

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA, MINAS Y METALURGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



TESIS

**ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS OPERATIVOS Y LA
VALORIZACION DEL CRUCERO 430 S NIVEL 9A EN LA
UNIDAD MINERA AMERICANA - ALPAYANA S.A.,
HUAROCHIRI, LIMA**

PRESENTADO POR:

Bach. MANUEL BACA MATAMOROS

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

ASESOR:

Mgt. JUAN FRANCISCO MELENDEZ NINA

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: ANÁLISIS DE COSTOS
UNITARIOS OPERATIVOS Y LA VALORIZACION DEL CAUCERO 430 \$ NIVEL 9A
EN LA UNIDAD MINERA AMERICANA - ALPAYANA S.A., HUANOCHIRI, LIMA

presentado por: MANUEL BACA MATAMOROS con DNI Nro.: 74045405 presentado
por: _____ con DNI Nro.: _____ para optar el
título profesional/grado académico de INGENIERO DE MINAS

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el
Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la**
UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 10%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o
título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 14 de NOVIEMBRE de 2024



Firma

Post firma: JUAN FRANCISCO MELENDEZ NINA

Nro. de DNI: 23956879

ORCID del Asesor: 0000-0001-8253-62951

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:405531818

NOMBRE DEL TRABAJO

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS OPERATIVOS y la valorización.docx

AUTOR

MANUEL BACA MATAMOROS

RECUENTO DE PALABRAS

23703 Words

RECUENTO DE CARACTERES

122426 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

138 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

16.6MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 14, 2024 6:13 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 14, 2024 6:15 PM GMT-5**● 10% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

DEDICATORIA

Dedico en gran manera este trabajo nuestro Padre Jehová, a mi padre Raul Baca Cano, mis abuelos; por su apoyo incondicional y guiar mis pasos como una persona correcta y justa. A nuestros catedráticos de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, quienes siempre contribuyeron con mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

A nuestros catedráticos de escuela profesional de Ingeniería de Minas, por su acogida y su enseñanza compartida en todos estos largos años de vida académica.

A Compañía Minera Alpayana, en especial al Área de Auditoría Técnica, al ingeniero Victoriano Puclla jefe de Auditoria Técnica y su asistente Ingeniero Rodolfo Dante, por todos sus consejos y experiencia compartida.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
TABLA DE CONTENIDO	iii
INDICE DE TABLAS	viii
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	2
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	2
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	3
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.4.1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4.2. IMPORTANCIA	4
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.6. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.6.1. DELIMITACIÓN TEMPORAL.....	5
1.6.2. DELIMITACIÓN ESPACIAL.....	5
1.7. HIPÓTESIS.....	5
1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL	5
1.7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	6
1.8. VARIABLES DE ESTUDIO	6
1.8.1. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	6
1.9. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.9.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	7
1.9.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	7
1.9.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	7
1.10. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7

1.10.1.	POBLACIÓN.....	7
1.10.2.	MUESTRA.....	7
1.11.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	8
1.11.1.	TÉCNICAS.....	8
1.11.2.	INSTRUMENTOS	8
1.11.3.	PROCESAMIENTO PARA EL ANALISIS DE DATOS.....	9
CAPÍTULO II		10
MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL		10
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	10
2.1.1.	ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL	10
2.1.2.	ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL.....	12
2.2.	BASES TEÓRICAS	13
2.2.1.	MINERÍA SUBTERRANEA.....	13
2.2.1.1.	LABORES MINERAS SUBTERRÁNEAS.....	13
2.2.1.2.	SOSTENIMIENTO DE LABORES MINERAS SUBTERRANEAS.....	15
2.2.1.2.1.	SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO.....	15
2.2.1.3.	PROGRAMACIÓN DE LABOR CRUCERO 430 S.....	16
2.2.2.	CRUCERO	17
2.2.2.1.	FINALIDAD DE LA LABOR	17
2.2.2.2.	DISEÑO Y DIMENSIONES.....	17
2.2.2.3.	PROGRAMA DE EJECUCIÓN	18
2.2.2.4.	METODO DE CONSTRUCCIÓN DEL CRUCERO 430 S	18
2.2.2.5.	OPERACIONES UNITARIAS.....	18
2.2.3.	COSTOS OPERATIVOS	25
2.3.	MARCO LEGAL	26
2.4.	DEFINICIÓN DE TERMINOS	27
CAPÍTULO III		30
DISEÑO Y CONSTRUCCION DEL CRUCERO 430 S NV 9A.....		30
3.1.	UBICACIÓN DEL CRUCERO 430 S NV 9A.....	30
3.2.	FINALIDAD DE SU CONSTRUCCIÓN.....	31
3.3.	DISEÑO ISOMETRICO DEL CRUCERO.....	31
3.3.1.	SECCIÓN	31
3.3.2.	LONGITUD	32
3.4.	PROCESO DE CONSTRUCCIÓN	32
3.4.1.	PERFORACIÓN	32

3.4.1.1. EQUIPO Y ACCESORIOS DE PERFORACIÓN	32
3.4.1.2. DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN	33
3.4.1.2.1. NÚMERO DE TALADROS.....	33
3.4.1.2.2. DISTRIBUCIÓN DE TALADROS	35
3.4.1.2.3. TIEMPO DE PERFORACIÓN	36
3.4.1.2.4. COSTO UNITARIO DE PERFORACIÓN POR METRO	37
3.4.2. VOLADURA	47
3.4.2.1. EXPLOSIVO Y ACCESORIOS UTILIZADOS.....	47
3.4.2.2. DISEÑO DE CARGA	48
3.4.2.3. CALCULO DE CARGA POR DISPARO.....	49
3.4.2.4. COSTO UNITARIO DE VOLADURA POR METRO	51
3.4.3. LIMPIEZA	53
3.4.3.1. EQUIPO DE LIMPIEZA.....	53
3.4.3.2. TIEMPO DE LIMPIEZA.....	54
3.4.3.3. COSTO DE LIMPIEZA.....	54
3.4.4. ACARREO	56
3.4.4.1. EQUIPO DE ACARREO	56
3.4.4.2. TIEMPO DE ACARREO	56
3.4.4.3. COSTO DE ACARREO	57
3.4.5. SOSTENIMIENTO.....	58
3.4.5.1. EQUIPOS DE SOSTENIMIENTO	58
3.4.5.2. SOSTENIMIENTO CON PERNO HELICOIDAL	59
3.4.5.2.1. TIEMPO DE INSERCIÓN DE PERNO HELICOIDAL DE 7 PIES	59
3.4.5.2.2. COSTO UNITARIO DE SOSTENIMIENTO CON PERNO HELICOIDAL 7 PIES	61
3.4.5.3. SOSTENIMIENTO CON CONCRETO LANZADO SHOTCRETE	63
3.4.5.3.1. TIEMPO DE LANZADO DE SHOTCRETE VÍA HÚMEDA 2 PULGADAS....	63
3.4.5.3.2. COSTO UNITARIO DE LANZADO DE SHOTCRETE VÍA HÚMEDA 2 PULGADAS.....	63
3.4.6. VENTILACIÓN.....	66
3.4.6.1. EQUIPO DE VENTILACIÓN	67
3.4.6.2. REQUERIMIENTO DE CAUDAL DE AIRE PARA EL CRUCERO 430 S NIVEL 9A	68

3.4.6.3. ACCESORIOS DE VENTILACIÓN	72
3.4.6.4. COSTO DE VENTILACIÓN	73
CAPITULO IV	74
ANÁLISIS DE RESULTADOS	74
4.1. ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CRUCERO 430 S NV 9A	74
4.2. ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO DE VALORIZACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CRUCERO 430 S NV 9A.....	76
4.3. ANALISIS DE COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION DEL CRUCERO 430 S NV 9A	77
4.4. VALORIZACION DEL CRUCERO 430 S NV 9A.....	78
4.5. CONTROL DE LOS FACTORES EN LOS COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL CRUCERO 430 S NV 9A	78
CONCLUSIONES	80
RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
ANEXOS	87
ANEXO 1 ÁMBITO DE ESTUDIO DE LA INVESTIGACIÓN	87
1.1. UBICACIÓN	87
1.2. ACCESIBILIDAD	87
1.3. CLIMA	88
1.4. RECURSOS.....	88
1.5. BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA MINA.....	89
1.6. GEOLOGÍA DE LA MINA	89
1.6.1. GEOLOGÍA REGIONAL.....	89
1.6.1.1. ESTRATIFIGRAFÍA	90
1.6.1.1.1. MATERIAL CRETÁCEO	91
1.6.1.1.2. MATERIAL TERCIARIO	92
1.6.1.1.3. MATERIAL CUATERNARIO	93
1.6.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL.....	93
1.6.3. GEOLOGÍA LOCAL	94
1.6.3.1. ORIGEN Y TIPO DE YACIMIENTO	94
1.6.3.2. MINERALIZACIÓN.....	94
1.6.3.3. ALTERACIONES	95
1.6.4. GEOLOGÍA ECONÓMICA	96
1.6.4.1. RESERVAS DE MINERAL.....	96
1.6.5. CARACTERISTICAS GEOMECÁNICAS DE LAS ROCAS	97

1.6.5.1. CALIDAD DE ROCAS ASOCIADOS AL YACIMIENTO	97
1.6.6. MINERÍA	100
1.6.6.1. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	100
1.6.6.2. METODOS DE EXPLOTACIÓN.....	100
1.6.7. MAQUINARIAS Y EQUIPOS UTILIZADOS.....	102
1.6.8. PLANTA CONCENTRADORA	108
1.6.8.1. CAPACIDAD DE TRATAMIENTO.....	108
1.6.8.2. PRODUCTOS.....	109
ANEXO 2 Obligaciones patronales 2024 Compañía Minera Alpayana S.A.	111
ANEXO 3 Costo horario de equipos mina Compañía Minera Alpayana S.A.	112
ANEXO 4 Sueldos Personal Mina 2024 Compañía Minera Alpayana S.A.	113
ANEXO 5 Precio EPP's Compañía Minera Alpayana S.A.....	114
ANEXO 6 Precio herramientas y materiales Compañía Minera Alpayana S.A.	115
ANEXO 7 Matriz de Consistencia	116
ANEXO 8 Compañía Minera Alpayana toma de tiempos	117
ANEXO 9 Trazado de malla de perforación en XC430S.....	117
ANEXO 10 Sostenimiento del XC430S	117
ANEXO 11 PETS perforación de frentes con jumbo.....	118
ANEXO 12 PETS sostenimiento con shotcrete.....	120

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Matriz de variables.....	6
Tabla 2.	Matriz de Técnicas y instrumentos	8
Tabla 3.	Programa de ejecución crucero 430 S nivel 9A	18
Tabla 4.	Distancia entre taladros (m).....	34
Tabla 5.	Coficiente o factor de roca (m)	34
Tabla 6.	Esquema práctico para calculo Burden de Holmberg	36
Tabla 7.	Cálculo Burden para el XC 430 S Nv9A.....	36
Tabla 8.	Tiempo de perforación taladros de producción y rimados	37
Tabla 9.	Factores de perforación Crucero 430 S.....	37
Tabla 10.	Costos Unitarios de materiales de perforación Jumbo	42
Tabla 11.	Costo Unitario de Mano de Obra Perforación Jumbo	44
Tabla 12.	Costo Unitario de EPP's Perforación Jumbo.....	45
Tabla 13.	Costo Unitario de Herramientas y otros materiales Perforación Jumbo	46
Tabla 14.	Diseño de carga en XC 430 S Nv 9A.....	48
Tabla 15.	Factores de voladura en XC 430 S Nv 9A.....	49
Tabla 16.	Costo Unitario de materiales de voladura en XC 430 S Nv 9A.....	51
Tabla 17.	Costo Unitario de Mano de Obra de voladura	52
Tabla 18.	Costo Unitario de EPP's de voladura.....	52
Tabla 19.	Costo Unitario de Herramientas y otros materiales de voladura	53
Tabla 20.	Costo Unitario de limpieza scooptram 6yd3 en Xc 430 S Nv9A.....	55
Tabla 21.	Tiempo de acarreo Dumper MT2010 por distancia	57
Tabla 22.	Costo Unitario de acarreo Dumper en Xc 430 S Nv9A.....	57
Tabla 23.	Tiempo de inserción PH 7' Equipo Empernador Boltec 235H	60
Tabla 24.	Costo Unitario de materiales para sostenimiento con PH 7'	61
Tabla 25.	Costo Unitario de materiales de perforación para sostenimiento con PH 7'	61
Tabla 26.	Costo Unitario de mano de obra para sostenimiento con PH 7'	62
Tabla 27.	Costo Unitario de EPP's para sostenimiento con PH 7'	62
Tabla 28.	Costo Unitario de Herramientas y otros para sostenimiento con PH 7'	62
Tabla 29.	Factores de lanzado de shotcrete en Crucero 430 S.....	63
Tabla 30.	Costo Unitario de equipo de sostenimiento con shotcrete.....	64
Tabla 31.	Costo Unitario de materiales para sostenimiento con shotcrete.....	64
Tabla 32.	Costo Unitario de mano de obra para sostenimiento con shotcrete	65
Tabla 33.	Costo Unitario de EPP's para sostenimiento con shotcrete	65
Tabla 34.	Costo Unitario de Herramientas y otros para sostenimiento con shotcrete	66

Tabla 35.	Caudal requerido por el número de trabajadores.....	68
Tabla 36.	Factor de producción de acuerdo con el consumo de madera	69
Tabla 37.	Caudal requerido por el consumo de madera.....	69
Tabla 38.	Caudal requerido por temperatura.....	70
Tabla 39.	Caudal requerido por equipo de motor petrolero	70
Tabla 40.	Sumatoria de caudal requerido.....	71
Tabla 41.	Caudal requerido por fugas.....	71
Tabla 42.	Resumen de caudal requerido en crucero 430 S Nivel 9A.....	72
Tabla 43.	Costo Unitario de ventilación en crucero 430 S Nv9A.....	73
Tabla 44.	Costos Unitarios para la construcción del crucero 430 S NV9A	75
Tabla 45.	Costos Unitarios de Valorización para la construcción del crucero 430 S NV 9A	77
Tabla 46.	Costos Total de construcción del crucero 430 S NV9A.....	77
Tabla 47.	Valorización del crucero 430 S NV9A	78
Tabla 48.	Reservas de Mineral 2021.....	97
Tabla 49.	Mapeo del frente del XC 430 S Nivel 9A.....	99
Tabla 50.	Clasificación geomecánica de rocas según Bieniawski	99

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Método Sub Level Stoping	15
Figura 1.	Jumbo Frontonero del Crucero 430 S	19
Figura 2.	Proceso de carga de explosivo en labor	20
Figura 3.	Accesorio de voladura (Fanel) del Crucero 430 S Nivel 9A	21
Figura 4.	Limpieza y acarreo con scooptram y dumper XC430 S.....	22
Figura 5.	Perno Helicoidal de 7 pies del crucero 430 S	24
Figura 6.	Perno Helicoidal de 7 pies del crucero 430 S	25
Figura 7.	Unidad Americana Nivel 9A	30
Figura 8.	Ubicación Crucero 430 S Nivel 9A	31
Figura 9.	Sección del Crucero 430 S Nivel 9A	32
Figura 10.	Accesorio de perforación Broca “B” SR35 de 51mm	33
Figura 11.	Malla de perforación y distribución de faneles Crucero 430 S.....	35
Figura 12.	Distribución de explosivo por taladro en XC 430 S Nv 9A	49
Figura 13.	Equipo de limpieza Scooptram R1600G	54
Figura 14.	Equipo de acarreo Dumper MT2010	56
Figura 15.	Equipo Empernador Boltec 235H	58
Figura 16.	Equipo de lanzado de shotcrete.....	59
Figura 17.	Distribución de perno helicoidal sistemático a 1.5 x 1.5 mts	60
Figura 18.	Ventilador 30000 CFM	67
Figura 19.	Incidencia de Costos Unitarios en la construcción del crucero 430 S.....	76
Figura 20.	Diagrama de Ishikawa Factores en Costos de Construcción	79
Figura 21.	Ubicación de la Unidad Minera Americana - Alpayana S.A.	87
Figura 22.	Acceso a la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A.	88
Figura 23.	Columna estratigráfica.....	91
Figura 24.	Geología Local distrito minero Casapalca	96
Figura 25.	Cartilla GSI modificado y RMR.....	98
Figura 26.	Método de explotación zona de vetas	101
Figura 27.	Método de explotación zona cuerpos.....	102
Figura 28.	Dimensiones Jumbo Frontoreo Axera DD311D	104
Figura 29.	Equipo Jumbo Frontonero Boomer S1D.....	104
Figura 30.	Penberthy 25kg.....	105
Figura 31.	Equipo de limpieza Scooptram R1600G	106
Figura 32.	Dimensiones Dumper MT2010	106
Figura 33.	Equipo Empernador Boltec 235H	107

Figura 34.	Equipo Lanzador Alpha 20.....	108
Figura 35.	Equipo Mixer Huron 4.....	108
Figura 36.	Secuencia de Planta de tratamiento	110

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como principal objetivo determinar los costos unitarios operativos, siendo imperativo cuantificarlos y a partir de ellos Valorizar el crucero 430 S nivel 9A.

En esta investigación se estimó el proceso constructivo apropiado para el crucero 430 S nivel 9A, se estimó el tiempo de construcción de este en 41 guardias de trabajo efectivo y 6 guardias para trabajos de inspección preliminares e inspección final y firma de actas de entrega, haciendo un total de 47 guardias. Como parámetro inicial para la construcción del Crucero 430 S nivel 9A se determinó en índice RMR el cual resultó en una roca Moderadamente Fracturada Regular (F/R) del Tipo III de calidad Regular con intervalo de valores 41 – 60. Con este parámetro se analizó todos los costos unitarios operativos para el avance lineal a detalle, estimando así costos de perforación en 4.53 US\$/TM equivalente al 24 % de incidencia del total de todo el ciclo de minado, el costo de voladura en 3.04 US\$/TM, siendo el costo unitario de materiales de voladura el costo más elevado en el ciclo de voladura, así que será imprescindible la supervisión efectiva, respetar el diseño de carga y el uso adecuado de explosivos evitando así elevar su costo, costo de limpieza en 1,40 US\$/TM, el costo de acarreo en 3.50 US\$/TM, se analizaron los costos de sostenimiento por la cual se determinaron 2 tipos de sostenimiento de acuerdo al análisis geomecánico; costo de sostenimiento con perno helicoidal de 7 pies en 1.82 US\$/TM y el costo de sostenimiento con shotcrete vía húmeda en 4.67 US\$/TM el cual representa un 24 % de todo el ciclo de minado, este último solo será aplicado en los primeros 50 metros de avance de acuerdo con el análisis del macizo rocoso, representando el costo unitario del proceso de construcción del crucero 430S más elevado, superando al costo de

perforación, así que se tendrán que tomar en cuenta las condiciones más efectivas para reducir el porcentaje de rebote del concreto lanzado, reducir los tiempo de espera de equipos de lanzado y utilizar los materiales de sostenimiento más eficientes para acelerar el fraguado y evitar su desprendimiento por mal proceso de instalación y por último el costo de ventilación en 0.31 US\$/TM, concluyendo así en el costo total de construcción del crucero de 150 metros cuya finalidad es de acceder y facilitar el movimiento de materiales (mineral y/o desmonte) y dar lugar a nuevas labores de extracción al intersecar con el cuerpo mineralizado Casapalca 4, en un total de US\$ 101,644.77, a este total se incrementará el costo por utilidades que equivale al 15% del costo total de construcción y costo de gastos generales de 20% ascendiendo así a US\$ 137,220.44 los cuales serán pagados por parte de Compañía Minera Alpayana a la contrata minera Gestión Minera Integral S.A. encargada de las labores de preparación de la Unidad Minera Americana, estos cálculos serán de gran utilidad por su carácter metodológico, debido a que se tomaron en cuenta todos los factores involucrados en la construcción del crucero, haciéndolo más óptimo para calcular una valorización justa para el trabajo realizado por la contratista minera.

Palabras clave: crucero, costo unitario operativo, valorización.

ABSTRACT

The primary objective of this research work is to analyze the operating unit costs, it being imperative to quantify them and from them Value the 430 S level 9A cruise.

In this investigation, the appropriate construction process for the 430 S level 9A cruise ship was analyzed, its construction time was estimated at 41 effective work shifts and 6 shifts for preliminary inspection work and final inspection and signing of delivery minutes, making A total of 47 guards. As an initial parameter for the construction of the Cruiser 430 S level 9A, the RMR index was calculated, which resulted in a Regular Fractured Rock (F/R) of Type III of Regular quality with a range of values 41 – 60. With this parameter, all operating unit costs for the linear advance in detail, thus estimating drilling costs at 4.53 US\$/MT, equivalent to 24% of the total incidence of the entire mining cycle, blasting costs at 3.04 US\$/MT, being the unit cost of blasting materials the highest cost in the blasting cycle, so effective supervision will be essential, respecting the charge design and the proper use of explosives, thus avoiding increasing their cost, cleaning cost by US\$1.40 /TM, the cost of hauling at 3.50 US\$/MT, the support costs were analyzed for which 2 types of support were determined according to the geomechanical analysis; support cost with 7-foot helical bolt at 1.82 US\$/MT and the support cost with wet shotcrete at 4.67 US\$/MT which represents 24% of the entire mining cycle, the latter will only be applied in the first 50 meters of advance according to the analysis of the rock mass, representing the highest unit cost of the construction process of the 430S cruiser, exceeding the cost of drilling, so the most effective conditions will have to be taken to reduce the percentage of rebound of the shotcrete, reduce waiting times for launching equipment and use the most efficient support materials to accelerate

setting and avoid detachment due to poor installation process and finally the ventilation cost at 0.31 US\$/MT, thus concluding in the total construction cost of the 150 meter cruise whose purpose is to access and facilitate the movement of materials (ore and/or waste) and give rise to new extraction work when intersecting with the Casapalca 4 mineralized body, in a total of US\$ 101,644.77, to this total the utility costs that will be increased will be increased. It is equivalent to 15% of the total construction cost and general expense cost of 20%, thus amounting to US\$ 137,220.44, which will be paid by Alpayana Mining Company to the mining contractor Gestion Minera Integral S.A. responsible for the preparation work of the American Mining Unit, these calculations will be very useful due to their methodological nature, because all the factors involved in the construction of the cruise were taken into account, making it more efficient to calculate a fair valuation for the work carried out by the mining contractor.

Keywords: cruise, operating unit cost, valuation.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada “Análisis de costos unitarios operativos y la valorización del crucero 430 S nivel 9A en la Unidad Minera Americana - Alpayana S.A., Huarochirí, Lima”, Está repartida en cuatro capítulos que se detallan a continuación.

En el primer capítulo se anota la problemática de la investigación y así se genera una pregunta problema, objetivo al cual llegar, su justificación e hipótesis de la problemática, variables y su operacionalización. Se detalla la metodología de estudio, tipo, diseño y nivel de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos que se tomaron en cuenta.

En el segundo capítulo se detalla el marco teórico, el cual, tendrá en cuenta los antecedentes o trabajos de investigación anteriores relacionados con el tema, se procederá con las bases teóricas las cuales serán indispensables para la ejecución de la investigación.

En el tercer capítulo se detalla el diseño y construcción del crucero 430 S nivel 9A, indicando la ubicación del crucero, su finalidad, diseño, método de construcción en el incluido su ciclo completo de minado.

En el cuarto capítulo se desarrolla el análisis, estimación de costo de construcción y valorización del crucero 430 S nivel 9A, estimación de los costos unitarios por avance lineal, el costo total de construcción del crucero y su correspondiente valorización.

Concluyendo en la redacción de las conclusiones relacionadas a los objetivos planteados al principio de la investigación, se de consideraran las recomendaciones y por último los anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el ámbito internacional contemporáneo, toda empresa minera y de cualquier índole, ya sea pequeña, mediana o grande, busca siempre mantener un margen de utilidad económica cada vez mejor y rentable para conservar su vigencia en el competitivo mercado actual.

En este contexto la Compañía Minera Alpayana S.A., actividad minera compuesta por dos tipos de yacimientos, por lo tanto, dos tipos de explotación minera: minería mecanizada (zona cuerpo) y minería convencional (zona vetas), siendo el de mayor abarque el primero, debido a, la gran cantidad de recursos extraídos por disparo. Llevándose a cabo la actividad minera en socavón, a través, de operaciones de exploración y explotación de derechos mineros propios para producir concentrados de zinc, plomo, cobre y plata.

Así, la Unidad Minera Americana ubicada en Huarochirí, departamento de Lima, viene trabajando en el Crucero 430 S del Nivel 9A en la Zona de Cuerpo Mery mediante los servicios de la empresa contratista Gestión Minera Integral S.A. para ello el método de explotación usado es Sub Level Stopping debido a las características del cuerpo mineralizado y el macizo rocoso encajonante, cuya

construcción es prioritaria por cuanto facilitará el acceso a otras labores de explotación y acarreo de materiales con mayor eficiencia y como consecuencia mayor rentabilidad, este crucero tendrá una longitud de 150 m, trabajándose con un Jumbo Frontonero Boomer S1D de 1 brazo con barrenos de 14 pies, un equipo de sostenimiento Empernador Boltec 235H para instalación de pernos helicoidales de 7 pies, shotcrete vía húmeda mediante un lanzador de shotcrete con su respectivo mixer de 4m³ de capacidad para una sección de labor de 4m x 4m, realizándose la limpieza del material volado con un Scooptram R1600G Diesel de 6.3 Yd³ y acarreo con un Dumper MT2010 de 20 TM. Siendo imperativo cuantificar los costos unitarios operativos y a partir de ello hacer la valorización y así generar utilidades e identificar los factores que influyan en el cálculo de los costos unitarios operativos, debido a que, los costos unitarios son cruciales para el análisis operacional y su valorización final.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo determinar la valorización en la construcción del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochirí, Lima?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál será el procedimiento y el tiempo necesario para la construcción del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochirí, Lima?

- ¿Cuáles son los costos unitarios operativos en la construcción del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochirí, Lima?

- ¿Cuáles son los costos unitarios de valorización del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochirí, Lima?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Proponer el análisis de los costos unitarios operativos para determinar la valorización en la construcción del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochirí, Lima

1.3.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer los procedimientos y el tiempo necesario para la construcción del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochirí, Lima

- Determinar los costos unitarios operativos en la construcción del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochirí, Lima

- Determinar los costos unitarios de valorización del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochirí, Lima

1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Compañía Alpayana S.A. – Unidad Minera Americana minera subterránea de explotación de recursos polimetálicos, viene trabajando en el Crucero 430 S el cual facilitará el acceso a otras labores de explotación y acarreo de materiales con mayor eficiencia y como consecuencia mayor rentabilidad, siendo imprescindible estar atentos a los cambios de la labor y de las características de cada operación

unitaria, debido a que estas traen como consecuencia pérdidas imprevistas significativas en la ejecución de estas labores y su posterior valorización por parte de la compañía.

Esta investigación servirá como material modelo para empresas mineras contratistas que se dediquen a prestar servicios de preparación y desarrollo de empresas mineras.

1.4.2. IMPORTANCIA

La investigación tiene una importancia metodológica, ya que permite poner en práctica el método investigativo, utilizando técnicas y procedimientos para conducir bien su proceso y llegar a conclusiones verídicas, válidas y confiables. Este servirá como modelo para futuros cálculos de costos unitarios para otras nuevas labores de preparación, desarrollo y explotación de esta minera, así como otras medianas mineras con características parecidas. Se espera también que estos resultados obtenidos en el presente análisis sean válidos para comprender y ampliar los conocimientos respecto a costos unitarios y valorización de labores mineras.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- Para el desarrollo del presente trabajo de investigación, uno de los factores limitantes es la poca disponibilidad de información respecto aspectos geológicos del yacimiento; sin embargo, se acudió a fuentes primarias y secundarias para subsanar esta dificultad.

- El tiempo empleado en la recolección de datos es limitado puesto que se tiene un horario de trabajo ajustado y no se tiene a una disponibilidad del 100% de los jefes de cada área en mina.

1.6. DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. DELIMITACIÓN TEMPORAL

La temporalidad del proyecto de investigación iniciara como punto de partida el mes de octubre 2023 tomando en cuenta la toma de datos de diferentes áreas de operaciones al mes de marzo 2024, para así poder evaluar los costos operativos y la valorización del crucero 430 S Nivel 9A de la Unidad Minera Americana, de manera eficiente y veras con los datos actualizados del año en curso.

1.6.2. DELIMITACIÓN ESPACIAL

La presente investigación está ubicada en el área geográfica de la región Lima y la unidad de observación es la unidad minera Americana de la Compañía Minera Alpayana S.A. del distrito de Chicla, provincia de Huarochirí, departamento de Lima, geográficamente se encuentra localizado en la zona central, flanco Oeste de la Cordillera Occidental de los Andes a una altura promedio de 4.400 m.s.n.m. El área se encuentra en la carta nacional en el cuadrángulo 24-K (Matucana).

1.7. HIPÓTESIS

1.7.1. HIPÓTESIS GENERAL

Mediante el análisis y estimación de los costos unitarios operativos se procesa la valorización del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochirí, Lima

1.7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Mediante el procedimiento constructivo del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochirí, Lima se estima el tiempo necesario para su ejecución.
- Se determinan los costos unitarios operativos óptimos para la construcción del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochirí, Lima
- Se determinan los costos unitarios de valorización óptimos para la construcción Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochirí, Lima

1.8. VARIABLES DE ESTUDIO

1.8.1. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1. Matriz de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE		
Calidad de Roca	RQD	%
	RMR	0 - 100
Operaciones Unitarias	Costo de Perforación	US\$/TM
	Costo de Voladura	US\$/TM
	Costo de Limpieza	US\$/TM
	Costo de Acarreo	US\$/TM
	Costo de Sostenimiento	US\$/TM
VARIABLE DEPENDIENTE		
Valorización del XC430 S NIVEL 9A	Costo Total del XC430 S NIVEL 9A	US\$

Fuente: Propia

1.9. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.9.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio es de tipo y enfoque Cuantitativo, debido a que, este permite registrar, analizar y describir las actividades realizadas en este proceso de diagnóstico.

1.9.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo tiene un nivel descriptivo, ya que estos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Hernández R., Fernández C. y Baptista P. (2010).

1.9.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

De diseño no experimental transversal y de método deductivo. Al cuantificar el presente trabajo de investigación se usó un método de costo detallado, ya que, combina entre si procedimientos que hacen uso de instrumentos, parámetros y técnicas necesarias para examinar y evaluar el problema de investigación.

1.10. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

1.10.1. POBLACIÓN

La población estará compuesta por todas las labores subterráneas de la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochiri, Lima

1.10.2. MUESTRA

La muestra es no probabilística, intencional, puesto que, la muestra solo estará compuesta por el Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana

– Alpayana S.A., Huarochri, Lima, que es nuestro objeto principal de estudio. Niño V. (2011)

1.11. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1.11.1. TÉCNICAS

a) Trabajos de Observación de campo:

- Recorrido del área de estudio y encuestas con jefes de operaciones, productividad, planeamiento, geología y costos.
- Seguimiento al personal encargado de las operaciones de perforación, voladura, sostenimiento, acarreo y análisis de los reportes de operaciones diarias.
- Análisis Documental:
- Recopilación de datos del área de perforación, voladura, sostenimiento y acarreo de parte de los reportes diarios de operación.
- Se revisan los datos
- Se elaborarán cuadros según corresponda el tipo de operación unitaria.

1.11.2. INSTRUMENTOS

Los instrumentos empelados en la recolección de datos para la investigación fueron:

Tabla 2. *Matriz de Técnicas y instrumentos*

TECNICA	INSTRUMENTOS
Observación	Cuestionario
Análisis documental	Registro documental

Fuente: Propia

1.11.3. PROCESAMIENTO PARA EL ANALISIS DE DATOS

La información que será recolectada será evaluada por herramientas computacionales como prácticas, se procesará esta información por las siguientes herramientas de análisis informático:

- Microsoft Excel
- Microsoft Word
- AutoCad
- Minesigth

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL

Jáuregui O. (2009) En la tesis de pregrado titulada *“Reducción de los costos operativos en mina, mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura”* de la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU - FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA. LIMA.

Como objetivo de la tesis es exponer la factibilidad de la reducción de costos operativos en una empresa minera, se aplican para ello estándares óptimos en las principales operaciones unitarias de minado que son; perforación, voladura, sostenimiento, limpieza y acarreo.

Concluyendo que a través de la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de Perforación y voladura, con ello se logró la reducción del Costo unitario total de Mina en 1.51 \$/TM es decir una reducción del 7% en comparación con lo que se venía obteniendo. Se obtuvo en la operación unitaria de sostenimiento 0.96 \$/TM (56% de la reducción total), seguido por la Perforación

0.37 \$/TM (21.76% de la reducción total), Voladura 0.28 \$/TM (16.47% de la reducción total) y la limpieza-acarreo 0.09 \$/TM (5.3% de la reducción total).

Porras J. (2002) En la tesis de pregrado titulada *“Análisis y comparación de precios unitarios para contratistas mineros caso: mina Quiruvilca”* de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA. LIMA.

Para el desarrollo de este trabajo se consideraron las bases de negociaciones de precios unitarios entre los representantes Contratistas Mineros y Pan American Silver S.A.C. Mina Quiruvilca y sus valorizaciones mensuales del departamento de planeamiento en coordinación de jefes de operaciones, servicios de mina y jefes de sección de geología, los cuales servirán de base para todo el año, precios que sirven de base para el pago de valorizaciones mensuales de los contratistas mineros, los cuales realizan trabajos de explotación, exploración, preparación, desarrollo y otras labores parte de la operación.

Llerena J. (2013) En la tesis de pregrado titulada *“Análisis comparativo de contratos por precios unitarios y por administración en el proyecto minero excavaciones Poracota – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.”* de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN. AREQUIPA

Se justificó el presente trabajo de investigación tomando como premisa que toda empresa de cualquier índole busca siempre mantener una utilidad económica cada vez mejor, por lo que surgió la necesidad de realizar un estudio comparativo contractual para la implementación de un Contrato por Precios Unitarios, en vez del Contrato establecido por Administración.

Se concluye que el Contrato por Precios Unitarios aparte de resultar ser más rentable que un Contrato por Administración, este resulta más versátil y cómodo, minimizando el tiempo invertido en el proceso de valorización. Siendo la

utilidad del contrato por Precios Unitarios de US\$ 113367.17 (17.26%), mientras que la Utilidad del Contrato por Administración de US\$ US\$ 64482.15 (10.26%).

2.1.2. ANTECEDENTES A NIVEL LOCAL

Pinto R. (2018) En la tesis de pregrado titulada *“Análisis de Costos para determinar los Índices de rentabilidad de la Empresa Tm Opermin S.A. Comunidad Tintaya - Marquiri Espinar – Cusco 2018”* de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN. AREQUIPA.

Para el desarrollo de este trabajo se definirán las actividades que se realizan en el movimiento de tierras para el cierre de mina Tintaya por parte de la Empresa TM Opermin, elaborar en base a los rendimientos descritos los costos de movimientos de tierras y evaluar la rentabilidad, así, señalar los costos comunes en los que incurre una empresa de este rubro, exponiendo detalladamente el sistema de costeo que usa la empresa para determinar la rentabilidad económica empresarial.

Concluyendo que, a través del estudio realizado en la empresa TO Opermin S.A., se determinó que para la medición de la rentabilidad financiera se hizo uso de los ratios financieros de rentabilidad que demostraron en el caso del ratio del margen de utilidad neta que de cada 100 soles generados por el servicio de movimiento de tierras, a los accionistas de TM Opermin S.A., por la puesta en operación les queda S/. 3.81 y que S/. 96.19 son utilizados en el pago de sus acreedores y otros propios del negocio.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. MINERÍA SUBTERRANEA

Actualmente la mina cuenta con 3 accesos; la parte alta a la altura del campamento Carmen del nivel 0 crucero 435 con una altura aproximada de 4400 m.s.n.m., bajándose a nivel 10 por medio del pique 790, el cual tiene una capacidad de 12 personas.

En la parte media se ingresa a través del túnel Alex crucero 390 NE del nivel 1 con una altura aproximada de 4390 m.sn.m. y por último la parte baja altura del campamento potosí a través del túnel Gubbins crucero 800 NE del nivel 4 a unos 4225 m.s.n.m.

Hoy la mina presenta 23 niveles de trabajo, desde el nivel 0 hasta el nivel 23 con sus respectivos subniveles, siendo la zona de oroya, el yacimiento que presenta los mejores valores de plata en profundidad.

Para tener acceso y posterior extracción de mineral de los niveles inferiores ubicados debajo del nivel 0 se construyó el pique 790 y luego los inclinados 1200, 012, 016, 018, en el caso de la extracción de mineral de la zona de cuerpo Mery, la extracción se hace mediante la rampa principal de acceso al túnel Alex crucero 390 NE. Ambos procesos extractivos son transportados por una flota de volquetes de 25 toneladas hasta la planta de beneficio.

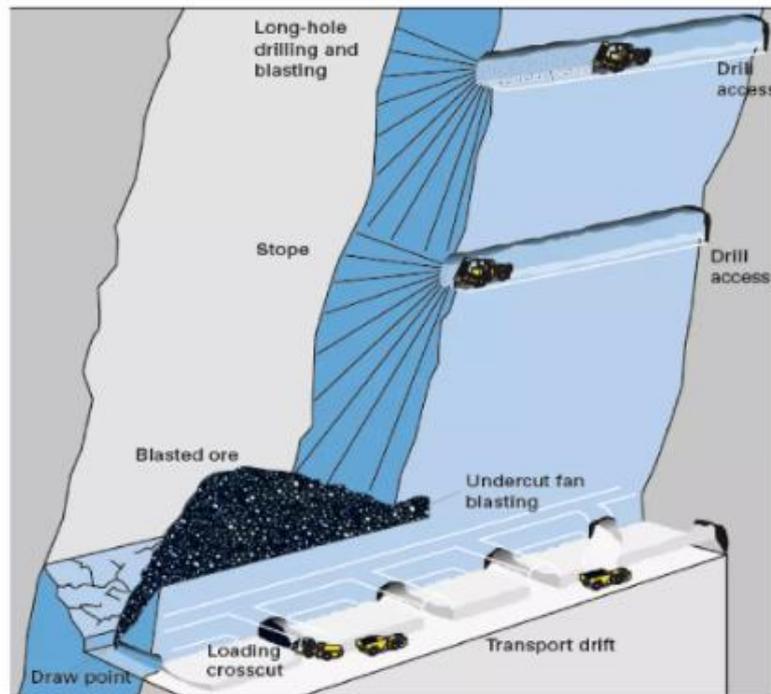
2.2.1.1. LABORES MINERAS SUBTERRÁNEAS

La explotación de los recursos minerales de la Unidad Minera Americana, Alpayana S.A. se realiza mediante dos métodos de explotación; método de explotación convencional, el cual se viene trabajando en la zona de vetas, caracterizándose por su aplicación de equipos neumáticos pequeños como

perforadoras Jack leg en caso de labores horizontales e inclinadas, como es el caso de los cruceros, galerías, by pass, niveles y subniveles y demás labores adicionales como guardas o polvorines, etc. De secciones pequeñas y en su mayoría de limpieza manual o a pulso, stoppers en caso de labores verticales como chimeneas o demás labores utilitarias de menor sección especiales para el paso de tuberías de servicios como agua, aire.

El otro método de explotación y de mayor tonelaje de extracción de recursos mineralizados es el mecanizado, en el cual se centrará la investigación debido a las características de la labor a estudio, este tipo de labores, debido a secciones más grandes a comparación de las labores convencionales necesitaran otro tipo de maquinarias, es debido a ello el nombre (explotación mecanizada), esta requerirá de equipos de mucho mayor tamaño para poder acceder a secciones que superan los 3 metros de alto y ancho, utilizándose equipos como los jumbos frontoneros para la perforación de taladros que superan los 12 pies de largo, los empernadores, equipos especializados para el sostenimiento del macizo rocoso mediante soportes activos como son los pernos helicoidales o split set y lanzado de shotcrete como refuerzo adicional, sin embargo esto dependerá de las características geomecánicas del macizo rocoso, dado el tamaño de la sección de trabajo su posterior limpieza y acarreo se hará con equipos llamados scooptram y dumper.

Figura 1. Método Sub Level Stopping



Fuente: Hustrulid W. Bullock R. (2001)

2.2.1.2. SOSTENIMIENTO DE LABORES MINERAS SUBTERRANEAS

El sostenimiento en minas subterráneas es parte fundamental del trabajo minero, este incide principalmente en la velocidad y producción de la mina.

Este debe hacerse de manera adecuada, de acuerdo con los análisis geomecánicos del macizo rocoso circundante. Debido a ellos, con una buena estructura de sostenimiento evitaremos incidentes y accidentes que puedan afectar al trabajador minero, así como los equipos.

2.2.1.2.1. SISTEMAS DE SOSTENIMIENTO

En el proceso de construcción de túneles mineros, la excavación normalmente necesita ser sostenida con la finalidad de estabilizar o alcanzar su estabilidad en un tiempo ponderado, en palabras mas simples, que se evite cualquier tipo de desplazamiento, deformación, fractura o cualquier incidencia que

pueda representar inseguridad y que pueda generar riesgos. En este sentido refuerzo de roca generalmente consiste en sistemas de empernado o cables que proveen un refuerzo a la masa rocosa aumentando la resistencia friccional entre los bloques que la componen, también llamado sostenimiento activo.

Soporte, consiste en cerchas de acero o concreto, shotcrete o cuadros de madera, estos son diseñados para estabilizar la masa rocosa mediante el control de colapso progresivo o deformación de esta, también llamado sostenimiento pasivo.

- a) **SOSTENIMIENTO ACTIVO:** Que viene a ser el refuerzo de la roca donde los elementos de sostenimiento son parte integral de la masa rocosa. Entre estos podemos nombrar; pernos de anclaje insertados con CEMCON O RESINA, Split set, swellex y cables.
- b) **SOSTENIMIENTO PASIVO:** Donde los elementos de sostenimiento son externos a la roca y dependen del movimiento interno de la roca que esta en contacto con el perímetro excavado. Entre estos podemos mencionar; malla, cimbras, shotcrete vía húmeda o seca, cuadros de madera, gatas.

2.2.1.3. PROGRAMACIÓN DE LABOR CRUCERO 430 S

La Unidad Minera Americana el cual trabaja con diferentes contratistas terceras, tiene diferentes sistemas de trabajo como: Gestión Minera Integral que consta de 15 días trabajados y 7 días de descanso en caso del personal de staff como ingenieros y administrativos, en caso de los obreros mina trabajaran horas extras para así acumular horas para posteriormente se programe sus días de descanso, todo dependerá de la exigencia de los trabajos a llevar a cabo, de la necesidad de planeamiento y productividad. Otro sistema de trabajo constara desde

los 6 días trabajados por 1 día de descanso como es el caso del personal de Compañía Minera Alpayana S.A. El trabajo se organiza en 2 guardias de 11 horas brutas por turno.

2.2.2. CRUCERO

Los cruceros son excavaciones horizontales realizadas sobre roca estéril para llegar a interceptar un cuerpo mineralizado u otra labor como es el caso del Crucero 430 S el cual es la labor para investigar.

2.2.2.1. FINALIDAD DE LA LABOR

La finalidad de la construcción del crucero es facilitar el acceso a otras labores de explotación y acarreo de materiales con mayor eficiencia y como consecuencia mayor rentabilidad, se interceptará al cuerpo mineralizado Casapalca 4 a una distancia de 150 metros, siendo la razón principal realizar un análisis de costos unitarios operativos detallados y la valorización final del crucero 430S Nivel 9A.

2.2.2.2. DISEÑO Y DIMENSIONES

La longitud de apertura del diseño del crucero 430 S es de 4 x 4 metros, el cual será perforado con un jumbo frontonero de 1 brazo con barrenos de 14 pies.

2.2.2.3. PROGRAMA DE EJECUCIÓN

Tabla 3. Programa de ejecución crucero 430 S nivel 9A



PROGRAMA DE ACTIVIDADES



LICITACIÓN : CONSTRUCCIÓN DEL CRUCERO 430S NIVEL 9A
CONTRATISTA: GESTIÓN MINERA INTEGRAL S.A.

Longitud del crucero 430S nv 9A 150 m
Sección 4m x 4 m
N° de disp/día 2 disparos
Avance/Disparo 3.70 m
1 disparos por guardia ciclo completo

Construcción del Crucero 430S nivel 9A				
	DESCRIPCIÓN	UM	CANT	LONG (m)
1	Trabajos Preliminares	Guardia	1	0
1.1	Inspección multidisciplinaria con todas las áreas	Guardia	1	0
2	Trabajos de Construcción del Crucero 403S nivel 9A	Guardia	41	150
2.1	Perforación, voladura, limpieza y acarreo	Guardia	41	150
2.3	Sostenimiento con perno helicoidal de 7 pies	Guardia	41	150
2.2	Sostenimiento con shotcrete de 2 pulg.	Guardia	13	50
3	Cierre del Proyecto	Guardia	5	0
3.1	Inspección final del Crucero 403S nivel 9A	Guardia	3	0
3.2	Acta de entrega	Guardia	2	0
TOTAL DE TAREAS		Guardia	47	

Fuente: Propia

2.2.2.4. METODO DE CONSTRUCCIÓN DEL CRUCERO 430 S

Con respecto a la sección de diseño y los tipos de roca, el crucero será excavado en sección completa siguiendo el ciclo de minado convencional mecanizado que corresponde las siguientes etapas:

Perforación, voladura, ventilación, limpieza y acarreo, sostenimiento.

2.2.2.5. OPERACIONES UNITARIAS

a) PERFORACIÓN

En la preparación de una voladura la perforación es la primera opción, siendo que su finalidad de esta es abrir orificios cilíndricos, cuyo fin será el de alojar al explosivo y sus accesorios para su iniciación, estos son denominados taladros o

barrenos. El principio de perforación se basa en percusión y rotación, estos efectos de golpe y fricción reproducen el aislamiento y trituración de la roca del área circundante hasta una profundidad dada por la longitud del taladro utilizado. Perforar eficientemente consiste en lograr la máxima perforación con menor costo. En la perforación se deberá tomar en cuenta la resistencia al corte de la roca, esto influirá en la velocidad y la facilidad de penetración. Siendo si la roca es más abrasiva influirá en el desgaste de la broca y por ende en el diámetro al final de los taladros ya que esta se adelgazará. En el caso del frente en estudio Crucero 490S del nivel 9A se utilizará un jumbo frontonero de 1 solo brazo.

Figura 1. *Jumbo Frontonero del Crucero 430 S*



Fuente: Propia

b) VOLADURA

El proceso de voladura tiene como principal finalidad arrancar el material de su lugar original, de tal forma que éste pueda ser limpiado y acarreado por los equipos especializados, debido a ello el material volado deberá cumplir ciertos parámetros de granulometría para su posterior proceso, por ejemplo el chancado. El tipo de explosivo utilizado deberá ser elegido de acuerdo con las condiciones geomecánicas de la roca.

Figura 2. *Proceso de carga de explosivo en labor*



Fuente: Propia

De acuerdo con los parámetros de calidad del macizo rocoso y la sección del crucero se analizó que el explosivo a utilizar será el ANFO debido a un menor costo respecto otros explosivo, como sabemos en el medio minero el ANFO o Amonium Nitrate – Fuel Oil es un agente explosivo granular compuesto de Nitrato de Amonio como lo dicen sus siglas en ingles adicionando a este un combustible líquido, como cebo o iniciador explosivo usaremos la emulsión de 80% 5000 1 ½” x 8”, con sus respectivos accesorios los cuales son: Fanel de 4.20m, Carmex, Cordón Detonante SP.

Figura 3. Accesorio de voladura (Fanel) del Crucero 430 S Nivel 9A



Fuente: Propia

c) LIMPIEZA Y ACARREO

La limpieza del frente como su nombre lo indica, es la acción de retirar el material volado o roto del proceso de voladura, con el fin de dejar libre el frente de trabajo para posteriormente ser sostenido, este proceso se realizará con scooptram de capacidad 6yd³. El proceso de acarreo es la acción de transportar el mineral o desmonte que ha sido desprendido in situ del frente de trabajo, en el caso del mineral roto será transportado u acarreado a rompe-bancos cuyo propósito es el de disminuir el diámetro de la roca, para así llegar a las tolvas de almacenamiento de mineral y en el caso del desmonte será acarreado cámaras de acumulación y posteriormente a tajos circundantes sin mineral para ser rellena. Este proceso se realizará con dumper de 20 Toneladas de capacidad.

Figura 4. Limpieza y acarreo con scooptram y dumper XC430 S



Fuente: Propia

d) SOSTENIMIENTO

El proceso de sostenimiento en labores subterráneas tiene como objeto asegurar y mantener la estabilidad de la superficie rocosa, con la finalidad de proporcionar condiciones de trabajo seguras y brindar acceso a las labores subterráneas. El proceso de sostenimiento deberá ser realizado inmediatamente después de los procesos de limpieza y acarreo como indica el área de seguridad en mina, el método más eficiente será propuesto según la tabla geomecánica proporcionada por el área de geología, para así compensar los desequilibrios que podrían producirse al realizar las excavaciones. De acuerdo con las condiciones del macizo rocoso en el crucero 430 S del Nivel 9A se sostendrá con perno helicoidal de 7 pies de longitud y lanzado de shotcrete de 2 pulgadas de espesor vía húmeda.

SOSTENIMIENTO UTILIZADO

SHOTCRETE

El concreto lanzado o shotcrete es el nombre genérico del concreto cuyos componentes son: cemento, agregados, agua, aditivos, estos son aplicados de manera neumática y son compactados a alta velocidad sobre una superficie.

En el proceso de lazado por vía húmeda, estos componentes son mezclados antes de la entrega donde se bombea de manera hidráulica hacia una boquilla y se añade aire para proyectar el material sobre el macizo rocoso.

Dentro de los componentes utilizados normalmente para el concreto lanzado es el cemento Portland tipo 1, los agregados gruesos no deben superar los 16 mm de diámetro porque aumenta el rebote un 65% y por otro lado los agregados finos deben tener diámetros menores a 0.2 mm para que forme una capa fina sobre la superficie. Los aditivos usados se dosificarán para que el concreto mejore sus propiedades mecánicas, entre estos pueden ser; acelerante de fragua, el cual no debe sobrepasar el 2% del peso del cemento, fibras de acero y estabilizantes que hacen que el concreto tenga una consistencia pegajosa, lo suficiente para adherirse al macizo rocoso.

Figura 5. Perno Helicoidal de 7 pies del crucero 430 S



Fuente: Propia

PERNO HELICIDAL 7 PIES

Es un tipo de sostenimiento activo que proporciona una alta capacidad de carga en condiciones de roca regular fracturada, resistente a la corrosión y vibraciones propias del terreno, esta brinda una acción inmediata luego de que la mezcla cementicia (CENCOM) haya concluido con su tiempo de fraguado, teniendo una resistencia a la comprensión a las 8h horas de instalado de 110 Kg/cm³ y a las 24 horas de 250 kg/cm³

La instalación consta de hacer una perforación de 6 pies de longitud en el caso del perno helicoidal de 7 pies, seguido de la inserción a presión del CENCOM previamente hidratado de 5 a 10 min como especifica el fabricante para su utilización optima y procede la inserción del perno helicoidal previamente armado con su plancha y tuerca de sujeción.

Figura 6. Perno Helicoidal de 7 pies del crucero 430 S



Fuente: Propia

e) VENTILACIÓN

El sistema de ventilación a emplearse dependerá de la cantidad de aire necesario para la operación, considerando el número de hombres que trabajan por frente, cantidad de gases que se produce por disparo, producción, consumo de explosivos, etc.

Para que el aire fluya a través de la mina es necesario que exista una diferencia de presión entre la entrada y salida de esta. La energía de la que se dispone para un flujo natural deberá ser necesariamente mayor que la energía requerida para vencer la resistencia del conjunto de excavaciones que constituyen la mina que define el circuito de ventilación.

2.2.3. COSTOS OPERATIVOS

Los costos operativos, dependen del tipo de labor, de las condiciones técnicas de operación y de las operaciones unitarias tales como:

- Costo de perforación
- Costo de Voladura
- Costo de ventilación
- Costo de limpieza
- Costo de acarreo
- Costo de sostenimiento
- Costo de drenaje de ser el caso

A partir de ellos se calcularán los costos unitarios (\$/TM o \$/M) y el costo total de demanda para cada labor minera.

2.3. MARCO LEGAL

Decreto Supremo N° 001 – 1997 – Ministerio de Trabajo y Promoción Social Ley de compensación por tiempo de servicios. Decreto Legislativo N° 650.

Decreto Supremo N° 005 – 2002 – Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo Ley que regula el otorgamiento para trabajadores de la actividad privada por fiestas patrias y navidad. Ley N° 27735.

Decreto Legislativo N° 892 Regulan el derecho de los trabajadores a participar en las utilidades de las empresas que desarrollan actividades generadoras de renta de tercera categoría. Artículo 2.

Decreto Supremo N° 023 – 2017 - Energía y Minas Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, aprobado por Decreto Supremo N° 024 – 2016 – EM de acuerdo con el Literal d) Artículo 252.

2.4. DEFINICIÓN DE TERMINOS

Alteración: Cambio en la composición química o mineralógica de una roca, este es producido generalmente por meteorización o acción de soluciones hidrotermales.

Anfo: Acrónimo de nitrato de amonio y oleo combustible, el cual es mezclado normalmente en el lugar de trabajo, este no tiene resistencia al agua, tiene baja densidad, baja potencia, baja velocidad de detonación y no puede ser detonado por un detonador normal

Barreno: Herramienta o parte de ella que se usa para perforar.

Burden: Es la distancia de un taladro de producción a la cara libre, este parámetro es muy importante, sin embargo está supeditado a tipo de roca y el tipo de explosivo.

Broca: Herramienta de corte de suelos o roca, se utiliza principalmente en perforaciones o sondeos del subsuelo.

Cemcon: Es un producto que consiste en una mezcla cementicia contenida en un cartucho plástico perforado, este al ser sumergido en agua permite su humectación controlada para ser utilizado como parte de sistema de sostenimiento.

Cemento: Conglomerante formado por una mezcla de caliza y arcillas calcinadas, molidas que tiene la propiedad de endurecerse después de ponerse en contacto con el agua.

Concentrado: Es el producto enriquecido de las operaciones de concentración de minerales.

Cordón detonante: Se describe como una cuerda flexible, formada por varias capas protectoras y un núcleo explosivo conocido como pentrita.

Costo: En un sentido más general, es la medida de lo que se debe dar o sacrificar para obtener o producir algo que generara ganancias.

Costo de inversión: Costo equivalente a los intereses correspondientes al capital invertido en una maquinaria, equipo o cualquier actividad.

Costo de operación: Es el total derivado de los gastos que hace el contratista por concepto de pago de salarios al personal y otros gastos relacionados

Costo horario de operación: El costo horario por equipo, es el que se deriva del uso correcto de las maquinarias y necesarias para la ejecución de conceptos de trabajo.

Costo de depreciación: Es el que resulta por la disminución en el valor original de la maquinaria, como consecuencia del uso durante el tiempo de su vida económica.

Costo de mantenimiento: Costo originados por todas los gastos necesarias para conservar la maquina en buenas condiciones, a efecto de que trabaje con un rendimiento normal durante su vida económica.

Costo de seguros: Se entiende como costo de seguros a la cantidad necesaria para cubrir los riesgos a que está sujeta la maquinaria durante su vida económica y por accidentes que sufra.

Crucero: son labores horizontales realizadas sobre roca estéril para llegar a interceptar un cuerpo mineralizado u otra labor

Deposito hidrotermal: Son depósitos de minerales formados a grandes profundidades, altas condiciones de presión y temperatura, por soluciones calientes ascendentes derivadas de magma.

Dureza: Resistencia que ofrece un material a ser rayado.

Fanel: Accesorio de voladura con características mejoradas en la tracción y abrasión.

Geología estructural: Rama de la geología, esta estudia las características estructurales de las rocas, así como el porqué de su distribución espacial y causas.

Ley: Contenido metálico valioso en una mena, este generalmente se expresa en porcentaje o en gramos del metal por tonelada de mena.

Minería subterránea: Son actividades y operaciones mineras desarrolladas bajo tierra o subterráneamente.

Perno helicoidal: Es un elemento que se utiliza para dar estabilidad, varilla roscada que se utiliza para amarrar bloques de roca sueltos del macizo rocoso en túneles.

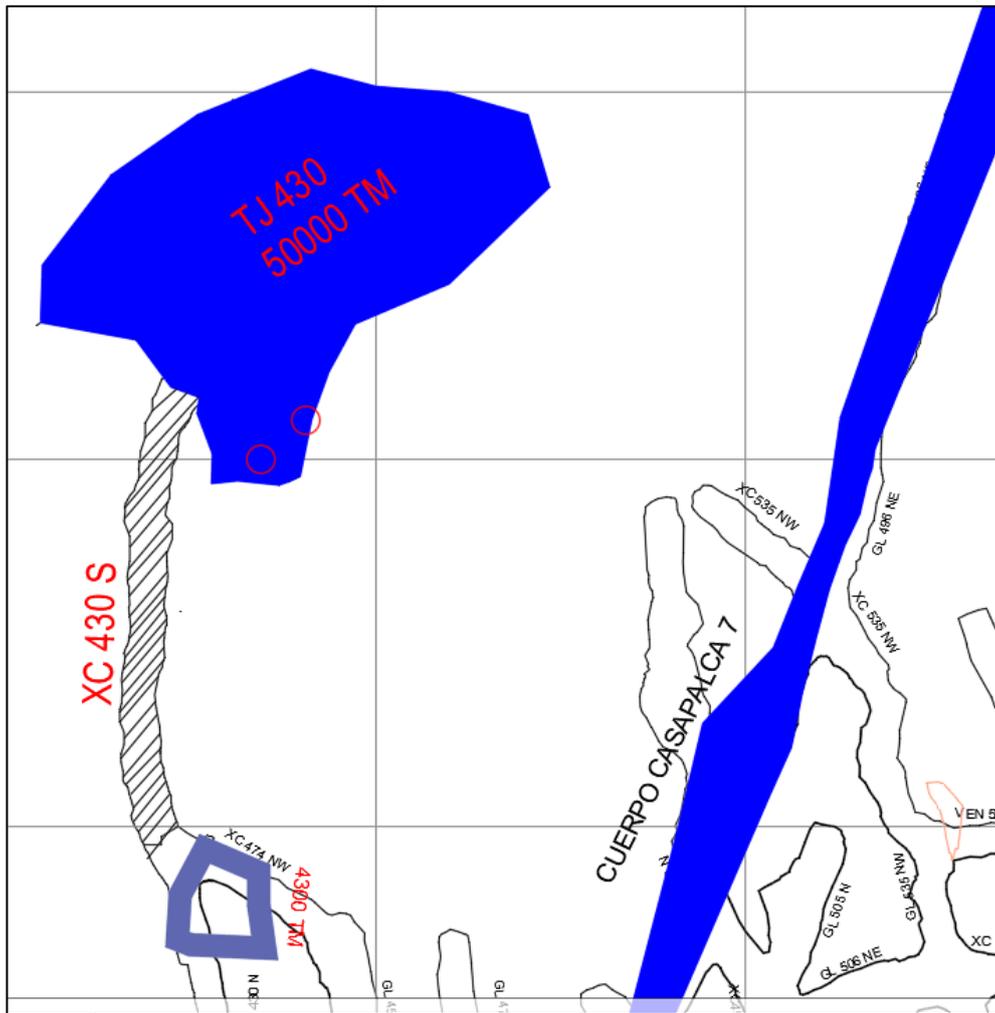
Shotcrete: Método especializado para aplicar hormigón o mortero utilizando equipos neumáticos de alta velocidad.

Taladro rimado: Perforación en el frente, este es realizado con un broca rimadora, el cual no se carga con explosivo en el proceso de carguío.

Taladro de producción: Perforación en el frente, este es de menor tamaño que el taladro rimado, cargado con explosivo, cuya finalidad es desprender el material rocoso del frente de trabajo después del proceso de voladura.

Valorización: Es un aspecto fundamental ya que determina el valor económico de un determinado proceso, este se realizará por profesionales especializados y permitirá la toma de decisiones para pagar a los contratistas mineros.

Figura 8. Ubicación Crucero 430 S Nivel 9A



Fuente: Área de Planeamiento – Alpayana S.A.

3.2. FINALIDAD DE SU CONSTRUCCIÓN

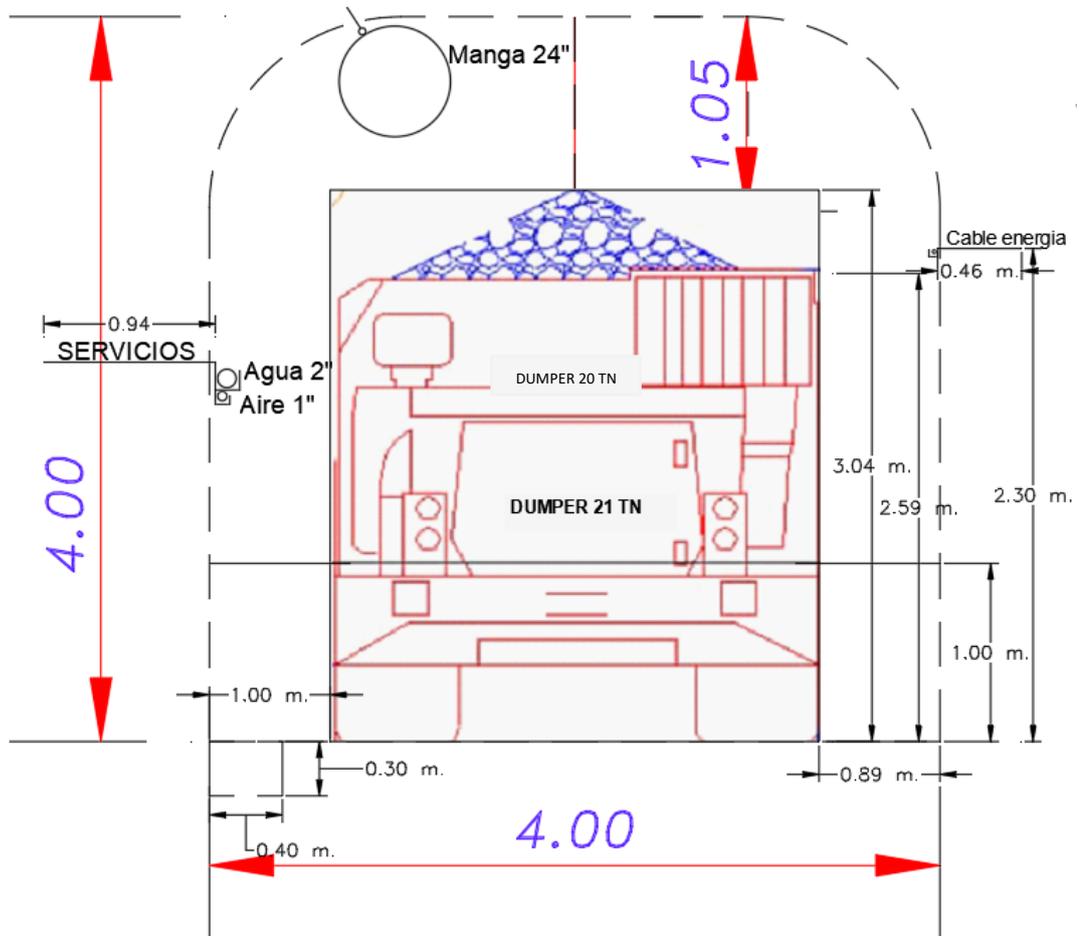
El Crucero 430 S NV9A tiene como finalidad de acceder y facilitar el movimiento de materiales (mineral y/o desmonte) y dar lugar a nuevas labores de extracción.

3.3. DISEÑO ISOMETRICO DEL CRUCERO

3.3.1. SECCIÓN

La sección del crucero 430 S se estima de acuerdo con el área de Planeamiento Mina en 4 metros x 4 metros a sección completa. Orientación N 4° E.

Figura 9. Sección del Crucero 430 S Nivel 9A



Fuente: Propia

3.3.2. LONGITUD

Se estima que la longitud del crucero a estudio en 150 metros lineales.

3.4. PROCESO DE CONSTRUCCIÓN

3.4.1. PERFORACIÓN

3.4.1.1. EQUIPO Y ACCESORIOS DE PERFORACIÓN

El equipo de perforación que se usará será un Jumbo Frontonero Boomer S1D de 1 brazo con barrenos cónico de 14 pies. El uso de guidores será de manera obligatoria con el fin de uniformizar el paralelismo de los taladros

perforados.

Los accesorios de perforación son los siguientes:

- Barra T38-H35-SR35 14'
- Broca "B" SR35 de 51 mm
- Shank COP 1838/1638 T38 x 435 mm
- Broca Rimadora Domo SR35 DE 102 mm
- Coupling T38/T38 R AL 90001964
- Afiladora de brocas
- Copas de Afilado Frontonero

Figura 10. Accesorio de perforación Broca "B" SR35 de 51mm



Fuente: Propia

3.4.1.2. DISEÑO DE MALLA DE PERFORACIÓN

3.4.1.2.1. NÚMERO DE TALADROS

De acuerdo con los parámetros de la caracterización de la roca según su dureza y con las tablas desarrolladas en la propuesta de manual de perforación y voladura de Exsa el cálculo del área y perímetro de la sección a explotar, se estima el número máximo de taladros. De esta manera se ejecutará el crucero 430 S.

Cálculo del área de la sección del Crucero 430 S

$$S = \left(\frac{\pi \times r^2}{2}\right) + r(A - 2r) + A(H - r) \quad S: \text{Área en } m^2$$

r: 1.05 m

A: Atura del túnel

H: Ancho del túnel

$$S = 15.53 \text{ m}^2$$

Cálculo del perímetro del Crucero 430S

$$P = (\pi \times r) + 2(H - r) + 2(A - r) \quad P: \text{Perímetro de sección}$$

$$P = 15.10 \text{ m}$$

Cálculo de numero de taladros por disparo

$$N^\circ \text{ Tal} = \frac{P}{dt} + \frac{S}{c} \quad >6m^2 \quad P: \text{Perímetro de la sección}$$

dt: Distancia entre taladros

c: Coeficiente o factor de roca

S: Área de la sección del túnel

Tabla 4. Distancia entre taladros (m)

DUREZA DE ROCA	DISTANCIA ENTRE TALADROS (m)
Tenaz	0,50 a 0,55
Intermedia	0,60 a 0,65
Friable	0,70 a 0,75

Fuente: Manual de Perforación y Voladura Exsa

Tabla 5. Coeficiente o factor de roca (m)

DUREZA DE ROCA	COEFICIENTE DE ROCA (m)
Tenaz	2,00
Intermedia	1,50
Friable	1,00

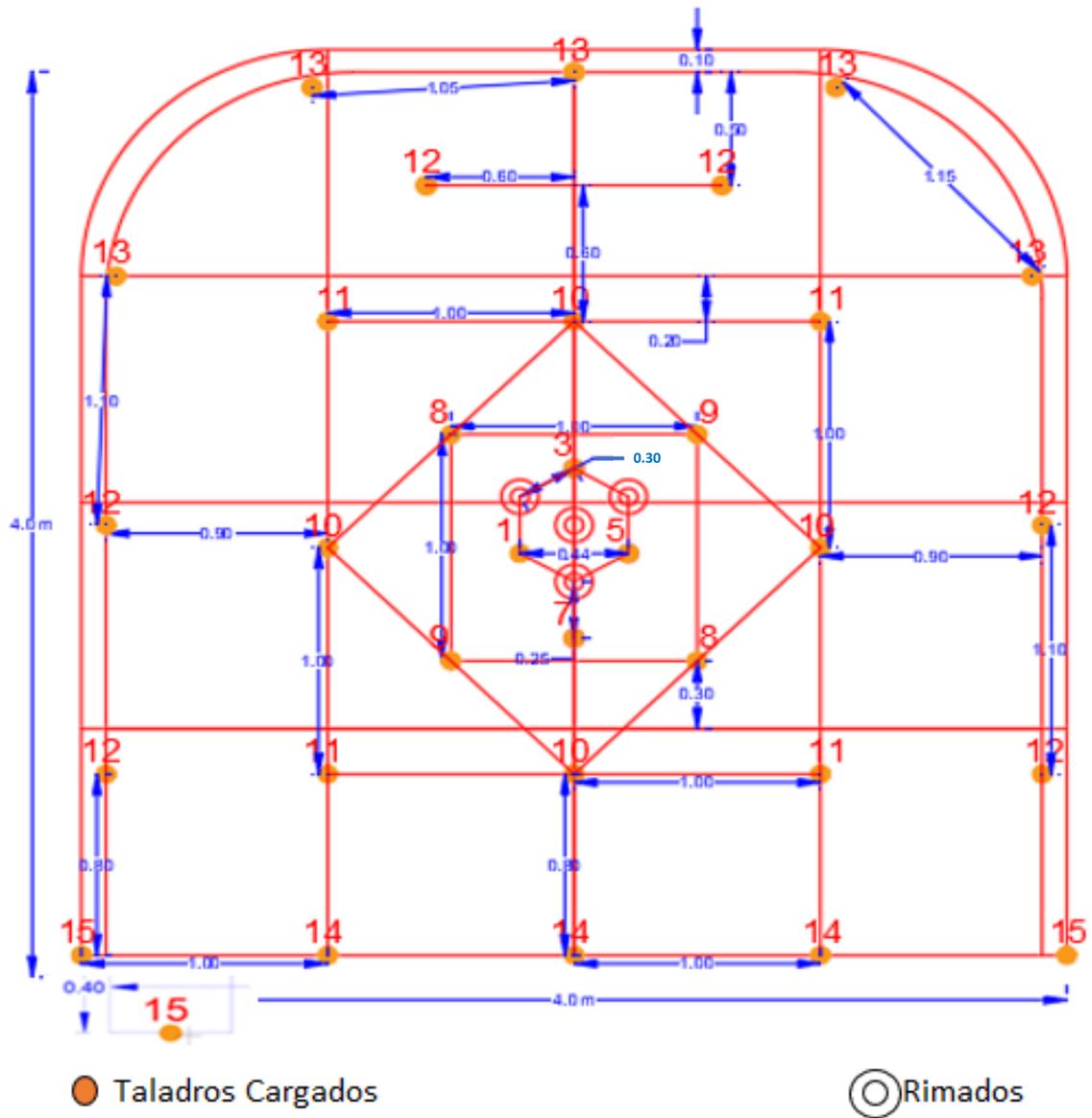
Fuente: Manual de Perforación y Voladura Exsa

$$N^{\circ} \text{ Tal} = \frac{15.10}{0.60} + \frac{15.53}{1.5}, \text{ para \u00e1reas} > 6.00\text{m}^2$$

N\u00b0 taladros \u2248 36

3.4.1.2.2. DISTRIBUCI\u00d3N DE TALADROS

Figura 11. Malla de perforaci\u00f3n y distribuci\u00f3n de faneles Crucero 430 S



Fuente: Propia

MODELO MATEMÁTICO SEGÚN HOLMBERG

DIÁMETRO EQUIVALENTE

$$D_2 = D_1 \times \sqrt{n}$$

D_1 : Diámetro tal rimado

$$D_2 = 0.102 \times \sqrt{4}$$

D_2 : Diámetro tal equivalente

$$D_2 = 0.204 \text{ m}$$

n : número de taladros rimados

CÁLCULO DE BURDEN Y LADO DE SECCIÓN

La distancia entre el taladro central de alivio y los taladros de la primera sección no debería exceder de $1.7 \times D_2$ donde D_2 es el diámetro del taladro de alivio para obtener una fragmentación y salida satisfactoria de la roca volada Exsa (2021)

Tabla 6. Esquema práctico para calculo Burden de Holmberg

SECCION DEL CORTE	VALOR DE BURDEN	LADO DE LA SECCION
Primera	$B_1 = 1,5 \times D_2$	$B_1 \times \sqrt{2}$
Segunda	$B_2 = B_1 \times \sqrt{2}$	$1,5 \times B_2 \times \sqrt{2}$
Tercera	$B_3 = 1,5 \times B_2 \times \sqrt{2}$	$1,5 \times B_3 \times \sqrt{2}$
Cuarta	$B_4 = 1,5 \times B_3 \times \sqrt{2}$	$1,5 \times B_4 \times \sqrt{2}$

Fuente: Manual de Perforación y Voladura Exsa

Tabla 7. Cálculo Burden para el XC 430 S Nv9A

Sección	Valor de Burden	Lado de sección
Arranque	0.3060	0.4327
1ra Ayuda	0.4327	0.9179

Fuente: Propia

3.4.1.2.3. TIEMPO DE PERFORACIÓN

Los tiempos de perforación se tomaron a lo largo de la investigación, llegando a la conclusión que la maquina perforadora Jumbo Ft tiene un tiempo

promedio de trabajo efectivo por guardia de 2 horas con 33 minutos, que equivale al 25% del tiempo de toda una guardia que es de 10 horas 15 minutos en promedio.

Los tiempos de perforación por taladro de producción y taladros rimados se indican en la tabla siguiente:

Tabla 8. *Tiempo de perforación taladros de producción y rimados*

Taladros de Produccion con Broca "B" SR35 de 51 mm

POSICIONAMIENTO (min)	PERFORACION (min)	TOTAL (min)
00:00:12	00:03:20	00:03:32
00:00:17	00:03:10	00:03:27
00:00:59	00:02:43	00:03:42
00:00:59	00:03:07	00:04:06
00:00:56	00:03:05	00:04:01
00:00:42	00:02:54	00:03:36
Tiempo promedio perf. Tal de producción (min)		00:03:44

Taladros Rimados con Broca Rimadora SR35 de 102 mm

POSICIONAMIENTO (min)	PERFORACION (min)	TOTAL (min)
00:05:45	00:05:24	00:11:09
00:04:12	00:05:34	00:09:46
00:05:56	00:05:30	00:11:26
00:00:16	00:05:43	00:05:59
00:00:59	00:05:56	00:06:55
00:00:50	00:05:30	00:06:20
Tiempo promedio perf. Tal de rimado (min)		00:08:36

Fuente: Propia

3.4.1.2.4. COSTO UNITARIO DE PERFORACIÓN POR METRO

Tabla 9. *Factores de perforación Crucero 430 S*

Datos:	
Longitud de barra:	4.26 m.
Longitud perforada:	3.70 m.
Eficiencia de perforación:	87 %
Numero de taladros por frente:	36
Taladros producción:	32
Diámetro de taladro de producción:	51 mm.
Taladros de rimados:	4
Diámetro de taladro rimado:	102 mm.
Tiempo de Perforación XC 430S	2 horas 33 minutos

Fuente: Propia

a) COSTO UNITARIO EQUIPO DE PERFORACIÓN JUMBO FT POR METRO

ANÁLISIS DE COSTO HORARIO JUMBO FT POR METRO LINEAL

Costo Equipo (valor del mercado): US\$ 522,000.00

Costo Llanta: US\$ 1,402.00

Valor a Depreciar 3 años: US\$ 520,598.00

% Valor Rescate: 10%

Valor de Rescate: US\$ 52,200.00

Vida económica en horas (n): 7,176.00

Vida económica en años (N): 5.00

COSTO HORARIO JUMBO = COSTO DE PROPIEDAD + COSTO OPERATIVO

CÁLCULO DE COSTO DE PROPIEDAD (Cp)

Valor de equipo a depreciar (Vd)

$$Vd = Va - Vr$$

Donde: Va = Precio del equipo: US\$ 520,598.00

Vr = Valor de rescate: US\$ 52,200.00

$$Vd = 522000.00 - 52200.00$$

$$Vd = 469800.00 \text{ US\$}$$

Factor de inversión (K)

$$K = \frac{N+1}{2n}$$

Donde: N = vida económica útil en años: 5.00

n = vida económica útil en hora: 7,176.00

$$K = \frac{5+1}{2 \times 7176.00}$$

$$K = 0.000418$$

- **Cálculo de costo de depreciación (Cd)**

$$Cd = \frac{Vd}{n}$$

Donde:

Vd = Valor a depreciar: US\$ 469,800.00

n = vida económica útil en hora: 7,176.00

$$Cd = \frac{469800.00}{7176.00}$$

$$Cd = 65.47 \text{ US\$}$$

- **Cálculo de costo de interés (Ci)**

$$Ci = Vd \times K \times Ic$$

Donde:

Vd = Valor a depreciar: US\$ 469,800.00

K = Factor de inversión: 0.000418

Ic = Interés capital por año: 5%

$$Ci = 469800.00 \times 0.000418 \times 5\%$$

$$Ci = 9.82 \text{ US\$}$$

- **Cálculo de costo por seguros (Cs)**

$$Cs = Vd \times K \times Is$$

Donde:

Vd = Valor a depreciar: US\$ 469,800.00

K = Factor de inversión: 0.000418

Is = Interés capital por seguros: 2%

$$Cs = 469800.00 \times 0.000418 \times 2\%$$

$$Cs = 3.93 \text{ US\$}$$

CÁLCULO COSTO DE PROPIEDAD (Cp)

$$Cp = Cd + Ci + Cs$$

Donde:

Cd = Costo de depreciación: US\$ 65.47

Ci = Costo de interés: US\$ 9.82

Cs = Costo por seguros: US\$ 3.93

$$Cp = 65.47 + 9.82 + 3.93$$

$$C_p = 79.22 \text{ US\$/hr}$$

CÁLCULO DE COSTO OPERATIVO (Co)

- **Cálculo de mantenimiento o reparaciones (Cm)**

$$C_m = \frac{V_d}{n} \times 80\% = 52.7 \text{ US\$/hr}$$

Donde: V_d = Valor a depreciar: US\$ 469,800.00

n = vida económica útil en hora: 7,176.00

- **Cálculo de lubricante (Cl)**

$$C_l = \text{Costo de lubricantes} + \text{costo de grasa} = 2.28 \text{ US\$/hr}$$

Donde: Costo de aceite de motor: US\$ 1.42

Costo de grasas: US\$ 0.86

- **Cálculo de combustible (Cc)**

$$C_c = \text{Consumo de combustible} \times \text{precio de combustible} = 0.95 \text{ US\$/hr}$$

Donde: Gal /Hora: 0.25

Precio US\$/Gal: 3.80

- **Cálculo de filtro (Cf)**

$$C_f = 20\% (C_c + C_l) = 0.65 \text{ US\$/hr}$$

Donde: C_c = Costo de combustible: 0.95 US\$/hr

C_l = Costo de lubricante: 2.28 US\$/hr

- **Cálculo de llantas (Cll)**

$$C_{ll} = \frac{\text{Costo unitario de llanta}}{\text{Vida util}} \times 4 + 20\% = 1.96 \text{ US\$/hr}$$

Donde: Costo unitario de llanta: US\$ 1,402.00

Vida útil de llanta Hr: 3,000.00

- **Cálculo de cable eléctrico (Cce)**

$$C_{ce} = \frac{\text{Cable eléctrico} \times \text{Costo de cable eléctrico}}{\text{Vida util}} = 0.90 \text{ US\$/hr}$$

Donde: Vida útil cable eléctrico Hr: 3,000.00

Costo de cable eléctrico US\$: 27.00

Cable eléctrico m: 100

CALCULO DE COSTO OPERATIVO (Co)

$$Co = Cm + Cl + Cc + Cf + CII + Cce$$

$$Co = 59.11 \text{ US\$/hr}$$

COSTO HORARIO JUMB FT

$$Ct = Cp + Co$$

$$\text{COSTO HORARIO JUMB FT} = 138.33 \text{ US\$/hr}$$

COSTO UNITARIO EQUIPO DE PERFORACIÓN JUMBO FT

$$CU_{maq \text{ perf}} = \text{Costo horario Jumbo} \times N^{\circ} \text{ de equipos} \times \text{Utilización}$$

$$CU_{maq \text{ perf}} = 138.33 \text{ US\$/hr} \times 1 \text{ und} \times 2.55 \text{ hr/disp} = 352.74 \text{ US\$/disp.}$$

$$CU_{maq \text{ perf}} = \frac{352.74 \text{ US\$/disp}}{3.70 \text{ m/disp}} = 95.34 \text{ US\$/metro}$$

b) COSTO UNITARIO EQUIPO CANTER (MOVILIDAD)

$$CU_{maq \text{ cant}} = \text{Costo horario Canter} \times N^{\circ} \text{ de equipos} \times \text{Utilización}$$

$$CU_{maq \text{ cant}} = 11.52 \text{ US\$/hr} (*) \times 1 \text{ und} \times 1.08 \text{ hr} = 12.44 \text{ US\$/disp.}$$

$$CU_{maq \text{ cant}} = \frac{12.44 \text{ US\$/disp}}{3.70 \text{ m/disp}} = 3.36 \text{ US\$/metro}$$

() Revisar ANEXO 3 Costo horario de equipos mina Compañía Minera*

Alpayana S.A.

c) COSTO UNITARIO DE MATERIALES DE PERFORACIÓN POR METRO

Para el cálculo de costo de los aceros de perforación excepto taladro rimado

$$\text{Costo} \left(\frac{\text{US\$}}{\text{dip}} \right) = \frac{\text{Precio}}{\text{Vida Util}} \times N^{\circ} \text{ tal} \times \text{Long Tal perforado}$$

Para el cálculo de costo de acero de rimadora

$$\text{Costo} \left(\frac{\text{US\$}}{\text{dip}} \right) = \frac{\text{Precio}}{\text{Vida Util}} \times N^{\circ} \text{ tal rimado} \times \text{Long Tal perforado}$$

Costo Barra T38-H35-SR35 14'

$$\text{Costo} = \frac{512.47}{2500} \times 36 \times 3.70 = 27.30 \frac{\text{US\$}}{\text{disparo}}$$

De igual forma los cálculos siguientes para aceros de perforación seguirán la misma ecuación a excepción del cálculo de costo de la rimadora ya que solo se multiplicará por 4 taladros rimados en lugar de los 36 taladros para calcular el costo por metro.

Tabla 10. Costos Unitarios de materiales de perforación Jumbo

Aceros y accesorios	Unidad	Cantidad	Precio US\$	Vida util		Costo US\$/Disparo
Barra T38-H35-SR35 14'	pza	1.00	512.47	2,500.00	m.	27.30
Broca "B" SR35 de 51 mm.	pza	1.00	92.65	300.00	m.	36.57
Shank COP 1838/1638 T38 x 435 mm.	pza	1.00	240.00	3,500.00	m.	9.13
Broca Rimadora Domo SR35 DE 102 mm	pza	1.00	329.55	290.00	m.	16.82
Coupling T38/T38 R. AL 90001964	pza	1.00	67.09	3,500.00	m.	2.55
Afiladora de brocas	pza	1.00	41,497.60	1,440,000.00	m.	3.81
Copas de Afilado Frontonero	pza	1.00	437.54	6,047.00	m.	9.64
Avance por disparo: 3.70 m	Total: US\$/disparo					105.85
	Total: US\$/metro					28.61

Fuente: Propia

Concluyendo que el costo unitario de materiales de perforación será la sumatoria de todos los costos unitarios de aceros que implican el uso del Jumbo Frontonero por metro lineal.

$$\text{CUMat-perf} = 28.61 \text{ US$/metro}$$

d) COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA POR METRO

Para el cálculo del costo unitario de mano de obra primero debemos calcular las obligaciones patronales para empleados y obreros para el año en curso 2024.

CALCULO OBLIGACIONES PATRONALES OBRERO

LEYES SOCIALES = 18.98%

$$\text{CTS} = \frac{35}{\text{días efectivos/año}} \text{ Según el DS N° 001-1997-TR}$$

$$\text{CTS} = \frac{35}{263}$$

CTS = 13.31 %

BENEFICIOS SOCIALES Según Ley 27735 DS N° 005-2002-TR

- $\text{Dominicales} = \frac{\text{N° total de domingos al año}}{\text{días efectivos/año}} \times (1 + \text{Leyes sociales}) \times 100$

Dominicales = 23.52 %

- $\text{Feriados} = \frac{\text{N° total de feriados al año}}{\text{días efectivos/año}} \times (1 + \text{Leyes sociales}) \times 100$

Feriados = 7.24 %

- $\text{Vacaciones} = \frac{\text{N° días de vacaciones al año}}{\text{días efectivos/año}} \times (1 + \text{Leyes sociales}) \times 100$

Vacaciones = 13.57 %

- $\text{Gratificaciones} = \frac{60}{\text{días efectivos/año}} \times 100 \%$

Gratificaciones = 22.81 %

- $\text{Descanso Médico} = \frac{4}{\text{días efectivos/año}} \times (1 + \text{Leyes sociales}) \times 100$

Descanso Médico = 1.81 %

Benef. sociales = dominicales + feriados + vacaciones. + gratificaciones. +
descanso médico

Benef. Sociales = 68.95 %

OBLIGACIONES PATRONALES OBREROS

Ob. Patronal ob. = CTS + Leyes sociales + benef. Sociales

Ob. Patronal ob. = 13.31% + 18.98% + 68.95%

OB. PATRONAL OB. = 101.24 %

PERSONAL EMPLEADO

OB. PATRONAL EMPL. = 59.44 %

Se adjunta detalle en **ANEXO 2** Obligaciones Patronales 2024 Compañía Minera Alpayana S.A.

Tabla 11. Costo Unitario de Mano de Obra Perforación Jumbo

Personal	Unidad	Cantidad	Jornal + BBSS US\$/Hr.	Horas efectivas Hr/Disp.	Costo US\$/Disp.
Operador de Jumbo	Tarea	1.00	6.08	2.55	15.51
Ayudante Jumbo	Tarea	1.00	3.73	2.55	9.52
Llantero	Tarea	1.00	3.69	2.80	10.33
Tubero	Tarea	1.00	4.02	1.00	4.02
Ayudante de Tubero	Tarea	1.00	3.69	1.00	3.69
Jefe de Guardia	Tarea	1.00	12.40	1.40	17.36
Supervisor de Mina	Tarea	1.00	7.97	1.97	15.70
Chofer Canter	Tarea	1.00	3.84	1.08	4.15
Electricista Equipos Mina	Tarea	1.00	4.74	2.59	12.27
Mecánico Equipos Mina	Tarea	1.00	4.74	2.09	9.90
Topógrafo	Tarea	1.00	8.86	0.67	5.93
Ayudante Topógrafo	Tarea	1.00	4.25	0.67	2.85
Avance por disparo: 3.70 m	Total: US\$/disparo				111.25
	Total: US\$/metro				30.07

Fuente: Propia

Concluyendo que el costo unitario de mano de obra sumado entre personal obrero y empleado es:

CU mano de obra = 30.07 US\$/metro

e) **COSTO UNITARIO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL POR METRO**

Para calcular el costo unitario de equipos de protección personal se calculará la suma producto de la cantidad de personal y sus horas efectivas hr/dip divididos entre 8 horas, para luego multiplicarlo al costo unitario de equipo de protección personal dependiendo si usaran ropa de agua o no y si forman parte de la supervisión.

Tabla 12. Costo Unitario de EPP's Perforación Jumbo

Personal	Cantidad		Horas efectivas hr/disp	
Operador de Jumbo	1.00		2.55	
Ayudante Jumbo	1.00		2.55	
Llantero	1.00		2.80	
Tubero	1.00		1.00	
Ayudante de Tubero	1.00		1.00	
Jefe de Guardia	1.00		1.40	
Supervisor de Mina	1.00		1.97	
Chofer Canter	1.00		1.08	
Electricista Equipos Mina	1.00		2.59	
Mecánico Equipos Mina	1.00		2.09	
Topógrafo	1.00		0.67	
Ayudante Topógrafo	1.00		0.67	
Implementos	Unidad	Incidencia	Costo Unitario US\$	Costo US\$/Disp
Personal Con ropa de agua	Gdia	1.24	3.73	4.62
Personal Sin ropa de agua	Gdia	0.89	3.00	2.66
Supervisión	Gdia	0.42	4.09	1.72
Avance por disparo: 3.70 m	Total: US\$/disparo			9.00
	Total: US\$/metro			2.43

Fuente: Propia

$$\text{Donde: Incidencia} = \sum \frac{\text{Cantidad} \times \text{Horas Efectivas}}{8 \text{ hr}}$$

Costo Unitario para Personal con Ropa de agua, sin ropa de agua y supervisión detallado en **ANEXO 5**

f) COSTO UNITARIO DE HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES

Tabla 13. Costo Unitario de Herramientas y otros materiales Perforación Jumbo

Herramientas	Unidad	Cantidad	Precio US\$	Vida útil		Costo US\$/Disparo
Escalera Telescopica 3 m.	pza	1.00	192.0	120.00	disparos	1.60
Lampa	pza	2.00	9.60	40.00	disparos	0.48
Pico	pza	1.00	14.80	90.00	disparos	0.16
Comba de 12 libras	pza	1.00	20.21	250.00	disparos	0.08
Llave Francesa 18"	pza	1.00	26.67	175.00	disparos	0.15
Llave Stilson de 14"	pza	1.00	18.67	175.00	disparos	0.11
Llave Francesa 12"	pza	2.00	19.76	175.00	disparos	0.23
Barretilla de aluminio de 1" x 10'.	pza	2.00	15.11	75.00	disparos	0.40
Barretilla de aluminio de 1" x 12'.	pza	2.00	17.88	75.00	disparos	0.48
Barretilla de aluminio de 1" x 8'.	pza	2.00	11.91	75.00	disparos	0.32
Cucharilla	pza	2.00	1.33	75.00	disparos	0.04
Pintura para perforación	gal	1.00	5.29	15.00	disparos	0.35
Manguera de 1/2"	m	3.70	0.94	1.00	disparos	3.48
Manguera de 1"	m	3.70	1.96	1.00	disparos	7.26
Grasa para brocas	kg	0.50	2.72	25.00	disparos	0.05
Cinta adhesiva	rollo	1.60	0.80	1.00	disparos	1.28
Valvula de bola de 2"	pza	1.00	26.44	35.00	disparos	0.76
Acople para valvula de 2"	pza	3.00	5.08	35.00	disparos	0.44
Acople para manguera	pza	2.00	1.73	35.00	disparos	0.10
Tubería de Polietileno 2"	m	3.25	1.62	1.00	disparos	5.27
CABLE 3X35MM2 + 1X16MM2 N2XY 0.6/1KV	m	0.60	12.94	0.50	metros	14.48
CABLE 3X70 MM2 + 1 X 35MM2 N2XY 0.6/1 KV	m	0.82	23.11	0.50	metros	35.14
CABLE 3X120MM2 + 1X70MM2 N2XY 0.6/1 KV	m	1.19	40.31	0.25	metros	44.56
CABO NYLON DE 3/8"	m	0.29	0.21	1.00	metros	0.23
ALAMBRE DE FIERRO NEGRO DE AMARRE NO.08	kg	0.22	1.09	1.00	metros	0.90
CINTILLO DE 40CM BOLSA X 100UN	Und.	0.08	2.70	1.00	metros	0.80
CABO NYLON DE 3/4"	m	0.11	0.71	1.00	metros	0.29
CLAVO DE ALAMBRE DE 4"	kg	0.06	0.98	1.00	metros	0.23
CABO NYLON DE 1"	m	0.08	1.27	1.00	metros	0.39
NIPLE DE FE GALVANIZADO 2" X 6"	pza	0.04	1.22	1.00	metros	0.16
NIPLE DE FE GALVANIZADO 1" X 6"	pza	0.02	0.76	1.00	metros	0.06
NIPLE MULTICONICO DE FE. GALV. 3/4" X 6"	pza	0.02	1.31	1.00	metros	0.08
CONO DE PITA RAFIA X 1KG	rll	0.01	1.54	1.00	metros	0.06
UNION VITAU LIC 4" TUBO POLIETILENO E-995	jgo	0.01	9.58	1.00	metros	0.25
VALVULA COMPUERTA DE BRONCE 1"	pza	0.00	8.10	1.00	metros	0.13
VALVULA DE 1" TIPO BOLA	pza	0.00	6.61	1.00	metros	0.12
NIPLE MULTICONICO DE FE. GALV. 1/4" X 6"	blk	0.01	1.55	1.00	metros	0.06
Avance por disparo: 3.70 m	Total: US\$/disparo					120.97
	Total: US\$/metro					32.69

Fuente: Propia

Para el cálculo de costo de herramientas y otros materiales

$$\text{Donde: Costo } \left(\frac{\text{US\$}}{\text{dip}} \right) = \frac{\text{Precio US\$}}{\text{Vida Útil/disp}} \times \text{Cantidad}$$

$$\text{CU pico} = \frac{14.80 \text{ US\$}}{90 \text{ disp}} \times 1 = 0.16444 = 0.16 \text{ US\$/disp.}$$

De las misma forma para las demás herramientas se realizará la misma operación, la suma de los costos de todas las herramientas dará resultado el costo total en dólares por disparo, luego se divide entre en avance real y resulta el costo unitario en US\$ por metro.

COSTO UNITARIO DE PERFORACIÓN POR METRO

**CU perf = CU maq-perf + CU maq-canter + CU mat-perf + CU mo + CU epp +
CU herra**

$$\text{CU perf} = 95.34 + 3.36 + 30.07 + 28.61 + 2.43 + 32.69$$

$$\text{CU perf} = 192.50 \text{ US\$/metro}$$

3.4.2. VOLADURA

3.4.2.1. EXPLOSIVO Y ACCESORIOS UTILIZADOS

El tipo de explosivo empleado en la zona de Cuerpo Mery a diferencia de la zona de vetas es el ANFO como carga principal y Emulsión de 80% 5000 1 ½" x 8" como cebo o explosivo iniciador, con sus respectivos accesorios los cuales son: Fanel de 4.20m (fanel periodo largo, que consta de conector tipo J, mecha y fulminante), Carmex 2.70m, Cordón Detonante SP. Se considera que el tiempo de carguío efectivo del frente Crucero 430 S del nivel 9A es de 1 hora 15 minutos considerándose el 12% del tiempo de guardia

3.4.2.2. DISEÑO DE CARGA

Tabla 14. Diseño de carga en XC 430 S Nv 9A

DISTRIBUCIÓN DE TALADROS	DIAM. TAL.	Conc. Lineal carga ANFO Kg/m	Secc. Salida	Cant. Tal.	Nº Cart/ Taladro		Emulsión Por Tal.	Anfo por Taladro		Total Explosivo	
					E- 3000	E- 5000		Kg	(m)		(kg)
					1 1/8" x 12"	1 1/2" x 8"					
Rimado	102	-	-	4		-	-	-	-	-	
Arranque	51	1.74	1	1		1	0.266	3.20	5.57	5.83	
Arranque	51	1.74	3	1		1	0.266	3.20	5.57	5.83	
Arranque	51	1.74	5	1		1	0.266	3.20	5.57	5.83	
Arranque	51	1.74	7	1		1	0.266	3.20	5.57	5.83	
1ra Ayuda	51	1.74	8	2		1	0.266	3.20	5.57	11.67	
1ra Ayuda	51	1.74	9	2		1	0.266	3.20	5.57	11.67	
2da Ayuda	51	1.74	10	4		1	0.266	3.00	5.22	21.94	
3ra Ayuda	51	1.74	11	4		1	0.266	3.00	5.22	21.94	
Ayuda corona	51	1.74	12	2		1	0.266	3.00	5.22	10.97	
Arrastre	51	1.74	14	3		4	1.152	2.40	4.18	15.99	
Arrastre	51	1.74	15	2		15	3.989	-	-	7.98	
Hastiales	51	1.74	12	4		1	0.266	2.60	4.52	19.16	
Corona	51	1.74	13	5		1	0.266	2.60	4.52	23.95	
TOTAL				36		-	70	18.617	-	149.99	168.61

Fuente: Propia

CONCENTRACIÓN LINEAL DE CARGA ANFO

$$q_1 = 7.854 \times 10^{-4} \times \rho_e \times D^2 \quad \text{Donde: } q_1 = \text{concentración lineal de carga ANFO } \left(\frac{kg}{m}\right)$$

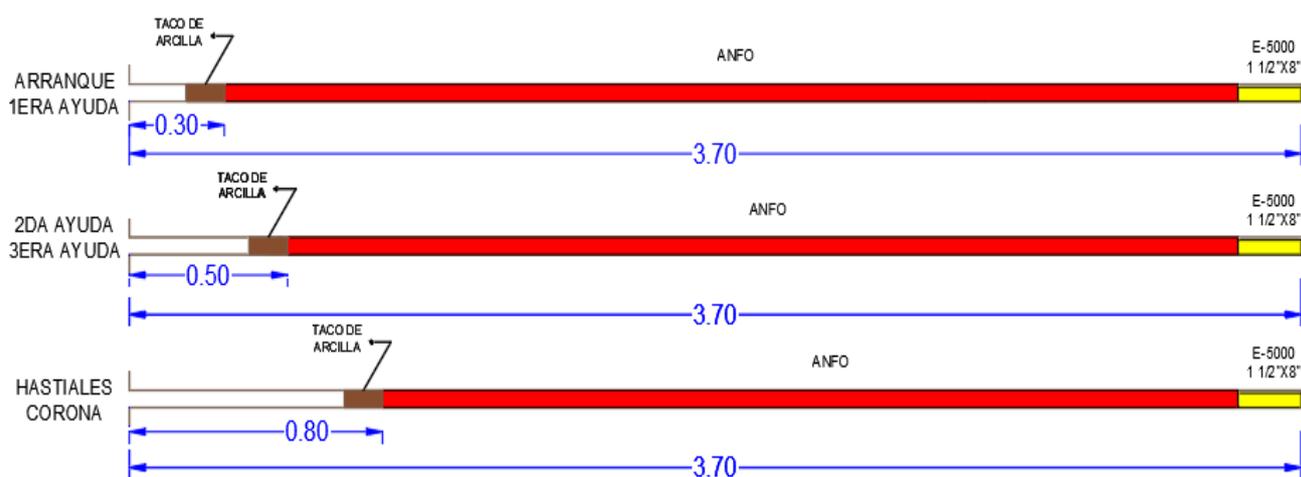
$$\rho_e = \text{Densidad del ANFO } \left(\frac{gr}{cc}\right)$$

$$D^2 = \text{Diámetro de carga (mm)}$$

$$q_1 = 7.854 \times 10^{-4} \times 0.850 \times 51^2$$

$$q_1 = 1.7364 \cong 1.74 \frac{kg}{m}$$

Figura 12. Distribución de explosivo por taladro en XC 430 S Nv 9A



Fuente: Propia

3.4.2.3. CALCULO DE CARGA POR DISPARO

Tabla 15. Factores de voladura en XC 430 S Nv 9A

FACTORES DE VOLADURA			
Longitud de barra	14 ft		
Longitud de barra	4.26 m		
N° Tal. Perforados	36		
Densidad de Roca	2.7 tn/m ³	Long prom. taco	0.1 m
Sección de labor	4 x 4 m.	Volumen roto	57.4610 m ³
N° tal Cargados	32	Tonelaje roto	155.1447 ton
N° tal Rimados / alivio	4	Factor de carga	2.93 kg/m ³
Diámetro de tal producción	51 mm	Factor de avance	45.57 kg/m
Diámetro de tal rimado	102 mm	Factor de potencia	1.09 kg/ton
Long Prom perf /tal	3.70 m	Eficiencia de perforación	87%
Total de Explosivo	168.61 Kg		

Fuente: Propia

- Eficiencia de perforación**

$$\text{Ef. perf/disp} = \frac{\text{Long perforado}}{\text{Long de barra}} \times 100$$

$$\text{Ef. perf/disp} = \frac{3.70}{4.26} \times 100$$

$$\text{Ef. perf/disp} = 87 \%$$

- Volumen roto por disparo**

$$\text{Vol. Roto por disp.} = \text{Avance por disp.} \times \text{Área de sección}$$

$$\text{Vol} = 3.70 \text{ m} \times 15.53 \text{ m}^2$$

$$\text{Vol} = 57.4610 \text{ m}^3/\text{disp.}$$

$$\text{Toneladas} = \text{Volumen} \times \text{Peso específico}$$

$$\text{Toneladas} = 57.4610 \text{ m}^3/\text{disp} \times 2.7 \text{ tn}/\text{m}^3$$

$$\text{Toneladas} = 155.1447 \text{ tn}/\text{disp.}$$

- **Factor de Carga**

Siendo la Emulsión de 80% 5000 1 1/2" x 8" con un peso de 266 gr por cartucho ó 0.266 kg y son 149.99 kg de ANFO por disparo

$$\text{Fact. de carga} = \text{Peso de explosivo} / \text{Volumen roto}$$

$$\text{Fact. de carga} = \frac{149.99 \text{ Kg} + (70 \text{ und} \times 0.266 \frac{\text{kg}}{\text{und}})}{57.4610 \text{ m}^3}$$

$$\text{Fact. de carga} = 2.9343 \text{ kg}/\text{m}^3$$

- **Factor de potencia**

Siendo la Emulsión de 80% 5000 1 1/2" x 8" con un peso de 266 gr por cartucho ó 0.266 kg y son 149.99 kg de ANFO por disparo

$$\text{Fact. de potencia} = \text{Peso de explosivo} / \text{toneladas rotas}$$

$$\text{Fact. de potencia} = \frac{149.99 \text{ Kg} + (70 \text{ und} \times 0.266 \frac{\text{kg}}{\text{und}})}{155.1447 \text{ tn}}$$

$$\text{Fact. de potencia} = 1.0868 \text{ kg}/\text{tn}$$

- **Factor de Avance**

Siendo la Emulsión de 80% 5000 1 1/2" x 8" con un peso de 266 gr por cartucho ó 0.266 kg y son 149.99 kg de ANFO por disparo

$$\text{Fact. de avance} = \text{Peso de explosivo} / \text{Avance por disparo}$$

$$\text{Fact. de avance} = \frac{149.99 \text{ Kg} + (70 \text{ und} \times 0.266 \frac{\text{kg}}{\text{und}})}{3.70 \text{ m}}$$

$$\text{Fact. de avance} = 45.5703 \text{ kg}/\text{m}$$

3.4.2.4. COSTO UNITARIO DE VOLADURA POR METRO

a) COSTO UNITARIO EQUIPO PEMBERTHY 25 kg

$$\text{Costo horario Penberthy} = \frac{\text{Precio de Penberthy}}{\text{Vida útil}} = 3.25 \text{ US\$}$$

Donde: Penberthy 25kg: 2921.00 US\$

Vida útil: 900hr

COSTO HORARIO PENBERTHY 25KG = 3.25 US\$/hr

COSTO UNITARIO EQUIPO DE VOLADURA

CUequip vol= Costo unitario Penberthy x N° de equipos x Utilización

$$\text{CUequip vol} = 3.25 \text{ US\$/hr} \times 1 \text{ und} \times 0.70 \text{ hr/disp} = 2.27 \text{ US\$/disp.}$$

$$\text{CUequip vol} = \frac{2.27 \text{ US\$/disp}}{3.70 \text{ m/disp}} = 0.61 \text{ US\$/metro}$$

b) COSTO UNITARIO DE MATERIALES DE VOLADURA POR METRO

Para la distribución de carga por cada taladro se usó Emulnor 80% de 5000 de 1 ½ pulgada de diámetro y 8 pulgadas de longitud, dando un total de 70 Unidades y 149.99 Kg de ANFO de acuerdo con el diseño de carga de la Tabla 14

Tabla 16. Costo Unitario de materiales de voladura en XC 430 S Nv 9A

Explosivos y accesorios	Unidad	Cantidad	Precio US\$	Costo US\$/Disp
Emulsión de 80% 5000 1 1/2" x 8"	pza	70.00	1.05	73.50
Anfo	kg.	149.99	1.68	251.98
Fanel 4.20 m.	pza	32.00	2.72	87.04
Carmex 2.70 m.	pza	2.00	1.52	3.04
Cordón Detonante 5P	m.	30.00	0.48	14.4
Avance por disparo: 3.70 m	Total: US\$/disparo			42.96
	Total: US\$/metro			116.21

Fuente: Propia

c) COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA POR METRO

Tabla 17. Costo Unitario de Mano de Obra de voladura

Personal	Unidad	Cantidad	Jornal + BBSS US\$/Hr	Horas efectivas hr/disp	Costo US\$/Disp
Maestro Cargador Explosivos	Tarea	1.00	4.60	1.25	5.76
Ayudante Disparador	Tarea	1.00	3.69	1.25	4.61
Avance por disparo: 3.70 m	Total: US\$/disparo				10.37
	Total: US\$/metro				2.80

Fuente: Propia

d) COSTO UNITARIO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL POR METRO

Tabla 18. Costo Unitario de EPP's de voladura

Personal	Cantidad		Horas efectivas hr/disp	
Maestro Cargador Explosivos	1.00		1.25	
Ayudante Disparador	1.00		1.25	
Implementos	Unidad	Incidencia	Costo Unitario US\$/Gdia	Costo US\$/Disp
Personal Sin ropa de agua	Gdia	0.31	3.00	0.94
Avance por disparo: 3.70 m	Total: US\$/disparo			0.94
	Total: US\$/metro			0.25

Fuente: Propia

e) COSTO UNITARIO DE HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES

Tabla 19. Costo Unitario de Herramientas y otros materiales de voladura

Herramientas	Unidad	Cantidad	Precio US\$	Vida útil		Costo US\$/Disparo
Escalera Telescopica 3 m.	pza	1.00	192.00	120.00	disparos	1.60
Lampa	pza	2.00	9.60	40.00	disparos	0.48
Pico	pza	1.00	14.80	90.00	disparos	0.16
Barretilla de aluminio de 1" x 12'.	pza	2.00	17.88	75.00	disparos	0.48
Barretilla de aluminio de 1" x 8'.	pza	2.00	11.91	75.00	disparos	0.32
Cucharilla	pza	2.00	1.33	75.00	disparos	0.04
Punzón para cebo	pza	1.00	2.67	80.00	disparos	0.03
Atacador	pza	4.00	1.56	20.00	disparos	0.31
Manguera de 1/2"	m	3.70	0.94	1.00	disparos	3.48
Cartuflex de 13/4"	pza	6.00	2.16	1.00	disparos	12.96
Alcayatas	Und.	3.00	1.81	1.00	disparos	5.43
Cabo de Nylon de 1/2"	m	0.37	0.33	1.00	metros	0.45
CABO NYLON DE 3/8"	m	0.29	0.21	1.00	metros	0.23
SACO METALERO POLIPROP TEJIDO 20"X30"	pza	1.64	0.22	1.00	metros	1.36
Avance por disparo: 3.70 m	Total: US\$/disparo					27.33
	Total: US\$/metro					7.39

Fuente: Propia

COSTO UNITARIO DE VOLADURA POR METRO

$$CU \text{ vol} = CU_{\text{equip vol}} + CU_{\text{mat-vol}} + CU_{\text{mo}} + CU_{\text{epp}} + CU_{\text{herram}}$$

$$CU \text{ vol} = 0.61 + 116.21 + 2.80 + 0.25 + 7.39$$

$$CU \text{ vol} = 127.26 \text{ US$/metro}$$

3.4.3. LIMPIEZA

3.4.3.1. EQUIPO DE LIMPIEZA

En el sector minero los scooptram son los equipos de limpieza, estos cuentan con diferentes capacidades, el que se utilizara para la ejecución de este crucero es el Scooptram R1600G cuya capacidad de cuchara es 6yd³, este tendrá la tarea de limpiar el material roto del Crucero 430S del nivel 9A hacia cámaras de acumulación a 100 metros de distancia desde el frente disparado, esto con la finalidad de agilizar el ciclo de minado y evitar demoras operativas.

Figura 13. Equipo de limpieza Scooptram R1600G



Fuente: Propia

3.4.3.2. TIEMPO DE LIMPIEZA

El tiempo de limpieza promedio para retirar todo el desmonte del crucero 430S nivel 9A es de 1 hora 48 minutos de acuerdo con los datos tomados en el frente para una limpieza efectiva y promediados en gabinete, desde el XC430 S hacia la cámara de acumulación a 100 metros de distancia.

3.4.3.3. COSTO DE LIMPIEZA

Para el cálculo del Costo Unitario por metro lineal del XC430S téngase en cuenta:

Cap. de cuchara: $6.3 \text{ yd}^3 = 4.8167 \text{ m}^3$

Cap. llenado eff (75%): 3.6125 m^3

Vol. roto/disp: 57.4610 m^3

Sobre rotura del 10%

Esponjamiento de 40% desmonte

Vol roto + sobre rotura + esponjado/disp.: 88.4894 m^3

Tiempo total ciclo 100m: 04:26 minutos

Numero de viajes: $24.4953 = 25$ viajes

Tiempo total de limpieza XC430: 1.80 horas

Para el cálculo del Costo Unitario en US\$/m calcularemos los costos unitarios por mano de obra, implementos de seguridad y el costo en US\$/hr para el scooptram de 6yd3, el cual se calculó en el **ANEXO 3 Costo horario de equipos mina Compañía Minera Alpayana S.A.**

Tabla 20. Costo Unitario de limpieza scooptram 6yd3 en Xc 430 S Nv9A

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Crucero 4.0x4.0 - Limpieza Scooptram						
1.- MANO DE OBRA						
Personal	Unidad	Cantidad	Jornal + BBSS US\$/Hr	Horas efectivas hr/gdia	Costo US\$/gdia	Costo US\$/m
Operador de Scoop	Tarea	1.00	6.28	1.80	11.31	
					11.31	3.06
2.- IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD						
Implementos	Unidad	Incidencia	Costo Unitario US\$/Gdia		Costo US\$/gdia	Costo US\$/m
Personal Sin ropa de agua	Gdia	0.23	3.00		0.67	
					0.67	0.18
3.- MAQUINARIA Y EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Costo Unitario US\$/hr	Utilización hr/gdia	Costo US\$/gdia	Costo US\$/m
Scoop 6.3yd3	hora	1.00	114.27	1.80 hora	205.68	
					205.68	55.59
COSTO UNITARIO LIMPIEZA SCOOPTRAM 6.3 YD3					US\$/m	58.83

Fuente: Propia

Concluyendo que el Costo Unitario de limpieza del XC430 S NV 9A hacia una cámara de acumulación a 100 metros de distancia con un scooptram de 6yd3 será de US\$/m 58.83.

3.4.4. ACARREO

3.4.4.1. EQUIPO DE ACARREO

Se conoce como equipo de acarreo a los equipos que tienen la labor de transporte de mineral y/o desmonte. El traslado consistirá desde la cámara de acumulación hacia el tajo vacío más cercano, ubicado a 300 metros del XC430 S. En la Compañía Minera Alpayana S.A. en su Unidad Americana el trabajo de acarreo de desmonte se usará Dumper MT2010 de una capacidad de tolva de 20TM.

Figura 14. Equipo de acarreo Dumper MT2010



Fuente: Manual de Atlas Copco

3.4.4.2. TIEMPO DE ACARREO

El tiempo de acarreo de desmonte empezando desde el tiempo de cargado, tiempo de operación y tiempo de llegada vacío por distancia recorrida se presentan a continuación de acuerdo con la toma de datos de campo que se tomó en el acarreo de desmonte desde la cámara de acumulación hasta un tajo vacío que será relleno con desmonte.

Tabla 21. Tiempo de acarreo Dumper MT2010 por distancia

Tiempo Efectivo	2.45 Hr	Velocidad Cargado:	9.50 Km/Hr
	147.00 min		158.33 m/min
Capacidad	20.66 Tn	Velocidad Vacío:	12.00 Km/Hr
	7.65 m3		200.00 m/min
Vol. roto XC430S esponjado + sobre rotura	86.19	m3	

Distancia	Tiempo cargado (min)	Tiempo Vacío (min)	Tiempo Operación (min)	Tiempo Total (min)	m3/hr	Tiempo evacuación (hr)	N° Viajes
300	1.89	1.50	9.65	13.04	35.20	2.45	11.27

Fuente: Propia

3.4.4.3. COSTO DE ACARREO

Tabla 22. Costo Unitario de acarreo Dumper en Xc 430 S Nv9A

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Crucero 4.0x4.0 - Acarreo Dumper						
1.- MANO DE OBRA						
Personal	Unidad	Cantidad	Jornal + BBSS US\$/Hr	Horas efectivas hr/gdia	Costo US\$/gdia	Costo US\$/m
Operador de Dumper	Tarea	1.00	6.28	2.45	15.39	
Operador de Scoop	Tarea	1.00	6.28	2.45	15.39	
					30.78	8.32
2.- IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD						
Implementos	Unidad	Incidencia	Costo Unitario US\$/Gdia		Costo US\$/gdia	Costo US\$/m
Personal Sin ropa de agua	Gdia	0.61	3.00		1.84	
					1.84	0.50
3.- MAQUINARIA Y EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Costo Unitario US\$/hr	Utilización hr/gdia	Costo US\$/gdia	Costo US\$/m
Dumper	hora	1.00	93.93	2.45 hora	230.13	
Scoop 6.3yd3	hora	1.00	114.27	2.45 hora	279.96	
					510.08	137.86
COSTO UNITARIO ACARREO DUMPER 20TN					US\$/m	146.68

Fuente: Propia

Concluyendo que el Costo Unitario de acarreo de una cámara de acumulación a un tajo vacío a 300 metros de distancia con un dumper de 20 ton será de US\$/m 146.68, en el cual por razones de operacionales y agilizar el ciclo

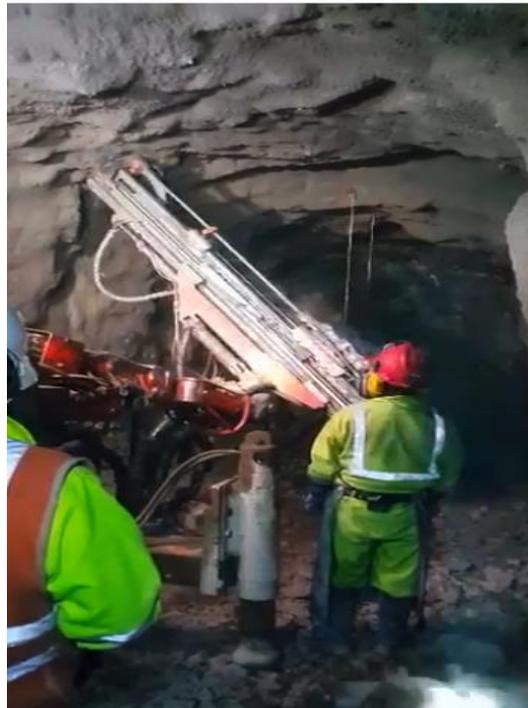
de minado tendrá que incluirse nuevamente el scocopram de 6yd3 para cargar al dumper de 20 ton.

3.4.5. SOSTENIMIENTO

3.4.5.1. EQUIPOS DE SOSTENIMIENTO

Una vez limpio el frente de trabajo se procederá inmediatamente a ser sostenida, basada en el estudio Geomecánico del macizo rocoso. Toda la sección del frente será sostenida con perno helicoidal 7' inyectados con Cencom, haciendo uso del empernador Boltec con una eficiencia de 12 PH/hr y con concreto lanzado shotcrete de vía húmeda de 2 pulgadas de espesor con un rendimiento de $1.1m^3$ por metro de avance lineal.

Figura 15. Equipo Empernador Boltec 235H



Fuente: Propia

Figura 16. Equipo de lanzado de shotcrete



Fuente: Propia

3.4.5.2. SOSTENIMIENTO CON PERNO HELICOIDAL

3.4.5.2.1. TIEMPO DE INSERCIÓN DE PERNO HELICOIDAL DE 7 PIES

Los tiempos de perforación, maniobras e inyección de CENCOM se detallan a continuación. Por cada taladro perforado de 6 pies se inyectarán 7 cartuchos de CENCOM, estos con una distribución sistemática de 1.5 x 1.5 metros según tabla GSI modificada.

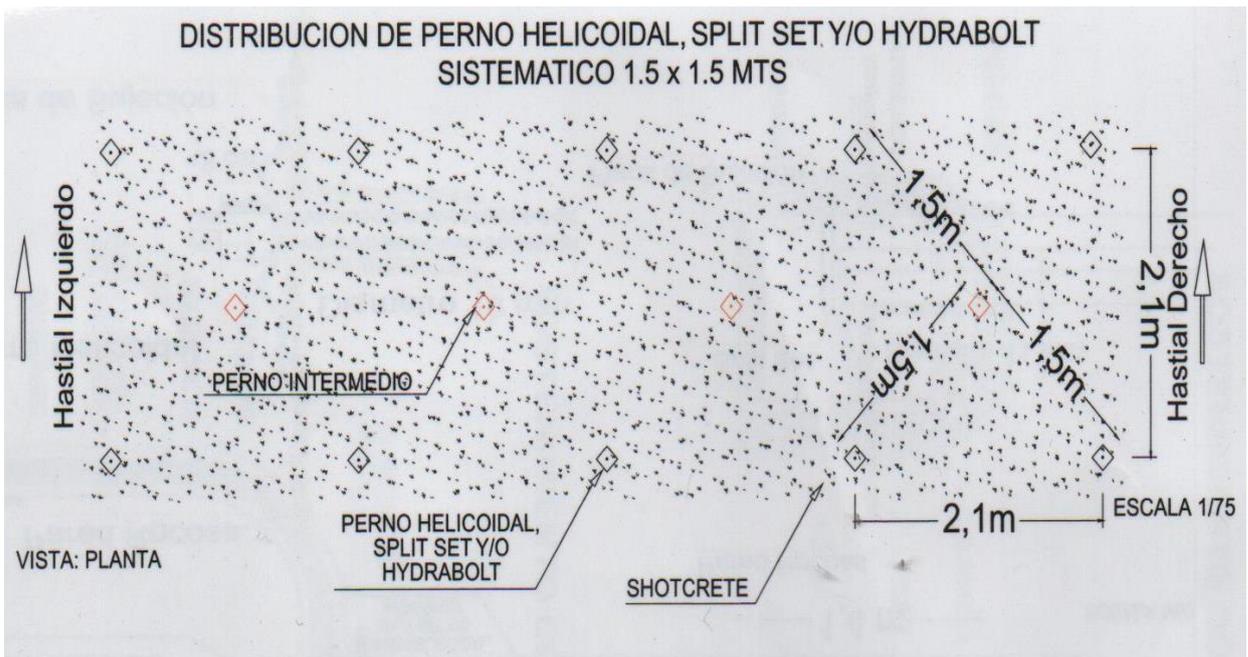
Tabla 23. Tiempo de inserción PH 7' Equipo Empernador Boltec 235H

POSICIONAMIENTO (min)	PERFORACION (min)	CEMCON (min)	PERNO (min)	TOTAL (min)
00:00:49	00:01:56	00:00:43	00:00:25	00:03:53
00:01:43	00:01:57	00:00:50	00:00:24	00:04:54
00:00:41	00:02:01	00:00:47	00:00:40	00:04:09
00:02:05	00:01:03	00:01:02	00:02:12	00:06:22
00:02:00	00:01:44	00:02:21	00:01:18	00:07:23
00:02:00	00:01:05	00:01:06	00:00:57	00:05:08
00:02:00	00:01:21	00:00:32	00:00:40	00:04:33
Tiempo promedio de inserción de Perno Helicoidal 7 pies (min)				00:05:12

Fuente: Propia

El tiempo efectivo de sostenimiento con perno helicoidal de 7 pies de acuerdo con los datos tomados en campo es de 1 hora 30 minutos, el sostenimiento con el fin de cumplir el ciclo de minado competitivo por guardia, será realizado en el horario de almuerzo.

Figura 17. Distribución de perno helicoidal sistemático a 1.5 x 1.5 mts



Fuente: Geomecánica Alpayana S.A

**3.4.5.2.2. COSTO UNITARIO DE SOSTENIMIENTO CON PERNO
HELICOIDAL 7 PIES**

a) COSTO UNITARIO EQUIPO DE SOSTENIMIENTO BOLTEC PH 7 PIES

COSTO HORARIO BOLTER = 89.23 US\$/hr (*)

CUmaq boltec= Costo horario Boltec x N° de equipos x Utilización

CUmaq boltec= 89.23 US\$/hr x 1und x 1.50hr/gdia = 133.85 US\$/gdia.

$$\text{CUmaq boltec} = \frac{133.85 \text{ US\$/gdia}}{18 \text{ Ph/gdia}} = 7.44 \text{ US\$/Ph}$$

(*) Revisar ANEXO 3 Costo horario de equipos mina Compañía Minera

Alpayana S.A.

b) COSTO UNITARIO DE MATERIALES DE SOSTENIMIENTO

Tabla 24. Costo Unitario de materiales para sostenimiento con PH 7'

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio US\$	Costo US\$/gdia
Perno Helicoidal 7 Pie	pza	18.00	4.95	89.18
Cemcom	pza	126.00	0.14	17.81
Cant. PH/gdia: 18 und	Total: US\$/guardia			106.99
	Total: US\$/Ph			5.94

Fuente: Propia

c) COSTO UNITARIO DE MATERIALES DE PERFORACIÓN

Tabla 25. Costo Unitario de materiales de perforación para sostenimiento con PH 7'

Aceros y accesorios	Unidad	Cantidad	Precio US\$	Vida útil		Costo US\$/gdia
Shank COP 1435 TC35 500 mm.	pza	1.00	239.26	2,500.00	m.	3.15
Coupling TC35/R32	pza	1.00	105.64	2,500.00	m.	1.39
Barra Magnum R32-H28-SR28 de 8'	pza	1.00	211.14	1,000.00	m.	6.95
Broca Botón SR28 37 mm.	pza	1.00	69.00	250.00	m.	9.09
Copas de Afilado Frontonero	pza	1.00	437.54	6,047.00	m.	2.38
Adaptador PH.	pza	1.00	212.69	40,000.00	m.	0.18
Cant. PH/gdia: 18 und	Total: US\$/guardia					23.13
	Total: US\$/Ph					1.29

Fuente: Propia

d) COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA

Tabla 26. Costo Unitario de mano de obra para sostenimiento con PH 7'

Personal	Unidad	Cantidad	Jornal + BBSS US\$/Hr	Horas efectivas hr/gdia	Costo US\$/Gdia
Operador de Bolter	Tarea	1.00	6.08	1.50	9.12
Ayudante de Bolter	Tarea	1.00	3.73	1.50	5.60
Cant. PH/gdia: 18 und	Total: US\$/guardia				14.72
	Total: US\$/Ph				0.82

Fuente: Propia

e) COSTO UNITARIO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Tabla 27. Costo Unitario de EPP's para sostenimiento con PH 7'

Personal	Cantidad		Horas efectivas hr/gdia	
Operador de Bolter	1.00		1.5	
Ayudante de Bolter	1.00		1.5	
Implementos	Unidad	Incidencia	Costo Unitario US\$/Gdia	Costo US\$/Gdia
Personal Con ropa de agua	Gdia	0.38	3.73	1.40
Cant. PH/gdia: 18 und	Total: US\$/guardia			1.40
	Total: US\$/Ph			1.29

Fuente: Propia

f) COSTO UNITARIO DE HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES

Tabla 28. Costo Unitario de Herramientas y otros para sostenimiento con PH 7'

Herramientas	Unidad	Cantidad	Precio US\$	Vida útil		Costo US\$/gdia
Escalera Telescópica 3 m.	pza	1.00	192.00	120.00	disparos	1.60
Comba de 12 libras	pza	1.00	20.21	250.00	disparos	0.08
Llave Stilson de 14"	pza	1.00	18.67	175.00	disparos	0.11
Barretilla de aluminio de 1" x 10'.	pza	2.00	15.11	75.00	disparos	0.40
Barretilla de aluminio de 1" x 12'.	pza	2.00	17.88	75.00	disparos	0.48
Barretilla de aluminio de 1" x 8'.	pza	2.00	11.91	75.00	disparos	0.32
Flexómetro	pza	1.00	3.06	60.00	Gdia	0.05
Cant. PH/gdia: 18 und	Total: US\$/guardia					3.04
	Total: US\$/Ph					0.17

Fuente: Propia

COSTO UNITARIO DE SOSTENIMIENTO CON PERNO HELICOIDAL 7 PIES

CU ph = CUmaq boltec + CU mat-sost + CU mat-perf + CU mo + CU epp + CU herra

$$\text{CU ph} = 7.44 + 5.94 + 1.29 + 0.82 + 0.08 + 0.17$$

CU ph = 15.73 US\$/Ph

3.4.5.3. SOSTENIMIENTO CON CONCRETO LANZADO SHOTCRETE

3.4.5.3.1. TIEMPO DE LANZADO DE SHOTCRETE VÍA HÚMEDA 2 PULGADAS

Para la aplicación de concreto lanzado vía húmeda en el crucero 430S nivel 9A se tomó un tiempo promedio de velocidad de lanzado de 12 m³/hr, tiempo de lanzado efectivo en el XC430S de 21 minutos

Tabla 29. Factores de lanzado de shotcrete en Crucero 430 S

Lanzado de Shotcrete vía húmeda 2 pulgadas		
	1m ³	4.07m ³ /gdia
Tiempo de preparación en Planta	6 min	25 min
Tiempo de Traslado equipo del Nv 14 al Nv9A	40 min	
Tiempo de lanzado	5 min	21 min
Velocidad efectiva de lanzado	12.00 m ³ /hr	
Rendimiento	1.1 m ³ /ml	
Cantidad lanzada/Gdia	4.07 m³	

Fuente: Propia

3.4.5.3.2. COSTO UNITARIO DE LANZADO DE SHOTCRETE VÍA HÚMEDA 2 PULGADAS

a) COSTO UNITARIO EQUIPOS DE SOSTENIMIENTO PARA LANZADO DE SHOTCRETE

(*) Revisar ANEXO 3 Costo horario de equipos mina Compañía Minera Alpayana.

Tabla 30. Costo Unitario de equipo de sostenimiento con shotcrete

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Horario US\$/hr (*)	Horas efectivas hr/gdia		Costo US\$/gdia
Equipo Lanzador	hora	1.00	31.04	0.35	hora	10.86
Mixer Huron 4	hora	1.00	29.44	1.43	hora	42.10
Grúa	hora	1.00	33.00	0.42	hora	13.86
Minicargador	hora	1.00	23.54	0.42	hora	9.89
Planta Versa	hora	1.00	10.38	0.42	hora	4.36
Monoriel 3Tn	hora	1.00	2.91	0.42	hora	1.22
Cant. shotc/gdia: 4.07 m3	Total: US\$/guardia					82.29
	Total: US\$/m3					20.22

Fuente: Propia

b) COSTO UNITARIO DE MATERIALES DE SOSTENIMIENTO

Para un diseño óptimo del shotcrete vía húmeda de 2 pulgadas se tomó en cuenta que generalmente se emplean entre 400 a 450 kg de cemento por metro cubico con 1 metro cubico de arena, la fibra que se eligió fue de 5 kg/m³, el acelerante para este propósito se empleó una dosis de 4.8% del peso del cemento y como plastificante una proporción de 0.9% del peso del cemento. El concreto resultante tendrá un rebote de 5 a 15%. De acuerdo con la norma de aditivos de concreto (ASTM C494)

Tabla 31. Costo Unitario de materiales para sostenimiento con shotcrete

Materiales	Unidad	Cantidad	Precio US\$	Costo US\$/gdia
Cemento	bolsa	10.00	7.47	303.89
Arena	m ³	1.00	10.93	44.50
Fibra	kg	5.00	4.34	88.32
Calibradores	und	6.00	0.43	10.50
Acelerante de fragua	kg	20.56	1.44	120.50
Plastificante Estabilizador	kg	3.89	3.33	52.77
Cant. shotc/gdia: 4.07 m3	Total: US\$/guardia			620.48
	Total: US\$/m3			152.45

Fuente: Propia

c) COSTO UNITARIO DE MANO DE OBRA

Tabla 32. Costo Unitario de mano de obra para sostenimiento con shotcrete

Personal	Unidad	Cantidad	Jornal + BSS US\$/Hr	Horas efectivas hr/gdia	Costo US\$/Gdia
Operador de Shotcrete	Tarea	1.00	5.37	1.00	5.37
Ayudante de Shotcrete	Tarea	1.00	3.69	1.00	3.69
Operador de Mixer	Tarea	1.00	4.87	1.00	4.87
Operador Grúa	Tarea	1.00	4.74	0.42	1.99
Operador Mini Cargador	Tarea	1.00	4.70	0.42	1.97
Cant. shotc/gdia: 4.07 m3	Total: US\$/guardia				17.89
	Total: US\$/m3				4.40

Fuente: Propia

d) COSTO UNITARIO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Tabla 33. Costo Unitario de EPP's para sostenimiento con shotcrete

Personal	Cantidad		Horas efectivas hr/gdia	
Operador de Shotcrete	1.00		1.00	
Ayudante de Shotcrete	1.00		1.00	
Operador de Mixer	1.00		1.00	
Operador Grúa	1.00		0.42	
Operador Mini Cargador	1.00		0.42	
Implementos	Unidad	Incidencia	Costo Unitario US\$/Gdia	Costo US\$/Gdia
Personal Con ropa de agua	Gdia	0.38	3.73	1.40
Personal Sin ropa de agua	Gdia	0.11	3.00	0.31
Cant. shotc/gdia: 4.07 m3	Total: US\$/guardia			1.71
	Total: US\$/m3			0.42

Fuente: Propia

e) COSTO UNITARIO DE HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES

Tabla 34. Costo Unitario de Herramientas y otros para sostenimiento con shotcrete

Herramientas	Unidad	Cantidad	Precio US\$	Vida útil		Costo US\$/gdia
Lampa	pza	1.00	9.60	40.00	disparos	0.24
Pico	pza	1.00	14.80	90.00	disparos	0.16
Llave Francesa 12"	pza	2.00	19.76	175.00	disparos	0.23
Comba de 12 libras	pza	1.00	20.21	250.00	disparos	0.08
Barretilla 4'	pza	1.00	13.06	30.00	disparos	0.44
Barretilla 6'	pza	1.00	13.06	30.00	disparos	0.44
Barretilla de aluminio de 1" x 10'.	pza	2.00	15.11	75.00	disparos	0.40
Barretilla de aluminio de 1" x 8'.	pza	2.00	11.91	75.00	disparos	0.32
Flexometro	pza	1.00	3.06	60.00	Gdía	0.05
Cant. shotc/gdia: 4.07 m3	Total: US\$/guardia					2.35
	Total: US\$/m3					0.58

Fuente: Propia

COSTO UNITARIO DE SOSTENIMIENTO CON CONCRETO LANZADO

SHOTCRETE VÍA HÚMEDA 2 PULGADAS

CU shotc = CUmaq sost shotc + CU mat-sost + CU mo + CU epp + CU herram

CU ph = 20.22 + 152.45 + 4.40 + 0.42 + 0.58

CU ph = 178.07 US\$/m3

3.4.6. VENTILACIÓN

La ventilación en minería es el suministro de aire limpio que ingresa a las labores de trabajo, estas sirven para evacuar gases humos y polvo suspendido que podría afectar a la salud de los trabajadores, así como para mantener condiciones térmicas confortables para los trabajadores en interior mina. El reglamento interno de seguridad de la Compañía Minera Alpayana obliga ventilar como mínimo 1 hora después de cada disparo.

3.4.6.1. EQUIPO DE VENTILACIÓN

Un sistema de ventilación mecanizada es la que opera en la Compañía Minera Alpayana S.A., con el fin de forzar el ingreso de aire limpio desde la superficie, por la depresión ejercida por los ventiladores principales, con una capacidad instalada nominal de 480'000 cfm caudal total, generada por 5 ventiladores extractores, ubicados 2 en superficie de capacidad 150'000 cfm cada uno ubicado en la cabeza del RB 131 (Super ventilación) y 3 en el interior de mina con capacidad de 60'000 cfm cada uno, ubicadas al pie de las chimeneas de ventilación.

Habiéndose medido en campo un caudal efectivo real de 410'000 cfm, cuya eficiencia se encuentra en 85%.

El frente del crucero 430 S del Nivel 9A será reforzada mediante ventiladores de 30'000 CFM y mangas de 24 pulgadas con un máximo de 15 m al tope de la labor. (DS 023-EM)

Figura 18. Ventilador 30000 CFM



Fuente: Propia

3.4.6.2. REQUERIMIENTO DE CAUDAL DE AIRE PARA EL CRUCERO

430 S NIVEL 9A

Cuando en la operación de un frente minero se utilicen equipos de motor petrolero el requerimiento de aire en el frente de trabajo se calculará de acuerdo con el literal d) del artículo 252 del reglamento.

A) Caudal requerido por el número de trabajadores (QTR)

$$QTR = F \times N \quad (\text{m}^3/\text{min})$$

Donde: QTR = Caudal total para “n” trabajadores (m³/min)

F = Caudal mínimo por persona de acuerdo con escala establecida en el artículo 247 del reglamento

N = Número de trabajadores de la guardia más numerosa.

Para lugares de trabajo en minas ubicadas hasta 1,500 msnm, la cantidad mínima de aire necesario por hombre será de 3 m³/min.

En otras altitudes la cantidad de aire será de acuerdo con escala:

Estando por encima de los 4,000 msnm aumentará en un 100% que representará 6 m³/min (DS 023-EM, Artículo 252).

Tabla 35. Caudal requerido por el número de trabajadores

EMPRESA	FRENTE	N° DE TRAB/GDIA	DS 023-2017 EM (m ³ /min)	CAUDAL	
				m ³ /min	CFM
Gestion Minera Integral SAC.	XC 430 S	20	6	120	4,238
QTR				120	4,238

Fuente: Propia

B) Caudal requerido por el consumo de madera (QMA)

$$QMA = T \times u \quad (\text{m}^3/\text{min})$$

Donde: QMA = Caudal requerido por tonelada de producción (m³/min)

T = Producción en toneladas métricas húmedas por guardia

u = Factor de producción, de acuerdo con la escala establecida en el

segundo párrafo del literal d) artículo 252 del reglamento (DS 023-EM).

Tabla 36. Factor de producción de acuerdo con el consumo de madera

FACTOR DE PRODUCCIÓN DE ACUERDO CON EL CONSUMO DE MADERA	
CONSUMO DE MADERA (%)	FACTOR DE PRODUCCIÓN (m ³ /min)
< 20	0.00
20 a 40	0.60
41 a 70	1.00
>70	1.25

Fuente: DS 023-2017-EM

Tabla 37. Caudal requerido por el consumo de madera

PRODUCCION TMH/GD	CONSUMO DE MADERA TN/GD	CONSUMO DE MADERA %	FACTOR DE PRODUCCION M ³ /MIN	m ³ /min	CFM
239.73	-	0.0%	0	0	0
QMA				0	0

Fuente: Propia

La zona de cuerpo Mery no requerirá un caudal de aire por consumo de madera, puesto que en esta zona mecanizada no se dispone sostenimiento pasivo con puntales de madera.

C) Caudal requerido por temperatura en labores de trabajo (QTE)

$$QTE = V_m \times A \times N \quad (\text{m}^3/\text{min})$$

Donde: QTE = Caudal por temperatura (m³/min)

V_m = Velocidad mínima

A = Área de la labor promedio

N = Numero de niveles con temperatura mayor a 23°C de acuerdo con la escala establecida con el tercer párrafo del literal d) del artículo 252 del reglamento (DS 023-EM).

Tabla 38. Caudal requerido por temperatura

LABOR	# NIVELES CON TEMPERATURAS DE 24 A 29 °C	VELOCIDAD MÍN (Vm) DS 023-2017 EM	AREA (Prom.)	m3/min	CFM
XC430S NV 9A	0	0	15.53	0	0
QTE				0	0

Fuente: Propia

D) Caudal requerido por equipo de motor petrolero (QEQ)

$$QEQ = 3 \times HP \times Dm \times Fu \quad (m^3/min)$$

Donde: QEQ = Volumen de aire necesario para la ventilación (m³/min)

Hp = Capacidad efectiva de potencia (HPs)

Dm = Disponibilidad mecánica promedio de los equipos (%)

F = Factor de utilización promedio de los equipos (%) (DS 023-EM).

El aire requerido para equipos con motores petroleros no debe ser menor de 3 m³/min, por la capacidad efectiva de potencia (HPs) y en función a su disponibilidad mecánica y utilización de acuerdo con la evaluación realizada por la titular de actividad minera que considere también la altitud, el calor de los motores y las emisiones de gases y partículas en suspensión (DS 023-EM)

Tabla 39. Caudal requerido por equipo de motor petrolero

EQUIPOS		Potencia Nominal (HP)	Rend. (%)	Potencia efectiva (HP)	DISPONIBILIDAD MECÁNICA (Dm) (%)	FACTOR DE UTILIZACIÓN (Fu) (%)	m3/min	CFM
SCOOPTRAM	S-63	270	0.9	243	85%	73%	451	15,914
EMPERNADOR	J-18	74	0.9	67	85%	9%	15	545
QEQ							466	16,460

Fuente: Propia

E) Caudal por fugas (QFU)

$$QFU = 15\% \times QT1 \quad (m^3/min)$$

$$QT1 = QTR + QMA + QTE + QEQ$$

Donde: QFU = Caudal requerido por fugas (m³/min)

QTR = Caudal requerido por el número de trabajadores

QMA = Caudal requerido por el consumo de madera

QTE = Caudal requerido por temperaturas en las labores de trabajo

QEQ = Caudal requerido por equipo de motor petrolero (DS 023-EM).

Tabla 40. Sumatoria de caudal requerido

	m3/min	cfm
QTR	120	4,238
QMA	0	0
QTE	0	0
QEQ	466	16,460
QT1	586	20,697

Fuente: Propia

Tabla 41. Caudal requerido por fugas

QT1	VELOCIDAD MÍN (Vm) DS 023-2017 EM	m3/min	CFM
586	15%	88	3,105
QFU		88	3,105

Fuente: Propia

REQUERIMIENTO DE CAUDAL DE AIRE PARA EL CRUCERO 430 S NIVEL 9A

$$QTO = QT1 + QFU$$

Donde: QTO = Caudal total para la operación

QT1 = La sumatoria de caudal requerido por: a) el número de trabajadores QTR, b) el consumo de madera (QMA), c) temperatura en labores de trabajo (QTE) y d) equipos con motor petrolero (QEQ)

QFU = 15% de QT1 (DS 023-EM).

Tabla 42. Resumen de caudal requerido en crucero 430 S Nivel 9A

	m3/min	cfm
QTR	120	4,238
QMA	0	0
QTE	0	0
QEQ	466	16,460
QT1	586	20,697
QFU	88	3,105

Fuente: Propia

$$QTO = 20,697 + 3,105$$

$$QTO = 23,802 \text{ CFM}$$

Concluyendo que se requerirá 23,802 CFM de caudal de aire para ventilar el XC430S nivel 9A así que se utilizará un ventilador de 30,000 CFM.

3.4.6.3. ACCESORIOS DE VENTILACIÓN

Con respecto a los accesorios de ventilación estos representaran un 10 % del costo total de la manga de ventilación. Este conformara el cable mensajero que es utilizado para el ajuste y correcta suspensión de los ductos, acoples, rafia e hilo.

3.4.6.4. COSTO DE VENTILACIÓN

Tabla 43. Costo Unitario de ventilación en crucero 430 S Nv9A

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Crucero 4.0x4.0 - VENTILACIÓN						
1.- MANO DE OBRA						
Personal	Unidad	Cantidad	Jornal + BBSS US\$/Hr	Horas efectivas hr/disp	Costo US\$/Disp	Costo US\$/m
Maestro de Ventilacion	Tarea	1.00	4.02	1.00	4.02	12.75 3.44
Ayudante de Ventalacion	Tarea	1.00	3.69	1.00	3.69	
Bodeguero	Tarea	1.00	3.35	1.50	5.03	
2.- IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD						
Implementos	Unidad	Incidencia	Costo Unitario US\$/Gdia		Costo US\$/Disp	Costo US\$/m
Personal Sin ropa de agua	Gdia	0.44	3.00		1.31	1.31 0.35
3.- MATERIALES DE VENTILACIÓN						
Materiales	Unidad	Cantidad	Precio US\$		Costo US\$/Disp	Costo US\$/m
Manga de ventilación 24"	m	3.70	1.56		5.78	14.01 3.79
Manga de succión 24"	m	1.85	4.13		7.65	
Accesorios manga de ventilación 24"	Glb	3.70	0.16		0.58	
4.- HERRAMIENTAS Y OTROS MATERIALES						
Herramientas	Unidad	Cantidad	Precio US\$	Vida util	Costo US\$/Disparo	Costo US\$/m
Escalera Telescopica 3 m.	pza	1.00	192.00	120.00 disparos	1.60	8.31 2.25
Cinta adhesiva	rollo	1.60	0.80	1.00 disparos	1.28	
Alcayatas	Und.	3.00	1.81	1.00 disparos	5.43	
3.- MAQUINARIA Y EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Costo Unitario US\$/hr	Utilización hr/gdia	Costo US\$/gdia	Costo US\$/m
Ventilador de 30,000 CFM	hora	1.00	2.98	4.00 hora	11.94	11.94 3.23
COSTO UNITARIO VENTILACIÓN					US\$/m	13.06

Fuente: Propia

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CRUCERO 430 S NV 9A

Cabe resaltar que los costos unitarios operativos comprenden el uso de equipos, mano de obra, implementos de seguridad, materiales e insumos. Por ejemplo en el caso del proceso de perforación con jumbo se calculó sumando el costo de propiedad, el cual consiste en la suma del costo de depreciación, el costo por interés y el costo de los seguros y por parte del costo operativo que consiste en la suma del costo de mantenimiento, el costo de lubricantes, filtros, combustibles, resultando el costo de uso por hora del equipo. Los costos de aceros de perforación entre ellos; la barra de 14 pies, las brocas de 51 mm, rimadora de 102 mm, afiladores y adaptadores se consideraron como costo unitario de materiales de perforación, estos se calcularon en base al precio actualizado de cada acero, su vida útil y su rendimiento.

De la misma forma se realizaron los cálculos para los procesos de voladura, sostenimiento, limpieza, acarreo y ventilación.

A continuación detallo la estructura de costos unitarios operativos que conforman el costo unitario en su totalidad para la construcción del Crucero 430 S Nivel 9A.

La estructura de costos unitarios del ciclo de minado para la construcción del crucero 430 S del nivel 9A están expresados en US\$/TM para una adecuada comparación entre estos y con el fin de conocer su grado de incidencia en el costo total del ciclo de minado.

Tabla 44. Costos Unitarios para la construcción del crucero 430 S NV9A

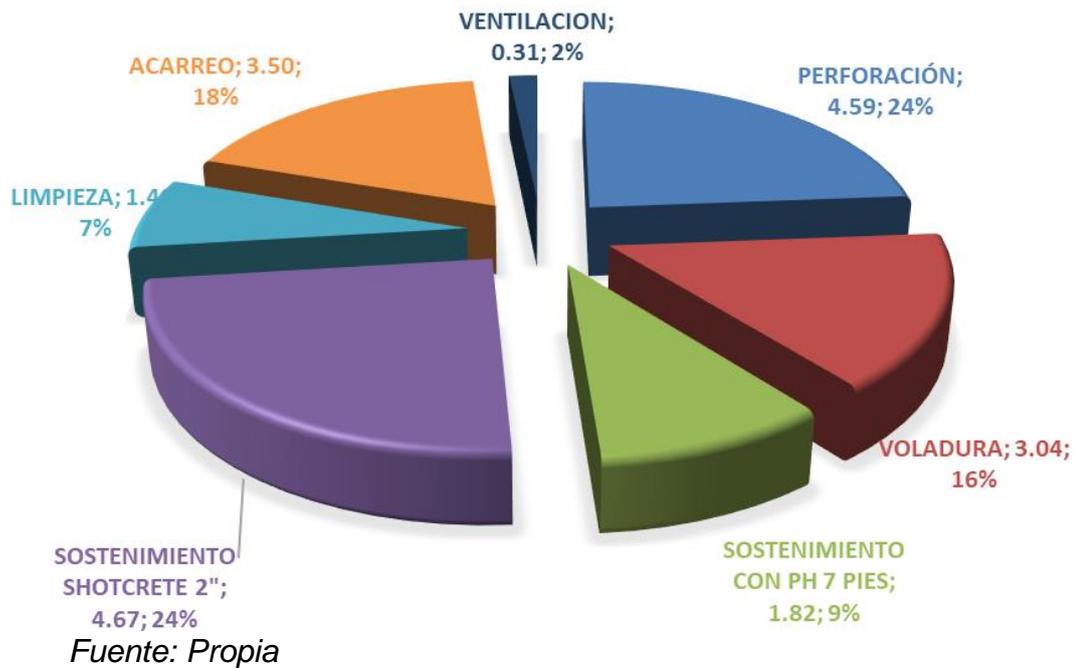
SERVICIO:	CONSTRUCCIÓN DE XC 430S NIVEL9A		
CLIENTE:	ALPAYANA S.A.		
CONTRATISTA:	GESTIÓN MINERA INTEGRAL S.A.		
Pe :	2.7	TM/m3	
LONG DE XC430S NV9A:	150	m.	
RENDIMIENTO SHOTCRETE:	4.07	m3/gdia	
CANT DE TN/M	41.931		
N° PH / GDIA:	18	GDIA S TOTALES	41

ITEM	DESCRIPCIÓN	C.U.	UNIDAD	C.U.	UNIDAD
1	PERFORACIÓN	192.50	US\$/m	4.59	US\$/TM
2	VOLADURA	127.26	US\$/m	3.04	US\$/TM
3	SOSTENIMIENTO CON PH 7 PIES	15.73	US\$/Ph	1.82	US\$/TM
4	SOSTENIMIENTO SHOTCRETE 2"	178.07	US\$/m3	4.67	US\$/TM
5	LIMPIEZA	58.83	US\$/m	1.40	US\$/TM
6	ACARREO	146.68	US\$/m	3.50	US\$/TM
7	VENTILACION	13.06	US\$/m	0.31	US\$/TM
				19.33	US\$/TM

Fuente: Propia

Para la construcción del Crucero 430 S se determinó la estructura de costos unitarios que conforman el costo unitario total del ciclo de minado, donde se sostendrá con perno helicoidal de 7 pies y lanzado de shotcrete de 2 pulgadas.

Figura 19. Incidencia de Costos Unitarios en la construcción del crucero 430 S



4.2. ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO DE VALORIZACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL CRUCERO 430 S NV 9A

Para el cálculo del costo de utilidad minera se considerará el 15 % de los costos directos, este costo es la ganancia para la empresa contratista Gestión Minera Integral S.A. aprobada por Compañía Minera Alpayana S.A., el Decreto Legislativo 892 regula el derecho de los trabajadores a participar en las utilidades de las empresas que desarrollan actividades generadoras de rentas de tercera categoría, obligando a las empresas mineras a que sus trabajadores participen de las utilidades en un mínimo de 8% (DL 892), este incrementara directamente proporcional a la producción de la empresa minera. Los gastos generales hacen referencia al pago de ingenieros staff Lima, inmuebles, personal de limpieza, exámenes médicos, alimentación, movilidad, etc. sobre los costos directos de todos los procesos en la Unidad Americana los que serán contemplados como un porcentaje del 20%, porcentaje indicado por el Área de Costos de Compañía Minera Alpayana para un periodo 2024.

Tabla 45. Costos Unitarios de Valorización para la construcción del crucero 430 S NV 9A

SERVICIO: CONSTRUCCIÓN DE XC 430 S NIVEL 9A
 CLIENTE: ALPAYANA S.A.
 CONTRATISTA: GESTIÓN MINERA INTEGRAL S.A.

ITEM	DESCRIPCIÓN	C.U. OPERATIVO	UNIDAD	UTILIDAD 15 %	G. G. 20 %	CU VALORIZACION	UNIDAD
1	PERFORACIÓN	4.59	US\$/TM	0.69	0.92	6.20	US\$/TM
2	VOLADURA	3.04	US\$/TM	0.46	0.61	4.10	US\$/TM
3	SOSTENIMIENTO CON PH 7 PIES	1.82	US\$/TM	0.27	0.36	2.46	US\$/TM
4	SOSTENIMIENTO SHOTCRETE 2"	4.67	US\$/TM	0.70	0.93	6.31	US\$/TM
5	LIMPIEZA	1.40	US\$/TM	0.21	0.28	1.89	US\$/TM
6	ACARREO	3.50	US\$/TM	0.52	0.70	4.72	US\$/TM
7	VENTILACION	0.31	US\$/TM	0.05	0.06	0.42	US\$/TM
						26.10	US\$/TM

Fuente: Propia

4.3. ANALISIS DE COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION DEL CRUCERO 430 S NV 9A

Tabla 46. Costos Total de construcción del crucero 430 S NV9A

SERVICIO: CONSTRUCCIÓN DE XC 430 S NIVEL 9A
 CLIENTE: ALPAYANA S.A.
 CONTRATISTA: GESTIÓN MINERA INTEGRAL S.A.
 LONG DE XC430S NV9A: 150 m.
 LONG SHOTCRETE 50 m.
 ÁREA DE CRUCERO XC40S 15.53 m2
 Pe DESMONTE 2.7 Tn/m3

ITEM	DESCRIPCIÓN	C.U.	UNIDAD	COSTO TOTAL	UNIDAD
1	PERFORACIÓN	4.59	US\$/TM	28,875.24	US\$
2	VOLADURA	3.04	US\$/TM	19,089.39	US\$
3	SOSTENIMIENTO CON PH 7 PIES	1.82	US\$/TM	11,478.41	US\$
4	SOSTENIMIENTO SHOTCRETE 2"	4.67	US\$/TM	9,793.76	US\$
5	LIMPIEZA	1.40	US\$/TM	8,824.24	US\$
6	ACARREO	3.50	US\$/TM	22,001.46	US\$
7	VENTILACION	0.31	US\$/TM	1,958.63	US\$
COSTO TOTAL CONSTRUCCION XC 430S NV 9A DE 150m				102,021.13	US\$

Fuente: Propia

El análisis del costo total de construcción del crucero 430 S del nivel 9A asciende en US\$ 102,021.13 en la totalidad de 150 metros lineales, sostenidos de acuerdo con el análisis geomecánico del macizo rocoso con los primeros 50 metros

con lanzado de shotcrete y perno helicoidal de 7 pies, los 100 metros restantes solo serán sostenidos con pernos helicoidales de 7 pies.

4.4. VALORIZACION DEL CRUCERO 430 S NV 9A

De esta manera la contratista Gestión Minera Integral S.A. la encargada de la construcción en su totalidad, los 150 metros de Crucero 430 S del Nivel 9A, se incluída para su valorización el 15% de Utilidad con respecto al costo total de construcción del crucero y un 20% por Gastos Generales. Resultando la valorización final del crucero 430 S del Nivel 9A en US\$ 137,728.52

Tabla 47. Valorización del crucero 430 S NV9A

SERVICIO: CONSTRUCCIÓN DE XC 430S NIVEL9A

CLIENTE: ALPAYANA S.A.

CONTRATISTA: GESTIÓN MINERA INTEGRAL S.A.

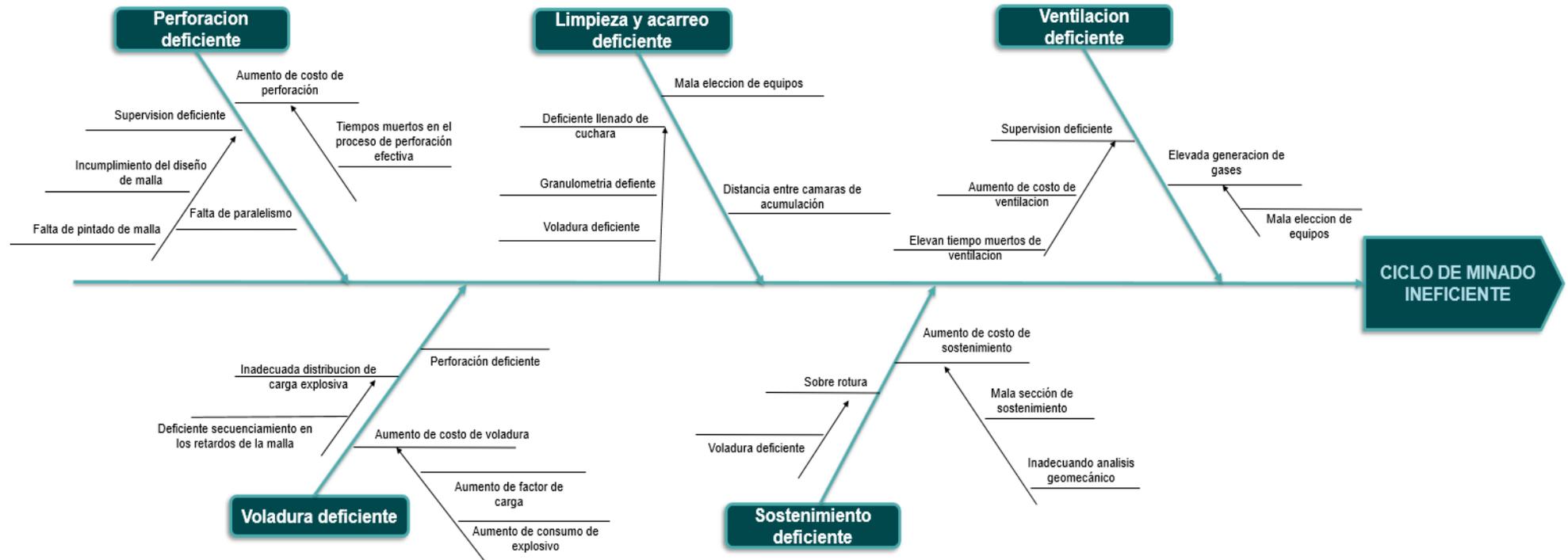
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	COSTO
1	COSTO TOTAL CONSTRUCCION XC 430S NV 9A DE 150m	US\$	102,021.13
2	UTILIDAD	15%	US\$ 15,303.17
3	GASTOS GENERALES	20%	US\$ 20,404.23
4	VALORIZACIÓN XC 430S NV 9A	US \$	137,728.52

Fuente: Propia

4.5. CONTROL DE LOS FACTORES EN LOS COSTOS DE CONSTRUCCIÓN DEL CRUCERO 430 S NV 9A

Para un control eficiente de los costos unitarios operativos tenemos una serie de factores que influyen en él, de acuerdo con el siguiente grafico de causa efecto del ciclo de minado ilustrare los factores que hacen que el ciclo de minado sea deficiente, afectando en el costo unitario de cada fase del ciclo de minado, estos factores fueron observados en la construcción del crucero 430 S nivel 9A

Figura 20. Diagrama de Ishikawa Factores en Costos de Construcción



Fuente: Propia

CONCLUSIONES

- Para determinar la valorización final del crucero 430 S nivel 9A tendremos en cuenta que por parte de sostenimiento, solo se sostendrá con lanzado de shotcrete vía húmeda de 2 pulgadas los primeros 50 metros de avance del crucero, adicionalmente pernos helicoidales de 7 pies sistemáticos a 1.5 metros de distancia, los siguientes 100 metros serán sostenidos únicamente con perno helicoidal, esta conclusión se tomó de acuerdo al análisis geomecánico del macizo rocoso, siendo esta con más incidencia en el ciclo de minado, resultando que la construcción total del Crucero 430S Nivel 9A esta valorizada en US\$ 137,728.52
- De acuerdo con el análisis de los datos tomados del crucero 430 S del nivel 9A podemos concluir que la construcción de este tomara 41 guardias o 20 días a 2 guardias trabajadas por día de trabajo efectivo para concluir con la totalidad de los 150 metros lineales programados, con un avance efectivo de 3.70 metros por disparo, este trabajo de construcción será realizado por la Contrata Gestión Minera Integral S.A..

Adicionalmente se incrementará 1 guardia para la inspección del crucero como trabajo preliminar y al cierre del proyecto se realizará una inspección final y se firmaran las actas de entrega finales adicionando 5 guardias más, llegando a un total de 47 guardias para finalizar con la construcción del Crucero. El método constructivo se realizará de acuerdo con los parámetros de construcción de los frentes de preparación y desarrollo mecanizada de Compañía Minera Alpayana S.A.
- El Costo Unitario Operativo es 19.33 US\$/TM, es el resultado de la sumatoria de costos unitarios de perforación 4.59 US\$/TM, voladura 3.04 US\$/TM,

sostenimiento con perno helicoidal 7 pies 1.82 US\$/TM, sostenimiento shotcrete 2 pulgadas vía húmeda 4.67 US\$/TM, limpieza 1.40 US\$/TM, acarreo 3.50 US\$/TM y ventilación 0.31 US\$/TM haciendo un costo total de US\$ 102,021.13

- Para el cálculo de los costos unitario de valorización agregaremos un 15% por el concepto de utilidades y 20% por gastos generales, estos serán agregados a cada uno de los costos unitarios operativos, debido a que la labor de construcción del Crucero la hará la contrata Gestión Minera Integral S.A. siendo el costo unitario de valorización de 26.10 US\$/TM y el costo total de valorización de US\$ 137,728.52

RECOMENDACIONES

- Se recomienda para una adecuada valorización tanto justa como eficiente, antes de iniciar los procesos del ciclo de minado tendremos que tomar muchos factores, desde el análisis del macizo rocoso, este será un factor desencadenante desde el cómo se diseñara la malla de perforación, el tipo de sostenimiento del crucero, los servicios, maquinaria, equipos, todos estos con el fin de que el ciclo de minado será eficiente y no hayan demoras de ningún tipo, una capacitación constante de todo el personal, desde el peón hasta la supervisión en temas de optimización tanto en perforación, voladura, limpieza, acarreo, esta incrementara una comunicación eficaz y se reducirá cualquier retraso, de tal manera que al valorizar la construcción final del crucero 430 S del nivel 9A tenga eliminado cualquier sobrecosto, este se llevara a cabo por parte del área de operaciones mina.
- Se recomienda una supervisión eficiente para culminar los trabajos programados sin ningún retraso operativo, este tiempo de construcción del crucero dependerá del requerimiento por parte de planeamiento, de acuerdo al análisis realizado en esta investigación el cual refleja una operación sin retrasos y cumpliendo el ciclo completo de minado; perforación, voladura, limpieza, sostenimiento, ventilación, estas se tomarán en cuenta por el área del planeamiento.
- Se recomienda, de acuerdo con los resultados obtenidos hacer cámaras de acumulación cada 100m, esto debido a que a más distancia de movimiento de materiales el rendimiento del equipo ira reduciendo, el tiempo de transporte incrementara y aumentara el costo unitario de limpieza. De igual manera se recomiendo acumular los disparos como mínimo 4 en las cámaras de

acumulación procedentes del crucero 430 S debido a que el costo de acarreo representa un 18% de todo el ciclo de minado siendo uno de los más costosos ya que, al acarrear el desmonte de la cámara tendrá no solo que pagarse por el acarreo con dumper sino también la limpieza con scooptram La tarea de sostenimiento es una de las tareas de mayor costo, con exactitud la de sostenimiento con shotcrete, así que se recomienda una constante supervisión para aumentar su eficiencia y reducir el rebote del concreto lanzado, evitando así el desperdicio de materiales de sostenimiento. Por otro lado subida o bajada de precios de EPP's solo implica una variación del 1% a 2% de los costos unitarios de mano de obra. Es de suma importancia la actualización anual de los precios de unitarios tanto de aceros de perforación, materiales de voladura, puesto que tiene una alta incidencia en los costos unitarios, este deberá darse cumplimiento con la supervisión del área de operaciones mina.

- Se recomienda actualizar el porcentaje de gastos generales cada 2 años a la par de los costos unitarios operativos, este porcentaje dependerá de los sueldos de todo el personal que trabaja en mina y del presupuesto anual para trabajar todas las labores de cualquier contrata minera para una valorización más precisa y justa, este a fin de cumplir los contratos con las contratistas mineras, a cargo del área de costos y productividad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrientos, I., Contreras, E. U., Quispe, C., & Tingo, L. M. (2013).** *Análisis de costos unitarios en las operaciones mineras.*
- Bieniawski, Z. (1989).** *Engineering Rock Mass Classifications. Pennsylvania-USA: John Wiley & Sons.*
- Bustillos C., López C. (1999)** *Manual de Evaluación y Diseño de Explotación Mineras "Entorno Grafico S.L Madrid España*
- Carras C. (2002)** *Geología de Minas. Editorial Omega. Madrid, España*
- Decreto Legislativo N° 892.** *Regulan el derecho de los trabajadores a participar en las utilidades de las empresas que desarrollan actividades generadoras de rentas de tercera categoría. Art. 2 (1996). El Peruano Pág. 144237. Lunes 11 de noviembre. Perú.*
- Decreto Supremo 023-2017-EM.** *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Art 246 (2017). El Peruano Pág. 15. Viernes 18 de agosto. Perú.*
- Días, J. (1981).** *Contabilidad de costos Industrial (Volumen 2; libros técnicos, Ed)*
- Epiroc (2019).** Minetruck MT2010 underground articulated truck. Obtenido de https://www.epiroc.com/content/dam/epiroc/underground-mining-and-tunneling/lhd/minetruck/mt2010/9869%200059%2001_mt2010_technical%20specification_english%20High%20Res.pdf
- Exsa (2021)** *Manual Práctico de Voladura. (5ta ed.). Lima*
- Famesa S.A. (2019)** *Manual Práctico de Voladura. Lima servicio de copias gráficas.*

- Hernández R., Fernández C. y Baptista P. (2010).** *Metodología de la Investigación (5ta ed.)*. México D.F.: Mc Graw-Hill.
- Hustrulid W., Bullock R. (2001)** *Underground Mining Methods Engineering Fundamentals and International Case Studies (1ra ed.)* Littleton, Colorado, USA: Society for Mining, Metallurgy and Exploration Inc. SME
- Jáuregui O. (2009)** *Reducción de los costos operativos en mina, mediante la optimización de los estándares de las operaciones unitarias de perforación y voladura*. Consultado el 13 de enero del 2020, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, página web del repositorio institucional: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/696>
- Llerena J. (2013)** *Análisis comparativo de contratos por precios unitarios y por administración en el proyecto minero excavaciones Poracota – Cía. de Minas Buenaventura S.A.A.* Consultado el 13 de Enero del 2020, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, página web del repositorio institucional: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3888>
- Niño V. (2011)** *Metodología de la Investigación diseño y ejecución (1era edición)* Bogotá, Colombia. Ediciones de la U.
- Norma ASTM C494. (2003)** *Norma de aditivos de concreto*, Consultado el 15 octubre 2024, de la página: <https://www.grupolazarus.com/descifrando-la-norma-de-aditivos-de-concreto-astm-c494-parte-2-de-2-3/>
- Novitzky A. (1975)** *Métodos de Explotación Subterránea y Planificación de Minas*. Argentina

Pernia J., Ortiz F., López C., López E. (2003) *Manual de Perforación y Voladura. IGME. Ministro de industria y energía de España Madrid. España 1996*

Porras J. (2002) *Análisis y comparación de precios unitarios para contratistas mineros caso: mina Quiruvilca. Consultado el 13 de enero del 2020, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, página web del repositorio institucional: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/12110>*

Pinto R. (2018) *Análisis de Costos para determinar los Índices de rentabilidad de la Empresa Tm Opermin S.A. Comunidad Tintaya - Marquiri Espinar – Cusco 2018. Consultado el 26 de octubre del 2022, Universidad Nacional De San Agustín. Arequipa, página web del repositorio institucional: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/04433519-d62f-44f9-a4bb-d530986cce2b/content>*

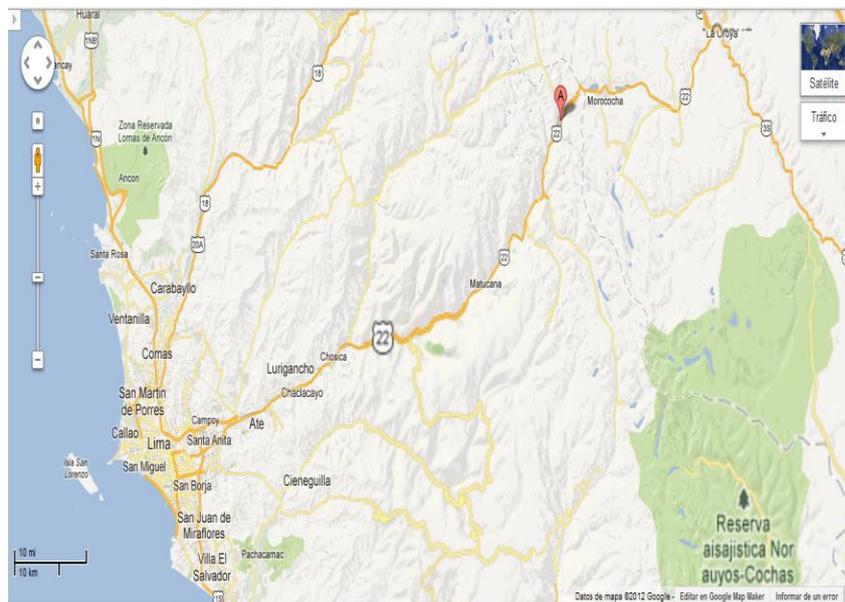
ANEXOS

ANEXO 1 ÁMBITO DE ESTUDIO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. UBICACIÓN

La unidad minera Americana - Alpayana S.A. se encuentra en la sierra de Lima, políticamente ubicada en el distrito de Chicla, provincia de Huarochirí, departamento de Lima. Geográficamente localizada en la zona central, flanco oeste de la cordillera occidental de los andes peruanos, sus coordenadas son las siguientes; Coordenadas UTM, por el Norte: 8710455.60, por el Este: 366761.70. Coordenadas geográficas, Latitud sur: 11° 30', Latitud oeste: 76° 11', con una Altitud entre 4200 4350 m.s.n.m.

Figura 21. Ubicación de la Unidad Minera Americana - Alpayana S.A.



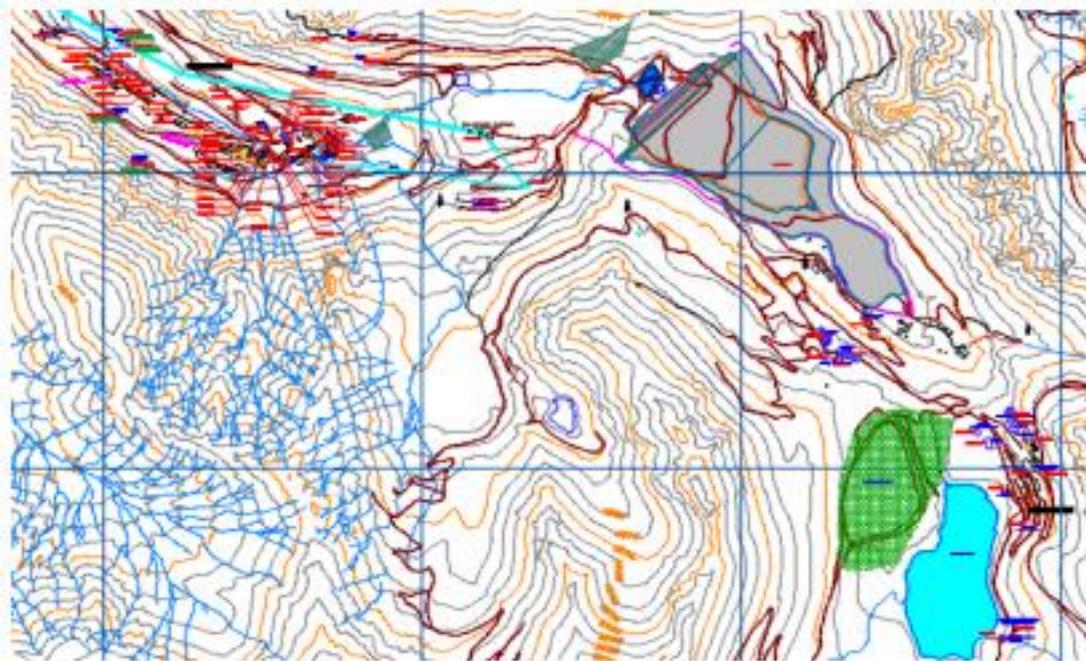
Fuente: Área de Geología – Alpayana S.A.

1.2. ACCESIBILIDAD

Para acceder a la mina por vía terrestre tendremos 2 rutas de acceso: La primera por carretera asfaltada siguiendo la ruta carretera central Lima - Casapalca, con una distancia aproximada de 131 km en un recorrido promedio de tres horas.

La segunda por carretera asfaltada carretera central Huancayo – La Oroya – Casapalca con una distancia de 100 km en un tiempo de tres horas.

Figura 22. Acceso a la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A.



Fuente: Compañía Minera Alpayana S.A.

1.3. CLIMA

El clima de la compañía minera Alpayana S.A. es de puna, por ello el frío y la quietud a lo largo de todo el año, típico de la sierra del Perú. Con una estación de lluvias normalmente situadas entre diciembre y abril.

La estación seca o también llamada periodo de sequía, comprende entre los meses de mayo a noviembre, donde las lluvias son prácticamente nulas entre junio y agosto. Siendo julio y agosto los meses más fríos por la noche y de más altas temperaturas por el día.

1.4. RECURSOS

La flora presente en la región no es muy variada, está compuesta principalmente por gramíneas; pajonales como el ichu o champa que normalmente

son utilizados para las construcciones de techos, también se observa pequeños parches de matorrales compuestos por flora indígena como la huamanpita y tola cerca de algunas lagunas.

La fauna está comprendida por aves acuáticas y terrestres, observándose la presencia de aproximadamente 10 especies de aves acuáticas como la gaviota andina y los chorlos nevados. Dentro de las especies protegidas por nuestra legislación nacional podemos encontrar cerca al poblado de Casapalca el cóndor y la vicuña

1.5. BREVE RESEÑA HISTÓRICA DE LA MINA

Originalmente la compañía minera Alpayana, antes conocida como “Casapalca” fue parte de la empresa Backus y Johnston, constituida en 1889 comenzando a finales del siglo XIX. Con el paso de los años en 1919 llegó al poder de la compañía de capital norteamericano Cerro de Pasco Corporation. A raíz de la nacionalización de empresas mineras formaría parte de minera del centro del Perú – CENTROMIN PERU.

El 13 de octubre de 1986 llega a concretizarse la constitución legal de la Compañía Minera Casapalca S.A., comenzando así sus actividades el año entrante. En 1997 se obtienen las principales concesiones de CETROMIN PERÚ y los pequeños yacimientos mineros aledaños, iniciando así con el primer paso para una minería responsable y sostenible. Finalmente en 2019, la empresa cambiaría su nombre Alpayana S.A.

1.6. GEOLOGÍA DE LA MINA

1.6.1. GEOLOGÍA REGIONAL

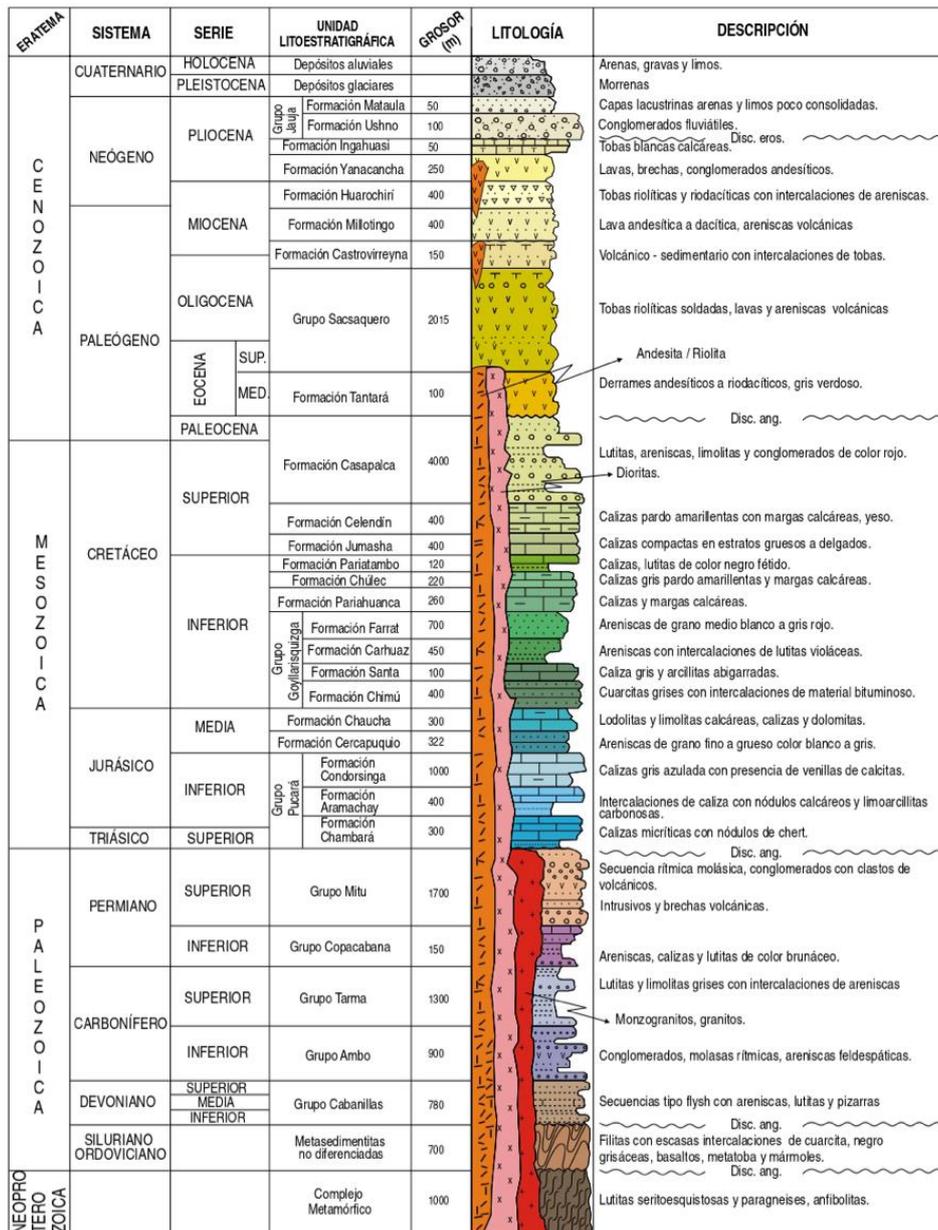
El distrito minero de Casapalca compuesto principalmente por rocas

sedimentarias y volcánicas, los cuales datan del cretácico inferior hasta el cuaternario. Su estructura principal, también conocida como el “Anticlinal y Sinclinal Casapalca”, siendo este un pliegue moderado abierto en la parte central del distrito cerrándose hacia el norte y así formando una falla inversa de empuje con inclinación hacia el este.

1.6.1.1. ESTRATIFIGRAFÍA

En la región la columna estratigráfica está conformada por lutitas, areniscas y principalmente por areniscas, también las complementan rocas volcánicas y brechas.

Figura 23. Columna estratigráfica.



Fuente: Área de Geología – Alpayana S.A.

1.6.1.1.1. MATERIAL CRETÁCEO

Formación Jumasha: Esta formación rocosa no aflora en superficie dentro del área de Alpayana S.A., esta secuencia es correlacionable con esta formación la cual, esta armonizada por calizas de color gris con ciertas interacciones de lutitas.

Esta secuencia es representativa de las calizas Jumasha las cuales afloran

eminentemente a lo largo de las montañas que conforman la divisoria continental, por ello el color gris claro característico, a diferencia de, los colores oscuros que presentan las calizas de la formación Pariatambo, las cuales pertenecen al grupo Machay.

1.6.1.1.2. MATERIAL TERCIARIO

a) FORMACIÓN CASAPALCA: Esta es la formación más antigua que aflora en toda el área. Forma el amplio anticlinal Casapalca, el cual es cortado por el río Rímac y comprende una serie de rocas sedimentarias de ambiente continental. Esta formación se divide en los miembros siguientes:

a.1) Capas rojas: Comprende intercalaciones de lutitas y areniscas calcáreas. Estas presentan coloraciones rojizas debido a diseminaciones de hematita.

a.2) Conglomerado Carmen: Superior a las capas rojas, se comprende por conglomerados y calizas, estas se intercalan con estratos de areniscas, lutitas y tufos.

b) FORMACIÓN CARLOS FRANCISCO: Esta formación se divide en 3 miembros:

b.1) Volcánico Tablachaca: Situado sobre el yacimiento de miembro Carmen, solamente separado por lutitas de variable potencia, se encuentra una sucesión de rocas volcánicas constituidas por brechas, tufos, conglomerados y rocas porfídicas efusivas.

b.2) Volcánico Carlos Francisco: Sobre el yacimiento Tablachaca, consiste en flujos andesíticos masivos y fragmentados o también llamados brechas, las cuales son generalmente de color verdoso.

b.3) Tufos Yauliyacu: Estos tufos Yauliyacu sobreyacen a los volcánicos

Carlos Francisco concordantemente, este miembro los constituye tufos de grano fino color rojizo.

- c) **FORMACIÓN BELLAVISTA:** Está conformada por capas finas de calizas color gris, con ciertas interacciones de calizas de color gris oscuro y lutitas rojizas.
- d) **FORMACIÓN RIO BLANCO:** Se sobrepone a la formación Bellavista, la cual descansa sobre una potente serie de volcánicos bien estratificados, conformado por tufos de lapilli de color rojizo con interacciones de brecha y riolitas.

1.6.1.1.3. MATERIAL CUATERNARIO

Está representada por una serie de depósitos compuestos por glaciares y conos de escombros de reciente formación.

1.6.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El aspecto estructural es un factor muy importante en la Mina Alpayana S.A.; ya que, los múltiples movimientos durante la tectónica andina han recreado la formación del marco estructural de la zona en la actualidad, aprovechando estas grandes zonas de debilidad, formadas previamente, donde la actividad magmática del mioceno tardío fue aprovechada debido al emplazamiento de intrusivos ácidos que son causantes de la mineralización.

El patrón estructural regional sigue la dirección general de los Andes Peruanos (N 10° A 30° W). Localmente las rocas se configuran plegadas de forma anticlinal y sinclinal, siendo estas fallas las que corresponden a la Falla Americana. Fallas transversales de los sistemas N 50° E a N 75° W que atraviesan la secuencia litológica y las desplazan dextralmente. Siendo así que las principales vetas de Alpayana S.A. se encuentran en el sistema Noreste.

Estructuralmente, la gran estructura Esperanza – Mariana por el norte y la gran estructura Oroya – Oroya piso – Oroya 1 al sur, conforman un gran lazo sigmoide de unos 4 kilómetros en longitud, con cuantiosos lazos de sigmoides menores y ramales que presentan la mineralización económicamente explotable.

En las partes intermedias, al oeste se presenta la veta escondida que por lo pronto no ha sido explorada y que puede corresponder a una tercera gran estructura mineralizada.

1.6.3. GEOLOGÍA LOCAL

1.6.3.1. ORIGEN Y TIPO DE YACIMIENTO

La Compañía Minera Alpayana S.A. es un yacimiento polimetálico del tipo Cuaternario, cuyo origen es a partir de flujos hidrotermales que traen iones metálicos, los cuales, rellenan las fracturas con sulfuros y sulfosales de plata, plomo zinc, cobre y rastros de oro dando lugar a vetas y cuerpos mineralizados.

1.6.3.2. MINERALIZACIÓN

Debido a que existen a tipos de zonas, entre ellas la zona de vetas, la mina Alpayana S.A. es productora de Plata, con minerales como tetraedrita y freibergita, plomo, mineral galena, zinc como esfalerita y cantidades menores de cobre como la calcopirita, los cuales son minerales de mena de mayor abundancia. Los minerales comúnmente conocidos como de ganga están representados generalmente por pirita, cuarzo y cobaltos (calcita manganífera y rodocrosita).

De entre las vetas se emplazan en todas las secuencias litológicas y las más importantes: Oroya, Oroya piso, Esperanza, Mariana, Juanita Sur.

La zona de cuerpos es productora principalmente de zinc como marmita y esfalerita, pero en menores cantidades plata como tetraedrita, como como galena

y cobre como calcopirita. Los minerales de ganga son representados por pirita, calcita y cuarzo. Debido a que la alteración hidrotermal fue de bajo grado, la ley de mineral será de menor pero de mayor volumen.

1.6.3.3. ALTERACIONES

Alteración Hidrotermal, esta alteración de rocas encajonante muestra una ceñida relación con la distribución zonal de los minerales. La roca siendo así, estrictamente silicificada y piritizada hasta una distancia de 400 metros fuera de las vetas, luego la alteración decrece hasta aproximadamente 31 metros y en algunas zonas es solamente de algunos centímetros.

Desde un punto de vista más general, la alteración de la roca encajonante sigue una secuencia normal, que va de la propilitización a cierta distancia de las vetas a la piritización y silificación cerca de ellas.

Las rocas volcánicas extrusivas, en las zonas de mayor alteración o sea, cerca de la veta, son de un color más gris claro, conformados por cuarzo, pirita y feldespatos alterados, siendo estos distinguibles macroscópicamente.

Las capas rojas y los conglomerados en la zona céntrica de la mina, esta intensamente alterada, extendiéndose a la silificación y piritización por varias docenas de metros. La pirita como es conocido en cristales cúbicos y en delgadas vetillas hacia el sur, en la sección de aguas calientes, esta alteración es menos intensa. La roca se presenta blanqueada hasta unos 10 a 15 metros en las zonas más próximas a las vetas, esta silificación no es muy intensa.

Tabla 48. Reservas de Mineral 2021

Tipo	T.M.S.	Ag Oz/TC	Pb %	Cu %	Zn %
Vetas					
Probado	1052390	5.97	1.52	0.24	2.05
Probable	668880	5.69	1.51	0.23	2.13
Cuerpos					
Probado	1945131	1.33	0.29	0.33	3.51
Probable	598634	1.46	0.39	0.31	3.28
TOTAL	5'165,035	3.61	0.93	0.28	2.74

Fuente: Área de Geología – Alpayana S.A.

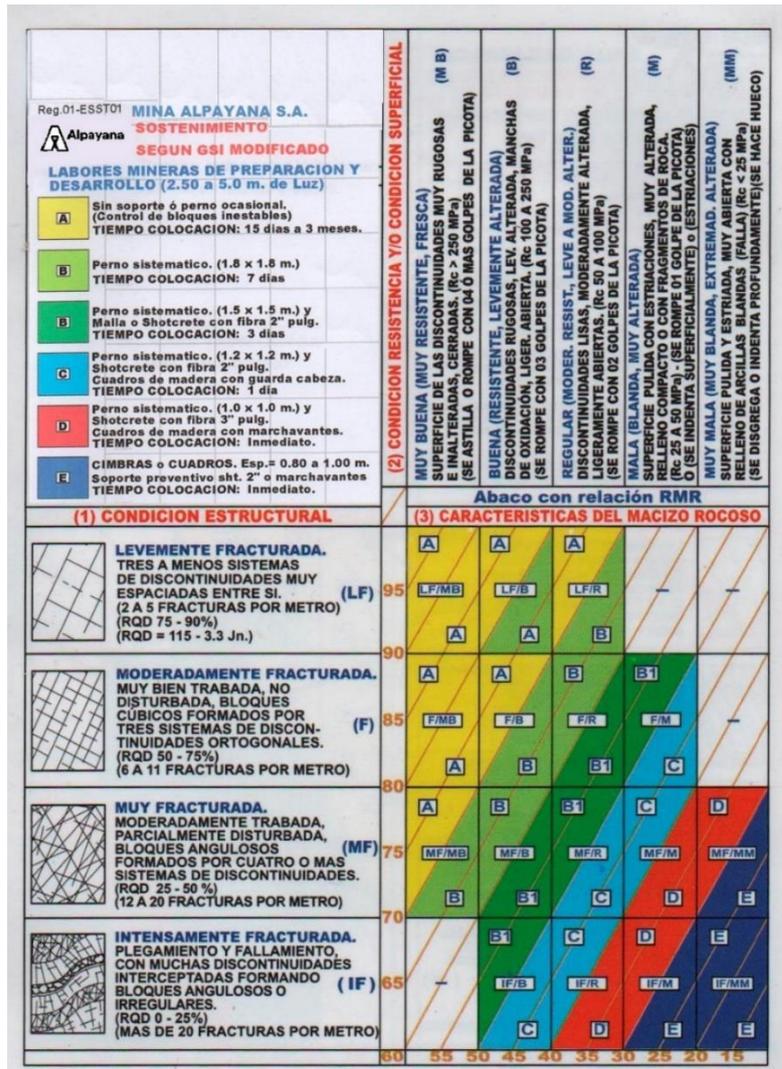
Vida Estimada de Mina 12 – 15 años

1.6.5. CARACTERÍSTICAS GEOMECÁNICAS DE LAS ROCAS

1.6.5.1. CALIDAD DE ROCAS ASOCIADOS AL YACIMIENTO

Para determinar la calidad del macizo rocoso, se utilizó el criterio de clasificación geomecánica RMR Rock Mass Rating, Bieniawski (1989). Para obtener los valores del índice de calidad de roca RQD se determinó mediante el registro lineal de discontinuidades, utilizando la propuesta de Priest & Hudson (1986) teniendo como parámetro inicial la frecuencia de fracturamiento por metro lineal.

Figura 25. Cartilla GSI modificado y RMR



Fuente: Área de Geomecánica – Alpayana S.A

Estos parámetros de esta clasificación han sido determinados a partir de un mapeo geomecánico de acuerdo con la cartilla GSI efectuado en la zona donde se realizará el Crucero 430 S del Nivel 9A y de áreas circundantes

Las juntas presentan un espaciamiento entre 10 a 30 cm, persistencia de 3 a 10m, apertura variable de 1 a 5 mm, en algunos casos y en la mayoría de casos cerradas y sin relleno, la rugosidad de las paredes es ligeramente rugosa con ciertas ondulaciones con relleno duro con presencia de calcitas de espesores entre 0.01 a 1 mm.

Las paredes de las discontinuidades por lo general son ligeramente

alteradas con una ligera humedad localmente en tiempo de invierno. Siendo estos son los parámetros para clasificar el macizo rocoso de manera más detallada.

Tabla 49. Mapeo del frente del XC 430 S Nivel 9A

Mapeo del Frente de la Labor:	
Sección de la labor	: 4.00 x 4.00 m.
Fracturas	: 10 fracturas por metro
Resistencia	: 90 mpa
RQD	: 75 %
Espaciamiento	: 0.3
Persistencia	: 3.00 a 10.00 m
Apertura	: Variable de 1.00 – 5.00 mm
Rugosidad	: Ligeramente rugosa
Relleno	: Duro menor a 5 mm de espesor
Intemperización	: Ligeramente intemperada
Agua Subterránea	: Ligeramente húmedo

Fuente: Área de Geomecánica – Alpayana S.A

Tabla 50. Clasificación geomecánica de rocas según Bieniawski

Ensayo carga puntual	>10 (15)	10-4 (12)	4-2 (7)	2-1 (4)				7
Compresión simple (MPa)	>250 (15)	250-100 (12)	100-50 (7)	50-25 (4)	25-5 (2)	5-1 (1)		
RQD		90%-100% (20)	75%-90% (17)	50%-75% (13)	25%-50% (6)	<25% (3)		13
Separación entre diaclasas	Separación entre diaclasas	>2 m (20)	0,6-2m (17)	0,2-0,6m (10)	0,06-0,2m (8)	<0,06m (5)		5
Estado de las discontinuidades	Long. discontinuidad	<1m (6)	1-3m (4)	3-10m (2)	10-20m (1)	>20m (0)		4
	Abertura	Nada (6)	<0,1mm (5)	0,1-1,0mm (3)	1-5mm (1)	>5mm (0)		1
	Rugosidad	Muy rugosa (6)	Rugosa (5)	Ligeramente rugosa (3)	Ondulada (1)	Suave (0)		3
	Relleno	Ninguno (6)	Relleno duro <5mm (4)	Relleno duro >5mm (2)	Relleno blando <5mm (2)	Relleno blando >5 mm (0)		4
	Alteración	Inalterada (6)	Ligeramente alterada (5)	Moderadamente alterada (3)	Muy alterada (1)	Descompuesta (0)		5
Agua freática	Caudal por 10 m de túnel	Nulo (15)	<10 l/min (10)	10-25 l/min (7)	25-125 l/min (4)	>125 l/min (0)		10
	Presión agua/tensión principal mayor	0 (15)	0-0,1 (10)	0,1-0,2 (7)	0,2-0,5 (4)	>0,5 (0)		
	Estado general	Seco (15)	Ligeramente húmedo (10)	Húmedo (7)	Goteando (4)	Agua fluyendo (0)		
Corrección orientación discontinuades	Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables		
	Túneles	0	-2	-5	-10	-12		-2
	Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25		
	Taludes	0	-5	-25	-50	-60		
Clasificación	Puntuación	(81-100)	(61-80)	(41-60)	(21-40)	(<20)		50
	Clase	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Tipo V		Tipo III
	Calidad	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala		Regular

Fuente: Propia

De acuerdo con los resultados de clasificación del macizo rocoso según Bieniawski concluimos que:

La masa rocosa del área a evaluación es Moderadamente Fracturada Regular (F/R) del Tipo III de calidad Regular con intervalo de valores 41 – 60.

1.6.6. MINERÍA

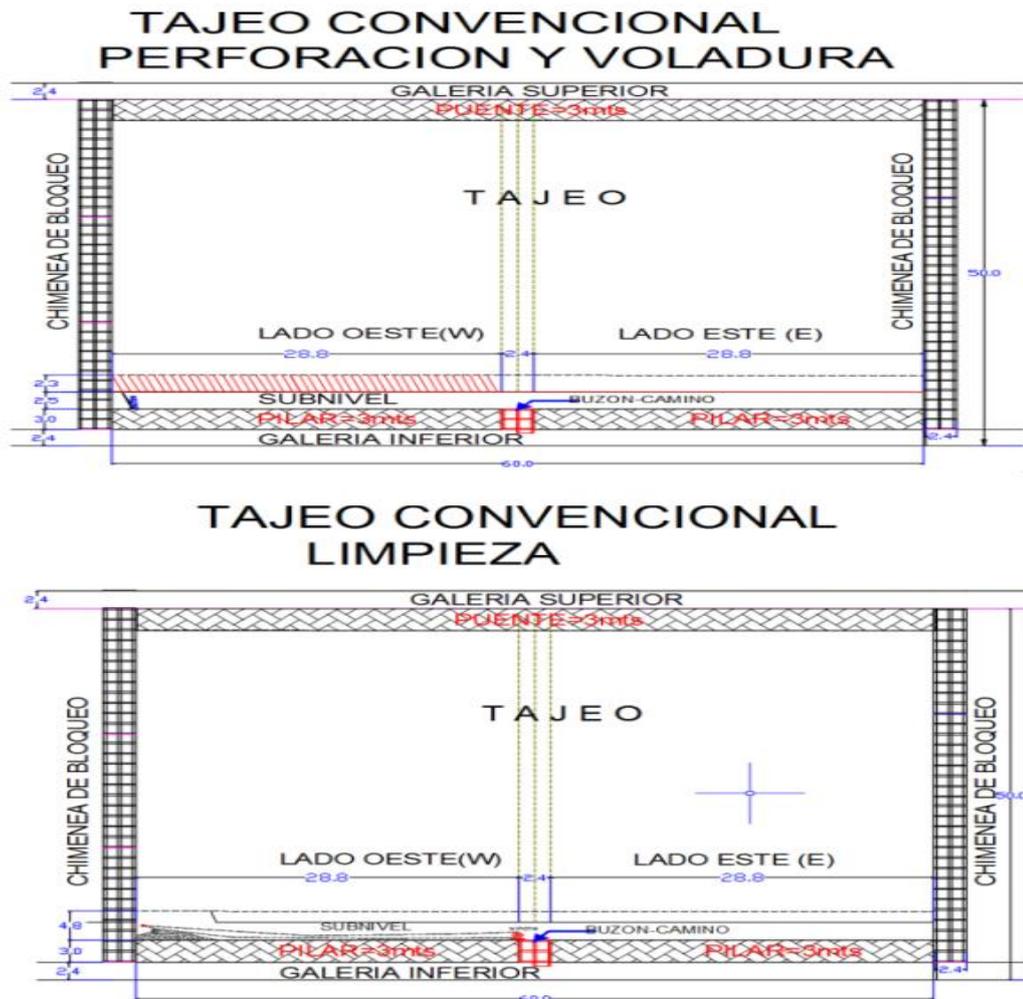
1.6.6.1. CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

La Unidad minera Americana de Compañía minera Alpayana S.A. la cual tiene 2 diferentes zonas de producción; Zona Oroya tiene una programación de producción de 30 mil toneladas por mes y la zona de Cuerpos Mery produce un total de 125 mil toneladas de producción por mes, haciendo un total de 155 mil toneladas de mineral producidas mensualmente como indica planta. Llegando a la conclusión que la unidad minera Americana produce 5100 toneladas secas diarias de mineral entre todas sus labores de producción, los que son mandados a planta de procesamiento.

1.6.6.2. METODOS DE EXPLOTACIÓN

Dentro de las operaciones mineras la principal es la de explotación de mineral, debido a ello se determinó un método de explotación adecuado, este dependerá del tipo de yacimiento y las condiciones geológicas y geomecánicas que se puedan presentar, por lo cual en las zonas de vetas Oroya y Esperanza el método de explotación es (Corte y Relleno Ascendente convencional).

Figura 26. Método de explotación zona de vetas



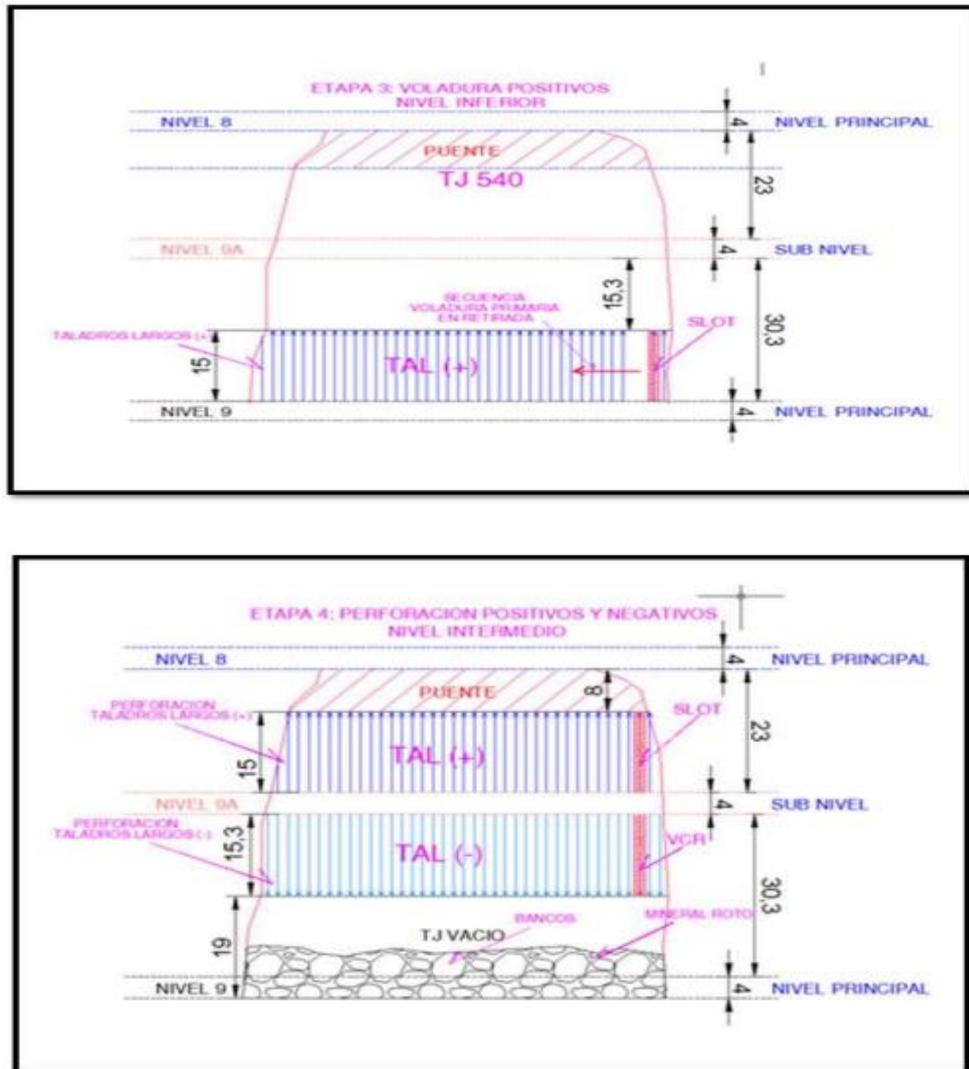
Fuente: Área de Geología – Alpayana S.A

En la zona de cuerpos el método de explotación es el de sub level stopping, la preparación de este método contempla galerías de perforación (GP), Galería de base o undercut y transporte para evacuar el mineral arrancado y chimeneas VCR para generar una cara libre. La perforación se realiza con taladros largos radiales, utilizando tiros que van entre 15 y 25 metros. La limpieza y acarreo del mineral se realiza desde la galería undercut, es decir una zanja recolectora que recibe el mineral arrancado que cae por gravedad a este lugar.

El campo de aplicación de este método varía para cuerpos macizos o vetas estrechas, las características de mecánica de roca deben ser buenas, poseer paredes y techos firmes y estables.

La calidad de la roca debe ser competente y su ángulo de buzamiento mayor a 60°, generalmente se aplican en yacimientos verticales y que tengan formas y dimensiones regulares.

Figura 27. Método de explotación zona cuerpos



Fuente: Área de Planeamiento – Alpayana S.A

1.6.7. MAQUINARIAS Y EQUIPOS UTILIZADOS

Se tiene entendido que cada yacimiento requiere un modelo específico de excavaciones para su posterior extracción minera. El método de explotación permitirá que la extracción de las reservas minerales sea de manera tecnológicamente eficiente, sostenible y económicamente viable.

Dentro de estos factores podemos indicar los más relevantes como son; la potencia de yacimiento, la forma y la extensión del cuerpo mineralizado, las propiedades geomecánicas de la roca y la normativa nacional vigente, considerando esto los equipos utilizados en la Compañía Minera Alpayana S.A. Unidad Minera Americana en zona de cuerpo Mery donde se presentan secciones de frente mayores a 3.5 metros para explotar bloques mineralizados de grandes tamaños, resulta evidentemente de mayor eficiencia en productividad realizar los trabajos de manera mecanizada con equipos especializados para cada tipo de trabajo entre ellos los Jumbos para labores de preparación y desarrollo como es el caso de Crucero 430S a estudio, Empernadores maquinaria especializada para el sostenimiento activo de labores subterráneas, mediante la inserción o inyección de pernos helicoidales y Split set, Lanzadores de shotcrete para un mayor refuerzo del macizo rocoso cuando se presentan rocas muy fracturadas, en el caso de limpieza y acarreo Scooptram, Dumper. Para el caso de perforación de producción se usarán Simbas para perforación de taladros largos.

A continuación detallaremos algunas características importantes de los equipos utilizados en los frentes de la Unidad Minera Americana.

a) PERFORACIÓN:

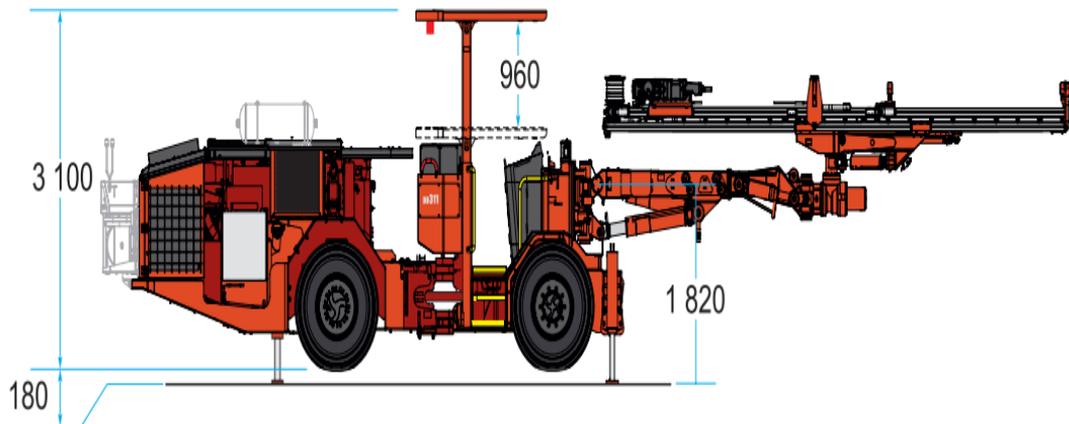
Para perforar frentes de preparación, desarrollo o producción, tales como galerías, cruceros, bypass, rampas. Tendremos los equipos.

JUMBO FRONTONERO AXERA DD311D

De la marca Sandvik, la versión utilizada es de acarreo diesel con 74 Kw de potencia, transmisión hidrostática, con un chasis compacto con cabina con certificación FOPS/ROPS, esta puede entrar a pequeños túneles, con un potente tren motriz de desplazamiento rápido. Perforación eléctrica de un solo brazo con

una longitud variable de avance de 12 a 16 pies, tensión de 380 – 690 voltios multi voltaje,

Figura 28. Dimensiones Jumbo Frontoreo Axera DD311D



Fuente: Especificaciones técnicas SANDVIK

JUMBO FRONTONERO BOOMER S1D

Este es un equipo de perforación frontal de la marca Atlas Copco, hidráulico de un solo brazo, adecuado para secciones de hasta 31 m², cuenta con un sistema de control directo y un martillo COP que optimiza la productividad y sistema anti-rebote que prolonga la vida útil de los aceros de perforación, este sistema de perforación eléctrico es de 380 voltios, montado sobre un chasis de arrastre diesel de 72 Kw.

Figura 29. Equipo Jumbo Frontonero Boomer S1D



Fuente: Equipos ATLAS COPCO Perú

b) VOLADURA

PENBERTHY 25 KG

Modelo GSA para ANFO, el Penberthy Anoloder es un cargador de ANFO neumático accionado por 30 a 110 psi de presión de aire para ANFO. Esta unidad tiene un peso ligero y puede ser utilizado hasta por 1 solo hombre, sin embargo para ser más eficientes se emplearán 2 hombres, uno para el cargado de ANFO al equipo y otro para el cargado del taladro.

Este cuenta con una correa de transporte de lona, tiene una capacidad de 25 kilos y tiene una manguera antiestática de 9 metros, es de fácil mantenimiento y fácil limpieza, para uso rudo.

Figura 30. Penberthy 25kg



Fuente: Internet

c) LMPIEZA

El cargador de bajo perfil LHD diesel scooptram modelo R1600G de la marca Caterpillar, es un equipo para movimiento de tierras para minería subterránea, con una capacidad de cuchara de 6yd³ ó 4.8 m³ con una eficiencia de llenado del 90%, para acarreo de mineral y desmonte, de 270 Hp de potencia de arrastre.

Figura 31. Equipo de limpieza Scooptram R1600G

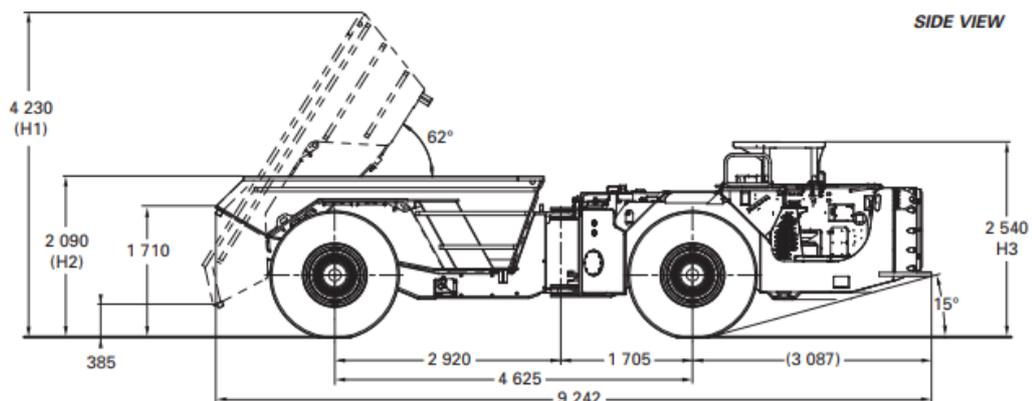


Fuente: Manual de Equipos Frerreyros

d) ACARREO

El equipo de acarreo de mineral es un Dumper de modelo MT2010 diesel de la marca Atlas Copco con una capacidad de tolva de 20 Tn, de los cuales 14.5 Tn son efectivas, diseñado para el transporte eficiente en minería pequeña y mediana, construido con seguridad y de fácil operación, motor de 300 hp

Figura 32. Dimensiones Dumper MT2010



Fuente: Especificaciones técnicas ATLAS COPCO

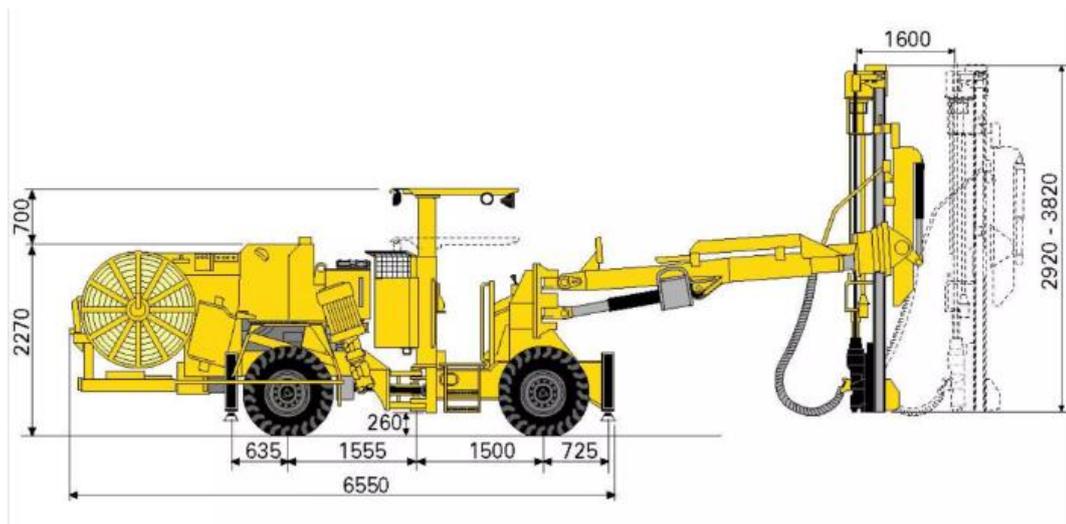
e) SOSTENIMIENTO

EMPERNADOR BOLTEC 235H

El Boltec 235H es un empernador o jumbo de sostenimiento mecanizado, cuenta con un carrusel de 10 pernos, para longitud de 1.5 a 2.4 metros e inyecta

Cencom a través de una compresora integrada en el mismo equipo, con un alcance de techo de hasta 8.5 metros. Está equipado con un sistema de control directo para posicionamiento, perforación y empernado, incorpora un martillo hidráulico COP 1132 diseñado especialmente para empernado. Este equipo es diesel para trasladarse y eléctrico para los trabajos de sostenimiento, de 55kw

Figura 33. Equipo Empernador Boltec 235H



Fuente: Especificaciones técnicas ATLAS COPCO

LANZADOR DE SHOTCRETE ALPHA 20

El Alpha 20 de la marca NORMET es un equipo robusto que pulveriza concreto, diesel – hidráulico, diseñado para túneles de hasta 5 metros de alto y 5 metros de ancho, ofreciendo una gran fiabilidad, cuenta con una pluma especialmente diseñada y una bomba de concreto BS7622 de alta capacidad con una capacidad máxima de bombeo de 20 m³/hr, este equipo puede equiparse con un sistema de control remoto para controlar con precisión y sin esfuerzo todas las funciones de pulverización a una distancia segura, impulsado por un motor de 120Kw, su distancia optima de lanzado es de 1.5 metros.

Figura 34. Equipo Lanzador Alpha 20

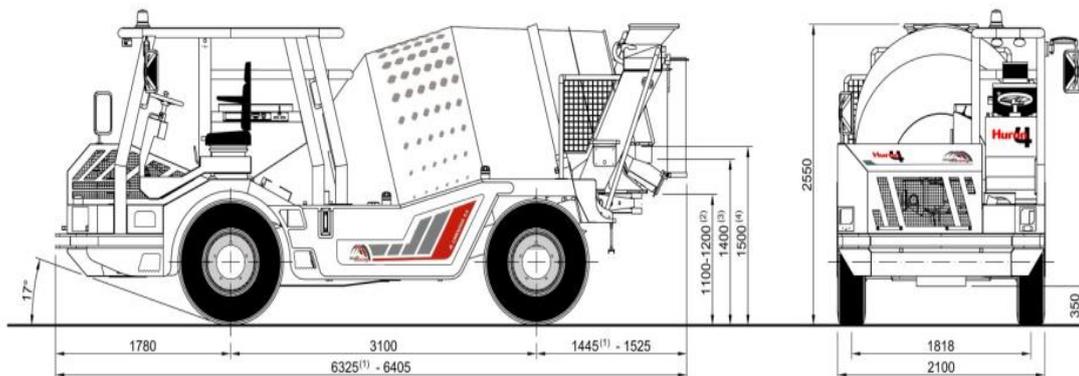


Fuente: Especificaciones técnicas NORMET

MIXER HURON 4

Es un equipo de 4 m³ de capacidad, diseñado para trabajar en dimensiones reducidas, transportar y mezclar hormigos, en seco o húmedo, para túneles y galerías de bajo perfil. Posee un motor diesel electrónico de una potencia máxima 116 kw, preparado para trabajar a más de 4700 msnm.

Figura 35. Equipo Mixer Huron 4



Fuente: Especificaciones técnicas MAQUINARIA LORENZANA

1.6.8. PLANTA CONCENTRADORA

1.6.8.1. CAPACIDAD DE TRATAMIENTO

La planta concentradora de Compañía Minera Alpayana S.A. tiene una capacidad máxima de procesamiento de 6 mil toneladas secas diarias.

1.6.8.2. PRODUCTOS

El proceso de tratamiento de mineral inicia con el chancado del mineral económico extraído, entre ellos; tetraedrita (Ag), esfalerita (Zn), galena (Pb), calcopirita (Cu), en el cual se reduce el tamaño del mineral extraído de manera gradual, procede la molienda luego que el mineral es reducido es llevado a la faja transportadora a los molinos para continuar su molienda a fin de liberar los minerales. El siguiente proceso es la flotación en donde colocamos los minerales en celdas de flotación donde utilizamos reactivos para activarlos provocando que este flote y se adhieran a las burbujas de aire. Luego seguimos con el espesamiento y filtrado, donde el relave final ingresa al espesador, adicionando químicos para sedimentar los sólidos y recuperar el agua. Finalmente espesamiento de relave y recuperación de agua, donde depositamos los minerales (zinc, cobre, plomo y plata) en tanques espesadores donde se separan y eliminan toda el agua restante

Figura 36. Secuencia de Planta de tratamiento



Fuente: Oficina de Relaciones Públicas recursos

El sistema de minado actualmente realizado en la Compañía Minera Alpayana S.A., viene operando con una producción de mineral de 155,000 toneladas mensuales al 2024, de los cuales 3,100 toneladas de concentrado, estos tienen leyes de cabeza de 6.71 onz/Tc de plata, 1.66 % de plomo, 0.25 % de cobre, 2.04 % de zinc y 151,900 toneladas de relaves que son dirigidas desde planta de procesos a la Relavera N°3

ANEXO 2 Obligaciones patronales 2024 Compañía Minera Alpayana S.A.

<u>EMPLEADOS</u>			
Días Calendario		365	
Vacaciones		30	
Descanso Médico		4	
Días Efectivos		331	
1.- Leyes Sociales			
ESSALUD		9.00	
A.O.C.(A.F.P.)		2.00	
S.C.T.R. (salud) (- 100 trabaj. 1.55) (+ 100 trabaj.)		1.83	
S.C.T.R. (invalidez - Seguro Rimac)		5.50	
Seguro de Vida (Vida Ley - Seguro Rimac)		0.23	18.56%
2.- C.T.S.			
Indemnización	35 / 331		10.57%
3.- Beneficios Sociales			
Vacaciones	30 / x 18.56%		10.75%
Gratificaciones	60 / x 0.00%		18.13%
Descanso Médico	4 / x 18.56%		1.43%
		Total	59.44% sobre remuneracion basica mensual
<u>OBRREROS</u>			
Días Calendario		365	
Dominicales		52	
Feridos		16	
Vacaciones		30	
Descanso Médico		4	
Días Efectivos		263	
1.- Leyes Sociales			
ESSALUD		9.00	
A.O.C.(A.F.P.)		2.00	
S.C.T.R. (salud) (-100 trabaj. 1.55) (+100 trabaj.)		1.83	
S.C.T.R. (invalidez - Seguros Rimac))		5.50	
Seguro de Vida (Vida Ley - Seguros Rimac)		0.65	18.98%
2.- C.T.S.			
Indemnización	35 / 263		13.31%
3.- Beneficios Sociales			
Dominicales	52 / x 18.98%		23.52%
Feridos	16 / x 18.98%		7.24%
Vacaciones	30 / x 18.98%		13.57%
Gratificaciones (jul/dic)	60 / x 0.00%		22.81%
Descanso Médico	4 / x 18.98%		1.81%
		Total	101.24% sobre jornal diario

Fuente: Propia

ANEXO 3 Costo horario de equipos mina Compañía Minera Alpayana S.A.

	Jumbo FT	Empernador	Scoop 6.3 yd3	Grúa	Dumper MT2010	Canter	Minicargador	Planta Versa	Monoriel 3Tn	Mixer Huron 4	Equipo Lanzador
Costo Equipo US\$ (valor de mercad	522,000.00	600,000.00	650,000.00	250,000.00	580,000.00	39,026.00	40,000.00	100,000.00	28,000.00	186,200.00	290,000.00
Costo Llanta US\$	1,402.00	1,402.00	11,607.16	3,158.04	8,223.60	600.00	972.00	0.00	0.00	5,252.00	3,260.00
Valor Depreciar 3 años	520,598.00	598,598.00	638,392.84	246,841.96	571,776.40	38,426.00	39,028.00	100,000.00	28,000.00	180,948.00	286,740.00
% Valor Rescate	10%	10%	10%	15%	10%	5%	10%				
Valor Rescate US\$	52,200.00	60,000.00	65,000.00	37,500.00	58,000.00	1,951.30	4,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vida económica en horas (n)	7,176.00	13,169.83	14,853.38	20,000.00	16,169.71	13,500.00	9,360.00	15,600.00	15,600.00	24,960.00	24,960.00
Vida económica en años (N)	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00
COSTO OPERATIVO US\$/ Hr	59.11	39.62	66.61	20.84	54.87	8.26	19.17	3.21	0.90	21.19	17.99
Gal / Hora	0.25	0.5	4	1	3	1.5	2.60	0.00	0.00	3.50	2.50
Precio \$/Gal	3.80	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61	2.61
Costo Combustible US\$ /Hr	0.95	1.31	10.45	2.61	7.84	3.92	6.79	0.00	0.00	9.15	6.53
Aceite de Motor	1.42	1.42	1.12	0.15	0.90	0.05	0.57	0.14	0.14	0.90	1.42
Grasas	0.86	0.57	1.43	0.15	1.07	0.03	0.71	0.24	0.24	1.07	0.86
Costo Lubricantes US\$/Hr	2.28	1.99	2.55	0.30	1.97	0.08	1.28	0.00	0.00	1.97	2.28
Costo Filtros US\$/Hr	0.65	0.66	2.60	0.58	1.96	0.80	1.61	0.00	0.00	1.96	0.65
Modelo Llanta	12 x 20 HRL	12 x 20 HRL	18 x 25 L-5S	12 x 20 HRL	18 x 25 L-5S	265/65 R17	12x16.5	0	0	12x20	10x15
Costo Llanta US\$	1,402.00	1,402.00	11,607.16	3,158.04	8,223.60	600.00	972.00	0.00	0.00	5,252.00	3,260.00
Vida Util, Llantas Hr	3,000.00	3,000.00	2,500.00	1,500.00	2,000.00	2,000.00	540.00	900.00	900.00	1,440.00	1,440.00
Servicio Mantenimiento US\$ (20%)	0.09	0.09	0.93	0.42	0.82	0.06	0.36	0.00	0.00	0.73	0.45
Costo Llantas US\$/Hr	1.96	1.96	19.50	8.84	17.27	1.26	7.56	0.00	0.00	4.38	2.72
Cable Electrico	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vida Util	3,000.00	3,000.00									
Costo Cable Electrico	27.00	27.00									
Costo Cable Electrico US\$/Hr	0.90	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Reparaciones %	80%	80%	80%	80%	80%	80%	50%	50%	50%	50%	50%
Costo Reparaciones US\$ /Hr	52.37	32.80	31.51	8.50	25.83	2.20	1.92	3.21	0.90	3.73	5.81
COSTO PROPIEDAD US\$ / Hr	79.22	49.61	47.66	12.16	39.06	3.26	4.37	7.18	2.01	8.26	13.06
Costo por Depreciación US\$ / Hr	65.47	41.00	39.38	10.47	32.28	2.70	3.85	6.41	1.79	7.25	11.49
Factor de inversión K = (N+1)/2n	0.000418	0.000228	0.000202	0.000150	0.000186	0.000222	0.000321	0.000192	0.000192	0.000120	0.000120
Intereses %	5%	5%	5%	4%	5%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Costo por intereses US\$/ Hr	9.82	6.15	5.91	1.28	4.84	0.33	0.46	0.77	0.22	0.90	1.39
Is	2%	2%	2%	1%	2%	3%	0.5%	0.0%	0.0%	0.5%	0.5%
Costo por Seguros US\$/ Hr	3.93	2.46	2.36	0.41	1.94	0.23	0.06	0.00	0.00	0.11	0.17
COSTO TOTAL US\$ / Hr	138.33	89.23	114.27	33.00	93.93	11.52	23.54	10.38	2.91	29.44	31.04
	Jumbo FT	Empernador	Scoop 6.3 yd3	Grúa	Dumper	Canter	Minicargador	Planta Versa	Monoriel 3Tn	Mixer Huron 4	Equipo Lanzador

Fuente: Propia

ANEXO 4 Sueldos Personal Mina 2024 Compañía Minera Alpayana S.A.

MANO DE OBRA:	Sueldo minimo minero S/1,650.00		Incremento Jornal S/0.65					
	Categoría	Sueldo	Jornal (S/.)	Jornal (US \$)	Jornal + BB.SS (US \$)	Jornal + BB.SS (S/.)	US\$/Hr	S/./Hr
Administrador	e	3,000.00	100.00	26.67	42.52	159.44	5.31	19.93
Ayudante Jumbo	o	1,650.00	55.65	14.84	29.86	111.99	3.73	14.00
Ayudante de Grúa	o	1,650.00	55.00	14.67	29.51	110.68	3.69	13.84
Ayudante Disparador	o	1,650.00	55.00	14.67	29.51	110.68	3.69	13.84
Ayudante de Shotcrete	o	1,650.00	55.00	14.67	29.51	110.68	3.69	13.84
Ayudante Maestro Perforista	o	1,650.00	55.00	14.67	29.51	110.68	3.69	13.84
Ayudante Motorista	o	1,650.00	55.00	14.67	29.51	110.68	3.69	13.84
Ayudante Perforista	o	1,650.00	55.00	14.67	29.51	110.68	3.69	13.84
Ayudante Volteador	o	1,650.00	55.00	14.67	29.51	110.68	3.69	13.84
Ayudante Enmaderador	o	1,650.00	55.00	14.67	29.51	110.68	3.69	13.84
Ayudante de Shotcrete	o	1,650.00	55.00	14.67	29.51	110.68	3.69	13.84
Ayudante de Tubero	o	1,650.00	55.00	14.67	29.51	110.68	3.69	13.84
Ayudante Carrilano	o	1,650.00	55.00	14.67	29.51	110.68	3.69	13.84
Bodeguero	o	1,500.00	50.00	13.33	26.83	100.62	3.35	12.58
Bombero	o	1,530.00	51.00	13.60	27.37	102.63	3.42	12.83
Carrilano	o	1,800.00	60.00	16.00	32.20	120.74	4.02	15.09
Chofer Camioneta	o	1,550.00	52.32	13.95	28.07	105.28	3.51	13.16
Chofer Canter	o	1,700.00	57.32	15.28	30.76	115.34	3.84	14.42
Chofer Volquete Superficie	o	2,460.00	82.65	22.04	44.35	166.32	5.54	20.79
Chofer Volquete Mina	o	2,700.00	90.65	24.17	48.65	182.42	6.08	22.80
Electricista Equipos Mina	o	2,100.00	70.65	18.84	37.91	142.17	4.74	17.77
Enmaderador	o	2,100.00	70.65	18.84	37.91	142.17	4.74	17.77
Mecanico Equipos Mina	o	2,100.00	70.65	18.84	37.91	142.17	4.74	17.77
Electricista Industrial Mina	o	2,500.00	83.98	22.40	45.07	169.01	5.63	21.13
Ing de Planeamiento, Costos y Presupuestos	e	6,000.00	200.00	53.33	85.03	318.88	10.63	39.86
Ing Geomecánico	e	5,000.00	166.67	44.44	70.86	265.73	8.86	33.22
Ing Junior Voladura	e	1,500.00	50.00	13.33	21.26	79.72	2.66	9.96
Ingeniero de Seguridad	e	6,000.00	200.00	53.33	85.03	318.88	10.63	39.86
Gerente de Seguridad y Salud Ocupacional	e	15,000.00	500.00	133.33	212.59	797.20	26.57	99.65
Jefe de Guardia	e	7,000.00	233.33	62.22	99.21	372.02	12.40	46.50
Jefe de Logística	e	6,000.00	200.00	53.33	85.03	318.88	10.63	39.86
Supervisor de Maquinaria y Equipos	e	4,500.00	150.00	40.00	63.78	239.16	7.97	29.89
Supervisor de Seguridad	e	6,000.00	200.00	53.33	85.03	318.88	10.63	39.86
Supervisor de Mina	e	4,500.00	150.00	40.00	63.78	239.16	7.97	29.89
Lamparero	o	1,650.00	55.65	14.84	29.86	111.99	3.73	14.00
Llantero	o	1,650.00	55.00	14.67	29.51	110.68	3.69	13.84
Maestro Cargador Explosivos	o	2,040.00	68.65	18.31	36.84	138.15	4.60	17.27
Maestro Cimbrero	o	2,040.00	68.00	18.13	36.49	136.84	4.56	17.11
Maestro Perforista	o	2,040.00	68.65	18.31	36.84	138.15	4.60	17.27
Motorista	o	2,040.00	68.00	18.13	36.49	136.84	4.56	17.11
Operador de Dumper	o	2,790.00	93.65	24.97	50.26	188.46	6.28	23.56
Operador de Jumbo	o	2,700.00	90.65	24.17	48.65	182.42	6.08	22.80
Operador de Jumbo Taladros Largos	o	2,850.00	95.65	25.51	51.33	192.48	6.42	24.06
Operador de Shotcrete	o	2,400.00	80.00	21.33	42.93	160.99	5.37	20.12
Operador Mini Cargador	o	2,100.00	70.00	18.67	37.56	140.87	4.70	17.61
Operador de Mixer	o	2,160.00	72.65	19.37	38.99	146.20	4.87	18.27
Operador de Scoop	o	2,790.00	93.65	24.97	50.26	188.46	6.28	23.56
Operador Grúa	o	2,100.00	70.65	18.84	37.91	142.17	4.74	17.77
Operador Manitou	o	2,100.00	70.65	18.84	37.91	142.17	4.74	17.77
Operador Scaler	o	2,100.00	70.00	18.67	37.56	140.87	4.70	17.61
Peón	o	1,500.00	50.00	13.33	26.83	100.62	3.35	12.58
Perforista	o	2,040.00	68.65	18.31	36.84	138.15	4.60	17.27
Planer de Mantenimiento	e	5,000.00	166.67	44.44	70.86	265.73	8.86	33.22
Ing. Residente	e	8,000.00	266.67	71.11	113.38	425.17	14.17	53.15
Soldador	o	2,100.00	70.65	18.84	37.91	142.17	4.74	17.77
Supervisor Tecnico	o	3,000.00	100.65	26.84	54.01	202.55	6.75	25.32
Técnico en Geomecánica	e	5,000.00	166.67	44.44	70.86	265.73	8.86	33.22
Técnico Mecánico 1	o	2,000.00	66.67	17.78	35.78	134.16	4.47	16.77
Topógrafo	e	5,000.00	166.67	44.44	70.86	265.73	8.86	33.22
Tubero	o	1,800.00	60.00	16.00	32.20	120.74	4.02	15.09
Winchero	o	1,800.00	60.65	16.17	32.55	122.05	4.07	15.26
Vigilante	o	1,500.00	50.00	13.33	26.83	100.62	3.35	12.58
Maestro de Ventilacion	o	1,800.00	60.00	16.00	32.20	120.74	4.02	15.09
Ayudante de Ventalacion	o	1,650.00	55.00	14.67	29.51	110.68	3.69	13.84

Fuente: Propia

ANEXO 5 Precio EPP's Compañía Minera Alpayana S.A.

DESCRIPCIÓN	UM	Precio S/.	Precio US\$.	Vida Util	Unidad	Personal Mina Supervisión	Personal Mina C/Ropa Agua	Personal Mina S/Ropa Agua	Personal Administrativo			
Arnés de Seguridad de 03 anillos	pza	300.00	80.00	180.00	guardias	0.00	no	0.00	no	0.00	no	
Barbiquejo	pza	3.75	1.00	90.00	guardias	0.01	si	0.01	si	0.01	si	
Bota de Jebe	par	104.99	28.00	180.00	guardias	0.16	si	0.16	si	0.16	si	
Botin de Cuero	pza	80.00	21.33	360.00	guardias	0.06	si	0.00	no	0.00	no	
Correa de seguridad	pza	17.78	4.74	180.00	guardias	0.03	si	0.03	si	0.03	si	
Capotin con capucha de PVC	pza	71.25	19.00	60.00	guardias	0.00	no	0.32	si	0.00	no	
Pantalon de jebe	pza	71.25	19.00	60.00	guardias	0.00	no	0.32	si	0.00	no	
Filtro contra el polvo - Respirador 3M	pza	45.00	12.00	7.00	guardias	1.71	si	1.71	si	1.71	si	
Filtro contra gas - Respirador 3M	pza	62.90	16.77	7.00	guardias	0.00	no	0.00	no	0.00	no	
Guante de cuero	par	37.49	10.00	7.00	guardias	1.43	si	0.00	no	0.00	no	
Guante de jebe Neoprene	par	55.49	14.80	30.00	guardias	0.00	no	0.49	si	0.49	si	
Lámpara Minera Wisdom	pza	300.00	80.00	540.00	guardias	0.15	si	0.15	si	0.15	si	
Lentes de seguridad	pza	11.97	3.19	30.00	guardias	0.11	si	0.11	si	0.11	si	
Lentes de seguridad oscuros	und	9.90	2.64	30.00	guardias	0.09	si	0.00	no	0.00	no	
Mameluco con cintas fosforescentes	pza	104.99	28.00	180.00	guardias	0.16	si	0.16	si	0.16	si	
Mameluco termico con cintas fosforescentes	pza	210.59	56.16	180.00	guardias	0.00	no	0.00	no	0.00	no	
Traje tyvek	pza	17.59	4.69	1.00	guardias	0.00	no	0.00	no	0.00	no	
Orejera	pza	43.81	11.68	180.00	guardias	0.06	si	0.06	si	0.06	si	
Protector con portalámpara	pza	26.67	7.11	1,800.00	guardias	0.00	no	0.00	si	0.00	si	
Protector Tipo Jockey	pza	54.65	14.57	1,800.00	guardias	0.01	si	0.00	no	0.00	no	
Respirador 3M	pza	65.00	17.33	360.00	guardias	0.05	si	0.05	si	0.05	si	
Ropa de Jebe	jgo	67.39	17.97	180.00	guardias	0.00	no	0.10	si	0.00	no	
Taflete para protector	pza	17.49	4.66	180.00	guardias	0.03	si	0.03	si	0.03	si	
Tapón para oído	pza	5.22	1.39	30.00	guardias	0.05	si	0.05	si	0.05	si	
Polo de poliester tipo malla	pza	12.00	3.20	60.00	guardias	0.00	no	0.00	no	0.00	no	
TOTAL												
Costo EPP Personal / Gdia						4.09		3.73		3.00		3.47
Costo EPP Personal / Mes	US\$					102.16		93.33		75.00		86.85

	Costo US\$/Mes	Costo US\$/Gdia
Personal Mina Supervisión	102.16	4.09
Personal Mina C/Ropa Agua	93.33	3.73
Personal Mina S/Ropa Agua	75.00	3.00
Personal Administrativo	86.85	3.47

Fuente: Propia

ANEXO 6 Precio herramientas y materiales Compañía Minera Alpayana S.A.

Materiales	Unidad	Cantidad	PU	PU \$	Vida Útil	Unidad
Manguera de 1/2"	m	1.00	3.53	0.94	1.00	disparos
Manguera de 1"	m	1.00	7.36	1.96	1.00	disparos
Escalera Telescopica 3 m.	pza	1.00	720.00	192.00	120.00	disparos
Azuela	pza	1.00	19.00	5.07	540.00	Gdía
Lampa	pza	2.00	36.00	9.60	40.00	disparos
Corvina de 3 Pies	pza	2.00	105.33	28.09	180.00	Gdía
Pico	pza	1.00	55.49	14.80	90.00	disparos
Flexometro	pza	1.00	11.48	3.06	60.00	Gdía
Plomada	pza	2.00	17.00	4.53	60.00	Gdía
Punta	pza	6.00	24.00	6.40	30.00	Gdía
Comba de 4 libras	pza	1.00	33.00	8.80	250.00	disparos
Comba de 6 libras	pza	1.00	39.00	10.40	250.00	disparos
Comba de 12 libras	pza	1.00	75.80	20.21	250.00	disparos
Comba de 18 libras	pza	1.00	110.00	29.33	250.00	disparos
Llave Francesa 18"	pza	1.00	100.00	26.67	175.00	disparos
Llave Stilson de 14"	pza	1.00	70.00	18.67	175.00	disparos
Llave Francesa 12"	pza	2.00	74.10	19.76	175.00	disparos
Barretilla de aluminio de 1" x 10'.	pza	2.00	56.65	15.11	75.00	disparos
Barretilla de aluminio de 1" x 12'.	pza	2.00	67.04	17.88	75.00	disparos
Barretilla de aluminio de 1" x 8'.	pza	2.00	44.68	11.91	75.00	disparos
Barretilla de aluminio de 3.6 m	pza	2.00	42.00	11.20	75.00	disparos
Barretilla 4'	pza	2.00	48.98	13.06	30.00	disparos
Barretilla 6'	pza	2.00	48.98	13.06	30.00	disparos
Cucharilla	pza	2.00	5.00	1.33	75.00	disparos
Punzón para cebo	pza	1.00	10.00	2.67	80.00	disparos
Pintura para perforación	gal	1.00	19.83	5.29	15.00	disparos
Plataforma de perforación	pza	2.00	-	0.00	120.00	disparos
Atacador	pza	4.00	5.85	1.56	20.00	disparos
Tubería de Polietileno 1"	m	1.00	1.53	0.41	1.00	disparos
Tubería de Polietileno 2"	m	3.25	6.08	1.62	1.00	disparos
Tubería de Polietileno 3"	m	1.00	12.13	3.23	1.00	disparos
Tubería de Polietileno 4"	m	1.00	17.72	4.73	1.00	disparos
Tubería de Polietileno 6"	m	1.00	38.99	10.40	1.00	disparos
Carrizo	pza	5.00	0.38	0.10	1.00	disparos
Gas	bal	1.00	11.00	2.93	30.00	disparos
Maquina de Soldar	pza	1.00	4,648.00	1,239.47	1,080.00	Gdía
Soplete	pza	1.00	25.66	6.84	500.00	disparos
Santiago	pza	1.00	78.45	20.92	540.00	Gdía
Nivel	pza	1.00	18.11	4.83	120.00	Gdía
Cartuflex de 13/4"	pza	6.00	8.10	2.16	1.00	disparos
Grasa para brocas	kg	0.50	10.20	2.72	25.00	disparos
Cinta adhesiva	rollo	1.60	3.00	0.80	1.00	disparos
Valvula de bola de 1/2"	pza	1.00	16.40	4.37	35.00	disparos
Valvula de bola de 1"	pza	1.00	31.14	8.30	35.00	disparos
Valvula de bola de 2"	pza	1.00	99.16	26.44	35.00	disparos
Acople para valvula de 2"	pza	3.00	19.06	5.08	35.00	disparos
Acople para manguera	pza	2.00	6.50	1.73	35.00	disparos
Cables electricos	gb	0.69	100.00	26.67	1.00	disparos
Cables aceros	gb	1.00	19.33	5.16	1.00	disparos
Alcayatas	Und.	3.00	6.79	1.81	1.00	disparos
Cabo de Nylon de 1/2"	m	0.37	1.23	0.33	1.00	metros
CABO NYLON DE 3/8"	m	0.29	0.80	0.21	1.00	metros
ALAMBRE DE FIERRO NEGRO DE AMARRE NO.08	kg	0.22	4.08	1.09	1.00	metros
CINTILLO DE 40CM BOLSA X 100UN	Und.	0.08	10.14	2.70	1.00	metros
CABLE 3X120MM2 + 1X70MM2 N2XY 0.6/1 KV	m	1.19	151.18	40.31	0.25	metros
CABO NYLON DE 3/4"	m	0.11	2.68	0.71	1.00	metros
CABLE 3X70 MM2 + 1 X 35MM2 N2XY 0.6/1 KV	m	0.82	86.65	23.11	0.50	metros
CLAVO DE ALAMBRE DE 4"	kg	0.06	3.69	0.98	1.00	metros
CABO NYLON DE 1"	m	0.08	4.75	1.27	1.00	metros
CABLE 3X35MM2 + 1X16MM2 N2XY 0.6/1KV	m	0.60	48.53	12.94	0.50	metros
NIPLE DE FE GALVANIZADO 2" X 6"	pza	0.04	4.56	1.22	1.00	metros
CLAVO DE ALAMBRE DE 6"	kg	-	5.64	1.50	1.00	metros
CLAVO DE ALAMBRE DE 5"	kg	-	4.11	1.10	1.00	metros
NIPLE DE FE GALVANIZADO 1" X 6"	pza	0.02	2.84	0.76	1.00	metros
NIPLE MULTICONICO DE FE. GALV. 3/4" X 6"	pza	0.02	4.93	1.31	1.00	metros
CONO DE PITA RAFIA X 1KG	ril	0.01	5.77	1.54	1.00	metros
CLAVO DE ALAMBRE 3´´	kg	0.02	3.70	0.99	1.00	metros
UNION VITAULIC 4" TUBO POLIETILENO E-995	jgo	0.0071	35.93	9.5819	1.00	metros
VALVULA COMPUERTA DE BRONCE 1"	pza	0.00	30.39	8.10	1.00	metros
VALVULA DE 1" TIPO BOLA	pza	0.00	24.78	6.61	1.00	metros
NIPLE MULTICONICO DE FE. GALV. 1/4" X 6"	blk	0.01	5.82	1.55	1.00	metros
SACO METALERO POLIPROPIL TEJIDO 20"X30"	pza	1.64	0.84	0.22	1.00	metros

Fuente: Propia

ANEXO 7 Matriz de Consistencia

“ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS OPERATIVOS Y LA VALORIZACIÓN DEL CRUCERO 430 S NIVEL 9A EN LA UNIDAD MINERA AMERICANA - ALPAYANA S.A., HUAROCHIRI, LIMA”

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	VARIABLES	INDICADORES
<p>A. PROBLEMA GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo determinar la valorización en la construcción del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochiri, Lima? <p>B. PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál será el procedimiento y el tiempo necesario para la construcción del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochiri, Lima? ¿Cuáles son los costos unitarios operativos en la construcción del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochiri, Lima? ¿Cuáles son los costos unitarios de valorización del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochiri, Lima? 	<p>A. OBJETIVO GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> Proponer el análisis de los costos unitarios operativos para determinar la valorización en la construcción del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochiri, Lima <p>B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Establecer los procedimientos y el tiempo necesario para la construcción del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochiri, Lima Determinar los costos unitarios operativos en la construcción del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochiri, Lima Determinar los costos unitarios de valorización del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochiri, Lima 	<p>A. HIPOTESIS GENERAL</p> <ul style="list-style-type: none"> Mediante el análisis y estimación de los costos unitarios operativos se procesa la valorización del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochiri, Lima <p>B. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> Mediante el procedimiento constructivo del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochiri, Lima se estima el tiempo necesario para su ejecución. Se determinan los costos unitarios operativos óptimos para la construcción del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochiri, Lima Se determinan los costos unitarios de valorización óptimos para la construcción del Crucero 430 S del Nivel 9A en la Unidad Minera Americana – Alpayana S.A., Huarochiri, Lima 	<p style="text-align: center;">VARIABLES INDEPENDIENTES</p> <p style="text-align: center;">Calidad de Roca</p> <p style="text-align: center;">Operaciones Unitarias</p> <ul style="list-style-type: none"> • Costo U. de perforación • Costo U. de voladura • Costo U. de limpieza • Costo U. de acarreo • Costo Unitario de sostenimiento Perno helicoidal 7 pies • Costo Unitario de sostenimiento Lanzado de shotcrete 2” • Costo U. de ventilación <p style="text-align: center;">Programación de Avance</p> <p style="text-align: center;">VARIABLES DEPENDIENTES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valorización del Crucero 430S Nv 9A 	<p style="text-align: center;">RQD, RMR</p> <p style="text-align: center;">US\$/TM</p> <p style="text-align: center;">m/gdia</p> <p style="text-align: center;">US\$</p>

Fuente: Propia

ANEXO 8 Compañía Minera Alpayana toma de tiempos



Fuente: Propia

ANEXO 9 Trazado de malla de perforación en XC430S



Fuente: Propia

ANEXO 10 Sostenimiento del XC430S



Fuente: Propia

ANEXO 11 PETS perforación de frentes con jumbo

	PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO PERFORACION DE FRENTES CON JUMBO	UEA AMERICANA	
	Área: Mina		Versión: 001
	Código: PETS-MIN		Página: Página 1 de 3

1. PERSONAL

- 1.1. Operador de Jumbo autorizado.
- 1.2. Ayudante Jumbiero

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- 1.3. Protector de cabeza (casco) con barbiquejo, anteojos de seguridad respirador contra polvo, doble protección auricular, guantes de cuero y guantes de jebe, botas de jebe y mameluco con cintas reflectivas.
- 1.4. Correa porta lámpara y lámpara a batería

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES.

EQUIPOS	HERRAMIENTAS	MATERIALES
<ul style="list-style-type: none"> • Jumbo 	<ul style="list-style-type: none"> • Juego de llaves • Pico • Lampa • 02 juegos de barretillas 	<ul style="list-style-type: none"> • Barra de perforación • Brocas • Guiadores • Tubos • Extintor • Conos • Trapo industrial • Bandeja • Kit antiderrame

4. PELIGROS, RIESGOS Y CONTROLES:

PELIGROS	RIESGOS	CONTROLES
Rocas sueltas	Desprendimiento de roca	Desatado de Rocas.
Partes rotatorias o móviles	Atrapamiento de persona	Colocación de guardas en los componentes rotatorios de los equipos. Capacitación en manipuleo de partes móviles.
Equipo o instalaciones presurizadas	Desacople, desempalme y reventado de tuberías	Inspección de las redes de aire comprimido.
Gases	Exposición a gases	Ventilación de labores.
Polvo	Exposición a polvo	Uso adecuado de EPP's. Ventilación de labores
Ruido	Exposición a altos decibeles de ruido	Uso adecuado de EPP's.
Manipulación de materiales	Golpes, cortes y lesiones	Uso adecuado de EPP's. Trabajo coordinado.

5. PROCEDIMIENTO

- 5.1. **Inspección y traslado del equipo:** Inspeccionar el equipo aplicando el check list de equipos. Trasladar el equipo al lugar de trabajo y estacionarse a unos 20 metros del frente. El ayudante debe ir delante del equipo para

alertar a peatones u otros equipos. Bloquear el acceso mediante conos o cinta de seguridad.

- 5.1. **Inspección de la labor:** Inspeccionar el área de trabajo aplicando el check list de labores, verificando las condiciones de la labor. Identificar los peligros, evaluar los riesgos y aplicar los controles usando el IPERC continuo. Cumplir con la orden de trabajo. Lavar los hastiales, techo y frente de la labor para verificar presencia de rocas sueltas y/o tiros cortados. En caso de detectar tiros cortados eliminarlos siguiendo el PETS “Eliminación de Tiros Cortados”. Desatar las rocas sueltas cumpliendo el PETS de “Desatado de rocas en labores horizontales”; también se verificará que el sostenimiento sea el adecuado para iniciar las actividades.
 - 5.2. **Instalación eléctrica y agua al equipo:** Ingresar el equipo hasta el frente de trabajo. Instalar la línea de agua evitando en todo momento fugas y formación de charcos. Instalar la línea de energía eléctrica por un lugar seco y sobre caballetes con energía cero.
 - 5.3. **Marcado de malla y puntos de perforación:** Sacar la dirección y gradiente y pintar la malla de perforación de acuerdo a la sección del proyecto. Pintar también los taladros para las tuberías de agua, aire, cable eléctrico, línea mensajera y liberación de energía.
 - 5.4. **Perforación:** Iniciar la perforación manteniendo siempre el paralelismo para evitar sobre- roturas. Usar 3 guidores como mínimo. En labores con temperaturas altas el personal debe contar con agua mineral. Al término de la perforación el ayudante colocará la rimadora sin que el operador realice ninguna maniobra hasta que se retire el ayudante. Al término del frente perforado, el operador debe de perforar todos los taladros de servicios (tuberías de agua, aire, cable eléctrico, línea mensajera y liberación de energía) previamente marcados.
 - 5.5. **Término de la perforación:** Concluida la perforación retirar el equipo y dejarlo en un lugar seguro colocando los bloqueos respectivos.
- 6. RESTRICCIONES.**
- 6.1. Está prohibido perforar el frente si hay tiros cortados.
 - 6.2. Está prohibido llevar el cable de energía eléctrica por el agua o amarrado en los pernos de sostenimiento.
 - 6.3. Está prohibido iniciar la perforación si no se tiene los materiales completos (guidores, etc)
 - 6.4. Prohibido trasladar el jumbo con el ayudante en el equipo.
 - 6.5. Prohibido el traslado el equipo por más de 500 m. del área de operación asignada, caso excepcional de acuerdo con coordinación específica.

7. RESUMEN DE REVISIONES

REVISIÓN	FECHA	MODIFICACIONES
		Se implementa el PETS en base al anexo 10 del D.S. 024-2016-EM y su modificatoria D.S. 023-2017-EM Reglamento SSO.

ANEXO 12 PETS sostenimiento con shotcrete

	PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO SOSTENIMIENTO CON SHOTCRETE Y MIXER	UEA AMERICANA
	Área: Mina	Versión: 001
	Código: PETS-MIN	Página: 1 de 2

1. PERSONAL

- 1.1. 01 Operador autorizado.
- 1.2. 01 Ayudante.

2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

- 2.1. Protector de cabeza (casco) con barbiquejo, anteojos de seguridad respirador contra polvo, doble protección auricular, guantes de cuero, botas de jebe y mameluco con cintas reflectivas.
- 2.2. Correa porta lámpara y lámpara a batería

3. EQUIPO / HERRAMIENTAS / MATERIALES

EQUIPOS	HERRAMIENTAS	MATERIALES
• Equipo de mezclado y transporte de hormigón	<ul style="list-style-type: none"> • 02 juegos de barretillas de 6' y 4' • lampa y pico • 02 juegos de cuñas, 	• 02 conos preventivos.

4. PELIGROS, RIESGOS Y CONTROLES:

PELIGROS	RIESGOS	CONTROLES
Rocas sueltas	Exposición al desprendimiento de rocas	Desatado manual de rocas antes y durante la actividad
Proyección de partículas	Incrustación de objetos extraños	Uso de Lentes de seguridad
Polvo	Exposición al polvo	Uso de protección respiratoria contra polvo.
Ruido	Exposición al ruido	Uso de protección auditiva.
Gases	Exposición a gases	Realizar la ventilación del área
Manipulación de materiales	Golpes, cortes y lesiones	Capacitación del MIN-PETS-57 Manipuleo de Materiales
Equipo o instalaciones presurizadas	Desacople, desempalme y reventado de tuberías	Inspección de las redes de aire comprimido.

5. PROCEDIMIENTO

- 5.2. **Inspección del área de trabajo:** Inspeccionar el área de trabajo utilizando el check list de labor. Identificar peligros, evaluar riesgos y determinar los controles utilizando el IPERC continuo. Cumplir con el orden de trabajo, por escrito.
- 5.3. **Inspección del equipo:** Inspeccionar el equipo aplicando el check list de equipos.
- 5.4. **Surtido y transporte de mezcla:** Dirigirse a la zona de alimentación de concreto manejando a la defensiva y cumpliendo con el reglamento interno de tránsito en el Nivel 14. Estacionarse en la zona de alimentación de

hormigón y cemento. Surtirse del material previa coordinación con el encargado de la alimentación. Trasladar el equipo al lugar en sostenimiento, manejando a la defensiva y cumpliendo el Reglamento interno de Tránsito, manteniendo en rotación la tolva mezcladora, para evitar que se arme la mezcla de concreto, inspeccionar el área de trabajo.

5.5. Descarga de mezcla: Estacionarse en un lugar plano, alineado y nivelado con el equipo de lanzado. Calzar las ruedas delanteras y traseras y colocar los conos respectivos. Descargar la mezcla coordinando en todo momento con el operador del equipo de lanzado. Al terminar, lavar en forma inmediata la tolva mezcladora con el agua del depósito del equipo. Este lavado de la tolva debe repetirse cada vez que se concluya con la descarga y antes de volver a alimentarse con hormigón y cemento.

5.6. Orden y limpieza: Concluir con el lavado en el lavadero hasta no dejar residuos de mezcla dentro de la tolva. El equipo debe quedar limpio en forma externa e interna, quedando en su estacionamiento asignado debidamente bloqueado. Al finalizar la actividad realizar orden y limpieza y segregar los residuos sólidos en el tacho que corresponde, según el código de colores de CMA.

6. RESTRICCIONES

5.7. Está prohibido operar el mixer por personal no autorizado.

5.8. No dejar por ningún motivo mezcla de concreto en la tolva mezcladora.

7. RESUMEN DE REVISIONES

REVISIÓN	FECHA	MODIFICACIONES
		Se implementa el PETS en base al anexo 10 del D.S. 024- 2016-EM y su modificatoria D.S. 023-2017-EM Reglamento SSO.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
COORDINADOR SGI DEL AREA	SUPERINTENDENTE DEL AREA	GERENTE DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	GERENTE DE OPERACIONES
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA: