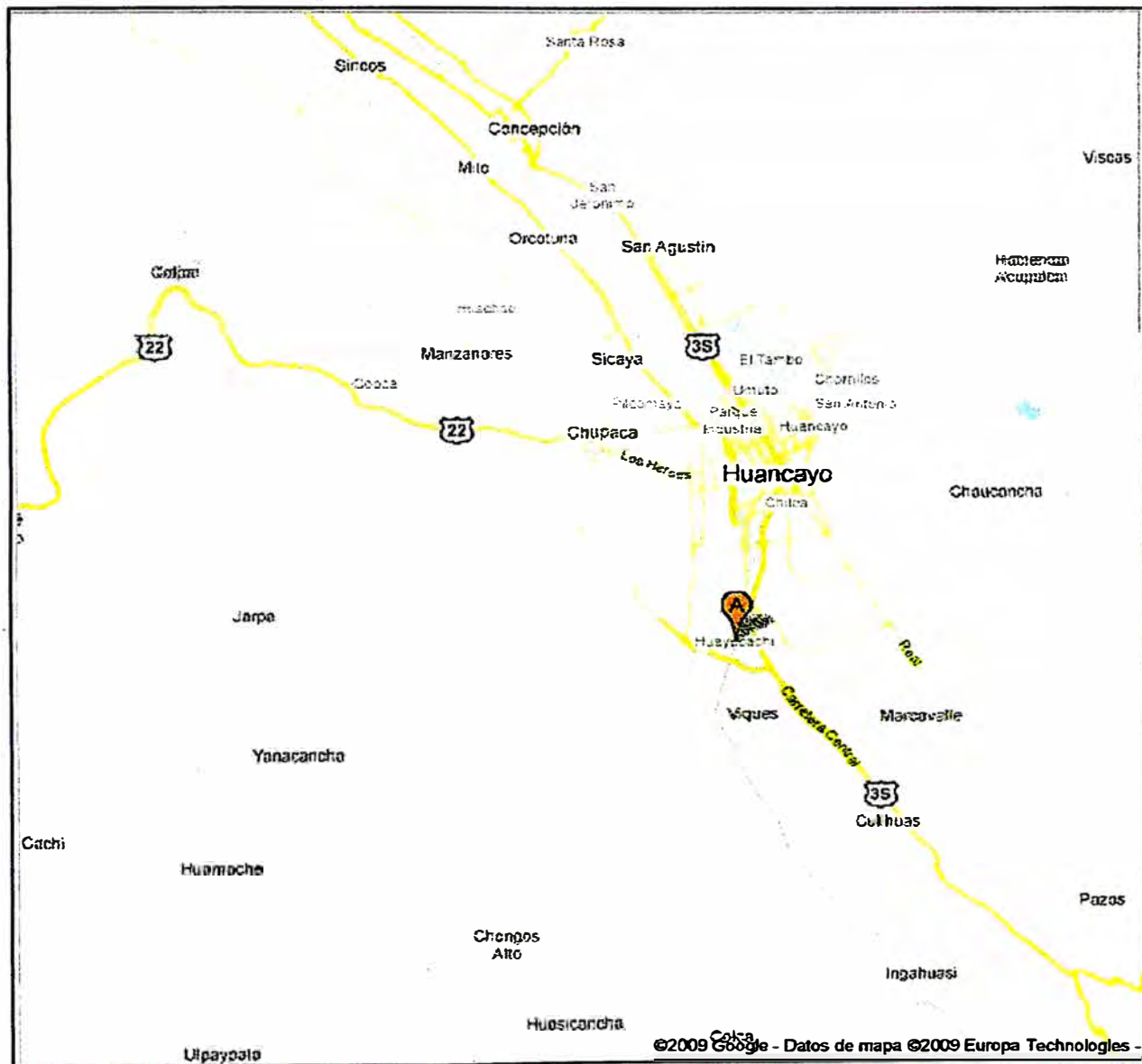
FOTO N° 5

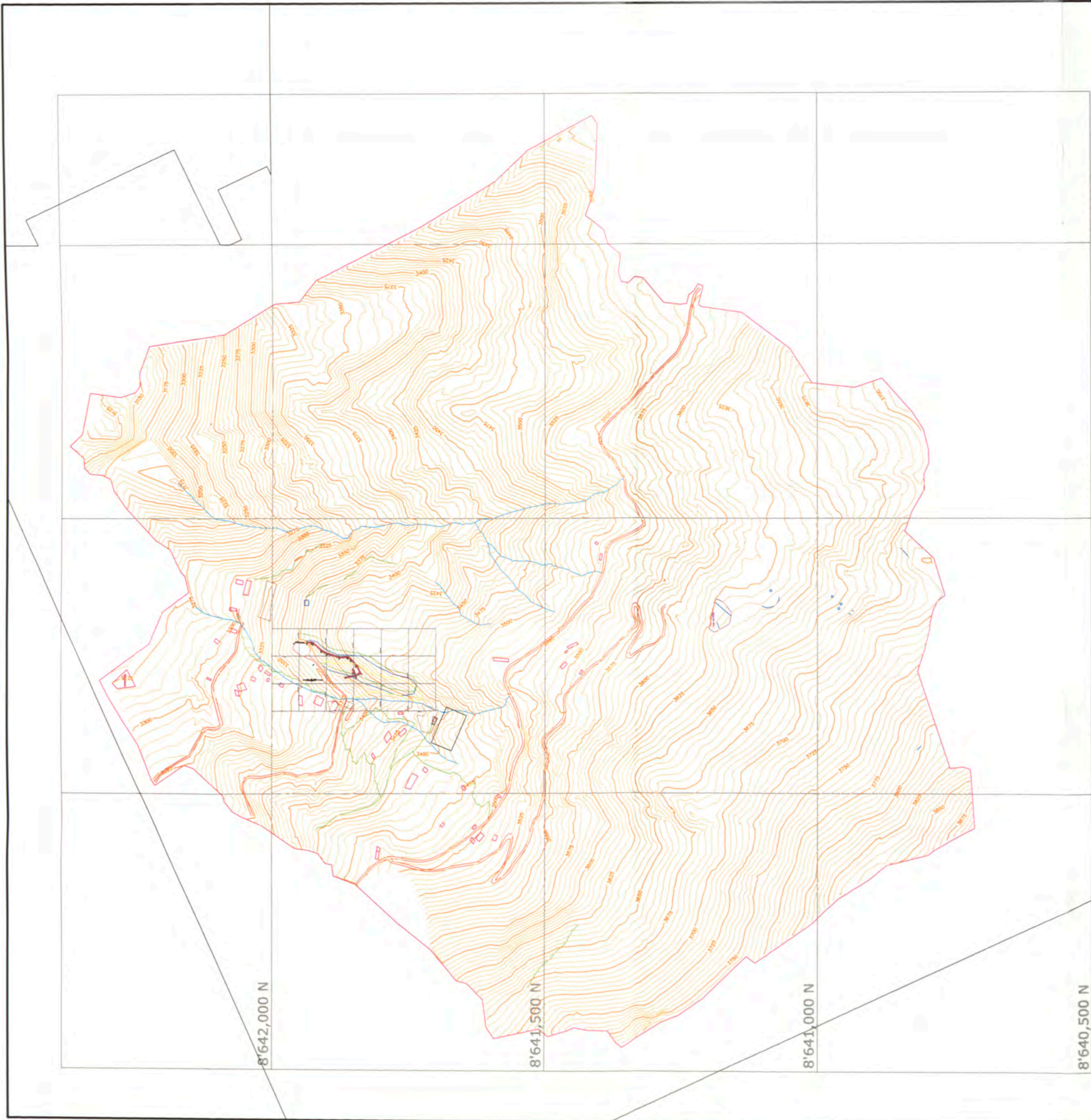
DETECCION DE OXIGENO

LAMPARA DE CARBURO

PLANO GENERAL DE VENTILACION

PLANO DE UBICACIÓN LOCAL





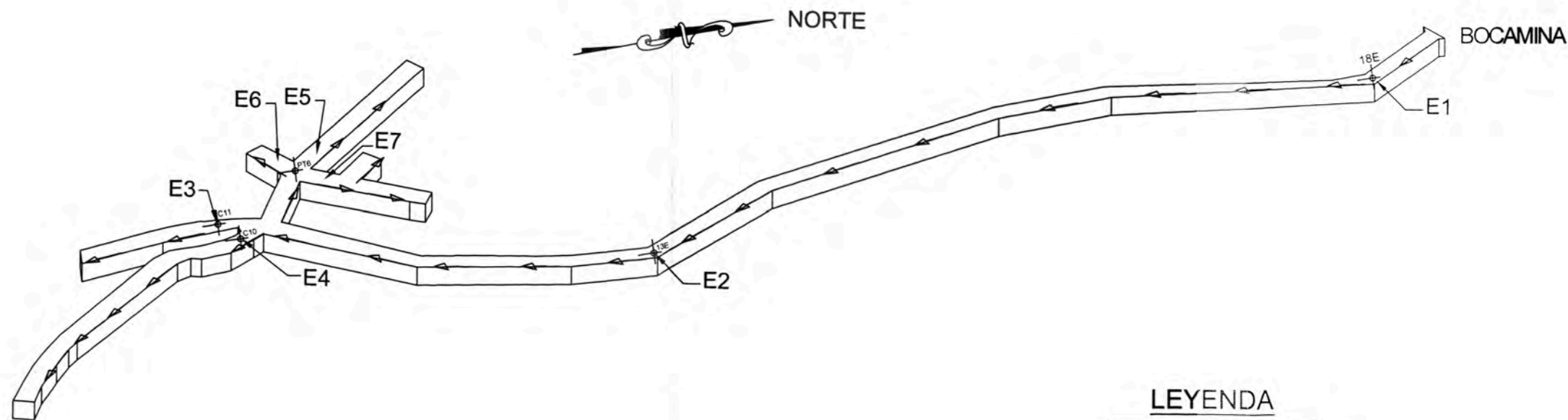
HOJA AL 25,000
 COLCA 25-M- II- NO

Plano:

ZONA 18

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

DIBUJADO	JESUS LUDEÑA R.	No. DE LAMINA	01
UNIDAD DE PRODUCCION - ACUMULACION AGATA I	REGISTRADO		
UNIDAD ECONOMICA ADMINISTRATIVA : LOS COMARCOS I	Numero de plan		
UBICACION PARALE	: ESPERANZA CHANCA	ESCALA	1/ 7500
DISTRITO	: CHUPURO	FECHA	NOV/2009
PROVINCIA	: HUANCAYO		
DEPARTAMENTO	: JUNIN		



LEYENDA

←	AIRE FRESCO
E	ESTACION

ESTACION	V (m/s)	A (m ²)	Q (m ³ /s)	T (°C)	HR (%)
E1	0.35	2.83	0.99	16.1	56
E2	0.20	2.68	0.54	16.6	70.5
E3	0.1	2.46	0.25	18	75
E4	0.1	2.60	0.26	18.8	75
E5	0.055	2.60	0.14	21	76
E6	0.055	2.89	0.16	21.2	74.8
E7	0.05	2.83	0.14	22.2	69.2

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

PLANO:	ISOMETRICO DE VENTILACION CONCESION MINERA AGATA I	CAD:	JESUS LUDEÑA R.	No. DE LAMINA:
UBICACION:	GAL 2 NOR ESTE NIVEL 3773	REALIZADO:	JESUS LUDEÑA R.	
		ESCALA:	1/500	
		FECHA:	NOVIEMBRE 2009	