

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

CAMPUS GUANAJUATO: DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA EN MINAS, METALURGIA Y
GEOLOGÍA

**“ESTUDIO DE VENTILACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE ENERGÍA:
CASO PRÁCTICO MINA LUCERO COMPAÑÍA MINA
BOLAÑITOS, S.A. DE C.V. GUANAJUATO, GTO.”**

EJERCICIO PROFESIONAL

Que para obtener el título de:
INGENIERO DE MINAS

Presenta:
MARÍA DE JESÚS OLMOS ORTEGA

Director del trabajo de titulación:
DR. JUAN CARLOS BALTAZAR VERA

Guanajuato, Gto. 2022.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Blas Olmos y Cirila Ortega
Quienes me inspiraron con su amor y apoyo

A mi esposo Ángel Muñoz
Una persona incondicional en mi vida

A mis hijos Leonardo y Ximena
Los motivos de mi vida

Al Dr. Juan Carlos Baltazar Vera
Por su apoyo en la culminación de esta última etapa

Al Ing. Roberto Ontiveros Ibarra
Por ayudarme durante mi carrera

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	III
CONTENIDO	IV
LISTA DE IMAGENES.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
LISTA DE TABLAS.....	XIII
GLOSARIO DE TÉRMINOS MINEROS	XV
RESUMEN.....	XLIX
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA MINA BOLAÑITOS SA DE C.V	1
1.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y VÍAS DE ACCESO	2
1.3 REGIÓN Y CLIMA	2
1.4 GEOLOGÍA REGIONAL	3
1.5 ESTRUCTURA REGIONAL.....	4
1.6 GEOLOGÍA LOCAL Y DE LA PROPIEDAD	5
1.7 MINERALIZACIÓN	5
1.8 VETAS LA LUZ.....	6
1.9 NUESTRA MISIÓN.....	8

Estudio de Ventilación Mina Lucero

1.10	NUESTRA POLÍTICA	9
1.11	NUESTROS VALORES	10
CAPÍTULO 2 MARCO TEÓRICO		12
2.1	PROPÓSITOS DE LA VENTILACIÓN	12
2.2	COMPOSICIÓN DEL AIRE EN LA ATMOSFERA.....	12
2.3	EFFECTOS DE LA FALTA DE OXÍGENO.....	14
2.4	CONTAMINANTES AMBIENTALES.....	15
2.5	NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-023-STPS-2012, MINAS SUBTERRÁNEAS Y MINAS A CIELO ABIERTO – CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	20
2.6	NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-015-STPS-2001, CONDICIONES TÉRMICAS ELEVADAS O ABATIDAS- CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE.....	21
2.7	MOTIVOS DE LA MALA VENTILACIÓN	22
2.8	NORMAS DE SEGURIDAD.....	23
2.9	VENTILACIÓN NATURAL U PRINCIPAL	25
2.10	CONTROL DE LA VENTILACIÓN NATURAL	25
2.10.1	CURVA CARACTERÍSTICA DE LA VENTILACIÓN NATURAL.....	25
2.10.2	TRABAJO EN CONJUNTO DE VENTILADOR Y DEL TIRO NATURAL	26
2.11	VENTILACIÓN SECUNDARIA U AUXILIAR.....	27
2.11.1	DISEÑO DEL SISTEMA – PRINCIPIOS BÁSICOS	28
2.11.2	TIPOS DE VENTILADORES.....	29

2.11.3	VENTILADORES CENTRÍFUGOS.....	30
2.11.4	VENTILADORES AXIALES.....	30
2.11.5	MANTENIMIENTO U INSPECCIÓN DE VENTILADORES	31
2.12	INSTALACION DE DUCTOS O MANGAS	33
2.13	VENTILACION SOPLANTE	34
2.14	VENTILACION ASPIRANTE	35
2.15	VENTILACIÓN MIXTA SOPLANTE – ASPIRANTE	36
2.16	VENTILACIÓN MIXTA SOPLANTE – ASPIRANTE CAPTACION DE POLVO.....	37
2.17	DIAGRAMA PARA INSTALACIÓN DE VENTILADORES AUXILIARES:	38
2.18	EQUIPOS DE MEDICION PARA LA VENTILACIÓN PRINCIPAL Y AUXILIAR	41
2.19	MEDIDAS DE SUGURIDAD EN VENTILACIÓN PARA PREVENIR ACCIDENTES.....	47
2.20	MANTENIMIENTO SUGERIDO A LOS VENTILADORES.....	50
2.21	COEFICIENTE K PARA LAS GALERIAS Y POZOS DE VENTILACIÓN.	52
2.22	CAUDAL DE AIRE SEGÚN USO DE EXPLOSIVOS.....	53
2.23	CAUDAL DE AIRE TOTAL.....	53
2.24	COEFICIENTE DE FRICCION PARA VENTILACIÓN AUXILIAR	54
2.25	DUCTOS Y ACCESORIOS DE VENTILACIÓN	56
2.26	EQUIPOS DE MEDICIÓN	61
2.26.1	ANEMÓMETRO PORTÁTIL O DIGITAL	61

Estudio de Ventilación Mina Lucero

2.26.2	TERMO ANEMÓMETRO PORTÁTIL MANUAL	62
2.26.3	TERMÓANEMOMETRO PORTÁTIL	62
CAPITULO 3 DESCRIPCIÓN GENERAL		63
3.1	DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO DE VENTILACIÓN MINA LUCERO.	63
3.2	PLANO GENERAL DE VENTILACIÓN MINA LUCERO.	65
3.3	DIAGRAMA GENERAL DE VENTILACIÓN MINA LUCERO PROGRAMA VENTSIM.....	66
3.4	DESCRIPCIÓN DE LAS CURVAS DE OPERACIÓN.....	67
3.5	GRÁFICO QUE INDICA LA CURVA DE OPERACIÓN DE LOS EXTRACTORES EN ROBBINS 12 Y ROBBINS #10.	67
3.6	CURVA DE EXTRACTOR PRINCIPAL 7800 VAX 3150, 250 HP	68
3.7	CURVA DE VENTILADOR DE SPENDROUP 112 – 070-1800-A.....	68
3.8	REGULACIÓN DE ALABES EN LOS VENTILADORES.....	69
3.9	ANÁLISIS DE CAUDALES MINA LUCERO	71
3.10	BALANCE DE AIRE DE INGRESO – EGRESO. ESTUDIO REALIZADO MARZO 2022	72
3.11	BALANCE DE AIRE DE INGRESO – EGRESO. ESTUDIO REALIZADO AGOSTO 2022	75
3.12	REQUERIMIENTO DE AIRE POR ÁREA DE TRABAJO.	77
3.13	CONDICIONES PSICOMÉTRICAS POR LUGAR DE TRABAJO.	78
3.14	TIEMPO DE DILUCIÓN POR OBRA EN OPERACIÓN CON VENTILACIÓN AUXILIAR.....	80
3.15	LAS OBRAS DE COMUNICACIÓN CON LA SUPERFICIE E INTERIOR MINA:	81
CAPITULO 4.....		83

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN POR ZONAS EN OPERACIÓN:	83
4.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA VETA LANA	83
4.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN VETA HERRADURA.....	85
4.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN VETA CECILIA.....	87
4.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN VETA LUCERO.....	89
4.5 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN VETA DANIELA NORTE	91
4.6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN VETA GABRIELA	92
4.7 LISTADO DE VENTILADORES INSTALADOS PARA LA VENTILACIÓN.....	93
4.8 COSTO DE ENERGÍA/ TONELADA MINA LUCERO 2022	94
CAPITULO 5 CONCLUSIÓN	96
CAPITULO 6 BIBLIOGRAFIA	97

LISTA DE IMÁGENES

IMAGEN 1:	FOTO CARTOGRÁFICA DEL DISTRITO GTO. REGIÓN Y CLIMA	2
IMAGEN 2:	PLANO GEOLÓGICO DEL DISTRITO GTO.	7
IMAGEN 3:	TRAZA DE VETAS PRINCIPALES DISTRITO GUANAJUATO.....	7
IMAGEN 4:	MAPA SUPERFICIAL MOSTRANDO LAS VETAS DEL SISTEMA DE LA LUZ EN EL ÁREA DE LA LUZ, GUANAJUATO (ADAPTADO A BEARE Y SOSTE, 2008).....	8
IMAGEN 5:	IMAGEN DE REPRESENTACIÓN DE LA COMPOSICIÓN DEL AIRE EN LA ATMOSFERA.	14
IMAGEN 6:	REPRESENTACIÓN DE LA CURVA CARACTERÍSTICA DE UN TRABAJO EN CONJUNTO DE VENTILACIÓN NATURAL CON VENTILACIÓN FORZADA.	26
IMAGEN 7:	REPRESENTACIÓN DE UN CIRCUITO DE VENTILACIÓN EN MINA METÁLICA.....	27
IMAGEN 8:	DIAGRAMA QUE REPRESENTA INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN AUXILIAR.	28
IMAGEN 9:	ILUSTRACIÓN DE LA CURVA CARACTERÍSTICA DE UN VENTILADOR DE TIPO CENTRIFUGO..	30
IMAGEN 10:	ILUSTRACIÓN DE CURVA DE UN VENTILADOR AXIAL.	31
IMAGEN 11:	REPRESENTACIÓN DE LÍNEA DE VENTILACIÓN AUXILIAR.	33
IMAGEN 12:	ILUSTRACIÓN DE VENTILACIÓN AUXILIAR TIPO SOPLANTE.....	34
IMAGEN 13:	ILUSTRACIÓN DE VENTILACIÓN AUXILIAR TIPO ASPIRANTE.....	35
IMAGEN 14:	REPRESENTACIÓN DEL EFECTO DE UN ARREGLO DE VENTILACIÓN AUXILIAR TIPO MIXTA SOPLANTE - ASPIRANTE.	36
IMAGEN 15:	ILUSTRACIÓN DE VENTILACIÓN MIXTA SOPLANTE – ASPIRANTE.....	37
IMAGEN 16:	DIAGRAMA PARA INSTALACIÓN DE VENTILADORES AUXILIARES, INSTALACIÓN DE VENTILADORES EN SERIE.	38

IMAGEN 17: DIAGRAMA PARA INSTALACIÓN DE VENTILADORES AUXILIARES.....	39
IMAGEN 18: DIAGRAMA PARA INSTALACIÓN DE VENTILADORES AUXILIARES DIÁMETRO DE 30" A 40".	39
IMAGEN 19: DIAGRAMA PARA INSTALACIÓN DE VENTILADORES AUXILIARES DIÁMETRO DE 42" A 56".	40
IMAGEN 20: DIAGRAMA PARA INSTALACIÓN DE VENTILADORES AUXILIARES.....	40
IMAGEN 21: ILUSTRACIÓN DE MOVIMIENTOS CON ANEMÓMETRO PARA DETERMINACIÓN DE CAUDALES EN OBRA MINERA.	42
IMAGEN 22: DIAGRAMA DE REPRESENTACIÓN CON TUBO PITOT PARA MEDICIÓN DE CAUDAL EN TUBERÍA.....	43
IMAGEN 23: IMAGEN QUE REPRESENTA LOS PUNTOS DE AFORO EN UNA OBRA MINERA.	46
IMAGEN 24: REPRESENTACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL FLUJO DEL AIRE EN UNA TUBERÍA. (IMAGEN OBTENIDA DE MANUAL CONFERENCIA SOBRE VENTILACIÓN DE MINAS).	54
IMAGEN 25: CARACTERÍSTICAS DE LA LONA UTILIZADA PARA LA VENTILACIÓN.	56
IMAGEN 26: REPRESENTACIÓN DE LA VARIEDAD DE DUCTOS DE VENTILACIÓN UTILIZADOS PARA LA INSTALACIÓN DE LA VENTILACIÓN AUXILIAR EN MINA.....	57
IMAGEN 27: TABLA DE REPRESENTACIÓN DE LAS LÍNEAS DE VENTILACIÓN DE PRESIÓN, DIÁMETRO Y GASTO. SUGERENCIAS DE PROVEEDOR.....	57
IMAGEN 28: REPRESENTACIÓN DE PRUEBAS REALIZADAS PARA DETERMINAR RESISTENCIA Y CALIDAD DL DUCTO.....	58
IMAGEN 29: ILUSTRACIÓN DE PERDIDAS DETERMINADAS POR PROVEEDOR POR VOLUMEN DE AIRE INYECTADO DEPENDIENDO DEL DIÁMETRO DE DUCTOS. (IMAGEN OBTENIDA DEL CATÁLOGO DE SERVICIOS TAISA).....	60
IMAGEN 30: EQUIPO DE MEDICIÓN DE FLUJO DE AIRE DIGITAL.	61

IMAGEN 31: DAVIS ANEMÓMETRO PARA DETERMINAR LAS VELOCIDADES EN UNA SECCIÓN DE OBRA MINERA.....	62
IMAGEN 32: TERMÓMETRO DIGITAL PORTÁTIL PARA LEVANTAMIENTO DE CONDICIONES PSICOMÉTRICAS.....	62
IMAGEN 33: PLANO GENERAL MINA LUCERO (REPRESENTACIÓN DEL PLANO GENERAL DE VENTILACIÓN, FLUJOS DE VENTILACIÓN, RUTAS DE OBRAS PRINCIPALES Y DIRECCIÓN DE AIRE).	65
IMAGEN 34: REPRESENTACIÓN DE LOS PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE MINA LUCERO. EXTRACTOR PRINCIPAL 1 (HOWDEN 7800 VAX 3150, 250 HP. 1 VENTILADOR SPENDROUP 112-070-1800 –A.	66
IMAGEN 35: DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE VENTILACIÓN, SUBDIVISIÓN POR VETA Y ÁREA DE TRABAJO.....	66
IMAGEN 36: GRÁFICO QUE INDICA LA REPRESENTACIÓN DE VENTILADORES EN PARALELO PARA EL SISTEMA DE VENTILACIÓN PRINCIPAL. LA RESISTENCIA DEL CIRCUITO CORTA LA CURVA DEL SISTEMA EN UN PUNTO (PT,QT).....	67
IMAGEN 37: GRÁFICO REPRESENTATIVO QUE REPRESENTA LA CURVA DE RESISTENCIA EN EL SISTEMA DE VENTILACIÓN DE MINA LUCERO. (IMAGEN DE ELABORACIÓN PERSONAL).....	67
IMAGEN 38: CURVA CARACTERÍSTICA DEL EXTRACTOR PRINCIPAL DE MINA LUCERO (EXTRACTOR ROBBINS 12 HOWDEN MODELO 7800 VAX 3150, 250 HP).....	68
IMAGEN 39: CURVA CARACTERÍSTICA DEL EXTRACTOR PRINCIPAL DE MINA LUCERO (EXTRACTOR ROBBINS 10 SPENDROUP MODELO 112-070-1800 –A, 100 HP). (IMAGEN DE ELABORACIÓN PERSONAL).	68
IMAGEN 40: RODETE CON REGULADOR INDIVIDUAL DE ALABES CON VENTILADOR PARADO.	69
IMAGEN 41: REPRESENTACIÓN DE MOVIMIENTO DE ALABES EN UN VENTILADOR PARA DETERMINAR EL PUNTO DE OPERACIÓN.....	70
IMAGEN 42: GRAFICA QUE REPRESENTA LOS RESULTADOS DE NIVELES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA COMO ÍNDICE DE CALOR EN LOS NIVELES PRINCIPALES DE MINA LUCERO.	74

Estudio de Ventilación Mina Lucero

IMAGEN 43: GRAFICA QUE REPRESENTA LOS RESULTADOS DE NIVELES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA COMO ÍNDICE DE CALOR EN LOS NIVELES PRINCIPALES DE MINA LUCERO.	76
IMAGEN 44: REPRESENTACIÓN DE CONDICIONES PSICOMÉTRICAS POR LUGAR DE TRABAJO.	78
IMAGEN 45: PLANO DE OBRAS DE VENTILACIÓN SUPERFICIALES.	81
IMAGEN 46: DIAGRAMA DE FLUJO DE AIRE EN VETA LANA.	84
IMAGEN 47: DIAGRAMA DE VENTILACIÓN EN OBRAS DE VETA HERRADURA.	86
IMAGEN 48: DIAGRAMA DEL CIRCUITO DE VENTILACIÓN ÁREA VETA CECILIA.	88
IMAGEN 49: DIAGRAMA DE FLUJO DE AIRE EN OBRAS LUCERO.	90
IMAGEN 50: DIAGRAMA DE VENTILACIÓN DE OBRAS DANIELA NORTE.	91
IMAGEN 51: DIAGRAMA DE VENTILACIÓN DE ÁREAS GABRIELA.	92
IMAGEN 52: COSTO DE ENERGÍA PARA VENTILACIÓN ACUMULADA 2022.	94
IMAGEN 53: GRÁFICO DE REPRESENTACIÓN DE KW/HR MENSUAL - ACUMULADO COMO CONSUMO DE ENERGÍA EN EL AÑO 2022.	95

LISTA DE TABLAS

TABLA. 1	REPRESENTACIÓN DE LA DENSIDAD DEL AIRE EN RELACIÓN CON LA ALTITUD CON RESPECTO AL NIVEL DEL MAR.....	14
TABLA. 2	CLASIFICACIÓN DE LOS GASES Y HUMOS POR TIPO DE EXPLOSIVO.....	15
TABLA. 3	EFFECTOS SOBRE EL SER HUMANO A LA EXPOSICIÓN DEL GAS CO A DIFERENTES CONCENTRACIONES POR TIEMPO DE EXPOSICIÓN.....	17
TABLA. 4	EFFECTOS SOBRE EL SER HUMANO A LA EXPOSICIÓN DEL NO ₂ A DIFERENTES CONCENTRACIONES POR TIEMPO DE EXPOSICIÓN.....	19
TABLA. 5	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE EXPOSICIÓN A CONDICIONES TÉRMICAS ELEVADAS.....	21
TABLA. 6	RELACIÓN DE TEMPERATURA CON RELACIÓN A LA HUMEDAD, PARA DETERMINAR EL RESULTADO COMO SENSACIÓN TÉRMICA U ÍNDICE DE CONFORT.....	22
TABLA. 7	PRUEBAS DE NIVEL DE VIBRACIONES REALIZADAS EN UN VENTILADOR.....	51
TABLA. 8	TABLA DE PARÁMETROS DE MONITOREO EN UN VENTILADOR.....	52
TABLA. 9	VALORES DE K PARA MINAS METÁLICAS.....	52
TABLA. 10	REPRESENTACIÓN DE PRESIONES DE TRABAJO EN LAS LÍNEAS DE VENTILACIÓN, SUGERIDAS POR PROVEEDOR.....	59
TABLA. 11	LISTADO DE EQUIPOS QUE OPERAN DENTRO DE MINA SU REQUERIMIENTO AL 100 % Y SU REQUERIMIENTO CONSIDERANDO SU DISPONIBILIDAD Y UTILIZACIÓN PROMEDIO.....	71
TABLA. 12	REGISTRO DE RESULTADOS DE AFOROS DE VENTILACIÓN EN LOS NIVELES PRINCIPALES DE MINA LUCERO, RESULTADOS OBTENIDOS MES DE MARZO 2022.....	72
TABLA. 13	TABLA DE RESULTADOS QUE INDICA EL BALANCE DE FLUJOS DE AIRE TANTO DE INGRESO COMO DE EGRESO EN EL SISTEMA DE VENTILACIÓN DE MINA LUCERO.....	73

Estudio de Ventilación Mina Lucero

TABLA. 14	REGISTRO DE RESULTADOS DE AFOROS DE VENTILACIÓN EN LOS NIVELES PRINCIPALES DE MINA LUCERO, RESULTADOS OBTENIDOS MES DE AGOSTO 2022.....	75
TABLA. 15	REPRESENTACIÓN DE ESTUDIO DE REQUERIMIENTO DE AIRE POR ZONA U ÁREA DE TRABAJO.....	77
TABLA. 16	BALANCE DE CAUDALES DE INGRESO DE AIRE CON RESPECTO A LA EXTRACCIÓN DE AIRE VICIADO.....	77
TABLA. 17	LEVANTAMIENTO DE CONDICIONES DE TRABAJO EN CADA UNA DE LAS OBRAS EN OPERACIÓN.	78
TABLA. 18	TABLA DE TIEMPO LÍMITE DE EXPOSICIÓN PERMISIBLES POR CARGA TÉRMICA.	79
TABLA. 19	LEVANTAMIENTO DE CAUDALES POR OBRA EN OPERACIÓN PARA DETERMINAR EL TIEMPO DE DILUCIÓN POR ÁREA DE TRABAJO.	80
TABLA. 20	OBRAS DE COMUNICACIÓN DE INTERIOR MINA A SUPERFICIE, ALGUNAS DE ESTAS SE ENCUENTRAN BLOQUEADAS Y EN DESUSO A MANERA DE NECESIDAD OPERATIVA.	82
TABLA. 21	VENTILADORES INSTALADOS EN ÁREAS DE VETA LUCERO.....	89
TABLA. 22	LISTADO DE EQUIPOS DE VENTILACIÓN INSTALADOS EN MINA LUCERO.	93
TABLA. 23	COSTO DE ENERGÍA INSTALADA PARA LA VENTILACIÓN EN MINA LUCERO 2022.	94
TABLA. 24	TABLA DE PROYECCIÓN DE COSTO DE ENERGÍA MENSUAL PARA LA VENTILACIÓN EN EL AÑO 2022.....	95
TABLA. 25	ESTIMACIÓN DE COSTO DE ENERGÍA ANUAL, 2022.	95

GLOSARIO DE TÉRMINOS MINEROS

A

Abandono (industria minera)

Fase del Ciclo Minero durante la cual tiene lugar la disminución gradual de la producción, la elaboración del plan de cierre de la mina y las actividades para la prevención y la mitigación de los impactos ambientales por el cierre de la operación.

Accesos

Labores mineras subterráneas que comunican el cuerpo mineralizado con la superficie, para facilitar su explotación. Los accesos pueden ser: 1. Túneles de acceso (o socavones). 2. Chimeneas. 3. Rampas (o inclinados).

Accidente de trabajo

1. Todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte.

2. Es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aun fuera del lugar de trabajo.

Aire (industria minera)

En minas, el aire atmosférico al ingresar a la mina sufre cambios en su composición. El N_2 sube, el O_2 baja, aumenta el CO_2 y también se produce un aumento del vapor de agua, y existe generación de otros gases y polvos que también se suman a esta nueva composición, debido a: respiración de los hombres; equipos de combustión interna; voladuras e incendios (explosivos nitrosos, anfo); descomposición de sustancias o materias minerales u orgánicas; presencia de

aguas estancadas; operaciones básicas de la explotación; empleo de lámparas de carburo (C_2H_2); talleres de soldadura y otros (humos nitrosos).

Aire comprimido

Aire que es comprimido en volumen y es transportado a través de tuberías, usado como energía motriz para equipos y herramientas. El aire comprimido se utiliza, también, para enfriar el aire atmosférico en los frentes de trabajo.

Altímetro

Aparato que se utiliza para medir la altitud de un punto con relación a un nivel de referencia que, habitualmente, es el nivel del mar. Instrumento destinado a la medida de diferencia de alturas sobre el nivel del mar. Se basa su funcionamiento en la relación inversa existente entre presión y altitud, expresada por la Fórmula $h=67,5 \times T \times \log P_0/P$,

Donde:

T es la temperatura absoluta media del aire entre los puntos cuya diferencia de altura es

h expresada en metros y cuyas presiones respectivas son

P y P_0 , medidas en tor.

Altiplano

Etimológicamente, alto, llano; es decir, de menor extensión que la meseta. Geo forma de origen erosivo.

Altitud

En geografía, altura de un punto de la Tierra con relación al nivel del mar.

Amojonar

Acción de alinderar o demarcar un terreno con la colocación de mojones o marcas permanentes en sus extremos, generalmente por medio de un levantamiento topográfico a rumbo y distancia.

Ancla

Es un elemento metálico resistente, que se emplea para estabilizar taludes tanto en roca como en terreno suelto.

Anclajes de roca

En minería mecanismo utilizado para el sostenimiento de techos en galerías subterráneas o de taludes a cielo abierto; se utilizan pernos de acero anclados en barrenos (hoyos) perforados especialmente con este fin.

ANFO

1. Acrónimo de nitrato de amonio y diésel (ammonium nítrate and fuel oil).
2. Mezcla de nitrato de amonio y combustible (aproximadamente 5,7%), el cual es mezclado normalmente en el sitio de trabajo. El ANFO no tiene resistencia al agua, tiene baja densidad, baja potencia (potencia/volumen), baja velocidad de detonación y no puede ser explotado por un solo detonador normal; posee un mejor acoplamiento a la roca, completa el llenado del barreno y posee un alto grado de seguridad.

Angstrom

Unidad de longitud equivalente a la diezmillonésima parte de un milímetro.

Ángulo de deslizamiento

La pendiente, medida desde la horizontal, en la cual materiales sólidos sueltos o fragmentados comenzarán a deslizarse; es un ángulo un poco mayor que el ángulo de reposo.

Ángulo de reposo

El ángulo máximo que forma con la horizontal, al cual un material permanecerá en una superficie, sin deslizarse o rodarse.

B

Barrena

1. Herramienta que se usa para perforar.
2. La parte de una herramienta de perforación que corta la roca.

Barreno

Agujero practicado en una roca, que se rellena de pólvora u otro explosivo, para hacerla volar.

Bocamina

1. La entrada a una mina, generalmente un túnel horizontal.
2. Sitio en superficie por donde se accede a un yacimiento mineral.

C

Calor

Tipo de energía que se traslada entre dos sistemas en virtud a una diferencia en temperatura. La primera ley de la termodinámica demuestra que el calor absorbido por un sistema puede ser usado por éste para realizar un trabajo o para elevar el nivel de su energía interna.

Calor específico

Cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de una unidad de peso de una sustancia en 1 grado; usualmente expresada como calorías/gramos, o BTU/libra.

Caloría

Cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de un gramo de agua en un grado centígrado (de 15º a 16º Celsius). Es equivalente a 0,00396832 Btu o a 4,184 julios.

Cámara (industria minera)

1. Corte. Sector de una mina subterránea donde se lleva a cabo la explotación gradual del depósito. El término, generalmente, se aplica a la explotación de depósitos constituidos por capas o vetas inclinadas. 2. Cualquier excavación de una mina subterránea, diferente de las labores de desarrollo (guías, cruzadas, entre otros) y preparación (tambores, diagonales, sobre guías y otros) elaborada con el fin de extraer un mineral.

Cierre

1. Terminación de actividades mineras o desmantelamiento del proyecto originado en renuncia total, caducidad o extinción de los derechos del titular minero. Es la última etapa del desarrollo de una mina y se presenta cuando los márgenes de rentabilidad no son los adecuados por los bajos tenores o agotamiento de las reservas que no la hacen competitiva con otras minas. 2. Acto de cerrar cualquier labor minera, generalmente subterránea, cuando finalizan las labores extractivas, con el fin de evitar riesgos de accidentes y facilitar la recuperación de los terrenos.

Compresor

Máquina para producir aire comprimido, con una presión mayor a la atmosférica, mediante la elevación de la presión del aire al valor de trabajo deseado. El aire comprimido pasa de la estación compresora y llega a las instalaciones a través de tuberías.

CFM

Siglas en idioma inglés para expresar el volumen de aire como pies cúbicos por minuto (Cubit Feet Minute).

D

Decibel

Unidad adimensional, definida como la relación logarítmica entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibelio se utiliza para describir niveles de intensidad, de potencia y de presión sonora (dB).

Demanda Química de Oxígeno (D.Q.O.)

Concentración en masa de oxígeno equivalente a la cantidad de un oxidante específico consumido por materias en disolución o en suspensión cuando se trata de una muestra de agua con este oxidante bajo condiciones definidas.

Densidad

- 1) Masa de una sustancia por unidad de volumen.
- 2) Distribución de una cantidad (como masa, electricidad o energía) por, generalmente, unidad de espacio (como área, longitud o volumen), por ejemplo, densidad de muestreo.
- 3) Peso de una sustancia en gramos por centímetro cúbico (a una temperatura específica). En el caso de líquidos y sólidos, es equivalente a la gravedad específica.
- 4) En mecánica de suelos, el término es comúnmente usado como unidad de peso.
- 5) En mineralogía, es una propiedad de la materia que está muy relacionada con el tipo y la disposición de los átomos en el retículo cristalino. La densidad expresa la relación entre la masa de una sustancia y el volumen que ocupa. Suele medirse en g/cc, pero lo normal es expresar la densidad relativa a la del agua a 4°C (aproximadamente 1 gr/cc) y el valor será adimensional (sin unidades).

Densidad aparente

1. Peso (W) de un objeto o material dividido por su volumen exterior (Ve) menos el volumen de sus poros abiertos (Vp). Densidad aparente = $W / (Ve - Vp)$.

2. En carbones, se refiere al ensayo que consiste en la determinación de la masa de agua desplazada por una cantidad conocida de trozos (polvo) de carbón seco, por peso de carbón seco y húmedo.

Derrumbe

1. Hundimiento de un tajo o un corte (cámara). 2. Colapso de labores mineras.

Desarrollo (minería subterránea)

1. Preparación de una propiedad o área minera, susceptible de ser explotada por métodos de minería subterránea, de tal forma que el depósito pueda ser analizado y estimar sus reservas. El desarrollo es una etapa intermedia entre la exploración y la extracción propiamente dicha y comprende las labores mineras encaminadas a crear los accesos y vías internas dentro del depósito con el fin de preparar la extracción y el transporte de este. Los desarrollos pueden ser: desarrollo productivo o desarrollo improductivo.

Desarrollo improductivo (minería subterránea)

Cuando el avance se realiza en estéril (cruzadas).

Desarrollo minero

Fase del Ciclo Minero que empieza desde la confirmación de la existencia de los depósitos minerales hasta el comienzo de su explotación.

Desecho (impacto ambiental)

Denominación genérica de cualquier tipo de productos residuales o basuras procedentes de las actividades humanas o bien producto que no cumple especificaciones.

Deshidratación

Proceso o reacción que puede observarse durante el calentamiento de sustancias minerales, caracterizado por el desprendimiento de sustancias que contienen volátiles o entidades capaces de generarlos. Estos volátiles pueden ser anhídrido carbónico (procedente de carbonatos), agua, halógenos, mercurio, entre otros. El estudio cuidadoso de los procesos de deshidratación es importante, no sólo para averiguar la cantidad de agua retenida en una sustancia, sino que constituye un dato decisivo en el estudio estructural, ya que no basta con conocer cuánta agua contiene, sino que también hay que saber cómo se encuentra.

Dilución

Residuos de roca de baja grado, inevitablemente retirados con el material en el proceso de minería, que contribuyen a bajar la ley del mineral explotado. Hace referencia al porcentaje de material estéril o de baja ley que se mezcla con el mineral producido por el método de explotación utilizado, y las operaciones complementarias.

Dinamitas

Las dinamitas son mezclas explosivas que contienen nitroglicerina y nitroglicol coagulado. Contienen también nitrato de amonio y pasta de madera. La cantidad de nitroglicerina y nitroglicol en la mezcla determina la fuerza de las dinamitas (por ejemplo, 35% de dinamita contiene 35% de una mezcla de nitroglicerina y nitroglicol). La resistencia al agua es satisfactoria porque los cartuchos son protegidos por una capa de cera fundida.

Dióxido de azufre

Compuesto gaseoso que es liberado durante el calentamiento hasta una temperatura determinada de las especies minerales que contienen azufre.

E

Enfermedad profesional

Todo estado patológico permanente o temporal que sobrevenga a un trabajador como consecuencia obligada y directa de la clase de trabajo o del medio en que se ha visto obligado a laborar, y que haya sido determinada como Enfermedad Profesional por el Gobierno Nacional. En minería, los riesgos causales de enfermedades profesionales se deben en la mayoría de los casos al manejo inadecuado de los desagües, exposición de material particulado (polvo, gases), pisos planos inclinados y a la falta de buena ventilación.

Escala

Relación entre la distancia lineal en un mapa, plancha o carta topográfica, globo, modelo o fotografía, y la correspondiente distancia sobre la superficie que está siendo mapeada. La escala puede ser expresada en términos directos o verbales mediante diferentes unidades (por ejemplo, 1/25.000 o 1: 25.000, que significa que una unidad sobre el mapa representa 25.000 unidades idénticas sobre el terreno) o una medida gráfica (como una barra o línea demarcada en metros, kilómetros, etc.)

Estudio de factibilidad

Comprende toda la información con la que se realiza la evaluación de un proyecto, que habilita para tomar la decisión definitiva sobre la realización o sobre el proyecto mismo. El estudio de factibilidad debe suministrar una base técnica económica y comercial para tomar la decisión sobre inversiones a realizarse en un proyecto minero industrial, lo mismo que sobre sus condiciones operativas y procedimientos asociados.

Estudio de factibilidad minera

Estudio en el cual se recopila la información geológica minera obtenida desde el reconocimiento hasta la exploración detallada, se modela el yacimiento, se diseña la explotación, se determina el volumen de reservas recuperables, se evalúa la calidad técnica y la viabilidad económica del proyecto de explotación minera. Este estudio permite verificar todas las informaciones geológicas, técnicas, ambientales, jurídicas y económicas relativas al proyecto, lleva a la toma de decisiones en materia de inversiones y constituye un documento aceptable por los bancos para las gestiones de financiación de un proyecto.

Estudio de Impacto Ambiental (E.I.A.)

1. Documento técnico que debe presentar el titular del proyecto del cual se efectuará la declaración de impacto ambiental, que es recopilado antes de iniciar un proyecto; este estudio examina los efectos que tendrán las actividades del proyecto sobre las áreas circundantes naturales de un terreno.

2. Instrumento de planificación ambiental para la toma de decisiones con respecto al desarrollo de acciones o proyectos, exigido por la autoridad ambiental, carácter preventivo, cuyo propósito es identificar, valorar y definir las medidas de preservación, mitigación, control, corrección y compensación de los impactos o consecuencias, y efectos ambientales que las acciones de un proyecto, obra o actividad pueden causar sobre la calidad de vida del hombre y su entorno.

Exploración

Búsqueda de depósitos minerales mediante labores realizadas para proporcionar o establecer presencia, cantidad y calidad de un depósito mineral en un área específica. La exploración regional es la etapa primaria de un proyecto de exploración encaminada a la delimitación inicial de un depósito mineral identificado en la etapa de prospección, con evaluación preliminar de la cantidad y la calidad.

Su objetivo es establecer las principales características geológicas del depósito y proporcionar una indicación razonable de su continuidad y una primera evaluación de sus dimensiones, su configuración, su estructura y su contenido; el grado de exactitud deberá ser suficiente para decidir si se justifican posteriores estudios de prefactibilidad minera y una exploración detallada.

Explosiones de polvo de sulfuro

En las minas subterráneas, es el riesgo de combustión espontánea de polvo que contiene sulfuros minerales y es traído por el aire.

Explosivo

Los explosivos son sustancias que tienen poca estabilidad química y que son capaces de transformarse violentamente en gases. Esta transformación puede realizarse a causa de una combustión o por acción de un golpe, impacto, fricción u otro, en cuyo caso recibe el nombre de explosivos detonantes, como es el caso de las dinamitas y los nitratos de amonio. Cuando esta violenta transformación en gases ocurre en un lugar cerrado, como puede ser un barrenado en un manto de roca, se producen presiones muy elevadas que fracturan la roca. La más antigua de las sustancias explosivas es la pólvora negra, que consistía en una mezcla formada por salitre, carbón y azufre.

Explosivos de seguridad

Explosivo que requiere de un potente iniciador (detonador) y, por lo tanto, puede ser manipulado seguramente bajo condiciones ordinarias de operación. Este tipo de explosivos se usa en casos en el que el gas o el polvo del carbón hacen que los demás tipos de explosivos sean muy peligrosos, dado que llevan en su composición una sustancia que atenúa los efectos de la detonación y evitan el riesgo de que se produzcan explosiones en la atmósfera peligrosa. Se incluyen dentro de este grupo, los agentes explosivos de nitrato de amonio.

Explosivos gelatinosos

Estos explosivos llevan en su constitución, como agente desencadenante, nitroglicerina, nitro algodón, nitrato de sodio y materiales celulósicos. Sus características son consistencia plástica, alta densidad, buena resistencia al agua, libre de vapores nocivos y una buena capacidad de almacenamiento.

Explosivos plásticos y semiplásticos

Explosivos cuya consistencia es tal, que permite que sea "moldeado" para aplicar una presión moderada, para llenar un barreno. La diferencia entre las formas plásticas y semiplásticas depende principalmente de la diferencia del equipo que se utiliza para su fabricación. La viscosidad de los tipos plásticos hace posible su fabricación mediante un proceso de extrusión a través de tubos.

Explosivos tipo gelignitas

Gelignitas es un tipo especial de explosivo gelatina que contiene nitroglicerina, nitro algodón y nitrato de amonio con un suplemento de absorbente. Es este poderoso explosivo de alta densidad con alta resistencia al agua.

Explosivos tipo slurry

Explosivos que contienen nitrato de amonio, TNT, agua y sustancias para mantener el explosivo homogéneo. Los slurries son específicamente diseñados para explosiones en barrenos largos y húmedos; son relativamente insensibles a los iniciadores y, por lo tanto, necesitan ser detonados con un primer explosivo (que, generalmente, son TNT comprimido o un iniciador especial). Los slurries son resistentes al agua y son también bombeados directo dentro del barreno o aplicados en bolsas de plástico.

Explotación (industria minera)

1. Proceso de extracción y procesamiento de los minerales, así como la actividad orientada a la preparación y el desarrollo de las áreas que abarca el depósito mineral.
2. Es la aplicación de un conjunto de técnicas y normas geológico minera y ambientales, para extraer un mineral o depósito de carácter económico, para su transformación y comercialización.

F

Factores de riesgo en la minería

Son aquellos elementos que pueden producir efectos perjudiciales tanto en la salud de los trabajadores como al medio ambiente, clasificados como: físicos, químicos, biológicos, ergonómicos, psicosociales y de seguridad.

Fahrenheit

°F. Escala de temperatura donde el agua a nivel del mar tiene un punto de congelación de +32 grados F (Fahrenheit) y un punto de ebullición de +212 grados F (189 de diferencia). Equivalencias: conversión de la escala de temperatura de Celsius (centígrados) a Fahrenheit, $^{\circ}\text{F} = 9/5^{\circ}\text{C} + 32$, donde C es la temperatura en grados Celsius.

Falla

1. Una fractura o una zona de fractura sobre la cual se produce un movimiento diferencial entre dos bloques rocosos adyacentes. El desplazamiento puede ser de milímetros a cientos de kilómetros. Hay varios tipos de falla, clasificados según la forma como se desplaza un bloque con respecto al otro.

Frente ciego (minería subterránea)

Frente de trabajo al que sólo se puede tener acceso mediante una vía o galería principal (vías que comunican con los túneles o galerías de acceso, utilizadas para transporte y movilización de material y personal).

Fuego de mina

Es la combustión lenta y espontánea del carbón, la cual es provocada por una oxidación que tiene lugar en condiciones anormales (infiltración de aire) en las grietas de macizo de carbón o en el carbón abandonado en labores antiguas. Ello da lugar a un calentamiento del carbón, lo que acelera el proceso de combustión.

Fuente termal

Los manantiales o fuentes termales son las manifestaciones más comunes en los sistemas geotérmicos. Descargan agua caliente ($>50^{\circ}\text{C}$) o tibia ($<50^{\circ}\text{C}$) y gases, principalmente CO_2 (gas carbónico) y H_2S (sulfuro de hidrógeno).

Fuerza de un explosivo

La fuerza suele considerarse como la capacidad de trabajo útil de un explosivo.

También suele llamarse potencia y se originó de los primeros métodos para clasificar los grados de las dinamitas. Las dinamitas puras o nitroglicerinas fueron medidas por el porcentaje de nitroglicerina en peso que contenía cada cartucho, por ejemplo, la dinamita nitroglicerina de 40% de fuerza, contiene un 40% de nitroglicerina; una de 60% contiene 60% de nitroglicerina, etc. La fuerza de acción de este tipo de explosivo se toma como base para la comparación de todas las demás. Así pues, la fuerza de cualquier otro explosivo, expresada en tanto por ciento, indica que estalla con tanta potencia como otra equivalente de dinamita nitroglicerina en igualdad de peso.

Fulminante

Casquillo metálico cerrado en un extremo, el cual contiene una carga explosiva de gran sensibilidad, por ejemplo, fulminato de mercurio. Están hechos para detonar con las chispas del tren de fuego de la mecha de seguridad.

G

Gal

Unidad de medida de la gravedad (aceleración de la gravedad), utilizada en geofísica (gravimetría), equivalente a 1 centímetro por segundo cuadrado. (1cm/s^2). En prospección geofísica se usa el miligal (0,001 Gal). En estas unidades la gravedad promedio en la superficie de la Tierra es de alrededor de 980 gales ó 98×10^4 .

Galerías

Túneles horizontales al interior de una mina subterránea.

Galvanómetro

Instrumento utilizado para la detección y la medición de la corriente, cuyo principio se basa en las interacciones entre una corriente eléctrica y un imán.

Gas (industria minera)

1. Término usado por los mineros para referirse a un aire impuro, especialmente con combinaciones explosivas.
2. Gases combustibles (metano), mezcla de aire y gases combustibles, u otras mezclas de gases explosivos que se encuentran en las minas.

Gases esenciales

En minería, el aire atmosférico y el oxígeno, los gases indispensables para la vida del hombre.

Gases explosivos

En minería, gases que en altas concentraciones forman mezclas explosivas con el aire: metano (CH_4); monóxido de carbono (CO , explosivo en concentraciones entre 13 y 75%) y C_2H_2 y H_2S .

Gases nitrosos

NO y NO_2 . Son derivados de diferentes óxidos de nitrógeno. Se encuentra como mezcla en diferentes concentraciones como producto habitual de las voladuras en los frentes. Estos dos gases no se separan nunca en esta situación, por lo que hay que reconocerlos juntos, aunque los porcentajes varíen constantemente. Producen la muerte por edema pulmonar, por lo que es preciso tener cuidado en los momentos inmediatos a la pega y conviene regar la carga de tierra para disolverlos. Se detectan mediante tubos colorimétricos. Sus características más importantes son: de olor acre.

Gases sofocantes

En minería, gases que producen ahogos y en altas concentraciones pueden producir la muerte: nitrógeno (N_2), dióxido de carbono (CO_2) que cuando es $>15\%$ en volumen es mortal; metano (CH_4) y el gas de carburo (C_2H_2 , producido por la acción del agua sobre el carburo de calcio, olor a ajo).

Gases tóxicos

En minería, gases nocivos al organismo por su acción venenosa: monóxido de carbono (CO); humos nitrosos (olor y sabor ácidos); sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico) (H_2S) (límite permisible 8 pm, olor a huevos podridos) y anhídrido sulfuroso (SO_2 , que cuando la concentración es mayor del 15% en volumen es mortal, límite permisible 1,6 pm).

Gasificación (carbón)

En carbones, proceso de combustión, en aire u oxígeno, en el cual la totalidad del combustible sólido, excepto las cenizas, se convierte en gases combustibles.

H

Hidrocarburos

Compuestos orgánicos conformados por carbono e hidrógeno, formados por procesos naturales debidos a la descomposición de plantas y animales, bajo condiciones especiales de enterramiento. Pueden encontrarse en estado sólido (asfaltos), líquido (petróleos) y gaseoso (gas natural).

Hidrógeno (seguridad e higiene minera)

Gas incoloro, inodoro, insípido altamente inflamable, no tóxico, pero sí asfixiante; se quema en el aire y forma una llama azul pálido casi invisible y es el más ligero de los gases conocidos en función a su bajo peso específico con relación al aire. En las minas subterráneas se encuentra en estado libre debido a la incorporación de las cargas de baterías en el interior, a la utilización de algún tipo de explosivo, o es generado en las explosiones e incendios en minas de carbón (por descomposición de agua en contacto con el carbón incandescente). El principal riesgo que entraña se presenta al unirse con el oxígeno a temperatura elevada, forma una mezcla explosiva, y la concentración más peligrosa es 71% de aire y 28% de hidrógeno (en este caso es más inflamable que el grisú). Se detecta mediante un toxímetro que es un medidor específico de hidrógeno que mediante un visor digital permite conocer la ppm (partes por millón) de las concentraciones analizadas.

Humedad (medio ambiente)

Vapor de agua contenido en la atmósfera. También se usa para describir el total de agua en estado líquido, sólido o como vapor contenido en un volumen específico de aire.

Humedad de equilibrio

Es aquella humedad que constituye una calidad de la capa de carbón, por cuanto ocurre en su estado natural de depósito; incluye solamente el agua considerada como perteneciente al acto de depósito, y no a la humedad que se agrega desde la superficie. Se determina como la cantidad de agua en equilibrio contenida en el carbón, en una atmósfera comprendida entre el 96% y el 97% de humedad relativa, a una temperatura de 30°C.

Humedad del carbón

Contenido de agua presente en el carbón, la cual puede ser clasificada en: humedad bruta o libre (también llamada agua de superficie), humedad de retención o residual, y humedad total. La humedad es determinada cuantitativamente por métodos normalizados que varían de acuerdo con el tipo de humedad que se desee determinar.

Humedad específica

Relación entre la masa de vapor de agua y la masa del aire húmedo.

Humedal

Cuerpo de agua (lago o laguna) permanente o temporal, de nivel y extensión variable en función del ciclo de precipitaciones y de desbordamientos del río. Se encuentra en continua interacción con las aguas de los ríos o del mar. Cuando la relación es con el mar puede tomar el nombre de albufera. El término ciénaga es regional (Bajo Magdalena, Bajo Cauca, etc.).

Humos

Mezcla de gases (tóxicos y no tóxicos) que se originan de la detonación de explosivos, compuestos principalmente de bióxido de carbono, nitrógeno y vapor de agua (gases no son tóxicos) y monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno (gases venenosos). Tanto la naturaleza como la cantidad de gases venenosos varían en los diferentes tipos y clases de explosivos.

Algunos de los factores que pueden incrementar los gases tóxicos son: fórmula pobre del producto, cebado inadecuado, falta de resistencia al agua, falta de confinamiento, reactividad del producto con la roca y reacción incompleta del producto.

I

Iluminación

Hace referencia a los medios usados para mantener iluminados los diferentes frentes de trabajo y vías principales en una explotación subterránea.

Índice de Calor

Es una medida del efecto combinado de la temperatura y la humedad relativa en el cuerpo humano. Se manifiesta cuando la temperatura del aire alcanza los 27°C y la humedad relativa el 40 %.

Ingeniería de minas

Es la planeación y el diseño de las minas, teniendo en cuenta factores económicos, técnicos y geológicos; también incluye la supervisión de la extracción y algunas veces el refinamiento preliminar del material que sale de la planta de beneficio.

J

Julio

Unidad de medida utilizada para expresar valor energético y trabajo. Un (1) julio equivale a la energía consumida/liberada cuando el punto de aplicación de una fuerza de un (1) newton (kg/m/seg^2) desplaza/mueve un (1) kilogramo a una distancia de un (1) metro (m), en el mismo sentido y dirección de la fuerza.

K

Kelvin

°K. Escala de temperatura con un punto de congelación de +273 K (kelvin) y un punto de ebullición de +373 K. También se le conoce como la Escala de Temperatura absoluta.

Kilocaloría

Unidad de calor equivalente a mil calorías.

Kilovatio hora

Cantidad total de kilovatios usados en una hora, equivalente a 3.600.000 julios y a 0,0949 metros cúbicos de gas.

L

Labor (industria minera)

1. Lugar (cavidad u otro sitio) dentro de una mina subterránea (galería, clavada, entre otros) de donde se extrae el material de mena, mineral o carbón. 2. Cantera, nivel, cámara, corte donde se realiza una actividad dentro de una mina.

Lámpara de carburo

Una lámpara que es cargada con carburo de calcio y agua, la cual quema el acetileno que se genera. Se compone de dos contenedores, el superior es llenado con agua con un controlador de goteo, que le da paso al contenedor inferior donde se encuentra el carburo de calcio (CaC_2) que genera así acetileno (C_2H_2), un gas combustible, que sale a presión a través del quemador (boquilla), donde es encendido. La lámpara posee un reflector en forma de disco en la parte trasera del quemador.

Lámpara eléctrica

Lámpara cuya fuente de iluminación es una batería que se cuelga en el cinturón del minero, conectada con la lámpara, que se ubica en el casco, a través de un cable. Las lámparas eléctricas están equipadas con un bombillo de doble filamento que permiten diferentes luminiscencias, lo mismo que tiempos o períodos de operación.

Lampistería

Almacén donde se guardan y se realiza el mantenimiento de las lámparas.

Lava

1. Nombre general de cualquier roca fundida, expulsada por los volcanes.
2. Material incandescente que brota desde cualquier grieta de la corteza terrestre producto de una erupción volcánica.
3. Material fundido con temperaturas entre 700 y 1.200°C, rico en minerales, gases y agua, proveniente del interior de la Tierra, que se enfría en la superficie, y forma las rocas ígneas de origen volcánico.

Levantamiento

1. Proceso metódico y exacto de estudio y trazado de las características físicas o químicas de la superficie, el subsuelo o la constitución interna de la superficie terrestre mediante mediciones topográficas, geológicas, geofísicas o geoquímicas.
2. Asociación de datos o resultados obtenidos en un estudio de campo.
3. Mapa o descripción de un área, como resultado de un estudio de campo.

Levantamiento topográfico

Descripción y delineamiento de un terreno en su configuración superficial.

Ley

Contenido de metal valioso en una mena, expresado generalmente en porcentaje o en gramos de metal por tonelada de mena.

Ley de corte (cut off)

1. Es la concentración mínima que debe tener un elemento en un yacimiento para ser económicamente explotable, es decir, la concentración que hace posible pagar los costes de su extracción, su tratamiento y su comercialización. Es un factor que depende a su vez de otros factores, que pueden no tener nada que ver con la naturaleza del yacimiento, como, por ejemplo, su proximidad o lejanía a vías de transporte, avances tecnológicos en la extracción, entre otros.

Leyes de ventilación

Conjunto de leyes que rigen el diseño de un eficiente circuito de ventilación:

1. Por cada 30 metros que se desciende desde el suelo la temperatura aumenta un grado centígrado;
2. Para obtener una corriente de aire se precisa una entrada, una salida y una diferencia de presión (depresión);
3. En un circuito, cuanto mayor es la depresión mayor será la cantidad de aire que pasa por él;
4. El porcentaje de gas será menor cuanto mayor sea la cantidad de aire;
5. El aire, para salir, siempre toma el camino más fácil; 6. Cuantas menos fugas haya en el circuito, mayor será la cantidad de aire que pasa por él.
7. El aire caliente tiende a subir.

Línea base (topografía)

Una línea levantada y establecida con más cuidado del usual, que sirve como referencia y con respecto a la cual se coordinan y se correlacionan otros levantamientos. 2. Es la medida inicial en una triangulación, es una distancia medida exactamente y que se constituye en un lado de

una serie de triángulos conectados y usados, junto con ángulos medidos, para los cálculos de las longitudes de los otros lados.

Límites permisibles

Limite permisible moderado (LPP): en el promedio ponderado de las concentraciones ambientales de contaminantes químicos en los lugares de trabajo, durante la jornada normal de 8 horas diarias con un total de 48 horas semanales.

Limite Permisible Temporal (LPT): Valor máximo permitido para el promedio ponderado de las concentraciones ambientales de contaminantes químicos en los lugares de trabajo medidas en un periodo de 15 minutos continuos dentro de la jornada de trabajo. Este límite no podrá ser excedido en ningún momento de la jornada.

Limite Permisible absoluto (LPA): Valor máximo permitido para concentraciones ambientales contaminantes químicos, medida en cualquier momento de la jornada de trabajo.

M

Manifestación mineral

Recurso mineral puesto en evidencia por un estudio de reconocimiento geológico. Pequeñas acumulaciones de minerales que debido a su conocimiento o su información revisten una importancia geológica económica de tercer grado. Se utiliza como sinónimo el término ocurrencia.

Mantenimiento minero

Programa sistemático de revisiones a todo el conjunto de herramientas y maquinas que componen el sistema productivo de la mina. Puede ser preventivo y correctivo.

Mapa base

1. Mapa que contiene características geográficas usadas como referencia contextual o de localización para los demás mapas de un proyecto. Conjunto de condiciones físicas, químicas y biológicas que rodean a un organismo.

Mina

1. Excavación que tiene como propósito la explotación económica de un yacimiento mineral, la cual puede ser a cielo abierto, en superficie o subterránea.
2. Yacimiento mineral y conjunto de labores, instalaciones y equipos que permiten su explotación racional.
3. El Código de Minas define "mina" como el yacimiento, formación o criadero de minerales o de materias fósiles, útil y aprovechable económicamente, ya se encuentre en el suelo o el subsuelo.

Mina abandonada

1. Operación minera que se encuentra clausurada.
2. Excavación, derrumbada o sellada, que ha sido abandonada y en la cual no se pretende llevar a cabo operaciones mineras futuras.

Mina activa

Mina en la cual actualmente se adelantan labores de explotación.

Mina inactiva

Denominación que se da a una mina, si actualmente se encuentra en cese debido a circunstancias como paros, problemas económicos, pero hay, por ejemplo, vigilancia de la mina y labores de mantenimiento de equipos.

Mineral

1. Sustancia homogénea originada por un proceso genético natural con composición química, estructura cristalina y propiedades físicas constantes dentro de ciertos límites.

2. Individuos minerales que se caracterizan por una estructura cristalina determinada y por una composición química, que pertenecen a un rango de variaciones continuas y que se encuentran en equilibrio bajo unas condiciones termodinámicas determinadas. 3. El Código de Minas define el mineral como la sustancia cristalina, por lo general inorgánica, con características físicas y químicas propias debido a un agrupamiento atómico específico. Material que contiene uno o más minerales o metales, cuyo valor es mayor que todos los costos necesarios para su extracción y su tratamiento.

N

Nivel (minería subterránea)

1. Galerías horizontales en un horizonte de trabajo en una mina; es usual trabajar las minas desde una chimenea de acceso, y se establecen niveles a intervalos regulares, generalmente con una separación de 50 metros o más; o a partir de varios túneles de acceso con diferente cota, o a partir de rampas de acceso que unen diferentes niveles.

Nivel Abney

Instrumento utilizado para medir la pendiente de un terreno y, en general, ángulos verticales.

Nivel base

Es la cota local que, dentro de un bloque, de un sector, de un área o de una zona carbonífera, separa el carbón explotable por minería subterránea con la gravedad a favor, del carbón explotable con la gravedad en contra.

Nivel de ruido

Nivel de ruido acústico que existe en un sitio determinado, por ejemplo, una habitación, un compartimiento, un lugar en campo abierto, entre otros. El nivel de ruido ambiental se mide en decibeles (dB) mediante un sonómetro. Las resoluciones número. 8321 de agosto de 1983 y

1792 de mayo de 1990, de los ministerios de Salud y de Trabajo, establecen los niveles de ruido máximos permisibles en áreas de trabajo.

Nivel freático

Superficie en la zona de saturación de un acuífero libre sometido a la presión atmosférica.

Nodo

Un objeto sin dimensión que representa localizaciones iniciales y finales de un arco. Un nodo es topológicamente unido a todos los arcos que se encuentran en él. Es el punto en el cual se conectan las líneas de una red.

Nonel

Sistema de detonación de explosivos, "No Eléctrico", utilizado en minas con menas metálicas, pues no es sensible a la corriente eléctrica.

O

Obras de construcción minera

Son las obras civiles de infraestructura indispensables para el funcionamiento normal de las labores de apoyo y administración de la empresa minera y las que se requieran para ejercitar las servidumbres de cualquier clase a que tiene derecho el minero.

Oxidación

Cambio en el estado de oxidación de un elemento representado por la pérdida de electrones. Dícese también del proceso durante el cual son eliminadas sustancias químicas oxidables como carbono y azufre presentes en el mineral por la acción del oxígeno u otro agente oxidante.

Oxímetro

Los oxímetros, también conocidos como indicadores de oxígeno, son equipos que sirven para medir la concentración de oxígeno en la atmósfera, normalmente en el intervalo de 0 a 25%. Estos equipos se usan para monitorear atmósferas donde:

1. Se necesite protección respiratoria: el aire generalmente posee un 20,8% de oxígeno. De esta manera, si el oxígeno es inferior al 19,5% en el aire, el lugar se considera con deficiencia de oxígeno, lo que exige el uso de protección respiratoria especial (por ejemplo, el equipo autónomo de respiración).

2. Pueda haber un aumento de la concentración de oxígeno, lo que puede causar riesgo de combustión: generalmente las concentraciones de O₂ superiores al 25% se consideran ricas en oxígeno, lo que aumenta el riesgo de combustión.

3. Se utilicen otros equipos: algunos instrumentos requieren una cantidad suficiente de oxígeno para su operación. Por ejemplo, los indicadores de gas combustible no presentan resultados cuando la concentración de oxígeno está por debajo del 14%. Además, la seguridad intrínseca de los instrumentos es válida para atmósferas normales y no para atmósferas ricas en oxígeno.

4. Haya contaminantes: una disminución en la concentración de oxígeno se puede deber a su consumo (por la reacción de combustión u oxidación) o por el desplazamiento del aire por una sustancia química.

P

Parámetro

Constante numérica cuyo valor caracteriza a un miembro de un sistema. Como función matemática, es una cantidad a la cual el operador puede asignarle un valor arbitrario, se distingue de la variable, la cual puede tomar sólo aquellos valores que haga la función posible.

Partes por millón

1. Es una medida para establecer el contenido de una sustancia en otra (o en una solución). Una parte por millón equivale a 0,001g por mil ó 0,0001%, 2. mg/l. Miligramos por litro = ppm.

Período de explotación

El período máximo de explotación es el tiempo de la concesión descontando los períodos de exploración, construcción y montaje, con sus prórrogas.

Polvo de diamante

Boart y fragmentos de diamante procedentes del clivaje y del desbaste, reducidos a polvo por varios métodos mecánicos (corrientemente por trituración en mortero de acero). Este polvo se selecciona en grupos de tamaños conocidos, que se expresan en micras, por medio de centrifugación, tamización al aire, levigación o sedimentación en aceite.

Pozo de bombeo

Pozo a través del cual se extrae agua para diferentes usos mediante un equipo de bombeo.

Presión

El esfuerzo ejercido por un cuerpo sobre otro cuerpo ya sea por peso (gravedad) o mediante el uso de fuerza. Se le mide como fuerza por unidad de área, por ejemplo, newtons /m².

Presión absoluta

Ésta es la presión manométrica más la presión atmosférica.

Presión atmosférica

Es la presión o el peso que ejerce la atmósfera en un punto determinado de la superficie de la Tierra. La medición puede expresarse en varias unidades de medida: hectopascales, milibares, pulgadas o milímetros de mercurio (Hg). También se conoce como presión barométrica. A nivel del mar, ésta es aproximadamente 1.013 bars, 101,300 newtons/m², 14.7 lbs/pulg² ó 30 pulgadas de mercurio.

Puerta

Una estructura de madera que se utiliza para hacer de soporte en una mina subterránea.

R

Rampa

Un túnel o una galería inclinados que sirve de acceso a las labores mineras, desde la superficie, o como conexión entre niveles de una mina subterránea.

Reservas

Cantidad (masa o volumen) de mineral susceptible de ser explotado, incluida la dilución, y a partir de la cual se pueden recuperar, económicamente, minerales valiosos o útiles, bajo

condiciones reales, asumidas al momento de la cuantificación. Aunque la cantidad a nivel global de un recurso mineral puede ser grande o inmensa, existe un límite de lo que se puede considerar como reserva (recurso explotable).

Ruido (seguridad e higiene minera)

Todo sonido indeseable o perjudicial para el receptor. En minería, las dos fuentes principales de ruido son las plantas de beneficio y los equipos móviles, utilizados en las operaciones de desarrollo y explotación de una mina.

S

Serie

Es una unidad crono estratigráfica convencional que es inferior en jerarquía al sistema y siempre es división de un sistema. Una serie comúnmente se constituye en la principal unidad crono estratigráfica de correlación dentro de una provincia, entre provincias o entre continentes. El equivalente temporal de una serie es la época.

Silicosis

Enfermedad respiratoria causada por inhalación de polvo de sílice (lo mismo que el cuarzo). El polvo silíceo se encuentra cuando se perfora en muchos tipos de roca y afecta, principalmente, a las personas que trabajan en las minas y realizan actividades como cortar piedra, trabajar en canteras, participar de explosiones, además de las que trabajan en la construcción de carreteras y edificaciones, y la fabricación de abrasivos, o en ocupaciones que involucren exposición a la sílice. Una continua exposición al polvo de sílice puede causar esta enfermedad en un año o menos, pero usualmente toma al menos 10 ó 15 años de exposición antes de que se presenten los síntomas.

Sistemas de explotación minera

Son aquellos métodos y procesos de explotación minera que se estructuran como un sistema y que permiten adelantar la extracción de un mineral; existen dos ambientes de explotación claramente definidos que dan lugar a dos sistemas: sistema de explotación a cielo abierto y sistema de explotación subterráneo, que condicionan los métodos y procesos de explotación.

Socavón

1. Galería principal de una mina, de la cual parten las galerías secundarias.
2. Labor labrada en la ladera de un cerro y que se interna hacia su interior en forma paralela al horizonte.

T

Tabla (gemología)

Gran faceta central sobre la corona o el pabellón en las tallas estilo brillante y estilo esmeralda. Se le da, quizás, más correctamente el nombre de faceta principal.

Temperatura

Medida del movimiento molecular o el grado de calor de una sustancia. Se mide con una escala arbitraria a partir del cero absoluto, donde las moléculas teóricamente dejan de moverse. Es también el grado de calor y de frío.

Temperatura crítica

Riesgo en la minería, la sobrecarga térmica afecta la cantidad de trabajo que un individuo puede realizar, ya que afecta la capacidad del sistema termorregulador del organismo, y le

ocasionan disturbios que pueden revestir gravedad. El frío también puede causar lesiones serías, debido a quemaduras por congelamiento.

Topografía

1. Conjunto de métodos y técnicas que se utilizan para la representación plana de zonas no muy extensas de la superficie terrestre y que expresan la configuración del terreno y sus accidentes naturales y artificiales.

2. Arte o práctica de delinear en detalle, gráficamente y con exactitud, en un mapa o plancha topográfica o mediante un modelo, los accidentes naturales y artificiales encontrados en la superficie de un terreno.

V

Ventilación

Operación encargada de llevar aire fresco y puro a los frentes de explotación y evacuar de ellos el aire viciado o enrarecido, por medio de recorridos definidos en las diferentes secciones de la mina.

Ventilación natural

Sistema de ventilación que se emplea en las minas subterráneas, principalmente las localizadas en montañas, que se consigue por diferencia de cota, sin utilizar ninguna clase de equipo mecánico o eléctrico como ventiladores y extractores. La única fuerza natural que puede crear y mantener un flujo apreciable de aire es la energía térmica, debido a la diferencia de temperatura, que genera una diferencia de peso específico entre el aire saliente y entrante. La ventilación natural depende de: la diferencia de elevación entre la superficie y los trabajos mineros; la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la mina (a mayor diferencia, mayor presión y, por lo tanto, es mayor el flujo).

Ventilación primaria

Es la ventilación de las labores con entrada y salida de aire ayudada mecánicamente por un potente ventilador comunicado con el exterior.

Ventilación secundaria

Sistemas que, haciendo uso de ductos y ventiladores auxiliares, ventilan áreas restringidas, para la entrada de aire, en las minas subterráneas; para ello se emplean los circuitos de alimentación de aire fresco y de evacuación del aire viciado que le proporcione el sistema de ventilación primaria.

Ventilador

En minería, dispositivo eléctrico o mecánico utilizado para recirculación, difusión o extracción del aire de la mina, los cuales pueden clasificarse, según su modo de operación, en: Ventiladores centrífugos, y Ventiladores axiales (de tipo propulsor o mural, de tipo tubo - axial, y tipo vane - axial).

Verificación, validación y certificación

Proceso por el que se garantiza la corrección (ausencia de errores), consistencia interna (ausencia de contradicciones) y exactitud (ajuste a un estándar) de una base de datos para un objetivo determinado.

Vertical

Labor minera (agujero o pozo) con dirección vertical, elaborada entre niveles de una mina subterránea, la cual es utilizada, generalmente, para el movimiento de material de mena o estéril, evacuación de personal o como medio de ventilación.

Vida útil

La vida útil de un equipo es el lapso de tiempo durante el cual éste está en condiciones de realizar el trabajo para el cual fue diseñado, sin que los gastos de su operación excedan los rendimientos económicos obtenidos por el mismo, por mínimos que éstos sean. La vida útil de una máquina depende de múltiples y complejos factores, entre los que se pueden enumerar: fallas de fabricación, falta de protección contra los agentes atmosféricos, desgastes excesivos debido a uso anormal, vibraciones y fricción de sus partes móviles, manejo de diferentes operadores e irresponsabilidad de los mismos, descuidos técnicos, entre otros.

Y

Yacimiento mineral

Es una acumulación natural de una sustancia mineral o fósil, cuya concentración excede el contenido normal de una sustancia en la corteza terrestre (que se encuentra en el subsuelo o en la superficie terrestre) y cuyo volumen es tal que resulta interesante desde el punto de vista económico, utilizable como materia prima o como fuente de energía.

RESUMEN

En la actualidad el tema de ventilación se ha convertido en un campo de interés e importancia por ser una necesidad indispensable para la actividad minera. Disminuyendo así el índice de accidentabilidad por toxicidad de gases principalmente en la minería subterránea, pero además para poder garantizar mejores ciclos de trabajo para la operación en mina. Existen múltiples factores que contaminan el aire fresco dentro de mina, mismos que deben ser considerados para mejorar la calidad del aire para los trabajadores.

Para ello nos hemos basado en la normatividad aplicable a minas subterráneas y cielo abierto. Norma Oficial Mexicana 023 STPS, para cumplimiento de aquellos puntos de requerimiento para la actividad en mina. Donde especifica que toda empresa minera deberá contar con el requerimiento de aire necesario de acuerdo con la cantidad de personal y equipos que operen dentro de mina.

En mina Bolañitos se aborda como tema el análisis de la ventilación para mina Lucero, de tal manera que se pueda controlar aquellos agentes capaces de producir daño inmediato o posterior. El objetivo del estudio en Mina Lucero es analizar el circuito de ventilación de tal manera que sea adecuado para disipar y eliminar los agentes tóxicos presentes dentro de las labores y si esta cuenta con condiciones ambientales apropiadas para las operaciones, además de optimizar adecuadamente el circuito de ventilación.

En este documento se manifiestan los aspectos fundamentales en la distribución de los caudales de mina, tanto de manera general como particular su distribución de flujos. Se toman en cuenta las obras de plan de minado a mediano y largo plazo las cual representarían la vida del proyecto.

En base a ello se busca optimizar tanto la energía como el circuito de ventilación principal y secundaria.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA MINA BOLAÑITOS SA DE C.V

La unidad Bolañitos es una mina subterránea productora de oro y plata, localizada en el poblado del Mineral de la Luz, Guanajuato. Es ejecutada por la Minera Bolañitos SA de CV. propiedad de grupo canadiense Endeavour Silver Corp desde el año 2007. Esta se ubica a una altura promedio de 2300 m.s.n.m.

La empresa lleva operando desde el año 2007 y tiene una producción de 1200 tpd. Se divide principalmente en dos áreas: Administrativa y de operaciones. En el área operaciones la compañía cuenta con tres minas en explotación: Mina La Luz, Mina San Miguel y Mina Lucero. Las Minas se encuentran conectadas de manera colateral entre sí. Y se compone de una red de rampas descendentes y ascendentes, de las cuales se desprenden los accesos a los cuerpos minerales. Actualmente en Mina La Luz se encuentran en explotación Veta Plateros y Veta Bolañitos. En mina San Miguel se tiene la explotación de las vetas Melladito, San Miguel y San Bernabé. En mina Lucero se encuentra en recuperación de pilares de múltiples Vetas que convergen entre sí. como son veta Lucero, Veta Daniela, Veta Gabriela, Veta Cecilia, Veta Herradura. En las 3 minas el minado se realiza mediante métodos de corte y relleno, así como barrenación larga. La extracción de material se realiza en su totalidad mediante acarreo en camiones convencionales.

1.2 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y VÍAS DE ACCESO

El complejo de La Unidad Bolañitos se localiza en el centro de la República Mexicana, a 10 kilómetros al noroeste de la Ciudad de Guanajuato, en el Estado de Guanajuato. El acceso principal es por carretera municipal empedrada, en un trayecto de 30 minutos desde la Ciudad de Guanajuato rumbo a la localidad de La Luz y su infraestructura incluye, entre otras, red eléctrica estatal, mano de obra local, suministros y servicios en la Ciudad de Guanajuato. Así mismo se cuenta con un camino alterno pavimentado que nos conecta a la ciudad de Silao, en donde a su vez se aloja el Aeropuerto Internacional del Bajío, localizado a 30 minutos de las operaciones de La Unidad Bolañitos.



Imagen 1: Foto cartográfica del distrito Gto. REGIÓN Y CLIMA

(Imagen obtenida publicación pdf 2017, Google).

Este afamado distrito minero, se ubica en las estribaciones sureñas de la Sierra de Guanajuato, estructura que a su vez ocupa la porción sur de la Provincia Volcánica de la Sierra Madre Occidental, en la vecindad del lugar en donde de manera compleja y transicional se unen otras dos provincias fisiográficas: La Mesa Central de México y el Cinturón Volcánico Trans - Mexicano.

1.3 REGIÓN Y CLIMA

El 43% de la superficie del Estado de Guanajuato está representado por clima seco y semi-seco, localizado principalmente en la región norte. Un clima cálido sub-húmedo se presenta en el 33% de la superficie, hacia la parte suroeste y el 24% restante presenta clima templado sub-húmedo.

La temperatura media anual es de 18°C. La temperatura promedio más alta es alrededor de 30°C y se presenta en los meses de mayo y junio y la más baja es de alrededor 5.2°C, en el mes de enero.

Las lluvias se presentan en verano, principalmente entre los meses de junio a septiembre, la precipitación media del estado es de aproximadamente 650 mm anuales.

Tanto en Mina La Luz como en mina Lucero, las condiciones ambientales son poco variables excepto en invierno que se torna un ambiente con temperaturas de hasta 5° C.

1.4 GEOLOGÍA REGIONAL

El distrito minero de Guanajuato está situado en los flancos sur y oriente de la provincia geológica de la Sierra Madre Occidental, una faja volcánica de rumbo NW del Terciario, que tiene aproximadamente 1,200 km de largo por 200 a 300 km de ancho. El área del proyecto está situada en la parte sur de la Sierra de Guanajuato, una estructura anticlinal de cerca de 100 km de largo por 200 km de ancho. El distrito de Guanajuato está situado en el lado noreste de esta estructura, donde la estratificación tiene un echado de 10° a 20° al NNE.

La estratigrafía del distrito minero de Guanajuato puede dividirse en un basamento mesozoico.

Las unidades litológicas inferiores del Mesozoico son las Formaciones Esperanza y La Luz. Éstas están constituidas por rocas de origen marino, con metamorfismo de débil a moderado e intensamente deformadas por acortamiento tectónico. Estas rocas se encuentran cubiertas, en discordancia, por el Conglomerado Rojo de Guanajuato (Edwards, 1955), y las formaciones Loseros, Bufa, Calderones, Cedros, y Chichíndaro, todas ellas del Terciario. Las rocas terciarias consisten en sedimentos terciarios continentales, que ocupan por lo general, zonas topográficamente bajas, y en rocas volcánicas subáreas, expuestas principalmente en sierras y mesetas altas.

1.5 ESTRUCTURA REGIONAL

Originalmente, Randall et al. (1994) propusieron una estructura de caldera para el distrito minero de Guanajuato, citando la presencia de mega brechas en la Formación Calderones y la distribución de las formaciones volcánicas oligocénicas anotadas arriba. Esa hipótesis establece que el colapso de la caldera ocurrió por lo menos, en dos etapas y que dicho colapso fue del tipo de bisagra.

La presencia de tres cuartas partes de un anillo periférico de domos riolíticos emplazados a lo largo de las fallas limítrofes, la ubicación de las formaciones volcánicas del Oligoceno confinadas dentro del anillo, las mega brechas y el borde anular topográfico son evidencias que, en conjunto, sustentan esta hipótesis.

Una etapa subsiguiente de fallamiento normal combinada con actividad hidrotermal alrededor de 28 Ma (Buchanan, 1980)

1.6 GEOLOGÍA LOCAL Y DE LA PROPIEDAD

La mineralización más importante en el distrito minero de Guanajuato consiste en vetas epitermales de plata - oro formadas hace 28.4 Ma (Buchanan, 1981). La explotación de estas vetas se ha efectuado durante más de 450 años y se estima que han producido más de 130 toneladas de oro y más de 30,000 toneladas de plata.

La mayor parte de la producción ha sido extraída de los tres sistemas de vetas principales en fallas normales (La Luz, Veta Madre y La Sierra); éstos se muestran en la imagen 2.

Las concentraciones económicas de metales preciosos se presentan en paquetes aislados, conocidos como bonanzas o “clavos”, distribuidos vertical y lateralmente entre segmentos no mineralizados de las vetas. Dentro de estas vetas, existe una zonificación vertical. En los niveles superiores se presenta la asociación acantita + adularia + pirita + electrum + calcita + cuarzo, y en los niveles inferiores la asociación calcopirita + galena + esfalerita + adularia + cuarzo + acantita. La Veta Madre ha sido la más productiva, siendo, por mucho, la más continua y pudiendo ser seguida en la superficie por cerca de 20 km. Su echado es de 35° a 55° al suroeste y tiene desplazamientos medidos de alrededor de 1,200 m, cerca de la mina Las torres, y de 1,700 m, cerca de la mina La Valenciana. Muchas de las otras vetas productivas en el distrito tienen un rumbo paralelo al de la Veta Madre.

1.7 MINERALIZACIÓN

Las vetas mineralizadas en la Unidad Bolañitos son de la variedad epitermal bandeada y brechada clásica. La plata se presenta, en su mayor parte, en bandas oscuras ricas en sulfuros dentro de las vetas, con poca mineralización dentro de las rocas encajonantes. Los minerales metálicos principales que han sido reportados incluyen pirita, argentita, electrum y plata roja, así como algo de galena y esfalerita, generalmente a mayor profundidad en las vetas. Esta textura se atribuye al ciclo fractura-cementación frágil de las vetas alojadas en fallas, durante y/o después del fallamiento. Dentro de las concesiones de Endeavour, hay ejemplos tanto de

mineralización sin- como post-cinemática. Todas las estructuras mineralizadas dentro de las concesiones de Endeavour están encajonadas dentro de las Formaciones Esperanza y La Luz, ya mencionadas. La mineralización se asocia generalmente con la alteración fílica (sericita) y la silicificación, las cuales forman aureolas alrededor de la estructura mineralizada.

1.8 VETAS LA LUZ

Los cuerpos mineralizados del sistema de vetas de La Luz se hallan distribuidos en una zona de unos 8 km de ancho e incluyen las importantes vetas de La Luz, Bolañitos y Los Reyes, así como innumerables vetas paralelas a ellas, muchas de las cuales ya han sido explotadas (Imagen 2 y 3).

Estas vetas tienen un Azimut general de 315° a 360° y un echado pronunciado al este o al oeste.

En contraste con la Veta Madre, las vetas individuales son mucho menos extensas, generalmente de no más de 1.5 km de longitud a rumbo, aunque la veta de La Luz misma es mucho más larga y las estructuras asociadas son mucho menos pronunciadas que la falla de la Veta Madre.

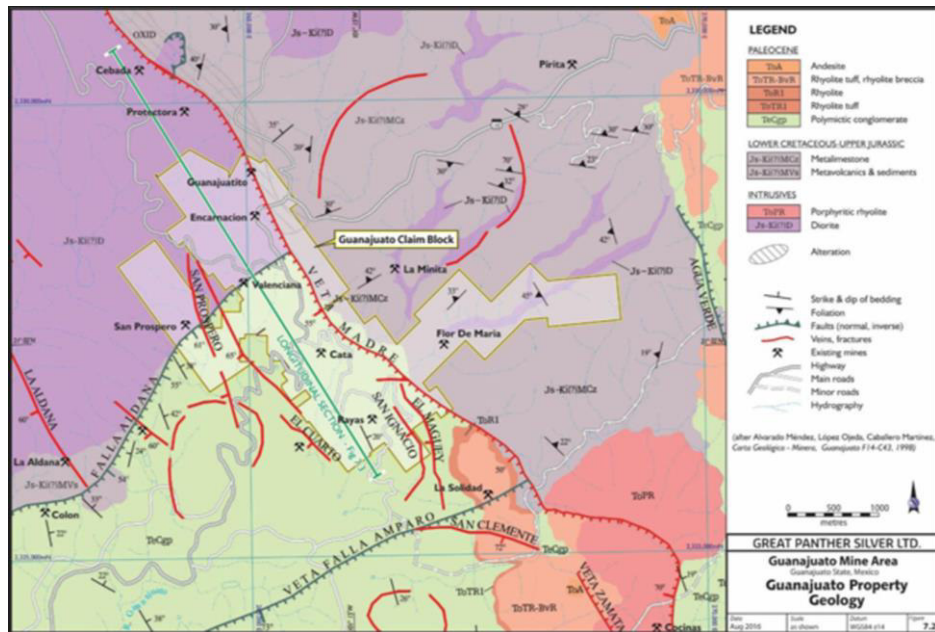


Imagen 2: Plano Geológico del Distrito Gto.

(Imagen obtenida publicación pdf 2017, Google).

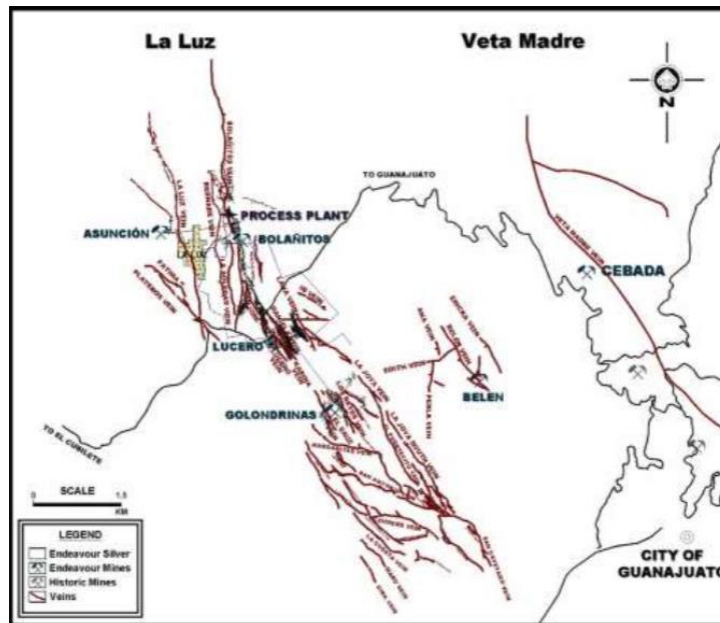


Imagen 3: Traza de vetas principales Distrito Guanajuato.

(Imagen obtenida publicación pdf 2017, Google).

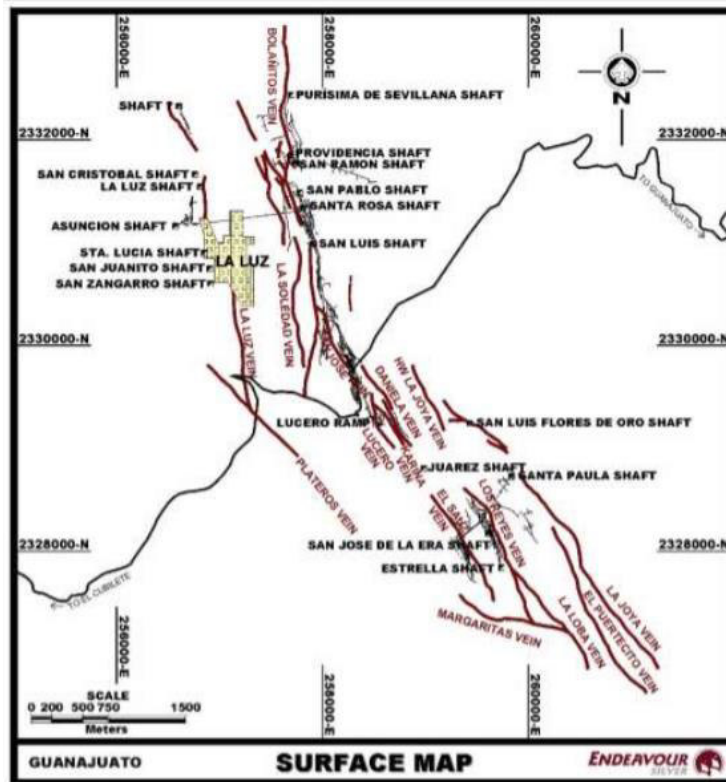


Imagen 4: Mapa superficial mostrando las vetas del sistema de La Luz en el área de La Luz, Guanajuato (adaptado a Beare y soste, 2008).

(Imagen obtenida publicación pdf 2017, Google).

1.9 Nuestra Misión

Detectamos, construimos y operamos minas de plata de una forma sustentable a fin de crear valor para nuestros grupos de interés. También, mediante una mejora continua en nuestras actividades y en la forma de llevarlas a cabo, buscamos marcar una diferencia positiva en la vida de las personas.

Asimismo, además de maximizar el potencial de nuestras operaciones actuales, contamos con una atractiva cartera de proyectos de exploración y desarrollo para facilitar nuestra meta de convertirnos en un productor de plata de primer nivel.

1.10 Nuestra Política

En Endeavour Silver exploramos, desarrollamos y operamos minas de plata de calidad de forma sustentable a fin de crear valor real para nuestros grupos de interés. Nuestro objetivo es convertirnos en un productor de primer nivel en la industria de la minería de plata. Mediante una mejora constante en nuestras actividades y en cómo las llevamos a cabo, buscamos marcar una diferencia positiva en la vida de las personas. Creemos firmemente que la seguridad es una responsabilidad personal, que conlleva un compromiso por parte de todos. Nuestra Política de Salud y Seguridad articula nuestro compromiso para priorizar y salvaguardar la salud y bienestar de nuestros empleados. Endeavour Silver se compromete a:

- Cumplir con el marco regulatorio de cada uno de los países en los que operamos, así como con los lineamientos internacionales.
- Proporcionar a los miembros de nuestro equipo la capacitación, guía, dirección y conocimientos necesarios para llevar a cabo sus funciones de manera segura.
- Promover la participación de los empleados en el desarrollo, implementación y monitoreo de las normas y procedimientos de salud y seguridad a fin de crear un sentido de pertenencia con respecto a sus responsabilidades en esta materia.
- Implementar y mantener Sistemas de Gestión efectivos que permitan identificar, mitigar y manejar riesgos de salud y seguridad en el lugar de trabajo.
- Proporcionar a los empleados las herramientas, condiciones de trabajo y equipo necesarios para trabajar de una manera segura y eficiente.
- Realizar auditorías internas y externas en busca de mejoras en materia.

1.11 Nuestros Valores

Los principios que guían nuestro trabajo y nuestras acciones diarias están descritos en nuestros valores:



VALORES

Integridad: Capacidad del ser para tomar decisiones con base a valores, que se refleja o demuestra en sus acciones.

- Ser honesto.
- Hacer las cosas como se debe.
- Seguir las reglas
- Ser congruente, justo y respetuoso.
- Ser confiable

Cuidado: Es el cuidado, la salud e integridad de las personas sin omitir el cuidado de las instalaciones y el medio ambiente. Consiste en valorar el factor humano, sus familias y su entorno.

Actitud: Tener una actitud de autocuidado y para sí mismo y todo lo que le rodea.

Responsabilidad: La responsabilidad es un valor que está en la conciencia de cada persona que estudia la Ética sobre la base de la moral. Pone en práctica sus cualidades como muestra de su valor como persona y como líder.

Excelencia: La capacidad de hacer las cosas bien y con calidad de acuerdo a sus valores y creencias, anteponiendo situaciones ajenas para lograr sus objetivos. La persona puede llegar a ser excelente en sus actividades en busca del éxito.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1 PROPÓSITOS DE LA VENTILACIÓN

Los planes principales de la ventilación en los trabajos subterráneos son los siguientes:

1. Proporcionar el aire necesario a todo el personal y equipo con motores de combustión interna, para trabajar en condiciones seguras.
2. Diluir o disipar los gases y polvos generados en el interior de los trabajos subterráneos por cualquiera de sus fuentes (equipo mecánico, barrenación, explosivos, descomposición del mineral, etc.).
3. Proporcionar confort al personal para cuando realice sus actividades; controlando o disminuyendo las altas temperaturas, el exceso de humedad y contaminantes existentes en las áreas de trabajo.

2.2 COMPOSICIÓN DEL AIRE EN LA ATMOSFERA

A. El aire es una mezcla de varios gases, cuya composición es aproximadamente:

- Oxígeno O₂ 20,93%
- Nitrógeno N₂ 78,10%
- Argón Ar 0,9325%
- Dióxido de carbono CO₂ 0,03%
- Hidrógeno H₂ 0,01%
- Neón Ne 0,0018%
- Helio He 0,0005%
- Kriptón Kr 0,0001%
- Xenón Xe 0,000009%

- B. La atmósfera de la mina está formada por aire fresco y aire viciado.
- C. El aire fresco proviene del exterior y contiene esencialmente oxígeno y nitrógeno.
- D. El oxígeno (21%) es el gas activo del aire, apto para la vida y la combustión.
- E. El Nitrógeno (79%) es el gas inerte del aire. Incombustible. No tóxico. En gran proporción puede ocasionar la asfixia por falta de oxígeno.
- F. El aire viciado es el que se trata de evacuar de la mina por medio de la ventilación principal ya que aire viciado está cargado de: Gases nocivos, humos, vapor de agua y polvo.
- G. El aire que se introduce en la mina, sufre una pérdida de calidad y se necesitan técnicas para hacer que el aire sea lo más parecido al del exterior. Son varias las razones para esta pérdida de calidad del aire entre las que se destacan:
 - Oxidaciones y descomposición de hierro, madera, carbón
 - Emanaciones de grisú, anhídrido carbónico, hidrogeno.
 - Gases procedentes de aguas subterráneas.
 - Humos de explosivos y de máquinas.
 - Respiración humana, y antiguamente también animal.
 - Elevación del nivel de humedad.
 - Polvo en suspensión, contaminación sólida.
- H. En condiciones normales de presión y temperatura, el oxígeno es un gas incoloro e inodoro con formula molécula O_2 19%, es la concentración mínima necesaria en el ambiente.

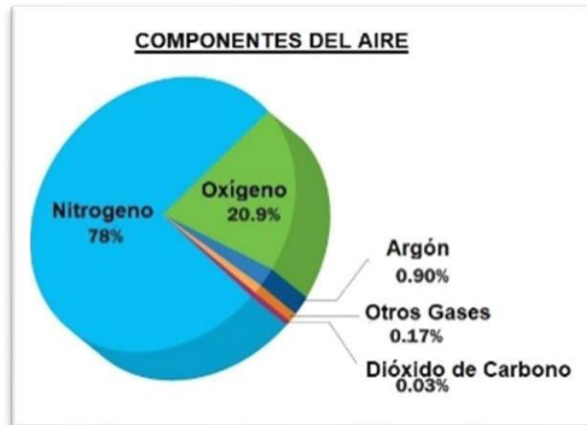


Imagen 5: Imagen de representación de la composición del aire en la atmosfera.

(Imagen libre obtenida de Google).

Tabla. 1 Representación de la densidad del aire en relación con la altitud con respecto al nivel del mar.

(obtenida de imágenes libres google).

Altitud (m)	Presión (Bar)	Temperatura °C	Densidad Kg/m3
0	1,013	15	1,225
100	1,001	14,4	1,213
200	0,989	13,7	1,202
500	0,959	11,8	1,167
1000	0,899	8,5	1,112
2000	0,795	2	1,007
3000	0,701	-4,5	0,909
4000	0,616	-11	0,819
5000	0,540	-17,5	0,736
7500	0,383	-33,8	0,557

2.3 EFECTOS DE LA FALTA DE OXÍGENO

<u>Contenido %</u>	<u>Efectos</u>
17%	Respiración rápida y profunda, equivale a 2,500 MSNM
15%	Vértigo, Vahído, zumbido en oídos, aceleración latidos.
13%	Perdida del conocimiento en exposición prolongada.
9%	Desmayo e inconsciencia.
7%	Peligro de muerte. Equivale a 8,800 MSNM
6%	Movimientos convulsivos, muerte.

2.4 CONTAMINANTES AMBIENTALES

2.4.1 GASES TOXICOS

Son los contaminantes de mayor relevancia en el ambiente subterráneo, son generados en la voladura de explosivos y en la combustión de equipos diésel.

Gases de mina y origen de los gases.

Tabla. 2 Clasificación de los gases y humos por tipo de explosivo.

(Obtenida de manual de ventilación de minas subterráneas).

PARA DINAMITAS PERMISIBLES	
CLASES DE EXPLOSIVOS	CANTIDAD DE GASES m ³ por Kgr. de explosivos
A	Menos de 0,078
B	0,08 ~ 0,156
C	0,16 ~ 0,232
PARA DINAMITAS NO PERMISIBLES	
HUMOS CLASE	GASES PONZOÑOSOS LIBERADOS m ³ / cartucho m ³ / Kgr. Expl.
1	Menos de 0,0045 menos de 0,02
2	0,0045 ~ 0,0090 0,02 ~ 0,04
3	0,0090 ~ 0,0190 0,04 ~ 0,08

2.4.2 LOS GASES MÁS COMUNES EN EL INTERIOR DE MINA:

- a) Dióxido de carbono CO₂
- b) Monóxido de carbono CO
- c) Sulfuro de hidrogeno SH₂
- d) Dióxido de azufre SO₂
- e) Hidrogeno H₂
- f) Nitrosos NO+NO₂

g) Grisú CH₄

2.4.2.1 Dióxido de carbono (CO₂).

Es el resultado final de la combustión completa del carbono. Es un gas asfixiante, incoloro, es soluble en el agua, tiene un sabor y un olor (en altas concentraciones) ligeramente ácido, es incombustible y pesa más que el aire.

También es producida por motores diésel. El gas es aproximadamente 20 veces más soluble que el oxígeno y se difunde rápidamente en el torrente sanguíneo.

2.4.2.2 Monóxido de carbono (CO).

Gas extremadamente venenoso, incoloro, inodoro e insípido y es combustible. Es uno de los gases más peligrosos que existen y es la causa del 90% de los accidentes fatales en minas por intoxicación por gases. Rara vez se presenta en solitario ya que suele venir acompañado de otros gases. Se produce siempre durante los incendios en minas, explosiones de gas y polvo, voladuras, quema de explosivos y generado por los motores de combustión interna.

No mantiene la combustión y es imposible detectar su presencia sin contar con equipos de detección de gases. Su acción tóxica sobre el hombre se debe a la gran afinidad química que tiene la hemoglobina de la sangre por él, de 250 a 300 veces mayor que el oxígeno. Por tal razón, aún pequeñas concentraciones de monóxido de carbono son peligrosas.

Efectos psicológicos del CO.

Tabla. 3 Efectos sobre el ser humano a la exposición del gas CO a diferentes concentraciones por tiempo de exposición.

(Obtenida de manual de conferencia sobre ventilación de minas).

CONCENTRACION CO (p.p.m)	EFFECTOS
0 - 50	No hay efectos apreciables
50 - 200	Síntomas leves, jaquecas
200 - 500	Jaquecas, náuseas, inconciencia
500 - 1000	Inconciencia después de una hora
1000 - 2000	Inconciencia después de 1/2 hora y muerte en 1 hora
2000 o más	Fatal si se respira en corto periodo de tiempo

2.4.2.3 Sulfuro de hidrogeno (SH₂).

Gas incoloro de olor característico a huevos podridos, sofocante, tóxico, inflamable, irritante y venenoso. Es más venenoso que el monóxido de carbono, pero su característico olor lo hace menos peligroso.

Irrita las mucosas de los ojos, de los conductos respiratorios y ataca el sistema nervioso. **Con un contenido de 0.05% se produce un envenenamiento peligroso en media hora y con 0.1% rápidamente sobreviene la muerte.**

Las fuentes de formación en las minas son putrefacción de sustancias orgánicas, descomposición de minerales sulfurosos, emanación de gases de las grietas y combustión incompleta de explosivos.

Se detecta con detectores automáticos de lectura digital y tubos colorimétricos.

2.4.2.4 Dióxido de azufre (SO₂).

Se produce por la combustión de compuestos de azufre. Es tóxico, puede producir edemas pulmonares muy graves y quemaduras en ojos y piel. Es un gas incoloro con un olor picante y a -10° C (10° bajo cero) es líquido. Detección por medio de tubos colorimétricos. Es el causante de la llamada "lluvia ácida".

2.4.2.5 Hidrógeno (H₂).

En la minería aparece en estado libre, también lo encontramos en la descomposición del ácido sulfúrico en las salas de baterías. Si se apaga con agua el carbón incandescente también se puede formar hidrógeno.

Al reaccionar con el oxígeno es explosivo en algunas ocasiones, siendo la concentración más peligrosa la compuesta por 71 % de aire y 28 % de hidrógeno, siendo en este caso más inflamable que el grisú.

2.4.2.6 Óxidos nitrosos (NO+NO₂).

Son gases tóxicos e irritantes que se forma en las minas por efecto del empleo de explosivos, especialmente cuando se utiliza Anfo y por la combustión de motores diésel.

Son gases que raramente se presentan separados NO+NO₂. Son óxidos de nitrógeno que son habituales en las voladuras. Son tóxicos y pueden llegar a producir la muerte por edema pulmonar.

Son de color pardo rojizo (en elevadas proporciones) y de olor acre.

Su acción tóxica la ejerce en las vías respiratorias, especialmente en los pulmones, al disolverse con el agua formando el ácido nítrico y nitroso los que corroen los tejidos. Una concentración de 0.002% produce un envenenamiento mortal. **Los óxidos de nitrógeno tienen un comportamiento engañoso respecto a su toxicidad, pues una persona que lo**

respira puede rehacerse aparentemente y después de varias horas o días morir repentinamente.

Efectos psicológicos del NO₂.

Tabla. 4 Efectos sobre el ser humano a la exposición del NO₂ a diferentes concentraciones por tiempo de exposición.

(Obtenida de manual de conferencia sobre ventilación de minas).

CONCENTRACION de NO₂ (p.p.m)	EFFECTOS
2.4	Máxima exposición para 8 horas de exposición
60	Irritación inmediata de la garganta
100	Tos intensa, riesgo para la vida
100 -150	Peligroso, incluso para corta exposición
200 o más	Generalmente fatal

2.4.2.7 Grisú (CH₄)

Es una mezcla de metano y aire con algún gas más, pero el que determina sus características es el metano. Dependiendo de los porcentajes se comporta de distinta manera:

El metano es uno de los gases más peligrosos existentes en las minas, por su propiedad de formar mezclas explosivas con el aire.

Las explosiones de metano han sido la causa de la muerte de centenares de mineros del carbón. Se encuentra en las minas de carbón y en rocas que contienen materias orgánicas.

0-5 % el grisú arde	5-15 % es altamente explosivo	> 15 % es asfixiante
---------------------	-------------------------------	----------------------

2.4.3 POLVO

Material finamente dividido que dependiendo del tamaño de la partícula, composición, concentración y tiempo de exposición puede construir un riesgo para la salud.

2.5 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-023-STPS-2012, MINAS SUBTERRÁNEAS Y MINAS A CIELO ABIERTO – CONDICIONE DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

REQUERIMIENTO DE AIRE FRESCO NOM-023-STPS-2012				
NORMA 23 STPS				
POR CADA TRABAJADOR	1.5	M ³ /MIN	52.972	CFM
POR CADA HP DE MÁQUINA	2.13	M ³ /MIN	75.220	CFM

- Mantener una velocidad mínima del aire de 15.24 m/min, cuando se opere maquinaria impulsada por motores de combustión diésel.
- Conservar el extremo de los ductos a una distancia menor de 30 metros del tope.
- En contrapozos: instalar tubería de ventilación de emergencia, que permita descarga continua de aire comprimido, que se encuentre a menos de 5 metros del tope y ventilar el lugar por lo menos 10 minutos antes de ingresar a la obra.

Los temas de mayor preocupación en el área de ventilación de minas son:

- Mantener el aire respirable, en particular, los niveles mínimos de oxígeno y niveles máximos de dióxido de carbono.
- La reducción de contaminantes en el aire a niveles aceptables. Esto incluye presencia de polvo, vapores, gases tóxicos, radiaciones y partículas.
- Prevenir y mitigar los efectos de explosiones, incendios, y “windblasts”.
- Mantener el estrés térmico de los límites aceptables.

2.6 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-015-STPS-2001, CONDICIONES TÉRMICAS ELEVADAS O ABATIDAS-CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE.

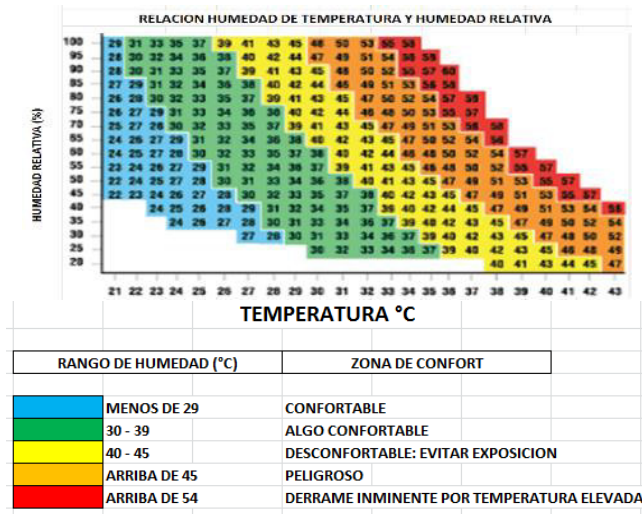
Tabla. 5 Límites máximos permisibles de exposición a condiciones térmicas elevadas.

(Tabla obtenida de NOM 015).

LIMITES PERMISIBLES PARA LA CARGA TERMICA Valores dados en C grados - TGBH			
Régimen de trabajo y descanso	Tipo de Trabajo		
	Liviano (menos de 230 W)	Moderado (230-400W)	Pesado (mas de 400W)
Trabajo continuo	30,0	26,7	25,0
75% trabajo y 25% descanso cada hora	30,6	28,0	25,9
50% trabajo y 50% descanso cada hora	31,4	29,4	27,9
25% trabajo y 75% descanso cada hora	32,2	31,1	30,0
Trabajo continuo: Ocho horas diarias (48 horas semanales). Si el lugar de descanso determina un índice menor a 24 grados C (TGBH) el régimen de descanso puede reducirse en un 25%.			

Tabla. 6 Relación de Temperatura con relación a la Humedad, para determinar el resultado como sensación térmica u índice de confort.

(Tabla obtenida valores de sensación térmica, google).



2.7 MOTIVOS DE LA MALA VENTILACIÓN

- a) La profundidad de la mina (alta temperatura), donde llega aire caliente y no se hace confortable el ambiente de trabajo para el trabajador.
- b) Las malas condiciones del circuito de ventilación: Longitud, sección, irregularidades, etc. que incrementan la resistencia de la mina y por tanto se disminuye la cantidad de aire en las áreas de trabajo.
- c) La mala utilización de las puertas de ventilación o de los reguladores de caudal, no consiguiendo una distribución apropiada del aire en el área de trabajo.
- d) La presencia de cantidades anormales de gases nocivos que impiden el trabajo.
- e) Humedad del aire, ya que un valor alto de la misma nos da una temperatura equivalente que la hace menos soportable.

- f) La falta de planificación y programación de las labores mineras, y consecuentemente los principales pozos ventilación (entrada y salida de aire) están demasiado lejos de los frentes de trabajo y áreas de producción.
- g) No planificar adecuadamente la infraestructura eléctrica para proporcionar una fuente de energía adecuada para varios ventiladores.
- h) Mala selección de los ventiladores auxiliares para el diámetro y la longitud de los conductos de ventilación requeridos o instalados.
- i) Supervisores de turnos no tiene conocimiento de las normas de ventilación con respecto a las velocidades y cantidades de aire;
- j) Falta de equipo apropiado para supervisar la voladura de humos y gases nocivos.
- k) Uso de ventiladores de una etapa para ventilar frentes múltiples.

2.8 NORMAS DE SEGURIDAD

En México, acorde a Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, las concentraciones volumétricas admisibles para los distintos gases peligrosos, a lo largo de una jornada de ocho horas, son las siguientes:

50 ppm de monóxido de carbono (CO).

5.000 ppm de dióxido de carbono (CO₂).

10 ppm de óxidos de nitrógeno (NO + NO₂).

10 ppm de sulfuro de hidrógeno (SH₂).

5 ppm de óxido de azufre (SO₂).

ppm de hidrógeno (H₂).

No obstante, durante períodos cortos y de acuerdo con la peligrosidad del gas, podrán admitirse contenidos superiores sin que se sobrepasen nunca los siguientes:

100 ppm. de monóxido de carbono (CO).

12.500 ppm. de dióxido de carbono (CO₂).

25 ppm. de óxidos de nitrógeno (NO + NO₂).

50 ppm. de sulfuro de hidrógeno (SH₂).

10 ppm. de óxido de azufre (SO₂).

10.000 ppm. de hidrógeno (H₂).

En mina Bolañitos se lleva un control en los parámetros de exposición al gas que no rebase los siguientes límites de gases más comunes “medibles”.

100 ppm. de monóxido de carbono (CO).

5.0 ppm. de óxidos de nitrógeno (NO + NO₂).

1.0 Combinación explosiva (CH₄).

2.9 VENTILACIÓN NATURAL U PRINCIPAL

Factores que intervienen en la ventilación natural.

1. La presión causada por el aumento en energía calorífica depende de la elevación de la mina respecto al nivel del mar, de la diferencia de elevación entre el brocal de la mina y las obras mineras y de la diferencia de temperatura entre la superficie y las obras mineras.
2. Entre más grandes sean estas diferencias mayores será el flujo de ventilación natural.
3. En el invierno el aire fluye en un sentido y en el verano fluye en sentido contrario.
4. A veces el flujo es en un sentido en la noche y temprano en la mañana y a mediodía y por la tarde es en sentido contrario. La ventilación natural fluctúa, es inestable y no se puede depender de ella. Por lo general, el flujo de ventilación es mayor en invierno y menor en verano.

2.10 CONTROL DE LA VENTILACIÓN NATURAL

En un sistema de ventilación debemos mantener el control de la ventilación natural, porque no se puede depender de ella debido a su variabilidad.

En caso de un incendio la ventilación natural puede ser impredecible y peligrosa, donde las diferencias en densidad del aire en tiros, contrapozos e inclinados crea efecto de chimenea.

2.10.1 CURVA CARACTERÍSTICA DE LA VENTILACIÓN NATURAL

La curva característica de la ventilación natural es una línea recta, porque un cambio en la cantidad de aire no afecta a la presión de la ventilación natural. La ventilación natural es independiente de la resistencia de la mina y del caudal de aire.

2.10.2 TRABAJO EN CONJUNTO DE VENTILADOR Y DEL TIRO NATURAL

La ventilación por la acción conjunta del ventilador y del tiro natural es semejante a la ventilación de la mina mediante dos ventiladores instalados en serie, de los cuales uno representa la ventilación natural.

Naturalmente, si la dirección de la ventilación natural es inversa a la dirección de la depresión del ventilador (tiro natural desfavorable), entonces, la ventilación natural se resta de la depresión del ventilador.

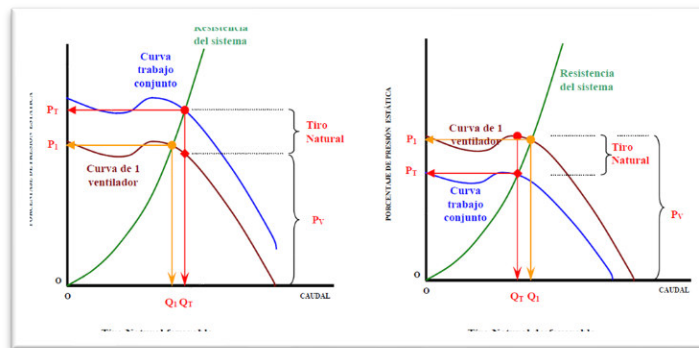


Imagen 6: Representación de la curva característica de un trabajo en conjunto de ventilación natural con ventilación forzada.

(Imagen obtenida de Manual conferencia sobre ventilación de minas).

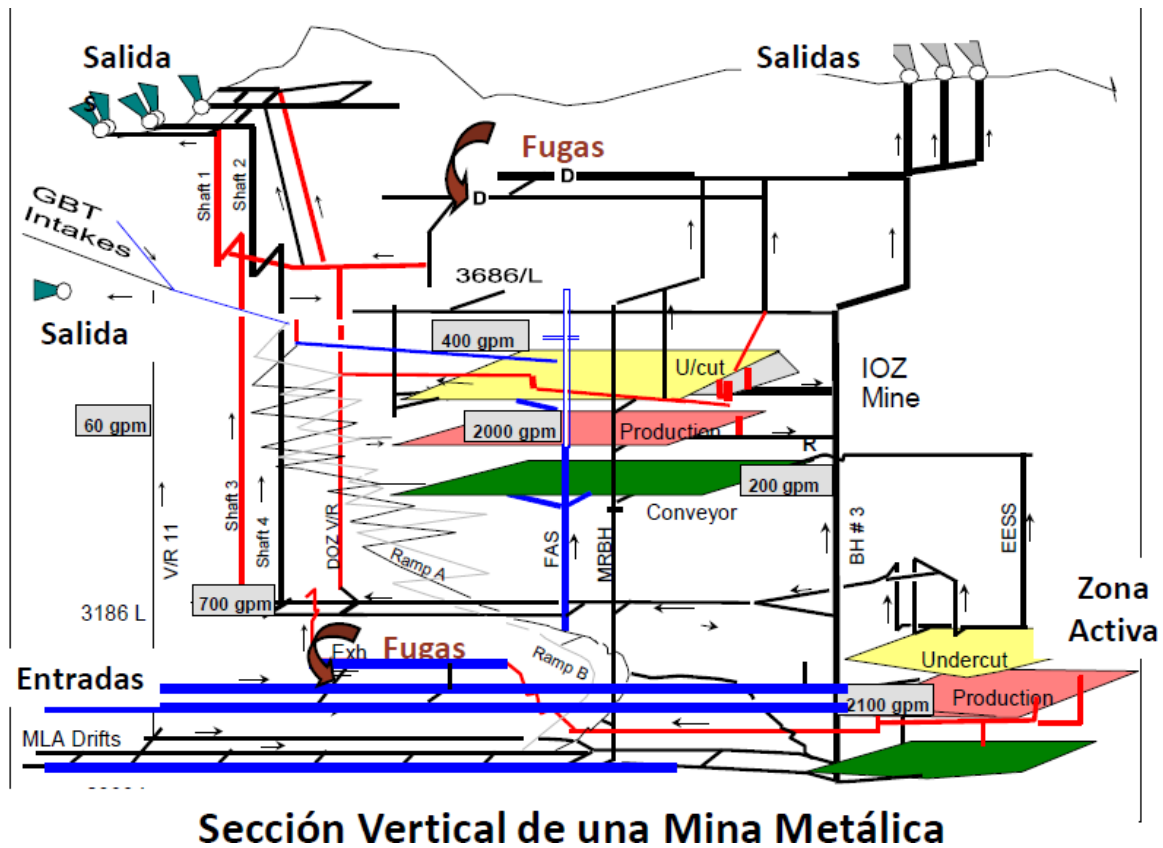


Imagen 7: Representación de un circuito de ventilación en mina metálica.

(Imagen obtenida de manual de ventilación de minas subterráneas).

2.11 VENTILACIÓN SECUNDARIA U AUXILIAR

La función principal de la ventilación es llevar la ventilación a todos aquellos lugares donde la ventilación principal no llega.

Un sistema de ventilación auxiliar consiste en un ventilador, acoples ductos o mangas.

Es el único medio disponible para suministrar de aire limpio a frentes o topos aislados. Por esta razón la selección de un ventilador es importante.

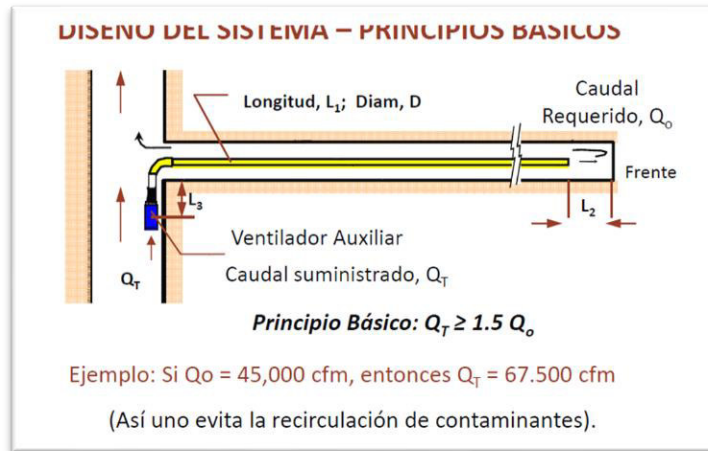


Imagen 8: Diagrama que representa instalación de ventilación auxiliar.

(Imagen obtenida de Manual conferencia sobre ventilación de minas).

2.11.1 DISEÑO DEL SISTEMA – PRINCIPIOS BÁSICOS

Estimación de caudal, presión y potencia del ventilador.

El caudal es calculado en función de volumen, de contaminantes generados en el frente y los límites de estos (TLV).

Principio Básico: Caudal en galería primaria (Q_T) debe ser de 1.5 a 2 veces mayor que el caudal requerido (Q_0).

La presión es calculada utilizando la ecuación de Atkinson al sistema de ductos únicamente.

DISEÑO DEL SISTEMA

La ecuación de Atkinson (en Unidades Inglesas):

$$H_L = R Q^2 \quad R = \frac{K \cdot Per \cdot L}{5.2 A^3}$$

(ecuación 1) (ecuación 2)

Donde:

H_L	=	Caída de energía	<u>Datos del ducto:</u>
R	=	Resistencia del ducto	Per = Perímetro
Q	=	Caudal del ventilador	L = Longitud
K	=	Coefficiente de fricción	A = Area

La constante K del ducto varía entre 15 x E-10 (metálico); 20 x E-10 (mangas) y 27.5 x E-10 (mangas con anillos metálicos).

EFICIENCIA DE UN VENTILADOR

Eficiencia Mecánica:

$$\eta = \frac{HP_a}{BHP} * 100 \quad \text{Donde: } HP_a = \frac{H_f Q}{6350}$$

Eficiencia Volumétrica:

$$\eta_v = \frac{Q_{F*}}{Q} * 100$$

Esta eficiencia es definida como el cociente del caudal distribuido al frente, Q_f sobre el caudal suministrado por el ventilador, Q .

La diferencia $Q_t - Q_f$, representa la fuga de aire, (Q_i).

2.11.2 TIPOS DE VENTILADORES

Tipos de ventiladores

Dos tipos clásicos: centrífugos y axiales

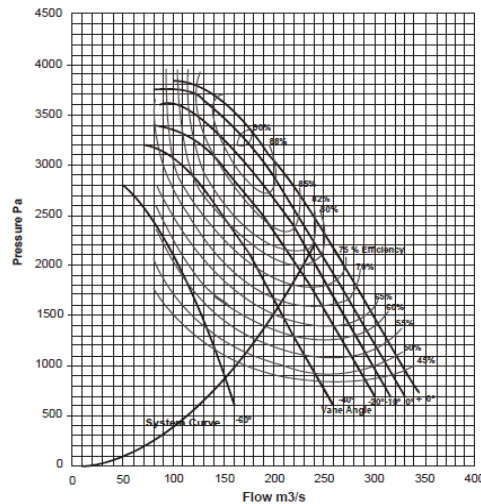
Ambos son utilizados en minas metálicas

2.11.3 VENTILADORES CENTRÍFUGOS.

Son usados para mover volúmenes moderados de aire a altas presiones.

Ejemplo: 500,000 CFM de aire @ 12" H₂O

CURVAS CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR



Descripción:

Marca: Howden Power
Tipo: Centrifugo
Diam Impeler: 3.2 m
Motor: 725 kW, 3 ph,
60 Hz, 4160 V

Condiciones básicas:

Fluido: aire viciado
Veloc.: 590 RPM
Caudal: 240 m³/s
Presión: 2.2 kPa

Imagen 9: Ilustración de la curva característica de un ventilador de tipo centrifugo.

(Imagen obtenida de manual de conferencia sobre ventilación de minas).

2.11.4 VENTILADORES AXIALES.

Son usados para mover volúmenes altos de aire a presiones moderadas. El ventilador axial es de diseño aerodinámico. Este tipo de ventilador consiste esencialmente en un rodete alojado en una envolvente cilíndrica o carcasa. La adición de álabes-guía, detrás del rotor, convierte al ventilador turbo-axial en un ventilador axial con aletas guía.

Ejemplo: 800,000 CFM de aire @ 6" H₂O

CURVAS CARACTERISTICAS DE UN VENTILADOR AXIAL

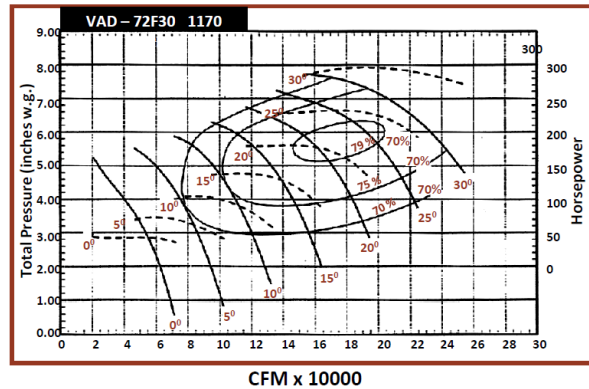


Imagen 10: Ilustración de curva de un ventilador axial.

(Imagen obtenida de manual de conferencia sobre ventilación de minas).

2.11.5 MANTENIMIENTO U INSPECCIÓN DE VENTILADORES

El sistema debe ser inspeccionado por fallas en el funcionamiento de partes periódicamente.

a) Inspección del ventilador.

Con el ventilador en operación vibración anormal, ruido exagerado y estado de partes eléctricas.

Con el ventilador apagado: Investigar las actividades afectadas por la interrupción del equipo.

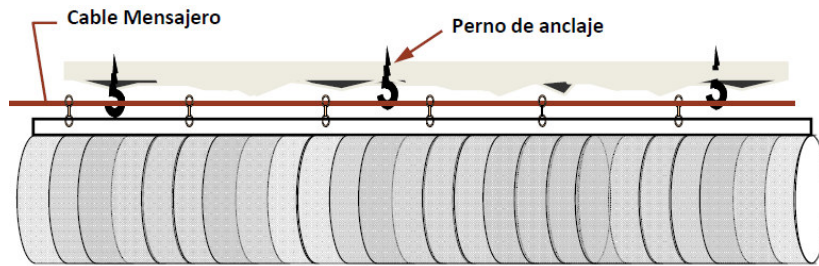
b) Inspección de ductos.

- Presencia de codos agudos, retorcimientos de ductos y reducciones abruptas u inadecuadas.

- Los codos deben ser sustituidos por acoplamientos que se adapten a la curvatura de la obra.
- Presencia de fugas de aire. Las fugas son pérdidas innecesarias de aire y que afectan nuestra descarga al final de la galería.
- Si los ductos muestran perforaciones u cortaduras, estas deben ser remendadas u reemplazadas.
- Por seguridad, se debe apagar y asegurar el interruptor antes de realizar cualquier trabajo de reparación.

2.12 INSTALACION DE DUCTOS O MANGAS

- La instalación ductos o mangas consiste en acoplar tubería ya sea de tipo rígida u flexible al caudal de descarga del orificio de un ventilador. Esta debe cumplir con los siguientes requisitos.
- El diámetro del ducto debe ser como mínimo el diámetro del mismo ventilador a utilizar.
- Debe cumplir con la calidad de lona u resistencia de cualquier otro material como revestimiento para soportar la presión de descarga del aire que viaja dentro de este.
- El acoplamiento entre ductos debe cumplir con las especificaciones de diseño y solo sugeridas por el proveedor.
- La calidad de lona debe ser de calidad anti-flama con efecto retardante.



Mangas suspendidas de un cable mensajero

Imagen 11: Representación de línea de ventilación auxiliar.

(Imagen obtenida de Manual conferencia sobre ventilación de minas).

2.13 VENTILACION SOPLANTE

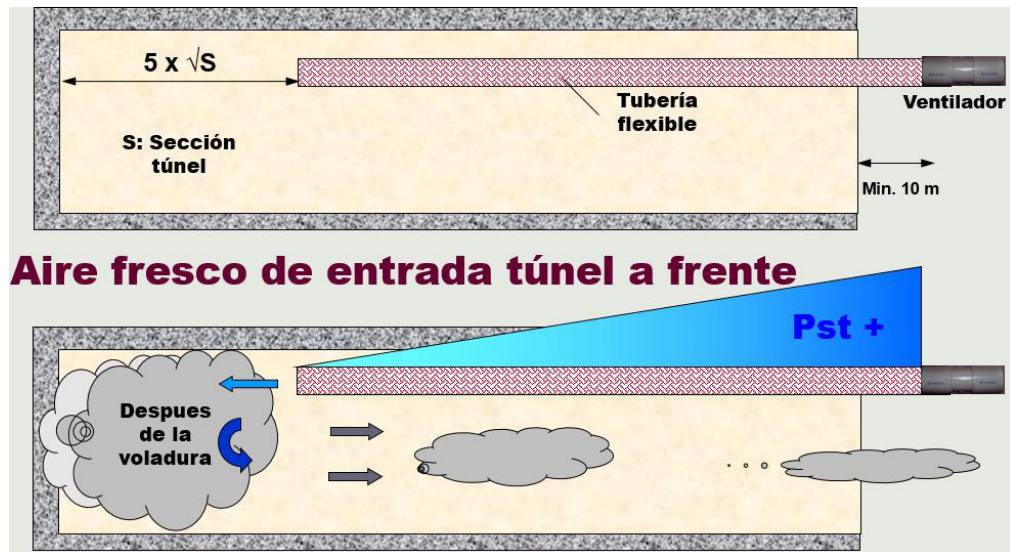


Imagen 12: Ilustración de ventilación auxiliar tipo soplante.

(Imagen obtenida de Manual conferencia sobre ventilación de minas).

VENTAJAS:

Aire fresco al frente

Fácil instalación

Tubería menor costo

Presión en tubería más bajo

Costo energético Inferior

Solución más económica.

DESVENTAJAS:

Los humos y los gases salen al exterior a través del túnel.

2.14 VENTILACION ASPIRANTE

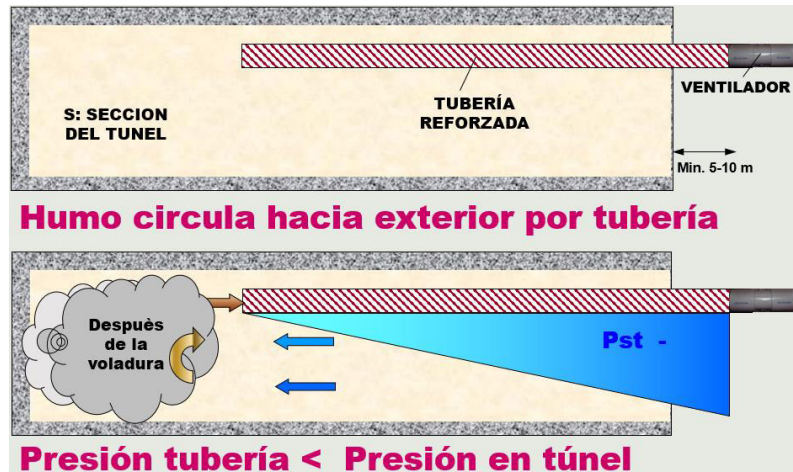


Imagen 13: Ilustración de ventilación auxiliar tipo aspirante.

(Imagen obtenida de Manual conferencia sobre ventilación de minas).

VENTAJAS:

Rápida evacuación de polvos y humos.

Calor y contaminantes entubados dentro del ducto.

DESVENTAJAS:

Tubería flexible reforzada.

Mayor resistencia de la tubería

Mayor requerimiento energético

2.15 VENTILACIÓN MIXTA SOPLANTE – ASPIRANTE

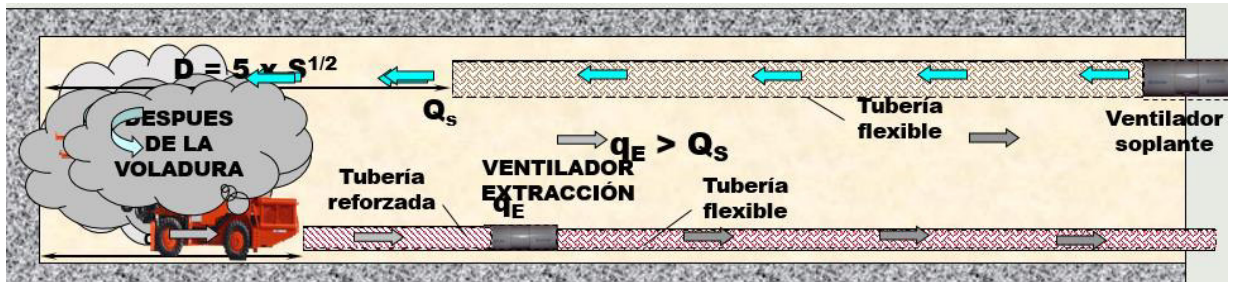


Imagen 14: Representación del efecto de un arreglo de ventilación auxiliar tipo mixta soplante - aspirante.

(Imagen obtenida de Manual conferencia sobre ventilación de minas).

Ventilación normal: suministra aire fresco al frente.

Durante la voladura: sistema de ventilación parado.

Después de la voladura: Ventilación mixta soplante – aspirante.

Condicion ideas: $q_E \geq Q_S$

VENTAJAS

Aire fresco al frente

Gases eliminados rapidamente

DESVENTAJAS

Instalacion compleja

Solucion a alto costo

2.16 VENTILACIÓN MIXTA SOPLANTE – ASPIRANTE CAPTACION DE POLVO

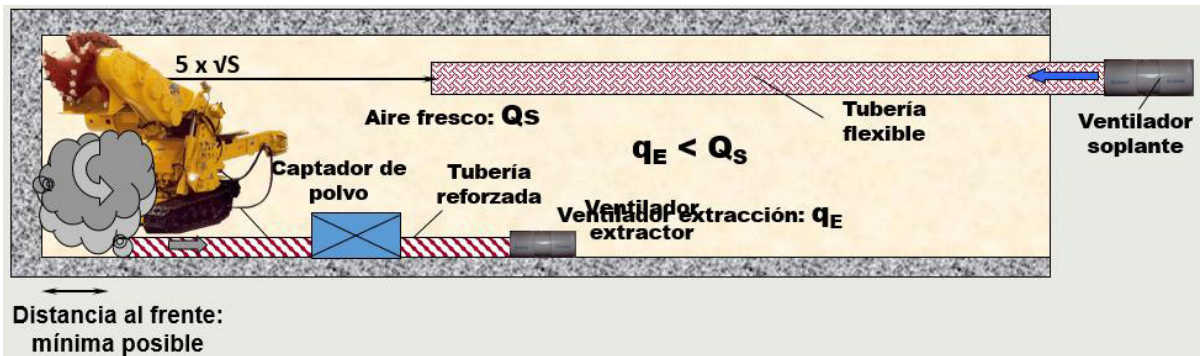


Imagen 15: Ilustración de ventilación mixta soplante – aspirante.

(Imagen obtenida de Manual conferencia sobre ventilación de minas).

VENTAJAS:

- Rápida evacuación de polvos y humos.
- Calor y contaminantes entubados dentro del ducto.
- Ambiente limpio

DESVENTAJAS:

- Tubería flexible reforzada.
- Mayor resistencia de la tubería
- Mayor requerimiento inversión.

2.17 DIAGRAMA PARA INSTALACIÓN DE VENTILADORES AUXILIARES:

a) Arreglo para instalación de ventiladores en serie.

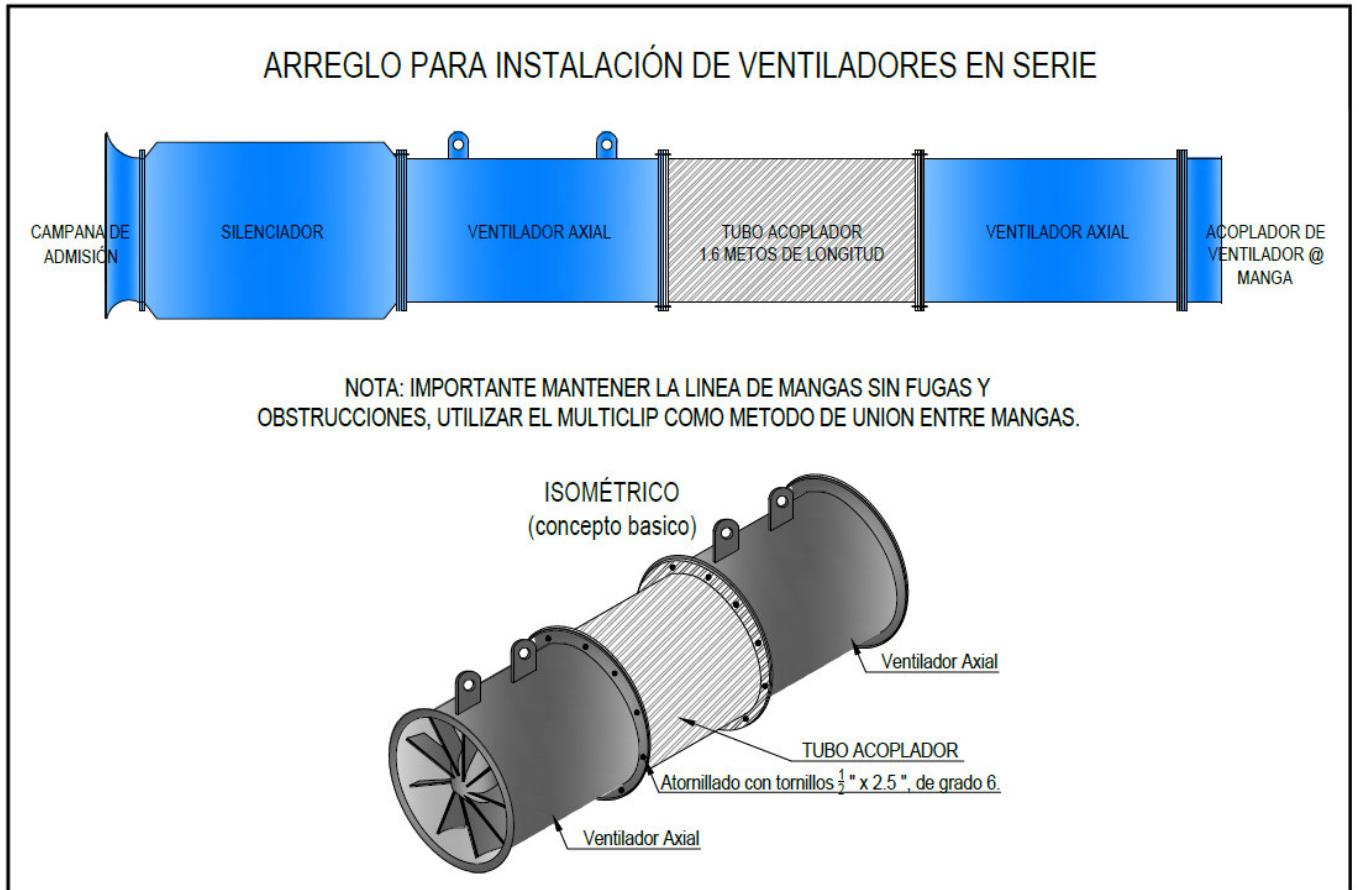


Imagen 16: Diagrama para instalación de ventiladores auxiliares, instalación de ventiladores en serie.

(Imagen de origen propio de la CIA).

b) Diagrama y/o estándar para instalación de ventiladores 24 In a 30 In.

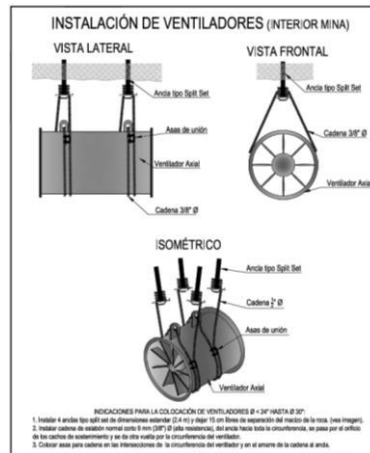


Imagen 17: Diagrama para instalación de ventiladores auxiliares

diámetro de 24" a 30".

(Imagen de origen propio de la CIA).

c) Diagrama y/o estándar para instalación de ventiladores 30 In a 40 In. Imagen de origen propio de la CIA).

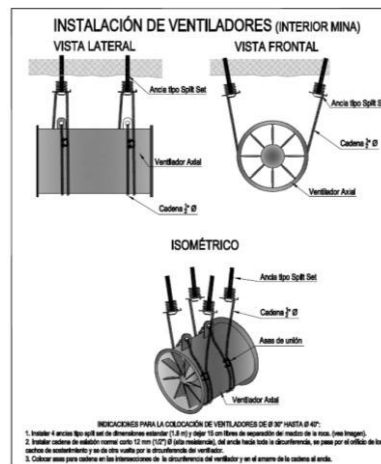


Imagen 18: Diagrama para instalación de ventiladores auxiliares diámetro de 30" a 40".

(Imagen de origen propio de la CIA).

d) Diagrama y/o estándar para instalación de ventiladores 42 In a 56 In.

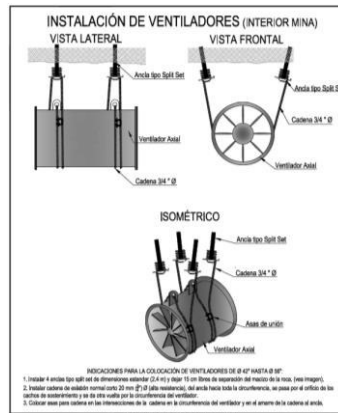


Imagen 19: Diagrama para instalación de ventiladores auxiliares diámetro de 42" a 56".

(Imagen de origen propio de la CIA).

e) Diagrama y/o estándar para instalación de ventiladores menor o igual a 24 In.

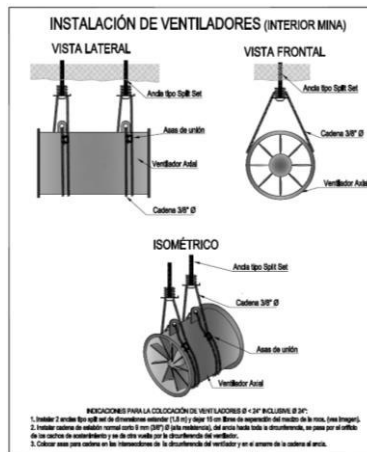


Imagen 20: Diagrama para instalación de ventiladores auxiliares

diámetro menor de 24".

(Imagen de origen propio de la CIA).

2.18 EQUIPOS DE MEDICION PARA LA VENTILACIÓN PRINCIPAL Y AUXILIAR

2.18.1 Definición de medición de aire.

La velocidad del aire puede medirse en las galerías o directamente en las tuberías de ventilación secundaria. Es la propiedad física dinámica medida más frecuentemente. Esto se debe a que la velocidad del aire es de vital importancia en el cálculo del caudal de aire, la potencia del ventilador necesaria y rendimientos del ventilador; factores principales en el control de la ventilación. Para ello existen equipos de medición para precisar velocidades, presiones y/o caudales. A continuación, se explica más detalladamente la forma más adecuada de realizar las medidas.

CAUDAL DE AIRE:

$$Q = V * A$$

Q = Cantidad de volumen de aire / unidad de tiempo.

V = Velocidad promedio.

A = Área del pozo, galería u ducto.

Instrumentos

V < 3000 p/min: anemómetros y cronómetros.

V < 100 p/min: tubos de humos

V > 1200 p/min: Tubos Pitot y Manómetros

Ejemplo medición con anemometro:

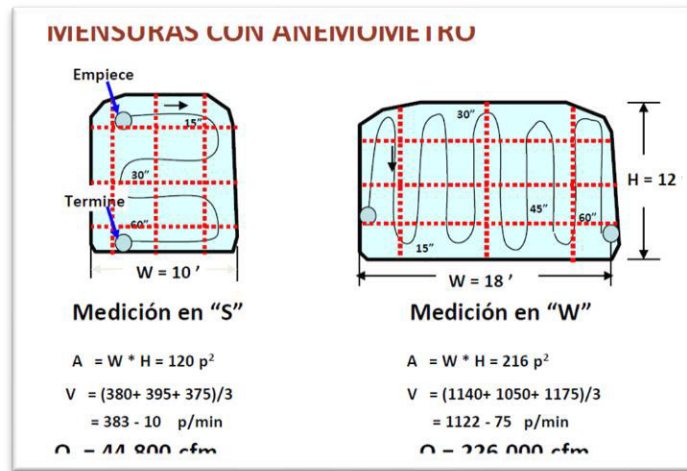


Imagen 21: Ilustración de movimientos con anemómetro para determinación de caudales en obra minera.

(Manual conferencia sobre ventilación de minas).

2.18.2 Tubo de Pitot.

Existen varios modelos de tubos de Pitot, con boquillas de diferentes diámetros en función del diámetro del conducto donde se va a realizar la medición:

El tubo debe disponer de un brazo de alineación para su colocación, dos gomas de conexión de longitud mínima 2 m, y cuyo diámetro sea apropiado para las tomas de presión estática y presión total del tubo (estas gomas no deben de ser, en ningún caso, de caucho). Conectado a las gomas podemos utilizar un barómetro, un tubo inclinado o, con más fiabilidad y comodidad, un micro manómetro digital. Este micro manómetro nos permite elegir entre varias escalas de medida, entre el rango de 0 a 20 y el de 0 a 200 milibares, con un error de + 0,5 %.

Se definirán los puntos donde se procederá a medir con el tubo de Pitot en función de la magnitud o característica a determinar. Si se trata de obtener la velocidad de aire en una galería

dada, se medirá en un punto de la conducción de la ventilación, procurando que se trate de un tramo recto de 20 m de longitud aproximadamente. En el punto seleccionado se practica un orificio en el conducto.

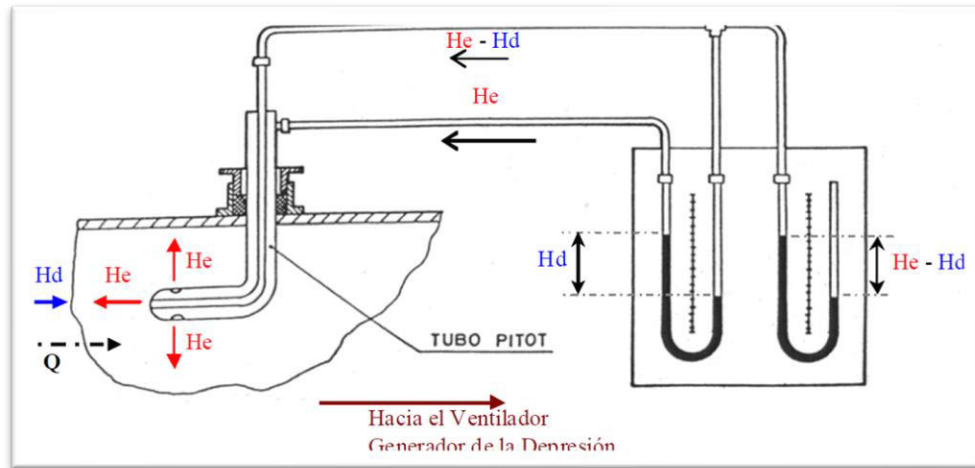


Imagen 22: Diagrama de representación con tubo pitot para medición de caudal en tubería.

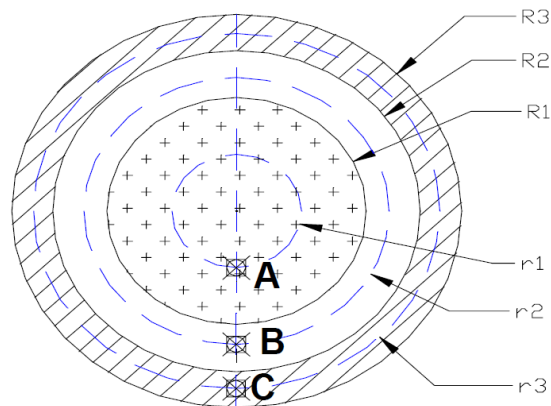
(Manual conferencia sobre ventilación de minas).

Para la medición con el tubo de Pitot se utilizará el método polar simplificado. Este método consiste, de forma resumida, en seleccionar una sección transversal del conducto y medir en tres puntos (A, B y C) situados en un radio de dicha sección.

Estos puntos se encuentran localizados en la intersección del radio de medición con las circunferencias medias de 3 anillos, de igual área, de acuerdo con la imagen 22.

Para calcular la distancia a la que se encuentran estos puntos, se utilizarán las siguientes

fórmulas:



$$S_c = \pi \cdot R_3^2$$

$$S_m = \frac{S_c}{3}$$

$$R_i = \sqrt{R_{i+1}^2 - \frac{S_m}{\pi}}$$

$$r_i = \frac{R_i + R_{i-1}}{2}$$

Donde:

RC: radio del conducto, en m.

SC: sección transversal del conducto, en m².

Sm: sección de cada anillo, en m².

Ri: radio de la circunferencia exterior que delimita un anillo, en m.

ri: radio de la circunferencia central de cada anillo, en m.

Una vez calculadas las distancias a las que debe introducirse el tubo de Pitot, se procede a medir en cada punto de medición (A, B y C). Para cada punto se obtiene y se anotan los datos de la presión estática, dinámica y total, junto con los datos de las condiciones ambientales (temperatura y presión manométrica), diámetro y tipo de tubería, etc.

2.18.3 Anemómetro de paletas.

El anemómetro de paletas, es el instrumento habitual para el trabajo general de ventilación es el equipo clásico de medición por el efecto mecánico del aire en movimiento. Podemos utilizarlo para mediciones en la boca de la tubería o para medir en el fondo de saco la velocidad del aire provocada por la ventilación secundaria. Su rango de medición va de 0.1 a 20 m/s.

Se selecciona una sección uniforme, con el menor número de obstáculos. Las medidas tomadas deben ser en galerías con resistencias mínimas, alejadas de curvas y nunca en entronques ni áreas estrechas. Deben realizarse en secciones con mayor uniformidad posible.

Seguiremos un método polar simplificado, el método cardinal. Para obtener una medida más veraz debemos tomar un mínimo de 5 puntos en el medio de la galería:

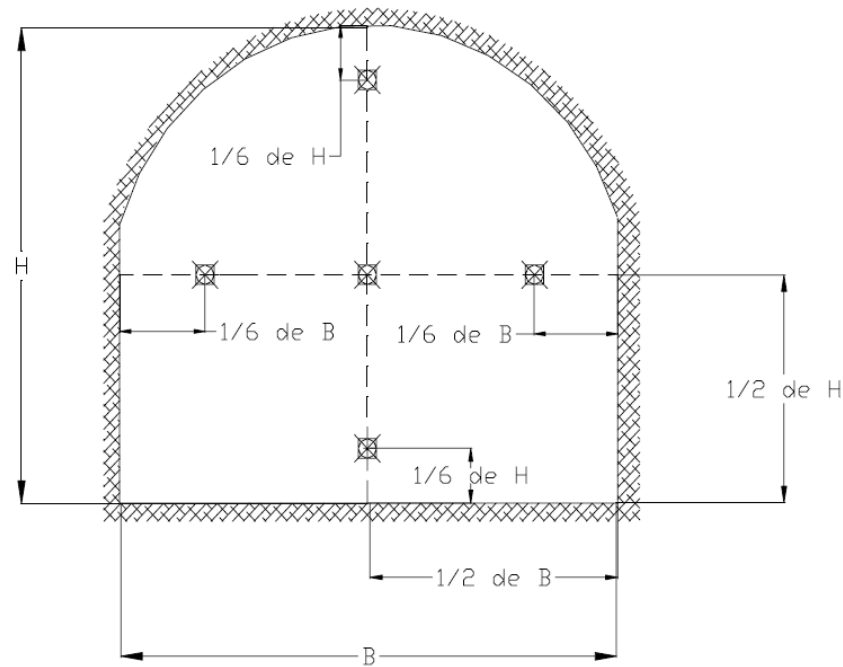


Imagen 23: Imagen que representa los puntos de aforo en una obra minera.

(Manual conferencia sobre ventilación de minas).

Donde

B: base de la galería en la sección elegida.

H: altura de la galería en la sección elegida.

El operador debe colocarse con la espalda enfrentada al hastial, de forma que interfiera lo menos posible la circulación del aire, y extenderá el brazo con el anemómetro manteniéndolo con las paletas orientadas perpendicularmente a la dirección del movimiento del aire. Se utilizará la varilla telescópica, siempre que sea posible, para tomar la medida evitando que el cuerpo del operador introduzca algún error en los datos tomados.

Al comienzo de la medición se requiere un tiempo para acelerar las paletas hasta que alcanzan la velocidad rotacional proporcional a la velocidad del aire. En ese momento pulsaremos el botón de inicio.

$$V_{mg} = \frac{v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5}{5}$$

Donde:

v1, v2, v3, v4 y v5 son las cinco velocidades medidas en la sección (m/s).

v_{mg}: velocidad media en cada sección de la galería, en m/s.

2.19 MEDIDAS DE SEGURIDAD EN VENTILACIÓN PARA PREVENIR ACCIDENTES

2.19.1 Principios Básicos.

1. Entrenar a los colaboradores en la utilización correcta de procedimientos.
2. Entrenar a los colaboradores en la operación correcta y segura de máquinas (ventiladores).
3. Capacitación a los colaboradores y supervisores de primera línea sobre el circuito de ventilación y los planes a corto y mediano plazo.
4. Informar a los trabajadores sobre los cambios en el circuito de ventilación ya sea temporal o total.

2.19.2 Aspectos Mecánicos.

Entrenar sobre los tipos de arranque, equipos electrónicos.

2.19.3 Métodos de Operación.

Se cuenta con procedimientos para encender y apagar los ventiladores.

2.19.4 Aspectos ambientales.

- Peligros Ocupacionales
- a) El aspecto de clima en el lugar de trabajo para los trabajadores.
- b) A que contaminantes de aire están expuestos. ¿Hay gases, polvo u hollín en el trabajo?
- c) Hay ejes o partes de motores sin protección en caso del o los ventiladores.

2.19.5 Aspectos Mecánicos.

- Forma y tamaño del equipo
- a) ¿Cuán grande es el equipo? Si es necesario tener grúas mono-rieles o algún equipo especial. En muchas minas el mono-riel es parte del ventilador.
- b) Como debemos reparar o reemplazar un motor. Y si existe un motor de reemplazo en existencia.

2.19.6 Aspectos de Operación.

- Procedimientos de Seguridad
- a) Informar sobre los peligros o riesgos asociados con la ocupación.
- b) Debe haber una lista de actividades.
- c) Cuando se hace el mantenimiento de una máquina, seguir procedimientos de seguridad.
- d) Aplicar dispositivos de control como bloqueo de energías y uso de tarjetas candado.

2.19.7 Seguridad para los trabajadores.

- Precauciones para los trabajadores
 - a) Ruido: usar doble protección de oídos.
 - b) Succión: Instalar rejillas de protección.
 - c) Salida del ventilador: Estar preparado para altas velocidades en la salida del equipo.
 - d) Las calidades de las frentes deben ser muestreados regularmente. (es necesario llevar estadísticas de mediciones. Los límites permisibles deben ser usados como referencia solamente.

2.20 MANTENIMIENTO SUGERIDO A LOS VENTILADORES

El mantenimiento a los equipos de ventilación (ventiladores), tanto principales como auxiliares es importante para poder garantizar el mejor funcionamiento y a su vez el cuidado del equipo.

Dentro de estas inspecciones se enlista una serie de inspecciones ponderadas en tiempo que se deben incluir a un programa de mantenimiento. Referencia; **NORMA Oficial Mexicana NOM-023-STPS-2012, Minas subterráneas y minas a cielo abierto - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.**

1. Limpieza de las aspas en caso de acumulación de polvo – (cada 3 meses).
2. Retirar la tapa nariz y limpiar en caso de acumulación de polvo – (cada 3 meses).
3. Verificar el torque de la tornillería de las aspas, de encontrar aspas flojas se recomienda reemplazar la tornillería – (cada 6 meses).
4. Revisar las aspas en busca de posibles fisuras y/o golpes, de encontrar aspas fisuradas se deberán reemplazar – (cada 6 meses).
5. Revisar el estado general del ventilador, golpes, suciedad extrema, etc. – (cada 12 meses).
6. Realizar limpieza del cuerpo del motor y eliminar acumulación de polvo que pueda demeritar el enfriamiento del motor – (cada 3 meses).
7. Lubricación de los rodamientos del motor, recomendable revisar en la placa del motor el tipo de lubricante a usar, nunca se deben mezclar marcas de lubricantes, lubricar en cantidad y periodo recomendado por el fabricante del motor.
8. Revisar que se cuenten con todos los accesorios del ventilador, ejemplo: campana de entrada, mallas de protección, de faltar componentes se recomienda adquirirlos.
9. Verificar niveles de vibración, buscando hacer el muestreo en las zonas con mayor rigidez en el cuerpo del ventilador, ejemplo: zona donde se encuentran las venas

fijas. Un análisis de vibraciones en ventiladores principales ayudará a detectar posibles fallas anticipadas.

Tabla. 7 Pruebas de nivel de vibraciones realizadas en un ventilador.

(Tabla obtenida de manual conferencia sobre ventilación de minas).

PRUEBAS DE VIBRACION		
Parámetro de Control	Resultados después de una hora	
Vibración en los apoyos:	DE*	IE+
Horizontal, mm/s	0.25	0.85
Vertical, mm/s	0.30	0.35
Axial, mm/s	0.15	0.25
Vibración del motor:	DE*	NE**
Horizontal, mm/s	0.12	0.16
Vertical, mm/s	0.05	0.06
Axial, mm/s	0.03	0.06

DE = cerca del motor IE = cerca del rodete

Límite Aceptable: 5.5 mm/s

Durante la prueba, todos los parámetros de control deben permanecer por debajo de las tolerancias recomendadas. Las siguientes son las pruebas requeridas para la entrega y operación del ventilador.

- a) Vibraciones por debajo de 5.5 mm/s.
- b) Temperatura (motor) debajo de 85° C.
- c) Capacidad de acuerdo al catalogo.

Tabla. 8 Tabla de parámetros de monitoreo en un ventilador.

(Tabla obtenida de manual conferencia sobre ventilación de minas).

CAPACIDAD DEL VENTILADOR

Parámetro de Control	después de una hora	después de 22 horas
Capacidad, ventilador		
presión estática, kPa	0.94	0.95
Caudal, m ³ /s	320	321
Corriente, Amps	113	113
Eficiencia, %	72	72
Otros Datos		
Presión Barométrica, kPa	63.8	
Temperatura seca, °C	9	
Temperatura húmeda, °C	7	
Densidad del aire, Kg./m ³	0.78	

Capacidad de acuerdo a la curva del ventilador

2.21 COEFICIENTE K PARA LAS GALERIAS Y POZOS DE VENTILACIÓN.

Tabla. 9 Valores de K para minas metálicas.

(Tabla obtenida de manual conferencia sobre ventilación de minas).

Cuadro 1. Valores del Coeficiente - k para Minas Metálicas (Estandarizados para el Nivel del Mar)

Descripción del Ducto	Factor - K Kg./m ³	Factor - k lb-min ² /ft ⁴ E-10
Galería	0.00879	47.4
Rampa	0.01158	62.4
Pique (áspero)	0.01126	60.7
Pique (liso)	0.00466	25.1
Galería de Banda	0.01399	75.4
Galería de TBM	0.00440	23.7

(Fuente: Prosser & Wallace, 1999, 8th US Mine Ventilation Symposium)

2.22 CAUDAL DE AIRE SEGÚN USO DE EXPLOSIVOS

En el calculo de caudal según consumo de explosivos; se utiliza el algoritmo de voronin, cuya formula es:

$$Q_e = \frac{0.4 \times \sqrt{(B \times S \times L)}}{t}$$

- Q_e** = caudal de aire requerido, m³/s
- t** = tiempo de ventilación requerido, min.
- B** = cantidad de explosivo tronado, Kg
- S** = sección del túnel m²
- L** = largo frente tronada, m

2.23 CAUDAL DE AIRE TOTAL

Al valor total de aire calculado, se debe agregar un caudal adicional para suplir perdidas por filtraciones. Este valor esta entre 10 a 30% del aire necesario, dependiendo de la longitud del túnel.

RESISTENCIA DEL SISTEMA

La resistencia de la mina viene dada por la fórmula de Atkinson.

Formula de Atkinson:

$$R = \frac{K \times P \times (L_d + L_e)}{C \times A^3}$$

- R** = Resistencia, Kg. x s²/m⁸
- K** = Coeficiente de fricción, Kg. x s²/m⁴
- P** = Perímetro del ducto, m
- L_d** = Largo del ducto, m
- L_e** = Largo equivalente, m
- A** = Area del ducto, m²
- C** = Constante (Valor 1 Unidades métricas y 5.2 Unidades Inglesas).

2.24 COEFICIENTE DE FRICCIÓN PARA VENTILACIÓN AUXILIAR

Ductos metálicos (nuevos) = $0.00223 \text{ Kg. X S}^2/\text{m}^4$ ($12 \times 10^{-10} \text{ Lb. X min}^2/\text{pie}^4$)

Ductos flexibles lisos = $0.00241 \text{ Kg. X S}^2/\text{M}^4$ ($13 \times 10^{-10} \text{ lb.x min}^2/\text{pie}^4$)

Ductos flexibles lisos = $0.00408 \text{ Kg. X S}^2/\text{M}^4$ ($13 \times 10^{-10} \text{ lb.x min}^2/\text{pie}^4$)

La presión total (Pt) generada por el ventilador es la suma de 2 presiones:

- A. La presión estática que es utilizada para vencer las pérdidas de energía (friccionales y de choque).
- B. La presión cinética, generada con el movimiento del aire.

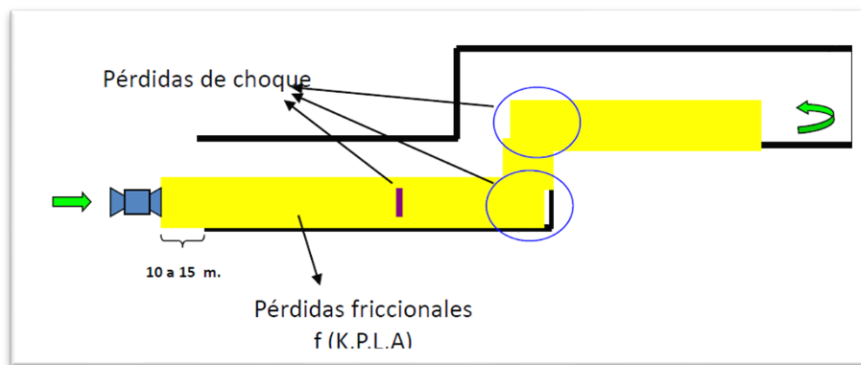


Imagen 24: Representación del comportamiento del flujo del aire en una tubería. (Imagen obtenida de Manual conferencia sobre ventilación de minas).

Cálculo de la presión Estática

$$Pe = R \times Q^2$$

Pe = Presión estática, pascal.

R = Resistencia, $\text{Kg. X S}^2/\text{m}^8$

Q = Caudal de aire, m³/s.

Cálculo de la presión Dinámica

$$P_c = w \times (v/1098)^2$$

P_c = Velocidad del aire, pies/min.

W = Densidad del aire a condiciones estándar (0.75 Lb/pie³)

Potencia del ventilador

$$H_{pa} = \frac{(P_t \times Q)(H_{pa})}{6356 \text{ BHP}} \quad n = x 100$$

P_t = potencia total, pulgadas de agua.

Q = Caudal de aire, pies³/min.

H_{pa} = Potencia generada por el ventilador, HP.

BHP = Potencia consumida por el motor, HP.

2.25 DUCTOS Y ACCESORIOS DE VENTILACIÓN

Existe una gran variedad de calidad de lona para la elaboración de ductos de ventilación para ser utilizados en la ventilación secundaria de la industria minera.

Para efectos de mina Bolañitos los ductos más utilizados son Tejidos y Acabados Industriales, S.A. de C.V. (TAISA).



CALIDAD Y SERVICIO

Fabricación y servicio integral desde la hilatura, tejido y confección, hasta la entrega en sitio del producto. Supervisamos la calidad en cada paso del proceso.



MÁXIMA DURABILIDAD Y RESISTENCIA

Los ductos TAISA tienen menos elongación longitudinal y extensión diametral prácticamente nula, reforzados con PVC, doble sellado y argollas metálicas.



CALIDAD CERTIFICADA

Nuestras lonas están certificadas por la Mine Safety and Health Administration del Departamento del Trabajo de Estados Unidos.



PERSONALIZACIÓN TOTAL

Te ofrecemos ductos 100% personalizados con la misma calidad, durabilidad y resistencia, sin importar sus necesidades, medidas o especificaciones.

Características de nuestras lonas recubiertas con PVC

Componentes	UNIDAD	RIPSTOP		RIPSTOP		
		POLICOR 2020-650	CORTILONA 2020-540	POLICOR 1312-650	POLICOR 1212-610	POLICOR 99-590
Fibras		Poliéster 1L	Poliéster 1L	Poliéster 1L	Poliéster 1L	Poliéster 1L
Pie	Denier	1000/1 c/t	1000/1 c/t	1000/1 c/t	1000/1	1000/1
Trama	Denier	1000/1	1000/1 s/t	1000/1 s/t	1000/1	1000/1
Tipo de tejido	Telar	Plano	Plano	Plano	Inserción de trama	Inserción de trama
	Ligamento	Tafetán	Tafetán	Tafetán		
CONSTRUCCIÓN						
Pie	HPP	22	22	13	12	9
Trama	HPT	20	20	12	12	9
RESISTENCIA A LA RUPTURA						
Pie	Kg/pulg ²	Min. 215	Min. 215	Min. 150	Min. 130	Min. 110
Trama	Kg/pulg ²	Min. 210	Min. 200	Min. 130	Min. 120	Min. 100
RESISTENCIA AL RASGADO						
Pie	Kg	Min. 50	Min. 50	Min. 55	Min. 55	Min. 45
Trama	Kg	Min. 45	Min. 45	Min. 45	Min. 50	Min. 40
Peso	g/m ²	650.0	540.0	650.0	610.0	590.0
	oz/yd ²	19.2	16.0	19.2	18.0	17.8
Espesor	Pulg	0.022	0.020	0.021	0.021	0.021
	mm	0.550	0.500	0.530	0.530	0.53

Imagen 25: Características de la lona utilizada para la ventilación.

(Imagen obtenida del catálogo de servicios TAISA).



Imagen 26: Representación de la variedad de ductos de ventilación utilizados para la instalación de la ventilación auxiliar en mina.

(Imagen obtenida del catálogo de servicios TAISA).

DUCTO Ø PULGADAS	PÉRDIDA DE PRESIÓN (ML)		PÉRDIDA DE PRESIÓN (100M)		DIÁMETRO		ÁREA PIES²	VELOCIDAD PIES/MIN	GASTO C. F. M.	DUCTO Ø PULGADAS
	PASCALAS	PULGADAS H ₂ O	PASCALAS	PULGADAS H ₂ O	PULGADAS	PIES				
24" circular	3.288	0.013	329	1.320	24	2	3.1	4672	14678	24" circular
30" circular	4.036	0.016	404	1.620	30	2.5	4.9	4000	19635	30" circular
32" circular	4.154	0.017	415	1.668	32	2.7	5.6	3250	18151	32" circular
36" circular	4.143	0.017	414	1.663	36	3	7.1	3227	22810	36" circular
VS. COMPETENCIA	6.290 ▲ 51.4%	0.025 ▲ 47.0%	629 ▲ 51.9%	2.525 ▲ 51.8%	36	3	7.1	2500 ▲ 30%	17672 ▲ 2.7%	VS. COMPETENCIA
36" elíptico	4.129	0.017	413	1.658	36	3	7.7	3165	24250	36" elíptico
42" elíptico	4.013	0.016	401	1.611	42	3.5	8.2	3824	31475	42" elíptico

Imagen 27: Tabla de representación de las líneas de ventilación de presión, diámetro y gasto. Sugerecias de proveedor.

(Imagen obtenida del catálogo de servicios TAISA).

Calidad y confiabilidad

Al recibir un ducto TAISA, puedes estar seguro que obtienes un producto fabricado con los más altos estándares de calidad para garantizar la continuidad de tu operación.



Imagen 28: Representación de pruebas realizadas para determinar resistencia y calidad dl ducto.

(Imagen obtenida del catálogo de servicios TAISA).

Tabla. 10 Representación de presiones de trabajo en las líneas de ventilación, sugeridas por proveedor.

(Tabla obtenida de catálogo de servicios TAISA).

Presiones de trabajo

Ø PULGADAS	DUCTOS DUALES - AROS A 10CM		DUCTOS DUALES - AROS A 15CM	
	PASCALES	PULGADAS CA	PASCALES	PULGADAS CA
18	8,524	34	6,542	26
24	4,250	17	2,750	11
30	2,250	9	1,250	5
36	1,250	5	750	3
42	750	3	500	2
48	500	2	250	1

Ø PULGADAS	DUCTOS DUALES			
	Ø A	B	PASCALES	PULGADAS CA
18	24.75	13.50	36,230	145
24	33.25	18.00	27,173	109
30	43.25	21.50	21,738	87
32	45.00	23.50	18,115	73
36	51.50	26.00	15,527	62
42	59.00	31.00	13,586	55
48	66.50	36.00	12,077	48
54	76.00	40.00	9,881	40

Ø PULGADAS	DUCTOS FLEXIBLES	
	PASCALES	PULGADAS CA
18	37,000	148.6
24	30,000	120.4
30	24,824	99.7
32	22,500	90.3
36	20,000	80.3
42	16,964	68.1
48	15,645	62.8
54	12,975	52.09

Pérdida por fricción

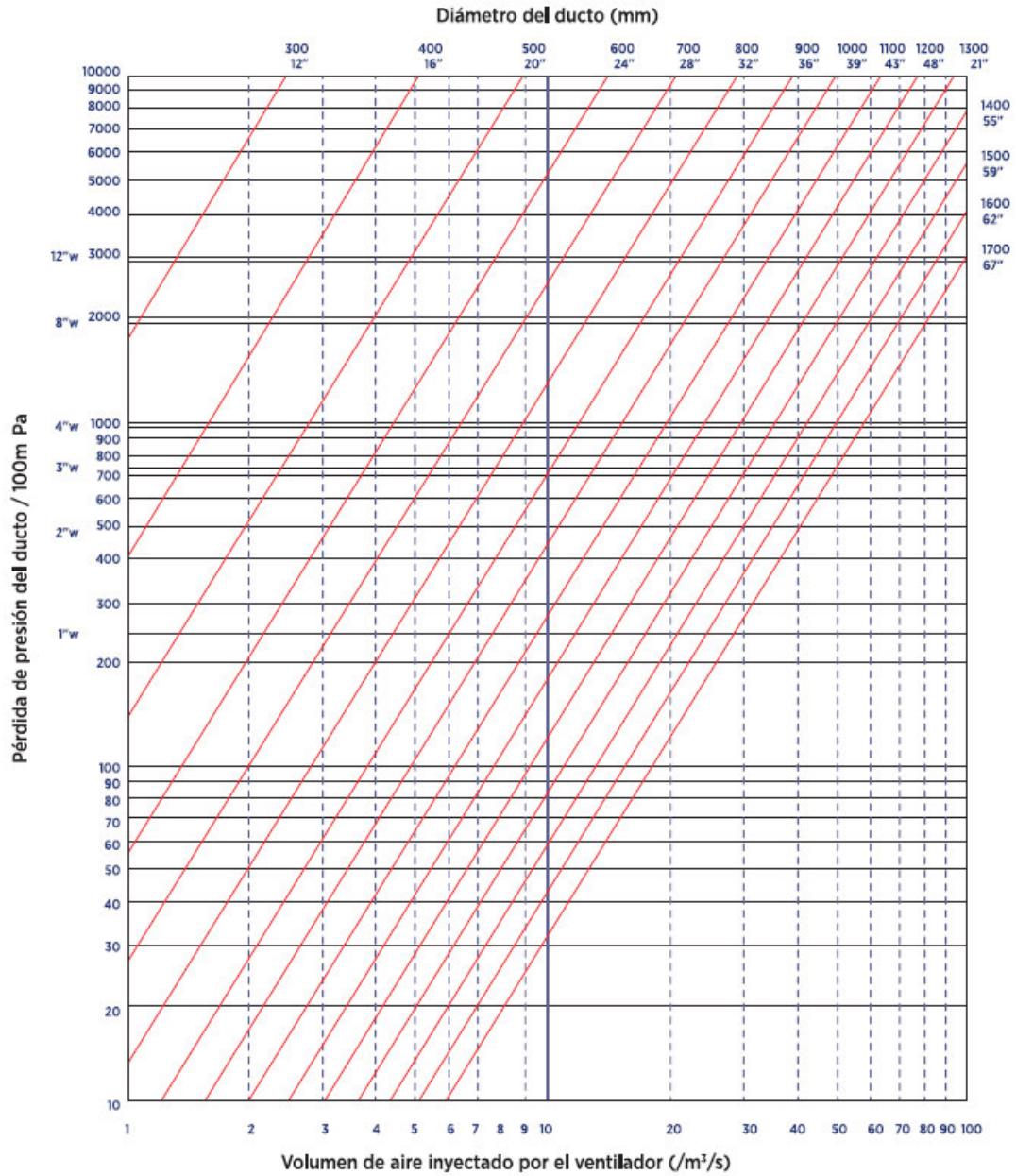


Imagen 29: Ilustración de pérdidas determinadas por proveedor por volumen de aire inyectado dependiendo del diámetro de ductos. (Imagen obtenida del catálogo de servicios TAISA).

2.26 EQUIPOS DE MEDICIÓN

2.26.1 ANEMÓMETRO PORTÁTIL O DIGITAL

El anemómetro es un registrador de datos para velocidades de viento. El anemómetro se configura a través del software incluido en el envío. El software le permite realizar diferentes ajustes. El anemómetro mide en diferentes unidades: m/s, km/h, nudos, mph y ft/min.



Imagen 30: Equipo de medición de flujo de aire digital.

(Imagen obtenida de manual de ventilación).

2.26.2 TERMO ANEMÓMETRO PORTÁTIL MANUAL

Un anemómetro es un instrumento para medir la velocidad o rapidez de los gases ya sea en un flujo contenido, como el flujo de aire en un conducto, o en flujos no confinados, como un viento atmosférico.

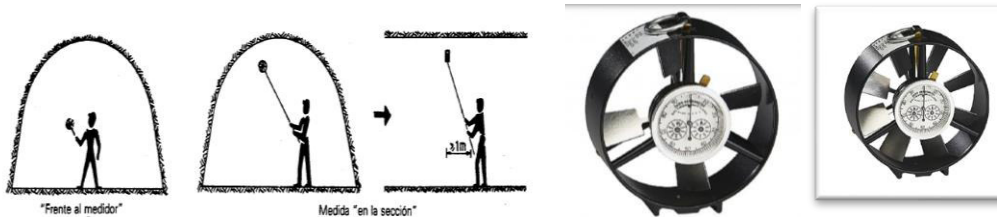


Imagen 31: Davis anemómetro para determinar las velocidades en una sección de obra minera.

(Imagen obtenida de manual de ventilación).

2.26.3 TERMÓANEMOMETRO PORTÁTIL

Es un dispositivo de medición de mano, portátil, WBGT (temperatura del globo de bulbo húmedo) de alta precisión y registrador de datos ambiental. También una estación meteorológica completa que mide la velocidad del viento, ráfagas máximas de viento, temperatura, humedad, presión, enfriamiento del viento, altitud de densidad y más, para determinar las condiciones de trabajo seguras, descanso y maximizar el rendimiento del personal.

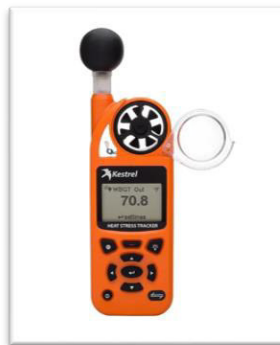


Imagen 32: Termómetro digital portátil para levantamiento de condiciones psicométricas.

(Imagen obtenida de publicación de artículos, google).

CAPITULO 3 DESCRIPCIÓN GENERAL

3.1 Descripción del Estudio de Ventilación Mina Lucero.

Esta mina está conformada por una familia de vetas diversamente conectadas entre sí, y concordantes en sus obras de acceso. Estas estructuras mineras son llamadas (veta Herradura, Veta Cecilia, Veta Bolañitos, Veta Daniela (norte y sur), Veta Lucero, Veta Gabriela, Veta Karina, Veta Fernanda y Veta Lana. Las cuales comparten flujos de aire dado que se encuentran diversamente conectadas en rampas y accesos principales.

Por sus sistemas de minado, recuperación de este y su mineralización en veta, estas mantienen la peculiaridad a través del descenso u ascenso entre niveles; por tanto, es de gran ventaja poder conservar su infraestructura a lo largo de la vida del proyecto.

El sistema de ventilación de mina Lucero está conformado de la siguiente manera:

En un sistema de ventilación natural, en la mayoría de sus niveles, pero no se puede depender de ella debido a su variabilidad. En caso de un incendio la ventilación natural puede ser impredecible y peligrosa donde las diferencias en densidad del aire en trampas de acceso, tiros, contrapozos u robbins por su efecto de chimenea pueden verse afectados. Por tanto, este sistema consiste en ventilación de tipo ignición- extracción.

El circuito de ventilación consta de varias fuentes de ingreso de aire fresco y cuenta con 2 puntos de extracción principal del cual se describe.

La mina cuenta con múltiples conexiones a la superficie y solo 2 puntos de extracción mecanizada u forzada. Estos puntos u obras de extracción se ubican y se encuentran distribuidos así:

Extracción principal: Robbins #12 ubicado en nivel principal 2176 acceso a Veta Lana; para esta fuente de extracción las obras diversamente beneficiadas son (Veta Herradura, Veta Cecilia, Veta Bolañitos, Veta Lucero, Veta Fernanda, Veta Karina, Daniela sur y Veta Lana).

Extracción principal secundario: Robbins #10 Ubicado en Xo. robbin RPA 2266; para esta fuente de extracción las obras en beneficio son área de (Veta Gabriela y Veta Daniel Norte).

El aire fresco es ingresado desde la superficie por Rampa principal 29240 y este a su vez continua por esta y es dividida por rampa Daniela Norte y Rampa 29246. Se suman al flujo principal otras fuentes de aire fresco como son: cp's de servicios, cp general Daniela Norte, robbins 7 y robbins 13.

3.2 Plano General de Ventilación Mina Lucero.

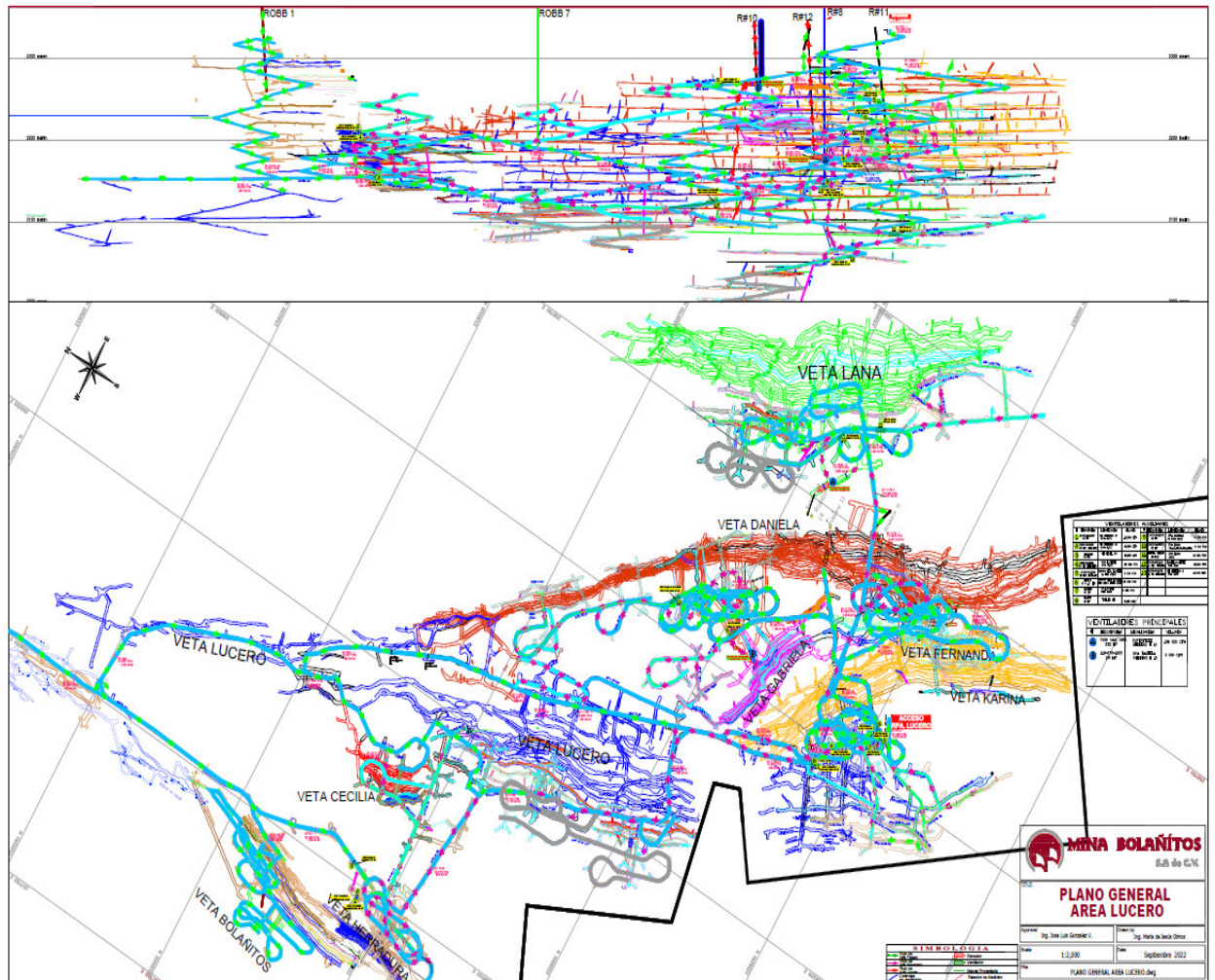


Imagen 33: Plano General Mina Lucero (representación del plano general de ventilación, flujos de ventilación, rutas de obras principales y dirección de aire).

(Imagen obtenida de elaboración personal).

3.3 Diagrama General de Ventilación Mina Lucero programa VENTSIM.

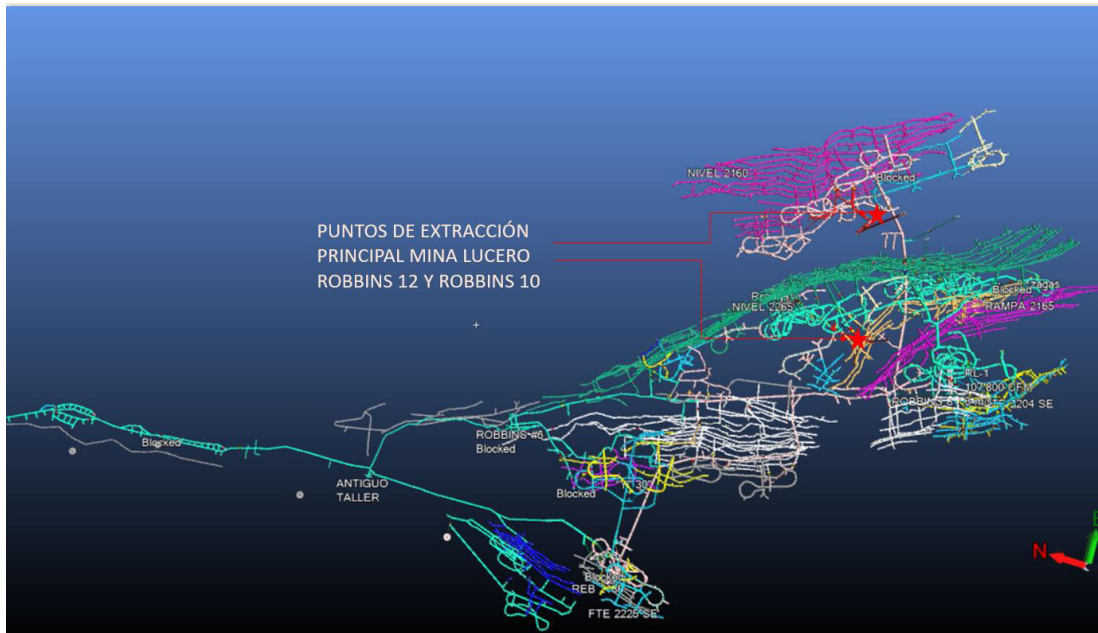


Imagen 34: Representación de los puntos de extracción de mina Lucero. Extractor principal 1 (Howden 7800 VAX 3150, 250 HP. 1 ventilador Spondroup 112-070-1800 –A.

(Imagen de elaboración personal).

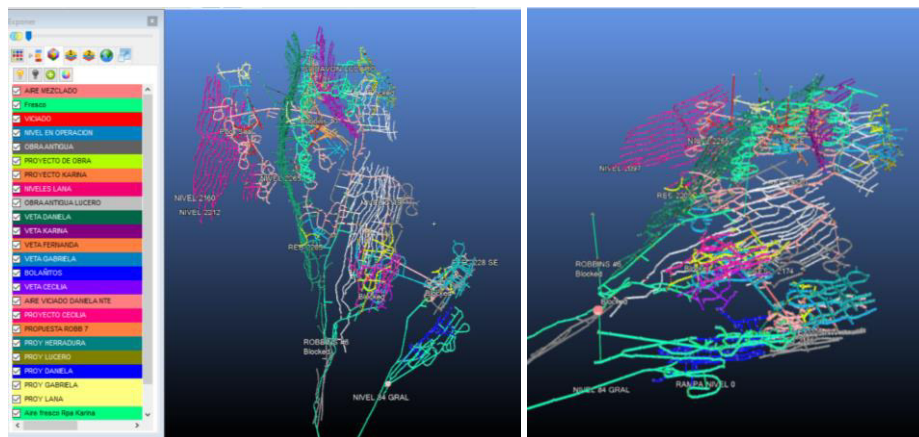


Imagen 35: Diagrama del circuito de ventilación, subdivisión por veta y área de trabajo.

(Imagen de elaboración personal).

3.4 Descripción de las curvas de Operación.

En un sistema de trabajo de dos ventiladores en paralelo, cada ventilador es concebido para la mitad del caudal de diseño. Cuando dos ventiladores trabajan en paralelo, forman un sistema que estará caracterizado por la curva resultante de la suma las abscisas de sus curvas características individuales.

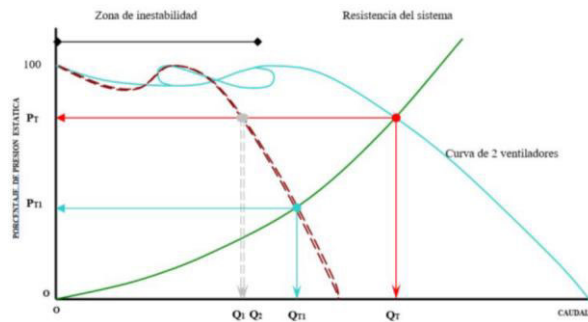


Imagen 36: Gráfico que indica la representación de ventiladores en paralelo para el sistema de ventilación principal. La resistencia del circuito corta la curva del sistema en un punto (P_T, Q_T).

(Manual conferencia sobre ventilación de minas)

3.5 Gráfico que indica la curva de operación de los extractores en robbins 12 y robbins #10.

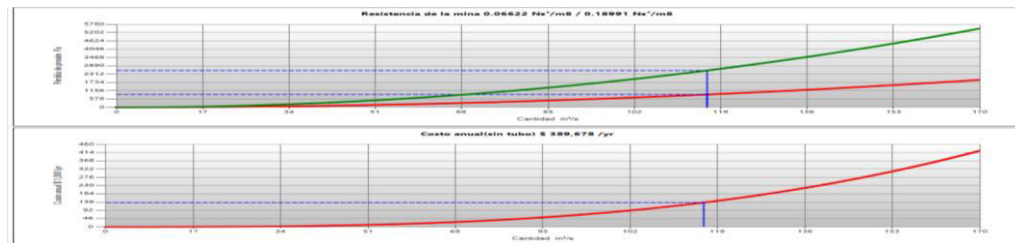


Imagen 37: Gráfico representativo que representa la curva de resistencia en el sistema de ventilación de mina Lucero. (Imagen de elaboración personal).

3.6 Curva de Extractor principal 7800 VAX 3150, 250 HP

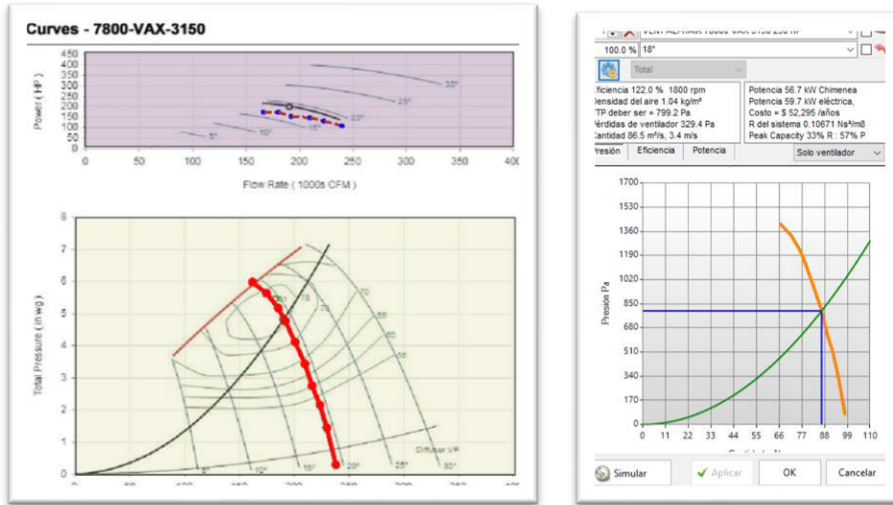


Imagen 38: Curva característica del extractor principal de mina Lucero (Extractor robbins 12 Howden Modelo 7800 VAX 3150, 250 HP).

(Imagen de elaboración personal).

3.7 Curva de Ventilador de SPENDROUP 112 – 070-1800-A

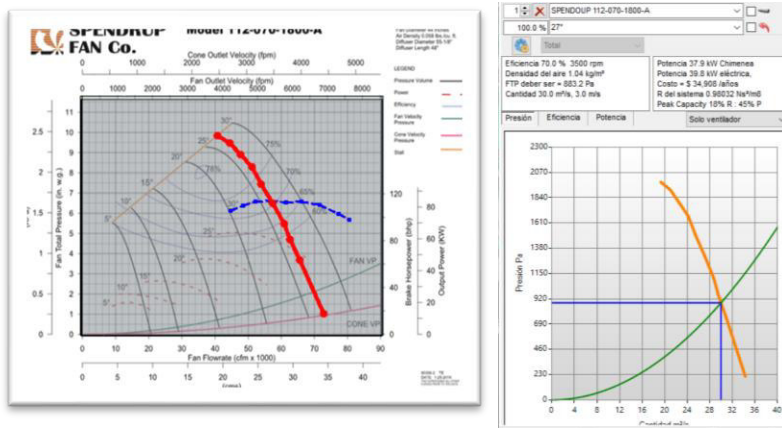


Imagen 39: Curva característica del extractor principal de mina Lucero (Extractor robbins 10 Spendroup Modelo 112-070-1800 –A, 100 HP). (Imagen de elaboración personal).

(Imagen obtenida de elaboración personal).

3.8 Regulación de alabes en los ventiladores

La regulación a ventilador parado principalmente es de dos tipos, individual o central:

En la **regulación individual** de rodete, esta operación se realiza álabe a álabe. Se procede a aflojar todos los tornillos de fijación hasta que permita cambiar el ángulo de posición de trabajo. Para ello se tendrá como referencia la escala de ángulos de cada álabe. Requiere un tiempo importante para la regulación debido al gran número de tornillos a manejar.

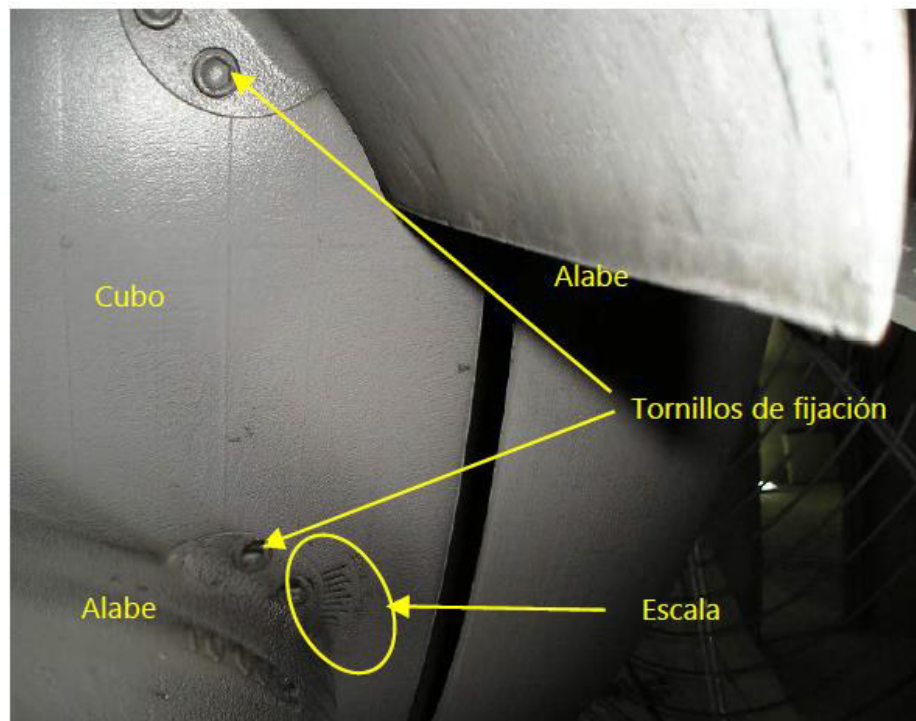


Imagen 40: Rodete con regulador individual de alabes con ventilador parado.

(Imagen obtenida de manual de ventilador Zitron).

La **regulación central** permite el ajuste de todos los álabes simultáneamente. Con la ayuda de una llave de regulación y teniendo de referencia un álabe guía, que tiene escala de ángulos, se regulan todos.

La ventaja de este sistema es principalmente la rapidez de regulación. Esta es importante si hay que regular frecuentemente y no se dispone de mucho tiempo, debido a entre otras cosas de dejar sin ventilación la mina.

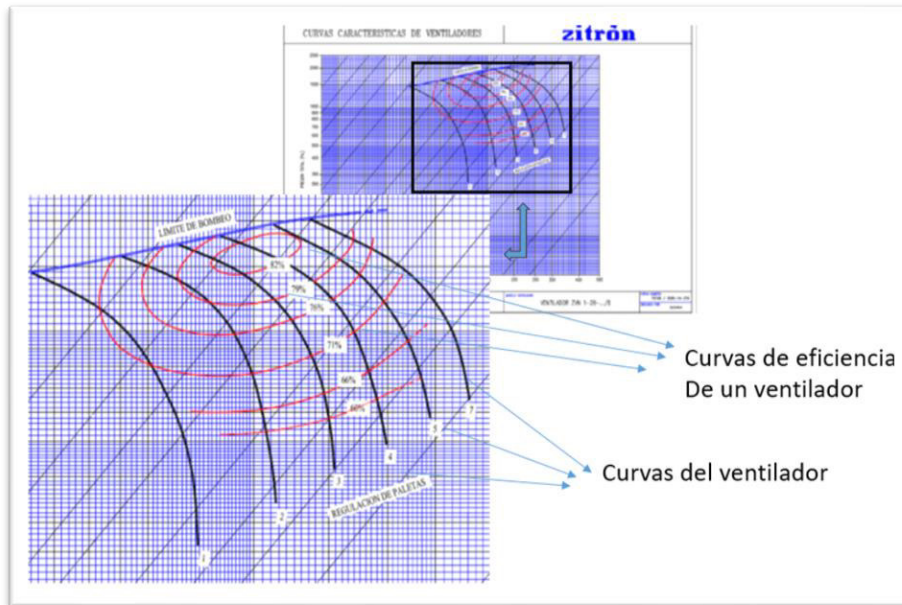


Imagen 41: Representación de movimiento de alabes en un ventilador para determinar el punto de operación.

(Imagen de origen de manual de ventiladores Zitron).

3.9 Análisis de Caudales Mina Lucero

Requerimiento de aire por equipos Diésel en mina Lucero.

Tabla. 11 Listado de equipos que operan dentro de mina su requerimiento al 100 % y su requerimiento considerando su disponibilidad y utilización promedio.

(Tabla de elaboración personal).

REQUERIMIENTO DE AIRE FRECO POR EQUIPOS MINA LUCERO ENDEAVOUR SILVER												
MAQUINARIA PESADA ,PERSONAL Y SUPERVICION CAHECOMI												
EQUIPO	# DE REGISTRO	CAPACIDAD	MODELO	TIPO DE MOTOR	POTENCIA EN HP	POTENCIA EN KW	METROS CUBICOS POR MINUTO MCM	METROS CUBICOS POR SEGUNDO	PIES CUBICOS POR MINUTO	DISPONIBILIDAD %	UTILIZACION %	ESTIMACION Q EQUIVALENTE
Scoop tram No.156	T-156 CAHECOM	1.5 yds*	JOY LT-270	DeutzM2012C	75	56	160	3	5,641	98	82	179.8875
Scoop tram No.354	T-354 CAHECOM	4.5 yds*	Caterpillar R1300G	Cat® 3306B DITA	165	123	351	6	12,411	98	72	346.4764875
Scoop tram No.357	T-357 CAHECOM	4.5 yds*	Caterpillar R1300G	Cat® 3306B DITA	165	123	351	6	12,411	98	67	324.227475
camion tjera plataforma	tjera -01	n/a	S 44	Deutz BF6L914	150	112	320	5	11,283	98	60	263.25
Jumbo de Barrenación #07	J-07 CAHECOMI	n/a	Sandvik DD311-4DNV	Deutz TCD 2012	97	72	207	3	7,296	90	20	52.38
Jumbo de Barrenación #08	J-08 CAHECOMI	n/a	Resemin TROIDON 55XP	Deutz BF4L914	97	72	207	3	7,296	99	15	43.104375
Jumbo de Barrenación #09	J-09 CAHECOMI	n/a	Resemin MUKI	Cat® 3306B DITA	97	72	207	3	7,296	99	15	42.99525
jumbo bolter anclador # 3	J-03 CAHECOMI	n/a	RESEMIN BOLTER 88	Deutz BF4L914	97	72	207	3	7,296	90	15	39.285
Nilux No. 63	C-63	n/a	DOHC,D4D	DIESEL TURBOCARGADO	174	130	371	6	13,088	85	40	177.48
Nilux No. 64	C-64	n/a	DOHC,D4D	DIESEL TURBOCARGADO	174	130	371	6	13,088	85	40	177.48
L200 No 35	C-35	n/a	DOHC,D4D	DIESEL TURBOCARGADO	134	100	285	5	10,079	85	40	136.68
L200 No 43	C-43	n/a	DOHC,D4D	DIESEL TURBOCARGADO	134	100	285	5	10,079	85	40	136.68
L200 NO 46 PIPA DIESEL	C-46	n/a	DOHC,D4D	DIESEL TURBOCARGADO	134	100	285	5	10,079	85	20	68.34
L200 No 79 POLVORERA	C-79	n/a	DOHC,D4D	DIESEL TURBOCARGADO	134	100	285	5	10,079	85	40	136.68
CAMION INTERNACIONAL No 76	C-76	n/a	DURASTAR 4300	DIESEL TURBOCARGADO	250	187	533	9	16,805	85	15	95.625
REQUERIMIENTO DE AIRE FRESCO					2077	1548.326	4,424.0	74	156,232	91	39	2221
MAQUINARIA PESADA ENDEAVOUR SILVER												
EQUIPO	# DE REGISTRO	CAPACIDAD	MODELO	TIPO DE MOTOR	POTENCIA EN HP	POTENCIA EN KW	METROS CUBICOS POR MINUTO MCM	METROS CUBICOS POR SEGUNDO	PIES CUBICOS POR MINUTO	DISPONIBILIDAD %	UTILIZACION %	ESTIMACION Q EQUIVALENTE
scoop tram	ST-026	3.5 yds	LH-307	Sandvik, serie L007D320	202	150	430	7	15,194	89	40	215.736
scoop tram	ST-046	3.5 yds	LT-650	MTI, serie 73689000	202	150	430	7	15,194	92	56	312.2112
scoop tram	ST-051	2 yds	LH-203	Sandvik, serie L403D891	96	71.5	204	3	7,221	92	46	121.8816
scoop tram	ST-052	3.5 yds	LT-650	MTI, serie 53407	202	150	430	7	15,194	92	50	278.76
scoop tram	ST-072	2 yds	LH-203	Sandvik, serie L803D1083	96	71.5	204	3	7,221	92	50	132.48
bajo perfil	CB-016	20 TON	TH-320	Sandvik, serieT920D616	323	240	688	11	24,296	92	39	347.6772
bajo perfil	CB-030	n/a	LIFMASTER	RDH, serie07-192460	174	129	371	6	13,088	99	10	51.678
bajo perfil	CB-032	n/a	CASETMASTER	RDH, serie 19-1454	129	96	275	5	9,703	99	10	38.313
jumbo	JU-014	n/a	VEN-RUNNER	MTI	96	71.5	204	3	7,221	90	20	51.84
mini jumbo	MU-012	n/a		Resemin, serie JMC 492			0	0	-	91	10	0
Tractor 8	T-08	n/a		Jhon Dere	174	130	371	6	13,088	90	25	117.45
Tractor 12	T-12	n/a		Jhon Dere	174	130	371	6	13,088	90	15	70.47
Camioneta 238	BOL-238	n/a	DOHC,D4D	Diesel Turbocargado	134	100	285	5	10,079	90	15	54.27
Camioneta 170	COL-170	n/a		Diesel Turbocargado	134	100	285	5	10,079	90	25	90.45
Camioneta 169	BOL-169	n/a		Diesel Turbocargado	174	130	371	6	13,088	90	25	117.45
Camion International	#15	10 Ton	8100	CUMMINS M11	285	232	607	10	21,438	98	75	628.425
Camion International	#04	10 Ton	8600	MAXXFORCE	475	349	1012	17	35,729	98	75	1047.375
Camion International	#07	10 Ton	8100	CATERPILLAR	335	246	714	12	25,199	98	75	738.675
Camion International	#06	10 Ton	8100	CUMMINS M11	285	232	607	10	21,438	98	75	628.425
REQUERIMIENTO DE AIRE FRESCO					3630	2777.84	7860	131	277,561	94	33	5044

	HP's Efectivos	W Efectivo	MCM	MCS	CFM	Disponibilidad Promedio %	Utilizacion Promedio %
REQUERIMIENTO ESTIMADO Q EQUIVALENTE	5767	4326.17	12,283.71	204.73	433,795.12	100	100
	5767	4326.17	5,764.00	96.07	203,553.60	92	36

3.10 Balance de aire de ingreso – egreso. Estudio realizado Marzo 2022

El balance de mina tanto ingreso como egreso de aire se encuentra distribuido de la siguiente manera:

Tabla. 12 Registro de resultados de aforos de ventilación en los niveles principales de mina Lucero, resultados obtenidos mes de Marzo 2022.

(Tabla de elaboración personal).

MINA BOLAÑITOS S.A de C.V.		Condiciones de trabajo en interior de Mina Lucero Hoja de resultados													
Fecha	Estación	Localización	Volumen Q (cfm)	Volumen Q (cu m/min)	velocidad m/s	PRESION BAROMETRICA	Temperatura °C		INDICE DE CALOR °C	H.R (HUMEDAD RELATIVA %)	Oxigeno O2 (%)	Gases diluidos (ppm)			Comentarios
							B. Seco	B. Húmedo				CO	NO2	CH4	
MARZO	Socavon Lucero	Socavon Lucero	123,028	3,484	2.9	1,009	20	11	19	32	20.8	-	-	-	Aire fresco que ingresa a mina desde superficie.
MARZO	Rampa Lucero (area de marcos)	Rampa Lucero (area de marcos)	22,747	644	0.7	1,010	21	13	20	46	21.0	-	-	-	Aire fresco que continua bajando desde superficie (parte de este ingresa a cp general), parte se dirige a la Rpa 29246 y Rampa Daniela Norte
MARZO	Rampa Lucero anterior a bifurcacion con Nivel	Rampa Lucero anterior a bifurcacion con Nivel	53,116	1,504	1.3	1,024	25	18	24	55	20.8	-	-	-	Aire fresco que continua bajando desde superficie + aire que se incorpora bajado por cp general.
MARZO	Rampa Lecero (antes de bifurcacion con RPA 2190)	Rampa Lecero (antes de bifurcacion con RPA 2190)	64,344	2,389	2.3	1,028	24	19	24	66	20.8	-	0.40	-	Aire fresco que sube por rampa para ser extraido en nivel robbins #12 (aire proveniente de robbins #7, obras nivel 84 y nivel 0)
MARZO	Rampa 29246	Rampa 29246	60,632	1,717	2.0	1,011	20	11	19	87	20.8	-	-	-	Aire fresco que baja de rampa general Lucero
MARZO	Rpa 29246	Rpa 29246	60,624	1,717	2.2	1,012	21	13	20	46	20.8	-	-	-	Aire fresco que continua bajando por rampa 29246 a llegar a nivel 2179
MARZO	CP Daniela Norte	CP Daniela Norte	60,026	1,700	2.1	1,016	18	12	17	54	20.8	-	-	-	Aire fresco que ingresa desde superficie, para ser extraido por Robbins #10
MARZO	Rampa Daniela Nte	Rampa Daniela Nte	64,156	1,817	1.7	1,015	21	22	24	75	20.8	-	-	-	Aire fresco que baja por rampa Daniela para ser extraido por extractor robbins 10
MARZO	CP Gral Dan NTE	CP Gral Dan NTE	50,459	1,429	3.0	1,010	25	21	26	74	21.0	24.00	-	-	Aire que se extrae al final de ultima conexión con cp en rampa nivel 2095
MARZO	Extractor Robbins #10	Extractor Robbins #10	82,209	2,328	39.6	1,005	21	19	19	76	21.0	7.00	-	-	Aire viciado que es extraido de area Daniela Norte.
MARZO	Xo robbins #13	Xo robbins #13	24,791	702	0.7	1,011	18	13	17	61	21.0	-	-	-	Aire fresco que ingresa a veta Daniela, Lucero y Areas Karina
MARZO	Nivel Acceso 2179	Nivel Acceso 2179	155,842	4,413	4.1	1,027	24	18	24	63	21.0	11.00	-	-	Aire dividido que baja desde rampa general lucero para ser extraido por extractor de robbins 12.
MARZO	Nivel de acceso 2179	Nivel de acceso 2179	225,033	6,373	6.4	1,027	22	20	22	88	20.8	1.00	-	-	Aire que se incorpora para ser extraido por robbins #12, antes de robbins #11.
MARZO	Nivel Acceso a Lana 2179	Nivel Acceso a Lana 2179	81,047	2,295	4.7	1,025	18	16	18	78	20.8	-	-	-	Aire que baja a RPA LANA, despues de conexión con primer ventana robbins #12
MARZO	RPA 2056	RPA 2056	64,816	1,836	2.1	1,049	24	20	25	68	20.8	17.00	-	-	Aire extraido por CP 2056 (ultimo punto de extraccion nivel 2056 Y 2039)
MARZO	Rampa 2190	Rampa 2190	5,518	156	1.4	1,031	24	18	24	69	20.8	2.00	-	-	Flujo de aire fresco que es ingresado por robbins #8
MARZO	Rampa 2119	Rampa 2119	68,315	1,935	0.9	1,030	20	13	19	53	20.8	4.00	-	-	Aire viciado extraido de areas de Veta Lucero, Veta Herradura.
MARZO	Rampa 2131, Xo robbins #15	Rampa 2131, Xo robbins #15	5,353	152	0.9	1,032	26	21	25	72	20.8	9.00	-	-	Aire que se extrae de area Lucero por extractor en Robbins #15
MARZO	Rampa 2105	Rampa 2105	64,478	1,826	0.2	1,034	20	13	19	51	20.8	-	-	-	Rampa principal aire fresco y combinado que ingresa de Xo nro 84 + aire fresco de obras de nivel 0.
MARZO	Rampa Herradura 2155	Rampa Herradura 2155	53,279	1,509	2.1	1,031	27	22	28	69	20.8	-	-	-	Aire combinado que baja de Xo 84, despues de ventilar zona Herradura.
MARZO	Rampa Karina	Rampa Karina	15,405	436	0.3	1,029	21	18	22	74	20.8	-	-	-	Aire fresco que se extrae de veta karina, aire proveniente de obras Daniela + cp general.

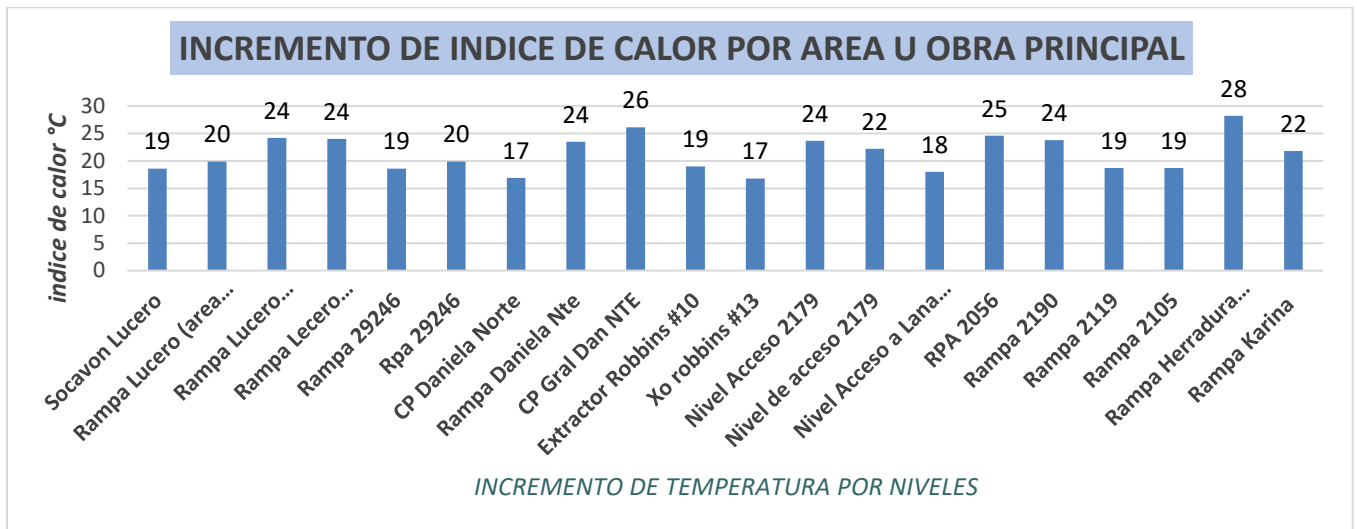
Levantamiento de las condiciones de trabajo hecho por Planeacion e Ingenieria Marzo 2022
 C:\Users\maria.olmos\Documents\SECCIONES DE VENTILACION\LUCERO 2022\LEVANTAMIENTO DE FLUJOS MINA LUCERO ENERO 2022.xls\Reporte Condiciones de Trabajo

Tabla. 13 Tabla de resultados que indica el balance de flujos de aire tanto de ingreso como de egreso en el sistema de ventilación de mina Lucero.

(Tabla de elaboración personal).

BALANCE DE INGRESO EGRESO AIRE MINA LUCERO					
INGRESO AIRE FRESCO			EGRESO AIRE VICIADO		
OBRA	CAUDAL		OBRA	CAUDAL	
	CFM	MCM		CFM	MCM
Socavon Lucero	123,028	3,484	ROBBINS #12	225,033	6,373
ROBBINS 7	2,559	72	ROBBINS #10	82,209	2,328
OBRAS NIVEL 0	27,465	778	EXTRACCION TOTAL DE AIRE VICIADO	307,242	8,701
CP DANIELA NORTE	60,026	1,700			
OBRAS ANTIGUAS NIVEL 84, robbins 1, robbins 2, robbins #3,	68,315	1,935			
Robbins #13	24,791	702			
INGRESO TOTAL DE AIRE FRESCO	306,183	8,671			

FLUJO DE AIRE EN PERDIDA Y RECIRCULACION	1,059	30
---	--------------	-----------



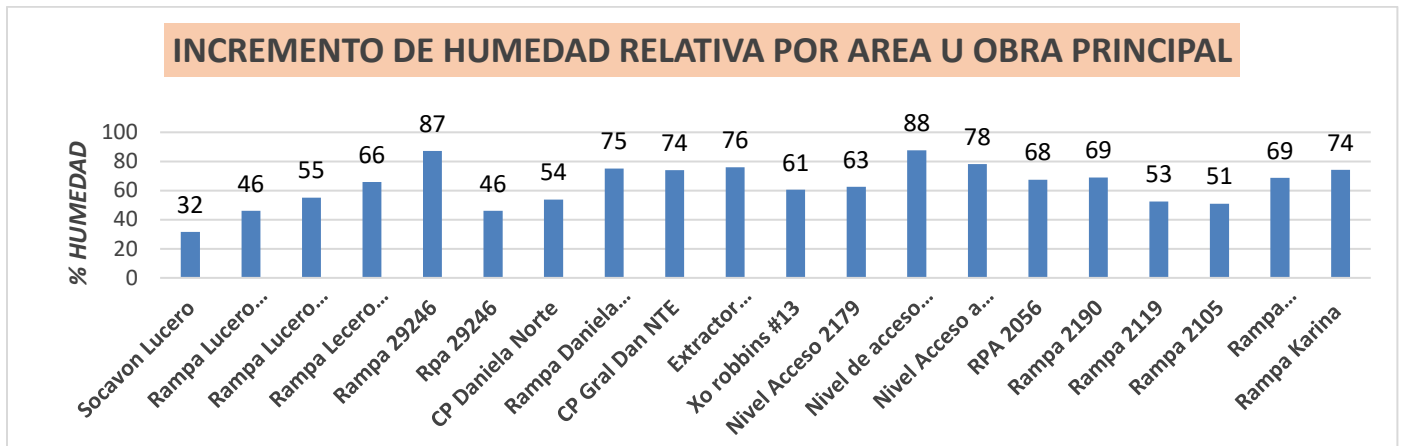


Imagen 42: Grafica que representa los resultados de niveles de humedad y temperatura como índice de calor en los niveles principales de mina Lucero.

(Imagen de elaboración personal).

En base al requerimiento obtenido y con la determinación del caudal en extracción se decide realizar el apagado de manera temporal en el extractor de robbins #10. Ello se considera dado que la extracción de robbins #10 abastece principalmente en el área de obras Daniela Norte y estas se encuentran fuera de operaciones de manera temporal.

Se realiza un ensayo con el ventilador de robbins #10 apagado y se evalúan nuevamente los flujos de aire.

3.11 Balance de aire de ingreso – egreso. Estudio realizado Agosto 2022

Tabla. 14 Registro de resultados de aforos de ventilación en los niveles principales de mina Lucero, resultados obtenidos mes de Agosto 2022.

(Tabla de elaboración personal).



Condiciones de trabajo en interior de Mina Lucero
Hoja de resultados

Fecha	Estación	ESTACION DE VENTILACION	Localización	Volumen Q (cfm)	Volumen Q (cu m³/min)	velocidad m/s	PRESION BAROMETRICA CA	Temperatura °C		INDICE DE CALOR °C	HR (HUMEDAD RELATIVA %)	Oxígeno O2 (%)	Gases diluidos (ppm)			Comentarios
								B. Seco	B. Húmedo				CO	NO2	CH4	
AGOSTO	Socarón Lucero	EVL-1	Socarón Lucero	90,899	2,574	2.8	774	22	17	23	57	20.8	-	-	-	Aire fresco que ingresa a mina desde superficie.
AGOSTO	Rampa Lucero (area de marcos)	EVL-2	Rampa Lucero (area de marcos)	35,124	995	1.1	1,017	21	17	21	64	21.0	-	-	-	Aire fresco que continua bajando desde superficie (parte de este ingresa a cp general), parte se divide a la Rpa 29246 y Rampa Daniela Norte
AGOSTO	RPA 2266	EV 2266	RPA 2266	52,461	1,486	1.3	1,018	22	18	22	70	21.0	3.00	-	-	Aire fresco que es dividido de superficie
AGOSTO	Rampa Lucero anterior a bifurcación con Nivel	EVL-3	Rampa Lucero anterior a bifurcación con Nivel	53,116	1,504	1.3	1,024	24	21	25	78	20.8	-	-	-	Aire fresco que continua bajando desde superficie + aire que se incorpora bajado por cp general
AGOSTO	Rampa Lucero (Debajo de acc 2172 Lucero)	EVL-4	Rampa Lucero (Debajo de acc 2172 Lucero)	83,138	2,354	2.1	1,034	24	22	26	89	21.0	25.00	0.40	-	Aire fresco que sube por rampa para ser extraído en nivel robbins #12 (aire proveniente de robbins #7, obras nivel 84 y nivel 0)
AGOSTO	Rampa Lucero antes de x0 2164	EVL - 5	Rampa Lucero antes de x0 2164	86,123	2,439	1.9	1,033	24	21	25	78	21.0	20.00	-	0.40	Aire que viene de obras Herradura y Cecilia
AGOSTO	Rampa 29246	EV RPA 29246 -1	Rampa 29246	50,060	1,418	1.6	1,019	22	19	22	74	20.8	5.00	-	0.40	Aire fresco que baja de rampa general Lucero
AGOSTO	Rpa 29246	EV RPA 29246 - 2	Rpa 29246	50,005	1,416	1.9	1,019	21	19	23	80	20.8	-	-	-	Aire fresco que continua bajando por rampa 29246 a llegar a nivel 2179
AGOSTO	CP Daniela Norte	EV CP DN	CP Daniela Norte	17,190	487	0.6	1,018	21	17	21	68	20.8	-	-	-	Aire fresco que ingresa desde superficie, para ser extraído por Robbins #10
AGOSTO	Rampa Daniela Nte	EV D - 1	Rampa Daniela Nte	29,965	849	0.8	1,018	21	17	21	68	20.8	-	-	-	Aire fresco que baja por rampa Daniela para ser extraído por extractor robbins 10
AGOSTO	CP Gral Dan NTE	XO CP DN	CP Gral Dan NTE	3,315	94	0.2	1,010	25	21	26	74	21.0	-	-	-	Aire que se extrae al final de ultima conexión con cp en rampa nivel 2095
AGOSTO	Extractor Robbins #10	ROB #10	Extractor Robbins #10	4,153	118	2.0	1,005	21	17	19	76	21.0	-	-	-	Aire viciado que es extraído de area Daniela Norte.
AGOSTO	X0 robbins #13	EV ROB #13	X0 robbins #13	15,256	432	0.4	1,018	22	17	22	63	21.0	-	-	-	Aire fresco que ingresa a veta Daniela, Lucero y Areas Karina
AGOSTO	Nivel Acceso 2179	EV 2179-1	Nivel Acceso 2179	135,848	3,847	3.6	1,027	24	18	24	63	21.0	11.00	-	-	Aire dividido que baja desde rampa general Lucero y sumandose aire que viene de obras Bolanitos, Herradura y Cecilia para ser extraído por extractor de robbins 12.
AGOSTO	RPA INT 2179 VS 2161	EV 2179-2	RPA INT 2179 VS 2161	82,318	2,331	2.1	1,026	20	20	19	80	21.0	5.00	-	-	Aire de buena calidad que baja por rampa general para ser extraído por cañon a robbins 12.
AGOSTO	Nivel de acceso 2179	EV 2179 - 3	Nivel de acceso 2179	206,643	5,832	5.6	1,031	21	20	21	80	20.8	15.00	-	-	Aire que se incorpora para ser extraído por robbins #12, antes de robbins #11.
AGOSTO	Ventana Robbins 12	EV VENTANA R#12	Ventana Robbins 12	122,047	3,436	3.6	1,030	22	20	18	78	21.0	14.00	-	-	Aire que se extrae en primer conexión con robbins 12
AGOSTO	Nivel Acceso a Lana 2179	EV 2179 - 4	Nivel Acceso a Lana 2179	83,145	2,335	2.2	1,036	23	20	23	83	20.8	12.00	-	-	Aire que baja a RPA LANA, despues de conexión con primer contena robbins #12
AGOSTO	RPA 2056	EV2056	RPA 2056	74,076	2,098	1.6	1,044	26	22	27	79	20.8	19.00	-	-	Aire extraído por CP 2056 (ultimo punto de extracción nivel 2056 Y 2039)
AGOSTO	Rampa 2190	EV 2190-1	Rampa 2190	12,925	366	0.4	1,029	23	21	24	82	20.8	7.00	-	-	Aire fresco que ingresa de Robbins #6 y obras de nivel 0
AGOSTO	Rampa 2190	EV 2190 - 2	Rampa 2190	18,146	514	0.6	1,031	23	20	23	82	20.8	-	-	-	Aire fresco que se incorpora de Robbins #7 a circuito principal
AGOSTO	Rampa 2190	EV 2190 - 3	Rampa 2190	14,716	417	0.4	1,034	26	23	29	83	20.8	11.00	-	-	Flujo de aire fresco que es ingresado por robbins #8
AGOSTO	Rampa 2119	EV 2119 - 1	Rampa 2119	53,189	1,506	1.6	1,030	20	13	19	53	20.8	4.00	-	-	Aire viciado extraído de area de Veta Lucero, Veta Herradura.
AGOSTO	Rampa 2105	EV 2105	Rampa 2105	50,066	1,418	1.3	1,034	20	13	19	51	20.8	-	-	-	Rampa principal aire fresco y combinado que ingresa de Xo niv 84 + aire fresco de obras de nivel 0.
AGOSTO	Rampa Herradura 2155	EV 2155	Rampa Herradura 2155	50,446	1,429	1.2	1,031	27	22	28	69	20.8	-	-	-	Aire combinado que baja de Xo 84, despues de ventilar zona Herradura y obras Cecilia. Se suma aire que fluye por metalero 18
AGOSTO	Rampa Herradura 2155	EV 2155 A	Rampa Herradura 2155	41,954	1,188	1.1	1,036	26	23	29	79	20.8	30.00	-	-	Aire que baja por rampa 2173 y obras Cecilia
AGOSTO	Rampa Karina	EV K - 1	Rampa Karina	29,816	844	0.6	1,029	21	18	22	74	20.8	-	-	-	Aire fresco que se extrae de veta karina, aire proveniente de obras Daniela + cp general.

Levantamiento de las condiciones de trabajo hecho por Planeacion e Ingenieria Agosto 2022
C:\Users\maria.olmos\Documents\SECCIONES DE VENTILACION\LUCERO 2022\LEVANTAMIENTO DE FLUJOS MINA LUCERO AGOSTO 2022.xls\Reporte Condiciones de Trabajo

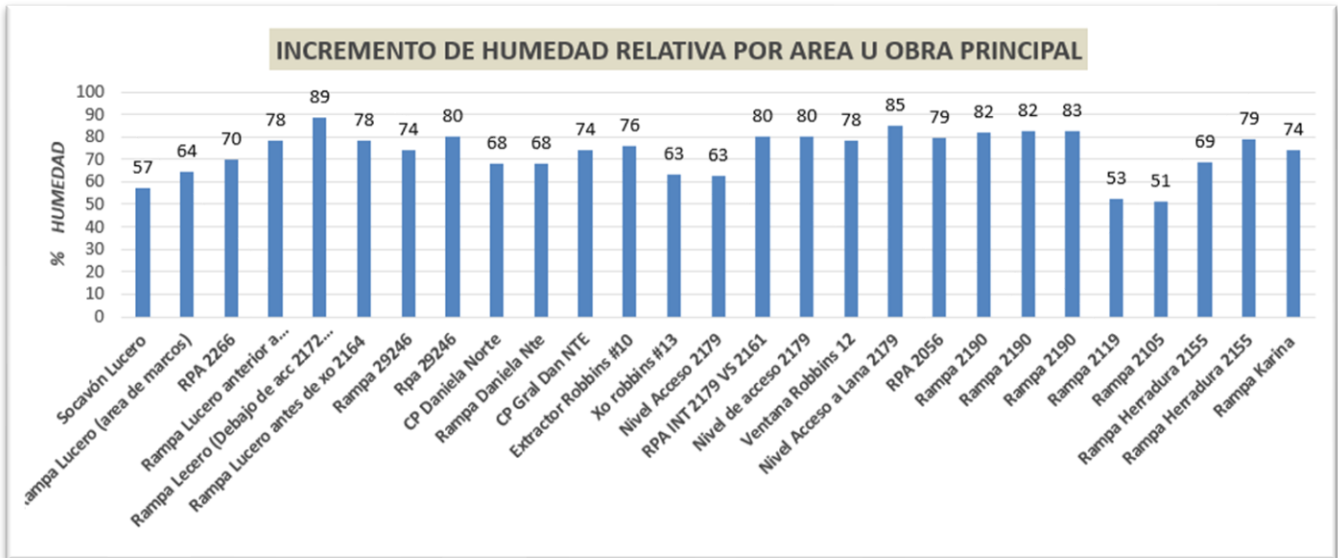
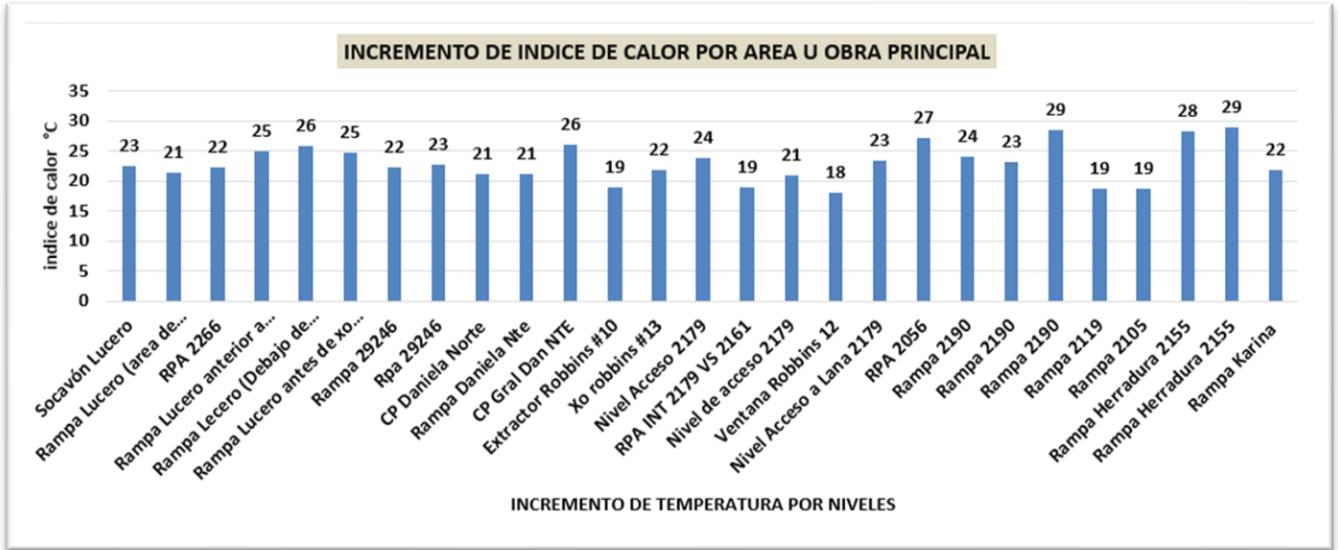


Imagen 43: Grafica que representa los resultados de niveles de humedad y temperatura como índice de calor en los niveles principales de mina Lucero.

(Grafica de elaboración personal).

3.12 Requerimiento de aire por área de trabajo.

Tabla. 15 Representación de estudio de requerimiento de aire por zona u área de trabajo.

(Tabla de elaboración personal).

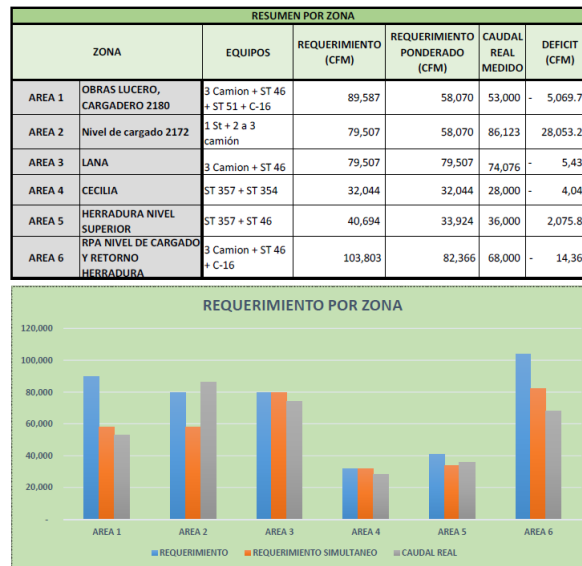


Tabla. 16 Balance de caudales de ingreso de aire con respecto a la extracción de aire viciado.

(Tabla de elaboración personal).

BALANCE DE INGRESO EGRESO AIRE MINA LUCERO					
INGRESO AIRE FRESCO			EGRESO AIRE VICIADO		
OBRA	CAUDAL		OBRA	CAUDAL	
	CFM	MCM		CFM	MCM
Socavon Lucero	90,899	2,574	EXTRACCION TOTAL DE AIRE VICIADO	206,643	5,852
ROBBINS 7	5,221	148			
Robbins #10	4,153	118			
CP DANIELA NORTE	17,190	487			
OBRAS ANTIGUAS NIVEL 84. y socavon nivel 0.	53,189	1,506			
Robbins #13	15,256	432			
Robbins #8	6,500	184			
Contrapozos 1 y 2	5,300	150			
Otras fuentes (fugas)	8,934	253			
TOTAL	197,709	5,599			

3.13 Condiciones Psicométricas por Lugar de trabajo.

Tabla. 17 Levantamiento de condiciones de trabajo en cada una de las obras en operación.

(Tabla de elaboración personal).

LUGAR DE TRABAJO	GASES			TEMPERATURAS PSICOMETRICAS				COMENTARIOS
	MONOXIDO DE CARBONO (CO) ppm	OXIGENO (O2) %	DIOXIDO DE NITROGENO (NO2) ppm	BULBO SECO (°C)	BULBO HUMEDO (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	INDICE DE CALOR (°C)	
REB 2223	10	20.8	0	22.4	18.6	71.6	22.8	Reb en proceso de habilitado
PLAZA 2223	8	20.8	0	20.9	18.7	81.8	21.4	Área sin actividad ni equipo en combustión.
FTE 2210 (2215)	5	20.8	0	22.7	19.8	72.8	23.4	Área con personal en barrenación.
Acc 2206	6	20.8	0	23.9	21.4	81.3	25.1	Área con jumbo para barrenación
REB 2204 Ao NV	7	20.8	0	24.6	21.5	78.1	25.6	Área sin actividad ni equipo en combustión.
REB 2195	17	20.8	0	23.5	21.1	79	23.9	Área con presencia de gases por voladura.
REB 2180 PPAL	35	20.8	0	26.5	21.8	77	30	Área sin equipo ni personal en operación, línea de ventilación ahorcada.
FTE 2166 Ao SE	71	20.8	0	25.5	22.6	79.8	27.4	St en proceso de rezagado.
FTE 2166 Ao NV	20	20.2	0	25.5	23.1	83	27.6	Personal laborando, manga a 47 mts de tope.
REB BL 2166 NV	16	20.8	0	24.6	22	80.5	25.9	Sin equipo en combustión
RPA 2177	77	20.3	0.7	26.9	23.8	79.1	30.1	Condición de rpa con St en rezagado con aire en recirculación. Retorno de aire
SILL 2207	40	20.2	1.4	25.3	22	75	26.6	Sin equipos diesel en operación, control de ventilación en recirculación.
Acceso 2174	50	20.2	1.4	26.6	23.3	77.6	29.5	St 72 en rezagado, requiere adelanto de manga.
Acceso 2175	7	20.8	0	25.3	20.2	76.5	27	Sin equipo diesel en operación
RPA 2173	61	20.8	0	25	23.2	87.5	27	Área ventilando por voladura turno anterior.
PLAZA ROBBINS	41	20.8	0	25.3	23.4	86.2	28	Área con personal en operación, se cuenta con línea de ventilación.
SIH 2225	22	20.8	0	25	23	86.4	26.9	Área sin equipo en combustión.
SIH 2230	21	20.8	0	25.4	21.8	74.9	26.9	Aire que ingresa desde acceso a REB 2228, falta adelanto de manga.
REB 2228	20	20.8	0.1	24.7	22	80.9	26.1	ST 46 en proceso de rezagado.
RPA 2083 (tope)	28	20.2	0.4	26.5	23.8	80.6	29.8	ST en proceso de rezagado.
RPA 2083 (retorno)	20	20.3	0.7	26.1	23.4	77.4	28.5	Calidad de aire de retorno (St + camión en cargado).
SILL 2102 NV	13	20.8	0.1	26.1	23.2	79.8	28.6	Área sin actividad ni equipo en combustión.
ACC 2075	15	20.8	0	26.2	23.1	77.3	30	Equipo ST en rezagado
SILL 2047	17	20.8	0	26.1	23.1	78.4	28.7	Comunicación con obra antigua, ingresa aire fresco

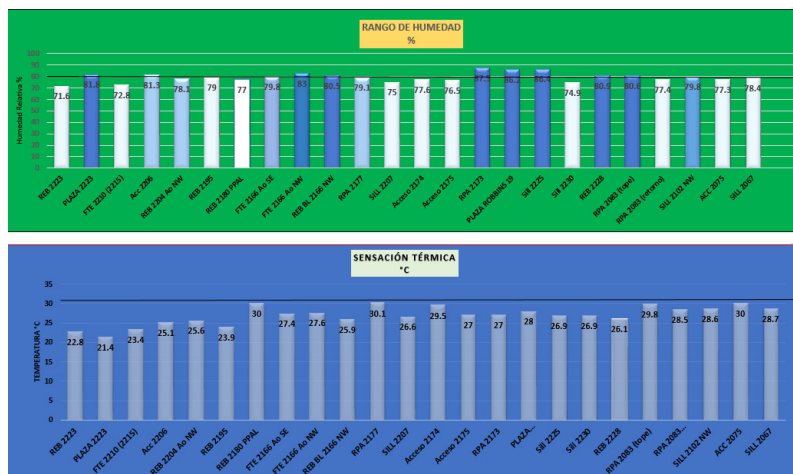


Imagen 44: Representación de condiciones psicométricas por lugar de trabajo.

(Gráfica de elaboración personal).

Tabla. 18 Tabla de tiempo límite de exposición permisibles por carga térmica.

(Manual conferencia sobre ventilación de minas).

LIMITES PERMISIBLES PARA LA CARGA TERMICA Valores dados en °C grados - TGBH			
Régimen de trabajo y descanso	Tipo de Trabajo		
	Liviano (menos de 230 W)	Moderado (230-400W)	Pesado (mas de 400W)
Trabajo continuo	30,0	26,7	25,0
75% trabajo y 25% descanso cada hora	30,6	28,0	25,9
50% trabajo y 50% descanso cada hora	31,4	29,4	27,9
25% trabajo y 75% descanso cada hora	32,2	31,1	30,0

3.14 Tiempo de dilución por obra en operación con ventilación auxiliar.

Tabla. 19 Levantamiento de caudales por obra en operación para determinar el tiempo de dilución por área de trabajo.

(Tabla de elaboración personal).

OBRAS EN OPERACIÓN LUCERO Y SU TIEMPO DE DILUCIÓN																					
ZONA	TIPO DE OBRA	SECCION	AREA (m2)	LONGITUD DE OBRA (m)	VOLUMEN (m3)	KG EXPLOSIVO	AVANCE POR CICLO	CAUDAL ENTREGADO (CFM)	CAUDAL ENTREGADO (m3/s)	TAPON DE HUMO (m)	GAS EN TUNEL (PPM)			TIEMPO DE MEZCLA		TIEMPO DE LIMPIEZA (min)			TIEMPO DE LIMPIEZA CO2 (min) (+ 30% F.S)	VENTILADOR INSTALADO	Hr de limpieza a.m /p.m.
											CO	CO2	NO2	(S)	(min)	CO	CO2	NO2			
DANIELA NORTE	ACC 2127	3.5*3.5	12.25	235	2878.75	59.0	2	11700	5.5	84	267.126	1,698	53	334.5	5.574	20	56	26	73	HOWDEN 60 HP	06:43
HERRADURA	RPA 2173	3.5*3.5	12.25	295	3613.75	137.6	3	7,300	3.4	131	496.357	3,156	98	583.1	9.719	50	122	62	159	HOWDEN 50 HP	08:10
	SILL 2228 SE	3.0*3.5	10.5	260	2730	136.5	3	4,200	2.0	140	652.168	4,146	129	633.3	10.55	70	165	85	214		09:00
	SILL 2228 NW	3.0*3.5	10.5	270	2835	136.5	3	3,800	1.8	140	628.013	3,993	124	758.5	12.64	79	189	97	245		09:30
	REB 2186	2.40*3.5	8.5	150	1275	251.4	35	14,500	6.8	25	2571.47	16,348	508	155.7	2.595	15	28	17	36		HOWDEN 40 HP
LUCERO	REB 2204 Bo SE	3.0*3.0	9	150	1350	161.9	15	3,080	1.5	36	1563.83	9,942	309	706.0	11.77	65	129	76	168	VENT FLAKT 30	08:20
	REB 2210	3.0*3.0	9	180	1620	151.4	20	4,337	2.0	25	1218.9	7,749	241	680.5	11.34	53	108	62	141		07:50
	ACC 2206	3.0*3.5	10.5	125	1312.5	161.3	50	7413	3.5	10	1602.6	10,189	316	345.3	5.755	27	53	32	69		06:40
LUCERO	REB 2223 SE	3.0*3.0	9	180	1620	188.1	33	2926.8	1.4	19	1514.01	9,625	299	1049.0	17.48	84	165	97	215	HURLEY 20 HP	08:45
	REB 2223 NW	3.0*3.0	9	200	1800	217.9	60	2884	1.4	12	1578.2	10,034	312	1242.3	20.71	97	188	112	245		09:30
	REB 2195	3.0*3.0	9	195	1755	161.5	10	3266	1.5	54	1200.24	7,631	237	824.2	13.74	74	153	87	199		08:50
LUCERO	REB 2180 PPAL	3.0*3.0	9	170	1530	186.9	45	3609.5	1.7	14	1592.93	10,127	314	825.0	13.75	66	128	76	166	HURLEY 20 HP	08:15
	SILL 2166 NW	3.0*3.0	9	183	1647	160.9	3	3800	1.8	179	1273.97	8,099	251	21.2	0.353	50	113	60	148	VENT HOWDEN 40 HP	08:00
CECILIA	SILL 2166 SE	3.0*3.0	9	195	1755	160.9	3	3,800	1.8	179	1195.57	7,601	236	81.4	1.356	53	121	64	157		08:10
	REB 2174	3.0*3.0	9	270	2430	195.5	3	5,600	2.6	217	1049.07	6,670	207	179.8	2.996	50	113	60	147	FLAKT 2X30 HP	08:00
	RPA 2177	3.5*3.5	12.25	300	3675	111.0	3	6,250	2.9	106	393.952	2,505	78	806.8	13.45	56	143	70	185		08:35
	RPA 2175	3.5*3.5	12.25	152	1862	136.5	3	7,500	3.5	130	956.186	6,079	189	76.0	1.267	27	64	33	83		08:50
REB 2184	3.0*3.0	9	280	2520	294.0	40	4,200	2.0	25	1521.54	9,673	300	1160.1	19.33	92	180	106	234	09:10		
GABRIELA	REB 2253	3.5*3.5	12.25	240	2940	138.3	3	6,500	3.1	132	613.421	3,900	121	432.4	7.207	47	114	58	148	HURLEY 30 HP	07:00
	SILL 2102 SE	3.0*3.0	9	74	666	82.1	15	4,870	2.3	18	1607.56	10,220	317	218.3	3.639	20	40	24	53	06:25	
	SILL 2102 NW	3.0*3.0	9	75	675	132.1	3	4,913	2.3	147	2552.05	16,225	504	-278.6	-4.64	14	35	18	45	VENT ZITRON GEL 63	06:16
LANA	ACC 2075	3.5*3.5	12.25	70	857.5	137.6	3	31,000	14.6	131	2091.79	13,299	413	-51.1	-0.85	3	7	3	9		05:40
	RPA 2083	4.0*4.0	16	170	2720	132.1	3	14,700	6.9	110	633.321	4,026	125	138.2	2.303	19	46	23	60	06:30	

3.15 Las obras de comunicación con la superficie e interior mina:

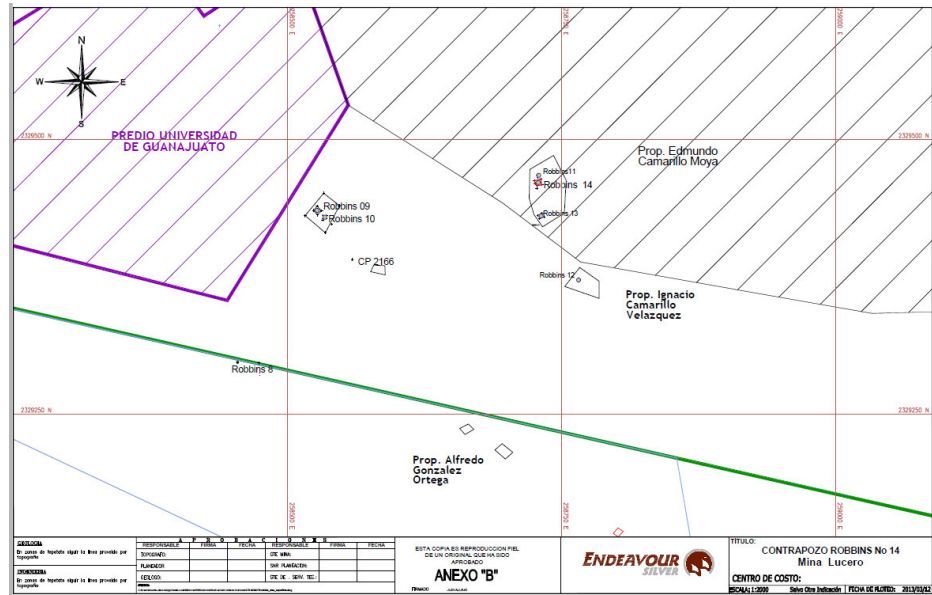


Imagen 45: Plano de obras de ventilación superficiales.

(Imagen propia de la CIA).

Tabla. 20 Obras de comunicación de interior mina a superficie, algunas de estas se encuentran bloqueadas y en desuso a manera de necesidad operativa.

(Tabla de elaboración personal).

OBRAS DE VENTILACION MINA LUCERO					
OBRA DE VENTILACIÓN	LOCALIZACION	AREA/ VETA	USO	DIAMETRO (M)	COMENTARIOS
CP #1	SUPERFICIE	LUCERO	SERVICIOS	2.0 X 2.0	SE ENCUENTRA BLOQUEADO TEMPORALMENTE- SERVICIOS
CP #2	SUPERFICIE	KARINA	EN DESUSO	2.0 X 2.0	SE ENCUENTRA BLOQUEADO TEMPORALMENTE
CP #3	SUPERFICIE	GABRIELA	EN DESUSO	2.0 X 2.0	SE ENCUENTRA BLOQUEADO TEMPORALMENTE- SERVICIOS
CP DANIELA NORTE	SUPERFICIE - RPA 2266	GABRIELA	VENTILACION	2.0 X 2.0	FUENTE DE AIRE FRESCO PARA OBRAS DANIELA NORTE Y GABRIELA
ROBBINS # 1	SUPERFICIE - NIVEL 0 (BOLAÑITOS)	BOLAÑITOS	VENTILACION	1.5	INGRESO DE AIRE FRESCO
ROBBINS # 2	SUPERFICIE NIVEL 0 (BOLAÑITOS)	BOLAÑITOS	VENTILACION	15	INGRESO DE AIRE FRESCO
ROBBINS # 4	SUPERFICIE NIVEL 0 (BOLAÑITOS)	BOLAÑITOS	EN DESUSO	1.5	BLOQUEADO
ROBBINS # 5	SUPERFICIE NIVEL 0 (BOLAÑITOS)	BOLAÑITOS	VENTILACION Y SERVICIOS	1.5	INGRESO DE AIRE FRESCO
ROBBINS # 6	SUPERFICIE - RPA 29498 (BOLAÑITOS)	BOLAÑITOS	DESUSO	1.8	BLOQUEADO TEMPORALMENTE
ROBBINS # 7	SUPERFICIE - RPA 2190 (BOLAÑITOS)	LUCERO	VENTILACION	1.8	INGRESO DE AIRE FRESCO (REGULADO)
ROBBINS # 8	SUPERFICIE - RPA 2190 (BOLAÑITOS)	LUCERO/ KARINA	EN DESUSO	2.13	SOLO FUNCIONA COMO INGRESO DE SERVICIOS
ROBBINS # 10	SUPERFICIE - RPA 2266 (VETA KARINA)	KARINA	VENTILACION	1.5	EXTRACTOR DANIEL NORTE
ROBBINS # 11	SUPERFICIE - RPA 2179 (VETA LANA)	LANA	DESUSO	1.5	BLOQUEADO TEMPORALMENTE
ROBBINS # 12	SUPERFICIE - RPA 2179 (VETA LANA)	LANA	EXTRACCION	2.4	EXTRACTOR PRINCIPAL
ROBBINS # 12 A	SUPERFICIE - RPA 2179 (VETA LANA)	LANA	EXTRACCION	1.5	EXTRACTOR PRINCIPAL EN CONJUNTO CON ROBBINS 12
ROBBINS # 13	SUPERFICIE - RPA 2266 (VETA DANIELA)	DANIELA	VENTILACION	1.5	INGRESO DE AIRE FRESCO (REGULADO)
ROBBINS # 15	RPA 2131 - RPA 2204	LUCERO	EN DESUSO	1.5	ZONA INHABILITADA
ROBBINS # 16	NIVEL 2139 - NIVEL 1986	LANA	EN DESUSO	1.5	ZONA INHABILITADA
ROBBINS # 17	RPA 2173 - NIVEL 84	HERRADURA	VENTILACION	1.5	AIRE FRESCO A OBRAS SUPERIORES
ROBBINS # 18	RPA 2174 - RPA 2155	CECILIA	METALERA	1.5	DESALOJO DE TEPETATE
TIRO SAN LUIS	SUPERFICIE	NIVEL 84	VENTILACION	4.5 X 4.5	INGRESO DE AIRE FRESCO REGULADO

CAPITULO 4

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN POR ZONAS EN OPERACIÓN:

4.1 Descripción del sistema Veta Lana

El aire viaja desde obras de rampa superficie RAMPA 29240, Obras Nivel “cero”, robbins 1,2,5, 7 y tiro san Luis. Este aire fresco viaja desde estas obras principales y se concentran en el cañon de acceso 2179 (Acceso a Lana) donde se encuentra el extractor principal de mina Lucero extraccion de 206,033 CFM, por la ventana principal de acceso a Ronbbins #12 y 12A se ingresa un caudal de 122, 000 CFM el resto es llevado por rampa general al fondo de cp general LANA con reguladores. Donde el ultimi nivel de extraccion activo es 2056 y 2039 con una extraccion de 50,000 CFM.

El aire que llega hasta este punto es aire mezclado con una dilusion promedio de 10 a 18 ppm de CO y NO₂ 0.04 PPM la velocidad del aire que llega hasta la admision del ventilador secundario instalado (VENT Zitron GEL 63 kw) es de 2.1 m/s. siendo esta zona la parte mas profunda de donde viaja el aire, dado que es en estas obras donde se le da otro uso se considera a este una calidad de aire usado u mezclado.

Es en este ultimo punto de extraccion donde extraen un promedio de 75,000 CFM.

4.2 Descripción del sistema de ventilación Veta Herradura

El aire fresco es llevado por medio de robbins #17 desde nivel 84 (aire fresco proveniente de Robbins #1, #2 #5 y Tiro San Luis).

El aire fresco se distribuye con ventiladores auxiliares a RPA 2173 (VENT HOWDEN 3000 VAX 2100, 50 HP) Y REB 2186 (2400 VAX 1800, 40 HP).

El aire fresco retorna del tope de las obras y es retornado por rampa general 2173, rampa 2155, rampa 2119 hasta llegar a rampa 2190 para integrarse al flujo principal de rampa General Lucero (29430) y desde este punto llevado a la extracción de cañón 2179 a robbins #12.

Ambos ventiladores de RPA 2173 Y REB 2186 deben mantenerse en operación para mantener una velocidad de retorno del aire viciado.

La ventilación para los niveles superiores se ira canalizando con nuevas comunicaciones a lo largo de la rampa 2173 bloqueando las comunicaciones inferiores para garantizar la ventilación desde niveles superiores a niveles inferiores respectivamente hasta incorporarse con el circuito del nivel principal.

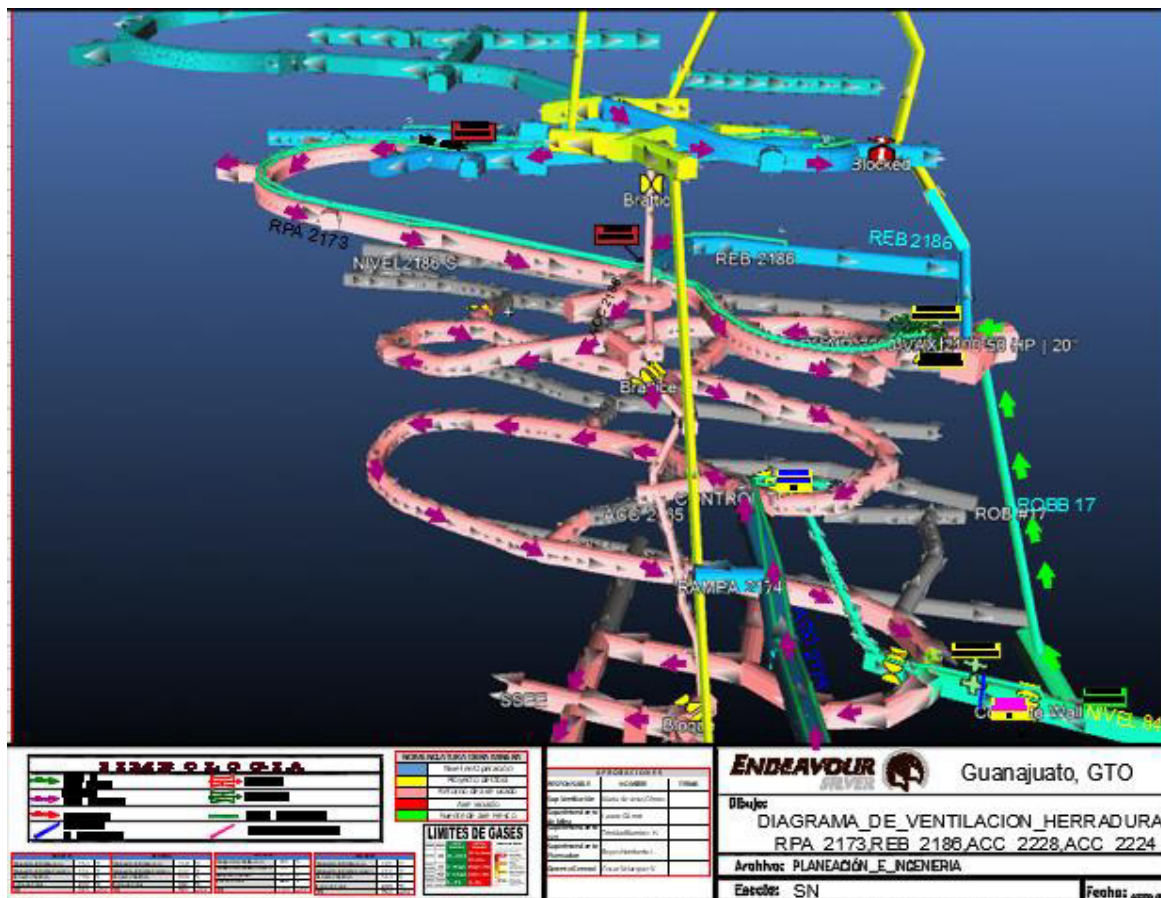


Imagen 47: Diagrama de ventilación en obras de veta Herradura.

(Imagen de elaboración personal).

4.3 Descripción del sistema de ventilación Veta Cecilia

Para la ventilación de estas obras se cuenta con ventilación forzada (VENT FLAKT 2 X 30 HP); este ventilador se encuentra instalado en un control de ventilación de tipo permanente en nivel 84 (aire fresco proveniente de Robbins #1, #2 #5 y Tiro San Luis).

El aire es llevado a estas obras por medio de líneas de manga 30" hasta las frentes de trabajo. El aire es retornado desde el tope de estas obras hasta incorporarse con el aire de retorno de rampa 2173 y este a su vez viaja a Rampa 2155, Rampa 2119, Rampa 2190, Rampa 29430 hasta incorporarse con nivel 2179 y posteriormente ser extraído en el nivel principal de Lana a robbins #12.

Como complemento del circuito de ventilación para esta zona se pretende la comunicación con robbins #7 y de esta manera proporcionar aire fresco a las nuevas obras en operación.

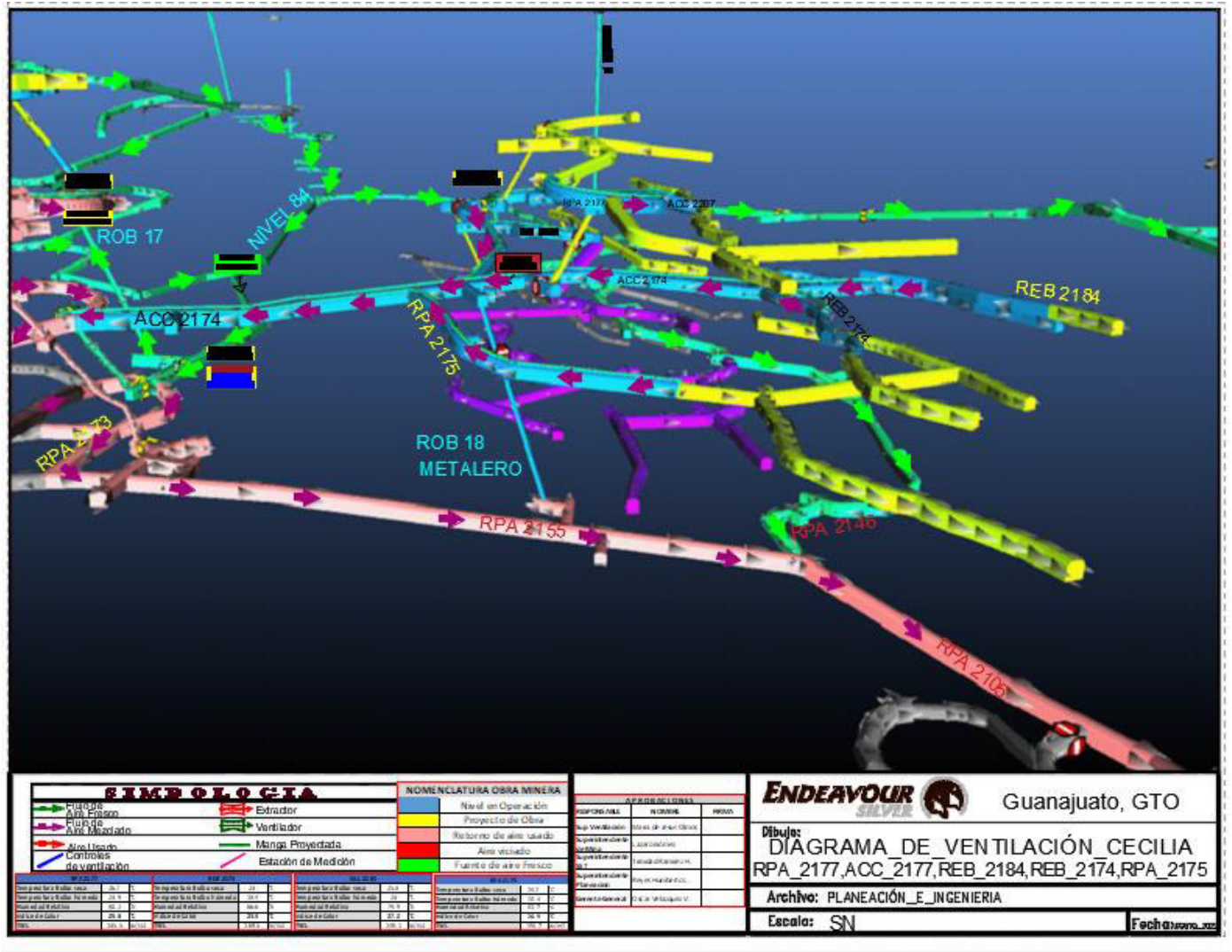


Imagen 48: Diagrama del circuito de ventilación área Veta Cecilia.

(Imagen de elaboración personal).

4.4 Descripción del sistema de ventilación Veta Lucero.

El aire fresco viaja desde la superficie por rampa general 29240 y en rampa general de Acceso se ubican los ventiladores que abastecen las obras por medio de ventilación forzada en obras como; REB 2223, REB 2204, REB 2180 Y PARA 2172.

Tabla. 21 Ventiladores instalados en áreas de veta Lucero.

(Tabla de elaboración personal).

OBRA	VENTILADOR	POTENCIA	CAUDAL
REB 2223	Hurley 24"	20 HP	18,000 CFM
REB 2204	Flakt 35"	30 HP	28,000 CFM
REB 2180	Hurley 24"	20 HP	12,500 CFM
REB 2166	Howden 30"	60 HP	22,000 CFM
RPA 2150	Howden 24"	40 HP	18,000 CFM

El aire es retornado e incorporado a la misma rampa donde baja para ser incorporado al nivel 2179 principal la velocidad promedio en esta rampa es de 1.28 m/s. Este flujo de aire sigue su trayecto hasta la extracción con nivel principal de extracción robbins #12.

4.5 Descripción del sistema de ventilación Veta Daniela Norte

El aire fresco es conducido desde superficie (RPA 29240 sumándose aire fresco de cp general Daniela y robbins #13). Este aire es trasladado hasta el nivel 2095, último nivel donde es conectado el último punto de extracción para ser extraído por el extractor ubicado en robbins #10 (Extractor Spendroup, 100 HP).

Para llevar la ventilación a la actual obra en desarrollo FTE 2127 se utiliza un ventilador HOWDEN 3000 VAX 2100, 60 HP desde RPA 2095. El aire retorna desde este punto y es trasladado a fondo de RPA 2095 (Xo cp 2095).

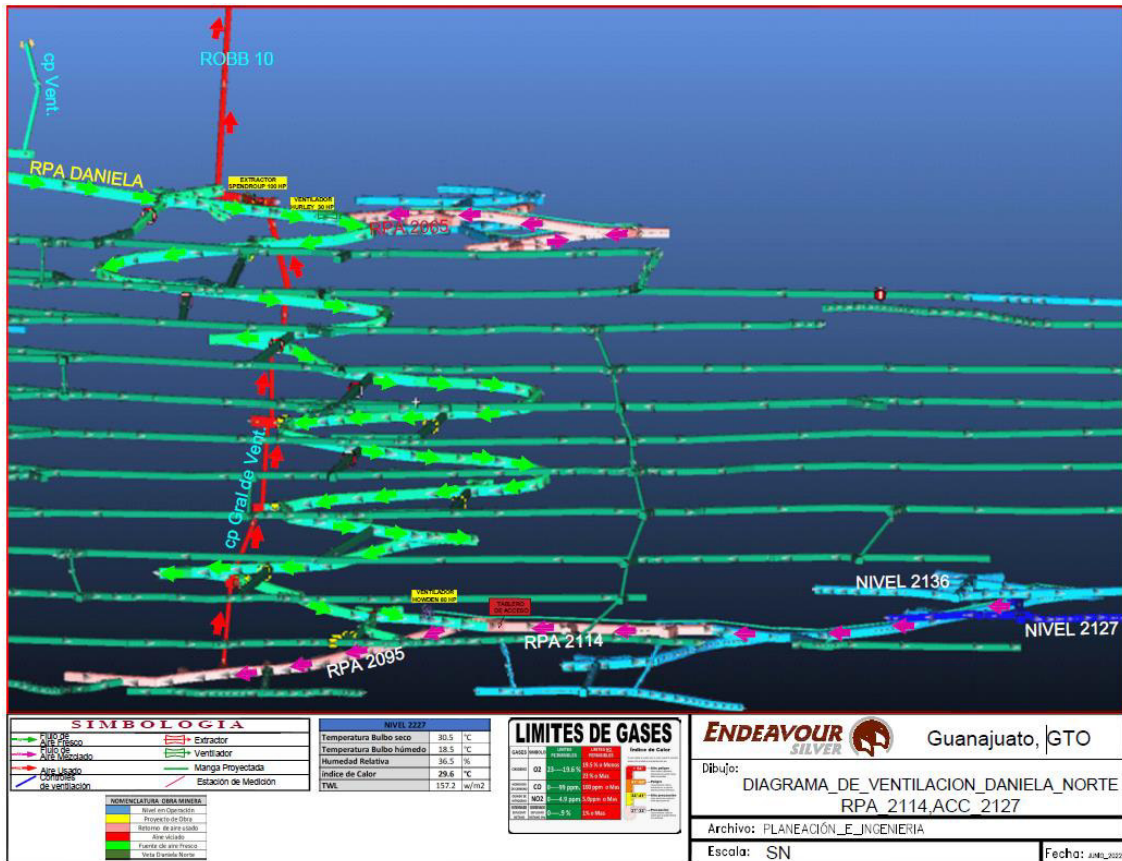


Imagen 50: Diagrama de ventilación de obras Daniela Norte.

(Imagen de elaboración personal).

4.6 Descripción del sistema de ventilación Veta Gabriela

El aire fresco es conducido desde superficie (RPA 29240 sumándose aire fresco de cp general Daniela y robbins #13). Se admite el aire fresco para ingresado por medio de ventilación forzada (VENT 2400-1800-3600, 30 HP) desde rampa general Daniela. El aire retorna y viaja hasta el fondo de rampa nivel 2095 donde es extraído por CP general hasta extractor de robbins #10 (Extractor Spendroup, 100 HP).

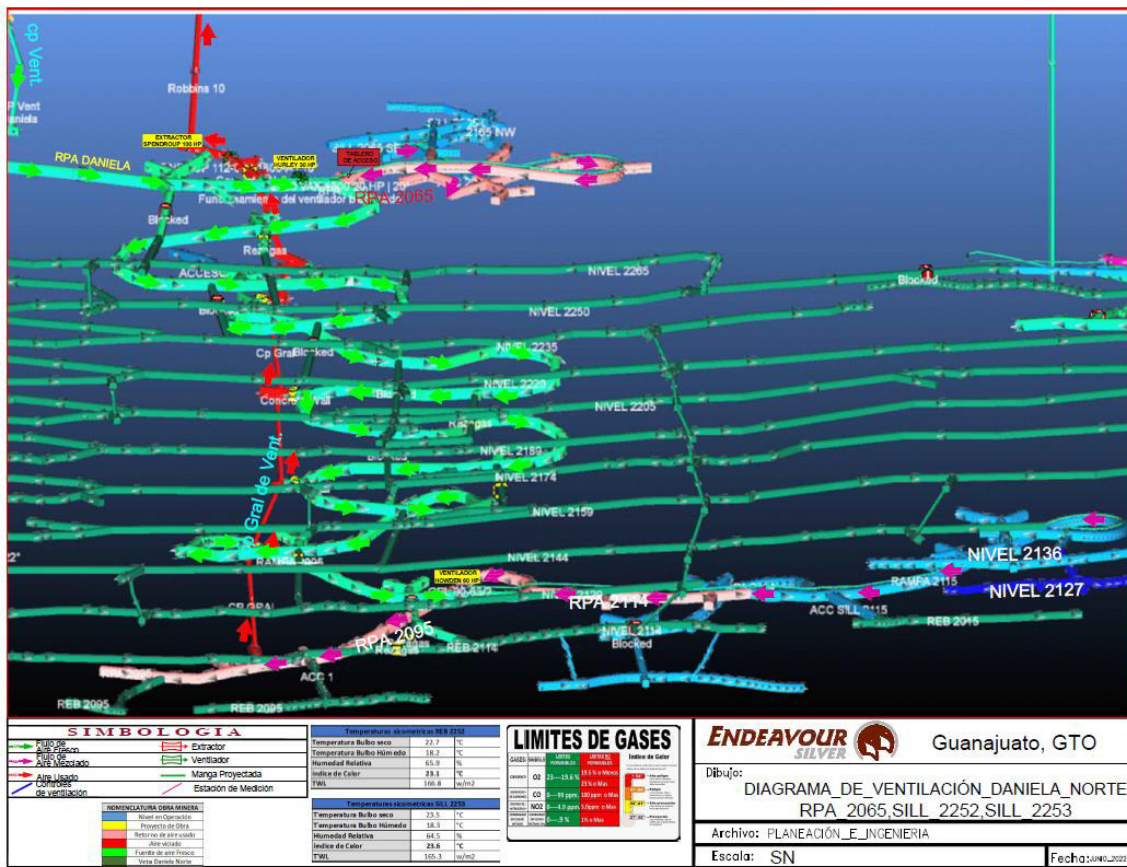



Imagen 51: Diagrama de ventilación de áreas Gabriela.

(Imagen de elaboración personal).

4.7 Listado de ventiladores instalados para la ventilación.

Tabla. 22 Listado de equipos de ventilación instalados en mina Lucero.

(Tabla de elaboración personal).

				VENTILADORES INSTALADOS		
		S.A de C.V.		Planeación e Ingeniería		
				Ventilación		
				01-sep-22		
				30		
VENTILADORES INSTALADOS, CAMBIO U NUEVA INSTALACION MINA LUCERO (SEPTIEMBRE)						
ITEM	UBICACIÓN	MARCA	DESCRIPCIÓN	HP (INSTALADOS)	KW (INSTALADOS)	COMENTARIOS
1	Xo Robbins #17	HOWDEN	3000 VAX 2100	50	37.3	Ventilacion de REB 2186 (Instalacion en paralelo)
2	Xo Robbins #17	HOWDEN	2400 VAX 1800	40	29.84	Ventilación de RPA 2173 (Instalación en paralelo)
3	Nivel 84	FLAKT	HOWDEN 4200 VAX 2100	75	55.95	Ventilación para RPA 2174
4	Rampa 2172	HOWDEN	FLAKT 2 X 30 HP	60	44.76	Ventilación RPA 2172
5	RPA 29240	HURLEY	2400 VAX1800	20	14.92	Ventilacion de ACC 2223
6	Rampa 29240	FLACKT	FLAKT 2 X 15 HP	30	22.38	Ventilacion FTES. 2204
7	RPA 29240	HURLEY	HVT 18/31	20	14.92	Para ventilacion de Nivel 2180
8	Robbins #12	HOWDEN	7800VAX3150	250	186.5	Extractor principal Mina Lucero
9	Robbins #10	SPENDROUP	112-070-1800	100	74.6	Extraccion principal Veta Daniela
10	Taller CH	FLACKT	2 X 10 HP	10	7.46	Ventilacion de taller CH, opera eventualmente.
11	RPA 2150	HOWDEN	2400 VAX 1800, 40 HP	40	29.84	Ventilacion para Rampa 2150
12	RPA 2065	HOWDEN	2400VAX 1800	30	22.38	Para ventilacion de Rpa 2065
13	RPA 2083	ZITRON	GEL 90-63/2	85	63.41	Ventilación para RPA 2083, REB 2083, REB 2082
14	RPA 2095	HOWDEN	3000VAX2100	60	44.76	Ventilación para desarrollo de ACC. 2127
15	RPA GRAL LANA	HURLEY	2400 VAX 2100, 20 HP	20	14.92	Para ventilación de Nivel 2075 y silles 2068
16	NIVEL 2015 LANA	HURLEY	2400 VAX 1800	30	22.38	Para ventilacion de la plaza de exploracion 2015.
17	RPA 2177	HOWDEN	3000 VAX 2100	30	22.38	Para ventilacion de RPA 2177
Total energia				950	708.7	
Total energia para operación				760	611.72	

	Ventilador a re-ubicar/futura instalacion
	Ventilador que opera eventualmente.
	Ventiladores instalados, en actual funcionamiento.
	Ventiladores a disminucion u aumento de capacidad de carga.
	Ventilador desconectado temporalmente u en des-uso.

4.8 Costo de Energía/ tonelada Mina Lucero 2022

Tabla. 23 Costo de energía instalada para la ventilación en mina Lucero 2022.

(Tabla de elaboración personal).

COSTO DE VENTILACIÓN POR TONELADA AREA LUCERO 2022												
MES	HP EQUIPO	KW/hr INSTALADO	Kw/hr MEDIDO	DIAS / MES	HOROMETRO DE EQUIPOS	kw/Hr (Medido)	\$/kw	TOTAL COSTO kw/mes (\$)	TOTAL COSTO kw/mes (USD)	PLAN PRODUCCIÓN / MES (TON)	COSTO /TON PLANEADA (USD/TON)	
ENERO	940	701.24	653.4	31	8086	358,289.00	2.77	992,460.53	47,260	9,738	4.853	
FEBRERO	815	607.99	634	28	7515	346,447.70	2.59	897,299.54	42,729	8,959	4.769	
MARZO	825	615.45	541	31	8074	355,704.30	2.5	889,260.75	42,346	9,906	4.275	
ABRIL	795	593.07	538.0	30	7,741	352,131.30	2.59	912,020.07	43,430	9,289	4.675	
MAYO	795	593.07	559.8	31	8067	366,226.60	2.57	941,202.36	44,819	8,989	4.986	
JUNIO	825	615.45	555	30	6993	327305.1	2.59	847,720.21	40,368	9000	4.485	
JULIO	880	656.48	543	31	6828	291564.9	2.59	755,153.09	35,960	9000	3.996	
AGOSTO	780	581.88	582	31	7738	293292.8	2.66	780,158.85	37,150	9000	4.128	
SEPTIEMBRE	760	611.72	608.35	30	6601	307280.2	2.6	798,928.52	38,044	9502	4.004	
OCTUBRE	730	619.18	551	31	7368	316,894.00	2.39	757,376.66	36,066	9000	4.007	
NOVIEMBRE	760	611.72	550	30	7368	316,894.00	2.58	817,586.52	38,933	9000	4.326	
DICIEMBRE	700	566.96	555	31	7500	293500	2.57	754,295.00	35,919	9000	3.991	

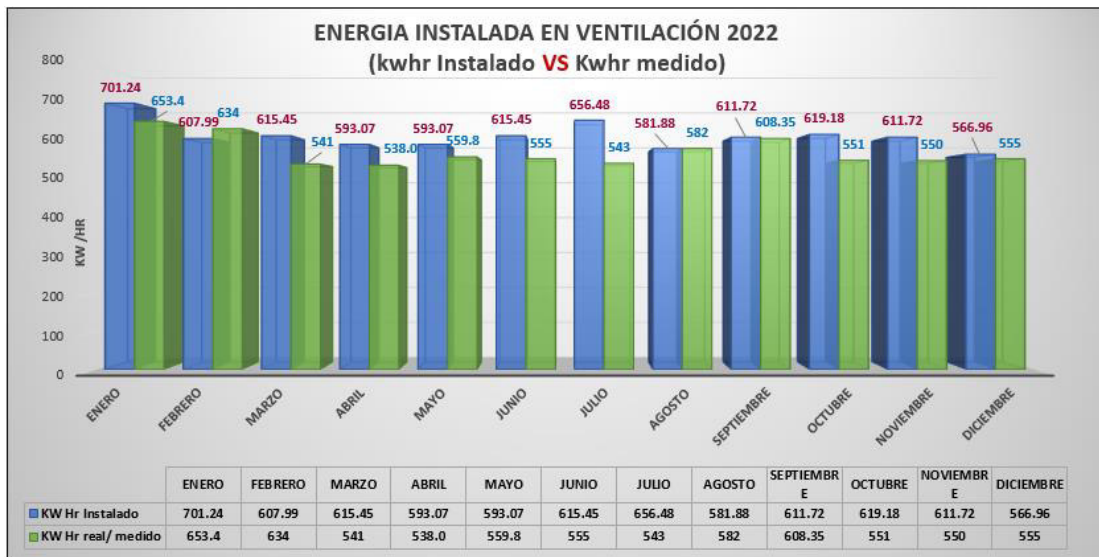


Imagen 52: Costo de energía para ventilación acumulada 2022.

(Imagen de elaboración personal).

Tabla. 24 Tabla de proyección de costo de energía mensual para la ventilación en el año 2022.

(Tabla de elaboración personal).

COSTO DE ENERGIA ACUMULADO 2022						
MES	KW/hr INSTALADO	Kw/hr MEDIDO	DIAS / MES	HOROMETRO DE EQUIPOS	kw/Hr MES	KW Hr ACUMULADO
ENERO	701.24	653.4	31	8086	358,289.00	358,289.00
FEBRERO	607.99	634	28	7515	346,447.70	704,736.70
MARZO	615.45	541	31	8074	355,704.30	1,060,441.00
ABRIL	593.07	538.0	30	7,741	352,131.30	1,412,572.30
MAYO	593.07	559.8	31	8067	366,226.60	1,778,798.90
JUNIO	615.45	555	30	6993	327,305.10	2,106,104.00
JULIO	656.48	543.0	31	6828	291,564.90	2,397,668.90
AGOSTO	581.88	582	31	7500	293,292.80	2,690,961.70
SEPTIEMBRE	760	608.35	30	6601	307,280.20	2,998,241.90
OCTUBRE	730	551	31	7368	316,894.00	3,315,135.90
NOVIEMBRE	760	550	30	7368	316,894.00	3,632,029.90
DICIEMBRE	700	555	31	7500	293,500.00	3,925,529.90



Imagen 53: Gráfico de representación de kw/hr mensual - acumulado como consumo de energía en el año 2022.

(Imagen de elaboración personal).

Tabla. 25 Estimación de costo de energía anual, 2022.

(Tabla de elaboración personal).

COSTO DE ENERGIA AÑO 2022		
TOTAL ENERGIA	COSTO KW ANUAL MXN	COSTO KW/Hr USD
3,925,529.90	10,140,952.24	482,902.49

CAPITULO 5

CONCLUSIÓN

Este proyecto tuvo como objetivo trabajar a lo largo de mi carrera laboral sobre las necesidades de la mina subterránea, entre ellos cabe resaltar la necesidad de contar u cubrir con una necesidad básica como lo es la ventilación en cada una de las áreas operativas. La falta de esta repercute múltiples factores (turnos improductivos, exposición al personal por daños a la salud e integridad física, pérdidas de insumos, mala planificación de ciclos de trabajo, mal aprovechamiento de los recursos, así como la falta de confort del personal entre otros, etc.) que influyen y repercuten positiva y negativamente. Además, este trabajo ha demostrado cómo esclarecer la importancia para la actividad minera partiendo como una necesidad básica, a la cual tanto personal como equipos de motor diésel requieren para poder cumplir con su funcionalidad.

Con base a los conocimientos adquiridos, es que se ha llegado al análisis de cualquier proyecto minero. Llevándolo así a modo de inversión inspirando la importancia del aprovechamiento de cada recurso y mejorando los ciclos de trabajo a corto, mediano y largo plazo entre los cuales sobresale la capacidad de energía por invertir en un proyecto de tal manera que sea rentable.

A través de la aplicación de las normas aplicables a nuestros centros de trabajo es que damos lugar a la prevención de riesgos y accidentes a nuestro personal y por tanto favorece la realización de cada proceso de manera segura. Para culminar, se invita al lector a reflexionar y seguir profundizando en la mejora continua con la finalidad de llevar la operación de mina a un mejor rendimiento y aprovechamiento en el día a día en pro de la inversión, sociedad y medio ambiente.

Para mí es un honor poder compartir un poco de mis conocimientos adquiridos durante mi desarrollo profesional, deseando sea de utilidad a la aportación de las personas interesadas en este campo.

CAPITULO 6

BIBLIOGRAFIA

- Gregory McPherson and Rowan A. Rowntree (Noviembre 1993); Energy Conservation Potential of Urban Tree Planting. Journal of Arboriculture, pp. 19, 321-331, 1993. Referencia; McPerson 1993.

Rastreador:

https://www.actrees.org/files/Research/mcpherson_energy_conservation.pdf

- **M J McPherson, M.J. (1988)** An analysis of the resistance and airflow characteristics of mine shafts. 4th International Mine Ventilation Congress. July, Brisbane, Australia

Rastreador: <https://www.redalyc.org/journal/496/49658894027/html/>

- **McPherson, M.J. (1984)** Mine ventilation planning in the 1980's. International Journal of Mining Engineering. Vol. 2 pp 185-227.
- **Rustan, A. and Stockel, I. (1980).** Review of developments in monitoring and control of mine ventilation systems. 2nd Int. Mine Ventilation Congress. Rena, NV. pp. 223-229.
- DOF Octubre 2012 (NORMA Oficial Mexicana NOM-023-STPS-2012, Minas subterráneas y minas a cielo abierto – Condiciones de seguridad y salud en el trabajo).

Rastreador: DOF 11/10/2012. www.dof.gob.mx.

- Marc Bascompta Massanés, Lluís Sanmiquel Pera, Josep Oliva Moncunill (Tunnelling and Underground Space Technology (Mayo 2014).

Rastreador:

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/353757/post_print.pdf?sequence=1

- Camara minera de Mexico (publicación 2021) <http://camimex.org.mx>; informe anual 2021.

Rastreador:

https://www.google.com/search?q=camimex+informe+anual+2021&&tbm=isch&ved=2ahUKEwjzsv-E4NH7AhXHoYQIHa_uD00Q2-cCegQIABAA&oq=camimex+informe+anual+2021&gs_lcp=CgNpbWcQAzIHCAAQgAQQGDoECCMQJzoECAAQZoFCAAQgAQ6CAgAEIAEELEDOgYIABAFEB46BAgAEB5QvApY30hgmktoAHAAeACAAfkCiAG7G5IBCDE3LjUuNC4xmAEAoAEBqgELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=wh6FY_PJMMfDkvQPr92_6AQ&bih=685&biw=1339&hl=es-419

- Endeavour Silver Corp. Archives - Mining México (miningmexico.com)
- www.camiper.com
- Unidad Bolañitos - Guanajuato, Gto. - PDF Descargar libre (docplayer.es)
- Howden

Rastreador: <https://www.howden.com/en-us/products/fans/axial-fan>

<http://www.howden.com/NR/exeres/2AD1A93B-B898-4FC5-C5-8948-9C422886407..htm>

- http://www.paritarios.cl/videos_seguridad_de_mascaras_respiracion.htm

Rastreador:

<https://mosen.global/wp-content/uploads/2012/09/Critical-Velocity-for-Smoke-Control.pdf>

- Manual de Los Bomberos de Navarra | PDF | Termorregulación | Temperatura (scribd.com)

Rastreador:

https://www.sodeca.com/upload/imgCatalogos/ES/SODECA_FO80_sistemas_de_ventilacion_para_tuneles_ES.pdf
#:~:text=El sistema de ventilación para túneles con jet,metro%29. Pueden ser de tipo unidireccional o reversible.

- Manual Zittrón. Ventilación de Minas.

Rastreador: Gijón - España: Zitron, 2010

- Carlos Sierra, Marzo 2021 (Manual de ventilación de minas, túneles y espacios subterráneos).

Rastreador: Carlos Sierra Publisher: Grupo de Proyectos de Ingeniería.

- Fathi Tarada 2010 (Critical Velocity for Smoke Control).

Rastreador:

<https://mosen.global/wp-content/uploads/2011/01/Critical-Velocity.pdf>

- Manual conferencia sobre ventilación de minas.
- Información seminario de ventilación (Julio 2019).
- Hartman and J. Mutmansky. Mine Ventilation and Air Conditioning. English Edition. Estados Unidos: Editorial Wiley Intersciencie, 2001

Rastreador: H. Hartman and J. Mutmansky 2012.

- DOF (Mayo 2012). Diario Oficial de la Federación; NORMA Oficial Mexicana NOM-023-STPS-2012, Minas subterráneas y minas a cielo abierto - Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

Rastreador:

https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5248872&fecha=18/05/2012#gsc.tab=0

- DOF (Diario Oficial de la Federación Junio 2002); NORMA Oficial Mexicana NOM-015- STPS-2001, Condiciones térmicas elevadas o abatidas- Condiciones de seguridad e higiene.

Rastreador:

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=728016&fecha=14/06/2002#gsc.tab=0

- DOF (Diario Oficial de la Federación Diciembre 2014); NORMA Oficial Mexicana NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.

Rastreador:

http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5328060&fecha=26/12/2013#gsc.tab=0

- The power of Partnership 2022, (Fichas técnicas Explosivo Orica).

Rastreador: www.oricaminaservices.com

- Manual de carga térmica. Pdf (Enero 2011)

Rastreador: [http://www.mosen.global/wp-content/uploads/2012/09/Critical-Velocity-for-Smoke-](http://www.mosen.global/wp-content/uploads/2012/09/Critical-Velocity-for-Smoke-Control.pdf)

[Control.pdf](http://www.mosen.global/wp-content/uploads/2012/09/Critical-Velocity-for-Smoke-Control.pdf)

- Catálogo de servicios Taisa. Actualización 2017 (Tejidos y acabados industriales S.A de C.V.

Rastreador: <https://www.ventas@taisatextil.com> / www.taisatextil.com.

- Mina Bolañitos | Proyectos | Minería en Línea (mineriaenlinea.com)

Rastreador:

Minería en línea, Mina Bolañitos | Proyectos | Minería en Línea (mineriaenlinea.com)

Cita (minería en línea, 30 de Julio 2022).

- Manual fichas técnicas Orica, Marzo 2014 (The Power of Partnersip).

Rastreador: <https://www.oricamininggservices.com>

- Publicación PDF Octubre 2017 Mina Bolañitos.
- Unidad Bolañitos - Guanajuato, Gto. - PDF Descargar libre (docplayer.es)

Rastreador: <https://www.docplayer.es/64220813-Unidad-bolanitos-guanajuato-gto.html>

- Imágenes de descarga Google

Rastreador:

https://www.google.com/search?q=composicion+del+aire&sxsrf=ALiCzsbaMVAMmo5NWEhdDiDYVfEATdIYmg:1669668134346&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwidi6nA3tH7AhXKKkQIHVJDBxsQ_AUoAXoECAIQAw&biw=1354&bih=685&dpr=1.38#imgrc=EwbPAIjtd_8iFM

www.google.com/search?q=humedad+relativa&tbm=isch&chips=q:humedad+relativa,online_chips:calor:Rgx7p_UIXI4%3D&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjRON__39H7AhXHoYQIHu_uD00Q4IYoB3oECAEQMw&biw=1339&bih=685#imgrc=C4X1F1ASYwPMgM