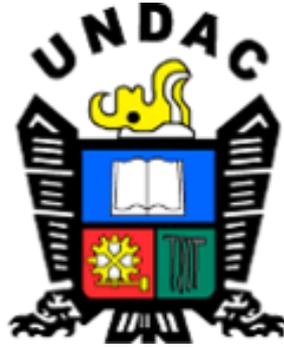


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES
CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA MINAS**



**"COSTOS OPERATIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN
DE CHIMENEAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL
SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA COMPAÑÍA DE
MINAS BUENAVENTURA S.A.A. – UNIDAD
JULCANI"**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

PRESENTADO POR

Bach. BITMER VLADIMIR TRUJILLO BRAVO

ASESOR

Ing. Floro Pagel ZENTENO GOMEZ

CERRO DE PASCO - PERÚ

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES
CARRIÓN**

FACULTAD DE INGENIERÍA DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA MINAS



**"COSTOS OPERATIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE
CHIMENEAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL
SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA COMPAÑÍA DE
MINAS BUENAVENTURA S.A.A. – UNIDAD JULCANI"**

PRESENTADO POR

Bach. BITMER VLADIMIR TRUJILLO BRAVO

**Sustentado y Aprobado el día 18 de diciembre del 2018, ante la
Comisión de Jurados**

**Mg. Vicente César DÁVILA CÓRDOVA
PRESIDENTE**

**Ing. Julio C. SANTIAGO RIVERA
MIEMBRO**

**Mg. Edgar ALCANTÁRA TRUJILLO
MIEMBRO**

DEDICADO:

A DIOS TODOPODEROSO POR SER EL SUSTENTO, MI AMPARO Y LA FORTALEZA DE MI VIDA, Y PORQUE SIN SU MISERICORDIA NADA TENDRÍA SENTIDO PARA MÍ.

A MIS PADRES MARCIAL () Y REYNA, POR SU AMOR, COMPRENSIÓN, POR SER MI EJEMPLO DE LUCHA CONSTANTE Y HABERME INCULCADO LA ÉTICA DE RESPONSABILIDAD Y SUPERACIÓN; A TODOS MIS HERMANOS, POR SU CONSTANTE APOYO, Y ÁNIMO.

A HIVETLIRES MI ESPOSA, POR SU CONSTANTE AMOR, APOYO, COMPRENSIÓN Y ÁNIMO

RESUMEN EJECUTIVO

La Mina Julcani es una de las unidades de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. y cuenta con un yacimiento polimetálico de plata, plomo, cobre, zinc y oro. Los depósitos minerales están constituidos por un sistema de vetas polimetálicas, alojado en un complejo volcánico terciario extendido sobre rocas sedimentarias y metamórficas. Dentro del minado subterráneo en Julcani, el método de minado actual es el de corte y relleno ascendente también conocido como “over cut and fill” y es el más indicado para el minado de vetas, mantos y cuerpos mineralizados cuyo ángulo de buzamiento sea mayor al del reposo del material fragmentado que contengan. Mediante este proceso, se tiene una producción de 167,760 TCS de mineral con 19.32 Oz/TC de plata, habiéndose recuperado 3'084,347 onzas de plata, 414 onzas de oro, 2619 TMS finas de cobre.

La capacidad de tratamiento diario de la planta es de 400 TCS/día de mineral no obstante, los procesos de explotación y exploración siguen adelante y, uno de los objetivos es aumentar esta capacidad diaria de tratamiento y así, la productividad.

Un estudio por parte de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. en 2012 determinó deficiencias en el sistema de ventilación en los frentes de trabajo, es decir, no funciona adecuadamente debido a su antigüedad y es necesario independizar los circuitos de ventilación, a fin de aprovechar un

mayor ingreso de aire y evitar fuga de aire. En las labores de los niveles 510, 560, y 460, ventiladores eléctricos auxiliares de 30 HP, 15 HP y 10 HP están instalados fuera de estándar; algunas captan aire viciado, recirculan el aire viciado, instalados precariamente sobre caballetes y sin un buen anclaje, se encontraron ventiladores auxiliares provistos de mangas de ventilación que estuvieron tomando aire viciado; entre otros.

Por lo que, se hizo necesario un programa inmediato de ejecución de chimeneas raise borer para mejorar el ingreso de aire fresco y la salida de aire viciado; debido a que las máquinas perforadoras raise borer pueden lograr avances en roca dura de hasta 12.00 m/día en el rimado y 20.00 m/día en el hueco piloto, entre otras múltiples ventajas como el acabado liso de las chimeneas logrando una ventilación eficaz. Generalmente, una chimenea de 100 m. (330 pies) a 150 m. (400 pies) es concluida en 1 mes, operando la máquina continuamente. Normalmente, el método consta de 4 fases: Preparación del lugar de operación, transporte y ensamblaje, perforación piloto y el rimado.

En la Mina Julcani, el plan de ejecución de chimeneas raise borer forma parte de toda una filosofía de calidad de vida laboral de sus trabajadores y va ligada con la secuencia de minado, las cuales estuvieron orientadas a mejorar el circuito de ventilación de las vetas Desconocida, Uno, Jesús, Piso 1, Cayetana, María Fe, Tilsa 1, Lesly 2, Jesús, Jesús Ramal 2, Encontrada, Silvana, Fátima, Fátima – Techo, Magdalena, Cecilia, entre otras principales.

Al terminar el acondicionamiento para direccionar el flujo de aire de mina y

culminado la perforación de chimeneas raise borer, se hicieron estudios de ventilación, donde determinaron que la cobertura de aire fresco llega al 93.49 %, lo que significa que los problemas de ventilación son menores. El objetivo es tener dos circuitos de ventilación independientes con la finalidad de obtener un mayor ingreso de aire, y para tener una mejor evacuación del aire contaminado será necesario corregir los circuitos de retorno del aire. Se instalarán algunos ventiladores secundarios en lugares de trabajo donde haya un mayor número de equipos que funcionan simultáneamente; mientras que los ventiladores auxiliares instalados en las diferentes labores, se irán retirando a medida que se vayan corrigiendo los circuitos de ventilación.

Todo este proyecto es rentable, debido a que el cash flow respecto al zinc a diciembre del 2013 (US\$ 783.00/TM) ha permitido proyectar el margen operativo para el 2014; esto permite observar un amplio margen operativo, lo que hizo factible la ejecución de las chimeneas por el método raise borer.

Bitmer Vladimir TRUJILLO BRAVO

Tesista

ÍNDICE

“COSTOS OPERATIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. – UNIDAD JULCANI”

DEDICATORIA	ii
RESUMEN EJECUTIVO	iii
INTRODUCCIÓN	xvi

PRIMERA PARTE

ASPECTOS TEÓRICOS

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO I	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	4
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.6. LIMITACIONES	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEORICO	7
2.1. ANTECEDENTES	7
2.2. BASES TEÓRICO - CIENTÍFICOS	10

2.2.1.	CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO	10
2.2.2.	CLASIFICACIONES GEOMECÁNICAS.....	11
2.2.3.	DIMENSIONAMIENTO GEOMECÁNICO DE TAJEO	12
2.2.4.	CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS MEDIANTE EL RAISE BORER 14	
2.2.5.	COSTOS OPERATIVOS	16
2.2.6.	LEY BÁSICA DE LA VENTILACIÓN DE MINAS.....	23
2.2.7.	MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN – ECUACIÓN DE LA ENERGÍA TOTAL	24
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	26
2.4.	HIPÓTESIS.....	35
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	35
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS.....	35
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES.....	36
2.5.1.	VARIABLES INDEPENDIENTES.....	36
2.5.2.	VARIABLES DEPENDIENTES	37
CAPÍTULO III.....		38
METODOLOGIA		38
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	38
3.2.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
3.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	39
3.4.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	39
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	39
3.6.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	40
3.7.	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS	41
SEGUNDA PARTE		
ASPECTOS PRÁCTICOS		
CAPÍTULO IV		43

ASPECTOS GENERALES DE LA MINA JULCANI	43
4.1. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD.....	43
4.1.1. UBICACIÓN.....	43
4.1.2. ACCESIBILIDAD	44
4.1. OPERACIONES MINERAS	48
4.2. GEOGRAFÍA	55
4.3. CLIMA	56
4.4. GEOLOGÍA.....	57
4.4.1. GEOLOGÍA REGIONAL	57
4.4.2. GEOLOGÍA LOCAL.....	83
4.5. OPERACIONES MINA.....	90
4.5.1. MINADO SUBTERRÁNEO	90
4.5.2. PLANTA CONCENTRADORA.....	100
4.5.3. ENERGÍA	106
CAPÍTULO V.....	108
CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS CON EL SISTEMA DE PLATAFORMAS METÁLICAS.....	108
5.1. ANTECEDENTES.....	108
5.2. ALCANCE	111
5.3. ESTRUCTURAS METÁLICAS	111
5.4. SEGURIDAD OPERACIONAL	114
5.4.1. VENTILACIÓN.....	114
5.4.2. DESATADO.....	114
5.4.3. VERIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS METÁLICOS.....	114
5.4.4. COLOCACIÓN DE PLATAFORMAS Y ESCALERAS.....	114
5.4.5. PERFORACIÓN	115
5.4.6. VOLADURA.....	115
5.4.7. LIMPIEZA	118
5.5. REFUERZO INTERNO	118

5.6. SEGURIDAD MINERA.....	118
5.6.1. CONDICIONES DE SEGURIDAD	118
5.6.2. REGLAMENTO INTERNO DE SEGURIDAD PARA EL SISTEMA DE PLATAFORMAS METÁLICAS (PM)	119
5.6.3. FACTORES DE SEGURIDAD	120
5.7. EFICIENCIAS	122
5.8. COSTOS.....	122
CAPÍTULO VI.....	132
<i>COSTOS OPERATIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. – UNIDAD JULCANI</i>	<i>132</i>
6.1. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA MINA JULCANI	132
6.1.1. CIRCUITOS DE VENTILACIÓN	132
6.1.2. MOVIMIENTO DE AIRE FRESCO.....	134
6.1.3. VENTILACIÓN EN LOS TAJEOS Y FRENTES EN TRABAJO ...	136
6.1.4. PERSONAL DE VENTILACIÓN	137
6.2. DISEÑO DEL DIÁMETRO ÓPTIMO DE LA CHIMENEA DE VENTILACIÓN	138
6.3. PROYECTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS RAISE BORER.....	139
6.4. COMPONENTES DEL EQUIPO RAISE BORER.....	144
6.4.1. MOTOR ELÉCTRICO.....	149
6.4.2. CONJUNTO DE REDUCTORES	149
6.4.3. SISTEMA DE EMPUJE ELECTRO HIDRÁULICO	149
6.4.4. SISTEMA DE SUJECIÓN DE LA COLUMNA DE BARRAS.....	150
6.4.5. BASES Y CUERPO PRINCIPAL DEL EQUIPO	150
6.4.6. CONJUNTO ELÉCTRICO	150
6.4.7. COLUMNA DE PERFORACIÓN.....	150
6.4.8. ESCARIADOR O CABEZAL	153

6.5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA OPERACIÓN RAISE BORER.....	156
6.5.1. ESTACIÓN DE TRABAJO.....	156
6.5.2. VERIFICACIÓN DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN.....	157
6.5.3. UBICACIÓN Y MONTAJE	157
6.5.4. PLANIFICACIÓN DE PROGRAMAS DE PERFORACIÓN.....	158
6.5.5. RENDIMIENTOS EN LA PERFORACIÓN	158
6.5.6. MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA RAISE BORER.....	158
6.5.7. CONTROL DE CALIDAD.....	159
6.6. CONSIDERACIONES TEÓRICAS DE TRABAJO CON RAISE BORER.....	161
6.6.1. PERFORACIÓN ESTÁNDAR	161
6.6.2. PERFORACIÓN REVERSIBLE	163
6.6.3. PERFORACIÓN DE CHIMENEAS CIEGAS	163
6.6.4. RIMADO NORMAL DE CHIMENEAS	164
6.6.5. RIMADO EN DOS FASES.....	164
6.6.6. FINALIZACIÓN DEL RIMADO.....	165
6.6.7. DESVIACIONES.....	166
<i>CAPÍTULO VII.....</i>	<i>167</i>
<i>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	<i>167</i>
7.1. COSTOS UNITARIOS DE OPERACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE CHIMENEAS RAISE BORER.....	167
7.2. VALORIZACIONES DE LOS RAISE BORER (RB)	174
7.3. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS: RBS 2013-2014.....	175
7.4. PROGRAMA DE RB PARA EL 2015	177
7.5. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN 2014-2015.....	177
7.6. MEJORA DE LA VENTILACIÓN	180
7.7. EVALUACIÓN ECONÓMICA SEGÚN LOS CRITERIOS DEL “VAN” Y EL “TIR”	182

7.8. IMPACTO SOCIAL	187
7.9. CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS UNITARIOS.....	188
7.10. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	189
7.11. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	197
CONCLUSIONES	200
RECOMENDACIONES.....	203
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	205
ANEXOS.....	209

ÍNDICE DE PLANOS

Plano N° 1: Mapa de Ubicación Nacional - Departamental	45
Plano N° 2: Mapa de Ubicación Localización Mina Julcani	46
Plano N° 3: Plano de Accesibilidad a la Mina Julcani.....	47
Plano N° 4: Área Minera Julcani	50
Plano N° 5: Sistema de Corte y Relleno Ascendente en la Veta Jesús Ramal 5- Piso en la Mina Acchilla	51
Plano N° 6: Sección de la Veta Jesús Piso 2 – Mina Acchilla.....	52
Plano N° 7: Sección Longitudinal Veta Acchilla 2 – Mina Acchilla	53
Plano N° 8: Sección Longitudinal Veta Julcani	54
Plano N° 9: Mapa Geológico Regional	61
Plano N° 10: Mapa Metalogénico Ponderado del departamento de Huancavelica	81
Plano N° 11: Franjas Mineralizadas Región Huancavelica	82
Plano N° 12: Depósitos Metálicos en Julcani	87
Plano N° 13: Ubicación de Vetas en la Mina Julcani	88
Plano N° 14: Sección Vertical de la Veta Herminia - Julcani	89
Plano N° 15: Sistemas de Construcción de Chimeneas	110
Plano N° 16: Estructuras Metálicas – Elementos de las Plataformas Metálicas	113

Plano N° 17: Ciclo de Operación PM	116
Plano N° 18: Construcción de Chimeneas con el sistema PM – Ubicación de Plataformas y Refugios	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Flujo de fluidos a través de un ducto	
Figura N° 2: Leyenda del Mapa Geológico	
Figura N° 3: Esquema de Rebaje de Corte y Relleno	
Figura N° 4: Esquema de la Planta Concentradora Julcani	
Figura N° 5: Diagrama Unifilar- Unidad Julcani	
Figura N° 6: Diámetro Óptimo de la Chimenea Raise Borer	
Figura N° 7: Proceso de Ejecución del Raise Borer	
Figura N° 8: Esquema de Barras de Perforación	
Figura N° 9: Perforación Estándar de una Chimenea a 90°	
Figura N° 10: Perforación Estándar de una Chimenea a un ángulo diferente de 90°	
Figura N° 11: Cálculo de las medidas de dispersión	
Figura N° 12: Resultados de la estadística descriptiva Fuente:	
Figura N° 13: Primer paso para la prueba de la homogeneidad de las varianzas	
Figura N° 14: Segundo paso de la prueba de homogeneidad de las varianzas	
Figura N° 15: Resultados de la prueba de homogeneidad de las varianzas	
Figura N° 16: Cálculo del P-value	
Figura N° 17: Paso 1: Prueba de hipótesis	
Figura N° 18: Paso 2: Prueba de hipótesis	
Figura N° 19: Resultados de la prueba de hipótesis	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Resumen de datos de características geomecánicas	11
Tabla N° 2: Variables e indicadores	37
Tabla N° 3: Estratigrafía del Cenozoico y Fases Tectónicas	77

Tabla N° 4: Eventos de la Metalogenia en Huancavelica	80
Tabla N° 5: Inventario de yacimientos metálicos en Julcani	86
Tabla N° 6: Producción Metálica Huancavelica 2015	93
Tabla N° 7: Producción de mineral – Unidad Julcani.....	100
Tabla N° 8: Producción de mineral anual – Unidad Julcani	101
Tabla N° 9: Cotización de metales vendidos	101
Tabla N° 10: Máximas Cargas de Rotura	121
Tabla N° 11: Costos Unitarios de la Chimenea de 6´x6´Plataforma de Escaleras Metálicas.....	124
Tabla N° 12: Costos Unitarios de la Chimenea de 5´x5´Plataformas Metálicas	125
Tabla N° 13: Costos Unitarios de la Chimenea de 6´x6´Convencional	126
Tabla N° 14: Costos Unitarios de la Chimenea de 6´x6´Raise Climber	127
Tabla N° 15: Costos Unitarios de la Chimenea de 6´x6´Raise Borer.....	128
Tabla N° 16: Cálculo de Costos para una Chimenea de 5´x5´Plataformas Metálicas con Carmex x Dinamita – Avance Neto por Disparo = 1.3m.....	129
Tabla N° 17: Cálculo de Costos para una Chimenea de 5´x5´Plataformas Metálicas Fanel x Dinamita – Avance Neto por Disparo = 1.3m.....	130
Tabla N° 18: Cálculo de Costos de una Chimenea de 5´x5´Plataformas Metálicas Fanel x Emulsión – Avance Neto por Disparo = 1.3m	131
Tabla N° 19: Zonas Críticas en Ventilación	135
Tabla N° 20: Programa de Construcción de Chimeneas con Raise Borer de 6´en la Unidad Julcani – Mina Acchilla.....	142
Tabla N° 21: Presupuesto de Construcción de Chimeneas con Raise Borer e Infraestructura de Ventilación.....	143
Tabla N° 22: Número de Cortadores según el diámetro final del Escariador..	154
Tabla N° 23: Diámetro de la Chimenea (metros) respecto al Diámetro de Perforación Piloto (pulgadas)	154
Tabla N° 24: Estaciones de Trabajo según modelos de equipos Raise Borer	157
Tabla N° 25: Costos Unitarios de Operación de la Mina Julcani.....	168
Tabla N° 26: Costos Fijos y Variables	168

Tabla N° 27: Resumen detallado del Costo de Operación Total de la Mina Julcani	169
Tabla N° 28: Costo de las Operaciones Unitarias de la Mina Julcani	169
Tabla N° 29: Costos Unitarios de Seguros de Obra, Fletes, Combustibles y otros	170
Tabla N° 30: Costos Unitarios de Mantenimiento y Reparación de Vehículos y otros.....	171
Tabla N° 31: Costos Unitarios de Implementos de Seguridad	172
Tabla N° 32: Costos Unitarios por Aceites, Grasas y otros Elementos Químicos	173
Tabla N° 33: Costo de Materiales de Perforación, Vida Útil y Costos Unitarios	173
Tabla N° 34: Costos Unitarios de los Insumos más Utilizados y Alquiler de Vehículos	174
Tabla N° 35: Costos Unitarios por Mantenimiento Eléctrico y Mecánico	174
Tabla N° 36: Valorizaciones antes de Impuestos	175
Tabla N° 37: Programa de Ejecución de RBs de 6´de diámetro 2013	175
Tabla N° 38: Cumplimiento de Objetivos de la Ejecución de RBs de 6´de diámetro a junio del 2014.....	176
Tabla N° 39: Programa de RBs 2014 de 6´de diámetro	176
Tabla N° 40: Programa de Ejecución de Chimeneas Raise Borer de RBs de 6´de diámetro para el 2015	177
Tabla N° 41: Requerimiento de aire para el Circuito Principal al 2015	178
Tabla N° 42: Requerimiento de Aire (CFM) para el año 2015	178
Tabla N° 43: Consumo y Costo de Energía para Ventiladores - 2015.....	179
Tabla N° 44: Cálculo del Zinc Cash Cost	184
Tabla N° 45: Proyección del Margen Operativo a diciembre 2014	184
Tabla N° 46: Rentabilidad de los Raise Borer	186
Tabla N° 47: Datos para la prueba de hipótesis	189
Tabla N° 48: Cuadro Comparativo de Costos Unitarios (US \$/Metro)	198

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 1: Sistema de Sostenimiento en Mina	95
Imagen N° 2: Perforadora Neumática Jackleg.....	97
Imagen N° 3: Vista de la Mina Julcani.....	98
Imagen N° 4: Filtros Pensa	103
Imagen N° 5: Planta de Procesos de Julcani	103
Imagen N° 6: Relaves mineros.....	104
Imagen N° 7: Chimenea deteriorada por el uso de madera con el sistema tradicional. Pérdida de material, tiempo y producción.	109
Imagen N° 8: Escaleras Metálicas ancladas a una Chimenea.....	123
Imagen N° 9: Esquema del equipo de Raise Borer	148
Imagen N° 10: Broca Piloto	152
Imagen N° 11: Rimador Full Face	156
Imagen N° 12: Cabezal de Corte	162
Imagen N° 13: Chimenea por el método Raise Borer.....	166

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de consistencia lógica.....	210
Anexo N° 2: Valorización por Perforación de Chimeneas Raise Borer en Julcani mes de junio de 2014.....	212
Anexo N° 3: Preparación y Ejecución de Chimeneas Tipo Raise Borer agosto 2014.....	214
Anexo N° 4: Preparación y Ejecución de Chimeneas Tipo Raise Borer octubre 2014.....	215
Anexo N° 5: Preparación y Ejecución de Chimeneas Raise Borer diciembre 2014	218
Anexo N° 6: Preparación y Ejecución de Chimeneas Raise Borer febrero 2015	220

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis titulado "COSTOS OPERATIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. – UNIDAD JULCANI", pretende alcanzar soluciones inmediatas a los problemas de ventilación a través de la construcción de chimeneas con el método raise borer destinados a mejorar los circuitos de ventilación, la calidad de aire fresco que ingresa a la mina y la eliminación rápida de contaminantes, respaldado, de igual manera, por una regulación del caudal del aire, la caída de presión estática, uso de puertas enrollables y la adquisición de ventiladores y arrancadores; con el fin de lograr mayor eficiencia en el sistema actual. Por otro lado, éste método también nos permite generar chimeneas para traspaso de mineral o para servicios y accesos, proporcionando al método la característica de flexibilidad de usos.

El avance tecnológico alcanzado por la minería en el Perú y la implementación de equipos sofisticados en la perforación, carguío, transporte subterráneo nos ha obligado desarrollar nuevas técnicas capaces de garantizarnos una producción continua y sostenida, de tal manera que estos adelantos tecnológicos contribuyan a minimizar nuestros

costos y maximizar nuestros beneficios obligando cada vez a optimizar los diversos ciclos de operación.

Los capítulos que comprende la tesis son los siguientes:

El Capítulo I trata sobre el planteamiento del problema.

El Capítulo II desarrolla el marco teórico.

El Capítulo III trata sobre la metodología de la investigación.

El Capítulo IV describe los aspectos generales de la Mina Julcani.

El Capítulo V desarrolla la construcción de chimeneas con el sistema de plataformas metálicas.

El Capítulo VI trata sobre los costos operativos de la construcción de chimeneas para el mejoramiento del sistema de ventilación en la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. – Unidad Julcani.

El Capítulo VII trata sobre los Resultados y Discusión.

Lo cual presento a mis Jurados Calificadores para su revisión respectiva.

Bitmer Vladimir TRUJILLO BRAVO

Tesista

PRIMERA PARTE
ASPECTOS TEÓRICOS
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

El alto costo de minado, baja productividad y mayor riesgo en las operaciones, nos obliga a proponer un nuevo método en la construcción de chimeneas, como una alternativa para brindarle mejores condiciones de seguridad a todos los trabajadores de la mina comprometidos en este nuevo proceso de extracción de recursos minerales. De igual forma con el compromiso de disminuir los índices de impacto socio-económico y ambiental durante el proceso de

explotación minera y en el entorno del área de operaciones y comunidad.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

PROBLEMA GENERAL

¿El costo de la construcción de chimeneas influye en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- PRIMER PROBLEMA ESPECÍFICO

¿De qué manera el costo de la construcción de chimeneas mediante el sistema tradicional influye en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?

- SEGUNDO PROBLEMA ESPECÍFICO

¿En qué medida el costo de la construcción de chimeneas mediante el sistema alimak influye en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?

- **TERCER PROBLEMA ESPECÍFICO**

¿El costo de la construcción de chimeneas mediante el raise borer incide en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar si los costos de la construcción de chimeneas influyen significativamente en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **PRIMER OBJETIVO ESPECÍFICO**

Comprobar que el costo de la construcción de chimeneas mediante el sistema tradicional influye en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

- **SEGUNDO OBJETIVO ESPECÍFICO**

Demostrar qué efecto tiene el costo de la construcción de chimeneas mediante el sistema alimak en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

- **TERCER OBJETIVO ESPECÍFICO**

Probar en qué medida el costo de la construcción de chimeneas mediante el raise borer influye en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El alto costo de operación y la baja productividad de los métodos tradicionales aplicados actualmente en la construcción de chimeneas nos obliga a cambiar a otros métodos de tal manera que nos permite realizar cambios sustantivos, esto como una alternativa que nos permita tener menores costos de operación con mayor productividad y eficiencia y lo más importante tener operaciones seguras con bajos índices de frecuencia, severidad y accidentabilidad en las operaciones.

1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación e implementación de este nuevo método de construcción de chimenea mediante el raise borer nos permite el establecimiento de una metodología sistematizada y mecanizada, fundamentado en la aplicación de la geomecánica, mejoramiento de la ventilación en el interior mina y los criterios económicos del VAN y el TIR.

1.6. LIMITACIONES

No ha habido limitaciones, el proyecto de investigación se ha realizado con normalidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES

- **Ladera N. (1989)** Ingeniero de Minas. Publicación, “Estado Tecnológico de las minas subterráneas en el Perú”. Considera que la geología, las labores de exploración, las reservas, la geometría de la estructura mineralizada, las características geomecánicas y la hidrogeología influyen en la selección de métodos de explotación adecuada. Sugiere que es importante el conocimiento de las características del yacimiento antes de

seleccionar la tecnología más adecuada y eficiente siempre brindando seguridad a los trabajadores.

- **Gago Q. (1999).** Ingeniero de minas. Publicación, “Selección Numérica de los Métodos de Explotación”. Considera la geometría, la distribución de valores, la resistencia de la roca y estructura mineralizada, el costo de operación, la recuperación, las condiciones ambientales y la seguridad como parámetros para la selección numérica del método de minado. Sugiere que estos parámetros se debe examinar con seguridad para efectos de evaluación, revisión, y selección de un método de minado adecuado.
- **López A. (1994)** Ingeniero de Minas. Publicación “Manual para la Selección de Métodos de Explotación de Minas”. Considera que el mejor método de explotación deberá ser aquel que proporcione la mayor tasa de retorno en la inversión, además de satisfacer condiciones de máxima seguridad y permitir un ritmo óptimo de extracción bajo las condiciones geológicas particulares del depósito.
- **Navarro V. (1999).** Ingeniero de Minas. Publicación, “Métodos y casos Prácticos”. Considera que la distribución de leyes en el depósito, las propiedades geomecánicas del mineral, propiedades de las rocas encajonantes y las consideraciones económicas

tienen influencia en la selección de un método de explotación adecuado.

- **VDM Ingeniería y Construcción Ltda. (2012).** Publicación, “Estrategias de Ventilación de Minas para Operaciones Subterráneas con Alto Uso de Equipos Diesel”. Considera que la Ventilación de Minas, tiene por misión principal el suministro de aire fresco con el objeto de lograr condiciones ambientales y termo-ambientales adecuadas para todo el personal que labora en explotación de minería subterránea, como también para atender la operación de diversos equipos e instalaciones subterráneas. Actualmente, las diversas operaciones minero-subterráneas son altamente intensivas en el uso de modernos equipos Diesel de grandes dimensiones y potencia; debido a tal condición existente, la Ventilación de Minas ha debido obligadamente reorientarse estratégicamente al estudio y control de escenarios mineros subterráneos con altas concentraciones de gases notablemente mayores a aquellos períodos de menor mecanización de las operaciones mineras; las altas concentraciones de gases tóxicos claramente adversas para la salud de los trabajadores, producidas por la operación de equipos diesel, implican un fuerte aumento de los caudales de aire de ventilación requeridos para diluir y extraer dichos contaminantes; por otro lado, los altos caudales involucrados, han conllevado al necesario desarrollo de galerías de grandes secciones y de

equipos de ventilación de grandes dimensiones y potencia eléctrica, lo cual implica el desembolso de fuertes sumas de dinero. (Lambe & Whitman, 1995).

2.2. BASES TEÓRICO - CIENTÍFICOS

2.2.1. CARACTERIZACIÓN GEOMECÁNICA DEL MACIZO ROCOSO

Constituye la fase inicial de todo estudio geológico-geomecánico e implica la descripción de las características particulares que intervienen en el comportamiento geomecánico frente a procesos de minado (parámetros de la roca intacta, de las discontinuidades estructurales, la hidrogeología basada en las observaciones y descripciones tomadas en afloramientos y sondajes diamantinos. (Zamora Escalante, 2008-2010).

Tabla N° 1: Resumen de datos de características geomecánicas

CARACTERÍSTICAS GEOMECAÑICAS		
Resistencia de la Matriz Rocosa (Resistencia a compresión simple (MPa)/Presión del recubrimiento (MPa))		
Pequeño (≤ 8)		
Media (8-15)		
Alta (≥ 15)		
Espaciamiento entre fracturas		
	Fracturas/m	RQD (%)
Muy pequeño	> 16	0 - 20
Pequeño	10 - 16	20 - 40
Grande	3 - 10	40 - 70
Muy grande	3	70 - 100
Resistencia de las Discontinuidades		
Pequeña	Discontinuidades limpias con una superficie suave o con material de relleno blanco	
Media	Discontinuidades limpias con una superficie rugosa	
Grande	Discontinuidades rellenas con un material de resistencia igual o mayor que la roca intacta	

Fuente: Mecánica de rocas aplicada a la minería metálica subterránea

2.2.2. CLASIFICACIONES GEOMECAÑICAS

Estas clasificaciones determinan un sistema de diseño empírico en ingeniería de rocas y relacionan la experiencia práctica obtenida en distintos proyectos con las condiciones particulares de cada lugar. Su propósito es proporcionar un índice numérico que nos indica la calidad del macizo rocoso. Los sistemas de clasificación geomecánica del macizo rocoso más utilizados podemos mencionar: Terzaghi (1946),

Laufer (1958), Deere (1967), Wickham (1972), Bieniawski (1-973), la más reciente (1989), Barton (1974), y Laubcher (1977). (Coates, 1970).

2.2.3. DIMENSIONAMIENTO GEOMECÁNICO DE TAJEO

Este método desarrollado por Matheus y modificado por Potvin y Milne, es una técnica empleada para el dimensionamiento geomecánico de tajeo, esta ha demostrado ser una herramienta adecuada para el diseño subterráneo.

2.2.3.1. FUNDAMENTO

Este método es fundamenta en el estudio realizado en una serie de casos en minas subterráneas. Técnica que toma en consideración los principales factores de influencia en el diseño estable de los tajeos, tales como: La información sobre la estructura, la resistencia del macizo rocoso, los esfuerzos alrededor de las excavaciones, el tamaño, la forma y orientación de las excavaciones con respecto a la orientación de los sistemas de discontinuidades críticas presentes en el macizo para dimensionar un tajeo en distintos escenarios (desde el auto soporte hasta el colapso).

2.2.3.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

El procedimiento para dimensionar los tajeos se calculará con los siguientes parámetros:

➤ **Número de Estabilidad (N)**

El número de estabilidad “N”, representa la respuesta del macizo rocoso para permanecer estable bajo una condición de esfuerzo dado. Para el cálculo de este valor se emplea la ecuación N° 02, el cual considera la calidad del macizo rocoso expresado en el índice Q’ modificado, el factor de reducción por esfuerzos en la roca, el factor de ajuste por orientación de los sistemas de discontinuidades con respecto a la orientación del eje del tajeo, el factor de ajuste por efecto de la gravedad sobre las cuñas de techo y pared que forman el arreglo tajeo.

$$N' = Q' \times A \times B \times C \dots\dots\dots (01)$$

Dónde:

Q = Índice de calidad de roca Modificado.

A = Factor de esfuerzo en la roca.

B= Factor de ajuste por orientación de Discontinuidades.

C = Factor de ajuste gravitacional.

➤ **Radio Hidráulico (S)**

Viene hacer el factor de forma para la superficie del tajeo, se obtiene como el cociente del área de la sección transversal de la superficie del tajeo entre su perímetro. Para calcular este valor se emplea la ecuación:

$$S = \frac{W \times H}{2 \times (W+H)} \frac{W \times H}{2 \times (W+H)} \dots\dots\dots (02)$$

Donde:

W = Longitud del tajeo en el Rumbo de la Estructura.

H = Altura del tajeo. (Espaciamiento entre niveles).

2.2.4. CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS MEDIANTE EL RAISE BORER

La construcción de chimeneas mediante el método Raise Borer consiste principalmente en la utilización de una máquina electrohidráulica en la cual la rotación se logra a través de un motor eléctrico y el empuje del equipo se realiza a través de bombas hidráulicas que accionan cilindros hidráulicos.

Básicamente la operación consiste en perforar, descendiendo, un tiro piloto desde una superficie superior, donde se instala el equipo, hasta un nivel inferior.

Posteriormente se conecta en el nivel inferior el escariador el cual actúa en ascenso, excavando por corte y cizalle, la chimenea, al diámetro deseado.

Dependiendo de las características del equipo el motor eléctrico puede ser de 150 HP a 500 HP, este rango de

potencias irá directamente en relación con el diámetro final de escariado y la longitud del pique o chimenea.

En este método de excavación de chimeneas se necesitará contar con dos superficies de trabajo: Al inicio de la excavación, en la parte superior y al final de la excavación en la parte inferior.

Es decir el método será aplicable para excavaciones en interior de la mina entre dos galerías o desde superficie a una galería ubicada al interior de la mina.

2.2.4.1. EQUIPO DE PERFORACIÓN RAISE BORER

La máquina Raise Borer proporciona el empuje y las fuerzas de rotación necesaria para perforación de chimeneas, así como los equipos e instrumentos utilizados para controlar y supervisar el proceso de perforación de chimeneas.

La RB está compuesto de cinco elementos más relevantes que se describen en las siguientes secciones. Estos son: torre de perforación RB, sistema hidráulico, sistema de lubricación; sistema eléctrico y tablero de control.

El equipo de perforación Raise Borer comprende:

- Torre de perforación RB

- Pack Hidráulico
- Pack Eléctrico
- Sistema de Lubricación
- Estación de control
- Componentes de perforación. (Contreras Llica, 2015)

2.2.5. COSTOS OPERATIVOS

Los costos operativos (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento. En una compañía estándar, la diferencia entre el ingreso (por ventas y otras entradas) y el costo de producción indica el beneficio bruto. Comprende:

a) Costo de la mano de obra

Se conoce como mano de obra al esfuerzo tanto físico como mental que se aplica durante el proceso de producción de un bien. El concepto también se aprovecha para apuntar hacia el costo de esta labor (es decir, el dinero que se le abona al trabajador por sus servicios).

Actualmente a nivel mundial una de las problemáticas que más daño hace al mercado laboral es lo que se conoce como mano de obra barata. Con este término lo que se define es a todas aquellas personas que están dispuestas a realizar un trabajo por unos sueldos mínimos lo que repercute negativamente en todo el colectivo de trabajadores del sector en concreto, que ven como no consiguen un empleo porque hay quienes deciden realizar el mismo por precios mucho más bajos de los estipulados legalmente.

Una circunstancia esta que es favorecida, en muchos países, por empresarios que se aprovechan de la llegada de inmigrantes a su territorio dispuestos a ganarse un dinero a toda costa.

Cabe resaltar que la mano de obra puede clasificarse como directa o indirecta. Se dice que la mano de obra es directa cuando influye directamente en la fabricación del producto terminado. Se trata de un trabajo que puede asociarse fácilmente al bien en cuestión.

La mano de obra se considera indirecta, en cambio, cuando se reserva a áreas administrativas, logísticas o comerciales. No se asigna, por lo tanto, a la fabricación del producto de manera directa ni tiene gran relevancia en el precio de éste.

No obstante, aunque estos dos tipos de mano de obra son los más frecuentes, tampoco podemos pasar por alto lo que es la mano de obra comercial que es aquella que surge a partir de lo que es el área constructora o bien comercial de una industria o negocio.

El costo por mano de obra está definido por dos parámetros:

- El costo de un obrero de minas por hora o también llamado generalmente costo hora-hombre.
- El rendimiento de un obrero o cuadrilla de obreros para ejecutar determinado trabajo, parámetro muy variable y que de no darse los criterios asumidos por el analista puede llevar al atraso o pérdida económica en una obra.

COSTO POR HORA-HOMBRE:

Costo de la h-h = Gana el Obrero + Aportac. Empleador.

El empleador debe considerar en su costo el Jornal Básico, Bonificaciones, Gratificaciones, Asignación Escolar, Liquidación; además de los aportes al Seguro Social (9%), Impuesto Extraordinario de Solidaridad (Ex FONAVI 2%), Seguro Complementario de Riesgo (Ex Accidente de Trabajo, 4%), aportaciones que son de cargo exclusivo del Empleador.

El costo de la h-h es diferente en función a:

- **TIPO DE OBRA:** Edificación, Carreteras, Minería, etc.
En razón de que los porcentajes de aportaciones del empleador por el Seguro Complementario de Riesgo es variable.
- **UBICACIÓN DE LA OBRA:** La ubicación de la obra influye en el costo de la h-h.

RENDIMIENTOS:

El tema de los rendimientos de Mano de Obra, depende:

1. Edad del Obrero
2. Capacidad Física
3. Habilidad natural.
4. Ubicación geográfica de la obra, etc.

APORTE UNITARIO DE LA MANO DE OBRA:

Para calcular la cantidad de recurso de mano de obra por unidad de partida, se aplica la siguiente relación:

$$Aporte\ m.\ o. = \frac{N^{\circ}\ de\ obrero\ x\ 8\ horas}{Rendimiento}$$

Y todo ello sin olvidar tampoco que también está lo que se conoce como mano de obra de gestión que es el término

que se utiliza para englobar al conjunto de trabajadores que ocupan puestos directivos y ejecutivos en una empresa determinada. (Beltrán & Cueva, 2003)

b) Materiales

El costo de los materiales está determinado por dos parámetros:

- **Aporte unitario del material**

Bajo este concepto, dentro de los costos directos, el aporte unitario de materiales corresponde a la cantidad de material o insumo que requiere por unidad de medida (m³, m², m, etc.)

- **Precio del material.**

En este parámetro se debe considerar lo siguiente:

El precio del material puesto en obra.

Este precio se determina por la siguiente fórmula:

$$PMPO = PMO + F + A/M + m + V + O$$

Donde:

PMPO = Precio del material puesto en obra.

PMO = Precio del material en el origen (donde se cotiza)

F = Flete terrestre

A/M=Almacenaje y manipuleo, estimado en 2% de PMO

M=Mermas por transporte, estimado en 5% del PMO

V=Viáticos, estimados entre 5%-30% del PMO. Solo se aplica a materiales explosivos, dinamitas, guías, fulminantes, etc.

O=Otros, según condiciones de ubicación de la obra

Cuando se utiliza el término material en plural, es decir, materiales, se está haciendo referencia por lo general al conjunto de elementos que son necesarios para actividades o tareas específicas. La noción de materiales puede aplicarse a diferentes situaciones y espacios, pero siempre girará en torno a varios elementos que son importantes y útiles para desempeñar determinada acción, además de que son también objetos que deben ser utilizados de manera conjunta.

Un caso característico de la idea de materiales es cuando se habla de aquellos elementos que se utilizan en la construcción. Por ejemplo, suelen considerarse materiales a los ladrillos, a las herramientas de diverso tipo, a la pintura, el yeso, elementos eléctricos, vigas, metales, maderas y demás. Todos ellos en conjunto son necesarios para construir o reparar ciertos espacios y son siempre los

elementos básicos con los que se debe contar. En este sentido, las maquinarias pueden entrar dentro del concepto de materiales pero este versará más sobre la materia prima a usar. (Salinas Seminario, 2001).

c) Costos de equipos y herramientas

El equipo para la actividad minera es uno de los bienes de capital más costosos; por ello, quién debe poseer ésta debe tener en cuenta el capital que ha invertido en su adquisición como un dinero susceptible de ser recuperado con una utilidad razonable, gracias al trabajo realizado por el equipo mismo.

La ecuación siguiente es el método más usado para evaluar el rendimiento:

$$\text{Costo Mín. Posible por Hora} = \frac{\text{Rendimiento Óptimo del Equipo}}{\text{Productividad Máxima posible por Hora}}$$

(Clemente Ignacio & Clemente Lazo, 2009)

2.2.6. LEY BÁSICA DE LA VENTILACIÓN DE MINAS

Las leyes del estado del flujo de aire indican que por una cantidad de aire que circule entre dos puntos, debe de existir una diferencia de presión entre estos puntos ⁽¹⁾. La relación entre la diferencia de presión (P) y la cantidad de flujo de aire (Q).

Si no existe una diferencia de presión no existe una cantidad de flujo, es decir si $P = 0, Q = 0$. Mientras mayor sea P, mayor será Q. En el caso de aquel aire de mina que circula subterráneamente en donde el patrón del flujo es turbulento (es decir, como un río que fluye en los rápidos), la relación entre las dos cantidades puede expresarse en la ley cuadrática:

$$P = RQ^2$$

P : Pérdida de presión (Pa)

R : Resistencia (Ns²/m⁸)

Q : Flujo del volumen (m³/s)

¹ (ISTEC, 2000), pag.22

El término R de la ecuación se denomina como la resistencia del conducto de ventilación o del ducto al cual se aplica.

2.2.7. MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN – ECUACIÓN DE LA ENERGÍA TOTAL

En cualquier sección de un ducto, la energía total está representada por la suma de los siguientes tres componentes: una energía estática, una energía de velocidad (dinámica) y una energía potencial, cuando se considera un fluido en movimiento entre dos secciones, además de las tres clases de energía tiene relevante importancia una cuarta clase de energía: la energía mecánica ⁽²⁾. Luego, para dos puntos de un ducto (1 y 2) la ecuación de la energía total está dada por:

$$\begin{aligned} (\mathit{EnergíaTotal})_1 &= (\mathit{EnergíaTotal})_2 + \\ (\mathit{PérdidasdeEnergía})_{1-2} & \quad (2.23) \end{aligned}$$

Sustituyendo las expresiones anteriores por las diferentes clases de energía se tiene: La Ecuación de Bernoulli

$$\frac{P_1}{w} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{w} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + P_p \quad (2.24)$$

² (ISTEC, 2000), pag.34

Donde:

$\frac{P}{w}$ = Energía Estática.

$\frac{V^2}{2g}$ = Energía de Velocidad.

Z = Energía Potencial.

P_p = Pérdida de energía debido al flujo.

P = Presión absoluta (kPa o Pa)

w = Densidad (kg/m^3)

V = Velocidad (m/s)

g = Aceleración gravitacional (m/s^2)

Por lo tanto, la ecuación anterior puede ser representada:

$$P_t_1 = P_t_2 + P_p \quad (2.25)$$

En términos de presiones:

$$P_s_1 + P_v_1 + P_z_1 = P_s_2 + P_v_2 + P_z_2 + P_p \quad (2.26) \text{ Ver Fig. 1.}$$

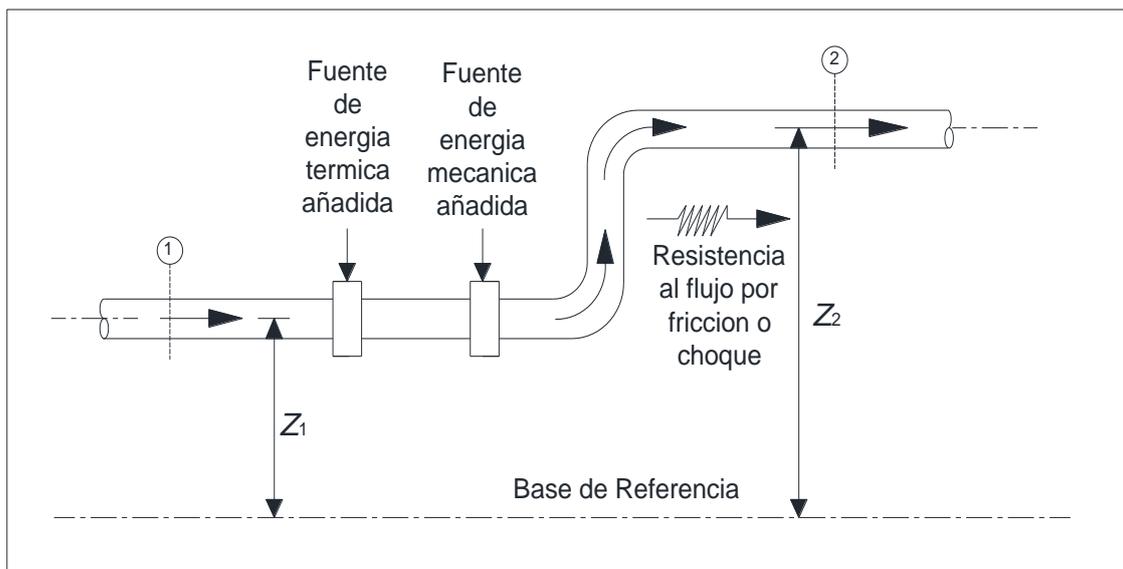


Figura N° 1: Flujo de fluidos a través de un ducto

Fuente: (Hartman, 1991)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **Mina subterránea:** Explotación de recursos mineros que se desarrolla por debajo de la superficie del terreno. Para la minería subterránea se hace necesaria la realización de túneles, pozos, chimeneas, galerías, cámaras, etc.
- **Veta:** Estructura tabular mineralizada, de bordes claramente definidos que lo separan de la roca estéril llamada roca de caja.
- **Raise Borer:** Sistema de construcción de pozos y chimeneas con equipo especializado.
- **Voladura:** El procedimiento usado para romper el mineral, que consiste en perforar taladros para introducir la carga explosiva y el detonador que activa al explosivo el cual origina la voladura de la roca
- **Relleno:** Material estéril que sirve para rellenar las excavaciones de explotación.
- **Ley:** El porcentaje de contenido metálico en el mineral.
- **Buzamiento:** Ángulo que forma la superficie de un estrato con la horizontal, medido en el plano que contiene la línea de máxima pendiente.
- **Mineralización:** Roca o ganga que contiene unas cantidades indeterminadas de minerales o metales.

- **Material Estéril:** Material sin valor económico que cubre o es adyacente a un depósito de mineral y que debe ser removido antes de extraer el mineral.
- **Galería:** Un túnel horizontal hecho junto a, o a lo largo de una estructura mineralizada que permite el acceso tanto para explorarla como para desarrollarla.
- **Concentrado Bulk:** Concentrado que contiene más de un metal con valor comercial.
- **Chancado:** Proceso por el cual el mineral es triturado entre $\frac{1}{2}$ a $\frac{1}{6}$ de su tamaño original, en preparación a la siguiente etapa de reducción (segunda o tercera etapa de chancado o circuito de molienda).
- **Accidente de trabajo:** es el suceso repentino que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo, y que produce en el trabajador, una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. Interrumpe o interfiere el proceso normal y ordenado de una actividad.
- **Accidente de trabajo leve:** es aquel, que luego de la evaluación, el accidentado debe volver máximo al día siguiente a sus labores habituales.
- **Accidente de trabajo incapacitante:** es aquel, que luego de la evaluación, el médico diagnostica y define que el accidente no es

leve y determina que continúe el tratamiento al día siguiente de ocurrido el accidente.

- **Accidente sin incapacidad:** es aquel que no produce lesiones o que, si lo hace, son tan leves que el accidentado continúa trabajando inmediatamente después de lo ocurrido.
- **Actividad económica - clasificación:** se entiende por clasificación de empresas, el acto por medio del cual el empleador clasifica a la empresa de acuerdo con la actividad económica principal, dentro de la clase de riesgo que corresponda y aceptada por la entidad administradora, en el término que determine el reglamento.
- **Ambiente de trabajo:** es el conjunto de condiciones que rodean a la persona que trabaja y que, directa o indirectamente, influyen en la salud y vida del trabajador.
- **Capacitación:** es la adquisición de conocimientos técnicos, teóricos y prácticos que van a contribuir al desarrollo de los individuos en el desempeño de una actividad.
- **Condiciones inseguras:** situaciones que se presentan en el lugar de trabajo y que se caracteriza por la presencia de riesgos no controlados que pueden generar accidentes de trabajo o enfermedades profesionales.
- **Controles:** medidas implementadas con el fin de minimizar la ocurrencia de eventos que generen pérdidas.

- **Cronograma de actividades:** es el registro pormenorizado del plan de acción del programa de salud ocupacional, en el cual se incluyen las tareas, los responsables y las fechas precisas de realización.
- **Diagnóstico de condiciones de trabajo y salud:** conjunto de datos sobre las condiciones de trabajo y salud, valorados y organizados sistemáticamente, que permiten una adecuada priorización y orientación de las actividades del programa de salud ocupacional.
- **Efectividad:** medida de impacto de la gestión en el logro de los resultados planificados, como en el manejo de los recursos utilizados y disponibles.
- **Enfermedad profesional:** se considera Enfermedad Profesional todo estado patológico permanente o temporal que sobrevenga como consecuencia obligada y directa de la clase de trabajo que desempeña el trabajador, o del medio en que se ha visto obligado a trabajar, y que haya sido determinada como enfermedad profesional por el gobierno. (Decreto Supremo N° 002-72-TR).
- **Evaluación de riesgos:** proceso de evaluar el riesgo o riesgos que surgen de uno o varios peligros, teniendo en cuenta lo adecuado de los controles existentes.

- **Exposición:** frecuencia con que las personas o la estructura entran en contacto con los factores de riesgo en su jornada laboral.
- **Factores personales:** son aquellos que podemos identificar con las características de las personas y su comportamiento tales como la falta de motivación, entrenamiento inadecuado, falta de conocimiento, sobrecarga emocional, etc.
- **Factores de riesgo:** es la existencia de elementos, fenómenos, ambiente y acciones humanas que encierran una capacidad potencial de producir lesiones o daños materiales y cuya probabilidad de ocurrencia depende de la eliminación o control del elemento agresivo.
- **Gerente:** Aquella persona que es responsable de un área de trabajo, de una actividad, proceso de trabajo o de personal. Todo aquel que planifica, organiza, lidera y controla el trabajo que se requiere para cumplir con las metas de la empresa.
- **Gestión de riesgos:** Es el término que se aplica a un método lógico y sistemático de identificación, análisis, evaluación, tratamiento, monitoreo y comunicación de riesgos, relacionados a cualquier actividad, función o proceso de manera tal que permita minimizar pérdidas y maximizar oportunidades de mejora a las organizaciones. Es un proceso interactivo consistente en pasos

que dados en secuencia hacen posible una mejora continua en la toma de decisiones.

- **Grado de peligrosidad:** es un indicador de la gravedad de un riesgo reconocido.
- **Higiene:** hábitos orientados a prevenir los efectos nocivos sobre la salud.
- **Impacto ambiental:** Cualquier cambio significativo en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, total o parcialmente resultante de las actividades, productos o servicios de una organización.
- **Incidente Ambiental:** Evento no planeado que tiene la potencialidad de conducir a una emergencia.
- **Incidente:** Suceso inesperado relacionado con el trabajo que puede o no resultar en daños a la salud. En el sentido más amplio, incidente involucra todo tipo de accidente de trabajo.
- **Causas de los Incidentes:** Es uno o varios eventos relacionados que concurren para generar un accidente.
- **Índice de Frecuencia de Accidentes (IFA):**

Número de accidentes mortales e incapacitantes por cada millón de horas hombre trabajadas. Se calculará con la fórmula siguiente:

$$IFA = \frac{N^{\circ} \text{ Accidentes} \times 1'000,000}{\text{Horas Hombre Trabajadas}}$$

N° Accidentes = Incap. + Mortal

- **Índice de Severidad de Accidentes (ISA):**

Número de días perdidos o cargados por cada millón de horas - hombre trabajadas. Se calculará con la fórmula siguiente:

$$IS = \frac{N^{\circ} \text{ Días Perdidos o Cargados} \times 1'000,000}{\text{Horas Hombre Trabajadas}}$$

- **Índice de Accidentabilidad (IA):**

Una medición que combina el índice de frecuencia de lesiones con tiempo perdido (IF) y el índice de severidad de lesiones (IS), como un medio de clasificar a las empresas mineras.

Es el producto del valor del índice de frecuencia por el índice de severidad dividido entre 1000.

$$IA = \frac{IF \times IS}{1000}$$

- **Identificación de peligros:** proceso mediante el cual se reconoce que existe un peligro y se define sus características.
- **Indicador:** variable o atributo, objeto de medición o valoración.
- **Índice:** es la expresión matemática o cuantitativa del indicador.

- **Inducción:** capacitación inicial dirigida a otorgar conocimientos e instrucciones al trabajador para que ejecute su labor en forma segura, eficiente y correcta.
- **Inspecciones de seguridad:** las inspecciones de seguridad se realizan con el fin de vigilar los procesos, equipos, máquinas u objetos que, en el diagnóstico integral de condiciones de trabajo y salud, han sido calificados como críticos por su potencial de daño.
- **Lesión:** alteración estructural o funcional de los tejidos, órganos o sistema en un individuo.
- **Medicina ocupacional o del trabajo:** es el conjunto de actividades de las ciencias de la salud dirigidas hacia la promoción de la calidad de vida de los trabajadores a través del mantenimiento y mejoramiento de las condiciones de salud.
- **Peligro:** Fuente, situación o acto con potencial para causar daño en términos de daño humano o deterioro de la salud o una combinación de éstos.
- **Programa de salud ocupacional:** el programa de salud ocupacional es la planeación, organización, ejecución y evaluación de una serie de actividades de Medicina Preventiva, Medicina del Trabajo, Higiene y Seguridad Industrial, tendientes a preservar mantener y mejorar la salud individual y colectiva de los trabajadores en sus ocupaciones y que deben ser desarrolladas en sus sitios de trabajo en forma integral e interdisciplinaria.

- **Probabilidad:** posibilidad de que los acontecimientos de la cadena se completen en el tiempo, originándose las consecuencias no queridas ni deseadas.
- **Riesgos:** probabilidad de ocurrencia de un evento de características negativas en el trabajo, que pueden ser generado por una condición de trabajo capaz de desencadenar alguna perturbación en la salud o integridad física del trabajador, como daño en los materiales y equipos o alteraciones del ambiente.
- **Salud:** bienestar físico, psíquico y social del ser humano y de su entorno.
- **Salud ocupacional:** conjunto de disciplinas como finalidad la promoción de la salud en el trabajo a través del fomento y mantenimiento del más elevado nivel de bienestar en los trabajadores de todas las profesiones, previniendo alteraciones de la salud por las condiciones de trabajo, protegiéndolos contra los riesgos resultantes de la presencia de agentes nocivos y colocándolos en un cargo acorde con sus aptitudes físicas y psicológicas.
- **Seguridad ocupacional o industrial:** conjunto de actividades destinadas a la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo o condiciones de trabajo que puedan producir accidentes de trabajo.

- **Tarea:** operaciones o etapas que componen un proceso productivo.
- **Visitas de inspección:** las visitas de inspección se realizan con el fin de vigilar procesos, equipos, máquinas u objetos que, en el diagnóstico integral de condiciones de trabajo y salud, han sido calificados como críticos por su potencial daño.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El costo de la construcción de chimeneas influye significativamente en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

- PRIMERA HIPÓTESIS ESPECÍFICA:

El costo de la construcción de chimeneas mediante el sistema tradicional influye en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

- **SEGUNDA HIPÓTESIS ESPECÍFICA:**

Demostrar qué efecto tiene el valor del costo de la construcción de chimeneas mediante el sistema alimak en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

- **TERCERA HIPÓTESIS ESPECÍFICA:**

El costo de la construcción de chimeneas mediante el raise borer influye en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

2.5. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

2.5.1. VARIABLES INDEPENDIENTES

X = Costo de la construcción de chimeneas de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

INDICADORES:

X_1 = El costo de la construcción de chimeneas mediante el sistema tradicional.

X_2 = El costo de la construcción de chimeneas mediante el sistema alimak.

X_3 = El costo de la construcción de chimeneas mediante el raise borer.

2.5.2. VARIABLES DEPENDIENTES

Y = Optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

INDICADORES:

Y_1 = Cantidad de aire (m^3/min) en las labores subterráneas para la ventilación de la Mina Julcani.

Tabla N° 2: Variables e indicadores

<p>Variable Dependiente:</p> <p>Y = Optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>	<p>Variable Independiente:</p> <p>X = Costo de la construcción de chimeneas de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>
<p>Indicadores:</p> <p>Y_1 = Cantidad de aire (m^3/min) en las labores subterráneas para la ventilación de la Mina Julcani.</p>	<p>Indicadores:</p> <p>X_1 = El costo de la construcción de chimeneas mediante el sistema tradicional.</p> <p>X_2 = El costo de la construcción de chimeneas mediante el sistema alimak.</p> <p>X_3 = El costo de la construcción de chimeneas mediante el raise borer.</p>

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación del presente estudio es ciencia aplicada.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología a emplear en la presente investigación es descriptiva, comparativa y aplicada, luego se establecerá el grado de relación directa entre sus variables y sus resultados se evaluarán estadísticamente.

Se realizará la comparación entre el sistema tradicional y el método raise borer.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población está compuesta por todas las chimeneas que se construyen en la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

La muestra es una Chimenea de cada sistema como son: con el sistema tradicional, usando el sistema alimak y con el método raise borer construida en la Mina Acchilla de la Unidad Julcani.

3.4. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

En el proceso de investigación emplearemos los métodos descriptivo, explorativo y aplicativo. Como procedimientos emplearemos la observación y la medición de resultados.

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En el proyecto se utiliza las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos:

- Fichas de registro, comentario y de resumen.
- Acceso a archivos técnicos.
- Cuestionario de información y ficha de campo.
- Discusión en talleres para esclarecer los problemas presentados.

- La observación y evaluación.
- Entrevistas.
- Notas de campo, fichas o guías de observación.
- Registro de evaluación.
- Elaboración de tablas y gráficos para la apreciación de los resultados comparativos.

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Se ordena, tabula y se elabora la información obtenida en el campo y los reportes de ensayos de laboratorio. Para este trabajo se emplean herramientas y técnicas como los programas de cómputo para la elaboración de los costos y presupuestos para evaluar el costo de la construcción de la chimenea y los métodos estadísticos para caracterizar el macizo rocoso. Los cuales conjuntamente con los conceptos modernos de la geomecánica nos permitirán evaluar y seleccionar técnicamente una gama de métodos de construcción de chimeneas y evaluarlas económicamente.

Se realizará el siguiente procedimiento:

- Conformación de equipos por áreas para el recojo de datos.
- Participación directa de las fuentes técnicas en relación de los temas a investigar.
- Toma de datos, entrevistas, revisión de información.
- Comparar los resultados del método tradicional y el método raise borer.

3.7. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO DE DATOS

Los datos más importantes de geomecánica de la mina Julcani, obtenidos de la investigación y recojo de datos, serán procesados de forma comparativa entre los métodos de construcción de chimeneas para determinar su factibilidad y adaptabilidad a un determinado sistema. Además, detallaremos en la realización de presupuestos de construcción para cada método.

SEGUNDA PARTE
ASPECTOS PRÁCTICOS

CAPÍTULO IV

ASPECTOS GENERALES DE LA MINA JULCANI

4.1. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

4.1.1. UBICACIÓN

La Mina Julcani está ubicada en el Distrito de Ccochaccasa, Provincia de Angaraes, Departamento de Huancavelica; a 64.0 Km al SE de Huancavelica a una altitud entre 4200 y 4600 msnm.

Coordenadas:

Este: 521650

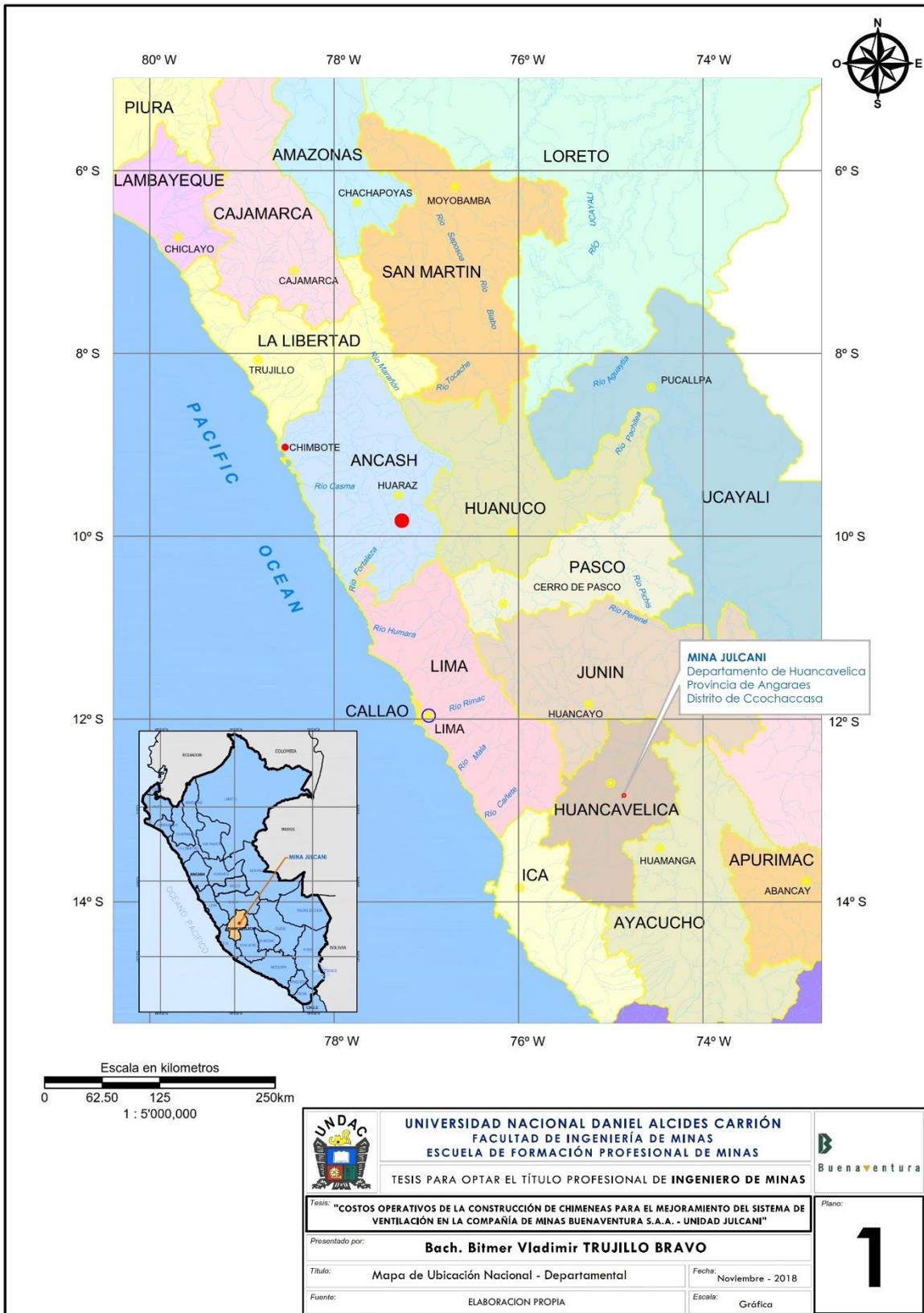
Norte: 8569550

N° de viviendas aproximadas: 124

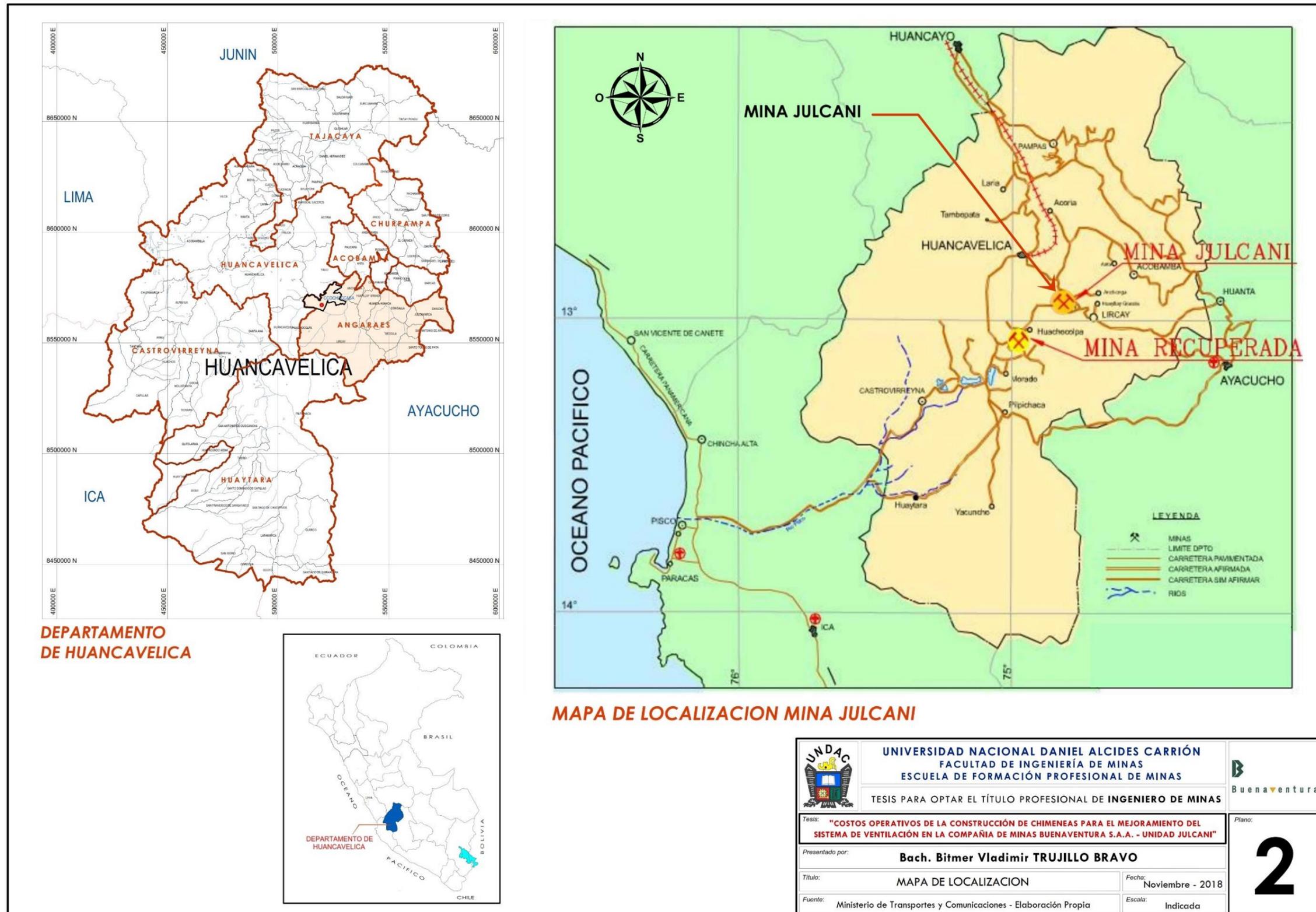
4.1.2. ACCESIBILIDAD

La accesibilidad a la Mina Julcani, una de las operaciones de la Compañía de minas Buenaventura es la siguiente:

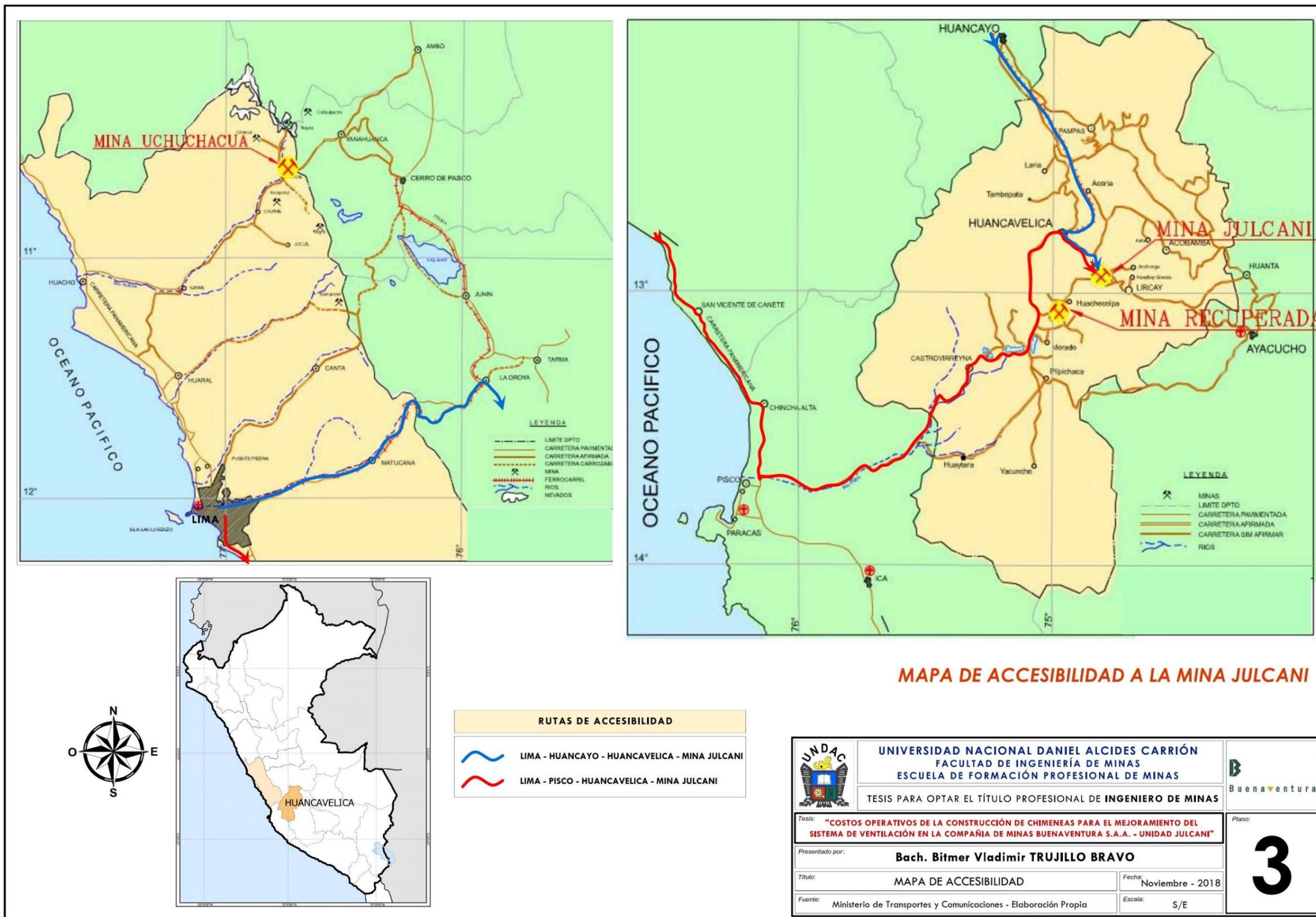
- Carretera asfaltada Lima – Huancayo (300km), Tren Huancayo – Huancavelica (128km) pasando por Izcuchaca, La Mejorada, Acoria y Yauli.
- Carretera Lima – Huancayo – Huancavelica pasando por Palca (457km).
- Huancavelica – Julcani. 15km
- Carretera Lima – Pisco – Rumichaca. Recuperada - Julcani.



Plano N° 1: Mapa de Ubicación Nacional - Departamental



Plano N° 2: Mapa de Ubicación Localización Mina Julcani



Plano N° 3: Plano de Accesibilidad a la Mina Julcani

4.1. OPERACIONES MINERAS

La Mina Julcani se ubica en el Distrito de Ccochaccasa, Provincia de Angaraes, Departamento de Huancavelica; a 64.0 Km al SE de Huancavelica a una altitud entre 4200 y 4600 msnm.

La mina Julcani constituye una de las operaciones actuales de la Compañía de Minas Buenaventura SAA. Se trata de un yacimiento polimetálico de Plata, Plomo, Cobre, Zinc y Oro.

Las minas de Julcani han sido trabajadas desde la época de la Colonia siendo abandonada varias veces hasta 1907, año en que se forma la Sociedad Angaraes, luego es trabajada por la empresa Minera Suizo-peruana Julcani entre 1936 y 1945, enseguida por la empresa Cerro de Pasco Corporation entre 1945 y 1951. En 1952 el Ing. Alberto Benavides de la Quintana tomó una porción de la propiedad y luego fundó en 1953 la Compañía de Minas Buenaventura S.A.

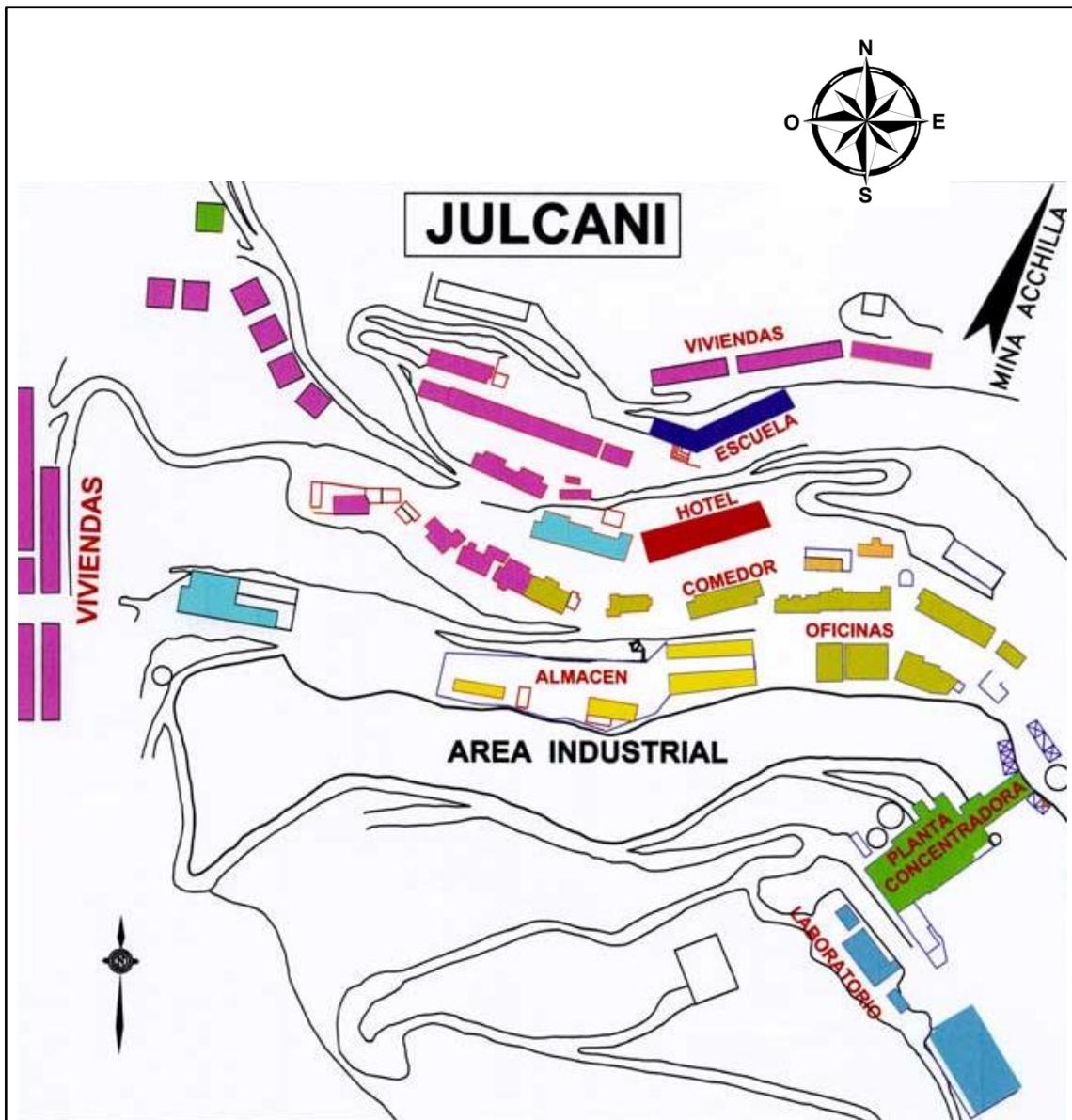
Se compone de las siguientes minas: Mina Acchilla, Mina Herminia, Mina Julcani, Mina Lucrecia, Mina Mimosa, Mina Paloma, Mina Socorro y Mina Tentadora, siendo sus operaciones en mina Subterránea Acchilla y Lucrecia.

Su método de explotación es corte y relleno ascendente. El avance de las exploraciones a través de perforación con Jackleg y voladura controlada, palas neumáticas, transporte a través de locomotoras y carros mineros U – 35. El relleno de los tajeos es detrítico.

Actualmente la planta concentradora de la Mina Julcani cuenta con

una capacidad de tratamiento de 400 TCS/día de mineral.

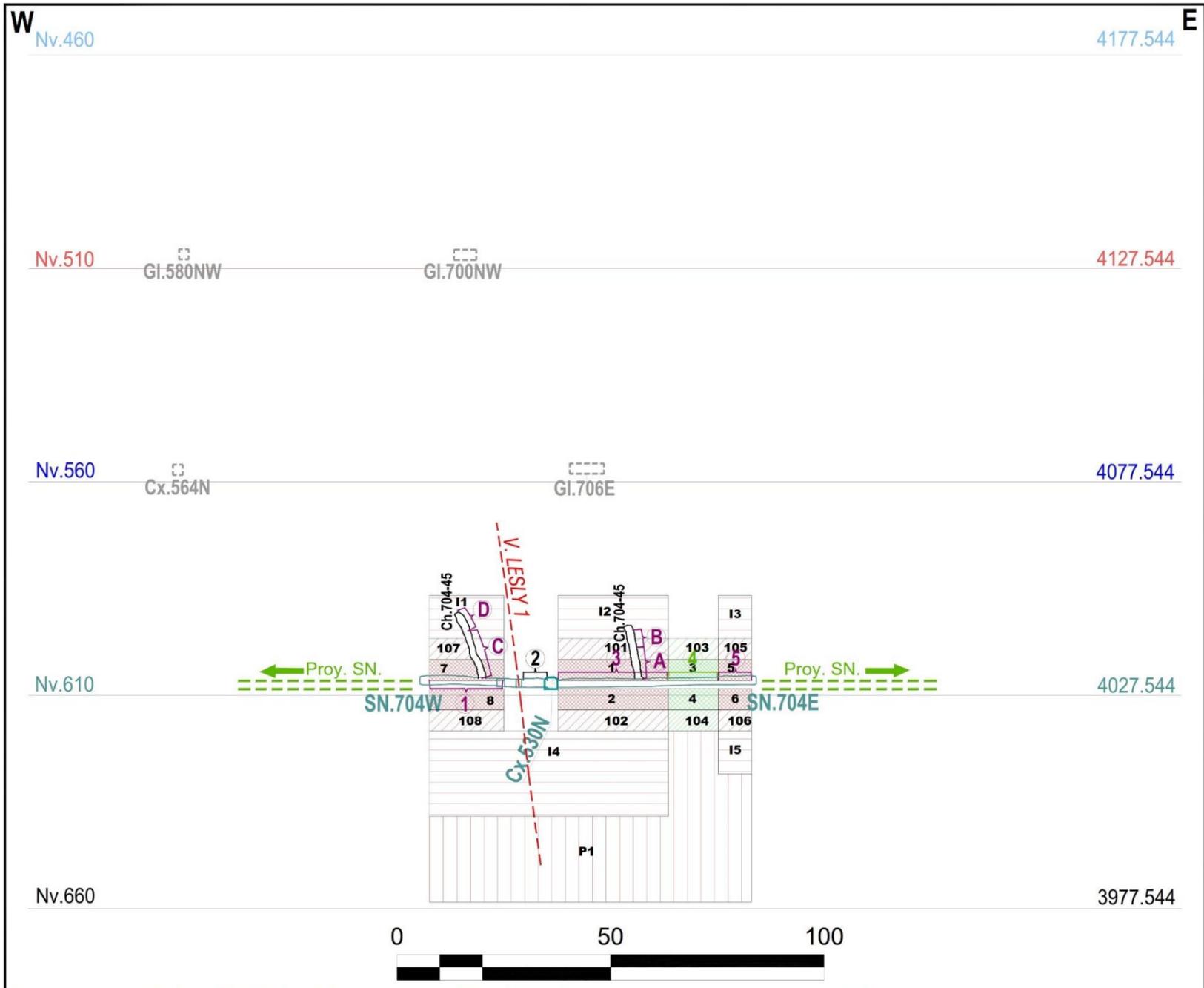
Como productos finales, se obtienen concentrados de plata, oro y plomo, obtenidos mediante: 06 tolvas de gruesos que alimentan al molino lavador Magensa 6' x 12', 2 chancadoras Symons ST de 4' y 3' para materiales gruesos, un molino Comesa 5'x10', de la flotación se obtiene un concentrado bulk de plomo – plata, espesado y secado. Finalmente, los relaves son enviados a la cancha Acchilla N° 9.



ÁREA MINERA JULCANI

	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS		
	TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS		
Tesis: "COSTOS OPERATIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA COMPAÑIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. - UNIDAD JULCANI"			Plano:
Presentado por: Bach. Bitmer Vladimir TRUJILLO BRAVO			4
Título: ÁREA MINERA JULCANI		Fecha: Noviembre - 2018	
Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.		Escala: S/E	

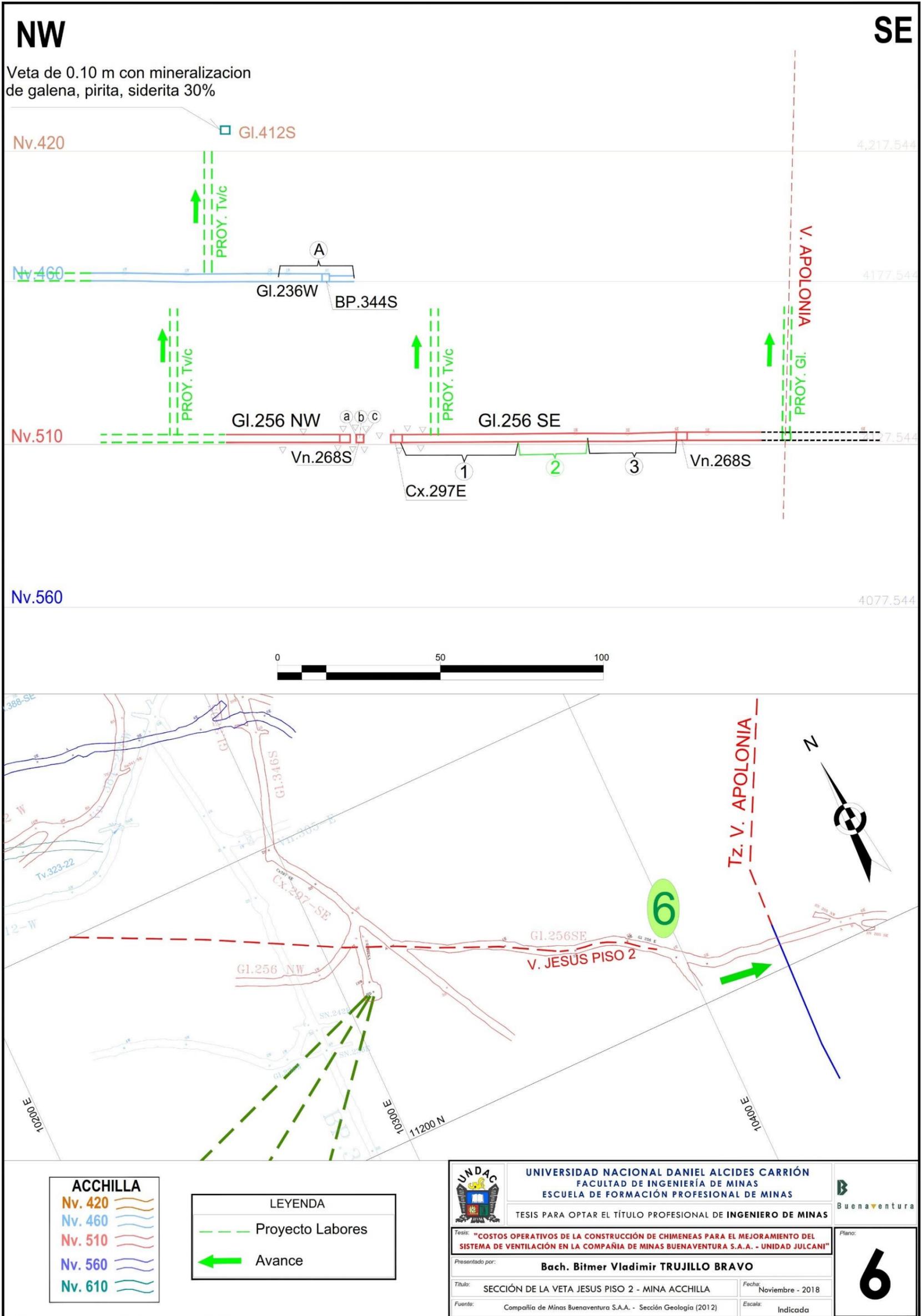
Plano N° 4: Área Minera Julcani



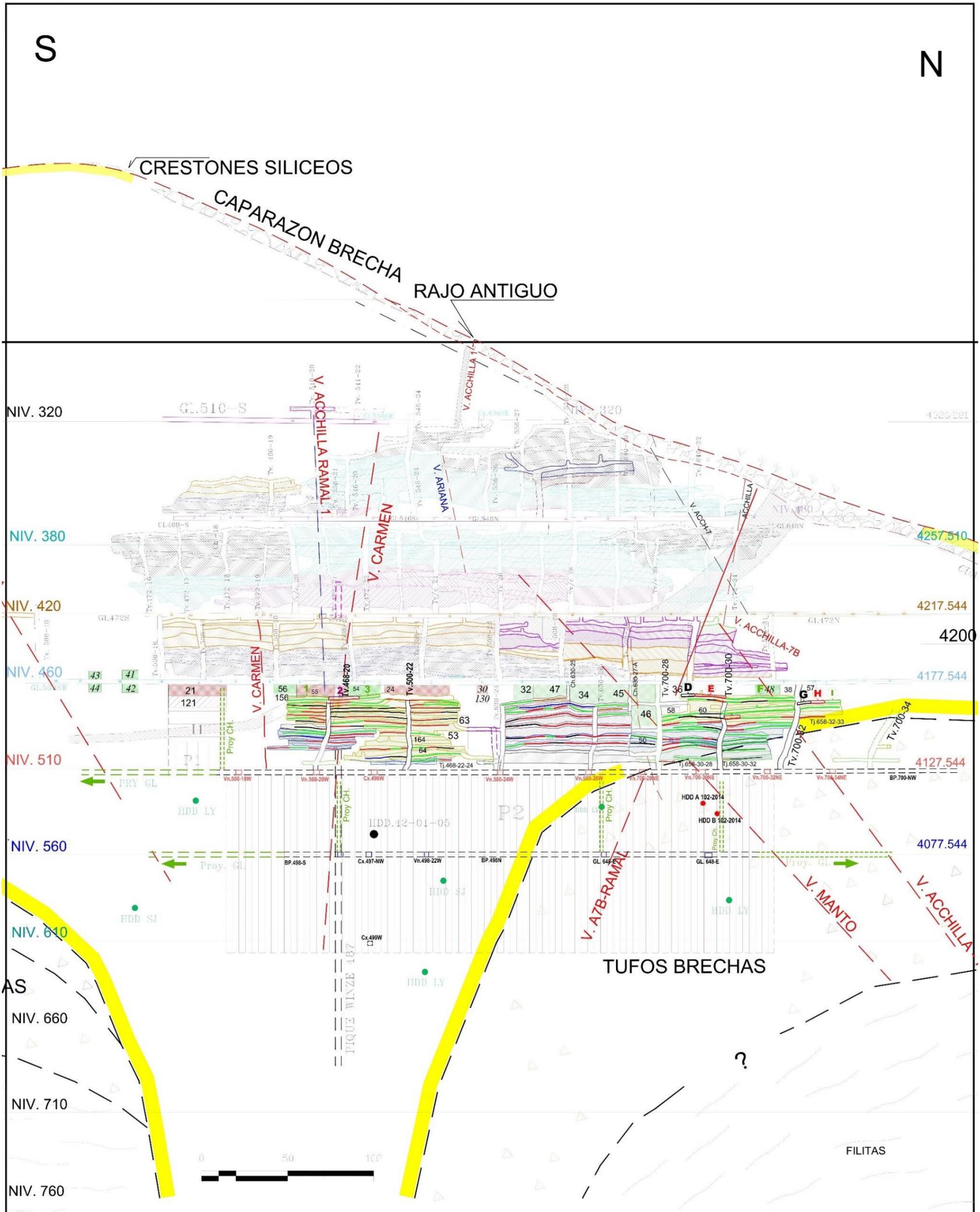
LEYENDA LITOLOGÍA	
Dacita	[Symbol]
AutoBx	[Symbol]
TufoBrecha	[Symbol]
Tufisita	[Symbol]
Subacuoso	[Symbol]
Filitas	[Symbol]
Dique Dacítico	[Symbol]
Bx Silicificada	[Symbol]
Bx Polimigítica	[Symbol]

	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS		
	TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS		
Tesis: "COSTOS OPERATIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA COMPAÑIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. - UNIDAD JULCANI"			
Presentado por: Bach. Bitmer Vladimir TRUJILLO BRAVO			
Título: SECCIÓN LONGITUDINAL VETA JESUS RAMAL 5-PISO		Fecha: Noviembre - 2018	
Fuente: Compañía de Minas Buena Ventura S.A.A. - Sección Geología (2015)		Escala: Indicada	
			5

Plano N° 5: Sistema de Corte y Relleno Ascendente en la Veta Jesús Ramal 5-Piso en la Mina Acchilla



Plano N° 6: Sección de la Veta Jesús Piso 2 – Mina Acchilla



ACCHILLA Nv. 420 Nv. 460 Nv. 510 Nv. 560 Nv. 610	LEYENDA Proyecto Sondajes Proyecto Labores Avance Cuaternario	LEYENDA LITOLOGIA Dacita AutoBx TufoBrecha Tufisita Subacuoso Filitas Dique Dacítico Bx Silicificada Bx Polimigítica
--	--	--

 UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS		 Buena Ventura
Tesis: "COSTOS OPERATIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA COMPAÑIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. - UNIDAD JULCANI"		
Presentado por: Bach. Bitmer Vladimir TRUJILLO BRAVO		<div style="font-size: 48pt; font-weight: bold;">7</div>
Título: SECCIÓN LONGITUDINAL VETA ACCHILLA 2	Fecha: Noviembre - 2018	
Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. - Sección Geología (2014)	Escala: Indicada	

Plano N° 7: Sección Longitudinal Veta Acchilla 2 – Mina Acchilla

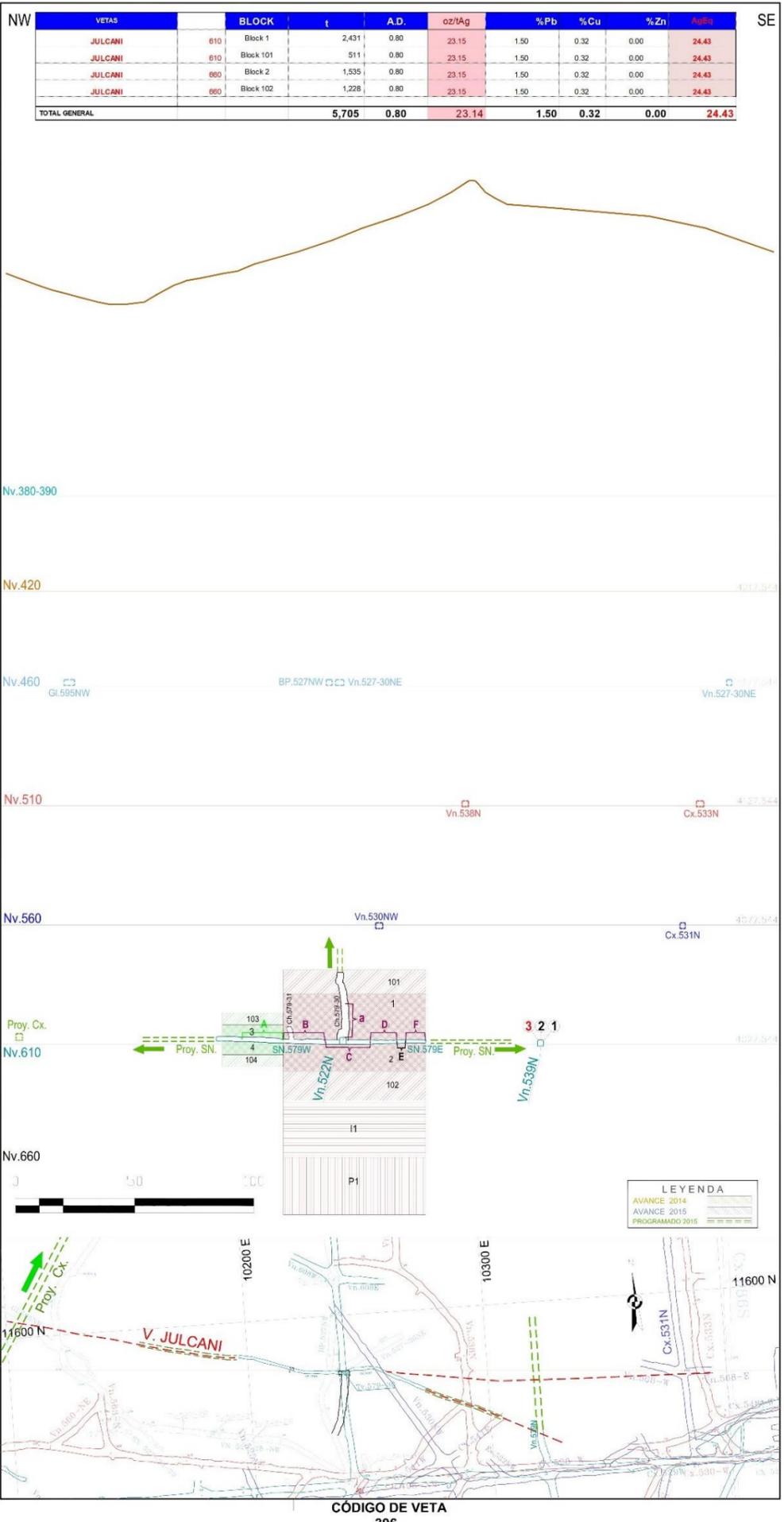
PROMEDIO POR TRAMO SN.579-W							
Tramo	Ancho	Long.	oz/TM Ag	Pb %	Cu %	Eq. Ag	
A	A.M. 0.33	18.00	12.41	0.79	0.08	5.75	
	A.D. 0.75		5.46	0.35	0.04		
B	A.M. 0.32	18.00	71.80	3.76	0.52	32.01	
	A.D. 0.75		30.63	1.60	0.22		

PROMEDIO POR TRAMO VETA JULCANI							
Tramo	Ancho	Long.	oz/TM Ag	Pb %	Cu %	Eq. Ag	
C	A.M. 0.46	19.00	53.12	2.37	0.40	30.67	
	A.D. 0.82		29.80	1.33	0.22		

PROMEDIO POR TRAMO SN.579-W							
Tramo	Ancho	Long.	oz/TM Ag	Pb %	Cu %	Eq. Ag	
D	A.M. 0.33	12.00	91.83	5.43	1.52	42.70	
	A.D. 0.75		40.71	2.39	0.67		
E	A.M. 0.20	4.00	3.11	0.59	0.02	0.95	
	A.D. 0.75		0.83	0.16	0.01		
F	A.M. 0.20	9.00	80.34	1.82	1.10	22.00	
	A.D. 0.75		21.42	0.49	0.29		

PROMEDIO POR TRAMO Ch. 579-30							
Tramo	Ancho	Long.	oz/TM Ag	Pb %	Cu %	Eq. Ag	
a	A.M. 0.33	16.00	73.58	4.50	0.68	34.39	
	A.D. 0.75		32.38	1.98	0.30		

LEY Vn.539N			
Canal	Ancho	oz/TM Ag	Pb %
1	0.25	8.37	5.11
2	0.20	3.66	2.37
3	0.20	203.82	6.92



VEYAS	BLOCK	t	A.D.	oz/tAg	%Pb	%Cu	%Zn	AgEq
JULCANI	Block 1	2,431	0.80	23.15	1.50	0.32	0.00	24.43
JULCANI	Block 101	511	0.80	23.15	1.50	0.32	0.00	24.43
JULCANI	Block 2	1,535	0.80	23.15	1.50	0.32	0.00	24.43
JULCANI	Block 102	1,228	0.80	23.15	1.50	0.32	0.00	24.43
TOTAL GENERAL			5,705	0.80	23.14	1.50	0.32	24.43

ACCHILLA	
Nv. 420	
Nv. 460	
Nv. 510	
Nv. 560	
Nv. 610	

LEYENDA	
	Proyecto Sondajes
	Proyecto Labores
	Avance
	Cuaternario

LEYENDA LITOLÓGICA	
	Dacita
	AutoBx
	TufoBrecha
	Tufisita
	Subacuoso
	Filitas
	Dique Dacítico
	Bx Silicificada
	Bx Polimíctica

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS

Buena Ventura

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS

Tesis: "COSTOS OPERATIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA COMPAÑIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. - UNIDAD JULCANI"

Presentado por: **Bach. Bitner Vladimir TRUJILLO BRAVO**

Título: SECCIÓN LONGITUDINAL VETA JULCANI	Fecha: Noviembre - 2018
Fuente: Compañía de Minas Buena Ventura S.A.A. - Sección Geología (2014)	Escala: Indicada

8

Plano N° 8: Sección Longitudinal Veta Julcani

4.2. GEOGRAFÍA

Huancavelica está atravesado de noroeste a sureste por 2 grandes cadenas montañosas: La Cordillera Oriental y la Cordillera Occidental de los Andes, y entre ellas existe una superficie puna que corresponde a las altas plataformas andinas. Ambas cadenas se encuentran disectadas por extensos valles como el Mantaro y Pampas desarrollados a lo largo de alineamientos estructurales regionales.

La Cordillera Occidental, localmente conocida como la Cordillera de Chonta, ocupa la parte central de Huancavelica y comprende un alineamiento de cerros y nevados que sobrepasan los 5,000 metros. Entre los principales picos tenemos al nevado de Huamanraza (5,303 m.), Rosario (5,148 m.) y Chonta (5,231 m.); ellos alimentan numerosas lagunas como Choclococha y Pacococho. Esta Cordillera es a la vez divisoria de aguas continentales con una vertiente nororiental que se interna hacia la selva, y una vertiente suroccidental que discurre hacia la costa.

La Cordillera Oriental ocupa el extremo nororiental de Huancavelica y comprende cerros más bajos que la Cordillera Occidental. Está compuesta de formaciones geológicas antiguas y ha sufrido igualmente la tectónica que elevó los andes peruanos.

El área de operaciones de la unidad minera de Julcani se encuentra ubicada en un circo glacial donde nacen quebradas afluentes del río

Opamayo. El suelo está constituido por un terreno aluvial y coluvial, producto de la erosión, y el relieve es accidentado en rocas volcánicas terciarias.

Las cumbres llegan hasta 4,800 m.s.n.m. confundándose con la superficie puna. La topografía es el resultado de la glaciación andina que ha formado circos glaciales, la erosión fluvial ha formado valles profundos que llegan a los 3,200 m.s.n.m. El drenaje es dendrítico siendo el principal colector el río Opamayo afluente del río Lircay. (Consultants, 2006)

4.3. CLIMA

El clima del área minera Julcani es frío, con temperaturas entre los 7 y 15°C mientras que hacia los nevados ésta descende a menos de 0°.

La temperatura media horaria en la ciudad de Huancavelica es de 9 a 11°C siendo la máxima de 20.8°C y la mínima de 6°C, con variaciones a lo largo del año. La estación húmeda ocurre entre los meses de noviembre a abril y la estación seca entre los meses de mayo a octubre. Las precipitaciones en la ciudad llegan hasta cerca de 750mm.anuales.

4.4. GEOLOGÍA

4.4.1. GEOLOGÍA REGIONAL

Los recursos mineros de Julcani, perteneciente a Huancavelica, están estrechamente relacionados a su geología, por lo tanto, su estudio y comprensión nos dará una visión más amplia del área minera en estudio.

A. GEOMORFOLOGÍA:

La geomorfología de esta Región está ligada a fallamientos, plegamientos, actividad volcánica y sobre todo a la influencia del medio ambiente y su actividad erosiva que afectan el relieve y forma del suelo. Se distinguen las siguientes unidades geomorfológicas:

Superficie Puna

Representada por una extensa meseta ubicada a altitudes de 4000 a 4500 metros sobre las cuales destacan colinas y cerros que sobrepasan los 5000 msnm. Esta superficie está profundamente disectada por los valles de la vertiente del Pacífico y de la hoya amazónica.

Muchos autores coinciden en que en el lapso comprendido entre el Eoceno y antes del Plioceno se produjo una peniplanización de los Andes cuya superficie estuvo entre los 1000 y 2000 metros, lo que llevó a los Andes a su nivel actual. (Guizado y Landa, 1964).

Valles y quebradas andinos

Comprende los valles interandinos constituidos por los ríos Mantaro, Ichu, Lircay y sus tributarios que se formaron a consecuencia de la erosión de los cursos de agua que nacen en las partes altas de la región. Esta erosión se desarrolló a lo largo de fallas y fracturas que se produjeron por el levantamiento de los Andes

Áreas de glaciares

En muchos lugares de la Cordillera Occidental, especialmente en la Cordillera Chonta, es frecuente la ocurrencia de circos glaciares y morrenas, generalmente sobre los 3700m.

Relieve Cordillerano

Es la unidad geomorfológica más extendida en la Región, se caracteriza por presentar una serie de cerros escarpados cuyas cotas generalmente van desde los 4,800 m de altitud, llegando a sobrepasar los 5,000 metros, como el nevado Citac (5,328 m), el nevado Huamanraza (5,298 m) y el nevado Altar (5,268 m). En esta cordillera destacan también los cerros Huajancalla (5,162 m), Riquillaccasa (5,016 m) y Yahuarcocha (5,038 m).

Laderas

Comprende los declives inmediatos a los relieves cordilleranos y constituye los flancos de los diferentes valles. Presentan diversas pendientes que oscilan entre 40° y 60°, dependiendo de la litología. Ellas forman las cabeceras de los ríos Pisco, Ica y Río Grande.

Mesetas volcánicas

Presenta una superficie sub horizontal debido a vastas coladas de lavas y material piroclástico con una pendiente de 5 a 10°. Ocurren en la sierra y también en la costa como los formados por los tufos Sencca en el sector suroeste de Santiago de Chocorvos. A diferencia de la superficie Puna, estas mesetas tienen un control litológico.

Valles costeros

Áreas estrechas formadas por los valles que bajan de las altas laderas andinas a la costa como el valle de Huaytará y Andamarca.

Frente Occidental andino

Comprende las primeras estribaciones de la Cordillera Occidental de los Andes, se han desarrollado mayormente en rocas del Batolito, muestran paredes empinadas y paisaje desértico.

LEYENDA MAPA GEOLÓGICO DE HUANCAVELICA

EDAD m.a	ERATEMA	SISTEMA	SERIE	SIMBOLOS	UNIDADES SEDIMENTARIAS, VOLCÁNICAS Y METAMÓRFICAS		UNIDADES INTRUSIVAS		
					COSTA	REGIÓN ANDINA CORDILLERA OCCIDENTAL Y CORD. ORIENTAL			
0.01	CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENO	Qh c		Depósitos aluviales, morenas, glacio fluviales, lacustrinos, travertinos			
1.6			PLEISTOCENO						
23.3		NEÓGENO	PLIOCENO		Np v vs		Formación Sencca, Barroso, Huando, Rumihuasi, Portuguesa, Auquivilca	N an-t	Párfidos y subvolcánicos riolíticos, traquíticos
				MIOCENO	S	Nm	Santa Bárbara,		
			M		Fm. Julcani, Apacheta, Caudalosa, Pocota				
			I	v vs	Fm. Castrovireyna, Rumichaca	P te/gd an-t	Cuerpos subvolcánicos e intrusivos menores		
36.5		PALEOGENO	CENOGENO		PN vs	Formación Sacsaquero	Formación Sacsaquero		
				EOCENO	Pe m vs	Formación Tantará	Formación Tantará		
			PALEOCENO		KsP c	Formación Casapalca	Formación Casapalca		
95		CRETACEO	SUPERIOR		Kis m vs	Formación Pariatambo	Formaciones Jumasha, Chúlec, Pariatambo	Ks-mzgr/gdl	S.U. Tiabaya
						Formación Copara			
	INFERIOR		Ki m mc c	Grupos Goyllarisquizga	Formación Parlahuanca	Ks-gd/te	S.U. Incahuasi y Pampahuasi		
					Grupos Goyllarisquizga	Grupos Goyllarisquizga	Ki-mzgr/gr	Super Unidad Linga	
137	MESOZOICA	JURÁSICO	SUPERIOR	JsKi m vs	Grupo Yura	Grupo Yura Fm. Guaneros (equivalente)	Ki-an/da	Bella Unión	
			MEDIO	Jm m		Formación Chunumayo			
			INFERIOR						
250	PALEOZOICA	TRÁSICO	SUPERIOR	TsJi m		Grupo Pucará			
		PERMIANO	SUPERIOR	Ps c		Grupo Mitu	PT mzg/gr	Plutones tarderálicos San Ramón	
			INFERIOR						
		CARBONIFERO	SUPERIOR	CsP m		Grupo Tarma, Copacabana			
			INFERIOR	Ci c		Grupo Ambo			
		DEVONIANO	SUPERIOR	D m		Grupo Excelsior, cabanillas			
			MEDIO						
		SUBIRIANO	SUPERIOR	SD ms		Grupo Excelsior, Ananea			
			INFERIOR						
510	ORDOVICIANO				Formación Excelsior, Contaya y paleozoicas no identificadas	Pali-ms			
570	CAMBRIANO								
1000	NEOPROTEROZOICO			PeA eigr	Complejo Marañón				

Figura N° 2: Leyenda del Mapa Geológico

Fuente: INGEMMET

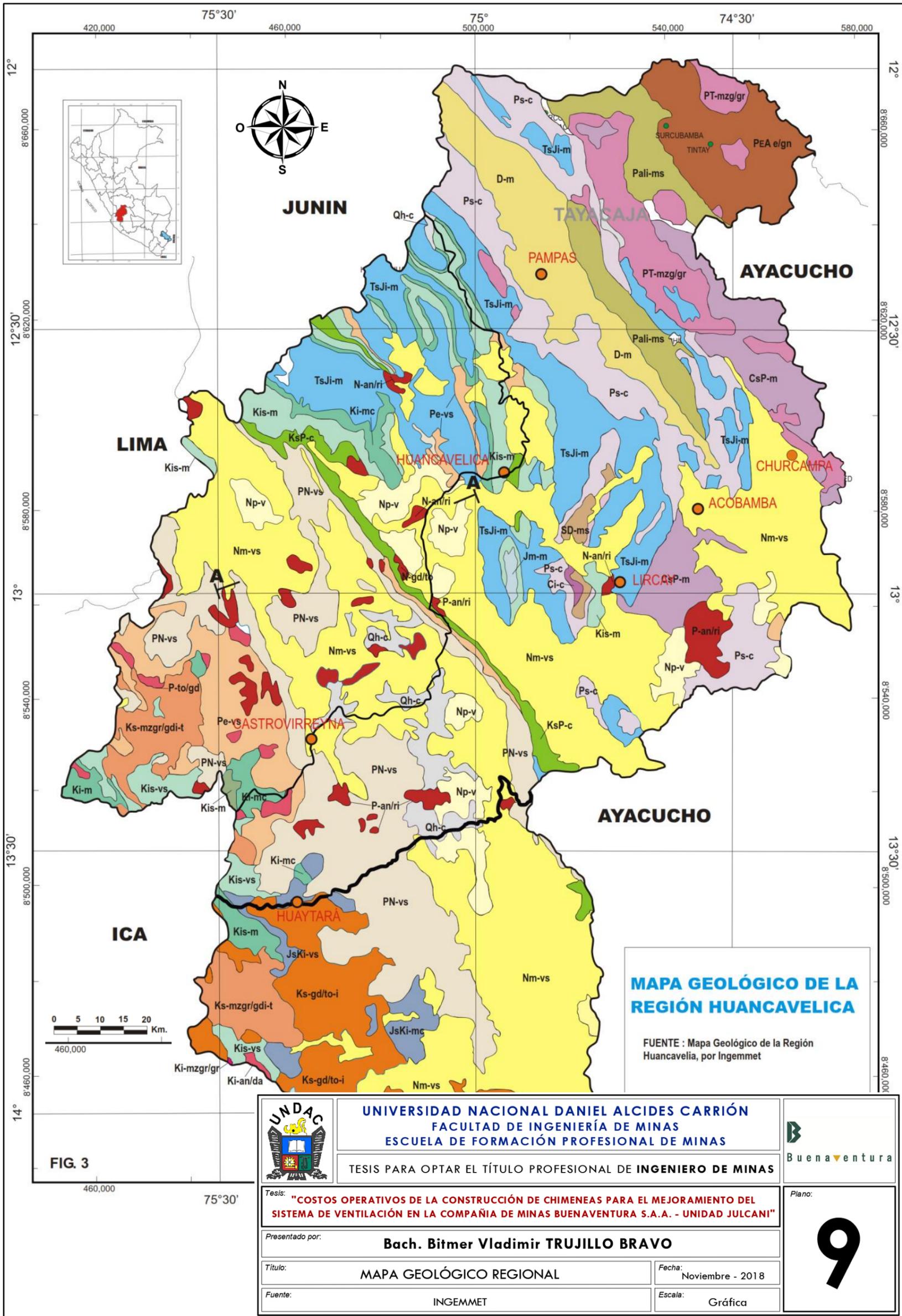


FIG. 3

	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS		
	TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS		
Tesis: "COSTOS OPERATIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA COMPAÑIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. - UNIDAD JULCANI"			
Presentado por: Bach. Bitmer Vladimir TRUJILLO BRAVO			
Título: MAPA GEOLÓGICO REGIONAL		Fecha: Noviembre - 2018	
Fuente: INGEMMET		Escala: Gráfica	
			Plano: 9

Plano N° 9: Mapa Geológico Regional

B. ESTRATIGRAFÍA

En Huancavelica ocurren formaciones y grupos estratigráficos que pertenecen tanto a la Cordillera Occidental, así como a la Cordillera Oriental; ellos han sido depositados durante el Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico.

La presente descripción está basada en el Plano Geológico de la Región (Ver Plano N° 9), en la descripción geológica de los cuadrángulos de Huachocolpa, Huancavelica, Pampas, Santiago de Chocorvos, Paras, Castrovirreyna y Conaica, todos ellos a escala uno en cien mil y preparados por diferentes geólogos del Ingemmet. Adicionalmente contempla varios trabajos preparados por distinguidos geólogos como Megard, F.; Noble, D.; McKee, E., especialmente en lo que se refiere a dataciones radiométricas de las rocas volcánicas terciarias.

PRECAMBRIANO

Hacia el norte y noreste del departamento Huancavelica, en la hoja de Pampas, aflora un conjunto de rocas metamórficas constituido por esquistos sericíticos, cloritosos, talcosos, gneis y anfibolitas; ellas muestran semejanza con las rocas precámbricas del macizo Huaytapallana.

PALEOZOICO

GRUPO EXCELSIOR

Comprende lutitas grises oscuras finamente estratificadas y areniscas que afloran en grandes fajas de varias decenas de kilómetros de largo y 5 a 20 km de ancho; ellas muestran una fuerte similitud y son correlacionables con la Serie Excelsior descrita por McLaughlin (1925) en el Perú Central. Las rocas se encuentran fuertemente deformada en pliegues sinclinales y anticlinales de orientación NO. Su edad para juzgar por la fauna encontrada en lugares cercanos se le ha atribuido una edad Paleozoico inferior hasta Devoniano inferior.

GRUPO AMBO

Comprende una secuencia de conglomerados y areniscas que sobreyace a la secuencia de turbiditas del Grupo Excelsior. Se le correlaciona con unidades similares entre Tarma y Huánuco asignándole una edad Carbonífero inferior. Aparece a lo largo del río Opamayo (Huachocolpa) en forma de lomadas moderadas, al sur de la mina Julcani (Morche, 1996).

GRUPOS TARMA Y COPACABANA INDIFERENCIADOS

Es una secuencia que subyace al Grupo Mitu y volcánicos del Neógeno e infrayace a la secuencia continental del Grupo Ambo. Comprende estratos delgados de lutitas, areniscas y calizas en capas

medias a delgadas Las lutitas de color negruzco muestran restos carbonosos mientras que la gris azulada muestra bancos nodulosos calcáreos (Morche., 1996). Su edad se extiende entre el Carbonífero y el Permiano inferior.

GRUPO MITU

Es ampliamente conocido en la Cordillera Oriental, su denominación proviene del estudio geológico de Mc Laughlin (1924) en Cerro de Pasco, en la localidad de Mitu. Está constituido principalmente por secuencias de conglomerados, areniscas y lutitas conocidas como Capas Rojas, y de un volcanismo alcalino en una zona de hundimiento cortical. Este Grupo sobreyace en discordancia erosiva a las rocas metaforizadas y plegadas del Grupo Excelsior y del Paleozoico superior (Ambo, Tarma. Copacabana) y está cubierto por las calizas del Grupo Pucará. Su edad es considerada del Permiano superior.

MESOZOICO

GRUPO PUCARÁ

Secuencia calcárea de amplia distribución en la Cordillera Occidental de los Andes que ha sido descrita y estudiada por diferentes autores especialmente en los departamentos de Pasco y Junín, entre ellos, Megard (1968), Westermann et al (1980), Rosas (1994). Comprende 3 formaciones denominadas Chambará, Aramachay y Condorsinga.

Formación Chambará: Constituye la base del Grupo Pucará y aflora bien expuesta en el valle de Lircay. Está compuesta de calizas y areniscas en partes bituminosas, que muchas veces contienen abundante chert. Muestra intercalaciones volcánicas del tipo lavas basálticas y escasas andesitas, así como algunos horizontes de cenizas volcánicas alteradas. Por su contenido fosilífero se le ha asignado una edad Noriano del Triásico superior.

Formación Aramachay: Está compuesta de lutitas, margas, areniscas calcáreas y calizas bituminosas de coloración gris oscura, que yacen sobre la formación Chambará en forma concordante.

Formación Condorsinga: Está constituida de calizas grises y calizas claras con nódulos de chert. Es la formación generalmente más gruesa, sobre los 400m.

Formación Chunumayo: Aflora sobre la secuencia del Grupo Pucará e infrayace a la formación Goyllarisquizga, comprende estratos de caliza micrítica y calizas de grano medio a fino hacia la base pasando a horizontes margosos con intercalaciones de lutita hacia el techo. Su edad es del Jurásico medio.

GRUPO GOYLLARISQUIZGA

Está compuesto de una secuencia sedimentaria continental en la que se puede distinguir tres miembros (Morche, 1996). El miembro superior está constituido por areniscas marrones, limoarcillitas y algunos horizontes carboníferos. El miembro medio por su parte

contiene areniscas blanquecinas cuarzosas mientras que el miembro superior comprende lutitas alternadas con areniscas de colores amarillentos, violáceas y rojizas. Este Grupo por la posición estratigráfica que ocupa tiene una edad Necomiano del Cretácico inferior.

FORMACIÓN CHAYLLACATANA.

Secuencia volcánica compuesta por derrames de lavas basálticas interestratificadas con areniscas amarillentas rojizas, que sobreyacen concordantemente a las areniscas del Grupo Goyllarisquizga e infrayace a la secuencia calcárea de la Formación Chúlec.

FORMACIÓN CHÚLEC

Contiene lutitas calcáreas en la base pasando hacia arriba a margas interestratificadas con horizontes de calizas delgadas con una coloración amarillenta. Sobreyace a las areniscas del Grupo Goyllarisquizga y a los volcánicos de la Formación Chayllacatana, por lo que su edad es albiana, confirmada además por su fauna fosilífera. Los estratos margosos de la unidad inferior son importantes receptores de la mineralización de mercurio como los que se formaron en Botija Punco (Fernández Concha, 1952).

FORMACIÓN PARIATAMBO

Contiene sectores netamente calcáreos, así como algunos arenosos, testigo del cambio lateral de facies. Las calizas son monótonas de

color gris azulados y sobreyacen a la Formación Chúlec mientras que las unidades arenosas muestran también limo arcillitas calcáreas. Su edad es Albiano superior.

CENOZOICO y TERCIARIO

FORMACIÓN CASAPALCA

Importante formación en los Andes centrales que se extiende como una franja continua desde Casapalca, pasa por Huancavelica y se extiende al sur, tal como fue descrita por Mc Laughlin en 1924. Se trata de una secuencia de sedimentos continentales molásicos conformada por lutitas rojas intercaladas con conglomerados, areniscas rojizas, y subordinadamente, también vulcanitas, yeso y carbonatos. Esta formación sobreyace a la Formación Chúlec y es a su vez cubierta discordantemente por la Formación Tantará, por lo que su edad sería del Cretáceo-Paleoceno. Otros geólogos le asignan una edad más reciente, hasta el Oligoceno y Mioceno.

FORMACIÓN TANTARÁ.

Es una unidad volcánica compuesta de derrames lávicos basálticos con intercalaciones de piroclásticos que sobreyace a la Formación Casapalca e infrayace concordantemente con la Formación Sacsaquero, ambas son afectadas por la fase de deformación Incaica. Su edad a partir de dataciones radiométricas ha sido calculada en 41 m.a por Noble et al. (1979) y Mc Kee & Noble (1982)

FORMACIÓN SACSAQUERO.

Secuencia vulcano-sedimentaria que tiene su mejor exposición en la localidad del mismo nombre en el cuadrángulo de Castrovirreyna. La base presenta un facie piroclástica con algunos horizontes de caliza que cambia hacia el techo a lavas andesíticas y flujos brechoides. Es aparentemente concordante a los volcánicos de la Formación Tantará y discordante a las calizas del Grupo Pucará, así como a las capas rojas de la Formación Casapalca. Subyace en discordancia angular a la secuencia vulcano-sedimentaria de la Formación Castrovirreyna del Mioceno Inferior. Dataciones radiométricas efectuadas por Noble et al (1974) y Mc Kee & Noble (1982) dieron edades de 40 m.a, por lo que se le atribuye una edad geológica Eoceno superior-Oligoceno. Esta formación, así como la Formación Tantará son correlacionables con los miembros inferiores del Grupo Callipuy.

FORMACIÓN CASTROVIRREYNA.

Es una formación vulcano-sedimentaria al este de Castrovirreyna **(Salazar y Landa, 1993)** con un grosor de 200 metros. Consiste en ignimbritas intercaladas con areniscas arcillosas, tobas, algunos horizontes de caliza, lutitas y tobas soldadas hacia el techo. El límite inferior de esta formación está marcado por una discordancia angular sobre la secuencia brechoide piroclástica de la formación Sacsaquero mientras que su techo está cubierto discordantemente por derrames de lavas y brechas de la Formación Caudalosa. Las dataciones

radiométricas de Noble et al. (1974) y Mc Kee & Noble (1982) dan edades de 21 a 22 m.a, lo que permite ubicarla a fines del Oligoceno y principios de Mioceno. Es coetánea con la Formación Rumichaca.

FORMACIÓN RUMICHACA.

Es una unidad volcánico-sedimentaria que aflora en la localidad de Rumichaca en el cuadrángulo de Huancavelica donde presenta en su base sedimentos lacustres, tobas, derrames lávicos basálticos y flujos piroclásticos interestratificados con capas de travertino de 10 a 20 metros de grosor. Hacia el techo muestra clastos subredondeados dentro de una matriz arcillosa. Se considera que su edad es Mioceno inferior en base a dataciones radiométricas realizadas por Mc Kee y Noble, D. en 1982, que arrojaron valores de 22.5 m. a para las tobas del miembro inferior, indicando que es coetánea con la Formación Castrovirreyna hacia el oeste.

Formación Caudalosa: Comprende un conjunto de rocas volcánicas lávicas andesíticas y flujos de brecha con algunas intercalaciones de piroclastos los que ocurren en los alrededores de la mina Caudalosa, en el cuadrángulo de Castrovirreyna (Salazar y Landa, 1993). Una de las primeras unidades volcánicas de este grupo son las ignimbritas que ocurren al norte de la Laguna Choclococha, datadas en 12-14 m.a según Mc Kee & Noble (1982) e interpretadas como miembro inferior de la Formación Caudalosa.

Formación Julcani: Es una secuencia volcánica que ocurre en los alrededores del asiento Julcani y comprende una agrupación de centros volcánicos dacíticos a riodacíticos de orientación ONO-ESE, cubriendo una superficie de 40 km² (Petersen, U., 1977; Noble, D. y Silberman, M., 1984). Estos volcánicos se han datado en 10.4 m. a y sería en cierto modo coetáneos con la fase de deformación quechua II ocurrida entre 9 a 10 m.a (Megard, 1984).

Formación Apacheta (Domos de Lava): Es una formación que forma una cadena de centros volcánicos de orientación andina cuyo emplazamiento parece estar relacionado a estructuras tectónicas regionales como el alineamiento Chonta y fallas transversales. Su fase inicial es de carácter explosivo con piroclastos, ignimbritas y lahar seguidas de derrames de lavas intercalados con piroclastos que han sufrido localmente una intensa alteración hidrotermal y ha causado la mineralización del distrito minero de Huachocolpa. Su edad establecida por dataciones radiométricas es de 8 a 10 ma, según Noble (1972) y Mc Kee (1975). Presenta una edad similar a Julcani.

Formación Huanta: Consiste en una secuencia de lutitas, areniscas y conglomerados con un espesor de 30 metros que ocurren al sureste de cuadrángulo de Huancavelica. Constituye una serie de Capas Rojas que se extiende al cuadrángulo de Huanta.

Formación Acobamba: Aflora en las inmediaciones del pueblo de Acobamba donde llega a tener un espesor de hasta 200m. Se trata de una secuencia continental compuesta de areniscas, lutitas y conglomerados. Esta formación infrayace a la Formación Rumihuasi y se le considera de una edad equivalente a la Formación Huanta.

Formación Santa Bárbara: Comprende a un gran complejo de centros volcánicos ubicado al sur de la ciudad de Huancavelica. En su base se distingue una gruesa secuencia de 8m de espesor de tobas con lapilli e ignimbritas mientras que la secuencia superior muestra lavas columnares andesíticas y basálticas alternadas con algunos horizontes de piroclastos. Muestra contactos discordantes con las rocas del Grupo Mitu, Grupo Pucará y la Formación Caudalosa. Su edad ha sido datada entre 6 a 8 m.a por Mc Kee et al (1986), posiblemente coetánea con la fase tectónica quechua III datada entre 5 a 7 m.a (**Megard, 1884**).

Formación Chahuarma: Es un complejo de centros volcánicos de forma circular de más de 15 km de diámetro, bien expuesto en el cuadrángulo de Huachocolpa, y consiste en rocas piroclásticas, tobas, y lavas andesíticas. Algunas dataciones radiométricas indican una edad de 7 m.a (Megard, 1884).

Formación Rumihuasi: Es una formación compuesta de piroclastos y tobas que ocurren en la hacienda Rumihuasi donde su espesor varía entre 50 y 80 metros y sobreyace a la Formación Acobamba. Su edad

a juzgar por las dataciones radiométricas de Mégard (1984) es de 4.9 m.a.

Formación Portuguesa: Muestra derrames y brechas andesíticas, dacíticas y domos riódacíticos los que afloran en el nevado Portuguesa. Su edad está entre los 2 y 4 m.a según las dataciones de Noble (1976).

FORMACIÓN AUQUIVILCA

Está compuesta de sedimentos piroclásticos lacustres, arcillas rojizas, areniscas y limo arcillitas. Sobreyace a las formaciones Caudalosa y Castrovirreyna y subyace a los derrames andesíticos subhorizontales de la Formación Astobamba. Su edad sería del Mioceno superior

FORMACIÓN ASTOBAMBA

Es una secuencia de lavas del tipo andesitas, basaltos y riolitas alternadas con piroclastos que cubre a la formación Auquivilca. Por su posición estratigráfica y en base a una edad radiométrica se le ha asignado una edad de 3.5 m.a.

CUATERNARIO

En la Región Huancavelica existen depósitos fluvio-glaciales, aluviales, travertino y sinter. En lo alto de la Cordillera Occidental existen depósitos de morrenas laterales y frontales. En los flancos y

los valles de los ríos y riachuelos existen terrazas aluviales de grosor y dimensión variables. En algunos lugares como al sur de Huachocolpa existen terrazas de travertinos y sinter que se forman a partir de manantiales de aguas termales.

C. ROCAS INTRUSIVAS

En la Región de Huancavelica afloran rocas intrusivas de diversas edades, composición y tamaño. Los afloramientos más extensos están localizados en la Cordillera Oriental, al norte del departamento donde los stocks de edad permiana a triásica cortan una secuencia de rocas paleozoicas.

Los cuerpos intrusivos llegan a tener dimensiones batolíticas como el batolito de Villa Azul de 50 km. de largo por 5 a 12 km. de ancho el cual ocurre en la parte central del cuadrángulo de Pampas, entre el pueblo de San Antonio por el norte y el límite con el cuadrángulo de Huancavelica por el sur. Este batolito muestra un alineamiento de dirección NO-SE y muestran una composición granítica; en forma subordinada ocurren rocas dioríticas y dacíticas **(Guizado, 1964)**.

Otro grupo importantes de rocas intrusivas ocurren al sur de la Región de Huancavelica, donde afloran varias superunidades del Batolito de la Costa, entre ellas Tiabaya, Incahuasi, Pampahuasi y Linga, ubicadas en el Segmento Arequipa (Pitcher, 1977). Las rocas de esta sección del Batolito ocurren entre alturas que van desde los 1,500 a 4,500 metros.

La edad de las intrusiones ha sido determinada por dataciones radiométricas que han arrojado 96 m.a para la Superunidad Linga, entre 90 y 94 para la Superunidad Incahuasi y 77 m.a para la Superunidad Tiabaya (Moore, 1979). Las rocas presentes son variables: granitos, dioritas, monzogranodioritas, tonalitas, granodioritas, entre otras.

Hacia el extremo sur de la Región aparecen algunos afloramientos pequeños que pertenecen al Complejo Bella Unión del Cretáceo inferior.

Acompañando a la secuencia volcánica terciaria ocurren numerosos cuerpos subvolcánicos de extensión reducida que están distribuidos en gran parte de la Región Huancavelica. Son mayormente de edad miocénica y pliocénica y comprenden monzonitas, dioritas, dacitas, riódacitas, riolitas, entre otros. Estos cuerpos se disponen por lo general siguiendo corredores o lineamientos estructurales como el corredor Tinyaclla-Marta que encierra varios stocks de dioríticas porfíricas a lo largo de 25 kms. Las dioritas en contacto con calizas forman cuerpos mineralizados de skarn.

D. TECTÓNICA Y SEDIMENTACIÓN

En esta Región las rocas han sido afectadas por la orogenia Hercínica y Andina, de tal modo que las estructuras geológicas presentes están relacionadas a los procesos tectónicos de ambas

orogénesis. La orogenia Hercínica comprende 2 fases denominadas: Eohercínica y Tardihercínica.

La fase Eohercínica se produjo al final del Devoniano y afectó a las rocas del Grupo Excelsior del Paleozoico inferior, mientras que la fase Tardihercínica ha afectado a las rocas del Grupo Ambo, Tarma y Copacabana del Paleozoico superior.

Esta última fase ha dado lugar a las molasas del Grupo Mitu, al emplazamiento de grandes masas batolíticas como el batolito Villa Azul y a la aparición rocas basálticas, que afloran al noreste de la Región. Esta fase se produjo entre el Permiano superior y el Triásico inferior tal como sucede en otras partes de la Cordillera Oriental. Las rocas son predominantemente alcalinas por lo que se infiere una contaminación cortical.

La segunda gran orogenia denominada Andina ocurre igualmente en varias fases. La principal, denominada Fase Peruana, ocurre entre fines del Cretáceo y el Terciario inferior, produjo el plegamiento y fallamiento de las rocas más antiguas como los grupos Pucará, Goyllarisquizga, las formaciones Chunumayo y Chúlec, entre otros. Producto de esta fase se depositó la formación continental de capas rojas denominada Casapalca que sobreyace discordantemente a los sedimentos marinos del Cretáceo.

La fase peruana de deformación produjo el levantamiento generalizado de los Andes, un plegamiento amplio de grandes

dimensiones y un fallamiento en bloques que dio lugar al desarrollo de cuencas intramontañosas.

Una segunda fase de deformación andina, conocida como Inca, separa discordantemente a las rocas volcánico-sedimentarias oligo-miocénicas (tales como formaciones Tantará, Sacsaquero, Castrovirreyna, Rumichaca,) de las Capas Rojas infra yacentes de la Formación Casapalca. Este evento compresivo se produjo en el Eoceno superior.

La tercera fase de deformación es conocida como fase quechua y comprende cuando menos tres subfases que van del Mioceno medio al Plioceno. Estas subfases son conocidas como Quechua I, II y III y han sido estudiadas en el Perú central por Noble (1972,1974), Soulas (1975) y Megard (1984).

Tabla N° 3: Estratigrafía del Cenozoico y Fases Tectónicas

ESTRATIGRAFÍA DEL CENOZOICO Y FASES				
Estratigrafía			Tectónica	
Unidad	Edad	Composición	Fase	Movimiento
	Cuaternario	Morrenas, huacos, fluvioglaciales		
Fm. Atunsulla	2.4 m.a	Tobas, ignimbritas		Compresión
Fm. Astobamba	3.5 m.a Plioceno	Lavas de basalto, dacitas y tobas. Domos, estratovolcanes, mesetas		
Fm. Portuguesa	3.6 – 2 m.a	Derrames de brechas andesíticas, dacíticas y domos riódacíticos		
Fm. Rumihuasi, Auquivilca	4.9 m.a Mioceno Sup.	Tobas, ignimbritas		
Fm. Santa Bárbara, Chaguarma	7 m.a	Tobas riódacíticas, lavas intermedias a ácidas, diques, pórfidos. Estratovolcanes		
	7-5 m.a	Discordancia	Quechua 3	Compresión E-O
Fm. Julcani Apacheta Fm. Domos de Lava	10-8 m.a	Lavas, brechas, flujos piroclásticos. Estratovolcanes		
	10-9 m.a	Discordancia angular(¿)	Quechua 2	Compresión N-S
Fm. Acobamba		Capas rojas: lutitas, areniscas, conglomerados		
Fm. Huanta	10-12 m.a.	Capas rojas: lutitas, areniscas, conglomerados		
Fm. Caudalosa	13-12 m.a Mioceno medio	Tobas, lavas, brechas. Domos dacíticos, estratovolcanes		
	19-14 m.a	Discordancia angular	Quechua 1	Compresión NO-SE
Fm. Castrovirreyna Fm. Rumichaca	25-21 m.a	Sedimentos clásticos y calcáreos, con piroclastos, tobas		
	30 (?)	Discordancia	Quechua 0	Compresión NO-SE
Fm. Sacsaquero	40 m.a Eoceno-Oligoceno	Piroclásticos, brechas, tobas. Domos		
		Discordancia	Incaica 2	Compresión NO-SE
Fm. Tantará	41 m.a. Eoceno	Lavas y brechas andesíticas		
		Discordancia	Incaica 1	Compresión
Fm. Casapalca	Cretáceo a Paleoceno	Capas rojas molásicas, yeso, cal		
		Discordancia angular	Peruana	Compresión

Fuente: Actualizado de Morche 1996

E. METALOGENIA

En la Región Huancavelica ocurre una variedad significativa de depósitos minerales que cubren prácticamente todo el territorio. La ocurrencia de tales yacimientos está estrechamente ligada a la geología y a su evolución, es decir, al desarrollo de las cuencas sedimentarias, a los ciclos orogénicos, a las pulsaciones magmáticas y a los eventos tectónicos.

El estudio y la comprensión de estos procesos es lo que constituye la metalogenia, la cual es una herramienta poderosa en la exploración regional y en la definición del potencial de la Región Huancavelica.

La Región de Huancavelica por sus depósitos de Hg, Ag y Au así como por los depósitos polimetálicos en la Cordillera Occidental, han sido siempre mencionados en los estudios sobre la metalogenia del Perú como los realizados por Bellido en 1969, Ponzoni en 1982, Soler en 1986, Cardozo y Cedillo 1990, Steinmuller en 1999, entre otros.

En Huancavelica el grueso de la mineralización metálica está ligado a la actividad magmática, tectónica y metalogenética del Arco Magmático Principal de naturaleza calcoalcalino subyacente a la actual Cordillera Occidental. Relacionado a la Cordillera Oriental, existe una escasa mineralización relacionada a un magmatismo peralcalino con una contaminación cortical. La Cordillera Occidental Meso-cenozoico corresponde al ciclo orogénico Andino mientras que

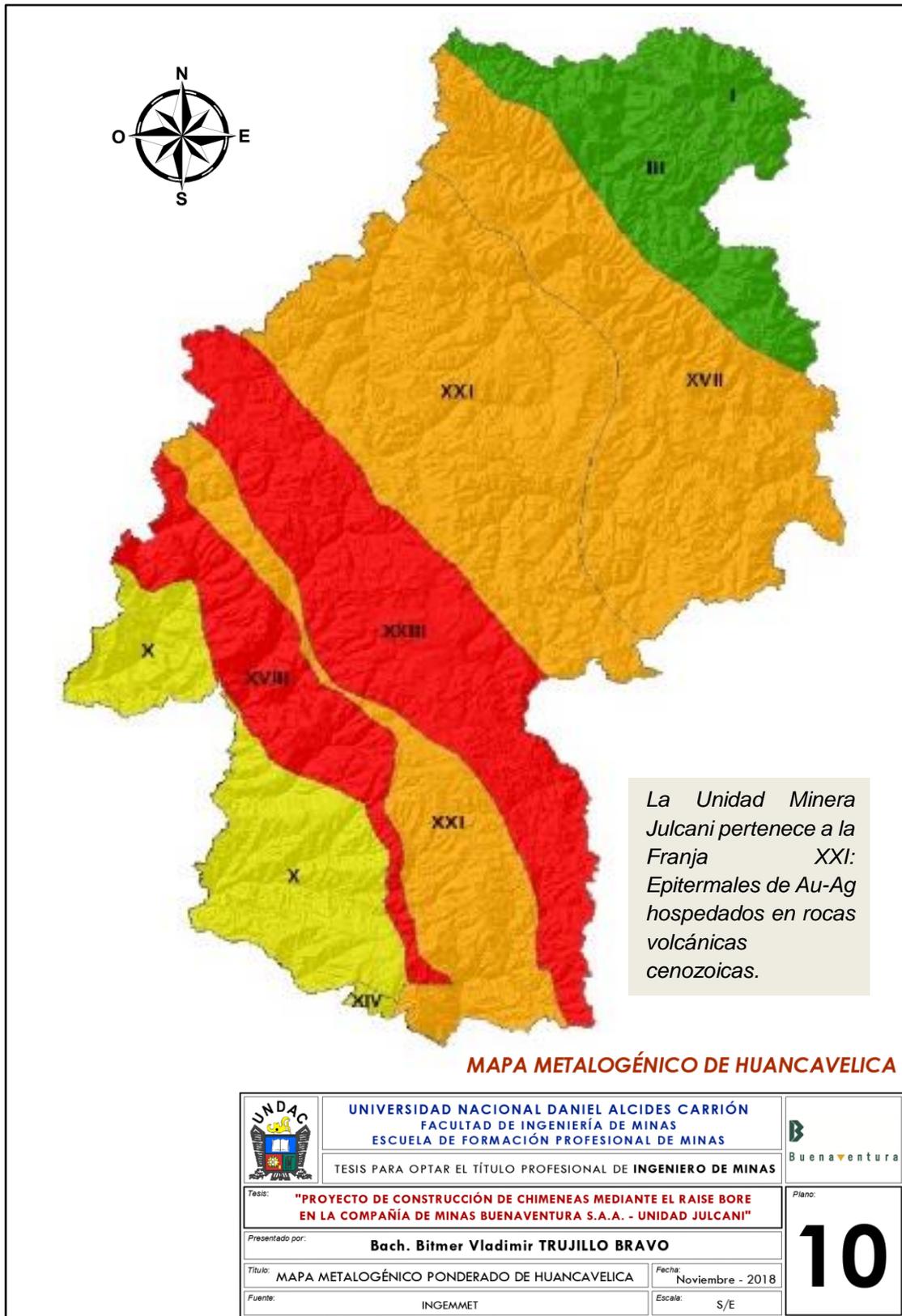
la Cordillera Oriental corresponde al ciclo orogénico Paleozoico Hercínico.

La evolución de la metalogenia a través del Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico ha sido como sigue:

Tabla N° 4: Eventos de la Metalogenia en Huancavelica

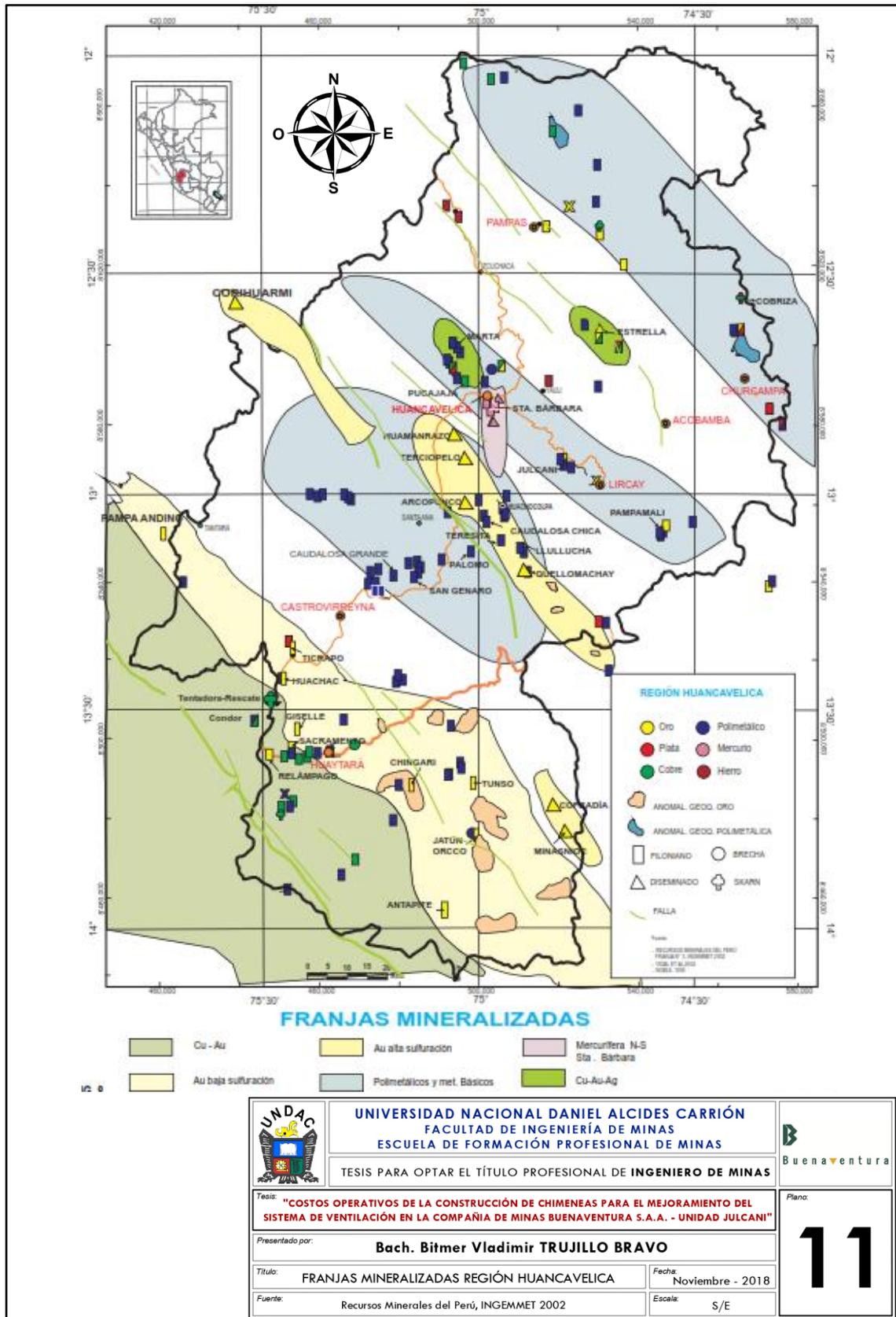
EVENTOS DE LA METALOGENIA EN CORD. OCCIDENTAL Y ORIENTAL EN HUANCÁVELICA	
CORD. OCCIDENTAL ARCO PRINCIPAL	CORDILLERA ORIENTAL ARCO INTERNO
	<p>PALEOZOICO</p> <p>* SKARN Cu-Ag EN PIZARRAS Y CALIZAS DEL PALEOZOICO SUPERIOR - Skarn Cobriza</p>
MESOZOICO	MESOZOICO
<p>CENOZOICO</p> <p>* MINERALIZACIÓN BAJA SULFURACIÓN CON ORO DEL OLIGOCENO – MIOCENO, (26 Ma.) - Mina Antapite - Prospectos Pampa Andino, Carmencita</p> <p>* MINERALIZACIÓN BAJA SULFURACIÓN CON ORO DEL MIOCENO, (17 Ma.). - Prospectos Jatun Orcco, Accocancha, Tunso, Chingari</p> <p>* MINERALIZACIÓN POLIMETÁLICA Y METALES PRECIOSOS DEL MIOCENO MEDIO A TARDÍO (12 – 6 Ma) - Julcani - Huachocolpa - Castrovirreyna - Otros</p> <p>* MINERALIZACIÓN ALTA SULFURACIÓN DE METALES PRECIOSOS DEL MIOCENO MEDIO A TARDÍO) - Prospectos Cofradía, Minasnioc, Huamanrazo Terciopelo, Arcopunco, Quellomachay</p> <p>* DEPÓSITOS DE MERCURIO y COBRE CON ORO DEL MIOCENO TARDÍO) - Minas de Mercurio Santa Bárbara (7.5 – 3.3 Ma) - Depósito Tinllacla y Pucajaja : Skarn y brechas con Cu (5 Ma)</p>	CENOZOICO

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.



Plano N° 10: Mapa Metalogénico Ponderado del departamento de Huancavelica

Fuente: Gobierno Regional de Huancavelica. Sub Modelo de Valor Productivo de Recursos no Renovables



Plano N° 11: Franjas Mineralizadas Región Huancavelica

4.4.2. GEOLOGÍA LOCAL

El yacimiento de Julcani es un sistema de vetas polimetálicas de alta sulfidización, alojado en un complejo volcánico terciario que se extiende sobre una secuencia de rocas sedimentarias y metamórficas devónicas a cretácicas.

La mineralización polimetálica (Ag-Pb-Bi-Cu-W) existente en Julcani ocurrió en forma simultánea a la actividad eruptiva y subvolcánica durante la evolución del CVJ. La mineralización está principalmente confinada a la secuencia volcánica miocena. Sin embargo, la asociación Pb-Zn-Ag también ocurre en el grupo Pucará subyacente y en las rocas del grupo Excelsior. (Consultants, 2006)

Más del 80% de la mineralización económica de Julcani ocurre a lo largo de cuatro lineamientos estructurales principales, con orientación NO-SE:

- Mimosa - Tentadora - Herminia.
- Estela Serranita - María.
- Jimena - Mery - Margarita.
- Manto - Rita.

En el área afloran pizarras y areniscas del Grupo Excelsior las que se encuentran cubiertas en discordancia por rocas sedimentarias clásticas y calizas así como por una secuencia de capas rojas del Grupo Mitu. Esta secuencia continental infrayace a las calizas del grupo Pucará y a la Formación Chúlec.

En el Cenozoico ocurren 2 grupos de rocas volcánicas y sedimentarias : El Grupo Rumichaca compuesto de basaltos, andesitas, tufos riolíticos, conglomerados, calizas, pizarras rojizas cuya edad es de 22 Ma., y el Centro Volcánico Julcani compuesto de rocas piroclásticas, lavas, domos y diques de 10 Ma..

La mineralización está emplazada y relacionada genéticamente al centro volcánico Julcani el cual comprende una agrupación de centros volcánicos dacíticos a riodacíticos de orientación ONO-ESE, compuestos de rocas piroclásticas, lavas, domos endógenos y diques **(Petersen, 1977; Noble, D. y Silberman, M, 1984)**. Estos volcánicos se han datado en 10.4 m.a y sería en cierto modo coetáneos con la fase de deformación Quechua II ocurrida entre 9 a 10 m.a **(Megard, 1884)**.

Es un depósito epigenético, de rellenos de fracturas con una mineralización compleja de Ag, Pb, Bi, Cu y W. La mayoría de las minas de este distrito minero se encuentran dentro de una secuencia volcánica miocénica compuestas de dacitas, riolitas y piroclastos, entre ellas tenemos las minas Herminia, Mimosa, Sacramento, Estela, Tentadora, Nuestra Señora del Carmen, Rita, Achillia, Manto y Condoray. La segunda zona mineralizada se encuentra en filitas del Grupo Excelsior, donde se encuentran las minas Pucará, Bernabé y Contaglapampa.

La mineralización se presenta como relleno de fracturas las que muestran un relleno polifásico y un zonamiento tanto horizontal como vertical como sucede en la mina Julcani. Las vetas tienen un rumbo predominante N30-70°O, buzan al sur y tienen una potencia que va entre 0.5 y 2 metros. Ellas muestran una mineralogía variada que comprende andorita, argentita, bismutinita, bornita, boulangierita, calcopirita, enargita, esfalerita, estibina y galena, como ganga se presentan ankerita, baritina, calcita, caolín, feldespatos, pirita, marcasita, rejalgar, oropimente y arsenopirita.

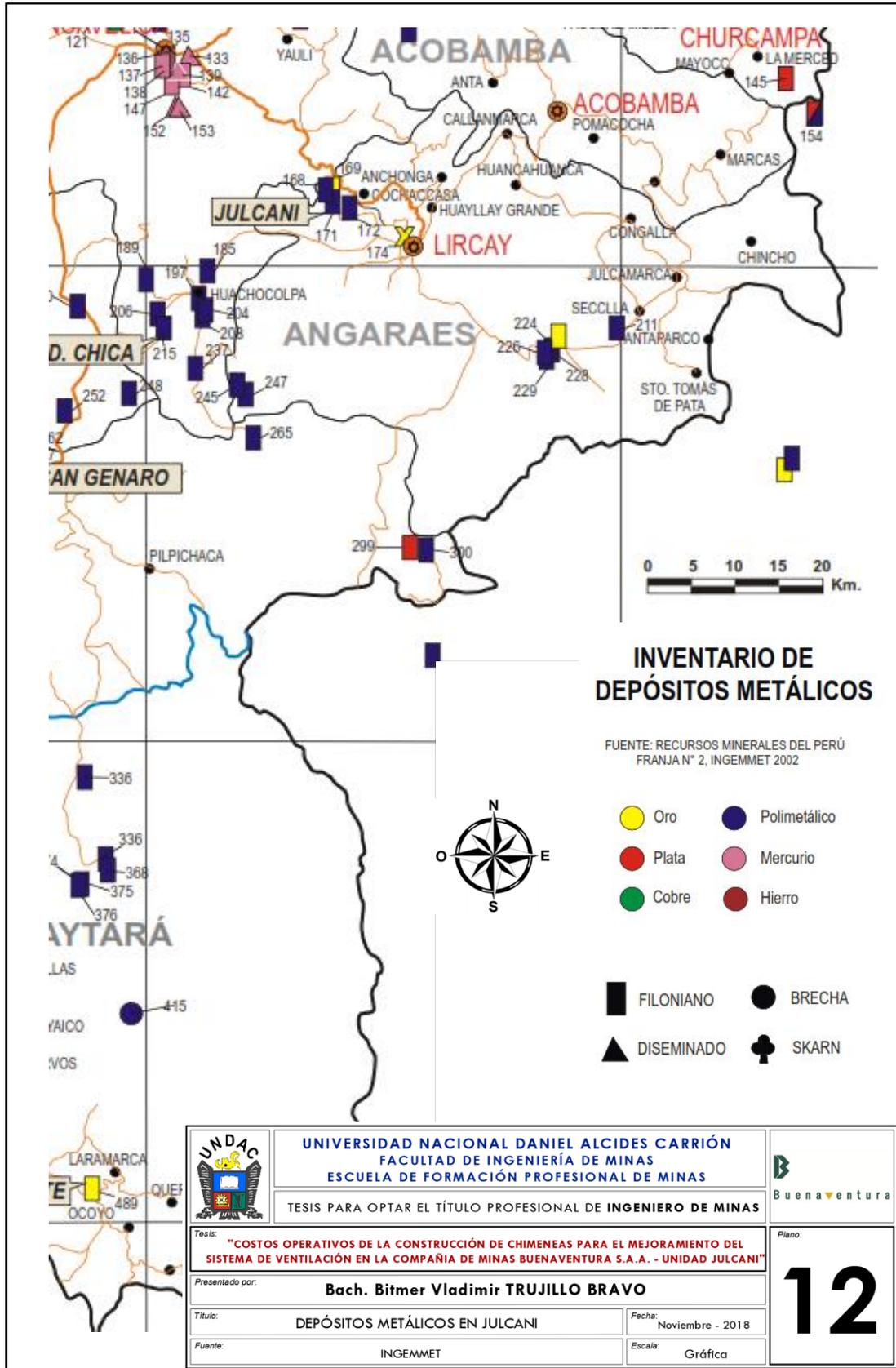
En la veta Mimosa el contenido de Sb y Ag de la tetrahedrita/tennantita aumenta hacia superficie. En Estela existe una mineralización primaria de pirita-wolframita, seguido de tetrahedrita-chalcopirita-arsenopirita y luego por galena-esfalerita.

La zona de Acchilla, actualmente en explotación, ocurre dentro de uno de los domos volcánicos de la zona donde la mineralización se presenta en vetas angostas pero persistentes tanto en vertical como horizontalmente. El potencial minero de Acchilla no deja de tener importancia sin embargo por el reducido ancho de las vetas se prevé que la producción no sobrepasará los 2 millones de onzas de plata y mil toneladas de plomo por año contenido en concentrados de 500 gr Ag/ton y 50% de Pb.

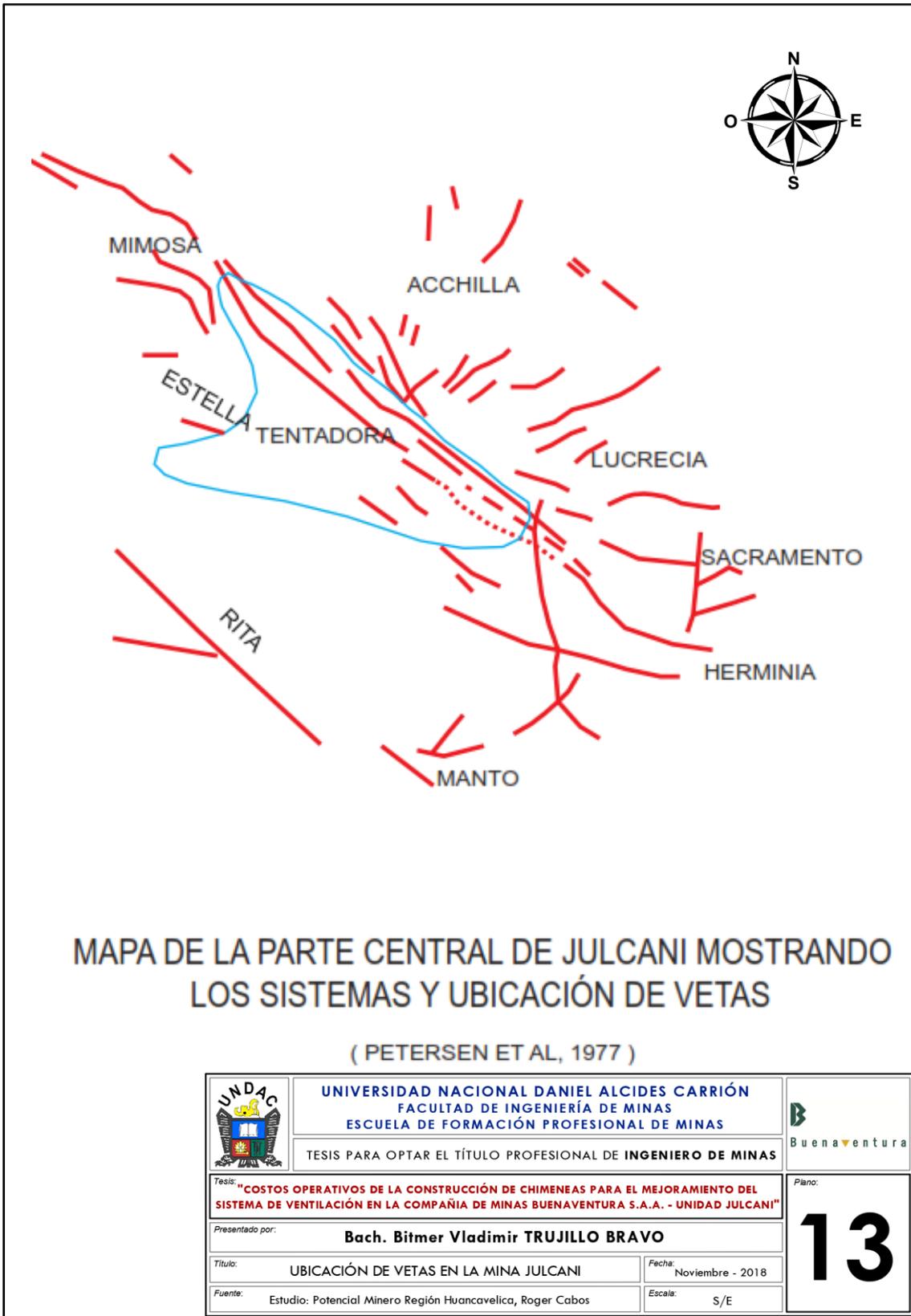
Tabla N° 5: Inventario de yacimientos metálicos en Julcani

YACIMIENTOS Y OCURRENCIA DE MINERALES METÁLICOS EN LA FORMACIÓN JULCANI								
Veta	Norte	Este	Depósito	Elemento	Mena	Ganga	Roca caja	Edad
Mimosa	8571048	520716	Filoniano	Ag, Pb, Zn, Cu	agt,po,gn,ef,td	py,asp,cz,bax,c	Pirocl./domo dacíti	Nm
Tentadora	8570713	521572	Filoniano	Au,Ag (Cu,Pb)	el,cp,en,ef,bn	bax,cac,apy,or	Piroclástico/lavas	Nm
Julcani	8569888	521431	Filoniano	Ag, Pb, Cu	agt, cp	cz, py,bax, sid	Piroclástico/lavas	Nm
Herminia	8569094	523238	Filoniano	Ag, Pb, Cu	agt,cp	cz, py,bax, sid	Piroclástico/lavas	Nm

Fuente: INGEMMET 2000



Plano N° 12: Depósitos Metálicos en Julcani



Plano N° 13: Ubicación de Vetas en la Mina Julcani

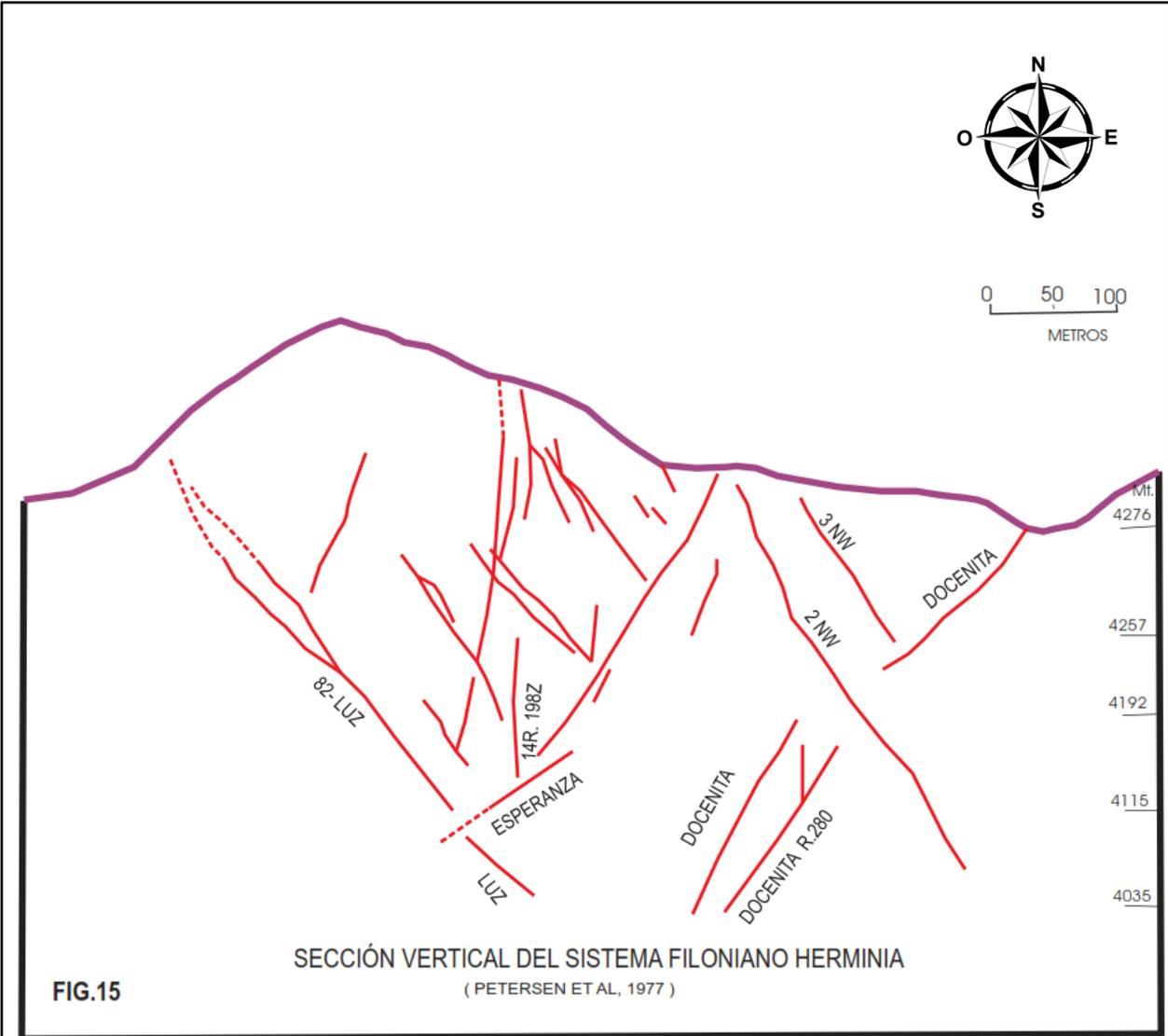


FIG.15

SECCIÓN VERTICAL DE LA VETA HERMINIA - JULCANI

	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS	
	TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS	
Tesis: "COSTOS OPERATIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA COMPAÑIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. - UNIDAD JULCANI"		
Presentado por: Bach. Bitmer Vladimir TRUJILLO BRAVO		
Título: SECCIÓN VERTICAL DE LA VETA HERMINIA - JULCANI	Fecha: Noviembre - 2018	
Fuente: Estudio: Potencial Minero Región Huancavelica, Roger Cabos		Escala: Gráfica
		Plano: 14

Plano N° 14: Sección Vertical de la Veta Herminia - Julcani

4.5. OPERACIONES MINA

4.5.1. MINADO SUBTERRÁNEO

Dentro del minado subterráneo en la Mina Julcani, el método de minado actual es el de corte y relleno ascendente (C&RA), también conocido como “over cut and fill” y es el más indicado para el minado de vetas, mantos y en general cuerpos mineralizados cuyos ángulos de buzamiento sean mayores al del reposo del material fragmentado que contengan. Se caracteriza por hacer cortes horizontales de 150 m de longitud con alturas de corte de 3.0 m x 3.0 m a más de ancho, empezando por la parte inferior y avanzando verticalmente. Lo relevante de la aplicación de este método en Julcani está en la perforación horizontal (breasting), es decir que después de un corte se entra a la etapa del relleno detrítico e hidráulico, dejando una luz de 0.50 m que servirá de cara libre para el corte superior.

Mediante este proceso, a diciembre del año 2014 (los últimos datos detallados publicados por la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.), la producción ha sido 167,760 TCS de mineral con 19.32 Oz/TC de plata, habiéndose recuperado 3084347 onzas de plata, 414 onzas de oro, 2619 TMS finas de cobre. El cash cost promedio anual fue 13.87 US\$/oz Ag. Las reservas minerales al 31 de diciembre de 2014 totalizaron 310,095 TMS con 20.30 Oz/t de plata, 2.17% de plomo y 0.52% de cobre que representan 6´295,073 onzas de plata, 4,793 onzas de oro, 6,720 TMS de plomo y 1,614 TMS de cobre, las

cuales están básicamente en las vetas Desconocida, Uno, Jesús Piso
1. Cayetana, María Fe, Tilsa 1, Lesly 2, Jesús, Jesús Ramal 2,
Encontrada, Silvana, Fátima, Fátima – Techo, Magdalena y Cecilia.
(Buenaventura, Memoria Anual 2014, 2014)

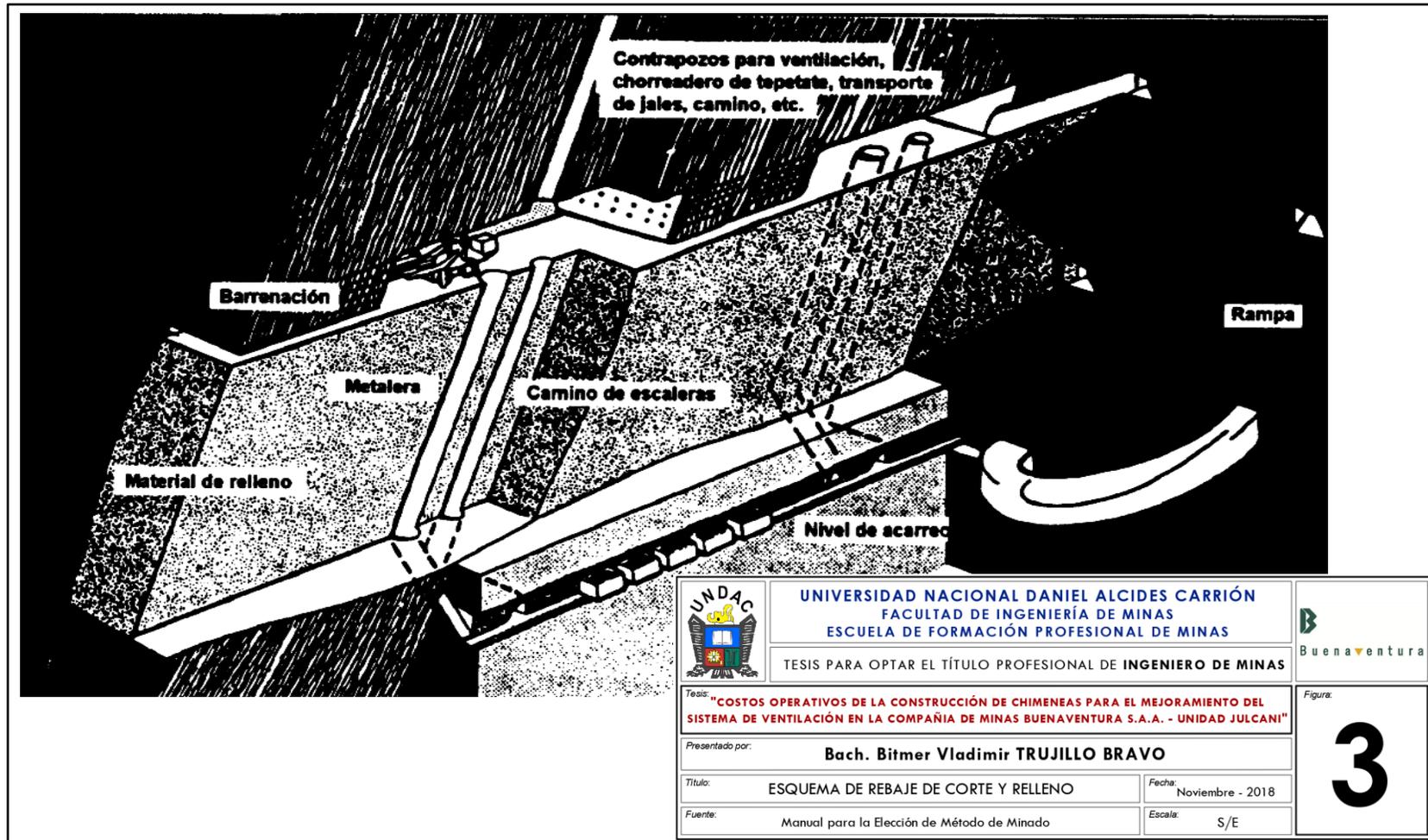


Figura N° 3: Esquema de Rebaje de Corte y Relleno

Tabla N° 6: Producción Metálica Huancavelica 2015

Mineral	Unidad de Medida	2015 P/											
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
Zinc	Tonelada Métrica Fina	1 690.7	1 549.9	1 316.7	1 337.2	1 107.9	1 018.5	1 108.4	935.3	1 207.9	999.7	1 082.7	925.8
Cobre	Tonelada Métrica Fina	2 084.7	1 991.9	1 732.6	2 003.2	1 894.6	1 737.0	1 901.3	1 834.2	2 003.2	1 932.9	1 647.8	1 169.6
Plata	Kilogramo Fino	13 803.9	15 696.0	13 526.5	13 166.0	14 608.5	12 104.5	12 855.9	11 686.8	13 286.7	12 952.2	13 912.5	12 836.6
Oro	Kilogramo Fino	4.3	4.7	6.8	3.6	3.0	5.4	4.2	3.0	1.4	0.7	3.7	4.0
Plomo	Tonelada Métrica Fina	1 716.6	1 688.7	1 218.7	1 422.9	1 202.0	1 020.6	1 220.0	1 045.4	1 303.5	1 117.0	1 340.2	1 193.7

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, Dirección General de Minería - Estadística Minera, INEI

Huancavelica se posiciona en los rankings anuales de producción de metales principales. De los cuales, la mina Julcani, como mediana minería tiene gran participación a través de sus diferentes procesos. El oro, cobre, plata, plomo y zinc son producidos por medio de Flotación, proceso metalúrgico que permite la separación de las especies valiosas contenidas en un mineral, del material estéril.

A. CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS

La explotación de corte y relleno puede utilizarse en yacimientos que presenten las siguientes características: fuerte buzamiento, superior a los 50° de inclinación; características físico-mecánicas del mineral y roca de caja relativamente mala.

En las rocas volcánicas de Julcani, la mineralización se presenta en vetas de rumbo N 30°-70° O, buzamiento 90° S, con una potencia promedio de 0,50 m a 2 m.

B. SOSTENIMIENTO

El sostenimiento como parte del ciclo de explotación, se hace indispensable en todas sus variantes, se ha definido que en todo los tajos en explotación se realiza el reforzamiento con algún tipo de sostenimiento natural o artificial, en tal sentido para el cumplimiento de este plan es muy importante tener los recursos (suministros, equipos y personal calificado) más adecuados y prevenir requerimientos futuros.

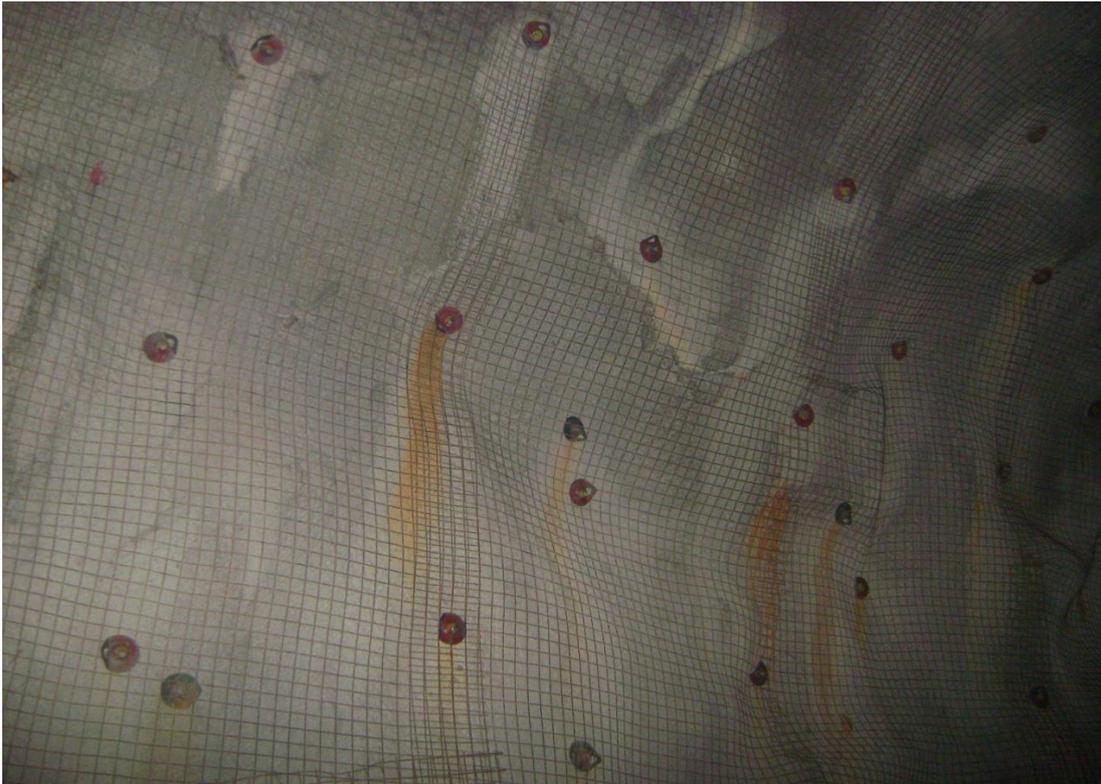


Imagen N° 1: Sistema de Sostenimiento en Mina

C. DESARROLLO

Se concibe dentro de un plan de desarrollo orientado en poner en evidencia los recursos inferidos que se tiene al Este en blocks probado - probable, para ello se han programado labores horizontales en diferentes niveles, las cuales nos permitirán incrementar las reservas probadas probables y chimeneas de 150 m c/u, las cuales nos permitirán bloquear con labores verticales 150 m.

D. PREPARACIONES

Todas las preparaciones son ejecutadas sobre desmonte, sólo las chimeneas de servicios son realizados en mineral, una vez realizado el bloqueo de 150 m, se procede a realizar un by pass de 4.0 m x 4.0 m, de éste se inicia una rampa negativa de acceso de 4.0 x 4.0 m,

ésta rampa tiene una gradiente de -15% con la finalidad de acceder al tajo y conectar las ventanas a la veta, en un mismo nivel.

E. EXPLOTACIÓN

El Plan de Minado Julcani 2015 contempla procesar 178,720 TM de mineral.

De acuerdo al reporte de reservas minerales, se totalizó 310,095 TMS con 20.30 Oz/t de plata, 2.17% de plomo y 0.52% de cobre que representan 6´295,073 onzas de plata, 4,793 onzas de oro, 6,720 TMS de plomo y 1,614 TMS de cobre, las cuales están básicamente en las vetas Desconocida, Uno, Jesús, Piso 1, Cayetana, María Fe, Tilsa 1, Lesly 2, Jesús, Jesús Ramal 2, Encontrada, Silvana, Fátima, Fátima – Techo, Magdalena y Cecilia.

Para el cumplimiento de estos objetivos se cuenta con equipos propios y alquilados. Perforación con Jackleg, perforadora convencional neumática y voladura controlada; avances con palas neumáticas y transporte a través de locomotoras y carros mineros U-35; relleno de los tajeos detrítico.



Imagen N° 2: Perforadora Neumática Jackleg

F. SERVICIOS AUXILIARES DE MINA

Dentro de los servicios más importantes que deben ser cubiertos para el cumplimiento del planeamiento, se tiene al relleno hidráulico y detrítico. También es primordial la ventilación de la mina para lo cual se ha establecido un circuito principal que tiene como ingreso los piques, las rampas y chimeneas antiguas, evacuándose por las chimeneas raise borer que este proyecto propone.



Imagen N° 3: Vista de la Mina Julcani

G. EXTRACCIÓN Y EXPLORACIÓN DE MINERAL

La extracción de minerales es continua en la Unidad Julcani

Los recursos minerales al 31 de diciembre de 2014 alcanzaron a 22,317 TMS con 20.64 Oz/t de plata, 2.01% de Plomo, 0.37% de cobre y 0.008 Oz/t de oro cuyos contenidos son 4'608,511 onzas de plata, 1,884 onzas de oro, 4,487 TMS de plomo y 836 TMS de cobre ubicados en la continuidad horizontal y vertical de las mismas vetas que contienen las reservas y que son, actualmente, el objetivo inmediato de sus exploraciones y extracciones.

Se han realizado exploraciones en la Mina Acchilla y Estela, pertenecientes a Julcani, con la ejecución de 12,893 m de labores mineras subterráneas y 13,882 m de sondajes diamantinos. En la

mina Acchilla, que es la que aporta la mayor cantidad de reservas, las exploraciones se realizan en la zona profunda de la mina, entre los niveles 510 y 610, obteniéndose buenos resultados en varias vetas, tales como Cayetana, Sylvana, Jesús Ramal 2, Jesús Ramal 5, Lesly, Tilsa, Julcani, Carmen, Santa Fé, Soledad, Milet, etc.

Las exploraciones futuras estarán mayormente concentradas en los niveles 610 y 660 (niveles del plan de profundización). Se complementarán con sondajes diamantinos cortos y largos que ayudarán a orientar los avances y abrir nuevos frentes de exploración.

Las exploraciones en la Mina Estela, que se caracteriza por explorar dos tipos de mineral Ag-Pb y Ag con presencia de Au y Cu, están centrados en los niveles 560 y 610 sobre las principales vetas Magdalena, María Lizbeth, Cecilia, Apolo, Fátima y otras.

Tabla N° 7: Producción de mineral – Unidad Julcani

PRODUCCION DE MINERAL - UNIDAD JULCANI			
DESCRIPCION	UNID.	CANTIDAD	
Mineral de cabeza tratado	TMS	167,750	
Leyes de cabeza	Ag	Oz./TMS	19.32
	Au	Oz./TMS	0.008
	Cu	%	0.18
	Pb	%	1.69
	Zn	%	
Concentrado Bulk (Ag-Pb-Cu-Au)	TMS	6,102	
Concentrado de Plomo-Plata	TMS		
Concentrado de Cobre-Plata	TMS		
Concentrado de Cobre	TMS		
Concentrado de Zinc	TMS		
Onzas de Plata	Oz.	3,084,347	
Onzas de Plata (Retrat. de Relaves)	Oz.		
Onzas de Oro	Oz.	414	
Onzas de Oro (Retrat. de Relaves)	Oz.		
Cobre Metálico	TMF	275	
Plomo Metálico	TMF	2,619	
Zinc Metálico	TMF		
Recuperación Ag	%	95.16	
Recuperación Au	%	31.06	
Recuperación Cu	%	92.84	
Recuperación Pb	%	92.28	
Recuperación Zn	%		
Costo de Efectivo por OzAg.	US\$	13.87	
Costo de Efectivo por OzAu.	US\$		

Fuente: Reporte anual 2014 Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

4.5.2. PLANTA CONCENTRADORA

Actualmente la planta concentradora de Julcani cuenta con capacidad instalada para procesar 700 tms/día de mineral. El mineral predominante es la plata, seguido por el plomo, cobre, zinc y oro. El cash cost promedio anual es de 13.87 US\$/oz Ag.

Tabla N° 8: Producción de mineral anual – Unidad Julcani

PRODUCCION DE MINERAL ANUAL - JULCANI	
DESCRIPCION	CANTIDAD
Ag (Oz)	3,084,347
Au (Oz)	414
Pb (TMS)	2,619
Zn (TMS)	
Cu (TMS)	275

Fuente: Reporte anual 2014 Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

Tabla N° 9: Cotización de metales vendidos

COTIZACIÓN DE METALES VENDIDOS		
	2013	2014
Oro (US\$/Oz)	1,392	1,264
Plata (US\$/Oz)	22	19
Plomo (US\$/TM)	2,105	2,107
Zinc (US\$/TM)	1,869	2,244
Cobre (US\$/TM)	7,179	6,738

Fuente: Reporte anual 2014 Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

A. CIRCUITO DE CHANCADO

El circuito de chancado es a través de 06 tolvas de gruesos que alimentan al molino lavador Magensa 6´x12´.

Los gruesos son reducidos en 2 chancadoras Symons ST de 4´ y 3´.

En el año 2014, la planta concentradora de Julcani, realizó mejoras en el sistema de clasificación en el chancado y carga de bolas de molienda.

En la primera etapa, el mineral es reducido desde un tamaño promedio 100% - 12" a 100% - 4". En la segunda etapa, los gruesos +1 ½" van a la chancadora secundaria; el producto final chancado 100% - 1" y los finos de cedazo -1 ½" son captados y son trasladados a un silo que alimenta al circuito de molienda.

B. CIRCUITO DE MOLIENDA

Este circuito se realiza en dos etapas: molienda primaria y molienda secundaria. La molienda primaria, empieza con la descarga de la tolva de finos y alimenta al molino de barras que opera en circuito abierto.

La planta de Julcani está equipada de un molino lavador Magensa 6'x12' con capacidad para 6 tolvas de gruesos y un molino Comesa 5'x10'.

C. CIRCUITO DE FLOTACIÓN

En la planta concentradora de Julcani, se realizaron mejoras. Respecto a la flotación, los resultados obtenidos fueron producto de la mejora en la dosificación de reactivos al centralizar los equipos y bombas dosificadoras. De la flotación se obtiene un concentrado bulk de plomo – plata.

D. ESPESAMIENTO Y FILTRADO

El proceso de filtrado se realiza a través de un filtro prensa con placas de diafragma, los que han reemplazado a los convencionales filtros de discos y secadores rotatorios. Los filtros

prensa concentran el mineral con tamaños de partícula de hasta 90% - 400 malla y a altitudes mayores de 4600 m.s.n.m. y a humedades de 7.5% y 8%, facilitando el transporte y comercialización, lo cual es ideal para Julcani.



Imagen N° 4: Filtros Pensa



Imagen N° 5: Planta de Procesos de Julcani

E. RELAVES

Los relaves son el material de desecho de la planta concentradora después de que los metales valiosos han sido recuperados, La unidad Julcani envía los relaves a la cancha Acchilla N° 9.

En la presa de relaves N°9 se alcanzó a configurar el dique mediante ciclóneo a la altura de diseño en la cota 4,185, por lo que a partir de noviembre de 2014 se deposita el relave en el vaso sin ciclóneo, además, para un mejor control de estabilidad se han instalado 03 piezómetros nuevos. En mayo del 2014 se puso en funcionamiento la línea de 2,600 m para recircular el agua sobrenadante desde la relavera N°9 hasta la planta, es decir, para reutilizarla, previo tratamiento, en los procesos de molienda y flotación.



Imagen N° 6: Relaves mineros

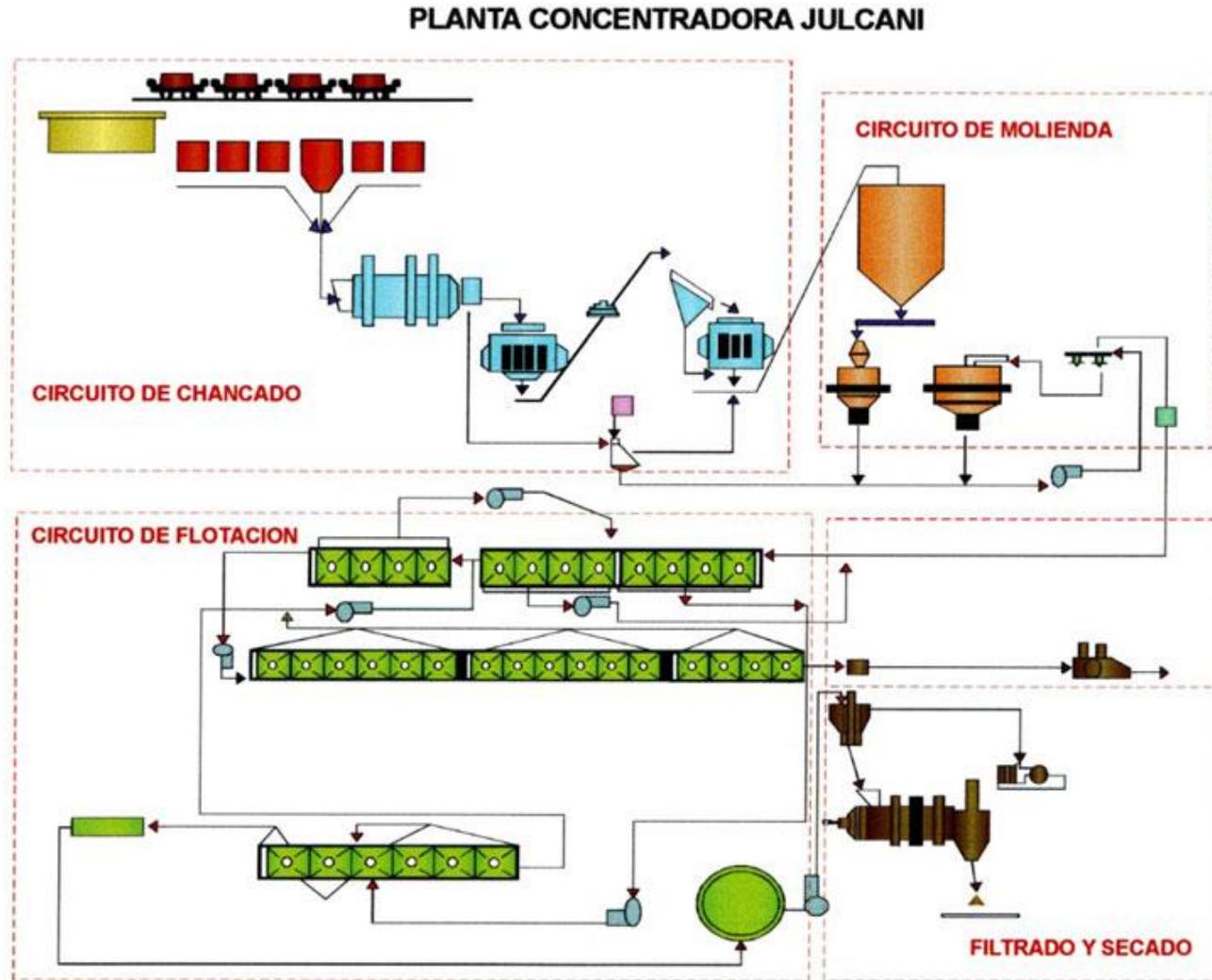


Figura N° 4: Esquema de la Planta Concentradora Julcani

Fuente: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

4.5.3. ENERGÍA

A. DEMANDA DE ENERGÍA

La minería La minería ya consume más energía eléctrica que todos los hogares de Perú. Demanda 11 veces más electricidad por hora trabajada que todos los sectores de la industria y la construcción sumados. En retribución a esto, Buenaventura contribuye y gestiona la proyección de Centrales Hidroeléctricas.

Dentro del análisis de red de distribución programa de crecimiento de la Unidad Julcani se tiene proyectado que el nivel de producción demanda un consumo de 16.00 Mw de potencia.

B. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

Julcani se abastece de energía adquirida de la Empresa Electroperú y comercializada por Conenhua.

Conenhua opera y administra 3 pequeñas hidroeléctricas, que entregan su producción a las Minas Recuperada y Julcani, todo dentro del SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN MT del Cliente.

Asimismo, Julcani genera su propia energía a través de tres centrales hidroeléctricas: Huapa, Tucsipampa y el Ingenio.

C. DEMANDA VS OFERTA

Dentro del análisis de Electrificación, el suministro eléctrico de la mina Julcani para abastecer su creciente demanda eléctrica es a través de la Red de Distribución MT 22 KW.

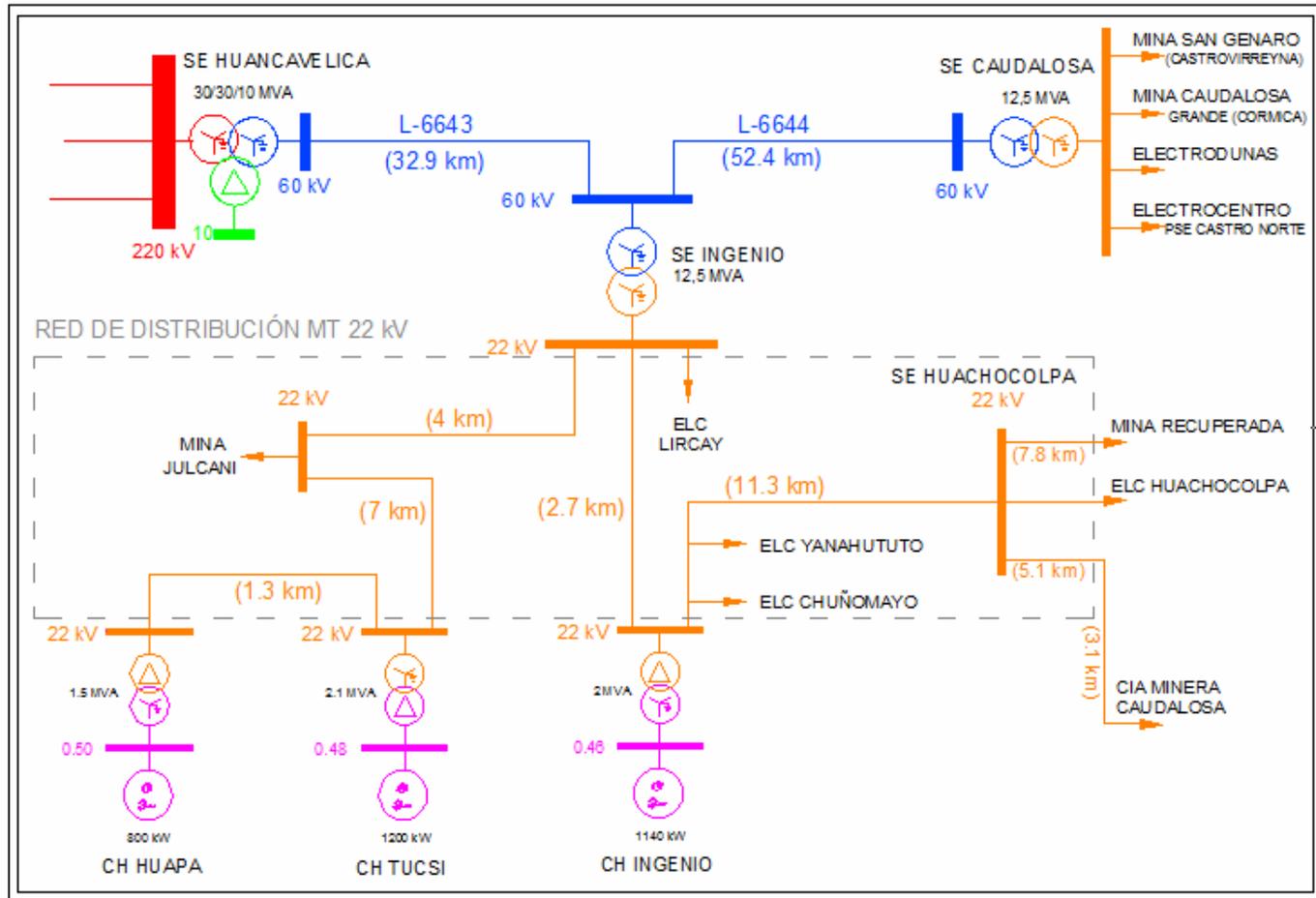


Figura N° 5: Diagrama Unifilar- Unidad Julcani

Fuente: CONENHUA, Liquidación Anual de los Ingresos por el Servicio de Transmisión Eléctrica

CAPÍTULO V

CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS CON EL SISTEMA DE PLATAFORMAS METÁLICAS

5.1. ANTECEDENTES

La construcción de chimeneas en minería subterránea, con fines específicos, empleando la perforación rotativa (raise borer) y la plataforma trepadora (raise climber) o similares, requiere de alta inversión inicial.

La ejecución de las chimeneas empleando sistema de plataformas metálicas, materia del presente capítulo es de baja inversión inicial, el peso es liviano y la maniobrabilidad de las estructuras metálicas, comparadas a la Plataforma Trepadora, son muy importantes para su transporte e instalación en el proyecto. A diferencia del desarrollo convencional elimina totalmente el uso de la madera, cuya tala industrial limitada por la legislación ambiental es cada vez más escasa por su lenta renovación.

Este sistema de estructuras metálicas, de diseño genuino, cumple con las reglas de seguridad, el cual es producto de la experiencia y exigencias actuales en que se encuentra nuestra minería. Ver Plano N° 15.



Imagen N° 7: Chimenea deteriorada por el uso de madera con el sistema tradicional. Pérdida de material, tiempo y producción.

The diagram illustrates six different chimney construction methods:

- CONVENCIONAL:** A traditional chimney with a fixed structure and a ladder for access.
- RAISE PM:** A chimney with a central vertical shaft and horizontal rungs for climbing.
- DROP RAISING:** A chimney constructed from multiple vertical sections that are raised together.
- VCR:** A chimney with a central vertical shaft and a wider base section.
- RAISE CLIMBER:** A chimney with a central vertical shaft and a climbing mechanism at the top.
- RAISE BORE:** A chimney with a central vertical shaft and a cluster of small bores at the top.

SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS

	UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS		
	TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS		
Tesis: "COSTOS OPERATIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA COMPAÑIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. - UNIDAD JULCANI"			
Presentado por: Bach. Bitmer Vladimir TRUJILLO BRAVO		Fecha: Noviembre - 2018	
Título: Sistemas de Construcción de Chimeneas		Escala: S/E	
Fuente: ELABORACION PROPIA		Plano: 15	

Plano N° 15: Sistemas de Construcción de Chimeneas

5.2. ALCANCE

El sistema de plataformas metálicas tiene el siguiente alcance:

- Su diseño es específico: Chimeneas de ventilación, ore pass, fill pass, piloto de piques inclinados, servicios, drenaje, o arranque en voladura de gran volumen, etc.
- No requiere el uso de madera, el cual reduce su costo y todos los elementos metálicos son elementos recuperables.
- Para alturas mayores, a 60 metros, se completan con refugios estratégicamente espaciados o sistemas paralelos en H.
- La sección pueden variar de 1.50 x 1.80 a 1.80 x 2.40 metros (5'x6' a 6'x 8').
- El emplazamiento del proyecto, debe considerar rocas, con un RQD de 60-80, según la tabla de Deere (Regular - Buena), más no en terreno fracturado o panizado. De presentarse zonas incompetentes, es posible emplear el sostenimiento de refuerzo interno.

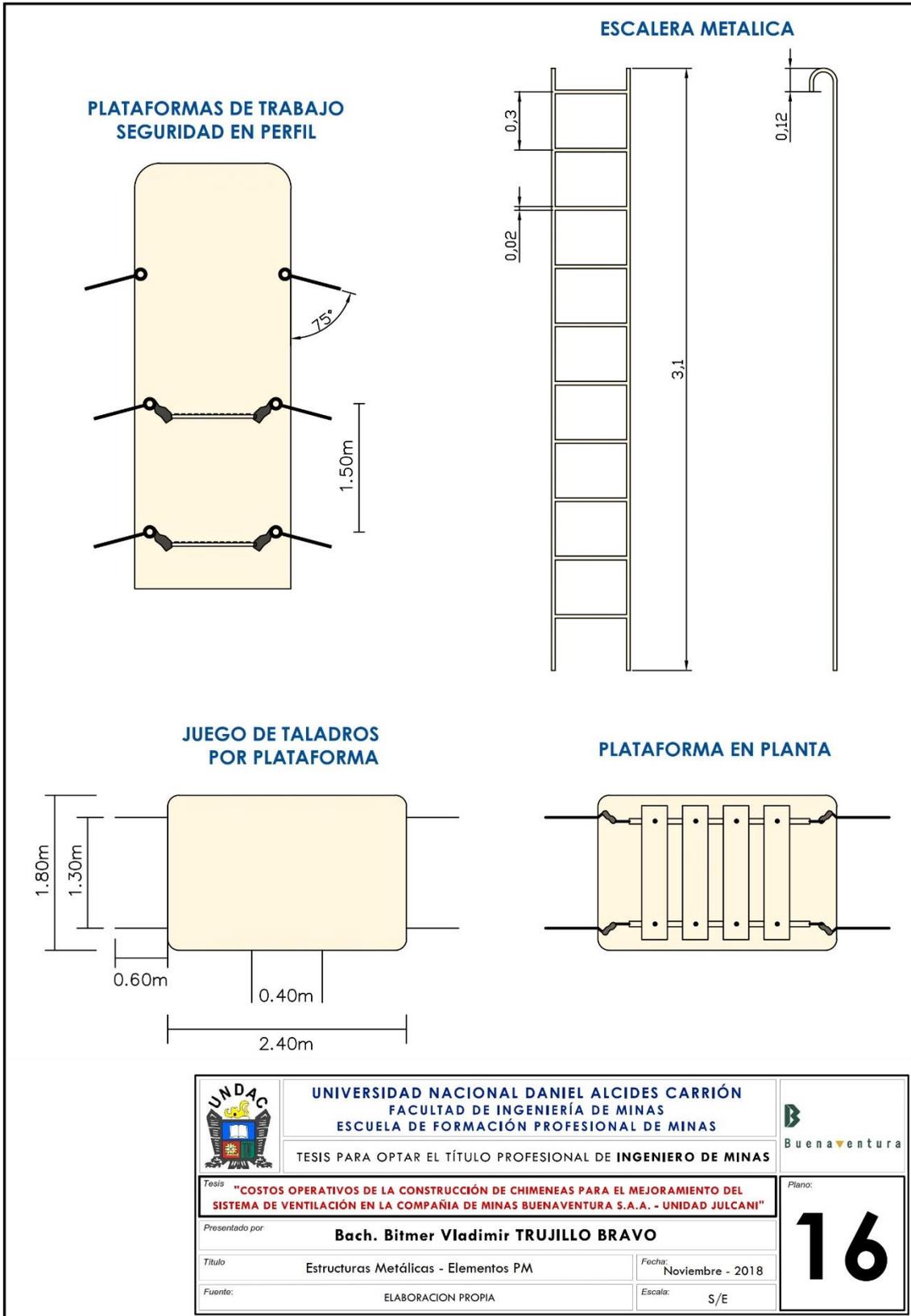
5.3. ESTRUCTURAS METÁLICAS

El sistema de plataformas metálicas comprende los siguientes elementos preparados de acero estructural A36 KFI.

Una plataforma de trabajo o de operación y otra plataforma de seguridad. El peso aproximado de cada una de ellas es de 1000 Kg. el cual facilita su transporte, maniobrabilidad y desmontaje en la chimenea. El juego de corredizos de perfil L 3 x 3 x 3/8 se regulan horizontalmente al ancho de la labor, *ganchos*, de 3/4" \varnothing x 3", abrazaderas de 3/4 \varnothing 3" x 3" y el juego de tablas de madera, proporcionan un piso estable y seguro para el trabajo. Las escaleras metálicas, diseñadas rígidamente son instaladas para el acceso del personal y/o supervisión.

El sistema se complementa con la instalación de la plataforma de descanso.

La construcción de estos elementos es complementada con la conveniente soldadura eléctrica. Ver Plano N° 16.



Plano N° 16: Estructuras Metálicas – Elementos de las Plataformas Metálicas

5.4. SEGURIDAD OPERACIONAL

El ciclo operacional por guardia es el siguiente:

5.4.1. VENTILACIÓN

La ventilación es monitoreada, desde el nivel de base; mediante una tubería exclusiva de aire comprimido de 1" de diámetro, cuyo pitón de salida cerca al techo de la chimenea, es protegido con una placa cabezal. La evaluación ambiental de la labor decidirá el uso de la ventilación eléctrica o neumática con ductos flexibles.

5.4.2. DESATADO

Una vez concluida y comprobada la ventilación se procede al desatado primario.

5.4.3. VERIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS METÁLICOS

El supervisor deberá verificar rigurosamente el estado real de todos los elementos metálicos, reemplazando los averiados, posiblemente ocurridos como producto de la voladura precedente.

5.4.4. COLOCACIÓN DE PLATAFORMAS Y ESCALERAS

Esta es la secuencia más importante del sistema que realiza el personal, fijando los anclajes, para finalmente presentar la nueva posición de las plataformas de trabajo, descansos y escaleras metálicas.

5.4.5. PERFORACIÓN

Después de un nuevo desatado, se inicia mediante la máquina Jackleg la perforación del nuevo juego de taladros sub horizontales (75°) que sostiene en forma segura al juego de anclajes; para la próxima posición de plataformas y escaleras. Luego se realiza la perforación convencional de la chimenea. (Pernia Llera, Ortiz de Urbina, López Jimeno, & López Jimeno, 2005).

5.4.6. VOLADURA

Previamente se desinstala todo el sistema de plataformas como se muestra en el Plano N° 17. La voladura debe emplear los disparos eléctricos, conectores con cordón de ignición, faneles, etc. no se emplean la mecha de seguridad con el fulminante. Ver Plano N° 18.

VENTILACION

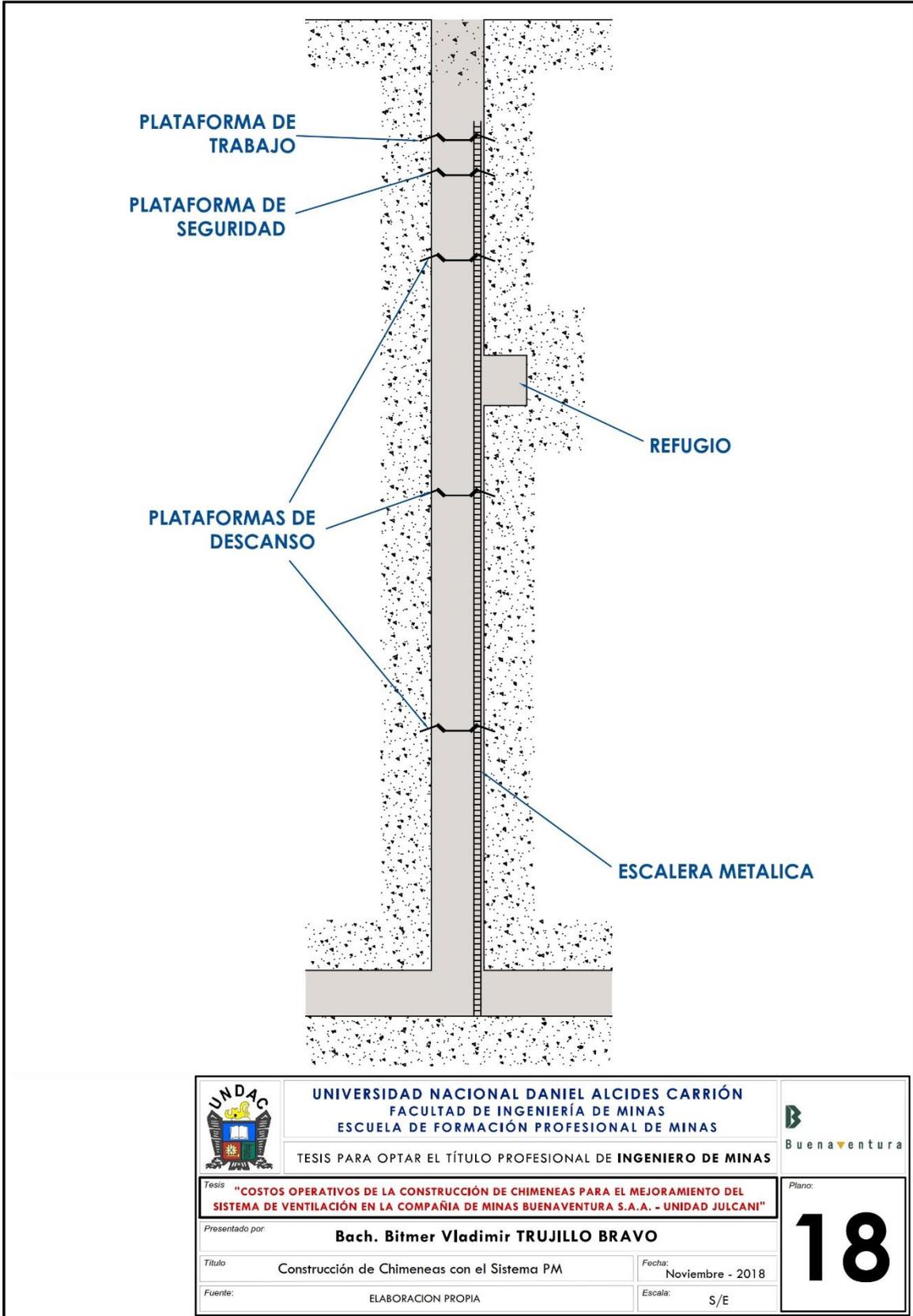
INSTALACION DE PLATAFORMAS

PERFORACION

VOLADURA

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE MINAS</p>		
	<p>TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS</p>		
<p>Tesis: "COSTOS OPERATIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA COMPAÑIA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. - UNIDAD JULCANI"</p>			<p>Plano:</p>
<p>Presentado por: Bach. Bitmer Vladimir TRUJILLO BRAVO</p>			<p>17</p>
<p>Título: Ciclo de Operación PM</p>		<p>Fecha: Noviembre - 2018</p>	
<p>Fuente: ELABORACION PROPIA</p>		<p>Escala: S/E</p>	

Plano N° 17: Ciclo de Operación PM



Plano N° 18: Construcción de Chimeneas con el sistema PM – Ubicación de Plataformas y Refugios

5.4.7. LIMPIEZA

La acumulación de escombros en el nivel de base por caída libre, en lo posible, el proyecto debe de prescindir de las tolvas de madera, evitándose obstrucciones en la ventilación, atoramientos o campaneos en flujos de material de disparo.

La limpieza con equipo LHD debe de ser efectuada de inmediato. (García González, 1980).

5.5. REFUERZO INTERNO

La evaluación de la estabilidad, discontinuidad estructural y zonas de debilidad a pesar de la aparente homogeneidad de la masa rocosa, permitirá determinar el tipo de sostenimiento adecuado. Posibilitando el uso de métodos de refuerzo interno activo, mediante un diseño de pernos de roca, tales como el rock bolt, split set, swellex y otros.

5.6. SEGURIDAD MINERA

5.6.1. CONDICIONES DE SEGURIDAD

El sistema de plataformas y estructuras metálicas se circunscribe en los siguientes:

- Por su diseño, finalidad y naturaleza, de operación durante el proceso de comunicación de la chimenea, se adecúa a las especificaciones que indican el artículo 35º, 251º, 252º, 254º, 255º, 257º, 258º, 259º y 260º del

Reglamento de Seguridad e Higiene Minera.

- Requiere de personal técnico y operativo, previamente capacitado y entrenado. Deben cumplir el Reglamento Interno de Seguridad Propio del Sistema de plataformas metálicas.
- La ubicación y espaciamiento de las plataformas de Descanso es de acuerdo a las exigencias del Reglamento de Seguridad de Higiene Minera.
- Es importante la evaluación de la competencia de las rocas y el posible sostenimiento para garantizar la estabilidad de los anclajes de sujeción de las escaleras y plataformas metálicas.

5.6.2. REGLAMENTO INTERNO DE SEGURIDAD PARA EL SISTEMA DE PLATAFORMAS METÁLICAS (PM)

El sistema de plataformas metálicas requiere del Reglamento de Seguridad siguiente:

- Concentrarse en el trabajo, cuidando su seguridad personal. No realizar actividades temerarias.
- Usar correctamente los implementos de seguridad.
- Obligatoriamente y en todo momento, verificar la ventilación natural y auxiliar.
- Desatar el techo y cajas de la chimenea, todas las veces que sea necesario.

- Verificar el estado de las escaleras y plataformas, cambiar las deterioradas para efectos del disparo anterior.
- Fijar los anclajes e instalar las plataformas de descanso, seguridad y de operación. Luego la escalera de avance.
- Orden y limpieza en la plataforma de operación.
- Empezar el ciclo continuo de perforación con el trazo adecuado y con taladros completos en longitud.
- Desinstalar y asegurar los elementos del sistema y del equipo de perforación.
- Con el explosivo no se juega, manipular correctamente y devolver los sobrantes a la bodega o polvorín bajo responsabilidad.
- Realizar la voladura, en la hora fijada, con la técnica y seguridad requeridas para lograr un avance eficiente y rentable.
- Dejar funcionando la ventilación auxiliar para la guardia siguiente.

5.6.3. FACTORES DE SEGURIDAD

Las cargas de operación son las siguientes:

- Peso del sistema de estructuras metálicas: 100 kg.

- Equipo de perforación: 75 kg.
 - Presión de perforación: 150 kg.
 - Peso de trabajadores: 200 kg.
 - Peso del Supervisor: 100 kg.
- Total 625 kg.

Las cargas de rotura son 7 veces mayor que las cargas de trabajo, en el par de corredizos que conforma la plataforma, estos elementos son de incidencia fundamental en el soporte del diseño estructural.

- Máxima carga de rotura:

El Coeficiente de Seguridad operativa es mayor a 7.

Tabla N° 10: Máximas Cargas de Rotura

CANTIDAD	ELEMENTOS	DIMENSIONES	MAXIMAS CARGAS DE ROTURA		CARGAS DE OPERACIÓN	FACTOR DE SEGURIDAD
			INDIVIDUAL	CONJUNTO		
2	CORREDIZOS	3" X 3" X 3/8" X 5'	2249.4 kg.	4498.8 kg.	625 kg.	7.20
4	ANCLAJES	1" ϕ x 3' X 2" ϕ Int.	42738.7 kg.	170954.8 kg.	625 kg.	273.53
4	ANILLOS	3/4" ϕ x 3" ϕ Int.	42738.7 kg.	170954.8 kg.	625 kg.	273.53
4	GANCHOS	3/4" ϕ x 3" ϕ Int.	42738.7 kg.	170954.8 kg.	625 kg.	273.53
3	ABRAZADERAS	3/4" ϕ x 3" x 3"	24036.9 kg.	72110.7 kg.	625 kg.	115.38
6	TABLAS	3" x 8" x 4'	506.6 kg.	3039.6 kg.	625 kg.	4.86

Nota: El coeficiente de seguridad operativa es 7.20.

5.7. EFICIENCIAS

El sistema de estructuras metálicas puede realizar dos o más ciclos operacionales diarios, con avances promedios de 1.5 metros mayores a las chimeneas convencionales con maderamen.

5.8. COSTOS

El sistema de plataformas metálicas, al prescindir del personal de enmaderadores, como material de conjunto de puntales y tablas, fletes, almacenaje, carpintería y transporte subterráneo, reduce su costo unitario, aún más, cuando las plataformas, escaleras y anclajes metálicos son recuperables para el uso de otros proyectos. (Clemente Ignacio & Clemente Lazo, 2009).

El acabado de chimeneas, por el sistema de plataformas y estructuras metálicas, guarda relación similar a las desarrolladas, con el conocido sistema de plataformas trepadoras (raise climber), sin embargo, los precios unitarios, difieren significativamente. (Salinas Seminario, 2001).

En los siguientes cuadros se muestran el análisis de costos.



Imagen N° 8: Escaleras Metálicas ancladas a una Chimenea

Tabla N° 11: Costos Unitarios de la Chimenea de 6´x6´Plataforma de Escaleras Metálicas

SECCIÓN	:	CHIMENEA DE 6' X 6'
UNIDAD	:	M.
TIPO DE ROCA	:	DURA - SEMIDURA
TALADROS/DISPARO	:	22
LONGITUD DE TALADRO	:	6 PIES
AVANCE/DISPARO	:	1.5 M.
EFICIENCIA	:	83 %
LIMPIEZA	:	NO INCLUYE.
HORAS DE TRABAJO	:	8

RECURSOS	UNIDAD	INCIDENCIA	PRECIO US \$		
			UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.- MANO DE OBRA					
Maestro Peforista	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	5.55	44.40	
Ayudante Peforista	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	4.82	38.56	
Servicios	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	4.34	34.72	
Capataz	HH	1 * 8 / 6 = 1.33	6.78	9.04	
Residente	HH	1 * 8 / 6 = 1.33	16.62	22.16	
					148.880
2.- EXPLOSIVOS					
Dinamita	CAR.	22 * 6 / 1 = 132.00	0.16	21.12	
Fulminante	PZA.	2 * 1 / 1 = 2.00	0.11	0.22	
Guía de seguridad	PIE	3 * 2 / 1 = 6.00	0.10	0.60	
Fanel	PZA.	22 * 1 / 1 = 22.00	1.46	32.12	
Pentacord	M.	4 * 1 / 1 = 4.00	0.18	0.72	
					54.780
3.- EQUIPOS Y OTROS					
Perforación	PP	24 * 6 / 1 = 144.00	0.11	15.84	
Equipo PM	EQU.	1 * 1 / 4 = 0.25	69.67	17.42	
Compresora 300 CFM	HM	1 * 8 / 1 = 8.00	21.08	168.64	
Otros		1 * 1 / 1 = 1.00	23.62	23.62	
					225.518

COSTO DE OPERACIÓN POR CICLO		429.178
COSTO DE OPERACIÓN POR METRO		286.118
GASTOS GENERALES	10%	28.612
UTILIDAD DE CONTRATA	15%	42.918
IMPREVISTOS	5%	14.306
PRECIO UNITARIO POR METRO		US \$ 371.954

Tabla N° 12: Costos Unitarios de la Chimenea de 5'x5' Plataformas Metálicas

SECCIÓN	:	CHIMENEA DE 5' X 5'
UNIDAD	:	M.
TIPO DE ROCA	:	DURA
TALADROS/DISPARO	:	22
LONGITUD DE TALADRO	:	6 PIES
AVANCE/DISPARO	:	1.5 M.
EFICIENCIA	:	83 %
LIMPIEZA	:	NO INCLUYE.
HORAS DE TRABAJO	:	8

RECURSOS	UNIDAD	INCIDENCIA	PRECIO US \$		
			UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.- MANO DE OBRA					
Maestro Peforista	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	5.55	44.40	
Ayudante Peforista	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	4.82	38.56	
Servicios	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	4.34	34.72	
Capataz	HH	1 * 8 / 6 = 1.33	6.78	9.04	
Residente	HH	1 * 8 / 6 = 1.33	16.62	22.16	
					148.880
2.- EXPLOSIVOS					
Dinamita	CAR.	17 * 6 / 1 = 102.00	0.16	16.32	
Fulminante	PZA.	2 * 1 / 1 = 2.00	0.11	0.22	
Guía de seguridad	PIE	3 * 2 / 1 = 6.00	0.10	0.60	
Fanel	PZA.	17 * 1 / 1 = 17.00	1.46	24.82	
Pentacord	M.	4 * 1 / 1 = 4.00	0.18	0.72	
					42.680
3.- EQUIPOS Y OTROS					
Perforación	PP	18 * 6 / 1 = 108.00	0.11	11.88	
Equipo PM	EQU.	1 * 1 / 4 = 0.25	69.67	17.42	
Compresora 300 CFM	HM	1 * 8 / 1 = 8.00	21.08	168.64	
Otros		1 * 1 / 1 = 1.00	23.62	23.62	
					221.558

COSTO DE OPERACIÓN POR CICLO		413.118
COSTO DE OPERACIÓN POR METRO		275.412
GASTOS GENERALES	10%	27.541
UTILIDAD DE CONTRATA	15%	41.312
IMPREVISTOS	5%	13.771
PRECIO UNITARIO POR METRO		US \$ 358.035

Tabla N° 13: Costos Unitarios de la Chimenea de 6´x6´Convencional

SECCIÓN	:	CHIMENEA DE 6´ X 6´ CONVENCIONAL
UNIDAD	:	M.
TIPO DE ROCA	:	DURA - SEMIDURA
TALADROS/DISPARO	:	22
LONGITUD DE TALADRO	:	6 PIES
AVANCE/DISPARO	:	1.5 M.
EFICIENCIA	:	83 %
LIMPIEZA	:	NO INCLUYE.
HORAS DE TRABAJO	:	8

RECURSOS	UNIDAD	INCIDENCIA	PRECIO US \$		
			UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.- MANO DE OBRA					
Maestro Peforista	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	5.55	44.40	
Ayudante Peforista	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	4.82	38.56	
Enmaderador	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	5.55	44.40	
Ayudante Enmaderador	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	4.82	38.56	
Capataz	HH	1 * 8 / 6 = 1.33	6.78	9.04	
Residente	HH	1 * 8 / 6 = 1.33	16.62	22.16	
					197.120
2.- EXPLOSIVOS					
Dinamita	CAR.	22 * 6 / 1 = 132.00	0.16	21.12	
Fulminante	PZA.	2 * 1 / 1 = 2.00	0.11	0.22	
Guia de seguridad	PIE	3 * 2 / 1 = 6.00	0.10	0.60	
Fanel	PZA.	22 * 1 / 1 = 22.00	1.46	32.12	
Pentacord	M.	4 * 1 / 1 = 4.00	0.18	0.72	
					54.780
3.- EQUIPOS Y OTROS					
Perforación	PP	24 * 6 / 1 = 144.00	0.11	15.84	
Maderamen	GLO.	1 * 1 / 1 = 1.00	64.36	64.36	
Compresora 300 CFM	HM	1 * 8 / 1 = 8.00	21.08	168.64	
Otros		1 * 1 / 1 = 1.00	23.62	23.62	
					272.460

COSTO DE OPERACIÓN POR CICLO		524.360
COSTO DE OPERACIÓN POR METRO LINEAL		349.573
GASTOS GENERALES	10%	34.957
UTILIDAD DE CONTRATA	15%	52.436
IMPREVISTOS	5%	17.479
PRECIO UNITARIO POR METRO		US \$ 454.445

Tabla N° 14: Costos Unitarios de la Chimenea de 6'x6' Raise Climber

RECURSOS	UNIDAD	INCIDENCIA	PRECIO US \$		
			UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
SECCIÓN : CHIMENEA DE 6' X 6' RAISE CLIMBER					
UNIDAD : M.					
TIPO DE ROCA : DURA - SEMIDURA					
TALADROS/DISPARO : 22					
LONGITUD DE TALADRO : 6 PIES					
AVANCE/DISPARO : 1.5 M.					
EFICIENCIA : 83 %					
LIMPIEZA : NO INCLUYE.					
HORAS DE TRABAJO : 8					
1.- MANO DE OBRA					
Maestro Peforista	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	5.55	44.40	
Ayudante Peforista	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	4.82	38.56	
Técnico Mec-Eléctrico	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	5.55	44.40	
Ayudante Mec. Eléc.	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	4.82	38.56	
Capataz	HH	1 * 8 / 6 = 1.33	6.78	9.04	
Residente	HH	1 * 8 / 6 = 1.33	16.62	22.16	
					197.120
2.- EXPLOSIVOS					
Dinamita	CAR.	22 * 6 / 1 = 132.00	0.16	21.12	
Fulminante	PZA.	2 * 1 / 1 = 2.00	0.11	0.22	
Guia de seguridad	PIE	3 * 2 / 1 = 6.00	0.10	0.60	
Fanel	PZA.	22 * 1 / 1 = 22.00	1.46	32.12	
Pentacord	M.	4 * 1 / 1 = 4.00	0.18	0.72	
					54.780
3.- EQUIPOS Y OTROS					
Perforación	PP	24 * 6 / 1 = 144.00	0.11	15.84	
Raise Climber	CLO.	1 * 1 / 1 = 1.00	185.00	185.00	
Compresora 300 CFM	HM	1 * 8 / 1 = 8.00	21.08	168.64	
Otros		1 * 1 / 1 = 1.00	23.62	23.62	
					393.100
COSTO DE OPERACIÓN POR CICLO					645.000
COSTO DE OPERACIÓN POR METRO					430.000
GASTOS GENERALES			10%		43.000
UTILIDAD DE CONTRATA			15%		64.500
IMPREVISTOS			5%		21.500
PRECIO UNITARIO POR METRO					US \$ 559.000

Tabla N° 15: Costos Unitarios de la Chimenea de 6´x6´Raise Borer

SECCIÓN	:	CHIMENEA DE 6' X 6' RAISE BORER
UNIDAD	:	M.
TIPO DE ROCA	:	DURA - SEMIDURA
TALADROS/DISPARO	:	22
LONGITUD DE TALADRO	:	6 PIES
AVANCE/DISPARO	:	1.5 M.
EFICIENCIA	:	93 %
LIMPIEZA	:	NO INCLUYE.
HORAS DE TRABAJO	:	8

RECURSOS	UNIDAD	INCIDENCIA	PRECIO US \$		
			UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1.- MANO DE OBRA					
Maestro Peforista	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	5.55	44.40	
Ayudante Peforista	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	4.82	38.56	
Técnico Mec-Eléctrico	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	5.55	44.40	
Ayudante Mec. Eléc.	HH	1 * 8 / 1 = 8.00	4.82	38.56	
Capataz	HH	1 * 8 / 6 = 1.33	6.78	9.04	
Residente	HH	1 * 8 / 6 = 1.33	16.62	22.16	
					197.120
3.- EQUIPOS Y OTROS					
Perforación	PP	0 * 6 / 1 = 0.00	0.11	0.00	
Raise Borer	CLO.	1 * 1 / 1 = 1.00	755.79	755.79	
Compresora 300 CFM	HM	1 * 8 / 1 = 8.00	10.67	85.36	
Otros		1 * 1 / 1 = 1.00	23.62	23.62	
					864.770

COSTO DE OPERACIÓN POR CICLO		1,061.890
COSTO DE OPERACIÓN POR METRO		707.927
GASTOS GENERALES	10%	70.793
UTILIDAD DE CONTRATA	15%	106.189
IMPREVISTOS	5%	35.396
PRECIO UNITARIO POR METRO		US \$ 920.305

Tabla N° 16: Cálculo de Costos para una Chimenea de 5'x5'Plataformas Metálicas con Carmex x Dinamita – Avance Neto por Disparo = 1.3m

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT US \$	VIDA UTIL	COSTO US \$	COSTO US \$/M
1.- MANO DE OBRA						
Perforista	Guardia	1	44.37	1	44.37	34.13
Ayudante Perforista	Guardia	1	38.56	1	38.56	29.66
Ayudante de servicio	Guardia	1	34.75	1	34.75	26.73
Residente	Guardia	1	-	1	22.16	17.05
Capataz	Guardia	1	-	1	9.04	6.95
TOTAL US \$/M						114.523
2.- ACEROS DE PERFORACIÓN						
Barrenos de 6'	Pies	82.5	82.61	600	11.36	8.74
TOTAL US \$/M						8.738
3.- EQUIPO DE PERFORACIÓN						
Perforadora	Pies	82.5	0.11	1	9.08	6.98
Manguera de jebe de 1"	Metros	30	5.03	200	0.75	0.58
Manguera de jebe de 1/2"	Metros	30	2.33	200	0.35	0.27
TOTAL US \$/M						7.830
4.- EXPLOSIVOS						
Dinamita 45 %	Cartucho	30	0.16	1	4.80	3.69
Dinamita 80 %	Cartucho	45	0.16	1	7.20	5.54
Carmex	Piezas	20	0.54	1	10.80	8.31
Igniter Cord	Metros	15	0.42	1	6.30	4.85
TOTAL US \$/M						22.385
5.- IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD						
						2.230
6.- HERRAMIENTAS						
						2.107
7.- OTROS MATERIALES						
						0.600
Clavos, Alambre, Tubería de 1"						
8.- AIRE COMPRIMIDO						
		PIES ³ /HR	US \$/PIE ³	HR TRAB		
Perforadora Toyo 280-L		8100	0.00075	1	48.60	37.38
Ventilación		20000	0.00075	1	120.00	92.31
TOTAL US \$/M						129.692
MOVILIDAD - ALOJAMIENTO						7.500
TOTAL COSTOS DIRECTOS						
						295.605
CONTINGENCIAS	5%					14.78
GASTOS GENERALES Y ADM.	10%					29.56
UTILIDADES	15%					44.34
TOTAL COSTOS INDIRECTOS						
						88.681
TOTAL COSTOS US \$/M						
						384.286

Nota: En el costo de mano de obra se incluye las leyes sociales.

Tabla N° 17: Cálculo de Costos para una Chimenea de 5'x5'Plataformas Metálicas Fanel x Dinamita – Avance Neto por Disparo = 1.3m

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT US \$	VIDA UTIL	COSTO US \$	COSTO US \$/M
1.- MANO DE OBRA						
Perforista	Guardia	1	44.37	1	44.37	34.13
Ayudante Perforista	Guardia	1	38.56	1	38.56	29.66
Ayudante de servicio	Guardia	1	34.75	1	34.75	26.73
Residente	Guardia	1	-	1	22.16	17.05
Capataz	Guardia	1	-	1	9.04	6.95
TOTAL US \$/M						114.523
2.-ACEROS DE PERFORACIÓN						
Barrenos de 6'	Pies	82.5	82.61	600	11.36	8.74
TOTAL US \$/M						8.738
3.- EQUIPO DE PERFORACIÓN						
Perforadora	Pies	82.5	0.11	1	9.08	6.98
Manguera de jebe de 1"	Metros	30	5.03	200	0.75	0.58
Manguera de jebe de 1/2"	Metros	30	2.33	200	0.35	0.27
TOTAL US \$/M						7.830
4.- EXPLOSIVOS						
Dinamita 45 %	Cartucho	30	0.16	1	4.80	3.69
Dinamita 80 %	Cartucho	45	0.16	1	7.20	5.54
Fulminante	Piezas	2	0.11	1	0.22	0.17
Fanel	Piezas	18	1.46	1	26.28	20.22
Guía de seguridad	Pies	6	0.10	1	0.60	0.46
Pentacord	Metros	4	0.18	1	0.72	0.55
TOTAL US \$/M						30.631
5.- IMP. DE SEGURIDAD						
						2.230
6.- HERRAMIENTAS						
						2.107
7.- OTROS MATERIALES						
						0.600
Clavos, Alambre, Tubería de 1"						
8.- AIRE COMPRIMIDO						
		PIES ³ /HR	US \$/PIE ³	HR TRAB		
Perforadora Toyo 280-L		8100	0.00075	1	48.60	37.38
Ventilación		20000	0.00075	1	120.00	92.31
TOTAL US \$/M						129.692
MOVILIDAD - ALOJAMIENTO						7.500
TOTAL COSTOS DIRECTOS						
						303.851
CONTINGENCIAS	5%					15.19
GASTOS GENERALES Y ADM.	10%					30.39
UTILIDADES	15%					45.58
TOTAL COSTOS INDIRECTOS						
						91.155
TOTAL COSTOS US \$/M						
						395.006

Nota: En el costo de mano de obra se incluye las leyes sociales.

Tabla N° 18: Cálculo de Costos de una Chimenea de 5´x5´Plataformas Metálicas Fanel x Emulsión – Avance Neto por Disparo = 1.3m

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT US \$	VIDA UTIL	COSTO US \$	COSTO US \$/M
1.- MANO DE OBRA						
Perforista	Guardia	1	44.37	1	44.37	34.13
Ayudante Perforista	Guardia	1	38.56	1	38.56	29.66
Ayudante de servicio	Guardia	1	34.75	1	34.75	26.73
Residente	Guardia	1	-	1	22.16	17.05
Capataz	Guardia	1	-	1	9.04	6.95
TOTAL US \$/M						114.523
2.- ACEROS DE PERFORACIÓN						
Barrenos de 6'	Pies	82.5	82.61	600	11.36	8.74
TOTAL US \$/M						8.738
3.- EQUIPO DE PERFORACIÓN						
Perforadora	Pies	82.5	0.11	1	9.08	6.98
Manguera de jebe de 1"	Metros	30	5.03	200	0.75	0.58
Manguera de jebe de 1/2"	Metros	30	2.33	200	0.35	0.27
TOTAL US \$/M						7.830
4.- EXPLOSIVOS						
Emulsión 6500	Unidad	75	0.22	1	16.50	12.69
Carmex	Unidad	2	0.54	1	1.08	0.83
Fanel	Piezas	18	1.46	1	26.28	20.22
Igniter cord	Metros	15	0.42	1	6.30	4.85
Pentacord	Metros	4	0.18	1	0.72	0.55
TOTAL US \$/M						39.138
5.- IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD						
						2.230
6.- HERRAMIENTAS						
						2.107
7.- OTROS MATERIALES						
						0.600
8.- AIRE COMPRIMIDO						
		PIES ³ /HR	US \$/PIE ³	HR TRAB		
Perforadora Toyo 280-L		8100	0.00075	1	48.60	37.38
Ventilación		20000	0.00075	1	120.00	92.31
TOTAL, US \$/M						129.692
MOVILIDAD - ALOJAMIENTO						
						7.500
TOTAL COSTOS DIRECTOS						
						312.359
CONTINGENCIAS	5%					15.62
GASTOS GENERALES Y ADM.	10%					31.24
UTILIDADES	15%					46.85
TOTAL COSTOS INDIRECTOS						
						93.708
TOTAL COSTOS US \$/M						
						406.066

Nota: En el costo de mano de obra se incluye las leyes sociales.

CAPÍTULO VI

COSTOS OPERATIVOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA COMPAÑÍA DE MINAS BUENAVENTURA S.A.A. – UNIDAD JULCANI

6.1. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA MINA JULCANI

6.1.1. CIRCUITOS DE VENTILACIÓN

En este punto haremos una descripción de la situación actual del sistema principal de ventilación de la Unidad Julcani, para ello nos centraremos en la Mina Acchilla, perteneciente a esta

unidad.

Es necesario anotar que uno de los mayores problemas de la mina Acchilla es que el aire fresco que ingresa y discurre por las galerías no tiene ningún control y que se pierde en las labores antiguas y que no se encuentran en actual operación. Se tiene un sistema principal y auxiliar de ventilación deficientes, a pesar que se cuenta con un buen caudal de ingreso de aire fresco, 117,099 cfm y teniendo una cobertura de aire de 242 % para las operaciones de la mina. Existe una buena infraestructura de ventilación, chimeneas que conectan a superficie para la salida del aire viciado.

La mina Acchilla cuenta con parte de la infraestructura de ventilación de la mina Mimosa, tres raise borer de una sección de Ø 1.50 m. que conectan a superficie. Las RB., las mellizas 3 y 4 y RB. 285 – 25, haciendo un total de 5.3016 m² de área para la salida del aire viciado. Estas chimeneas se ejecutaron cuando la mina Mimosa estuvo en operación y que actualmente se utilizan para la mina Acchilla, las mismas que requieren una inspección y su posterior rehabilitación. Asimismo, se cuenta con la chimenea raise climber 554 – 34, ducto de ventilación que se inicia desde el nivel 510 hasta superficie, con una columna de 138 metros. Cabe anotar, que se construyó la chimenea 388 -66 en terreno estéril desde el nivel 460 hasta superficie. Actualmente por esta chimenea

está bajando aire fresco, por razones de operación podríamos invertir el flujo, colocando un ventilador secundario en el nivel 460 y evacuar el aire viciado a superficie. (Buenaventura, Estudio para el Mejoramiento del Sistema de Ventilación de la Mina Acchilla - Julcani, 2012).

Como conclusión de esta evaluación se tiene que, la mina actualmente cuenta con infraestructura para ventilación pero que éste no funciona adecuadamente debido a su antigüedad.

Para los trabajos futuros o de nuevas áreas de explotación será necesario independizar los circuitos de ventilación, a fin de aprovechar un mayor ingreso de aire. Es necesario hacer un análisis de todas las labores antiguas que son poco transitadas y que no se tienen proyectado realizar trabajos inmediatos, para cerrarlas y evitar fuga de aire.

6.1.2. MOVIMIENTO DE AIRE FRESCO

Como resultado de las inspecciones se constató pérdida de aire fresco a través de las labores que no se encuentran en actual operación.

El aire fresco que por los niveles 390 y 420 de Acchilla no está llegando a las estaciones del pique Jesús, en el trayecto se pierde el aire por falta de sistemas de control.

Se constató que el aire fresco que ingresa por los niveles 390

y 420 de Acchilla no está llegando a las estaciones del pique Jesús, en el trayecto se pierde el aire por falta de sistemas de control. Asimismo, se comprobó que en horas de la mañana el aire fresco que ingresa por la boca mina del nivel 460 baja por el pique Jesús hasta el nivel 510. Sin embargo por la columna del pique Jesús, el aire viciado sube desde el nivel 610 al nivel 560 y del nivel 560 hasta el nivel 510 y del nivel 460 hasta el nivel 390, pasando por la estación del nivel 420. Se entiende que por la columna del pique debe de bajar el aire fresco, en el caso de la mina Acchilla sube el aire viciado, perjudicando a la estructura de madera y al macizo rocoso del pique.

Para el control de movimiento de aire, es importante implementar reguladores, cortinas y/o tapones.

Tabla N° 19: Zonas Críticas en Ventilación

Zonas Críticas en Ventilación			
Nivel	Veta	Labores	Observaciones
420		Pique Jesús	Sube el aire viciado de los niveles inferiores
460			
510			
560			
610	Acchilla	Crucero 497 W	Nivel ciego. Se ventila con ventiladores auxiliares por el pique Winze y Jesús
		Galería 504 S	
		Galería 504 N	

6.1.3. VENTILACIÓN EN LOS TAJEOS Y FRENTES EN TRABAJO

Los tajeos en explotación, son ventilados a través de ventiladores auxiliares provistos de mangas de ventilación.

El ventilador principal se muestra ineficiente, por ejemplo, en la cabeza de la Chimenea 522 – 44, superficie se encuentra instalado el ventilador N° VT. 15 de 60 HP, este ventilador está extrayendo tan solo 33,552 cfm, siendo su capacidad nominal de 40,000 cfm.

Se ha encontrado en las labores de los niveles 510, 560, y 460, ventiladores eléctricos auxiliares de 30 HP, 15 HP y 10 HP que están instalados fuera de estándar; algunas captan aire viciado, recirculan el aire viciado, instalados precariamente sobre caballetes y sin un buen anclaje.

Además, en los frentes de trabajo, algunos ventiladores exceden los requerimientos, por ejemplo: Para 06 hombres que trabajan en un frente, el volumen total de aire fresco que se requiere será de 36 m³/min (1271.328 cfm). Se sugiere instalar ventiladores con la potencia adecuada para reducir costos y posicionarlos de manera que se evite recirculación de aire viciado.

En los frentes de trabajo, la mayoría de los ventiladores auxiliares no cuentan con difusores de salida para la conexión con las mangas de ventilación teniendo en cuenta

que la instalación de la manga de ventilación es directa al ventilador.

Las chimeneas de los tajeos de ventilación se muestran obstruidas por elementos como descansos, tabiques y escaleras, el cual hace que el aire viciado genere presión del macizo rocoso y dañe el maderamen.

6.1.4. PERSONAL DE VENTILACIÓN

Es necesario implementar personal debidamente capacitado para estos trabajos, por cuanto la ventilación en una mina es dinámica, sobre todo en lo que se refiere a ventilación auxiliar, donde continuamente hay que estar incrementando ductos flexibles, de acuerdo al avance de los frentes.

Julcani ha desarrollado un programa de entrenamiento in situ en ventilación al personal en las siguientes temáticas:

- a. Verificación de los movimientos del aire
- b. Identificación y ubicación de estaciones de monitoreo
- c. Mediciones del aire utilizando anemómetro y tubos de humo
- d. Tipos de controles de ventilación y métodos para su construcción
- e. Construcción de marcos de concreto para puertas
- f. Construcción de puertas metálicas de ventilación
- g. Ensamblaje de ventiladores eléctricos

- h. Construcción de caballetes para el montaje de ventiladores
- i. Mantenimiento preventivo de ventiladores eléctricos
- j. Construcción de difusores para ventiladores
- k. Cálculos y elaboración de balance de caudales
- l. Elaboración de planos isométricos de ventilación

6.2. DISEÑO DEL DIÁMETRO ÓPTIMO DE LA CHIMENEA DE VENTILACIÓN

En el cálculo del diámetro óptimo de la chimenea de ventilación, se debe considerar las siguientes fórmulas:

$$D_{\text{óptimo}} = 0.3634 * Q^{3/7}$$

$$L_{\text{óptimo}} = 0.88623 * D_{\text{óptimo}}$$

Donde:

$D_{\text{óptimo}}$ = Diámetro óptimo de la Chimenea en metros.

Q = Caudal de aire que circula a través de la chimenea en m³/seg.

$L_{\text{óptimo}}$ = Lado óptimo de la Chimenea en metros.

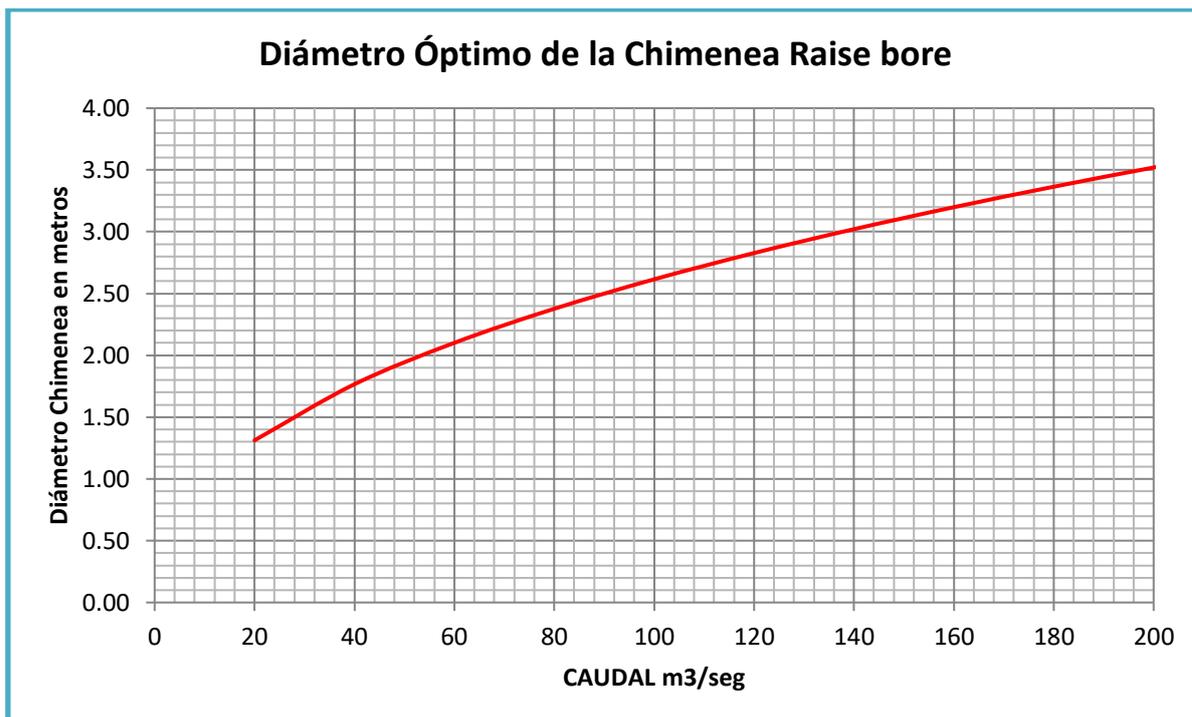


Figura N° 6: Diámetro Óptimo de la Chimenea Raise Borer

Concluimos que a medida que el caudal aumenta, el diámetro de la chimenea aumenta.

6.3. PROYECTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE CHIMENEAS RAISE BORER

Raise Borer es un método que se desarrolló en EE.UU. y se trata de un sistema de ejecución mecanizada para pozos y chimeneas entre dos niveles dentro de una mina. Su procedimiento se ajusta tanto a la minería subterránea como a la minería superficial.

Los métodos donde se aplica este método son:

- Corte y Relleno
- Shrinkage

- Sub Level Stoping
- Block caving

Existen 5 tipos de chimeneas para los trabajos en mina subterránea:

- De ventilación
- De transporte de personal
- De transporte de mineral
- De servicio
- De relleno

Las ventajas del raise borer son los siguientes:

- Seguridad del personal ante caída de rocas, producción de gases y manejo de explosivos.
- Mejor estabilidad del macizo rocoso
- Método más rápido y más flexible comparado con métodos convencionales de ruptura de roca con explosivos. Versatilidad para excavar en ángulos sub-horizontales a pesar de estar diseñado para piques verticales.
- Reducción en los servicios de la labor
- Comparando costos globales resulta más barato que lo convencional.
- Superficie de acabado liso, lo que se traduce en una ventilación más eficiente y de menor costo, además de que en la mayoría de los casos no se requiere de sostenimiento o fortificación.

- Gran autonomía en excavación de piques de gran longitud.
- Gran avance y productividad en metros por día.
- No existe *overbreak* (sobreexcavación) debido a la precisión del equipo.

No obstante, también existen desventajas propias de éste método.

Dentro de las más relevantes tenemos:

- Costo por metro lineal ascendente a 600 US\$/m
- Requiere de personal altamente especializado y preparación previa en el área de trabajo
- Falta de flexibilidad en cuanto a tamaños y formas de la chimenea. La dirección de ésta no puede ser cambiada una vez ha comenzado el proceso.

Ahora, la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. ha decidido ejecutar un programa de construcciones de chimeneas raise borer de 6 pies de diámetro (1.80 metros) con las características y longitudes que se indican en el siguiente cuadro:

Tabla N° 20: Programa de Construcción de Chimeneas con Raise Borer de 6´ en la Unidad Julcani – Mina Acchilla

CHIM. N°	INICIO PILOTO	FINAL PILOTO	DIAMETRO (m)	Metros	ANG.
RB 13	Nv 610 (CA RB 13)	Nv 310 (CA PIE RB)	1.8	285.00	90°
RB 20	Nv 330 (CA RB 20)	Nv 250 (CA 059/RP Mirko W (-))	1.8	62.86	90°
RB 16	Nv 540 (CA RB 16)	Nv 250 (RP 500 (-))	1.8	270.00	90°
RB 04	SUPERFICIE	Nv 310 (MONTENEGRO)	1.8	285.00	90°
RB 21	Nv 355 (XC 135)	Nv 250 (CA 004 RP Mirko E (-))	1.8	99.79	90°
RB 24	Nv 355 (CA RB 24)	Nv 270 (CA 280, RP Mirko E (-))	1.8	50.63	90°
	Nv 270 (CA 280)	Nv 150 (CA RB 24, RP Mirko E (-))	1.8	65.44	
RB 25	Nv 390 (CA RB 25)	Nv 310 (CA 810, RP Mirko W (-))	1.8	110.59	90°
RB 26	Nv 520 (XC 520)	Nv 250 (RP 500 (-))	1.8	240.11	90°
RB 28	Nv 620 (XC 620)	Nv 420 (BP420)	1.8	250.00	90°
RB 30	Nv 620 (XC 620)	Nv 270 (RP Mirko E (-))	1.8	350.00	90°
LONGITUD TOTAL				2069.42	

La construcción de chimeneas con raise borer, incluyen un presupuesto para la infraestructura del sistema de ventilación que considera las siguientes partidas: excavación de labores, desquinches, sostenimientos, construcción de obras civiles, construcción de obras de metal mecánica, adquisición de ventiladores y accesorios, y la perforación de 2069 metros lineales de chimeneas raise borer, haciendo un total de US\$ 1'773,480.00; tal como se puede observar en el siguiente cuadro:

Tabla N° 21: Presupuesto de Construcción de Chimeneas con Raise Borer e Infraestructura de Ventilación

1.0		UNID.	METRADO	P.U\$	SUBTOTAL
OBRAS MINERAS					
1.1	EXCAVACION DE LABORES 4 m x 4 m	M.L.	250	500.0	125,000
1.2	DESQUINCHE	M3	6,000	3.5	21,000
1.3	SOSTENIMIENTO CON CIMBRAS	PZA	100	450.0	45,000
1.4	SOSTENIMIENTO CON PERNOS	PZA	1,500	20.5	30,750
1.5	SOSTENIMIENTO CON SHOTCRETE E=2"	M2	5,000	45.0	225,000
1.6	EXCAV. DE CAMARAS PARA TRANSFORMADORES	M.L.	20	200.0	4,000
1.7	EXCAVACION DE CUNETAS	M.L.	250	15.0	3,750
1.8	INSTALACION DE TUBERIAS	M.L.	500	1.5	750
1.9	INSTALACION DE ALCAYATAS	PZA	70	9.0	630
1.1	EXTRACCION DE DESMONTE	M3	12,464	3.5	43,624
	SUBTOTAL DE OBRAS MINERAS				499,504
2.0					
OBRAS CIVILES					
2.1	CONSTRUCCION DE PORTONES	PZA	2	3,200.0	6,400
2.2	CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETRICO	M.L.	100	45.0	4,500
2.3	CONCRETADO DE CUNETAS	M.L.	250	80.0	20,000
2.4	PINTADO GENERAL Y AVISOS	GBL	1	3,500.0	3,500
2.5	NIVELACION DE VIAS	GBL	1	6,000.0	6,000
2.6	CERCO PARA RB'S	GBL	1	3,000.0	3,000
2.7	CONSTRUCCION DE TAPONES	GBL	1	10,000.0	10,000
2.8	CONSTRUCCION DE TORRES PARA EMISION	GBL	1	15,000.0	15,000
2.9	CONST. DE BASES PARA VENTILADORES	M3	30	300.0	9,000
	SUBTOTAL DE OBRAS CIVILES				77,400
3.0					
OBRAS METAL MECANICA					
3.1	INSTALACION DE TRANSFORMADORES/S.E.	GBL	1	2,500.0	2,500
3.2	INSTALACION DE VENTILADORES	GBL	1	2,500.0	2,500
3.3	INSTALACION DE CABLES ELECTRICOS	M.L.	1,800	1.5	2,700
3.4	ILUMINACION GENERAL	GBL	1	5,000.0	5,000
3.5	COMUNICACION	GBL	1	2,500.0	2,500
	SUBTOTAL DE OBRAS METAL-MECANICAS				15,200
4.0					
ADQUISICION					
4.1	TRANSFORMADORES 1 MVA 4.4/0.44 KV	PZA	2	50,000.0	100,000
4.2	VENTILADORES 180.000 CFM 440 V 300 HP 6" CA	PZA	2	20,000.0	40,000
4.3	VENTILADORES 100.000 CFM 440 V 250 HP 6" CA	PZA	2	15,000.0	30,000

1.0		UNID.	METRADO	P.U\$	SUBTOTAL
4.4	CABLES ELECTRICOS 3 x 180 MM2	M.L.	3,000	18.0	54,000
4.5	TABLEROS DE ARRANQUE	PZA	2	12,000.0	24,000
4.6	TUBERÍAS	M.L.	300	6.0	1,800
4.7	PANTALLAS REFLECTORAS	PZA	8	120.0	960
	SUBTOTAL DE ADQUISICIONES				250,760
5.0					
PERFORACION RB.					
5.1	PERFORACION PILOTO	ML	2,069	200.0	413,800
5.2	PERFORACION RIMADO	ML	2,069	250.0	517,250
	SUBTOTAL RB				931,050
	TOTAL DE PRESUPUESTO				1,773,914

La construcción de estas chimeneas RB se realizarán con empresas especializadas bajo la modalidad de precios unitarios, los materiales los suministrará el Contratista (a todo costo).

Las obras civiles consideran la construcción de las bases para las RB's., en superficie y en interior mina y la construcción de porta filtros para la captación de gases y partículas que emanan las RB's., con los que se reducirá la contaminación del medio ambiente.

6.4. COMPONENTES DEL EQUIPO RAISE BORER

Raise Borer es un sistema de ejecución mecanizada para pozos y chimeneas entre dos niveles dentro de una mina. Su procedimiento se ajusta a minería subterránea y a minería superficial.

Este método se desarrolló en los EE.UU. y consiste básicamente en la ejecución de un sondeo piloto a través de una máquina electrohidráulica siguiendo después el ensanche en sentido ascendente a través de rotación de un motor eléctrico. El empuje

ascendente se realiza a través de bombas hidráulicas que accionan cilindros hidráulicos.

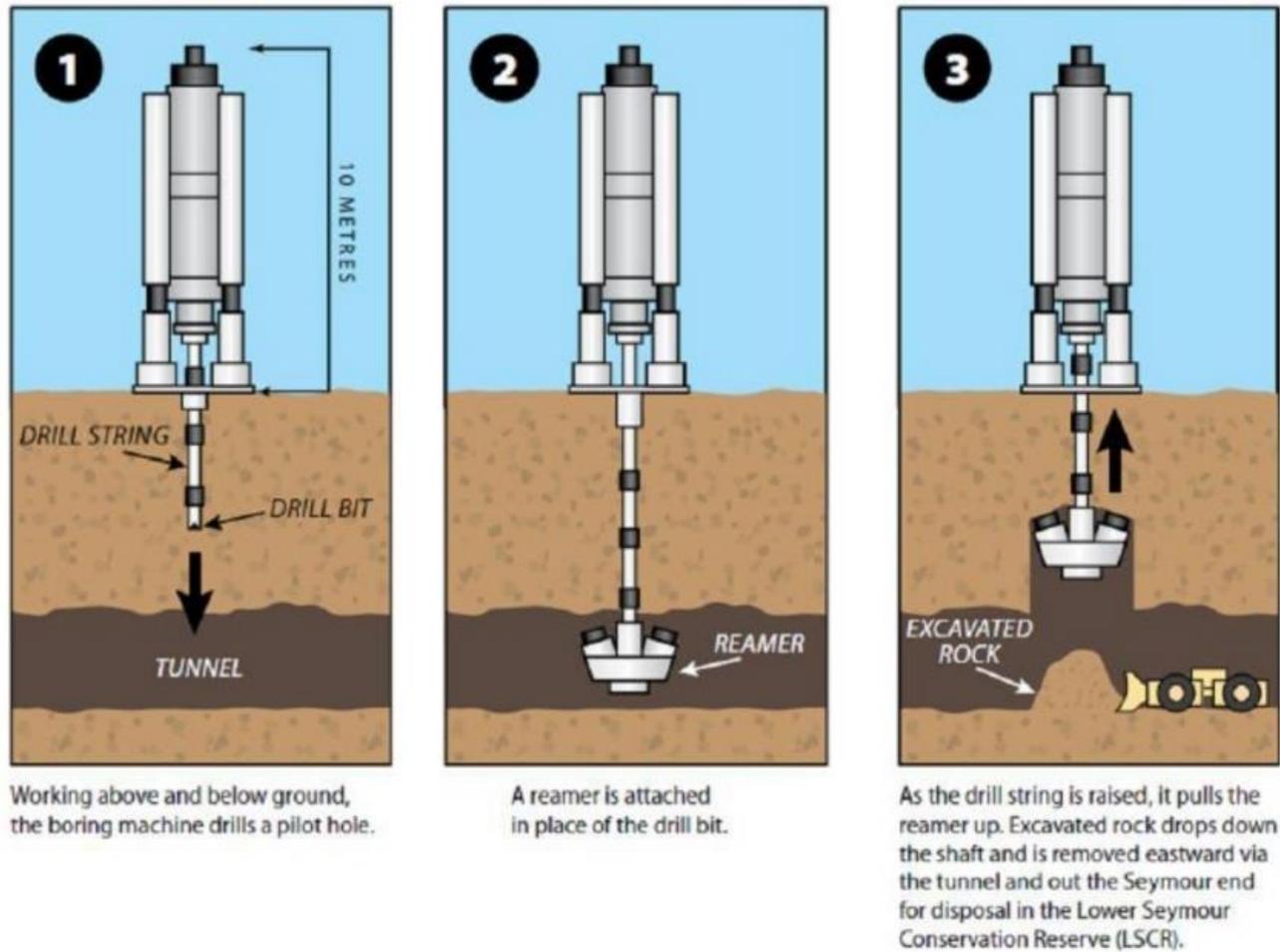


Figura N° 7: Proceso de Ejecución del Raise Borer

Fuente: Universidad de Chile

De la figura anterior se detalla:

1. La máquina trabaja de arriba hacia abajo, perfora un agujero piloto.
2. Se acopla un escariador en lugar de una broca.
3. El escariador actúa en ascenso, excavando por corte y cizalla, la chimenea, al diámetro deseado.

Los componentes principales de un equipo raise borer son:

Básicamente la operación consiste en perforar, descendiendo, un tiro piloto desde una superficie superior, donde se instala el equipo, hasta un nivel inferior. Posteriormente se conecta en el nivel inferior el escariador el cual actúa en ascenso, excavando por corte y cizalle, la chimenea, al diámetro deseado.

Es decir el método será aplicable para excavaciones en interior de la mina entre dos galerías o desde superficie a una galería ubicada al interior de la mina.

Se suele usar una gama de diámetros entre 2000 y 3000 mm. y unas profundidades de 100 a 200 m. aunque se ha llegado a 6000 mm. de diámetro y 1099 mm. de profundidad. (Departamento Técnico Microtúneles Sonntag).

Los elementos del equipo se detallan a continuación:



Imagen N° 9: Esquema del equipo de Raise Borer

1. Conjunto de reductores
2. Sistema de empuje electrohidráulico
3. Sistema de sujeción a la columna de barras
4. Base y cuerpo principal
5. Columna de perforación
6. Escariador o cabezal

6.4.1. MOTOR ELÉCTRICO

Tiene como misión dar la rotación a la columna de perforación en las 2 etapas: perforación piloto y escariado. En la etapa de perforación piloto la columna rota a una velocidad de 30 RPM y en la etapa de escariado a 8 RPM, .con potencias de 150 HP a 500 HP, y 550 o 380 Voltios, dependiendo del tipo de equipo.

6.4.2. CONJUNTO DE REDUCTORES

Conjunto de 3 o 4 transmisiones en base a engranajes y piñones planetarios que reducen las velocidades de rotación a los valores señalados anteriormente, según la operación que se esté realizando.

6.4.3. SISTEMA DE EMPUJE ELECTRO HIDRÁULICO

Conjunto de bombas hidráulicas y electro válvulas de alta presión, alrededor de 3000 PSI, que entrega la presión de trabajo a los cilindros hidráulicos para el empuje en las dos etapas de la operación.

La presión necesaria para la operación dependerá de: longitud de la columna suspendida, calidad geomecánica de la roca a excavar, calidad estructural de la roca y diámetro final de la excavación. En general podemos indicar los siguientes rangos de presión de trabajo: perforación piloto (0 a 3 MPa), y escariado (4 a 20 MPa).

6.4.4. SISTEMA DE SUJECIÓN DE LA COLUMNA DE BARRAS

Corresponden a componentes mecánicos tratados térmicamente que tienen como misión sujetar la columna en las 2 etapas de la operación, transmitiendo la energía de empuje y rotación a las herramientas de corte.

6.4.5. BASES Y CUERPO PRINCIPAL DEL EQUIPO

Componentes fabricados de fierro fundido donde se montan los elementos anteriormente señalados. El conjunto completo es montado en la base de concreto.

6.4.6. CONJUNTO ELÉCTRICO

Sistema de componentes eléctricos compuestos por transformadores, sistemas de partidas suaves, "soft starter", limitador de torque y sistemas de seguridad que resguardan la rotura o daño de la columna extendida en situaciones de partidas y detenciones de rotación en cualquiera de las etapas.

6.4.7. COLUMNA DE PERFORACIÓN

Formada básicamente por barras (tuberías), estabilizadores de piloto y de escariado, cross over, stem bar y barra de partida. La adecuada combinación de este material, permite una operación eficiente y segura. Las tuberías, son tubos lisos y huecos; tienen ambos extremos roscados uno exteriormente y el otro interiormente. Su longitud, diámetro y

peso varía directamente con el tamaño y potencia de la perforadora, en el caso de los productos marca Tamrock las longitudes varían desde 1.36 m. hasta 1.75 m, el diámetro exterior desde 8" (0.2 m) hasta 11.81" (0.3 m) y el peso desde 170 kg. hasta los 640 kg.

La función de los estabilizadores es evitar la desviación. Su forma física es semejante a las tuberías antes descritas, pero se caracterizan por presentar un diámetro exterior muy cercano o igual al diámetro del hueco piloto y por contener insertos de carburo de tungsteno sobre la superficie para aumentar su resistencia a la abrasión. Sus pesos varían entre 60 y 130 Kg. Normalmente, en la perforación piloto, se utilizan dos tipos de estabilizadores: estabilizador rimer y el estabilizador ribeteado. Se utiliza el estabilizador rimer más 3 a 10 estabilizadores ribeteados.

Este estabilizador rimer se instala junto a la broca, su función es mantener el hueco piloto con un diámetro constante, previniendo el desgaste de los subsiguientes estabilizadores; este accesorio presenta sobre la superficie unos rodillos de corte que corrigen cualquier defecto en el trabajo realizado por la broca piloto.

La broca piloto, es una broca tricónica al cual se aplica la energía transmitida por la columna de perforación contra la roca y provocando su rotura. Las brocas están diseñadas

para trabajar ya sea con el aire (sin sellos), con agua (selladas), o con un sistema de remoción del detrito (aire-agua). El diámetro de la broca genera el diámetro del taladro piloto y además determina el diámetro de los componentes de la columna de perforación.



Imagen N° 10: Broca Piloto

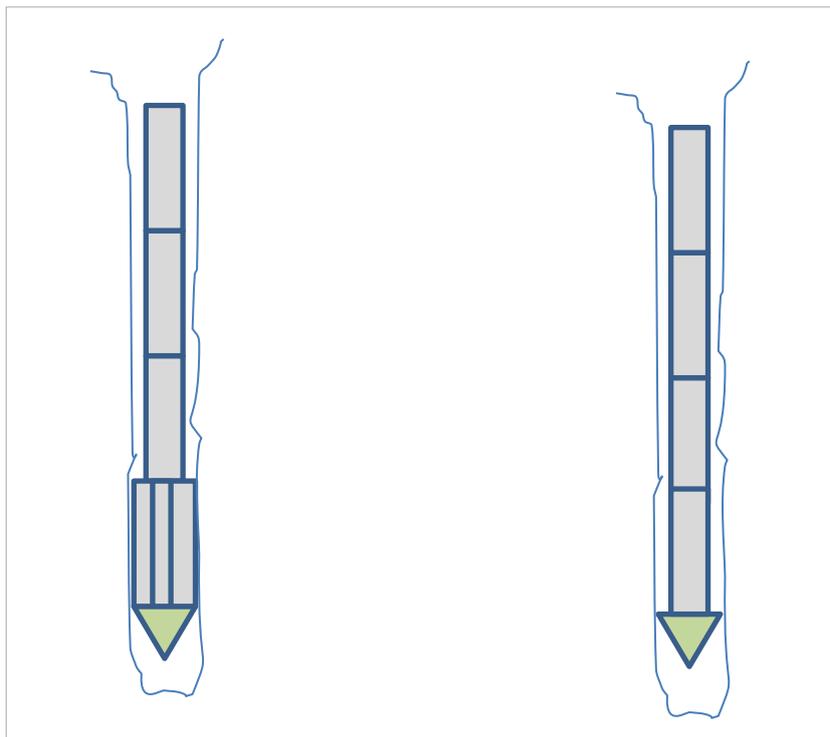


Figura N° 8: Esquema de Barras de Perforación

6.4.8. ESCARIADOR O CABEZAL

Es una estructura metálica, asimétrica, donde van ubicados los cortadores que dan el área de corte final de excavación. Normalmente construido en aceros especiales, conectada a la barra stem, trabaja por empuje y rotación en forma ascendente, contra el macizo rocoso provocando su ruptura por corte cizalle. El número y disposición de los cortadores definirá el área final de excavación.

En la tabla siguiente se indica el número de cortadores según el diámetro final del escariador (metros); y el diámetro de la

chimenea (metros) respecto al diámetro de perforación piloto (pulgadas).

Tabla N° 22: Número de Cortadores según el diámetro final del Escariador

Diámetro Final de Escariado (m)	Número de Cortadores (unidades)
1.5	8
1.8	10
2.1	12
2.5	14
2.7	14
3.0	16
3.5	22
4.0	26
4.5	28

Tabla N° 23: Diámetro de la Chimenea (metros) respecto al Diámetro de Perforación Piloto (pulgadas)

Diámetro de Chimenea (m)	Diámetro de Perforación Piloto (plg)
1.50	12 $\frac{1}{4}$
1.80	12 $\frac{1}{4}$
2.10	12 $\frac{1}{4}$
2.50	12 $\frac{1}{4}$
2.70	13 $\frac{3}{4}$
3.00	13 $\frac{3}{4}$
3.50	13 $\frac{3}{4}$
4.00	15
4.50	15
5.00	15
6.00	15

El rimado es la fase final del sistema de raise borer, incluye una variedad de factores que influyen su correcta ejecución y de su conocimiento depende la reducción de los costos

debido a que el rimado constituye el mayor costo operativo del sistema. (Petrorius, 2002).

Los cortadores representan el mayor costo dentro de la perforación de chimeneas, por lo tanto el operador debe conocer sus características técnicas operativas con la finalidad de mantener los costos operativos en el nivel más bajo posible. Existen dos tipos de cortadores: cortadores de disco y cortadores de rodillo. Los cortadores de disco son usados con mayor eficiencia en las máquinas tuneleras (Tunnel Boring Machine); mientras que los cortadores de rodillo, presentan la forma de un tronco de cono y contienen una serie de hileras de elementos de corte insertados en su superficie. Existen 3 categorías: multidisc, Kerf y full face; cada una, cuenta con una o varios tipos de estructura de corte.



Imagen N° 11: Rimador Full Face

6.5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA OPERACIÓN RAISE BORER

6.5.1. ESTACIÓN DE TRABAJO

La ubicación de la estación de trabajo podrá ser en superficie o interior de la mina. Para estaciones en superficie se requiere una plataforma de unos 100 m² donde se ubicará la losa de concreto donde se anclará el equipo raise borer. Los diferentes modelos de raise borer definen alturas mínimas de operación y áreas de trabajo como puede observarse en el siguiente cuadro.

Tabla N° 24: Estaciones de Trabajo según modelos de equipos Raise Borer

Estaciones de Trabajo según Modelo de Equipos.			
Marca	Modelo	Altura (m)	Área (rn²)
Master Drilling	RD-3-250	6.0	3x3
Robbins	73-R	7.5	3x3
Robbins	71-R	6.0	3x3
Robbins	61-R	5.0	3x3
Robbins	41-R	4.5	3x3
Robbins	43-R	4.5	3x3
Robbins	83-R	7.5	3x3

6.5.2. VERIFICACIÓN DEL EQUIPO DE PERFORACIÓN

Antes de cualquier trabajo de excavación con equipos raise borer (Chimeneas de ventilación, ore pass, waste pass, chimeneas de servicio y acceso, etc.) es necesario hacer una verificación de componentes, sus partes y accesorios, tanto en la estructura principal como en la caja de transmisión, cilindro y caja hidráulica, caja eléctrica, columna de barras, caja de herramientas y verificar las condiciones de mordazas, tecles, cadenas, entre otros.

6.5.3. UBICACIÓN Y MONTAJE

La ubicación y montaje consiste en dejar el equipo raise borer listo para iniciar su operación. La ubicación significa montar la perforadora sobre la base de concreto, haciendo coincidir los extremos roscados de los pernos de anclaje dentro de los orificios del plato base y asegurar la perforadora con tuercas.

6.5.4. PLANIFICACIÓN DE PROGRAMAS DE PERFORACIÓN

En la planificación se debe seleccionar el diseño o configuración de la columna de perforación, indicando los componentes que se deben usar en el fondo del taladro y el orden en que serán colocados; mientras la estación de perforación es preparada y la máquina es instalada, se deben realizar chequeos finales sobre la broca y los tipos de estabilizadores, particularmente en su diámetro.

6.5.5. RENDIMIENTOS EN LA PERFORACIÓN

El rendimiento en la excavación de chimeneas con equipos raise borer es variable y dependerá fundamentalmente de la calidad geomecánica de la roca, la profundidad del pique o chimenea y por supuesto del diámetro final de excavación. En general, se conocen diferentes rendimientos netos para rocas competentes con una resistencia a la compresión uniaxial de hasta 180 Mpa, tales como: una perforación piloto de 12 1/4" (2 a 20 m/día), una perforación piloto de 13 3/4" (10 a 15 m/día), un escariado a 1.5 m. (2 a 20 m/día), un escariado a 2.5 m (8 a 14 m/día), un escariado a 3,0 m (6 a 10 m/día), y un escariado a 3.5 m (4 a 8 m/día).

6.5.6. MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA RAISE BORER

Existen en el mercado equipos para trabajar en superficie. Sin embargo, hay máquinas diseñadas para operaciones

subterráneas, éstas son generalmente de construcción modular, y pueden fácilmente desmontarse en pequeños componentes individuales que pueden transportarse de un lugar a otro aún en espacios reducidos; estas máquinas se conocen como equipos de bajo perfil, diseñadas para operar en estaciones que requieren una mínima excavación.

En la perforación de chimeneas, las máquinas raise borer, requieren de una rutina de mantenimiento diario, realizado normalmente por el operador. Un mantenimiento general se realiza usualmente cada semana por un mecánico y electricista calificado. Reparaciones mayores, son recomendadas después de 2,000 a 2,500 horas de operación.

6.5.7. CONTROL DE CALIDAD

Las operaciones con equipos raise borer requieren establecer estándares y procedimientos estrictos que permitan tener operaciones seguras y confiables. Entre los mayores riesgos que se pueden mencionar es la rotura de la columna en alguna de las etapas con la consiguiente caída de las barras o escariador al nivel inferior.

Las actividades principales de control de calidad que es necesario realizar, son:

- Detección de fisuras en el material de perforación

mediante pruebas de ultrasonido, líquidos penetrantes y partículas magnéticas.

- Detección de fisuras en componentes de sujeción y sistemas de transmisión con los mismos métodos indicados anteriormente.
- Chequeo de horizontalidad en superficie del escariador, para asegurar que todos los cortadores realicen el corte a la misma altura.
- Alineamiento de cortadores en el escariador y revisión del estado de los rodamientos del tricono antes de iniciar la perforación.
- Verificar que los sistemas de seguridad del equipo como el soft starter y el limitador de torque estén operando en óptimas condiciones.
- Contar con Procedimientos Escritos para un Trabajo Seguro, para cada una de las actividades operativas.
- Verificar que la base de apoyo del equipo esté construida bajo estrictos estándares.
- Instrucción y Capacitación permanente del personal de operaciones.

6.6. CONSIDERACIONES TEÓRICAS DE TRABAJO CON RAISE BORER

El método raise borer, es el método mecanizado para construir chimeneas, que solucionan los problemas presentes en el método convencional, porque suprime el uso de explosivos, mejora la seguridad, el avance, el acabado y la estabilidad de las chimeneas.

6.6.1. PERFORACIÓN ESTÁNDAR

Consiste en instalar la perforadora en un nivel superior de la mina o en superficie y se procede a perforar el hueco piloto (descendente) hacia el nivel inferior. Cuando El hueco piloto se concluya, se procede a rimar en retroceso (ascendente) desde el nivel inferior hacia el nivel superior o superficie.

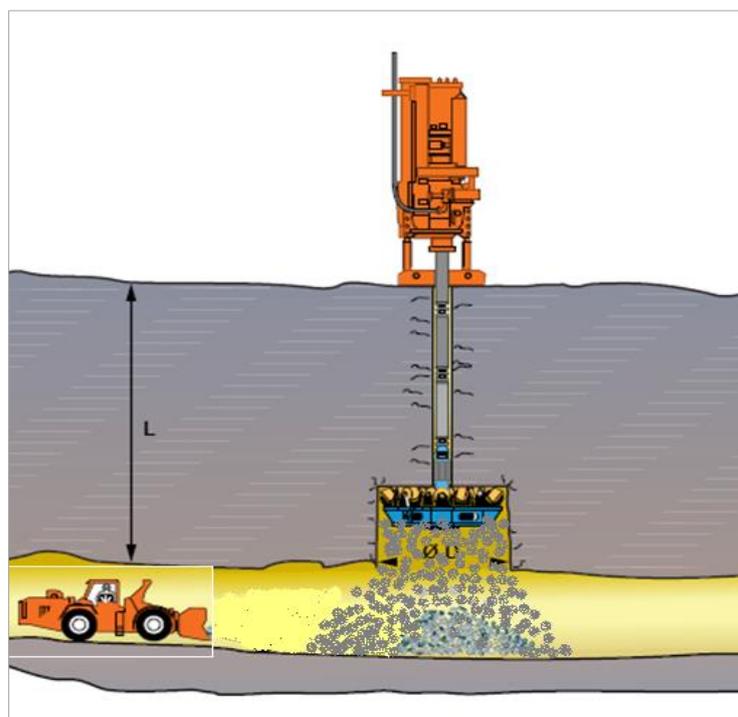


Figura N° 9: Perforación Estándar de una Chimenea a 90°

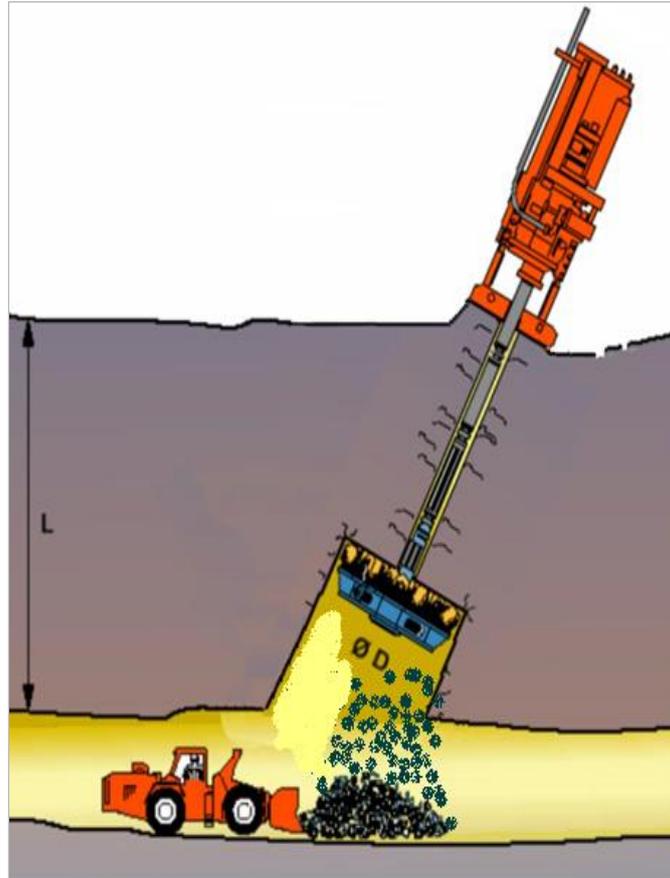


Figura N° 10: Perforación Estándar de una Chimenea a un ángulo diferente de 90°

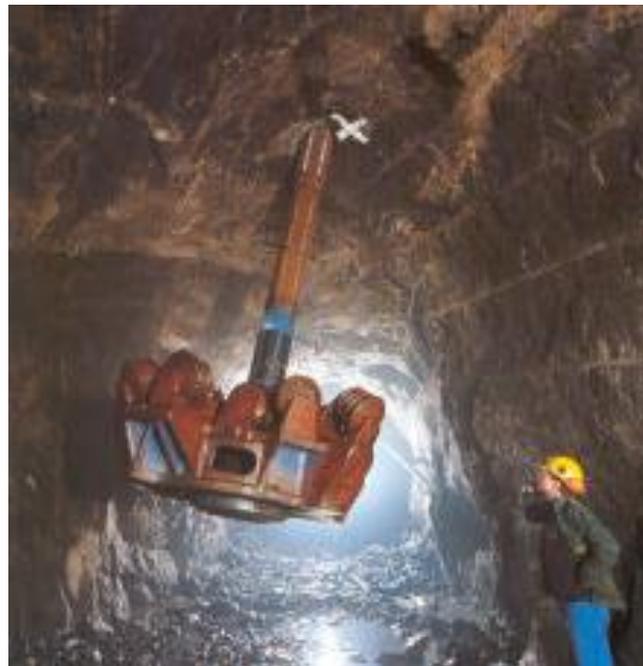


Imagen N° 12: Cabezal de Corte

6.6.2. PERFORACIÓN REVERSIBLE

Consiste en que la perforadora se instala en un nivel inferior de la mina, desde donde se perfora el hueco piloto hacia un nivel superior; seguidamente se procede con el rimado desde el nivel superior hacia el inferior. Las máquinas utilizadas para esta clase de trabajo, normalmente tienen capacidad de realizar la perforación estándar.

6.6.3. PERFORACIÓN DE CHIMENEAS CIEGAS

La perforadora se instala en un nivel inferior de la mina, desde donde se procede a rimar directamente la chimenea hacia un nivel superior, sin utilizar la perforación piloto, pero es buena práctica realizar “una perforación pre-piloto de unos 15 o 20 pies y luego iniciar el rimado, con la finalidad de mejorar la exactitud en la dirección de la chimenea; en este último caso, la broca piloto y el rimador trabajan juntos. En lugares con presencia de gases, se realiza la perforación piloto en toda la longitud de la chimenea, con la finalidad de evacuar los gases mientras se rima.

Generalmente, se recomienda lo siguiente: si el acceso a los niveles superior e inferior son iguales, la perforación Standard debe aplicarse, ya que la complejidad del equipo y los procesos de operación asociados a los otros modos de Perforación, especialmente en la de pozos ciegos,

claramente son más dificultosos. Si existe un buen acceso hacia un nivel inferior pero solo un acceso limitado al nivel superior, el uso de la perforación reversible deberá ser considerada; de igual manera, si no se cuenta con acceso al nivel superior, la perforación de pozos ciegos es el único método mecanizado que se puede practicar.

6.6.4. RIMADO NORMAL DE CHIMENEAS

La operación de rimado normal, se considera aquella que involucra una sola pasada o recorrido del rimer, "jalándolo" en dirección ascendente.

El torque generado por el equipo, es uno de los factores principales que debe ser supervisado constantemente, por el operador, este valor está compuesto por el torque de perforación aplicado en el rimer, el torque de fricción entre la columna y las paredes del hueco y finalmente por las pérdidas pequeñas presentes en la perforadora.

6.6.5. RIMADO EN DOS FASES

En ciertas operaciones se requiere perforar chimeneas por encima de la capacidad del equipo (perforadora y/o columna) disponible, lo que no justifica la adquisición de un equipo de capacidad mayor. La manera más común de solucionar este problema es mediante el rimado en dos fases, lo que significa rimar el hueco hasta un primer diámetro y luego agrandarlo

hasta el diámetro final. Este proceso requiere de algunas consideraciones: La primera y la más obvia, seleccionar la combinación de diámetros a ser utilizado, una forma es seleccionar 2 rimadores de diámetros diferentes, cada uno con el mismo número de cortadores.

Generalmente, el rimado descendente se aplica cuando el nivel superior no permite la instalación del equipo. Este modo de operación requiere una capacidad menor en la tensión ya que la columna y el rimer trabajan a favor de la gravedad; sin embargo, se presentan muchos problemas desconocidos en el rimado descendente, la mayoría relacionados con la evacuación del detrito.

6.6.6. FINALIZACIÓN DEL RIMADO

Cuando el rimado está por concluir, se debe considerar la forma de maniobrar el rimador en el nivel superior; por lo general, el diámetro del rimado es mayor que la base de la perforadora, por esta razón, cuando se trata de chimeneas de longitud corta, es buena práctica bajar el rimer hasta el nivel inferior. En el caso de chimeneas largas, lo usual es sujetar el rimer por medio de cables hasta que la perforadora sea removida, luego se evacua la roca presente sobre el rimer y se procede a sacarlo del hueco.

6.6.7. DESVIACIONES

Fundamentalmente la exactitud en la dirección de la chimenea radica en la ejecución del taladro piloto ya que la colocación de la perforadora tanto en su inclinación como en el azimut es relativamente fácil. Los problemas que causa la desviación elevan directamente los costos, una pequeña desviación en el ángulo (rumbo) produce una considerable inexactitud en el extremo final de la chimenea.

Cuando se perfora en roca consistente y homogénea, sin presencia de estratos, juntas y fallas, la desviación del talado es mínima, como producto de la reacción de la formación rocosa si esta existe. Los cambios en la dureza de la roca pueden causar desviación, ya que la broca tiende a perforar por una formación suave más que por una formación dura.



Imagen N° 13: Chimenea por el método Raise Borer

CAPÍTULO VII

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. COSTOS UNITARIOS DE OPERACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE CHIMENEAS RAISE BORER

Los costos unitarios de operación, por naturaleza de gastos, de marzo a diciembre del 2015, son: (en US\$/ton).

Tabla N° 25: Costos Unitarios de Operación de la Mina Julcani

AREA	M. OBRA	SUMINIST. (\$/t)	CTTAS. (\$/t)	ALQUILER (\$/t)	MISCEL. (\$/t)	TOTAL (\$/t)
Mina	1.82	7.99	9.9	3.36	0.2	23.27
Planta	0.8	2.01	0.89	0.27	0.09	4.06
Energía	0.19	2.57	1.04	1.21	0.08	5.09
Talleres	0.8	0.12	1.21	0.02	0.03	2.18
Administrativos	1.59	0.46	2.47	0.48	0.68	5.68
Comercialización	--	--	3.11	-	--	3.11
TOTAL:	5.2	13.15	18.62	5.34	1.08	43.39

Los gastos administrativos corresponden a la Mina Julcani, mientras que los gastos por comercialización incluyen gastos administrativos Lima, gastos por finanzas y comercialización. Los gastos misceláneos incluyen fletes de transporte de concentrados, planillas adicionales de personal staff en comedores y otros servicios adicionales. Los gastos por suministros incluyen insumos básicos.

Los costos fijos y variables, deducidos de la tabla anterior son:

Tabla N° 26: Costos Fijos y Variables

COSTO FIJO	19.43 \$/t	45%
COSTO VARIABLE	23.96 \$/t	55%
COSTO TOTAL	43.39 \$/t	100%

El costo total, detallado, se resume en:

Tabla N° 27: Resumen detallado del Costo de Operación Total de la Mina Julcani

CENTRO DE COSTO	US \$/TM
Mina:	23.27
Zona I	12.21
Zona II	11.06
Planta	4.06
Energía	5.09
Talleres	2.18
Gastos Administrativos Mina:	5.68
Superint. Gral.	0.35
Planeamiento	0.53
Seguridad	0.43
Geología	0.83
Proyectos	0.59
Administración	1.16
Almacén	0.58
Vigilancia	0.38
R. Industriales	0.29
M. Ambiente	0.44
Contabilidad.	0.1
Gastos/Comercialización	3.11
COSTO OPERATIVO: US \$/TM	43.39

De igual manera, el costo por operaciones unitarias en mina se resume en:

Tabla N° 28: Costo de las Operaciones Unitarias de la Mina Julcani

OPERACIONES UNITARIAS MINA	COSTO UNITARIO (US \$/TM)
Zona I : Costo unitario = US\$/t 12.21	
Zona II : Costo unitario = US\$/t 11.06	
PROMEDIO MINA = US\$/t 11.64	
Preparaciones	1.77
Perforación	1.52
Voladura	1.31
Carguío y acarreo	2.5
Sostenimiento	1.76
Extracción	0.41
Relleno	1.57
Servicios Auxiliares	0.27
Supervisión	0.53
TOTAL GENERAL: US \$/TM	11.64

Asimismo, la escala remunerativa para la unidad Julcani al mes de septiembre, nos muestra que los salarios para obreros están comprendidos entre S/. 750.00 y S/. 1,350.00 mensual, y por beneficios más leyes sociales un 80.6 %. La escala remunerativa para empleados varía entre S/. 1,500.00 a S/. 3,600.00 mensual y por beneficios más leyes sociales un 61.10%.

A continuación se muestran otros costos unitarios como seguros de obra, fletes y correspondencia, combustibles, teléfono y fax, transporte de empleados, y otros:

Tabla N° 29: Costos Unitarios de Seguros de Obra, Fletes, Combustibles y otros

Descripción	Unidad	Precio (S/.)
Gasolina		
Toyota 4 x 4 Diesel	Gal.	11.50
Arriendo de casas		
Alquiler Casa Cerro de Pasco	1	600.00
Fletes y correspondencia		
Fletes a Lima - Cerro de Pasco	Glb	1,400.00
Fletes a Cerro de Pasco - Lima	Glb	1,400.00
Seguros de obra	Glb	10.00
Seguro transporte		
Seguro de Responsabilidad Civil	Glb	955.49
Seguro de Vida Ley	Glb	4,777.49
Teléfono y Fax	Glb	648.57
Teléfono casa	Glb	35.00
Teléfono celular	Glb	300.00
Transporte de empleados	Glb	250.00
Movilidad Bajada	Glb	60.00
Taxis Provincia	Glb	60.00
Reunión mensual Lima	Glb	25.00
Movilidad Personal Taller	Glb	170.00

De igual manera, los costos unitarios por mantenimiento y reparación de vehículos, por estabilizadores, por cutters y barras, etc.; son:

Tabla N° 30: Costos Unitarios de Mantenimiento y Reparación de Vehículos y otros

Descripción	Cantidad	Precio U\$
Mantenimiento y Reparación de Vehículos		
Neumáticos PID 524	1	100.00
Pinchado de Neumáticos, lavado y engrase	1	14.60
Mantenimiento (aceite, filtros, etc.)	1	200.00
Varios artículos para aseo	1	20.00
Gastos en Estabilizadores		
Servicio de construcción de Flat	1	110.00
Gastos en Barras		
Servicio de construcción de Flat	1	110.00
Gastos en Cutres		
Eje	1	1,150.38
Tapa	1	38.51
Sellos (CaT Seals)	1	71.29
Grasa peerles - Desco	1	187.97
Rodamiento Cónico HH221449/10-Pista HH221410	1	90.31
Rodamiento Cónico HH224334/10-Pista HH224310	1	129.17
Roller 25 x 53	1	0.79
Roller 25 x 64	1	0.91
Bolas 32 mm	1	0.24
Canastilla	1	8.04
Oring amarillo 6 x 154mm	1	5.53
Tapón interior	1	3.83
Tapón exterior	1	7.95
Espaciador	1	2.57
Perno Socket M8 x 12mm	1	0.07
Perno Prisionero 1/8" NPT	1	0.74
Anillo de Seguridad (Snap Ring)SP-125	1	1.28

Los costos unitarios por implementos de seguridad, tanto en dólares americanos como en nuevos soles; así como los costos unitarios por exámenes médicos pre ocupacionales son:

Tabla N° 31: Costos Unitarios de Implementos de Seguridad

Descripción	Unidad	Precio U\$	Precio S/.
Implementos de Seguridad			
Casco completo	c/u	7.37	20.51
Tapón Auditivo	c/u	1.16	3.23
Lentes	c/u	3.32	9.24
Respirador	c/u	7.80	21.71
Respirador SURVEIR 100	c/u	7.90	21.99
Filtros	c/u	2.10	5.84
Filtros 3M	Par	2.20	6.12
Overol Mezclilla	c/u	13.50	37.57
Overol Tela	c/u	17.76	49.43
Overol Tela Acolchado	c/u	26.59	74.00
Overol Jean Acolchado	c/u	21.68	60.34
Guantes Nitrilo	Par	4.30	11.97
Cola Seguridad (Arnés)	c/u	60.37	168.01
Cinturón (buena calidad, para sistema NOSA)	c/u	8.75	24.35
Botas	Par	8.75	24.35
Zapatos	Par	18.45	51.35
Gastos en exámenes médicos			
Exámenes para altura geográfica	c/u	58.21	162.00

Los costos unitarios por aceites, grasas y otros químicos son:

Tabla N° 32: Costos Unitarios por Aceites, Grasas y otros Elementos Químicos

Descripción	Unidad	Precio US \$	Precio S/.
Aceites			
Aceite Hidráulico	Tambor	252.30	702.15
Aceite para Transmisión	Tambor	363.53	1,011.70
Grasas			
Multipropósito	Balde	48.53	135.06
Bestolife 270	Balde	148.21	412.47
Químicos			
Poly plus 2000	Balde	136.45	379.74
Polypack	Balde	234.60	652.89
Poly plus L	Balde	83.00	230.99
Poly plus RD	Balde	135.00	375.71
Min gel (Bentonite bolsa x 30 kg)	Bolsa	8.50	23.66
Papel Control (papel para prueba de PH)	Bolsa	45.57	126.82

El precio de ciertos materiales de perforación, su vida útil, y los costos unitarios en US\$/metro y en S/metro, son:

Tabla N° 33: Costo de Materiales de Perforación, Vida Útil y Costos Unitarios

Gasto en Material de Perforación				
Descripción	Precio (US \$)	Vida Útil (m.)	Costo (US\$/m)	Costo (S/m)
Cutres	4,500.00	600	7.50	20.87
Barras	6,500.00	4,000	1.63	4.52
Tricono 12 ¼	7,157.00	200	35.79	99.59
Tricono 13 ¾	7,759.00	200	38.80	107.97
Estabilizadores 11 1/4 x 12 1/4	5,000.00	2,000	2.50	6.96
Stem 12 ¼	2,300.00	2,000	1.15	3.20
Cross Over	2,000.00	2,000	1.00	2.78
Starter Pipe	2,000.00	4,000	0.50	1.39

Los costos unitarios de los insumos más utilizados y el alquiler de vehículos, son:

Tabla N° 34: Costos Unitarios de los Insumos más Utilizados y Alquiler de Vehículos

Descripción	Unidad	Precio US \$	Precio S/.
Materiales e insumos			
Oxígeno	m3	28.03	78.00
Acetileno	m3	93.78	261.00
Jabón desengrasante	Gl	15.00	41.75
Trapos de limpieza	Kilo	0.72	2.00
Plumilla c/Cabezas de expansión	c/u	10.73	29.86
Tecla 2 ton.	c/u	278.92	776.23
Recarga extintor	c/u	11.43	31.81
Pernos de anclaje	c/u	14.26	39.69
Estrobos de 3/4" x 2m	c/u	58.00	161.41
Mordaza 10 x 48	c/u	1,450.00	4,035.35
Mordaza 10 x 56	c/u	1,450.00	4,035.35
Mordaza 11 1/4 x 48	c/u	1,450.00	4,035.35
Mordaza 11 1/4 x 56	c/u	1,450.00	4,035.35
Alquiler de Vehículos			
Alquiler de camioneta	Día	85.00	236.56
Serv. Conductor (2 Chofer)	Día	26.35	73.33
Alquiler de camión	Día	125.00	347.88
Montacarga para el taller	Hora	18.25	50.80

Los costos unitarios por mantenimiento eléctrico y mantenimiento mecánico, son:

Tabla N° 35: Costos Unitarios por Mantenimiento Eléctrico y Mecánico

Descripción	Precio S/.
Mantenimiento eléctrico	
Mantenimiento del motor principal	2,000.00
Mantenimiento mecánico	
Repar. Mesa de trabajo-placa base	243.00

7.2. VALORIZACIONES DE LOS RAISE BORER (RB)

Todas las obras ejecutadas por Master Drilling en la unidad minera Julcani, se valorizan y liquidan mensualmente. En seguida, se muestran los montos brutos antes de los impuestos y el neto

después de las depreciaciones: Ver cuadros del anexo 02 al 06.

Tabla N° 36: Valorizaciones antes de Impuestos

Descripción	Sub Total US \$	Gastos Operativos	Neto (US \$)
Liquidación Jun-09	182,760.00	61,823.19	120,936.81
Liquidación Ago-09	152,358.33	0.00	152,358.33
Liquidación Oct-09	131,973.15	48,393.15	83,580.00
Liquidación Dic-09	61,000.00	30,701.69	30,298.31
Liquidación Febr-10	105,650.72	37,867.98	67,782.74

7.3. CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS: RBS 2013-2014

Los 591.71 metros de chimeneas raise borer programados para el año 2013 fueron ejecutados al 100%, tal como se puede observar en los cuadros adjuntos, de la evaluación realizada en junio del 2014:

Tabla N° 37: Programa de Ejecución de RBs de 6' de diámetro 2013

FECHA	CHIM. N°	INICIO PILOTO	FINAL PILOTO	METROS	ANGULO
2013	RB 17	Nv 540 (CA RB 17)	Nv 310 (CA 522)	275.00	81°
2013	RB 18	Nv 520 (CA RB 18)	Nv 355 (CA 438)	142.19	90"
2013	RB 19	Nv 355 (XC 850)	Nv 250 (CA 853 RP Mirko E(-))	69.52	90"
2013	RB 18B	Nv 355 (RP 400)	Nv 310 (CA PIE RB) Rp 500	50.00	90"
2013	RB 20B	Nv 355 (CA RP 200)	Nv 270 (RP Mirko W(-))	55.00	81°
				591.71	

Tabla N° 38: Cumplimiento de Objetivos de la Ejecución de RBs de 6´de diámetro a junio del 2014

FECHA	CHIM. N°	INICIO PILOTO	FINAL PILOTO	METROS	ANGULO	CUMP.
2014	RB 17	Nv 540 (CA RB 17)	Nv 310 (CA 522)	275.00	81°	100%
2014	RB 18	Nv 520 (CA RB 18)	Nv 355 (CA 438)	142.19	90"	100%
2014	RB 19	Nv 355 (XC 850)	Nv 250 (CA 853 RP Mirko E(-))	69.52	90"	100%
2014	RB 18B	Nv 355 (RP 400)	Nv 310 (CA PIE RB) Rp 500	50.00	90"	100%
2014	RB 20B	Nv 355 (CA RP 200)	Nv 270 (RP Mirko W(-))	55.00	81°	100%
				591.71		100.00%

De igual manera, para el año 2014, se programó la ejecución de 2069.42 metros de chimeneas raise borer, luego del levantamiento de la ventilación en abril del mismo año, los que a junio del 2015 tienen un 100% de porcentaje de cumplimiento:

Tabla N° 39: Programa de RBs 2014 de 6´de diámetro

FECHA	CHIM. N°	INICIO PILOTO	FINAL PILOTO	DIAM.	MET.	ANG.
2014	RB 13	Nv 610 (CA RB 13)	Nv 310 (CA PIE RB)	1.8	285.00	90°
2014	RB 20	Nv 330 (CA RB 20)	Nv 250 (CA 059/RP Mirko W (-))	1.8	62.86	90°
2014	RB 16	Nv 540 (CA RB 16)	Nv 250 (RP 500 (-))	1.8	270.00	90°
2014	RB 04	SUPERFICIE	Nv 310 (MONTENEGRO)	1.8	285.00	90°
2014	RB 21	Nv 355 (XC 135)	Nv 250 (CA 004 RP Mirko E (-))	1.8	99.79	90°
2014	RB 24	Nv 355 (CA RB 24)	Nv 270 (CA 280, RP Mirko E (-))	1.8	50.63	90°
		Nv 270 (CA 280)	Nv 150 (CARB 24, RP Mirko E (-))	1.8	65.44	90°
2014	RB 25	Nv 390 (CA RB 25)	Nv 310 (CA 810, RP Mirko W (-))	1.8	110.59	90°
2014	RB 26	Nv 520 (XC 520)	Nv 250 (RP 500 (-))	1.8	240.11	90°
2014	RB 28	Nv 620 (XC 620)	Nv 420 (BP420)	1.8	250.00	90°
2014	RB 30	Nv 620 (XC 620)	Nv 270 (RP Mirko E (-))	1.8	350.00	90°
					2,069.42	

7.4. PROGRAMA DE RB PARA EL 2015

Para el 2015 se han programado un total de 3013.00 metros de chimeneas raise borer en diferentes niveles de la mina, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla N° 40: Programa de Ejecución de Chimeneas Raise Borer de RBs de 6' de diámetro para el 2015

EQUIPO	CHIM. N°	INICIO PILOTO	FINAL PILOTO	VETA	MET.	ANG.
DRESSER 500	28	NV 355 (Montenegro)	NV 200 (Rp Mirko E)	Principal	80.00	90°
DRESSER 500	23A	NV 310 (Ac 000 2E)	NV 250 (Ca 001 1 E Bp 250 W)	M. Rosa	38.00	90°
DRESSER 500	15B	NV 310 (Ac 300 Lorena)	NV 250 (Bp 260 W)	R 85	55.00	90°
DRESSER 500	25A	NV 270 (Ac 300)	NV 225 (Bp 225 E)	M. Rosa	50.00	90°
DRESSER 500	15C	NV 620	NV 540	R 85	70.00	90°
DRESSER 500	16B	NV 620	NV 540	R 85	70.00	90°
DRESSER 500	32	NV 355	NV 220 RP MIRKO E	Principal	100.00	90°
DRESSER 500	34	NV 250 RP 500(-)	NV 200 BP 215	R 85	40.00	90°
DRESSER 500	35	NV 330 CX 300	NV 200 BP 200	M. Rosa	130.00	90°
GHANA	13	NV 610	NV 250	Pique	360.00	90°
GHANA	17B	NV 520	NV 250	R 85	240.00	90°
GHANA	27	NV 520 (Xc 520)	NV 420 (BP-400)	R 85	100.00	90°
GHANA	26	NV 640 (Superficie)	NV 520 (Cx 600I)	R 85	150.00	75°
GHANA	29	NV 620	NV 330	Karina	290.00	90°
GHANA	30	NV 620	NV 200	R 85	400.00	90°
GHANA	31	NV 620	NV 330	Karina	270.00	90°
GHANA	33	NV 465 (RP 300(+))	NV 250	R 85	170.00	90°
GHANA	36	Superficie	NV 220 RP MIRKO E	Principal	400.00	90°

7.5. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE VENTILACIÓN 2014-2015

Luego de los levantamientos de ventilación del mes de septiembre 2014 y mayo del 2015, se ha determinado un requerimiento de aire fresco de un total de 27462.75 m³/min o 969 838.00 CFM mensual

y durante el año respectivo, lo que representa una necesidad de 360018 CFM en labores de avance, 589228 CFM en labores de explotación y otros trabajos adicionales con 20592 CFM, tal como se puede observar en los cuadros adjuntos:

Tabla N° 41: Requerimiento de aire para el Circuito Principal al 2015

Descripción	Caudal m ³ /min	Caudal CFM
Por Equipos Diesel	23,008.50	812,538
Personal por Guardia	2,328.00	82,213
Dilución de Contaminantes por Explosivos	2,126.25	75,088
Total (CFM):	27,462.75	969,839

Tabla N° 42: Requerimiento de Aire (CFM) para el año 2015

Descripción	Caudal CFM/año	Caudal Mensual
Labores de Avance	4,320,220.00	360018
Explotación	7,070,735.01	589,228
Otros	247,100.43	20,592
Total (CFM):	11,390,955	969,838

De igual manera, el consumo promedio mensual de energía para el funcionamiento de ventiladores y para el año 2015 equivale a 1 079 566.43 Kw, lo que representa un 14.80 Kw/TMS. El costo promedio mensual de energía para el año 2015 es de 0.048 US\$/Kw o 0.698 US\$/TMS. Los costos mensuales de enero a abril se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla N° 43: Consumo y Costo de Energía para Ventiladores - 2015

MES	PRODUCCIÓN TMS	ENERGIA Kw/Mes	ENERGIA Kw/TMS	COSTO US\$/Kw	COSTO US\$/TMS
ene-15	81,061.00	1,170,962.86	14.45	0.05	0.78
feb-15	70,723.00	1,079,279.80	15.26	0.05	0.75
mar-15	64,407.00	1,051,714.26	16.33	0.04	0.64
abr-15	77,203.00	1,016,308.80	13.16	0.05	0.62

Después del último levantamiento de ventilación (mayo 2015) la mina tiene una cobertura de 93.49 % de aire fresco, lo que significa que los problemas de ventilación son menores; y se hace necesario continuar con los controles y evaluaciones de los diferentes flujos de aire, sobre todo para ir mejorando las diferentes labores nuevas.

Los evaluadores externos recomiendan independizar la mina en dos circuitos de ventilación, con la finalidad de obtener un mayor ingreso de aire, y que estará de acuerdo con las necesidades de cada zona de trabajo.

En el primer circuito de ventilación, el aire debe llegar a la rampa 200 en su totalidad y bajar hasta los niveles 310 y 250 a través de las diferentes chimeneas convencionales, pique 1, y RB (19, 23, etc.); el aire usado o contaminado saldrá por las chimeneas RB 7A, RB 7B, y RB.

En el segundo circuito de ventilación, el aire debe bajar por la rampa 2, en el nivel 520 colocar una puerta de ventilación para que

el aire fresco no se encauce a la rampa 2, el aire debe continuar bajando por la rampa 500 hasta el nivel 250 y se debe mezclar con el aire proveniente del pique 2, y es necesario incrementar un mayor ingreso de aire por la chimenea RB 10; La salida del aire usado o contaminado será por las chimeneas RB 18-RB 11, RB 17, y una chimenea nueva que se debe ejecutar a la brevedad posible, paralela a la RB 17.

Para obtener una mejor evacuación del aire usado o contaminado de la mina, será necesario corregir los circuitos de retorno del aire como sucede en la RB 17 y RB 7A. Se deberá instalar algunos ventiladores secundarios o de refuerzo en lugares de trabajo donde haya un mayor número de equipos que funcionan simultáneamente; mientras que los ventiladores auxiliares instalados en las diferentes labores, se irán retirando a medida que se vayan corrigiendo los circuitos de ventilación.

7.6. MEJORA DE LA VENTILACIÓN

Consultores Externos recomiendan que las chimeneas RB deberán tener un diámetro en armonía con el caudal de aire requerido a modo de crear las condiciones normales de caídas de presión que no deben superar 9" pulgadas de columna de agua.

En el sistema general de ventilación se consideran dos tipos de esquemas; por un lado a todo el conjunto de infraestructura de la mina y por otro a casos particulares de cada sector con acceso a

la veta en explotación. En cuanto al primer tipo se deben considerar las exigencias reglamentarias respecto a las entradas y los retornos principales de aire y en el segundo la aplicación de normas y diseños de ventilación auxiliar que se incorpora al módulo del método de explotación particular de la mina, en conjunto con la ventilación auxiliar incorporada al avance primario de preparación de nuevos sectores planificados.

En el sistema de ventilación actual el ingreso de aire fresco es a través de la rampa principal de 4 x 4 m, el pique de servicios y el pique de producción, donde los dos últimos están bastante restringidos por la resistencia propia de la jaula y el skip y no representan un caudal de aire, en cantidad y calidad, suficiente y segura para la mina. La salida del aire viciado hacia la superficie se realiza con chimeneas RB ubicadas a diferentes cotas y tienen diferentes diámetros y longitudes. En varios de estas chimeneas RB la conducción del aire representa una alta resistencia.

El sistema principal que atenderá los requerimientos de ventilación de la mina se basa en un sistema aspirante capaz de vencer la caída de presión del caudal de aire requerido entre el ingreso por bocamina hasta los niveles más profundos y extracción por piques RB hasta la posición de los ventiladores principales.

Todo punto de operación que está por sobre el inicio de la curva y que representa al mínimo caudal y máxima presión se le denomina punto de bombeo (stalling limit) y es peligroso superarlo, puesto

que en tal caso el ventilador entra en régimen inestable, se producen fuertes vibraciones y termina destruyendo el rodete y/o las paletas.

Con el fin de crear dos circuitos de ventilación independientes se debe asegurar el aire fresco en el nivel más bajo de la mina, liberando a las rampa 1 y 2 de la alta caída de presión que soporta al ingresar casi todo el aire, ya que, además es el acceso principal de equipos diese!. Para ello, se plantea inyectar aire fresco por las chimeneas RB # 09 y Pique 1 que se encuentran en serie con las chimeneas RB-21 y RB-29 proporcionando a estos dos últimos de un ventilador principal de 75,000 cfm a cada uno, en la base de las chimeneas correspondiente al nivel 250. El flujo así colocado se dirigirá hacia el Este para subir por las rampas de acceso a los puntos de Tajeos.

7.7. EVALUACIÓN ECONÓMICA SEGÚN LOS CRITERIOS DEL “VAN” Y EL “TIR”

Durante el año 2013 se ha incrementado los avances en preparaciones y desarrollos en un 25%, lo cual permite contar con los blocks preparados para los programas de producción del 2014 y 2015. De igual manera, la Mina Julcani ha incrementado la mecanización de sus operaciones a un 90%. (Valera Moreno, 2010).

En el 2013 la producción creció en 15.56% respecto al año 2007,

alcanzando niveles de 0.85 millones de TMS de mineral con leyes de 7.67% zinc, 3.17% plomo, 0.24% cobre y 3.50 de Oz/Ag. Al 30 de septiembre de 2014, la unidad Julcani explotó 0.72 millones de TMS de mineral tratado, cifra superior en 19.24% respecto a similar periodo del año anterior debido a la mayor producción de la mina por los trabajos de profundización en la mina.

El promedio de tratamiento diario de la planta pasó de 2,295 TM diarias en el 2005 a 3,000 TM diarias en el 2007. Asimismo, es importante recalcar el incremento de horas de operación de la planta concentradora que pasó de 7,710 horas en el 2005 a 8,117 horas en el 2006. A septiembre del 2014 la producción de concentrados fueron: 49000 TMF de zinc, 20000 TMF de plomo, 1000 TMF de cobre.

En cuanto al cash flow respecto al zinc, a diciembre del 2015 fue de US\$ 783.00/tmf, lo que ha permitido proyectar el margen operativo en la Mina Julcani para el año 2014, tal como se muestran los siguientes cuadros:

Tabla N° 44: Cálculo del Zinc Cash Cost

CALCULO DEL ZINC CASH COST		
Finos pagables de zinc:	Tmf	179.53
Costos incurridos en :		
	Costos operativos : US \$	108,475.00
	Maquila, Flete Maritimo, Seguros, Penalizaciones en CC. Zinc:	64,920.00
	Sumatoria de costos: US \$	173,395.00
Créditos por:		
	Venta de Concentrado Pb:	-29,083.00
	Venta de Concentrado Cu:	-3,823.00
	Venta de Plata en Cc. Zn:	0.00
	Sumatoria de créditos: US \$	-32,906.00
ZINC CASH COST: US\$/tmf		782.54

Tabla N° 45: Proyección del Margen Operativo a diciembre 2014

PROYECCION DEL MARGEN OPERATIVO A DICIEMBRE 2014			
Meses	Ventas: \$	Costos: \$	Marg.Op: \$
oct-13	4,509,459	2,448,064	2,061,395
nov-13	4,687,652	2,501,867	2,185,785
dic-13	4,869,828	2,555,671	2,314,157
ene-14	5,048,974	2,609,475	2,439,499
feb-14	4,869,760	2,504,037	2,365,723
mar-14	5,491,006	2,743,984	2,747,022
abr-14	5,527,169	2,733,570	2,793,599
may-14	6,015,673	2,905,394	3,110,279
jun-14	6,042,080	2,889,774	3,152,306
jul-14	6,564,153	3,066,805	3,497,348
ago-14	6,851,501	3,147,511	3,703,990
sep-14	6,867,879	3,124,080	3,743,799
oct-14	7,480,742	3,322,372	4,158,370
nov-14	7,824,943	3,416,529	4,408,414
dic-14	7,912,084	3,416,529	4,495,555

De acuerdo a estos resultados, se puede ver que la Mina Julcani es muy rentable, puesto que a diciembre del 2014 existe un amplio margen operativo comparado a diciembre del 2013, lo que hizo factible la ejecución de las chimeneas raise borer para mejorar el

sistema de ventilación. (Sapag Chaín, 2007).

La empresa que se encargó de construir las chimeneas raise borer fue Master Drilling, que, al igual que la empresa, tuvo liquidez positiva a lo largo del año 2014 y 2015. Como muestra de esto, podemos mostrar los siguientes cuadros de rentabilidad por los RB ejecutados:

Tabla N° 46: Rentabilidad de los Raise Borer

Valorización de Obra Mes: Junio 2014	Valor (S/)	Valor (US\$)
Costo Total	499,364.78	182,917.50
Gastos Operacionales	172,071.46	63,029.84
Neto Antes de Depreciación	327,293.32	119,887.66
Depreciación	10,146.09	3,716.52
Neto	317,147.23	116,171.15

Valorización de Obra Mes: Agosto 2014	Valor (S/)	Valor (US\$)
Costo Total	136,708.33	50,076.31
Gastos Operacionales	0.00	0.00
Neto Antes de Depreciación	152,358.33	55,808.91
Depreciación	4,723.11	1,730.08
Neto	147,635.22	54,078.84

Valorización de Obra Mes: Octubre 2014	Valor (S/)	Valor (US\$)
Costo Total	360,716.67	132,130.65
Gastos Operacionales	134,896.15	49,412.51
Neto Antes de Depreciación	225,820.52	82,718.14
Depreciación	10,116.76	3,705.77
Neto	215,703.76	79,012.37

Valorización de Obra Mes: Diciembre 2014	Valor (S/)	Valor (US\$)
Costo Total	166,939.50	61,150.00
Gastos Operacionales	85,457.81	31,303.23
Neto Antes de Depreciación	81,481.69	29,846.77
Depreciación	10,079.29	3,692.05
Neto	71,402.40	26,154.73

Valorización de Obra Mes: Febrero 2015	Valor (S/)	Valor (US\$)
Costo Total	288,904.22	105,825.72
Gastos Operacionales	110,781.85	40,579.43
Neto Antes de Depreciación	178,122.37	65,246.29
Depreciación	21,748.74	7,966.57
Neto	156,373.63	57,279.72

Fuente: Master Drilling Perú S.A.C.

7.8. IMPACTO SOCIAL

La Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. dedicada a la explotación de plata, plomo, cobre, zinc y oro, contribuye de manera significativa a mejorar la calidad de vida de los pobladores de la zona y por ende contribuye al desarrollo de esta parte del país.

Mencionaremos algunos de estos aspectos:

- Como parte de su aporte al desarrollo de las Comunidades, la inversión social de Buenaventura se centra en cuatro líneas de acción: infraestructura, gestión y manejo de recursos hídricos, proyectos productivos y educación.
- Como infraestructura en salud se cuenta con 1 hospital, en educación 1 centro educativo primario con servicio de desayuno escolar, biblioteca, videoteca y laboratorio, generación eléctrica a través de 3 centrales hidroeléctricas.
- Adecuación de las operaciones de Julcani a los nuevos límites máximos permisibles (LMP) y a los estándares de calidad ambiental (ECAs) emitidos por el MINEN. Se priorizó la implementación de sedimentación y mejoras para el tratamiento del agua de mina.
- Implementación del proyecto “Aprender para Crecer” como canal de apoyo en educación, alianzas con la Asociación Empresarios por la Educación e IPAE

- Priorización de la contratación de personal local. Se realizan acciones para ampliar las oportunidades laborales de la población local implementando programas de capacitación en carreras afines a la actividad minera. En Julcani se ha provisto de 24 salones con 878 alumnos en total.
- Contribuye con auspicios para diferentes eventos (ferias, concursos, etc.) a las diferentes comunidades campesinas promoviendo actividades culturales.
- Procesos de certificación por competencias de trabajadores perforistas, operadores de locomotoras, jumbo, scooptram y teletram de la Unidad Julcani.
- Desarrollo de un proyecto para abastecer con agua para consumo humano, con una inversión comprometida de S/. 880,000.
- Contribuye al estado mediante el pago de impuestos y el canon minero.
- Mejoramiento de vías de acceso en distintos puntos.

7.9. CUADRO COMPARATIVO DE COSTOS UNITARIOS

En la Tabla N° 48 se muestra el cuadro comparativo de costos unitarios de los diversos métodos de construcción de chimeneas.

7.10. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Se trata de demostrar que si el costo de la construcción de chimeneas influye significativamente en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

Tomando una muestra de 10 datos de análisis de costos de la construcción de chimeneas en la Mina Julcani se tiene la siguiente información:

Tabla N° 47: Datos para la prueba de hipótesis

	Costos de Operaciones Unitarias Cont. Chimenea con Raise Borer (\$/m)	Ventilación Mina Julcani (m3/min aire)
	900	36
	901	37
	905	38
	908	39
	910	40
	910	41
	912	42
	913	43
	915	44
	920	45
Promedio	909.40	40.5
Desviación Estándar	6.19	3.028
Varianza	38.27	9.167

Para la prueba de hipótesis se usa el Programa Minitab y la Distribución de Pearson.

FASE 1:

Paso previo: Verificamos la homogeneidad de las varianzas:

Usando el Minitab calculamos la Media, Desviación Estandar y la Varianza.

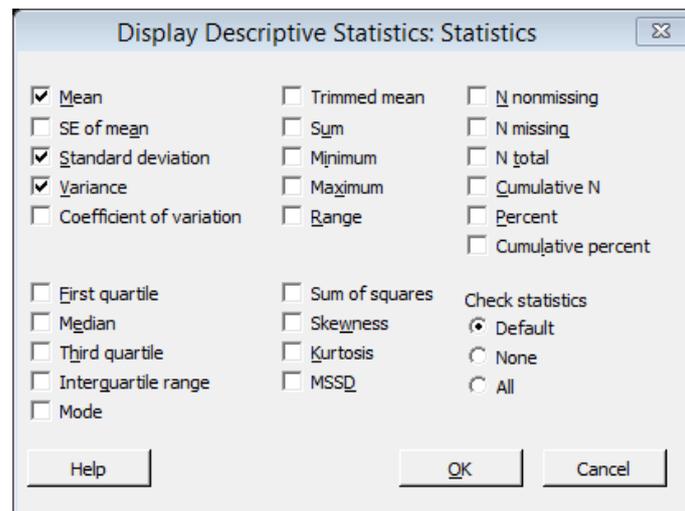


Figura N° 11: Cálculo de las medidas de dispersión

Fuente: Elaboración propia.

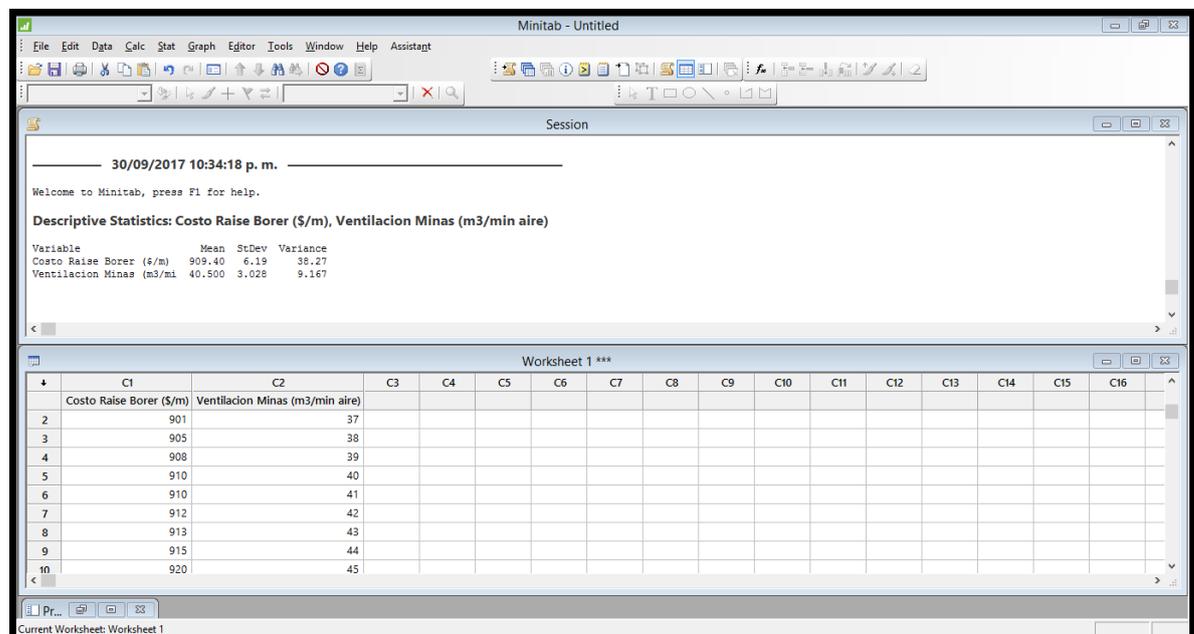


Figura N° 12: Resultados de la estadística descriptiva Fuente:

Elaboración propia.

CARPETA DE RESULTADOS:

Descriptive Statistics: Costo Raise Borer (\$/m), Ventilacion Minas (m3/min aire)

Variable		Mean	StDev	Variance
Costo Raise Borer (\$/m)		909.40	6.19	38.27
Ventilacion Minas (m3/mi)		40.500	3.028	9.167

Probamos la homogeneidad de las varianzas:

La hipótesis Nula: Las dos muestras provienen o tienen las mismas varianzas, en otros términos son homogéneas.

La hipótesis Alternativa: Las dos muestras no tienen varianzas homogéneas

Usando el Minitab tenemos:

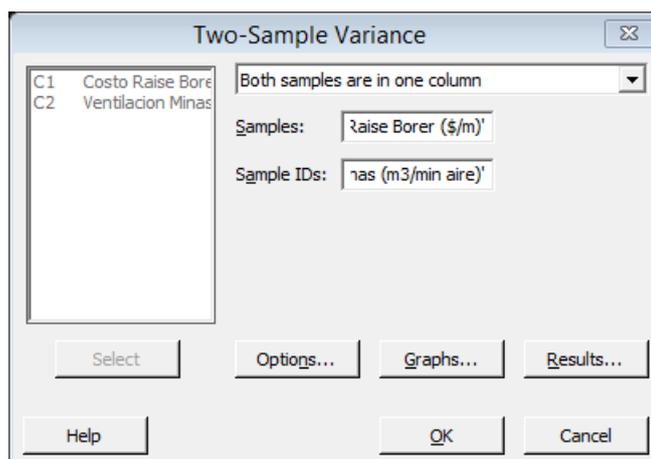


Figura N° 13: Primer paso para la prueba de la homogeneidad de las varianzas

Fuente: Elaboración propia.

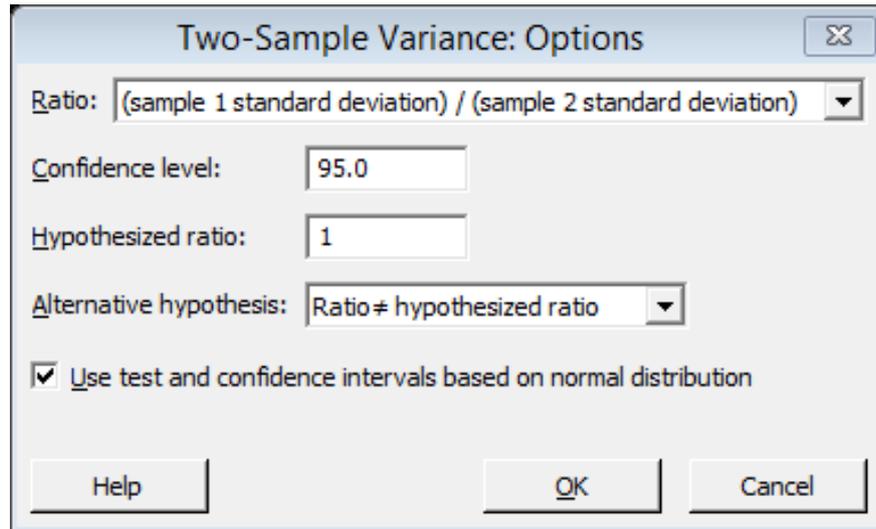


Figura N° 14: Segundo paso de la prueba de homogeneidad de las varianzas

Fuente: Elaboración propia.

Session

Tests

Method	DF1	DF2	Statistic	P-Value
F	9	9	4.17	0.045

Test and CI for Two Variances: Costo Raise Borer (\$/m), Ventilacion Minas (m3/min aire)

Worksheet 1 ***

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16
	Costo Raise Borer (\$/m)	Ventilación Minas (m3/min aire)														
2	901	37														
3	905	38														
4	908	39														
5	910	40														
6	910	41														
7	912	42														
8	913	43														
9	915	44														
10	920	45														

Figura N° 15: Resultados de la prueba de homogeneidad de las varianzas

Fuente: Elaboración propia.

CARPETA DE RESULTADOS:**Test and CI for Two Variances: Costo Raise Borer (\$/m), Ventilación Minas (m3/min aire)**

Method

Null hypothesis $\sigma(\text{Costo Raise Borer } (\$/m)) / \sigma(\text{Ventilacion Minas (m3/min aire)}) = 1$
 Alternative hypothesis $\sigma(\text{Costo Raise Borer } (\$/m)) / \sigma(\text{Ventilacion Minas (m3/min aire)}) \neq 1$
 Significance level $\alpha = 0.05$

F method was used. This method is accurate for normal data only.

Statistics

Variable	N	StDev	Variance	95% CI for StDevs
Costo Raise Borer (\$/m)	10	6.186	38.267	(4.255, 11.293)
Ventilacion Minas (m3/min aire)	10	3.028	9.167	(2.083, 5.527)

Ratio of standard deviations = 2.043

Ratio of variances = 4.175

95% Confidence Intervals

Method	CI for StDev Ratio	CI for Variance Ratio
F	(1.018, 4.100)	(1.037, 16.807)

Tests

Method	DF1	DF2	Test Statistic	P-Value
F	9	9	4.17	0.045

Test and CI for Two Variances: Costo Raise Borer (\$/m), Ventilation Minas (m3/min aire)

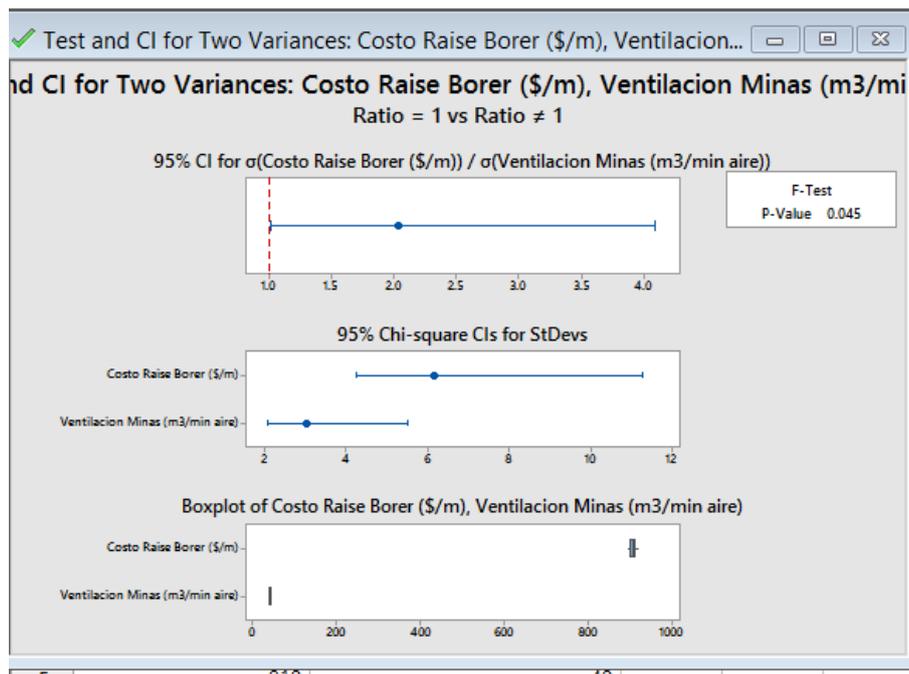


Figura N° 16: Cálculo del P-value

Fuente: Elaboración propia.

Como $P < 0.05$ Entonces se RHo. (Se rechaza la hipótesis nula)

Concluimos que las muestras no provienen de varianzas iguales ($p = 0.045$)

FASE 2: PRUEBA DE HIPÓTESIS

Hipótesis Nula: La media de los costos obtenidos mediante el raise borer es igual a la media de la cantidad de aire para la ventilación de minas (m³/min aire).

Hipótesis Alternativa: La media de los costos obtenidos mediante el raise borer, es mayor que la media de la cantidad de aire para la ventilación de minas (m³/min aire).

Usando el Minitab, tenemos:

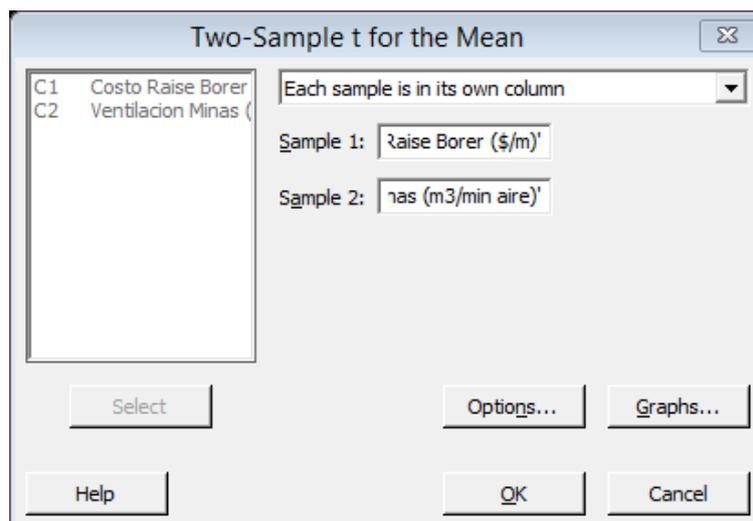


Figura N° 17: Paso 1: Prueba de hipótesis

Fuente: Elaboración propia.

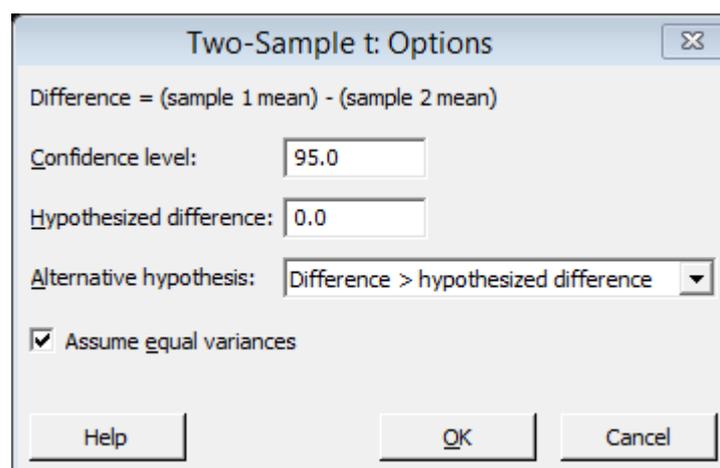


Figura N° 18: Paso 2: Prueba de hipótesis

Fuente: Elaboración propia.

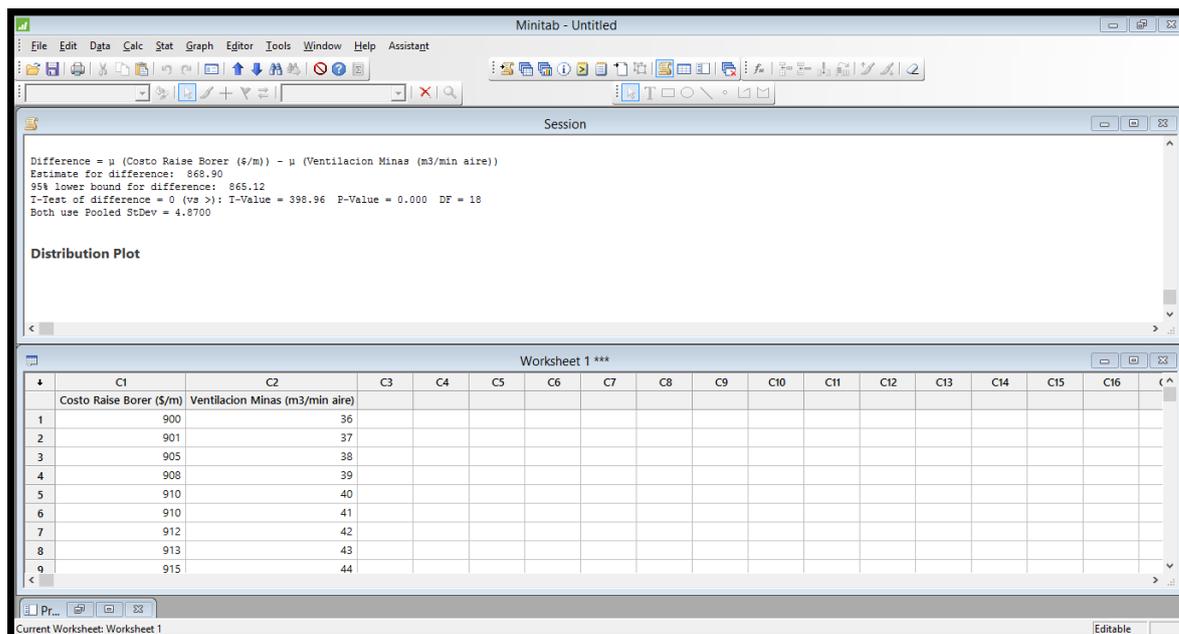


Figura N° 19: Resultados de la prueba de hipótesis

Fuente: Elaboración propia.

CARPETA DE RESULTADOS:

Two-Sample T-Test and CI: Costo Raise Borer (\$/m), Ventilacion Minas (m3/min aire)

Two-sample T for Costo Raise Borer (\$/m) vs Ventilacion Minas (m3/min aire)

	N	Mean	StDev	SE Mean
Costo Raise Borer (\$/m)	10	909.40	6.19	2.0
Ventilacion Minas (m3/mi)	10	40.50	3.03	0.96

Difference = μ (Costo Raise Borer (\$/m)) - μ (Ventilacion Minas (m3/min aire))

Estimate for difference: 868.90

95% lower bound for difference: 865.12

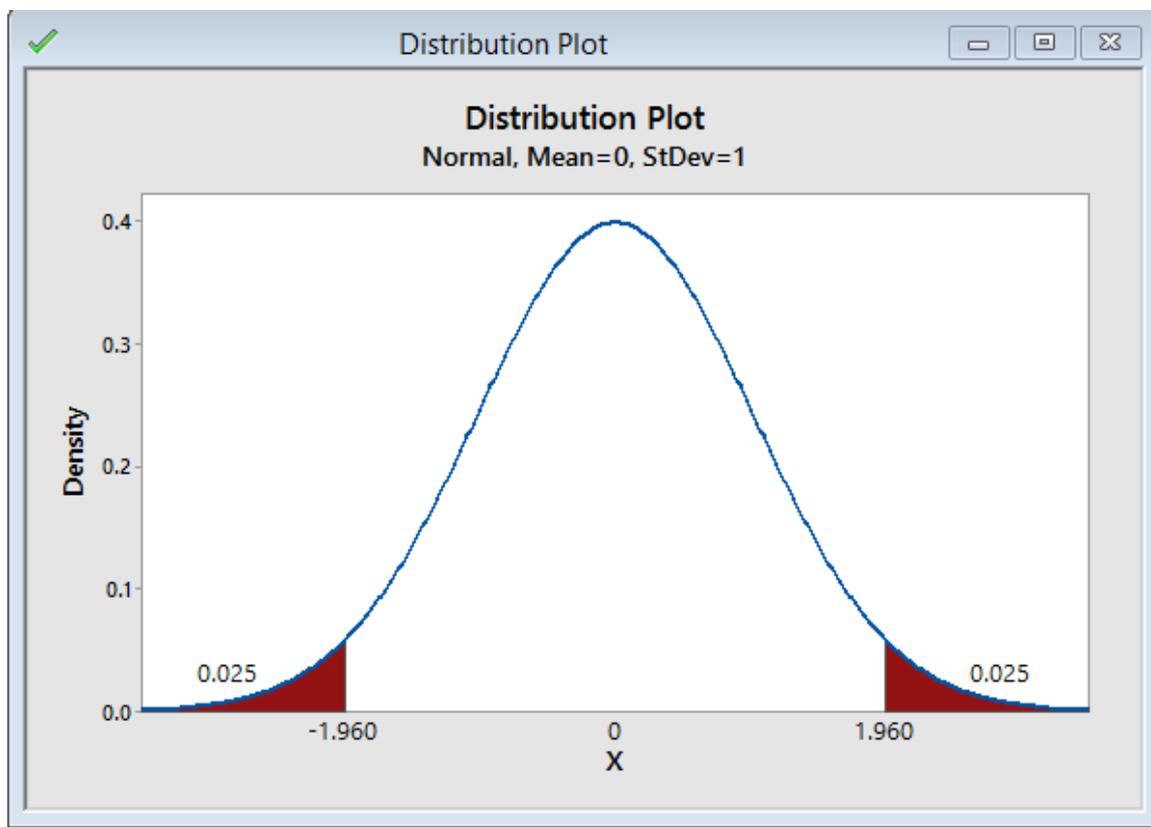
T-Test of difference = 0 (vs >): T-Value = 398.96 P-Value = 0.000 DF = 18

Both use Pooled StDev = 4.8700

Como $P < 0.05$ RHo (Se rechaza la hipótesis nula).

Se puede concluir que la media de los costos obtenidos mediante el raise borer, es mayor que la media de los resultados obtenidos mediante el análisis de la ventilación de minas en m3/min de aire.

Esto significa que con la construcción de chimeneas usando el raise borer se mejora las condiciones de ventilación de las labores de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.



7.11. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la siguiente tabla se muestra el cuadro comparativo de costos unitarios de los diversos métodos de la construcción de chimeneas.

Tabla N° 48: Cuadro Comparativo de Costos Unitarios (US \$/Metro)

ITEM	RAISE PM	CONV.	RAISE CLIMBER	RAISE BORER
1.-CARACTERISTICAS				
Sección : pies	6' x 6'	6' x 6'	6' x 6'	6' x 6'
Área : pies ²	36	36	36	36
Taladros	22 de 6'	22 de 6'	22 de 6'	
Avance : M/G	1.5	1.5	1.5	1.5
Avance : M/D	3	1.5	3	5
Avance : %	83	83	83	93
2.-MANO DE OBRA				
Maestro perforista	44.37	44.37	44.37	44.37
Ayudante perforista	38.56	38.56	38.56	38.56
Servicios	34.75			
Enmaderador		44.37		
Ayudante enmaderador		38.56		
Técnico Mec - Electr.			44.40	44.40
Ayudante Técnico mec - Electr.			38.56	38.56
Sobrestante - Capataz	9.04	9.04	9.04	9.04
Residente	22.16	22.16	22.16	22.16
Sub Total	148.88	197.06	197.09	197.1
3.-EXPLOSIVOS				
Dinamita	21.12	21.12	21.12	
Fulminante	0.22	0.22	0.22	
Guia de seguridad	0.60	0.60	0.60	
Fanel	32.12	32.12	32.12	
Pentacord	0.72	0.72	0.72	
Sub Total	54.78	54.78	54.78	0
4.-EQUIPO y OTROS				
Perforación	15.84	15.84	15.84	
Raise PM	17.42			
Maderamen		64.36		
Raise Climber			185.00	
Raise Borer				755.79
Drop Raising				
Compresora 300 CFM	168.64	168.64	168.64	85.36
Otros	23.62	23.62	23.62	23.62
Sub Total	225.52	272.46	393.1	864.77
Total Costo Op./Ciclo	429.18	524.30	644.97	1061.86
Total Costo Op./Metro	286.12	349.53	429.98	707.91
Total Costo Unitario / Metro	371.956	454.393	558.974	920.279

Además, mediante la prueba de hipótesis se demuestra que con la construcción de chimeneas usando el raise borer se mejora las condiciones de ventilación de las labores de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.

CONCLUSIONES

1. Comparándose el PM al sistema tradicional avance con maderamen, se reduce a cero el costo por madera, siendo el costo del método convencional US \$/m 454.393 y el costo PM US \$/m 371.956, siendo la diferencia US \$/m 82.437. El Costo del Raise Climber es US\$/m 558.974 y el Raise Borer US\$/m 920.279.
2. La Unidad Julcani, así como gran parte de Huancavelica, posee un importante potencial de recursos minerales cuya explotación y exploración demandan mucho dinero y esfuerzo, felizmente la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. no ha decaído y mantiene sus operaciones de forma sostenida y es consciente de que el uso de nuevas tecnologías como el raise borer y plataformas metálicas proporcionan muchas ventajas como seguridad, rapidez y productividad.
3. El rendimiento en la excavación de chimeneas con equipos raise borer es variable y depende de la calidad geomecánica de la roca, la longitud de la chimenea y el diámetro final de excavación. Hemos comprobado que son más eficientes que el método convencional, es más seguro, utiliza tecnología limpia, las paredes de las excavaciones tienen un acabado liso y firmes optimizando la ventilación y en la mayoría de los casos no requiere de sostenimiento y fortificación. Sin embargo, existen riesgos mayores como la rotura de la columna en alguna de las etapas

con la consiguiente caída de las barras o escariador al nivel inferior, por lo tanto, es imprescindible que el proceso sea realizado por personal calificado.

4. Como dato técnico, existe una relación entre el diámetro de perforación piloto y diámetro de escariado. En la práctica, para un diámetro de 2.5 metros se utiliza un diámetro de perforación del piloto de 12 ¼": para diámetros finales de 2.7 m a 3,5 m. se utiliza perforación con tricono de 13 ¾" de diámetro; y sobre 3.5 m hasta 6.0 m se utiliza perforación con tricono de 15".
5. La perforación con raise borer puede lograr avances en roca dura de hasta 12.00 m/día en el rimado y 20.00 m/día en el hueco piloto. Normalmente, el método consta de 4 fases: Preparación del lugar de operación, transporte y ensamblaje, perforación piloto y el rimado.
6. Para mejorar el sistema de ventilación, se ha previsto contar con 05 extractores de 150,000 cfm c/u, 01 extractar de 110,000 cfm, y un extractar de 120,000 cfm, en el circuito principal; los cuales deberán ser instalados en las RB-7B (150,000 cfm), RB-14 (150,000), RB-17 (120,000), RB-18 (110,000), RB-26 (150,000), RB-28//RB-30 (150,000), RB-13A (150,000), RB-7 A (60,bOO).
7. El proyecto materia de estudio es rentable, debido a que el cash flow respecto al zinc a diciembre del 2015 (US\$ 783.00/tmf) ha permitido proyectar el margen operativo para el 2014; el que muestra un amplio margen lo que hizo factible la ejecución de las chimeneas RB por

Master Drilling, que, al igual que la Unidad Julcani, tuvo liquidez positiva a lo largo de los años 2014 y 2015.

8. El método raise borer permite la ejecución de chimeneas para traspaso de mineral; para servicios y accesos; para ventilación, siendo esta última de gran utilidad implementarlo como parte de la reforma de infraestructura de ventilación en la Unidad Julcani (Mina Acchilla y otros). Con estas chimeneas, por su calidad de paredes lisas, la pérdida de carga y resistencia a la circulación disminuyen notablemente.

RECOMENDACIONES

1. Es importante la capacitación constante del personal minero.
2. Todas las estructuras metálicas utilizadas en el sistema PM son recuperadas una vez concluidas la elaboración de la chimenea, de manera tal que no contamina el ambiente.
3. Cuando las plataformas metálicas PM hayan sido dañadas por efecto del disparo deben ser reemplazados de inmediato.
4. En el sistema PM, la malla de perforación debe ser diseñada para tener una fragmentación
5. Para realizar una buena perforación con RB, se recomienda llevar a cabo las siguientes actividades: Detectar fisuras, alinear los cortadores en el escariador, revisar el estado de los rodamientos del tricono antes de la perforación, verificar que el soft starter y el imitador de torque estén operando en óptimas condiciones.
6. Realizar en forma continua los siguientes trabajos: Efectuar la evaluación de los circuitos de ventilación, conocer el balance de los flujos, determinar las caídas de presión, determinar las condiciones termo-ambientales y proyectar las mejoras del caso.
7. Distribuir el caudal de aire forzado de acuerdo al requerimiento de cada nivel de operación, mediante el uso de las mangas de ventilación de diámetro apropiado, evitar el ingreso a mina de equipos que

emanan CO₂ sobre los LMP, a cargo del Área de Seguridad y Medio Ambiente.

8. Las Empresas Especializadas están obligadas a mantener estandarizado las instalaciones y servicios de ventilación como son mangas, ventiladores, tapones y puertas de ventilación.
9. En cuanto al sistema de ventilación por chimeneas raise borer, se recomienda el uso de un software de ventilación para la simulación por computadora, adelantándonos a los efectos que podría tener la ejecución de futuras labores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ary, D., Cheser Jacobs, L., & Asghar Razavieq. (2000). *Introduction to Research in Education*. USA: Holt, Rinehart and Winston .
2. Beltrán, a., & Cueva, H. (2003). *Evaluación Privada de Proyectos*. Lima Perú: Centro de Investigación de la UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO.
3. Beltrán, A., & Cueva, H. (2003). *Evaluación Privada de Proyectos*. Lima Perú: Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico.
4. Benavides Ganoza, R. (2012). *La Minería Responsable y sus Aportes al Desarrollo del Perú*. Lima: Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.
5. Billings, M. P. (1985). *Geología Estructural*. Buenos Aires Argentina: Editorial Universitaria de Buenos Aires.
6. Blank, L., & Tarquin, A. (2002). *Ingeniería Económica*. México: McGraw-Hill Interamericana.
7. Buenaventura, C. d. (2012). *Estudio para el Mejoramiento del Sistema de Ventilación de la Mina Acchilla - Julcani*.
8. Buenaventura, C. d. (2014). *Memoria Anual 2014*. Lima: Impreso Gráfica S.A.
9. Cabos, R. (2005). *Potencial Minero en la Región Huancavelica*. Lima.
10. CALDERÓN SOLÍS, A. (2012). *Sistema de Gestión de Riesgos para la Prevención de Accidentes en la Mina El Brocal S.A.A. Unidad Colquijirca-Pasco*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
11. Clemente Ignacio, T., & Clemente Lazo, J. (2009). *Análisis de Costos de Operación en Minería Subterránea y Evaluación de Proyectos Mineros*. Huancayo Perú: Centro de Investigación de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

12. Coates, D. F. (1970). *Fundamentos de Mecánica de Rocas*. Canadá: BLUME.
13. Consultants, W. (2006). *Plan de Cierre de Minas de la UEA Julcani*. Lima.
14. Contreras Llica, L. E. (2015). *Perforación de Chimeneas con el método Rasie Boring en la Unidad Mnera Arcata*. Arequipa.: Tesis de la Facultad de Geología, Geofísica y Minas de la Universidad de San Agustín de Arequipa.
15. Crisólogo Arce, A. (1994). *Conceptos, Métodos y Modelos de la Investigación Científica* . Perú: Ediciones Abedul E.I.R.L.
16. Departamento Técnico Microtúneles Sonntag . (s.f.). *Sistema de Excavación: Raise Boring* .
17. Flores Barboza, J. (1986). *La Investigación Educativa*. Perú: Ediciones San Marcos.
18. García González, A. (1980). *Explotación de Minas*. Barcelona España: Ediciones Omega S.A.
19. Gómez Ramos, M. (1981). *Cómo investigar en Educación*. España: Ediciones Morata S.A.
20. Hoek, E., & Brown, E. T. (1985). *Excavaciones Subterráneas en Roca*. México: McGRAW-HILL.
21. Huang, W. T., & García Diaz, R. (1968). *Petrología*. México: Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana.
22. Jiménez , E. (1999). *Educación Ecológica y Ambiental* . México: Editorial Limusa.
23. Lambe, T. W., & Whitman, R. V. (1995). *Mecánica de Suelos*. México: LIMUSA.
24. Moran Montoya, J. L. (2009). *Análisis técnico económico para explotar por taladros largos el tajeo 775 en la Unidad de Uchucchacua de la*

- Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.* Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
25. Paucar Coz, D. (2000). *Metodología de la Investigación Científica*. Perú: Ediciones Lauricocha.
 26. Paz, M. (1980). *El Proceso de la Investigación Científica* . México: Editorial Limusa.
 27. Pernia Llera, J. M., Ortiz de Urbina, F. P., López Jimeno, C., & López Jimeno, E. (2005). *Manual de Perforación y Voladura de Rocas*. España: Instituto Geológico y Minero.
 28. Petrorius, D. (2002). *Manual de Estándares y Procedimientos para la Operación de Equipos Raise Bore*. Sudáfrica: Master Drilling.
 29. Pino Gotuzzo, R. (2007). *Metodología de la Investigación*. Perú: Editorial San Marcos.
 30. Regalado Bernal, M. (1988). *Investigación Científica* . Perú: Compendios Roberman.
 31. Rivera Rojas, E. (2015). *Metodo de Minado Sublevel Stoping en Corporación Minera Castrovirreyna S.A.* Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
 32. Rivera Rojas, E. F. (2015). *Método de Minado Sublevel Stoping en Corporación Minera Castrovirreyna*. Lima.
 33. Rivva L., E. (2007). *Diseño de Mezclas*. Lima-Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
 34. S.A.C., M. (2012). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima Perú: Grupo Editorial Megabyte S.A.C.
 35. Salinas Seminario, M. (2001). *Costos, Presupuestos, Valorizaciones y Liquidaciones de Obra*. Lima Perú: Fondo Editorial del Instituto de la Construcción y la Gerencia.

36. Sapag Chaín, N. (2007). *Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión*. México: Pearson Educación de México S.A.
37. Valera Moreno, R. (2010). *Matemática Financiera*. Piura Perú: Centro de Investigaciones de la Universidad de Piura.
38. Vara Horna, A. A. (2012). *Desde la Idea hasta la Sustentación: 7 pasos para una tesis exitosa* . Lima: Universidad San Martín de Porres.
39. Villanueva Alvarez , R. (2013). *Diseño de Tratamiento Pasivo después del Plan de Cierre de Mina*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
40. Zamora Escalante, E. (2008-2010). *Reporte Interno de Geomecánica*. Nuayllay Pasco: Empresa Administradora Chungar S.A.C.

a.

ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de consistencia lógica

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>General</p> <p>¿El costo de la construcción de chimeneas influye en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?</p>	<p>General</p> <p>Determinar si los costos de la construcción de chimeneas influyen significativamente en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>	<p>General</p> <p>El costo de la construcción de chimeneas influye significativamente en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>	<p>Variable Independiente (X) Costo de la construcción de chimeneas de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. Inversión pública en infraestructura.</p> <p>Variable Dependiente (Y) Optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>	<p>Propósito: Básica</p> <p>Nivel: Explicativo.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo.</p>
<p>Específico 1</p> <p>¿De qué manera el costo de la construcción de chimeneas mediante el sistema tradicional influye en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?</p>	<p>Específico 1</p> <p>Comprobar que el costo de la construcción de chimeneas mediante el sistema tradicional influye en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>	<p>Específico 1</p> <p>El costo de la construcción de chimeneas influye significativamente en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>	<p>Variable Independiente (X) Costo de la construcción de chimeneas mediante el sistema tradicional en la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p> <p>Variable Dependiente (Y) Optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.</p>	<p>Método: Hipotético deductivo.</p> <p>Diseño: No experimental.</p>
<p>Específico 2</p>	<p>Específico 2</p>	<p>Específico 2</p>	<p>Variable Independiente (X) Costo de la construcción de chimeneas mediante el</p>	<p>Método:</p>

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
¿En qué medida el costo de la construcción de chimeneas mediante el sistema alimak influye en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?	Demostrar qué efecto tiene el costo de la construcción de chimeneas mediante el sistema alimak en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.	Demostrar qué efecto tiene el valor del costo de la construcción de chimeneas mediante el sistema alimak en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.	sistema alimak en la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. Variable Dependiente (Y) Optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.	Hipotético deductivo. Diseño: No experimental.
Específico 3 ¿El costo de la construcción de chimeneas mediante el raise borer incide en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.?	Específico 3 Probar en qué medida el costo de la construcción de chimeneas mediante el raise borer influye en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.	Específico 3 El costo de la construcción de chimeneas mediante el raise borer influye en la optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.	Variable Independiente (X) Costo de la construcción de chimeneas mediante el raise borer en la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A. Variable Dependiente (Y) Optimización del sistema de ventilación de la Mina Julcani de la Compañía de Minas Buenaventura S.A.A.	Método: Hipotético deductivo. Diseño: No experimental.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo N° 2: Valorización por Perforación de Chimeneas Raise Borer en Julcani mes de junio de 2014

JULCANI
GHANNA 71R

Mes JUNIO 2,014.00
Ratio 2.73 S/US\$

Descripción	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/Costo (US\$)	Valor (S/)	Valor (US\$)
Piloto 12 1/4"		m	228.50	315.00	196,498.58	71,977.50
Escariador 1.8		m	257.00	420.00	294,676.20	107,940.00
Alquiler Bomba		día	20.00	150.00	8,190.00	3,000.00
Total Ingresos					499,364.78	182,917.50

GASTOS	DESCRIPCIÓN		DINERO GASTADO	DINERO DISPONIBLE	PRESUPUESTO S/	PRESUPUESTO US\$
REMUNERACIONES	Pay Roll				21,146.45	7,745.95
GRATIFICACION	Gratuities				3,524.21	1,290.92
BONOS DE PRODUCCION	Bonus				1,667.17	610.68
INDEMNIZACIONES	Indemnity				2,194.39	803.81
LEYES SOCIALES	Pension and Helth				2,509.90	919.38
GASTOS BENCINA Y PETROLEO	Gassoline				2,300.50	842.67
ARRIENDOS Y ALOJAMIENTOS	House rental and lodging				600.50	219.96
FLETES Y CORRESPONDENCIA	Freights and mailing				2,860.50	1,047.80
SEGUROS DE VIDA	Life Insurances				2,091.74	766.21
TELEFONOS FAX E INTERNET	Telephone and Fax				199.95	73.24
ROPA E IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	Security stuff and clothes				1,197.89	438.79
EXAMENES Y REMEDIOS MEDICOS	Enroll and medical costs				162.50	59.52
TRANSPORTE DE PERSONAL	Transport Employees				650.50	238.28
ALIMENTACION OBRA	Food and medicins				4,760.50	1,743.77

GASTOS	DESCRIPCIÓN		DINERO GASTADO	DINERO DISPONIBLE	PRESUPUESTO S/	PRESUPUESTO US\$
MANT. Y REP. VEHICULOS	Vehicles Maint. Rep.				41.13	15.07
MANT. ELECTRICA MAQUINA	Electrical Maintain				2,000.50	732.78
MANT. MECANICA MAQUINA	Mechanical Maintain				243.50	89.19
SEGUROS DE OBRA	Insurances				425.94	156.02
BOMBAS DE AGUA Y REPUESTOS	Water Pumps and Spare				400.50	146.70
GASTOS ESTABILIZADORES	Stabilizers				1,892.94	693.38
GASTOS STEM BAR	Stem Bar				823.02	301.47
GASTOS CROSS OVER	Cross Over				1,021.86	374.31
GASTOS DE CUTTERS	Cutters				53,642.83	19,649.39
GASTOS DE BARRAS	Rods				1,337.73	490.01
GASTOS TRICONOS	Tricons				22,706.94	8,317.56
MATERIALES E INSUMOS DE OBRA	Materials for site				11,569.36	4,237.86
ALQUILERES DE VEHICULOS	Vehicles Rental				11,880.17	4,351.71
UTILES DE ESCRITORIO Y OFICINA	Office Articles				73.03	26.75
INSUMOS COMPUTACIONALES	Computer Articles				230.62	84.48
GASTOS DE OFICINA	Office Expenses				21.94	8.04
ACEITES Y LUBRICANTES	Oil-lubricants				2,261.88	828.53
QUIMICOS	Chemicals				15,190.11	5,564.14
FORMULARIOS Y ART. DE IMPRENTA	Print Articles and Report				100.50	36.81
GASTOS BANCARIOS	Bank Expenses (Interest & Charges)				22.50	8.24
GASTOS DE STARTER PIPE	Starter Pipe				317.76	116.40
TOTAL GASTOS DE OPERACIÓN					172,071.46	63,029.84
GANANCIA NETA ANTES DE DEPRECIACIÓN					327,293.32	119,887.66
DEPRECIACIÓN					10,146.09	3,716.52
GANANCIA NETA DESPUÉS DE DEPRECIACIÓN					317,147.22	116,171.14

Fuente: Master Drilling Perú S.A.C.-2014

Anexo N° 3: Preparación y Ejecución de Chimeneas Tipo Raise Borer agosto 2014

CONTRATO	EJECUCIÓN DE CHIMENEAS TIPO RAISE BORER	
ESTADO DE PAGO N°	2	JULCANI
MES	AGOSTO	2014
MAQUINA	BOESMAN	MASTER DRILLING
CHIMENEA	RB 20	RB 24
LONGITUD	62.86	65.44
ANGULO	90°	90°
NIVEL	SUPERFICIE	

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD MES	P/UNIT (US\$)	TOTAL MES (US\$)
Instalación	Global	0.00	7,500.00	0.00
Desinstalación	Global	0.00	7,500.00	0.00
Transporte	Global	0.00	0.00	0.00
SUB TOTAL				0.00
Alimentación				
Alimentación - agosto 2007	Global	0.00	0.00	2,172.75
SUB TOTAL				2,172.75
CHIMENEA RB 20				
Perforación Piloto 12 1/4	Metro	61.02	350.00	21,357.00
Re-Perforación Piloto 12 1/4	Metro	9.11	262.50	2,391.38
Escareado a 7' (2.10 m)	Metro	60.52	650.00	39,338.00
Bombas de Agua (03 unidades)	Dia/bomba	0.00	0.00	0.00
Prod. Químico Polyplus 2000	Balde	13.00	150.15	1,951.95
Hrs. Stand by no Operacional	Hora	60.00	100.00	6,000.00
Hrs. Stand by Operacional	Hora	0.00	0.00	0.00
SUB TOTAL				71,038.33
CHIMENEA RB 24				
Perforación Piloto 12 1/4	Metro	61.57	350.00	21,549.50
Re-Perforación Piloto 12 1/4	Metro	0.00	262.50	0.00
Escareado a 7' (2.10 m)	Metro	61.07	650.00	39,695.50
Bombas de Agua (03 unidades)	Dia/bomba	6.00	0.00	0.00
Prod. Químico Polyplus 2000	Balde	15.00	150.15	2,252.25
Hrs. Stand by no Operacional	Hora	0.00	100.00	0.00
Hrs. Stand by Operacional	Hora	1.15	0.00	0.00
SUB TOTAL				63,497.25
TOTAL DE PAGO				136,708.33

Fuente: Master Drilling Perú S.A.C.

Anexo N° 4: Preparación y Ejecución de Chimeneas Tipo Raise Borer octubre 2014

MASTER DRILLING PERU S.A.C.
PRESUPUESTO ESTIMADO

Mes **Octubre** **2,014.00**
Ratio **2.73** **S/US\$**

Proyecto:

JULCANI

Máquina: **GHANNA**
71R

Descripción	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/Costo (US\$)	Valor (S/)	Valor (US\$)
Piloto 12 1/4"		m	340.50	315.00	292,812.98	107,257.50
Escariador 1.8		m	36.00	420.00	41,277.60	15,120.00
Alquiler Bomba		día	30.00	150.00	12,285.00	4,500.00
Chemicals		Unid	35.00	150.09	14,341.10	5,253.15
Total Ingresos					360,716.67	132,130.65

GASTOS	DESCRIPCIÓN		DINERO GASTADO	DINERO DISPONIBLE	PRESUPUESTO S/	PRESUPUESTO US\$
REMUNERACIONES	Pay Roll				21,896.45	8,020.68
GRATIFICACION	Gratuites				3,649.21	1,336.71
BONOS DE PRODUCCION	Bonus				1,667.17	610.68
INDEMNIZACIONES	Indemnity				2,267.28	830.51
LEYES SOCIALES	Pension and Helth				2,592.40	949.60
GASTOS BENCINA Y PETROLEO	Gassoline				2,300.50	842.67
ARRIENDOS Y ALOJAMIENTOS	House rental and lodging				600.50	219.96
FLETES Y CORRESPONDENCIA	Freights and mailing				2,860.50	1,047.80
SEGUROS VEHICULOS	Car insuranses				61.16	22.40
SEGUROS DE VIDA	Life Insurances				2,160.49	791.39
TELEFONOS FAX E INTERNET	Telephone and Fax				199.95	73.24

GASTOS	DESCRIPCIÓN		DINERO GASTADO	DINERO DISPONIBLE	PRESUPUESTO S/	PRESUPUESTO US\$
ROPA E IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	Security stuff and clothes				587.18	215.08
EXAMENES Y REMEDIOS MEDICOS	Enroll and medical costs				162.50	59.52
TRANSPORTE DE PERSONAL	Transport Employees				480.50	176.01
ALIMENTACION OBRA	Food and medicins				4,200.50	1,538.64
MANT. Y REP. VEHICULOS	Vehicles Maint. Rep.				832.16	304.82
MANT. ELECTRICA MAQUINA	Electrical Maintain				2,000.50	732.78
MANT. MECANICA MAQUINA	Mechanical Maintain				3,521.00	1,289.74
SEGUROS DE OBRA	Insurances				425.94	156.02
BOMBAS DE AGUA Y REPUESTOS	Water Pumps and Spare				400.50	146.70
GASTOS ESTABILIZADORES	Stabilizers				2,366.05	866.68
GASTOS STEM BAR	Stem Bar				115.72	42.39
GASTOS CROSS OVER	Cross Over				100.69	36.88
GASTOS DE CUTTERS	Cutters				7,514.60	2,752.60
GASTOS DE BARRAS	Rods				1,538.11	563.41
GASTOS TRICONOS	Tricons				33,860.98	12,403.29
MATERIALES E INSUMOS DE OBRA	Materials for site				6,848.32	2,508.54
OTROS ALQUILERES	Other Lease					0.00
ALQUILERES DE VEHICULOS	Vehicles Rental				12,700.70	4,652.27
UTILES DE ESCRITORIO Y OFICINA	Office Articles				70.39	25.78
INSUMOS COMPUTACIONALES	Computer Articles				339.13	124.22
GASTOS DE OFICINA	Office Expenses				350.17	128.27
ACEITES Y LUBRICANTES	Oil-lubrificants				2,261.88	828.53
QUIMICOS	Chemicals				13,291.41	4,868.65
FORMULARIOS Y ART. DE IMPRENTA	Print Articles and Report				175.50	64.29

GASTOS	DESCRIPCIÓN		DINERO GASTADO	DINERO DISPONIBLE	PRESUPUESTO S/	PRESUPUESTO US\$
GASTOS BANCARIOS	Bank Expenses (Interest & Charges)				22.50	8.24
GASTOS DE STARTER PIPE	Starter Pipe				473.61	173.48
TOTAL GASTOS DE OPERACIÓN					134,896.15	49,412.51
GANANCIA NETA ANTES DE DEPRECIACIÓN					225,820.52	82,718.14
DEPRECIACIÓN					10,116.76	3,705.77
GANANCIA NETA DESPUÉS DE DEPRECIACIÓN					215,703.77	79,012.37

Fuente: Master Drilling Perú S.A.C.

Anexo N° 5: Preparación y Ejecución de Chimeneas Raise Borer diciembre 2014

MASTER DRILLING PERU S.A.C.
PRESUPUESTO ESTIMADO

Mes **Diciembre** **2,014.00**

Ratio **2.73** **S/US\$**

Proyecto:

JULCANI

Máquina: **DRESSER**
500A

Descripción	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/Costo (US\$)	Valor (S/)	Valor (US\$)
Piloto 9 7/8"		m	110.50	300.00	90,499.50	33,150.00
Escariador 1.8		m	70.00	400.00	76,440.00	28,000.00
Otros						
Total Ingresos					166,939.50	61,150.00

GASTOS	DESCRIPCIÓN		DINERO GASTADO	DINERO DISPONIBLE	PRESUPUESTO S/	PRESUPUESTO US\$
REMUNERACIONES	Pay Roll				21,053.69	7,711.97
GRATIFICACION	Gratuites				3,509.36	1,285.48
BONOS DE PRODUCCION	Bonus				1,667.17	610.68
INDEMNIZACIONES	Indemnity				2,185.35	800.49
LEYES SOCIALES	Pension and Helth				2,499.68	915.63
GASTOS BENCINA Y PETROLEO	Gassoline				2,300.50	842.67
ARRIENDOS Y ALOJAMIENTOS	House rental and lodging				600.50	219.96
FLETES Y CORRESPONDENCIA	Freights and mailing				60.50	22.16
SEGUROS VEHICULOS	Car insuranses				61.16	22.40
SEGUROS DE VIDA	Life Insurances				2,083.23	763.09
TELEFONOS FAX E INTERNET	Telephone and Fax				199.95	73.24
ROPA E IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	Security stuff and clothes				366.91	134.40
TRANSPORTE DE PERSONAL	Transport Employees				410.50	150.37

GASTOS	DESCRIPCIÓN		DINERO GASTADO	DINERO DISPONIBLE	PRESUPUESTO S/	PRESUPUESTO US\$
ALIMENTACION OBRA	Food and medicins				3,080.50	1,128.39
MANT. Y REP. VEHICULOS	Vehicles Maint. Rep.				832.16	304.82
SEGUROS DE OBRA	Insurances				425.94	156.02
GASTOS ESTABILIZADORES	Stabilizers				765.83	280.52
GASTOS STEM BAR	Stem Bar				224.53	82.25
GASTOS CROSS OVER	Cross Over				195.31	71.54
GASTOS DE CUTTERS	Cutters				14,611.25	5,352.11
GASTOS DE BARRAS	Rods				497.96	182.40
GASTOS TRICONOS	Tricons				10,955.36	4,012.95
MATERIALES E INSUMOS DE OBRA	Materials for site				2,645.22	968.95
ALQUILERES DE VEHICULOS	Vehicles Rental				12,283.25	4,499.36
INSUMOS COMPUTACIONALES	Computer Articles				109.01	39.93
GASTOS DE OFICINA	Office Expenses				331.24	121.33
ACEITES Y LUBRICANTES	Oil-lubrificants				1,250.18	457.94
FORMULARIOS Y ART. DE IMPRENTA	Print Articles and Report				75.50	27.66
GASTOS BANCARIOS	Bank Expenses (Interest & Charges)				22.50	8.24
GASTOS DE STARTER PIPE	Starter Pipe				153.57	56.25
TOTAL GASTOS DE OPERACIÓN					85,457.81	31,303.23
GANANCIA NETA ANTES DE DEPRECIACIÓN					81,481.69	29,846.77
DEPRECIACIÓN					10,079.29	3,692.05
GANANCIA NETA DESPUÉS DE DEPRECIACIÓN					71,402.40	26,154.73

Fuente: Master Drilling Perú S.A.C.

Anexo N° 6: Preparación y Ejecución de Chimeneas Raise Borer febrero 2015

**MASTER DRILLING PERU S.A.C.
PRESUPUESTO ESTIMADO**

**Mes FEBRERO 2,015.00
Ratio 2.73 S/US\$**

Proyecto:

JULCANI

**Máquina: 3-250
BOESMAN**

Descripción	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio/Costo (US\$)	Valor (S/)	Valor (US\$)
Piloto 12 1/4"		m	125.50	350.00	119,915.25	43,925.00
Escariador 1.8		m	92.00	650.00	163,254.00	59,800.00
Alquiler Bomba		día	6.00	150.00	2,457.00	900.00
Chemicals		Unid	8.00	150.09	3,277.97	1,200.72
Otros						
Total Ingresos					288,904.22	105,825.72

GASTOS	DESCRIPCIÓN		DINERO GASTADO	DINERO DISPONIBLE	PRESUPUESTO S/	PRESUPUESTO US\$
REMUNERACIONES	Pay Roll				26,595.50	9,741.94
GRATIFICACION	Gratuites				4,249.67	1,556.66
BONOS DE PRODUCCION	Bonus				1,000.50	366.48
INDEMNIZACIONES	Indemnity				2,653.12	971.84
LEYES SOCIALES	Pension and Helth				3,035.95	1,112.07
GASTOS BENCINA Y PETROLEO	Gassoline				2,070.50	758.42
ARRIENDOS Y ALOJAMIENTOS	House rental and lodging				550.50	201.65
GASTOS DE VIAJE	Travelling costs				340.50	124.73
FLETES Y CORRESPONDENCIA	Freights and mailing				4,245.50	1,555.13
SEGUROS VEHICULOS	Car insuranses				85.51	31.32

GASTOS	DESCRIPCIÓN		DINERO GASTADO	DINERO DISPONIBLE	PRESUPUESTO S/	PRESUPUESTO US\$
SEGUROS DE VIDA	Life Insurances				2,530.13	926.79
AGUA CALEFAC. Y LUZ	Water supply and Elect.				73.63	26.97
TELEFONOS FAX E INTERNET	Telephone and Fax				195.50	71.61
ROPA E IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	Security stuff and clothes				808.24	296.06
EXAMENES Y REMEDIOS MEDICOS	Enroll and medical costs				324.50	118.86
TRANSPORTE DE PERSONAL	Transport Employees				930.50	340.84
ALIMENTACION OBRA	Food and medicins				5,120.50	1,875.64
MANT. Y REP. VEHICULOS	Vehicles Maint. Rep.				101.91	37.33
MANT. ELECTRICA MAQUINA	Electrical Maintain				1,800.50	659.52
MANT. MECANICA MAQUINA	Mechanical Maintain				3,300.50	1,208.97
SEGUROS DE OBRA	Insurances				445.44	163.16
GASTOS ESTABILIZADORES	Stabilizers				1,280.19	468.93
GASTOS STEM BAR	Stem Bar				1,346.00	493.04
GASTOS CROSS OVER	Cross Over				942.35	345.18
GASTOS DE CUTTERS	Cutters				11,213.00	4,107.33
GASTOS DE BARRAS	Rods				457.53	167.59
GASTOS TRICONOS	Tricons				14,184.92	5,195.94
MATERIALES E INSUMOS DE OBRA	Materials for site				1,374.99	503.66
ALQUILERES DE VEHICULOS	Vehicles Rental				13,124.21	4,807.40
INSUMOS COMPUTACIONALES	Computer Articles				109.01	39.93
GASTOS DE OFICINA	Office Expenses				25.23	9.24
ACEITES Y LUBRICANTES	Oil-lubrificants				2,848.08	1,043.25
QUIMICOS	Chemicals				3,193.43	1,169.75
FORMULARIOS Y ART. DE IMPRENTA	Print Articles and Report				25.50	9.34

GASTOS	DESCRIPCIÓN		DINERO GASTADO	DINERO DISPONIBLE	PRESUPUESTO S/	PRESUPUESTO US\$
GASTOS BANCARIOS	Bank Expenses (Interest & Charges)				15.50	5.68
GASTOS DE STARTER PIPE	Starter Pipe				183.31	67.15
TOTAL GASTOS DE OPERACIÓN					110,781.85	40,579.43
GANANCIA NETA ANTES DE DEPRECIACIÓN					178,122.37	65,246.29
DEPRECIACIÓN					21,748.74	7,966.57
GANANCIA NETA DESPUÉS DE DEPRECIACIÓN					156,373.62	57,279.72

Fuente: Master Drilling Perú S.A.C.