

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada por ley N° 25265)

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



TESIS

**OPTIMIZACIÓN DEL SOSTENIMIENTO CON CABLE
BOLTING PARA LA RECUPERACIÓN DEL MINERAL EN EL
TAJO 1964 NIVEL 4264 - UNIDAD MINERA PALLANCATA -
HOCHSCHILD MINING S.A. - AYACUCHO - 2020**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

MINERÍA

PRESENTADA POR:

BACH. OSORIO APARCO, Raúl

BACH. TITO ARECHE, Antonio Francois

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO DE MINAS

HUANCAVELICA - PERÚ

2021



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS**



EN LA CIUDAD DE LIRCAY DEL DIA 01 DE DICIEMBRE DEL 2021, SIENDO LAS 11.15 A.M.; EN CUMPLIMIENTO A LA **DIRECTIVA N° 001-VRAC-UNH**, APROBADO CON **RESOLUCIÓN N° 355-2020-CU-UNH (20/07/2020)**, MEDIANTE LA PLATAFORMA VIRTUAL MEET SE REUNIERON LOS MIEMBROS DEL JURADO DESIGNADO CON RESOLUCIÓN N° 238-2021 - FIMCA-UNH (27/08/2021) CONFORMADO EN LA SIGUIENTE MANERA

- PRESIDENTE** : Dr. GAVE CHAGUA JOSE LUIS
SECRETARIO : Dr. RORIGUEZ DEZA JORGE WASHINGTON
VOCAL : Dr. ESTEVES PAIRAZAMAN MANUEL EMILIANO

Y EN CUMPLIMIENTO A LA RESOLUCIÓN DE CONSEJO DE FACULTAD VIRTUAL N° 312-2021-FIMCA-UNH, DE HORA Y FECHA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS TITULADO: "OPTIMIZACIÓN DEL SOSTENIMIENTO CON CABLE BOLTING PARA LA RECUPERACIÓN DEL MINERAL EN EL TAJO 1964 NIVEL 4264 – UNIDAD MINERA PALLANCATA HOCHSCHILD MINING S.A. – AYACUCHO - 2020".

CUYO AUTORES (EL) (LOS) GRADUADOS (S):

BACHILLER (S):

- TITO ARECHE ANTONIO FRANCOIS
 OSORIO APARCO RAUL

A FIN DE PROCEDER CON LA SUSTENTACION DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA

ACTO SEGUIDO SE INVITA A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL ABANDONAR LA PLATAFORMA DEL MEET POR UNOS MINUTOS PARA LA **DELIBERACIÓN DE LOS RESULTADOS**; LUEGO SE INVITÓ A PASAR NUEVAMENTE AL LA PLATAFORMA DEL MEET A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL, EN LA QUE SE DA LA LECTURA DEL ACTA DE SUSTENTACIÓN, SIENDO EL RESULTADO **APROBADO POR UNANIMIDAD**, CULMINANDO A LAS 1:00 P.M (UNA) DE LA TARDE, Y SE DA POR CONCLUIDO EL ACTO DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS.

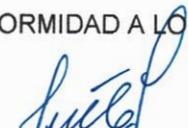
BACHILLER: TITO ARECHE ANTONIO FRANCOIS

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR UNANIMIDAD
SECRETARIO	
VOCAL	

BACHILLER: OSORIO APARCO RAUL

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR UNANIMIDAD
SECRETARIO	
VOCAL	

EN CONFORMIDAD A LO ACTUADO FIRMAMOS AL PIE DEL PRESENTE.

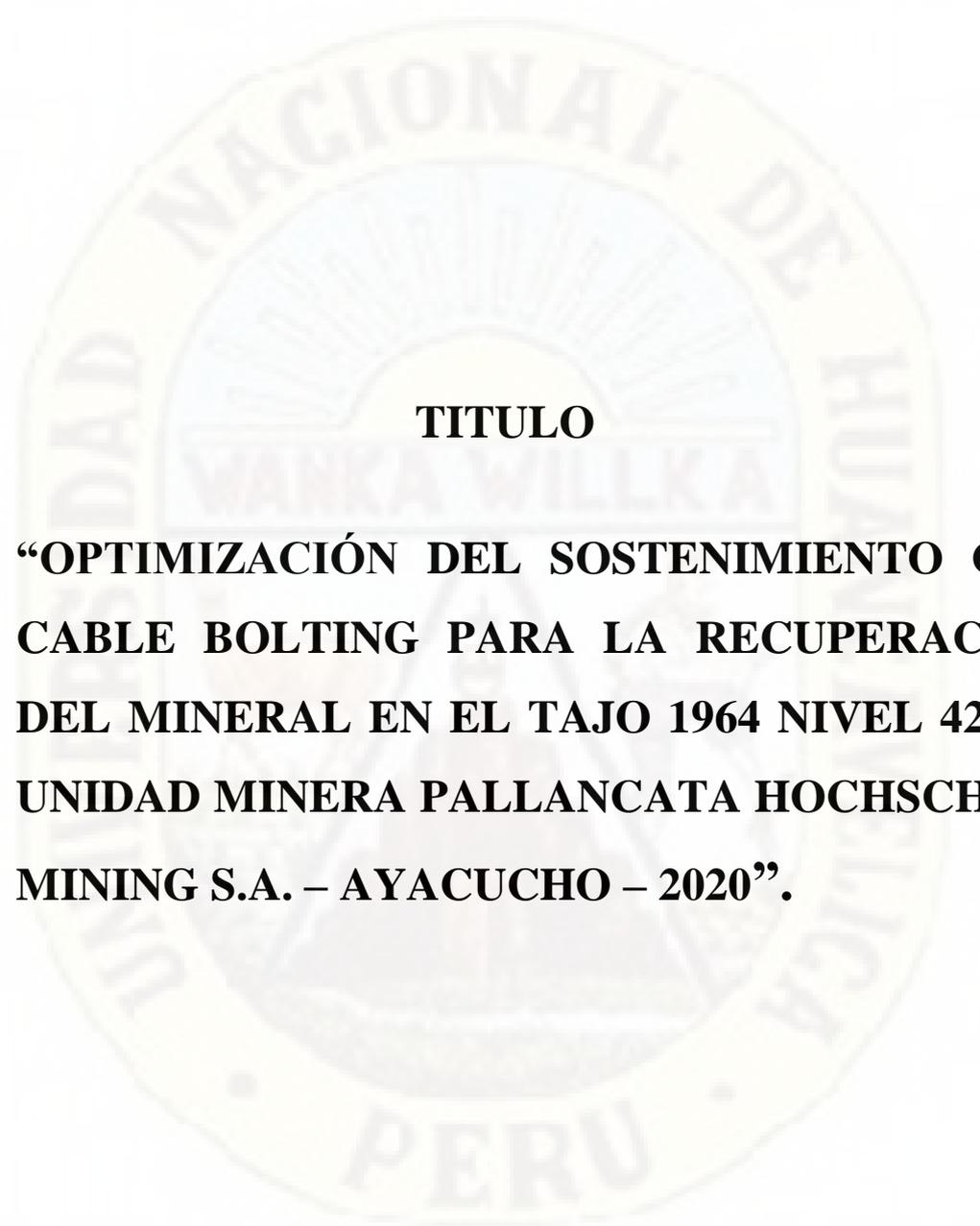

 Presidente
 Dr. GAVE CHAGUA JOSE LUIS


 Secretario
 Dr. RORIGUEZ DEZA JORGE WASHINGTON


 Vocal
 Dr. ESTEVES PAIRAZAMAN MANUEL EMILIANO

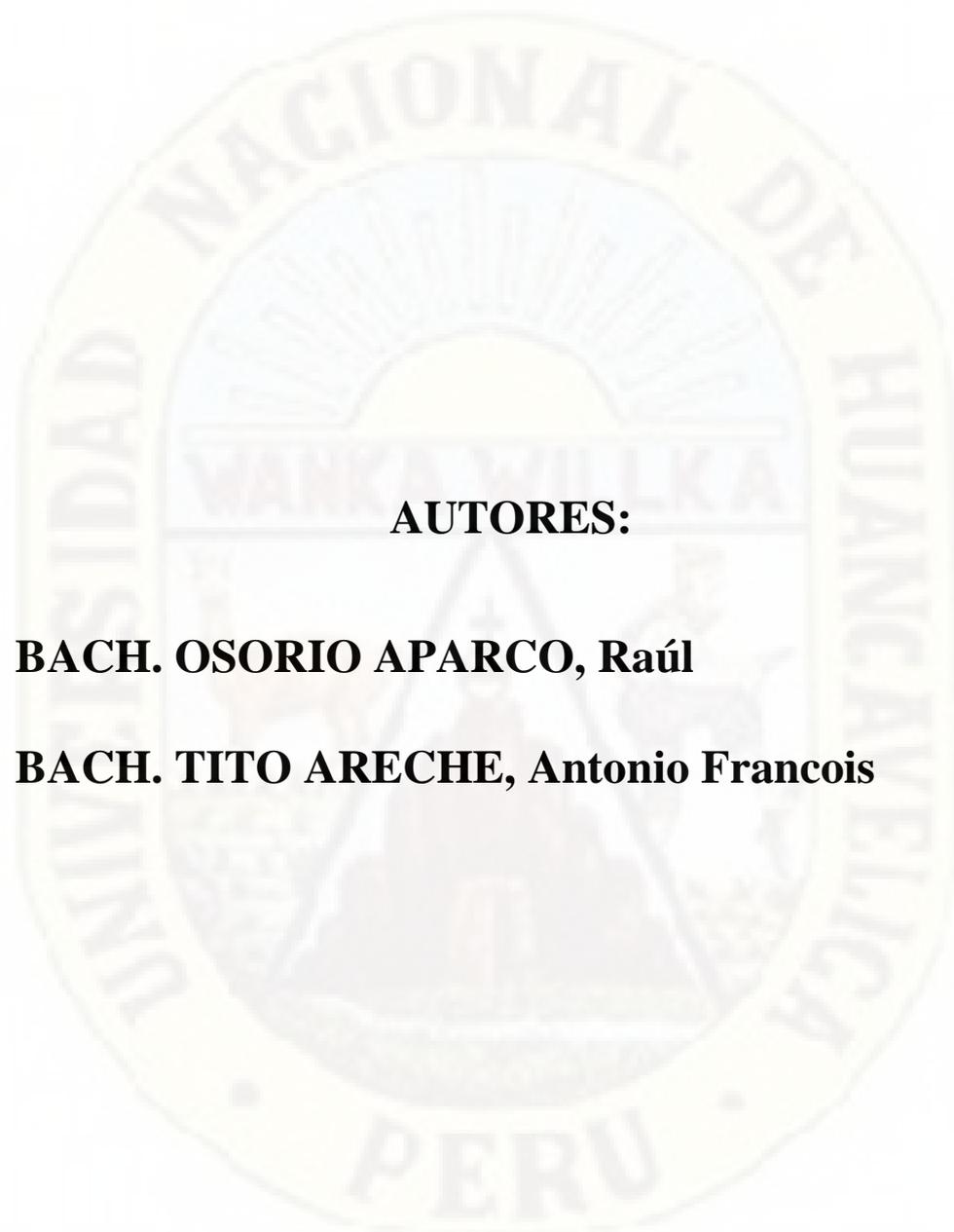

 Sustentante
 TITO ARECHE ANTONIO FRANCOIS


 Sustentante
 OSORIO APARCO RAUL



TITULO

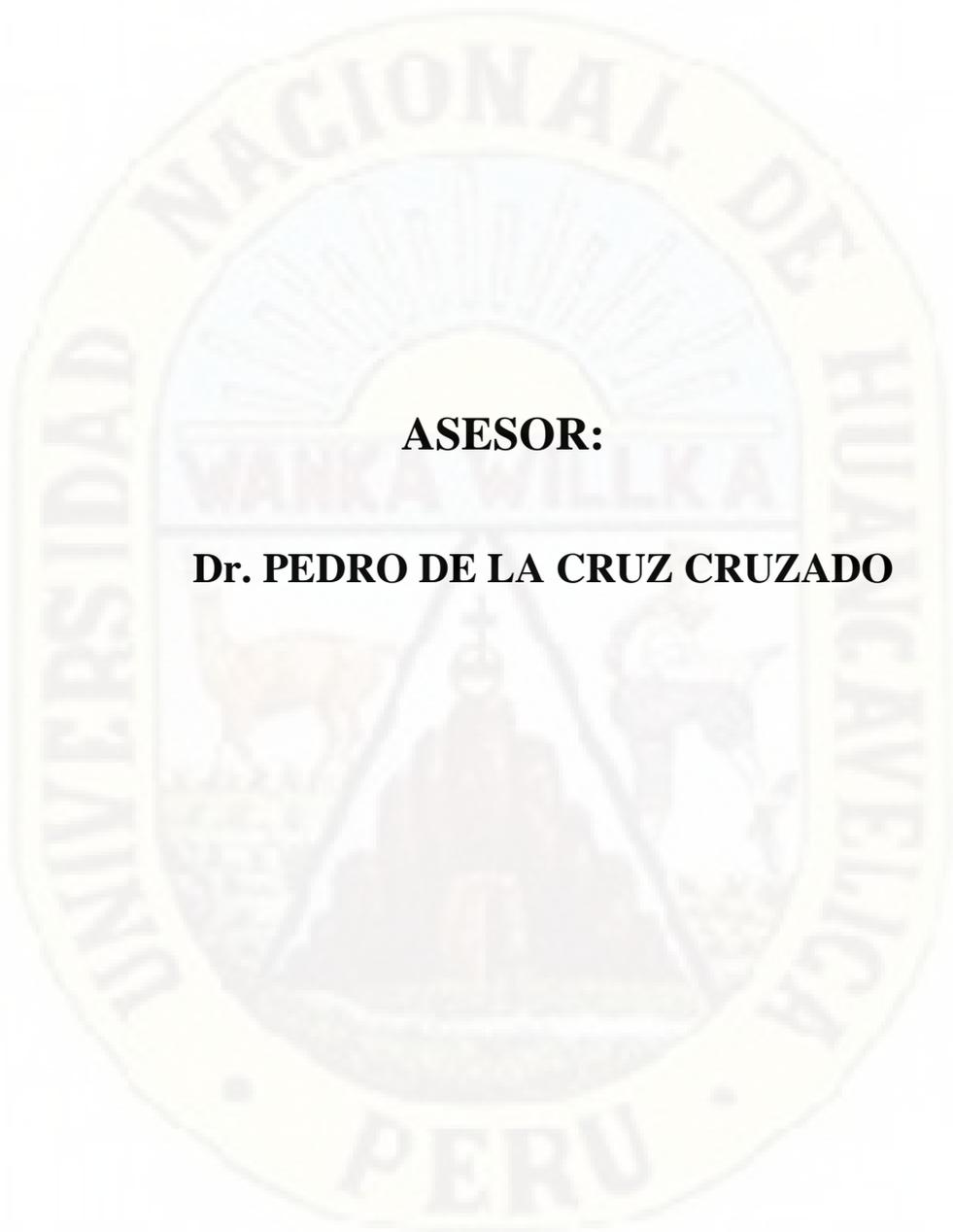
“OPTIMIZACIÓN DEL SOSTENIMIENTO CON CABLE BOLTING PARA LA RECUPERACIÓN DEL MINERAL EN EL TAJO 1964 NIVEL 4264 – UNIDAD MINERA PALLANCATA HOCHSCHILD MINING S.A. – AYACUCHO – 2020”.



AUTORES:

BACH. OSORIO APARCO, Raúl

BACH. TITO ARECHE, Antonio Francois



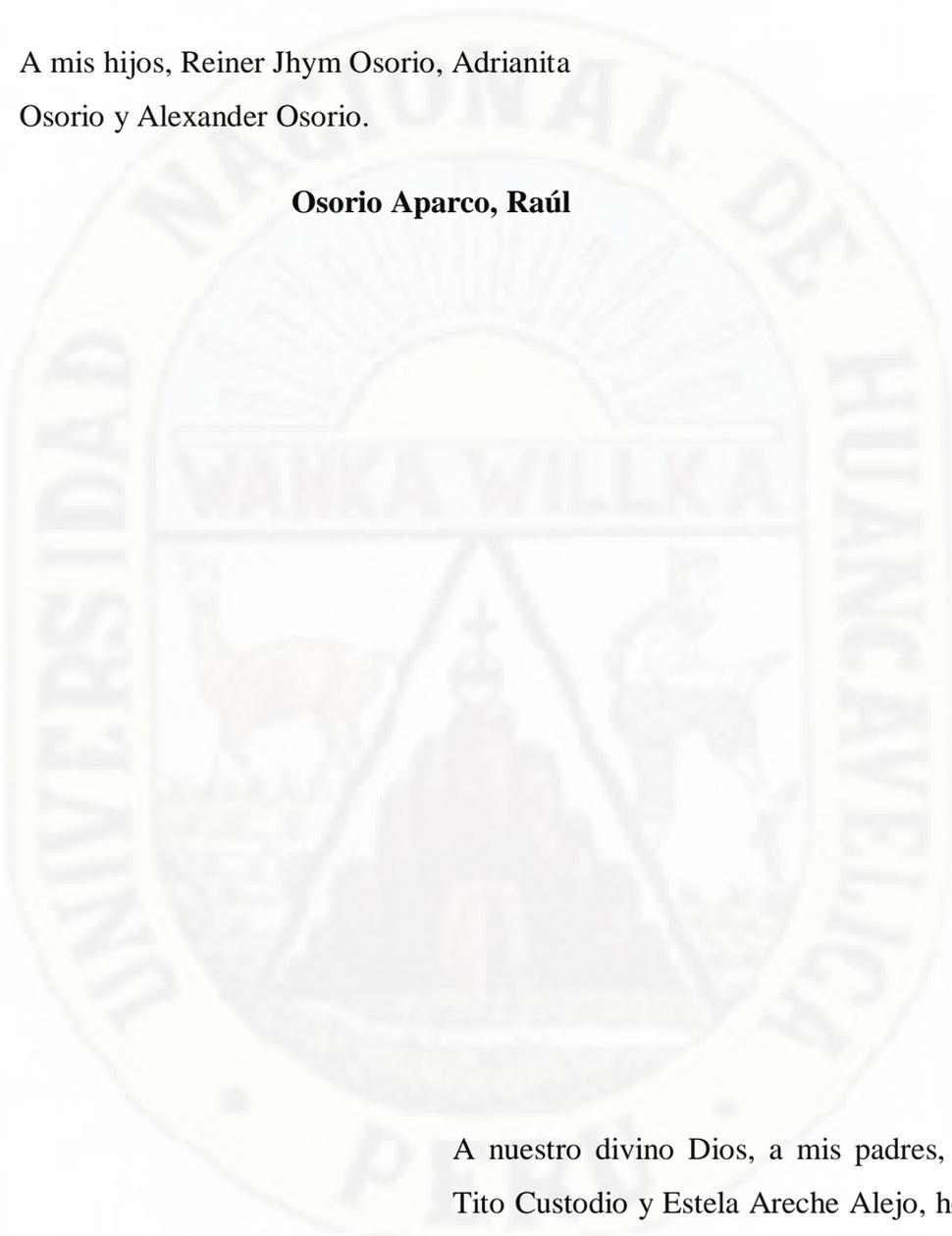
ASESOR:

Dr. PEDRO DE LA CRUZ CRUZADO

DEDICATORIA

A mis hijos, Reiner Jhym Osorio, Adrianita
Osorio y Alexander Osorio.

Osorio Aparco, Raúl



A nuestro divino Dios, a mis padres, Octavio
Tito Custodio y Estela Areche Alejo, hermanos
por apoyarme en todo momento de mi formación
profesional.

Tito Areche, Antonio Francois

AGRADECIMIENTO

Gratitud a dios, único amo de todo conocimiento y certeza, por inspirarnos en cada momento, darnos un amanecer más de vida.

A nuestros padres, hermanos y familiares, por impulsarnos a superarnos en cada momento n cumplir nuestros sueños de ser unos buenos Ingenieros de Minas.

A nuestra morada de aprendizaje, Universidad Nacional de Huancavelica, a nuestros maestros de la Facultad de Ingeniería de Minas.

A nuestros amigos colegas ingenieros de trabajo por encaminarnos y apoyarnos en la asesoría para poder realizar nuestra tesis y logra el grado de titulado en ingeniero de minas.

INDICE

PORTADA	i
TITULO	iii
AUTORES:	iv
ASESOR:	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INDICE	viii
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xv
INTRODUCCION	xvii

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	19
1.3 OBJETIVOS	20
1.4 JUSTIFICACION	20
1.5 LIMITACIONES	21

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES	22
2.2 BASES TEÓRICAS	25
2.3 DEFINICIÓN DE TERMINOS	48
2.4 HIPOTESIS.	51
2.5 VARIABLES	52

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. AMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL.	54
3.2 TIPO DE INVESTIGACION.	69

3.3 NIVEL DE INVESTIGACION	69
3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	69
3.5 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	69
3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	69
3.7 TECNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS.	70

CAPITULO IV

DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 PRESENTACION DE RESULTADOS.	71
4.2 CONTRASTACION DE HIPOTESIS	80
4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	82

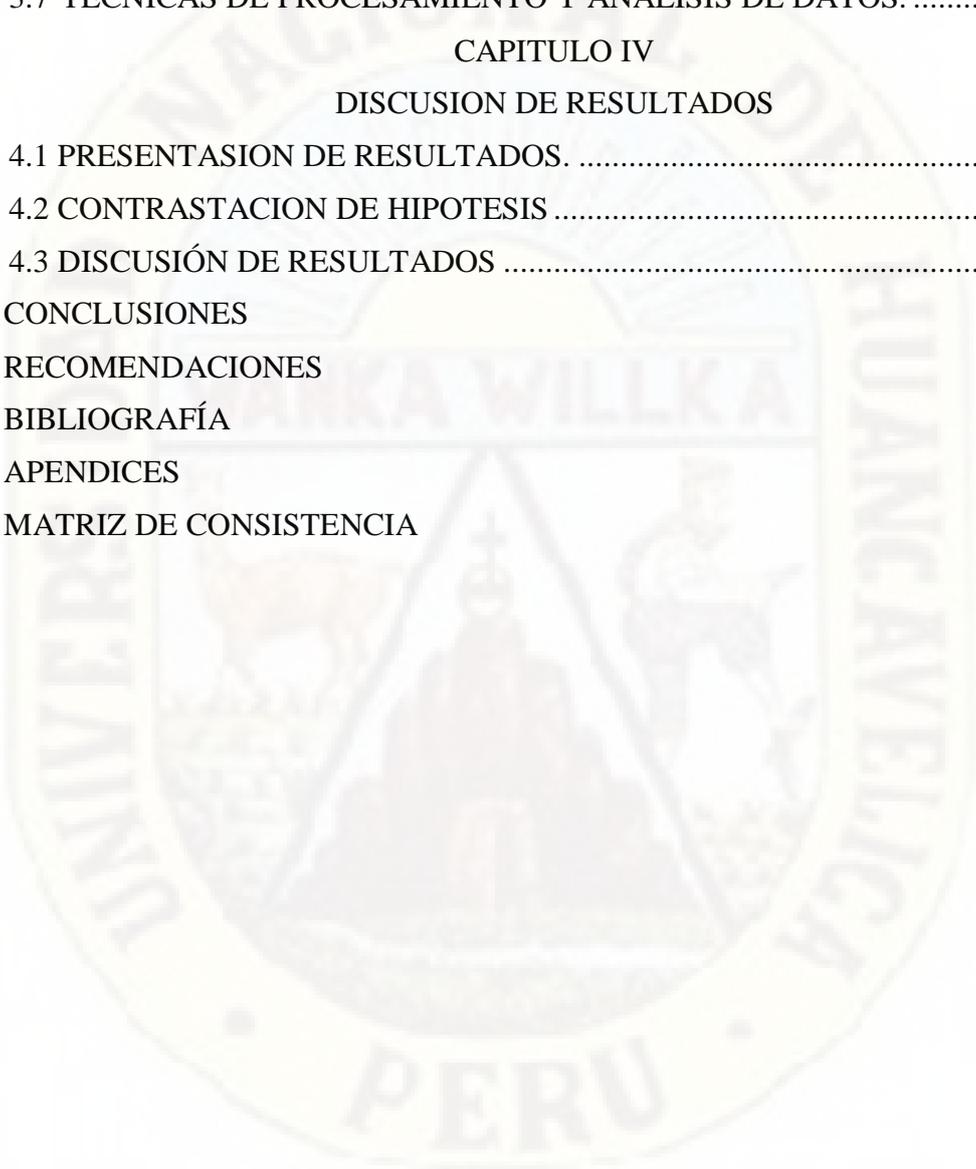
CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

APENDICES

MATRIZ DE CONSISTENCIA



INDICE DE FIGURAS

Figura 01. Distribución de Split Set y la Malla Electro soldada.....	31
Figura 02. Distribución de Split Set y la Malla Electro soldada.....	32
Figura 03. Configuración de cables de anclaje (Hoek, Kaiser y Bawden, 1995).....	34
Figura 04. Método de Explotación Bench Fill (Longitudinal).....	36
Figura 05. Método de Explotación SARC (Transversal).....	38
Figura 06. Diseño de explotación corte y relleno ascendente.....	41
Figura 07. Diseño de minado corte y relleno semimecanizado.....	42
Figura 08. Ciclo de minado método Bench Fill (Taladros largos).....	44
Figura 09. Flujo grama de información.....	47
Figura 10. En la figura se muestra la ubicación de la Unidad Minera Pallancata.....	56
Figura 11. El acceso de viaje de la ciudad de Lima hacia la Unidad Mina Pallancata.....	57
Figura 12. El acceso de viaje de la ciudad de Arequipa hacia la mina Pallancata.....	58
Figura 13. Plano de la geología Regional.....	61
Figura 14. Plano de la geología local.....	66
Figura 15. Plano de la geología estructural.....	68
Figura 16. Vista en planta de la ubicación de la veta Pablo en el nivel 4280 de la mina Pallancata.....	72
Figura 17. Vista en planta de la ubicación de la veta Pablo en el nivel 4262 de la mina Pallanca.....	73

Figura 18. Se ve la instalación del sostenimiento con cable bolting.....	74
Figura 19. Se ve la distribución del sostenimiento con cable bolting.....	75
Figura 20. Se muestra la gráfica de la carga aplicada con desplazamiento.....	76
Figura 21. Niveles de seguridad del personal y equipos en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020.....	78
Figura 22. Niveles de producción de los equipos de recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020.....	78
Figura 23. Nivel de efectividad en las tareas de recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020.....	79
Figura 24. Se muestra las dimensiones del mineral recuperado y sostenimiento con cable bolting.....	79

INDICE DE TABLAS

Tabla 01. Especificaciones Técnicas de Split Set.....	31
Tabla 02. En la tabla 02 se muestra la accesibilidad de la vía Lima hacia la Unidad Minera Pallancata.....	57
Tabla 03. En la tabla 03 se muestra la accesibilidad de la vía Arequipa hacia la Unidad Minera Pallancata.....	58
Tabla 04. Se muestra la descripción del cable bolting.....	75
Tabla 05. Se muestra los datos tomados en campo.....	76
Tabla 06. Se muestra las especificaciones del cable bolting.....	77
Tabla 07: Cantidad de taladros perforados para instalación de cable bolting.....	77
Tabla 08. El mineral recuperado contiene oro y plata. Las dimensiones del mineral son de 15 x 20 x 50 m. con una eficiencia de disparo 98 % en el tajo 1964 del nivel 4264.....	80
Tabla 09. Tabla de resumen de recuperación del mineral.....	80
Tabla 10. Tabla de la producción de mineral con sostenimiento con cable bolting y sin sostenimiento de cable bolting.....	81
Tabla 11. Prueba de muestras relacionadas.....	81
Tabla 12. Presupuesto de la tesis.....	93
Tabla 13. Cronograma de actividades de la tesis.....	94
Tabla 14. Cuestionario de Seguridad y Equipamiento.....	94
Tabla 15. Costo unitario del cable bolting.....	96
Tabla 16. Costo unitario del volquete de 15 m ³	97

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como título: LA OPTIMIZACIÓN DEL SOSTENIMIENTO CON CABLE BOLTING PARA LA RECUPERACIÓN DEL MINERAL, EN EL TAJO 1964, NIVEL 4264 – UNIDAD MINERA PALLANCATA – HOCHSCHILD MINING S.A. – AYACUCHO – 2020. El proyecto nos permite evaluar las inspecciones del lugar de estudio del tajo 1964, nivel 4264, aplicando un reforzamiento de soporte con cable bolting (atornilladas) para rescatar el mineral, realizando un minado masivo de ancho 15 metros a 20 metros y longitud de 50 metros.

La productividad se ejecuta de acuerdo al plan de incremento, organizando los diferentes niveles de productividad, utilizando el método de acuerdo al tipo de yacimiento del mineral, optimizando los costos de operación utilizando el soporte con cable bolting para la rescatar la minera en mayor cantidad.

El proyecto es producto a que se requiere profundizar las labores en la unidad minera para generar mayor extracción de mineral, Ha base los estudios geomecánicos realizados en el macizo rocoso y llevados al laboratorio, es posible realizar medidas de tajeos mediante el minado bench and fill y subniveles ascendentes con rellenos cementado (SARC) con las siguientes características 15 metros de ancho a 20 metros de largo con una longitud de 50 metros, mediante el reforzamiento con cable bolting de longitud de 10 metros, espaciamiento de 3 metros de configuración cuadrada.

Se ha optar por estos métodos de rescate de mineral a acuerdo a investigaciones de estudios realizados de profundización en la beta pablo, de modo que el tipo se roca según RMR y GSI es de tipo IIIB y realizando estudios de estandarización del uso de soporte con cable bolting, se consideró por conveniente de que si pueda ser posible el uso del cable bolting, para poder salir de dudas se realizó unas pruebas de tensado de 22 cables bolting con una tensado adecuado (gata hidráulica), en base a estos criterios con este sistema se permite garantizar la estabilidad de la roca dispuesta da la tronadura masiva.

El consumo de cable bolting para la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4964,

fueron 22 taladros cuya longitud de perforación es de 264 metros lineales con un costo de PU de \$32.58 /m con un costo total equivalente a \$ 8601,12.

Luego de aplicar el reforzamiento con cable bolting en el método de explotación bench and fill se tomó en cuenta las dimensiones para el recate del mineral de 15 metros de ancho con una altura de 16 metros de nivel a nivel y una longitud de 50 metros, recuperando el mineral con un factor de eficiencia a 98 % una cantidad de 32928,00 toneles de mineral.

En conclusión aplicando el soporte con cable bolting, se recupera el mineral en un promedio de 42236.5 tn mensuales y sin aplicar el soporte con cable bolting 20620.9 tn mensuales, de esta manera estaríamos garantizando que la producción del mineral incremente en promedio en un 21615.7 tn mensuales.

Finalmente, la optimización del cable bolting nos permite recuperar el mineral reduciendo los costos.

Palabras clave:

Optimización, cable, mineral, recuperación.

ABSTRACT

The objective of this project is THE OPTIMIZATION OF THE SUPPORT WITH BOLTING CABLE FOR THE RECOVERY OF THE MINERAL, IN THE PIT 1964, LEVEL 4264 – MINING UNIT PALLANCATA HOCHSCHILD MINING S.A. – AYACUCHO – 2020. The project allows us to evaluate the inspections of the study site of the 1964 pit, level 4264, applying a support reinforcement with bolting cable (screwed) to rescue the mineral, carrying out a massive mining of width 15 meters to 20 meters and length of 50 meters.

Productivity is executed according to the increase plan, organizing the different levels of productivity, using the method according to the type of mineral deposit, optimizing operating costs using the bolting cable support to rescue the mining company in greater quantity.

The project is a product of which it is required to deepen the work in the mining unit to generate more mineral extraction, Based on the geomechanical studies carried out in the rocky massif and taken to the laboratory, it is possible to perform pit measurements by means of bench and fill mining and Cemented–filled ascending sublevels (SARC) with the following characteristics 15 meters wide to 20 meters long with a length of 50 meters, by reinforcing with bolting cable of length of 10 meters, spacing of 3 meters square configuration.

These mineral rescue methods have been chosen according to investigations of deepening studies carried out in the beta pablo, so that the type of rock according to RMR and GSI is type IIIB and carrying out standardization studies of the use of cable support bolting, it was considered convenient that if the use of the bolting cable could be possible, in order to clear up doubts, some tensioning tests of 22 bolting cables were carried out with an adequate tension (hydraulic jack), based on these criteria with this system it is allowed to guarantee the stability of the rock arranged by the massive blast.

The consumption of bolting cable for the recovery of the ore in the 1964 pit, level 4964, was 22 drills whose drilling length is 264 linear meters with a PU cost of \$ 32.58 / m with a total cost equivalent to \$ 8601.12.

After applying the reinforcement with bolting cable in the bench and fill exploitation method, the dimensions for the recovery of the mineral of 15 meters wide with a height of 16 meters from level to grade and a length of 50 meters were taken into account, recovering the mineral with an efficiency factor of 98% an amount of 32,928.00 barrels of mineral.

In conclusion, applying the support with cable bolting, the mineral is recovered by an average of 42236.5 tons per month and without applying the support with cable bolting 20,620.9 tons per month, in this way we would be guaranteeing that the production of the mineral increases on average by 21615.7 tons per month. .

Finally, the optimization of the bolting cable allows us to recover the mineral while reducing costs

Keywords:

Optimization, cable, mineral, recovery.

INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación titulada “LA OPTIMIZACIÓN DEL SOSTENIMIENTO CON CABLE BOLTING PARA LA RECUPERACIÓN DEL MINERAL, EN EL TAJO 1964, NIVEL 4264 – UNIDAD MINERA PALLANCATA – HOCHSCHILD MINING S.A. – AYACUCHO – 2020”, ubicada en el departamento de Ayacucho, Provincia de Parinacochas.

La investigación tiene como objetivo determinar la optimización del soporte con cable bolting para rescatar el mineral en el nivel 4264, tajo 1964, de la unidad minera, describiendo las propiedades del macizo rocoso, partir de su evaluación geomecánica, la estimación del costo del cable bolting.

El presente proyecto está compuesto por cuatro capítulos.

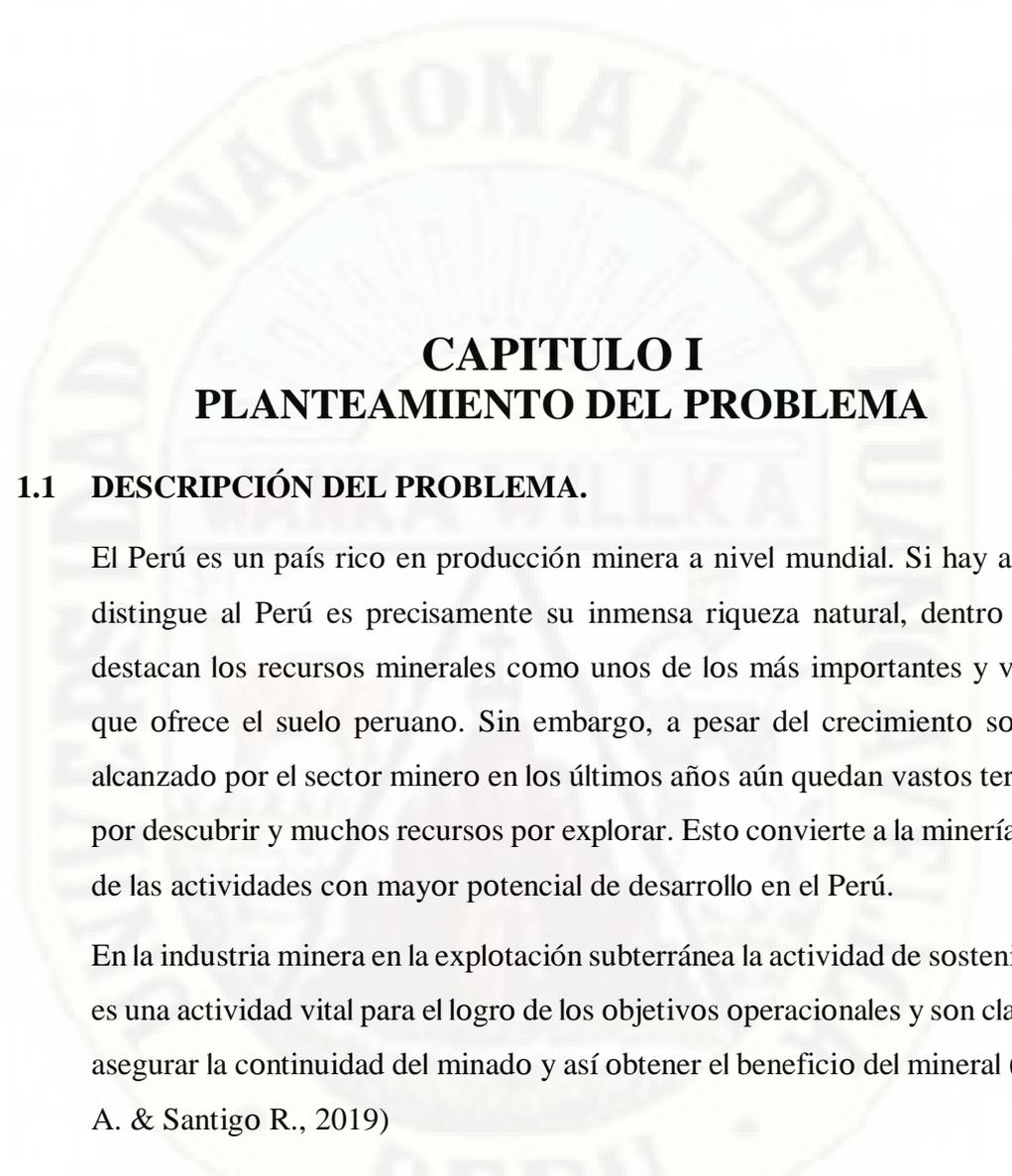
Capítulo I: Expone sobre el planteamiento del problema, formulación del problema (problema general, problemas específicos), los objetivos generales, objetivos específicos, justificación y limitaciones del trabajo de investigación.

Capítulo II: Nos expone sobre el marco teórico, los antecedentes (internacional, nacional, regional), bases teóricas, las variables (dependiente, independiente), las operacionalizaciones de las variables.

Capítulo III: Nos expone sobre la metodología de la investigación, tipo, nivel y diseño de investigación, técnicas y recolección de datos.

Capítulo IV: Nos expone el análisis e interpretación de resultados.

Luego las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y apéndice.



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

El Perú es un país rico en producción minera a nivel mundial. Si hay algo que distingue al Perú es precisamente su inmensa riqueza natural, dentro de ella, destacan los recursos minerales como unos de los más importantes y variados que ofrece el suelo peruano. Sin embargo, a pesar del crecimiento sostenido alcanzado por el sector minero en los últimos años aún quedan vastos territorios por descubrir y muchos recursos por explorar. Esto convierte a la minería en una de las actividades con mayor potencial de desarrollo en el Perú.

En la industria minera en la explotación subterránea la actividad de sostenimiento es una actividad vital para el logro de los objetivos operacionales y son clave para asegurar la continuidad del minado y así obtener el beneficio del mineral (Mucha A. & Santiago R., 2019)

En esta unidad minera, para cualquier tipo de actividades en excavaciones subterráneas, se tiene cuidado en poner énfasis en el conocimiento de mecánica de rocas, con el fin de definir y obtener parámetros e indicadores que nos permitan identificar y valorar las características del macizo rocoso.

La dificultad de los nexos de nuestra investigación son los que implican la

apreciación geo mecánica del macizo rocoso, en el rescate del mineral, en el tanto por ciento de dilución y costos de sostenimiento.

La evaluación geomecánica del macizo rocoso refleja inestabilidad estructural, diversidad mineralógica, discontinuidades de roca, así como las características litológicas. De la misma forma se describen los porcentajes de dilución que, de acuerdo a los procedimientos que se llevan a cabo en esta unidad minera, corresponden al tratamiento del mineral extraído por áreas o módulos, así se logra obtener una reducción significativa de la dilución. **(Quispe Bautista & Rosales Rojas, 2019).**

En lo que concierne al incremento del radio hidráulico, en esta unidad minera, se realizan procesos de diseño de este parámetro, lo que en este estudio se indican al detalle. Para la otra sub variable que corresponde a los costos, se registran los cuadros comparativos de los otros sistemas de sostenimiento, tales como cimbras, shotcrete, pilares, con nuestra propuesta que es sostenimiento con cable bolting.

Las tareas de soportes en las excavaciones subterráneas en la unidad minera involucran para el trabajo de investigación los estudios de la evaluación geomecánica, el sistema de 22 sostenimiento con cable bolting, los métodos de rescate de mineral, el incremento del radio hidráulico, los métodos de reducción del tanto por ciento de dilución y los costos del soporte, toda vez que las labores en minería subterránea implican realizar labores muy complejas y de gran magnitud de tal manera que se pueda garantizar la seguridad de los trabajadores y la eficiencia de los métodos de explotación. En tal sentido se requiere hacer un correcto análisis y estudio de las condiciones estructurales del macizo rocoso, lo que ha de servir como punto de partida muy confiable, respecto de las labores de seguridad y productividad en las actividades mineras. Al realizar la evaluación del macizo rocoso se requiere identificar los factores involucrados en los deslizamientos. Estos factores son los siguientes: geológicos, ambientales, relativos al campo de esfuerzo, los que conciernen a los métodos de explotación, de efectos de disparo, perforación deficiente, desgaste del elemento estructural, comportamiento de las aguas de infiltración subterránea y los métodos

incorrectos de refuerzo y soporte, así como la falta de preparación del capital humano para este tipo de labores subterráneas.

En la Empresa Hochschild Mining S.A. Unidad Minera Pallancata, existe un nivel bajo de producción de mineral, debido a la producción en menor volumen que se produce de los tajos convencionales en mina, donde las vetas son angostas con potencias que varían entre 0.30 a 2.10 m, por los altos valores de dilución y la inestabilidad de las cajas de las rocas. Son algunos de los aspectos que restringen el nivel de producción hasta 590.36 TM/día en promedio y debido que las reservas en vetas se redujeron significativamente en tajos convencionales y la necesidad de profundizar para incrementar la recuperación del mineral, para obtener mayor producción y rentabilidad en el yacimiento minero con bajos costos de operación.

No obstante, la empresa con el fin de incrementar las reservas, la productividad y la parte operativa de producción mina, se tiene este nuevo diseño y planeamiento en la veta Pablo con una potencia de 10.4 metros como nueva alternativa de minado en taladros largos con el propósito de revertir, controlar las cajas y mantener el nivel de producción diario en 887 TM/día en un periodo a corto plazo y paulatinamente incrementar el nivel de producción a 1450 TM/día en un periodo a largo plazo en su máxima explotación.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1 PROBLEMA GENERAL:

¿De qué manera influye la optimización del sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho 2020?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS:

¿En qué medida interviene la optimización del sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho 2020?

¿En qué medida influye la seguridad del personal y equipos con la

optimización del sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho 2020?

¿Cómo incide los costos en la optimización del sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho 2020?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL:

Determinar la influencia de la optimización del sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata, Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Definir la intervención de la optimización del sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild, Mining S.A. Ayacucho en el año 2020.

Determinar en qué medida influye la seguridad del personal y equipos en la optimización del sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho 2020.

Comprobar la incidencia de los costos en la optimización del sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho 2020.

1.4 JUSTIFICACION

La investigación del proyecto de tesis, requiere permanentemente de incrementos de nuevos métodos de sostenimiento para el incremento de producción en la recuperación del mineral.

Médiante la aplicación del sistema de sostenimiento con cable bolting proporcionamos mayor seguridad a los personales y equipos del empresa minera, reduciendo el índice de seguridad, accidentes e incidentes en la unidad minera.

En la actividad minera, el sostenimiento es la actividad primordial para poder seguir con las labores mineras, generando mayor producción a extraer en mineral, la evaluación geomecánica, que se relaciona con, métodos de extracción previamente diseñados, por lo que, teniendo en cuenta que la caracterización geomecánica genera mayor confiabilidad sobre el pronóstico relativo al comportamiento del macizo rocoso, la investigación se justifica, en cuanto se utiliza el sostenimiento con cable bolting el tajo la recuperación del mineral será en mayor volumen y se disminuye los accidente, incidentes del personal y de los equipos.

En la investigación del proyecto de tesis veremos las ventajas del uso del cable bolting en las áreas de trabajo debidamente fortificadas (hastiales, frente y corona), lo que busca con este estudio es la recuperación de mineral generando mayor seguridad y viendo la estimación de los costos, Por otra parte, es necesario señalar que para el desarrollo de la presente tesis los investigadores han utilizado tablas para la recopilación de información de muestreo de campo por parte del departamento de geomecánica de la unidad minera Pallancata, así como para el procesamiento de información en los trabajos de gabinete que puede servir de base para otras investigaciones similares

1.5 LIMITACIONES

La investigación tuvo sus limitaciones en la recopilación de datos, la escasa información para el desarrollo de la investigación debido a que dicha información es confidencial en las empresas mineras.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Según, Romero C. , (2012), Tesis Análisis de sismicidad inducida en mina subterránea río blanco sector norte III panel áreas 15, 16 y 17 nivel 16 hundimiento Codelco división andina Departamento de Geofísica Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Universidad de Concepción, Chile, en su resumen menciona: Un proceso de fracturamiento en un macizo rocoso dentro de la actividad minera involucra una perturbación dinámica, la cual induce mecanismos de reequilibrio que dan paso a procesos de deformación tras superar cierto umbral de resistencia dentro de la roca. Estos procesos de reequilibrio generan la apertura de estructuras y/o fallas pre-existentes, es decir, rupturas en el macizo su adecuado control se transforma en una herramienta que permite un seguimiento y proporciona una operación segura tanto para el personal, maquinaria e infraestructura.

Según Barrientos (2014), en su estudio Análisis de factores operacionales en detenciones y productividad de sistema de carguío y transporte en minería a cielo abierto, tiene como objetivo encontrar el escenario que disminuya en mayor medida las detenciones operacionales correspondientes a cambios de turno y

colaciones, y, en consecuencia, aumente la productividad del sistema de carguío y transporte hasta la planta de chancado. Donde determina el tiempo de ciclo total posee una alta correlación negativa con una estimación de productividad para cada ciclo, el resultado es esperado y sigue la lógica de la teoría, dado que la estimación de productividad se realiza sobre la división entre el tamaño de tolva y el tiempo que tomó en realizar el ciclo

ANTECEDENTES NACIONALES

Según, Quispe B. & R., (2019), en su tesis titulado “Implementación del sistema de sostenimiento con cable bolting para la recuperación del mineral”, tuvo como objetivo la evaluación en la implementación del sistema de sostenimiento con cable bolting para la recuperación de mineral en la veta Pablo de la Unidad Minera Pallancata.

Su metodología de trabajo fue la profundización de labores subterráneas genera altos costos operacionales por lo que es importante generar programas de optimización y reducción de costos, controlando y mejorando las variables operacionales en el método de explotación aplicado en la unidad minera. En base a estos criterios, controlar la dilución y mejorar la recuperación de mineral aplicado en la unidad minera es de vital importancia en la aplicación del presente estudio.

De acuerdo a los estudios geomecánicos desarrollados en el macizo rocoso, es factible dimensionar tajeos mediante el minado Bench and Fill y subniveles ascendentes con relleno cementado (SARC) con las siguientes características: ancho de 15 a 20 m con longitud 50 m, mediante el reforzamiento con cable bolting de 10 m con espaciamiento de 3 m en configuración cuadrada

Legando a las siguientes conclusiones: La influencia en la implementación del sistema de sostenimiento con cable bolting permitió controlar la dilución de 17.43% a 15.13%, y mejorar la recuperación de mineral en el Nv. 4306, obteniendo un descenso del 2.3%, lo que genera el incremento de la ley de cabeza y por lo tanto mejorar el valor presente neto (NPV); Los valores obtenidos en la evaluación geomecánica RMR y GSI fueron de: estación geotécnica EG – 01 fueron de 66 y 68, con calidad de roca buena B y buena respectivamente; estación

geotécnica EG – 02 fueron de 68 y 69, con calidad de roca buena B y buena respectivamente y estación geotécnica EG – 03 fueron de 69 y 72, con calidad de roca buena B y buena respectivamente.

Según, Mucha A. & Santiago R.,(2019), en su tesis titulado “Aplicación de cable bolting como reforzamiento del sostenimiento para poder estabilizar al macizo rocoso, en la unidad de producción Carahuacra – Compañía Minera Volcan S.A.A.”,con su objetivo

Principal de estabilizar las labores mineras al usar cable bolting como reforzamiento del sostenimiento en las operaciones mineras en Compañía Minera Volcán S.A.A. – Unidad Carahuacra, durante el año 2018.

Llegando a las siguientes conclusiones: El uso del cable bolting como reforzamiento del sostenimiento del tajo, desde el punto de vista geomecánico es debido a: al efecto de la voladura, tamaño y geometría de la labor minera, el desatado de la rocas y su índice RQR; el índice RQR de la labor de estudio está entre 39 y 42, a lo largo de la toda la preparación, considerando techo, piso y estructura. Debido a que Según mapeos se tiene una falla/Veta que es el control estructural Presenta espejo de falla en la caja techo y caja piso. Alteración argilítica en la caja techo (60 cm aprox.), en la caja piso presencia de Óxidos y relleno limoso (40 cm Aprox).

ANTECEDENTES REGIONALES

Según, jeancarlo rose Vargas Ontiveros (2017), en su tesis implementación de la producción mediante mecanización de tajos con equipos minijumbo en la cia minera kolpa – U.O. Huachocolpa, el objetivo principal será lograr el incremento de la producción en la cia minera kolpa, para la cual formularon la siguiente interrogante ¿como incrementar la producción mensual en la unidad minera.

Llegaron a la siguiente conclusión:

PRIMERO. – La producción diaria se incrementó a 850 TM. y la producción mensual a 5300 TM, haciendo un total de 63000 TM. Durante el año 2017. Esta producción se viene ejecutando a diario como lo muestra los cuadros anteriores, actualmente contamos con un superávit por guardia de hasta 200 TM. Gracias a

la producción ejecutada con Minijumbo Muki. Los resultados obtenidos mediante las pruebas fueron satisfactorias, para demostrar que el rendimiento del equipo Minijumbo Muki es mayor al rendimiento con maquina Jackleg, la cantidad de taladros perforados por hora prácticamente son 3 veces más rápido para el equipo Minijumbo Muki.

SEGUNDO. – Queda demostrado que con la mecanización de Tajeos los costos operativos, costos de producción son menores con el equipo Minijumbo Muki. Tanto para mano de obra, uso de equipos, etc. Todos estos Costos se ven reflejados en los Precios unitarios. De igual manera las ratios obtenidas en cuanto al costo de producción con equipo Minijumbo son considerablemente bajos, a excepción del costo máquina. Las ratios de rendimiento y producción son favorables para el equipo Minijumbo Muki en todo aspecto comparados con los ratios de producción con maquina Jackleg.

TERCERO. – El seguimiento a las operaciones con el Minijumbo Muki, permitió describir y mejorar el proceso productivo, generando pautas para optimizar el proceso, se realizaron los cambios de malla de perforación para obtener un mejor control de las cajas, se permitió reducir el consumo de explosivos con una fragmentación adecuada y se logró establecer un ciclo de minado adecuado a la necesidad de producción de mina.

CUARTO. – Con el incremento de producción se puede completar la capacidad de planta que bordean las 850 TM de igual manera se tiene reservas en la cancha de mineral, con esto se justifica la investigación, donde el objetivo principal era cubrir la capacidad de tratamiento de planta.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Cable bolting

En minería subterránea, los cables de anclaje son efectivos para detener el movimiento de la roca encajonante de los tajeos de explotación y otras excavaciones mayores. Recomendaciones:

- Los cables de anclaje, en labores mineras, por lo general son del tipo cementados sin tensión y se instalan antes del comienzo de la

explotación del tajeo y podrán continuar colocándose conforme avanza ésta.

- En la instalación de los cables deberá tenerse en cuenta lo siguiente: El diámetro de la perforación debe ser tal que permita el ingreso del cable y de las mangueras de inyección y purga.

En el rendimiento de los cables cementados el componente más débil es el sistema cemento/cable.

Por tanto, se sugiere el empleo de algún tipo de cable modificado que proporcione mayor fuerza de arranque como serían (entre otros) los cables bulbados:

- Birdcaged strand,
- Nutcaged strand
- Bulbed strand

La relación agua/cemento (a/c) de la pasta de cemento deberá ser lo suficientemente baja (ej. $a/c = 0.3$) para que el cable adquiriera una alta resistencia al arranque.

El empleo de aditivos ayudará a reducir al máximo la relación agua/cemento. (ej. súper plastificantes, agentes reductores de agua etc.).

La elección de la bomba adecuada es fundamental para la inyección de pasta de cemento muy viscosa (baja relación agua/cemento).

De los dos métodos de inyección que existen: inyección por la boca de taladro y/o por el fondo del taladro, se deberá elegir aquel que garantice el llenado total del taladro, sin que se produzcan vacíos (burbujas) interiores que reducirán el esfuerzo de confinamiento.

En las minas peruanas, los cables cortos de anclaje son anclados empleando el método de inyección del “tubo retráctil”.

El diámetro mínimo de la manguera de purga deberá permitir la circulación de la pasta de cemento por ella. El retorno de la pasta de cemento por la manguera de purga, indica que el taladro ha quedado completamente

inyectado.

Radio hidráulico

El concepto de radio hidráulico para tomar en cuenta el tamaño y forma de un plano de tajeo bajo análisis fue introducido por Laubscher y Taylor (1976). El radio hidráulico es el cociente del área de muro de tajeo y el perímetro de muro de tajeo, y favorece formas largas y estrechas sobre formas cuadradas. Evaluar el radio hidráulico es fácil ya que la mayoría de formas de tajeo no son muy complejas. La metodología permite el análisis de superficies de tajeo muro por muro. La relación entre radio hidráulico (o sea área/perímetro) y longitud de excavación, dada por una altura fija, usualmente definida por el intervalo de subnivel, es proporcionada por:

- $HR = (H)(L) / 2(H+L)$
- $L = 2(H)(HR) / H - 2(HR)$

Dónde: HR es el radio hidráulico y H y L son la altura y longitud del muro de tajeo, respectivamente. A fin de determinar las longitudes sin sostenimiento máximas permisibles, es necesario determinar primero la altura o la anchura de la excavación. Para muros verticales, esto generalmente se relaciona con las dimensiones de piso a piso para la superficie de tajeo en consideración.

Factores y mecanismos condicionantes de la dilución

Diversos autores, a través del estudio de casos históricos o mediante modelamiento numérico de distintos casos representativos (Capes, 2009) destaca que la cantidad de dilución por sobre excavación observada y medida está fuertemente condicionada a cinco aspectos fundamentales que guardan relación con: la geometría de la excavación, la orientación de los esfuerzos principales y la competencia del macizo rocoso. Siendo estos:

- ❖ **Altura del caserón:** Asociada a la desviación excesiva de los tiros de producción conforme se aumenta la distancia de perforación, o a la estabilidad del macizo rocoso a medida que se aumenta la altura y con

esto la luz máxima de exposición.

- ❖ **Ángulo de inclinación de la pared colgante:** Mientras más inclinada se encuentra la pared colgante, mayor será la dilución por sobre excavación debido a la presencia de esfuerzos verticales actuando sobre el macizo circundante, y al aumento de la altura real de la pared.
- ❖ **Tensor de esfuerzos imperante:** Se genera una zona de relajación en la pared colgante, debido a una redistribución de los esfuerzos hacia los abutments. Se ha demostrado que la relajación puede causar condiciones de esfuerzos casi nulas lo que reduce la capacidad de la excavación de autosoportarse en un macizo fracturado y aumenta la probabilidad de formación de grietas nuevas (Diederichs & Kaiser, 1999) Forma y tipo de caserón: esto hace referencia a la relación de aspecto que presenta un caserón. Se ha concluido que caserones más altos que anchos presentan menor dilución que sus pares con forma más cúbica (Henning, 2007)
- ❖ **Secuencia de extracción:** Se alude a la secuencia de extracción ascendente de caserones con posterior relleno, en donde los caserones primarios, que se caracterizan por estar rodeados de roca presentan índices de dilución menores que los caserones terciarios que se rodean de pilares compuestos de relleno cementado.

2.2.2 Condiciones Geomecánicas de la Caja Techo

Características de Roca Intacta

Las características de la roca intacta de la caja techo de veta Pablo se determinó en base a los ensayos de mecánica de rocas realizados en testigos de los sondajes ejecutados en los niveles 4306 y 4322 y de los sondajes exploratorios ejecutados a partir del nivel 4350.

Las muestras de roca son de composición dacítica probablemente pertenecientes a la Unidad Subvolcánica, cuyos constituyentes mineralógicos principales son cuarzo (5% a 25%), plagioclasas (5% a 15%) y biotitas (5% a 10%) englobados en una pasta consistente en

microcristales de sílice y feldespatos.

La resistencia a la compresión uniaxial de la roca intacta en la caja techo varía entre 62 a 85 MPa y de acuerdo a ensayos esclerométricos la resistencia de la roca intacta varia de 90 a 95 MPa, clasificándose como una roca resistente (R4).

2.2.3 Sostenimiento

Soporte, consistente en cerchas de acero o concreto, shotcrete o cuadros de madera, son diseñados para estabilizar la masa rocosa mediante el control del colapso progresivo o deformación de la misma. En términos simples se dice que el refuerzo en un sistema “activo” mientras que el soporte es uno “pasivo”

➤ **Dentro del Sostenimiento Activo:** Perno Helicoidal, Split Set, Perno Hidrabolt, Pernos Python, Cintas Straff, Arcos Noruegos.

➤ **Dentro del Sostenimiento Pasivo:** Shotcrete, Cuadros de Madera, Cimbras metálicas, Jack Pot, Pack Pad, Malla Electrosoldada, Cuadros metálicos.

Con Split Set y Malla Electrosoldada

Los Split set son tubos de acero con una ranura a lo largo de su eje, con un extremo ahusado y en el otro con un anillo de acero. Al ingresar a un taladro de menor diámetro el tubo se cierra ligeramente, lo que le permite fijarse a la roca y trabajar por fricción.

El perno dividido es un nuevo tipo de ancla que ancla completamente la roca y fortalece activamente la roca circundante, su parte tridimensional es una tubería de acero de alta resistencia con corte longitudinal, cuando se instala en un orificio de perforación que es ligeramente más pequeño que el diámetro de la tubería.

Mientras que las mallas electro soldadas son elemento de sostenimiento formado por alambres soldados eléctricamente en forma perpendicular. Sirven para retener fragmentos de roca y trabaja en forma conjunta con los

pernos Split sets, helicoidales, etc. Las especificaciones son:

Tabla 01

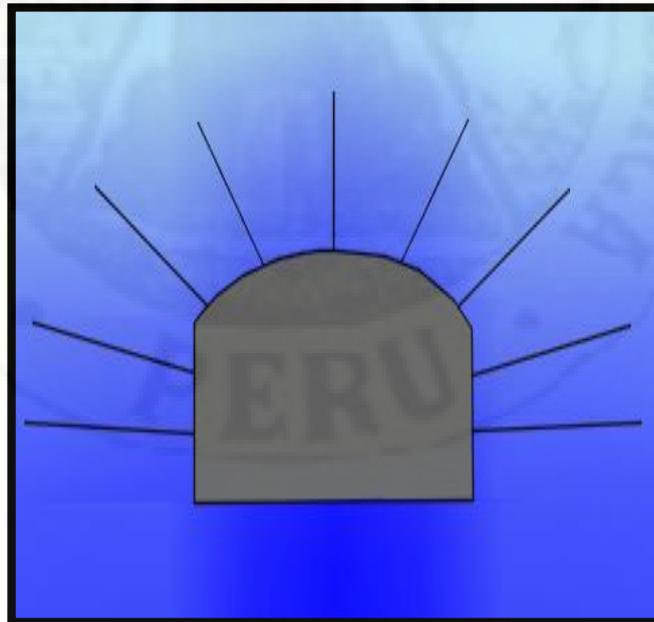
Especificaciones Técnicas de Split Set

ESPECIFICACIONES TECNICAS – SPLIT SET	
Diametro	40mm
longitud	3,4,5,7 pies
espesor	2.4 mm
tolerancia	+/- 0.5mm
peso	1.84 kg/m (+/- 0.01kg)
Tipo de acero	ASMT grado 60
Capacidad de soporte	1.0 tn /pie
Resistencia a la tracción	700Mpa
Elongación	0.2
Diámetro de perforación	36 –38 mm
Diámetro de anillo	8.0 mm

Fuente: Elaboración propia

Figura 01

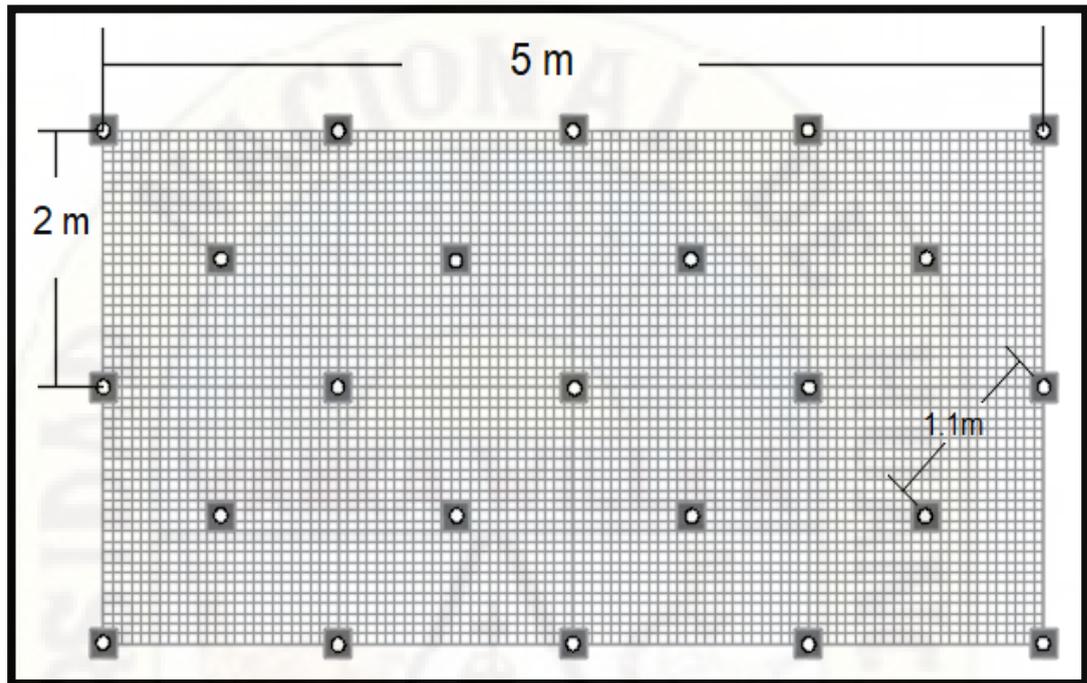
Distribución de Split Set y la Malla Electro soldada.



Fuente: Elaboración propia

Figura 02

Distribución de Split Set y la Malla Electro soldada.



Fuente: Elaboración propia

Relleno

El servicio de relleno es una actividad muy importante y forma parte del ciclo de minado, en vista de eso se programó los siguientes rellenos.

Relleno cementado

El relleno cementado, consiste en la clasificación de agregados (zarandeo) ó chancado a una granulometría mejor a 2.5 pulgadas, estos agregados se obtenido de la cancha de desmonte actual y serán transportados a la planta de dosificación y mezclado ubicada en Pallancata Oeste, en dicha planta se le agregará entre 60 a 80 kg/m³ de cemento y agua de modo tal de obtener una mezcla con un slum de 10.5 pulgadas y una resistencia de 0.60 Mpa a los 14 días. El mismo que será transportado por intermedio de volquetes hacia la chimenea RB 2 de Pablo y por esta hacia interior mina, en interior mina será recepcionado por scooptrams que lo transportarán a los tajos como disposición final. Este tipo de relleno será utilizado para el método de minado SARC.

Relleno detrítico

El relleno detrítico (desmonte), será utilizado para rellenar los espacios vacíos generados por el método de explotación banqueo y relleno (BF) y en parte los blocks finales del método SARC. El material será obtenido de los diferentes frentes de avance en desmonte y si faltará será transportada desde la desmontera hacia las labores de interior mina.

Cable Bolting,

En minería subterránea, los cables de anclaje son efectivos para detener el movimiento de la roca encajonante de los tajeos de explotación y otras excavaciones mayores.

- Los cables de anclaje, en labores mineras, por lo general son del tipo cementados sin tensión y se instalan antes del comienzo de la explotación del tajeo y podrán continuar colocándose conforme avanza ésta.
- En la instalación de los cables deberá tenerse en cuenta lo siguiente: o El diámetro de la perforación debe ser tal que permita el ingreso del cable y de las mangueras de inyección y purga.

En el rendimiento de los cables cementados el componente más débil es el sistema cemento/cable (Kaiser, 1992); por tanto, se sugiere el empleo de algún tipo de cable modificado que proporcione mayor fuerza de arranque como serían (entre otros) los cables bulbados: Birdcaged strand, Nutcaged strand y Bulbed strand (Hutchins, 1990 y Garford, 1990).

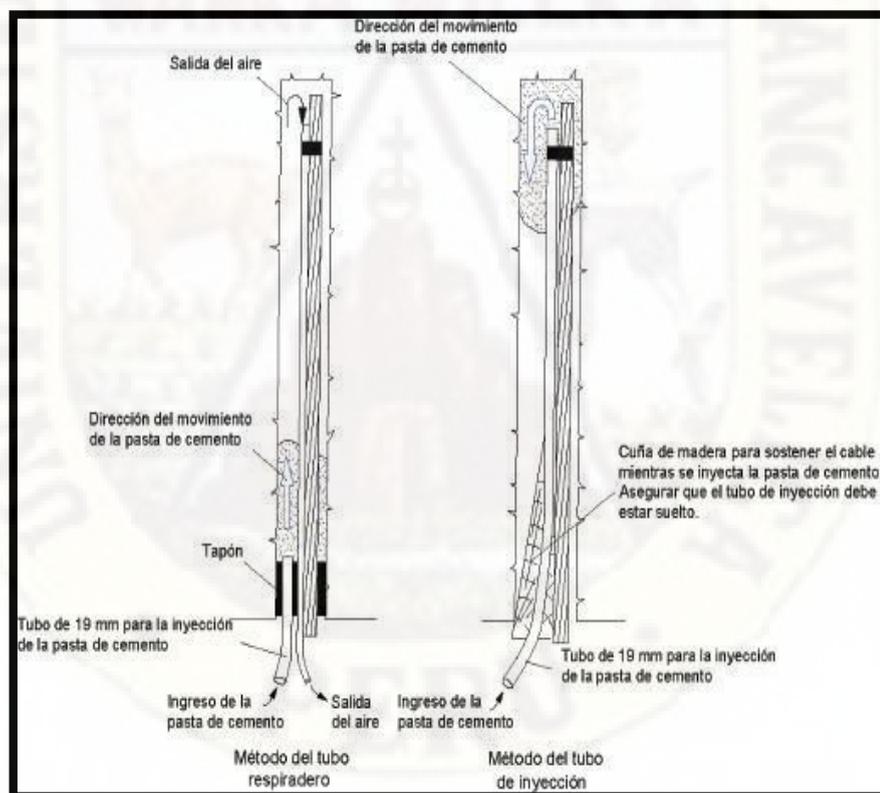
- La relación agua/cemento (a/c) de la pasta de cemento deberá ser lo suficientemente baja (ej. $a/c = 0.3$) para que el cable adquiera una alta resistencia al arranque.
- El empleo de aditivos ayudará a reducir al máximo la relación agua/cemento. (ej. súper plastificantes, agentes reductores de agua etc.).
- La elección de la bomba adecuada es fundamental para la inyección de pasta de cemento muy viscosa (baja relación agua/cemento).
- De los dos métodos de inyección que existen: inyección por la boca de taladro y/o por el fondo del taladro, se deberá elegir aquel que garantice el

llenado total del taladro, sin que se produzcan vacíos (burbujas) interiores que reducirán el esfuerzo de confinamiento.

- En las minas peruanas, los cables cortos de anclaje son anclados empleando el método de inyección del “tubo retráctil”.
- El diámetro mínimo de la manguera de purga deberá permitir la circulación de la pasta de cemento por ella. El retorno de la pasta de cemento por la manguera de purga, indica que el taladro ha quedado completamente inyectado.

Figura 03

Configuración de cables de anclaje



Fuente: Hoek, Kaiser y Bawden, 1995.

Instalación del cable:

- A. **Método del tubo respiradero.** En la Figura 02, se muestra el método de inyección llamado “de tubo respiradero”. Este es el método más común para instalar cables (trenzado simple) en taladros ascendentes. La pasta de

cemento con relación agua/cemento = 0.30 – 0.35. Se inyecta por la boca del taladro con una tubería de inyección de un diámetro 19 mm, el aire se purga a través de un tubo de 9 mm de diámetro. Se detiene la inyección cuando la pasta de cemento regresa por el tubo respiradero, es importante que al terminar la inyección el tubo de purga quede completamente lleno de pasta de cemento.

B. Método del tubo de inyección. Este método se puede usar en taladros ascendentes y descendentes con cables de trenzado simple. En la Figura 9–11 (derecha) la inyección se realiza con una manguera de 19 mm de diámetro que se extiende hasta el fondo del taladro. La pasta de cemento se inyecta por este tubo. Este método permite usar una baja relación agua cemento (0.3 a 0.35) y no existe el peligro de que se formen burbujas en el taladro. El taladro se considera inyectado cuando aparece una pasta acuosa en la boca del taladro y se debe continuar bombeando hasta que aparezca una pasta de cemento gruesa. La tubería de inyección debe estar sujeta con cinta adhesiva en el fondo del cable o ser retirada lentamente, a medida que el taladro se va llenando, en este último caso se debe tener cuidado que los volúmenes de tubería desalojada y de ingreso de pasta coincidan para no generar vacíos en el taladro.

2.2.4 Métodos de explotación

a) Métodos de explotación aplicados en zona pablo

Una vez definido las Reservas de Mineral, se procede a seleccionar el método o los métodos de explotación de acuerdo a las características del yacimiento, con ello se determina el dimensionamiento geométrico de la mina, la determinación del ritmo anual de producción y la ley mínima explotable (Cut Off).

En el pasado la selección del método a explotar se basaba en las experiencias de otras minas con yacimientos similares. En la actualidad la selección del método se basa en el costo de capital incurrido, geometría del yacimiento (buzamiento), distribución de leyes, propiedades

geomecánicas del mineral y rocas encajonantes, limitaciones ambientales y permisos, condiciones sociales, etc.

Se tiene una bibliografía extensa de los diferentes métodos de explotación subterránea los cuales se resumen en el siguiente cuadro:

Para el caso de estudio se ejecutarán 3 métodos de explotación: Bench Fill, SARC, y Corte y Relleno Ascendente.

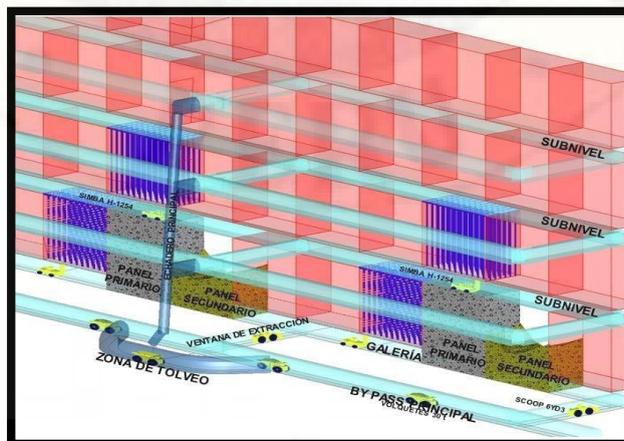
b) Método de Explotación Bench Fill (BF – Taladros Largos)

También denominado explotación longitudinal; la explotación se realiza a través de subniveles y niveles horizontales a intervalos verticales fijos, la distancia entre los subniveles es de 12m. Se desarrollan galerías que cubren la potencia completa del mineral y según sea el sistema de perforación en abanico, anillo o paralelo (en nuestro caso de estudio se ha fijado el paralelo). Siendo un subnivel de perforación y el otro de extracción. Aplicando una combinación de relleno para no dejar espacios vacíos y poder minar los puentes y pilares

Este tipo de método se aplica en yacimientos con potencias mayores a 2m y con una inclinación superior a 50° con contactos bien definidos entre el mineral y la roca encajonante.

Figura 04

Método de Explotación Bench Fill (Longitudinal)



Fuente: Departamento de Planeamiento Unidad Minera Pallancata

c) Método de Explotación Subniveles Ascendentes con Relleno Consolidado (SARC)

También llamado explotación transversal; en este método el depósito se divide en varios subniveles con espacios regulares de 2 a 15m de separación. Cada subnivel se desarrolla con una red regular de galerías que penetran a la sección completa del mineral; siendo en los depósitos amplios las galerías dispuestas como cruceros desde una galería en la caja piso. Desde los subniveles se perfora con taladros largos en una plantilla en forma de abanico o en forma vertical.

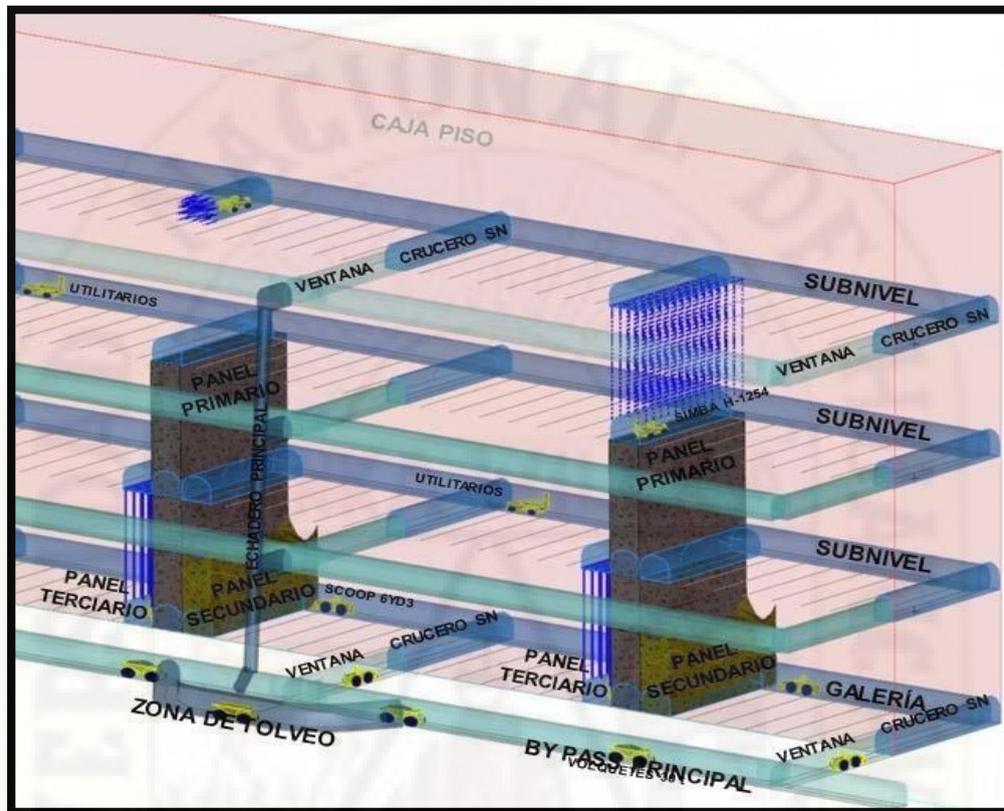
El disparo en un nivel se inicia en el techo o en el límite del depósito, retrocediendo a lo largo de la caja piso. La explotación se sigue a lo largo de un frente de manera uniforme, permitiendo que varias galerías se encuentren en operación en el mismo subnivel. El disparo causa la caída del mineral, el cual es cargado y transportado al echadero de mineral, el espacio dejado se rellena primero con una capa de relleno detrítico y luego se completa con relleno cementado para consolidar el yacimiento, limitar la subsidencia y recuperar los tajeos secundarios adyacentes.

La mayor parte del proceso consiste en el desarrollo de los subniveles horizontales o cruceros llegando a extraer el 20% del mineral total en este paso. La dilución del mineral puede variar entre un 10% a 35% y con pérdida de mineral del 10% al 20%.

Este método se aplica para buzamientos verticales y que tengan grandes dimensiones verticales.

Figura 05

Método de Explotación SARC (Transversal)



Fuente: Departamento de Planeamiento Unidad Minera Pallancata.

La característica de este método es el uso del relleno como medio de sostenimiento entre cada corte de minado. El mineral se arranca por rebanadas horizontales en sentido ascendente, el cual se extrae a través de echaderos, efectuándose el relleno del espacio abierto generado, drenándose el agua del relleno hidráulico quedando un relleno compacto que servirá de piso para el siguiente corte de perforación.

Se puede aplicar en yacimientos con buzamiento elevado, este método permite ser muy selectivo al momento de extraer el mineral roto tanto en yacimientos irregulares y potencias angostas. Para ello se ejecuta una galería principal de transporte en el nivel principal o nivel base, se construye chimeneas cortas y caminos para realizar el corte inferior, el cual se deja un puente de 5 a 10m sobre la galería de transporte.

La perforación puede ser mediante taladros verticales o taladros horizontales, según el buzamiento y estabilidad de las cajas techo, mediante taladros verticales se logra una mayor productividad ya que se pueden disparar considerables filas de taladros.

En cambio, en la perforación horizontal permite controlar mejor el techo de la labor y con un realce menor una vez removido el mineral.

El carguío de mineral de acuerdo a la potencia de la labor se puede ejecutar con Scoops/Microscops o winches de arrastre.

De acuerdo al tipo de limpieza y perforación se tienen 4 combinaciones de submétodos:

- CRMR: Corte y Relleno Mecanizado Realce (con equipo mecanizado y perforación vertical)
- CRMB: Corte y Relleno Mecanizado Breasting (con equipo mecanizado y perforación horizontal)
- CRCR: Corte y Relleno Convencional Realce (con winche de arrastre y perforación vertical)
- CRCB: Corte y Relleno Convencional Breasting (con winche de arrastre y perforación horizontal)

2.2.5 Método de explotación (zona ranichico)

El método de minado aplicado en la Mina Ranichico en la vetas Luisa, Milagros, San Javier, Yurika, Virgen del Carmen y Raquel, es el corte y relleno semimecanizado con relleno detrítico, (en adelante, —CRMI).

La forma de trabajo en este tipo de explotación es:

Extracción de mineral basado en la voladura de taladros horizontales y relleno detrítico.

Para esta opción de trabajo, se tomó en consideración la geomecánica y las dimensiones de la estructura; asimismo, estas características se tomaron como referencia para trabajar el diseño de la mina, teniendo las labores

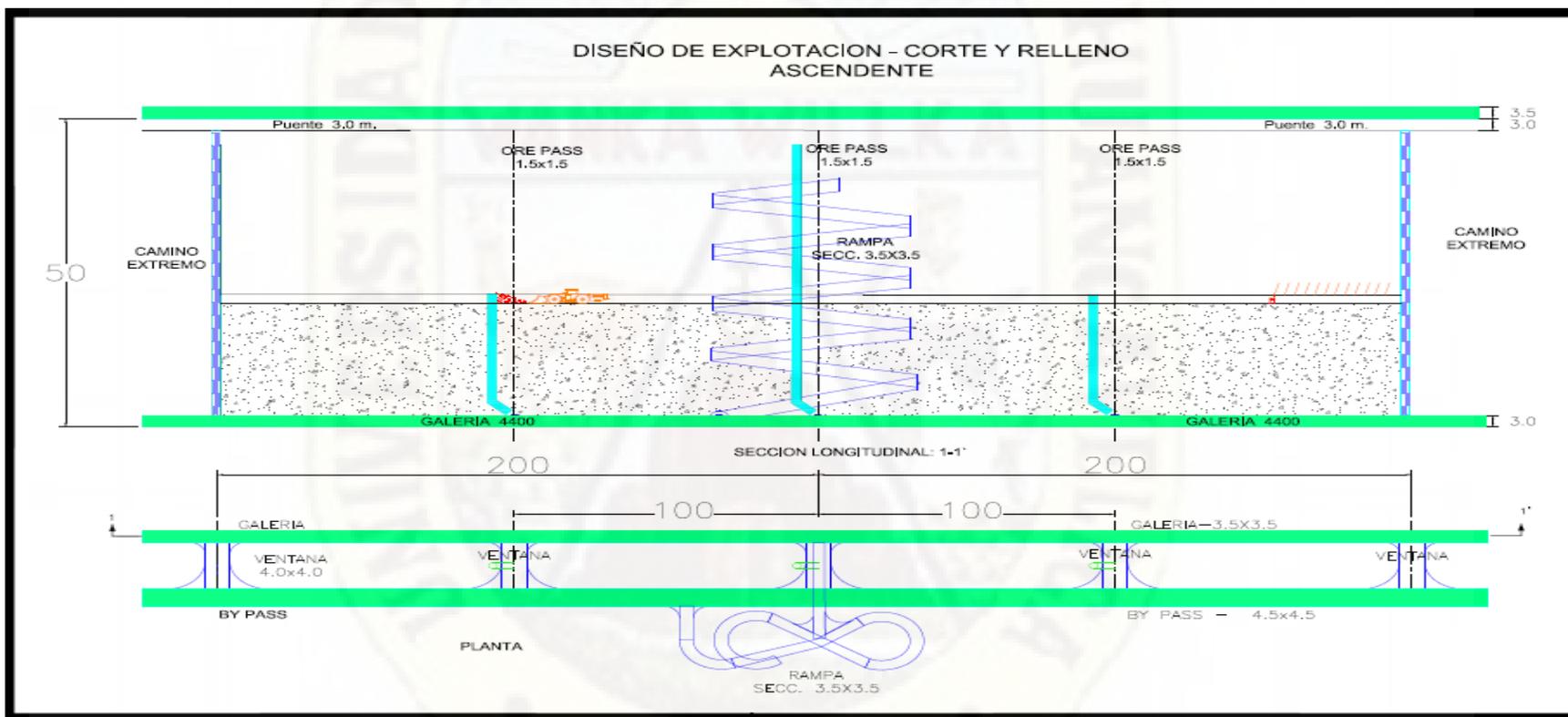
principales en la caja piso.

El diseño del CRM esta principalmente basado en el comportamiento de las cajas que contienen a la estructura mineralizada.



Figura 06

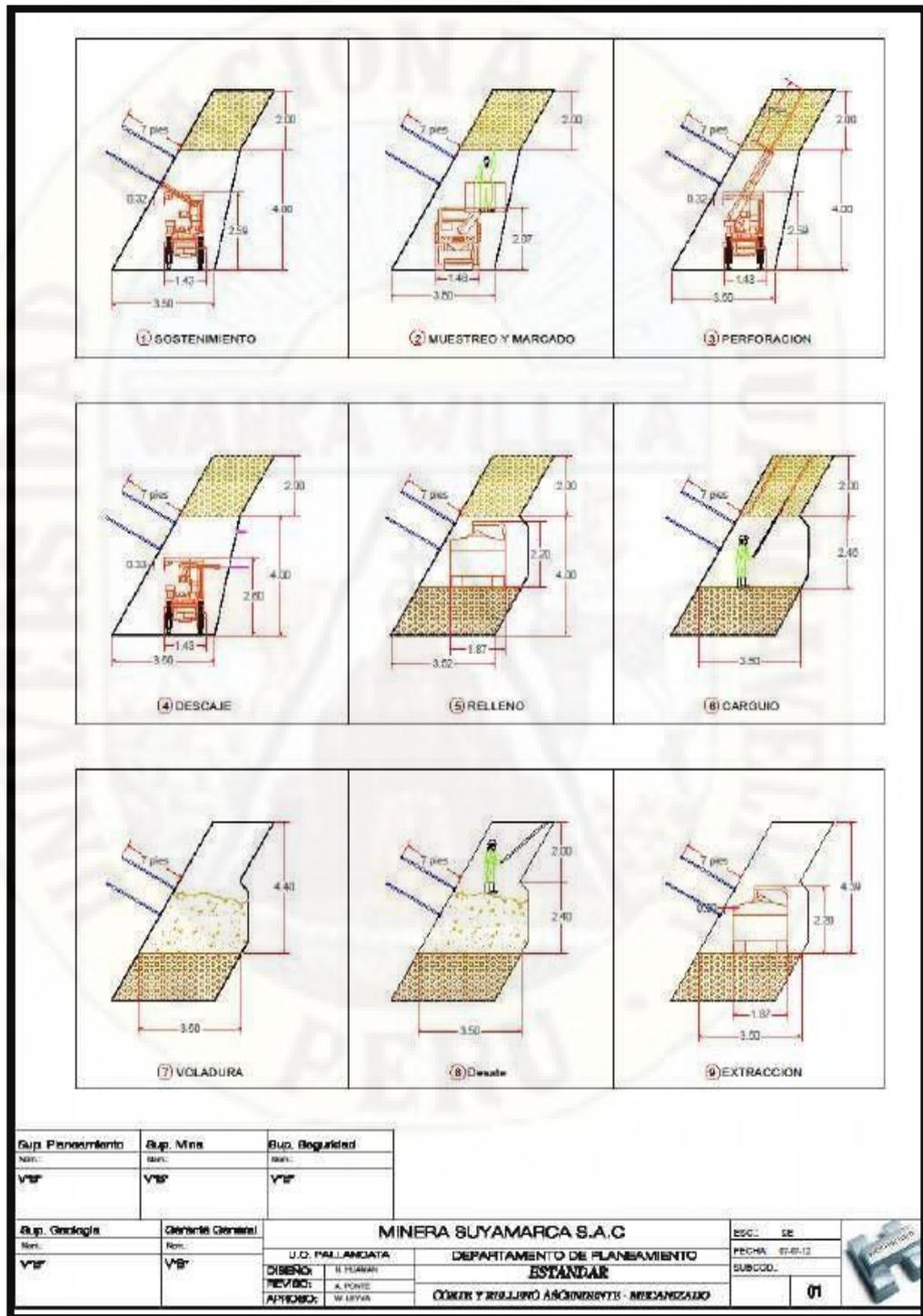
Diseño de explotación corte y relleno ascendente



Fuente: Departamento de Planeamiento Unidad Minera Pallancata.

Figura 07

Diseño de minado corte y relleno semimecanizado.



Fuente: Departamento de Planeamiento Unidad Minera Pallancata.

2.2.6 Método de explotación (zona este y zona oeste)

El método de minado aplicado en la Mina Pallancata, es el Banqueo y Relleno en adelante Bench and Fill y Realce con Jumbo.

La forma de trabajo en este tipo de explotación es:

Extracción de mineral basado en la voladura de taladros largos y el relleno detrítico.

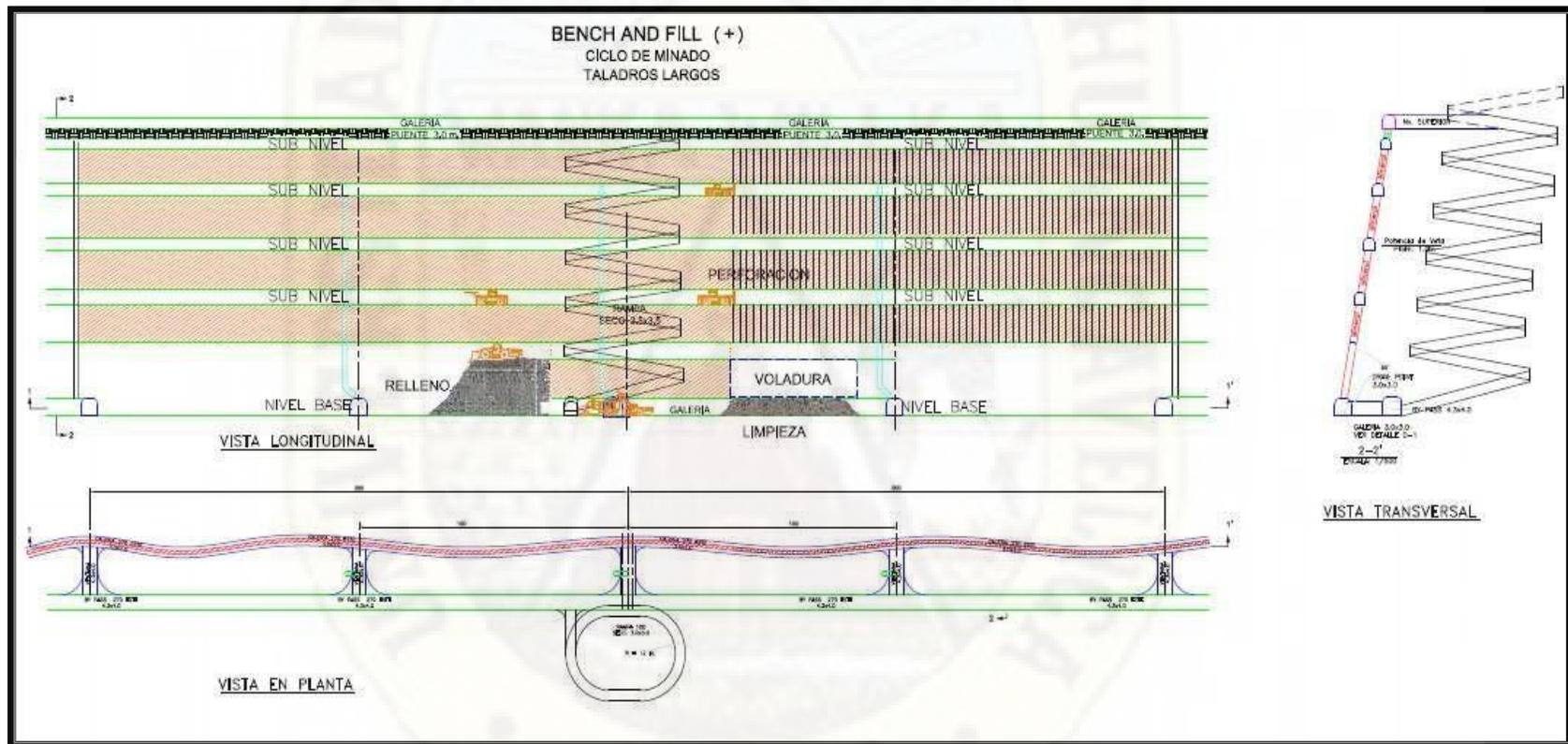
Para esta opción de trabajo, se tomó en consideración la geomecánica y las dimensiones de la estructura. Asimismo, utilizando estas características se trabajó el diseño de la mina, teniendo las labores principales en la caja piso.

El diseño del Bench and Fill esta principalmente basado en el comportamiento de las cajas que contienen a la estructura mineralizada.

Este grafico aplica para el método SARC ya que si mina con taladros largos y la única variante seria el relleno, ya que en caso de central es relleno en pasta y para oeste es detrítico.

Figura 08

Ciclo de minado método Bench Fill (Taladros largos).



Fuente: Departamento de Planeamiento Unidad Minera Pallancata.

2.2.7 Planeamiento de producción en minería.

Es la aplicación de los métodos de planificación en la técnica de la minería a cielo abierto o subterránea; a causa de la naturaleza teórica en algunas empresas, tiene valor de desarrollo por que en cierta manera están apoyados en la intuición de una persona, basado en el complemento de conocimientos prácticos de complejidad adquirida en muchas empresas afines a la minería. (Medina, 2001)

2.2.8 Planeamiento de minado.

Es la aplicación de los distintos métodos de planificación en la técnica de la minería a cielo abierto y subterránea, siendo su objetivo principal el de planificar, proyectar y determinar mejor el plan de minado, sujeto al mejor conocimiento del yacimiento, ley de mineral, diseño del método de explotación, aplicación de las condiciones geomecánica del yacimiento, mayor extracción de reservas minerales y aplicar criterios económicos dinámicos para optimizar la utilidad por venta de productos minerales. (Patiño, 2002)

2.2.9 Desarrollo de los tipos de planeamiento del proyecto

Planeamiento a corto plazo.

Generalmente el planeamiento a corto plazo contempla aspecto de detalle de ingeniería, donde se desarrolla diarios, semanales y mensuales, para las diferentes áreas, tales como: desarrollo primario, exploraciones, preparaciones, minado y diseño generales. Dentro de la mina Pallancata, el planeamiento a corto plazo se elabora en forma mensual y todos los programas de trabajo están 29 enmarcados dentro del planeamiento a mediano plazo establecido con anterioridad. Para cumplir con los objetivos y metas trazados en el planeamiento a corto plazo, es necesario darle seguimiento a todo los trabajos programados, tal que los problemas se asistan con una solución óptima y oportuna para dar continuidad al proyecto. (Cuenta Chua, 2002).

Planeamiento a mediano plazo.

El planeamiento de mediano plazo es de mayor envergadura, que el de corto

plazo, se habla de términos de tiempo mayores, como el caso de Pallancata un planeamiento de mediano plazo comprende de 2 a 3 años, donde se preveen los objetivos y metas a alcanzar, siendo los esquemas de trabajo más generalizados que el anterior, pero naturalmente se contempla los aspectos paramétricos del minado, tales como; metrajés de avances de desarrollo, tonelajes, leyes, costo y presupuesto.

Planeamiento a largo plazo.

El nivel de planeamiento llega a los niveles jerárquicos altos, donde se planean estrategias generales para optimizar sus costos, recursos, inversiones a nivel corporativo. Sin embargo en el nivel bajo (operativo) se pueden trazar esquemas de trabajo proyectados al futuro no inmediato. El desarrollo de un plan de explotación de minas a largo plazo, tiene como propósito concentrar las estrategias para el desarrollo global del yacimiento, a través de una secuencia de excavaciones óptima orientada a señalar la dirección lógica para el agotamiento de las reservas y procurando lograr un desarrollo armónico en las operaciones mineras, en el marco de un mejor aprovechamiento, que maximice la recuperación de la mena y minimice la extracción de estéril de acuerdo a las mezclas de mineral necesarias entre los sectores involucrados en el plan de minado. (Turpo Villalba, 2014).

Sistema de información.

Conjunto de información necesaria para la toma de decisión, que contiene subsistemas para recolectar, almacenar, procesar y discutir los conjuntos de información necesaria para realizar el plan de minado. 30 El sistema de información debe proveer información necesaria, útil, oportuna, correcta y debe llegar selectivamente a los diferentes niveles como son: directivos de alto, medio y bajo nivel. Los subsistemas que intervienen en la mina son: (Herrera Herbert & Plá de la Rosa, 2001) } Oficina mina.

- Oficina geología.
- Oficina ingeniería y planeamiento.
- Planta concentradora.

- Oficina de mantenimiento.
- Laboratorio.
- Oficina de sistemas

Sistema de información para el planeamiento.

El sistema de información proporcionara todos los datos requeridos para el planeamiento y control de las operaciones de producción y de servicios. Los datos a ser usada en el planeamiento deben estar disponible en la fecha requerida, sean actuales y confiables.

Implementación del sistema de información.

Cada subsistema que interviene en la operación de minado, debe cumplir con preparar los datos requeridos en formatos especiales. El flujo de esta información se muestra ver en la Figura.

Figura 09

Flujo grama de información.



Fuente: López Jimeno, 1991.

2.2.10 Labores de desarrollo y preparación

Rampa

Se ubica entre las vetas de Pallancata Oeste, Pallancata Central y Mariana, de sección 4.0 x 4.0, con gradiente de -12%. La sección diseñada permite el paso de volquetes de capacidad 27 a 30 ton., para el transporte de material (mineral

– desmonte).

La rampa de producción, de sección 4.0 x 4.0, con gradiente de +15%, esto permitirá movilizar a scooptram de 6.3 yd³, y ahorrar metraje en la ejecución de este tipo de rampas para acceder de un nivel a otro.

By-pass

Los by-pass son paralelos a la veta de mineral, de manera que sirva como galería de evacuación de mineral (sección 4.0 x 4.0), estos tendrán una gradiente positiva de 0.5%, a continuación, se desarrollara los pivot – cruceros, que son los ingresos a los niveles de operación se harán de sección 4.0 x 4.0 de manera que permita el paso de los scooptram de 6.0 yd³.

2.2.11 Labores e infraestructura para servicios

1. Chimeneas de Ventilación.

Se ha considerado tener chimeneas de ingreso de aire fresco en la parte central de las minas y dos chimeneas de extracción de aire viciado por los extremos, los cuales nos sirven para la profundización de la mina y la otra para las zonas de trabajo en la parte superior. Las chimeneas son raise bore, de diámetro de 2.1 mts. A la vez el aire fresco ingresa por la rampa Santa Ángela, Don Enrique, Orión, Virgen de Carmen y Santa Bárbara.

2. Cámaras de acumulación de material.

Son labores que sirven para acumular material, se encuentran cerca de las cámaras de carguío, su función es acumular el material suficiente para luego ser descargado hacia la tolva de los volquetes.

3. Cámaras de carguío.

Son labores que sirven para cargar el material (mineral o desmonte), hacia las tolvas de los volquetes, existen a lo largo de la rampa principal y tienen un desnivel que permite que el scooptram pueda visualizar al volquete y descargar el material donde la tolva requiera.

Otro diseño es el de una ventana perpendicular a la rampa, en donde se

ejecuta el carguío respectivo.

4. Chimenea de servicios.

La chimenea de servicios va a permitir ingresar por ella las diferentes líneas de servicios como: aire, agua, energía, etc. y a su vez de salida e ingreso para personal.

5. Casa de compresoras.

En superficie está ubicada la casa de compresora, la cual nos servirá para toda la etapa de minado.

6. Subestación eléctrica.

En superficie en la zona de talleres, la cual abastecerá a las diferentes subestaciones en interior mina.

7. Talleres Interior Mina

En la zona norte de la veta Pallancata Oeste. Infraestructura para el mantenimiento de los equipos de interior mina.

8. Cámara de bombeo.

Labor que debe ubicarse en la rampa principal (cerca de talleres), en ella se captara toda el agua de filtración de las labores de desarrollo y producción.

9. Bodegas.

Labor que debe ubicarse en la rampa principal, equidistante de las labores a realizar para el almacenaje y despacho de los materiales varios que se necesitara para la ejecución de las labores mineras.

2.3 DEFINICIÓN DE TERMINOS

Anclaje por fricción: Es el anclaje proporcionado por la resistencia friccional al deslizamiento, la cual es generada por una fuerza radial contra las paredes del taladro en la longitud completa del perno. El split set y el swellex anclan por fricción (Mucha A. & Santiago R., 2019)

Anclaje mecánico: Mecanismo de expansión para anclar en el fondo del taladro,

el extremo del perno de roca (Quispe Bautista & Rosales Rojas, 2019)

Cables bolting: Los cables son elementos de reforzamiento, hechos normalmente de alambres de acero trenzados, los cuales son fijados con cemento. El cable comúnmente usado es el denominado “trenzado simple” conformado por 6 alambres arrollado alrededor de un séptimo denominada “alma”, 5/8” de diámetro, con una capacidad de anclaje de 25 – 30 Ton; Puede ser usado en cualquier longitud, en el rango de 5 a 20 m. Desde luego hay una gran variedad de cables, los cables standard y los cables bulbados, para mejorar la adherencia del cable con el cemento (Velasquez M., 2019)

Desatado: Es el proceso de utilizar una barretilla de desatado, para palanquear y hacer caer la roca aflojada desde el techo, frente y paredes de una excavación (Quispe Bautista & Rosales Rojas, 2019)

Estallido de rocas: Fenómeno relacionado a altos esfuerzos en roca competente y frágil. Rotura o falla descontrolada de la roca asociada con una liberación violenta de energía almacenada en la misma. La falla de la roca varía en magnitud, desde la expulsión de bloques rocosos de la superficie de la excavación, hasta el colapso súbito de extensas áreas de minado (Quispe Bautista & Rosales Rojas, 2019)

Macizo rocoso: Es el medio in-situ que contiene diferentes tipos de discontinuidades como diaclasas, estratos, fallas y otros rasgos estructurales. (Minas, 2003)

Malla de perforación: Es el trazo que se realiza en el frente, con el fin de controlar la secuencia de salida y obtener una buena fragmentación (Minas, 2003)

Roca: Es el conjunto de sustancias minerales que formando masas, constituyen gran parte de la corteza terrestre (Minas, 2003)

Sostenimiento: Término usado para describir los materiales y procedimientos utilizados para mejorar la estabilidad y mantener la capacidad portante de la roca en los bordes de una excavación subterránea (Quispe Bautista & Rosales Rojas, 2019)

Sostenimiento activo: Llamado también refuerzo, en donde los elementos de sostenimiento forman parte integrante de la masa rocosa. Ejemplo típico de refuerzo son los pernos de roca o los cables (Quispe Bautista & Rosales Rojas, 2019)

Sostenimiento pasivo: Llamado también soporte, en donde los elementos de sostenimiento son externos a la roca y actúan después que la roca empieza a deformarse (Mucha A. & Santiago R., 2019)

Carguío: constituye una de las etapas que forma parte del proceso de explotación a rajo abierto. Se refiere específicamente a la carga de material mineralizado del yacimiento. Ésta se realiza en las bermas de carguío, las que están especialmente diseñadas para la actividad (minas, 2003)

Accidente: Acontecimiento no deseado que da por resultado un daño Físico a una Persona, a la Propiedad, al Proceso o al Ambiente. Las lesiones y las enfermedades son el resultado de los accidentes. (Cortés, 2007). Accidente de Trabajo Incidente o suceso repentino que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo, aún fuera del lugar y horas en que aquél se realiza, bajo órdenes del empleador, y que produzca en el trabajador un daño, una lesión, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. (Ramírez, 2005)

Accidente Trivial: Es toda aquella lesión de trabajo no incapacitante, que requiere tratamiento médico ambulatorio, y no necesita descanso médico, el trabajador puede reincorporarse.

Accidente Incapacitante: Es toda lesión de trabajo con alguna incapacidad, requiere descanso médico y evaluación inmediata, dependiendo de la gravedad de la lesión. La rehabilitación puede ser prolongada o terminar en incapacidad permanente. (Cortés, 2007)

Accidente Fatal: Es toda lesión de trabajo que por su gravedad ocasiona la muerte de la persona. (Cortés, 2007)

Ambiente: El entorno del sitio en que opera una organización, incluyendo el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y su interrelación (en este contexto, el entorno se extiende desde el interior de

una organización hasta el sistema global). (Ramírez, 2005)

Análisis del riesgo: El análisis del riesgo aplica desarrollar una comprensión del riesgo y proporciona elementos de entrada para la evaluación del riesgo y para tomar decisiones acerca de si es necesario tratar los riesgos, así como sobre las estrategias y los métodos de tratamiento del riesgo más apropiados. (Cortés, 2007) Implica la consideración de las causas y las fuentes de riesgo, sus consecuencias positivas y negativas y la probabilidad de que estas consecuencias puedan ocurrir; se deberían identificar los factores que afectan que afectan a las consecuencias y a la probabilidad. (Cortés, 2007)

Auditoria: Proceso sistemático, independiente, objetivo y documentado realizado por encargo del titular minero para evaluar y medir la efectividad del sistema de gestión y el cumplimiento del presente reglamento. (Cortés, 2007)

Accidente de Trabajo: Incidente o suceso repentino que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo, aún fuera del lugar y horas en que aquél se realiza, bajo órdenes del empleador, y que produzca en el trabajador un daño, una lesión, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. (Ramírez, 2005)

2.4 HIPOTESIS.

2.4.1 HIPOTESIS GENERAL

La optimización de sostenimiento con cable bolting influye significativamente en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020

2.4.2 HIPOTESIS ESPECÍFICAS.

- La aplicación del cable bolting influye significativamente en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho 2020.
- La optimización de sostenimiento con cable bolting influye significativamente en la seguridad del personal y equipos en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho 2020.

- La optimización del sostenimiento con cable bolting influye significativamente en los costos de recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho 2020.

2.5 VARIABLES.

Variable independiente:

X = Sostenimiento con cable bolting

Variable dependiente:

Y = Recuperación del mineral

OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
X: sostenimiento con cable bolting	Sistema de Sostenimiento en minería subterránea utilizando cable bolting como elemento de refuerzo y mayor seguridad.	Procesos y Técnicas efectivas para aumentar la zona del soporte del macizo rocoso en actividades subterráneas Utilizando el sistema de sostenimiento de cable bolting.	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación del cable bolting - Seguridad de personal y equipos - costos de recuperación de mineral. 	<ul style="list-style-type: none"> - sostenimiento - seguridad - costos
Y: Recuperación del mineral	Separación del mineral de buena ley, con el mineral estéril, para su traslado a planta de procesamiento.	Técnicas efectivas de clasificación y recuperación del mineral de buena ley, en labores de acarreo y carguío y Procesamiento en planta.	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de Volumen de recuperación de mineral a extraer de buena ley. - Volumen de material estéril. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto tonelaje de recuperación. - Bajo tonelaje de recuperación.

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. AMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL.

3.1.1 ÁMBITO TEMPORAL

El trabajo de investigación se ha realizado durante el año 2019 e inicios del año 2020.

3.1.2 ÁMBITO ESPACIAL

UBICACIÓN

La empresa minera hochsil11 minig unidad Pallancata de encuentra ubicado en el distrito de coronel Castañeda, provincia de Parinacochas y departamento de Ayacucho ubicada a una altura de 4450 m.s.n.m.

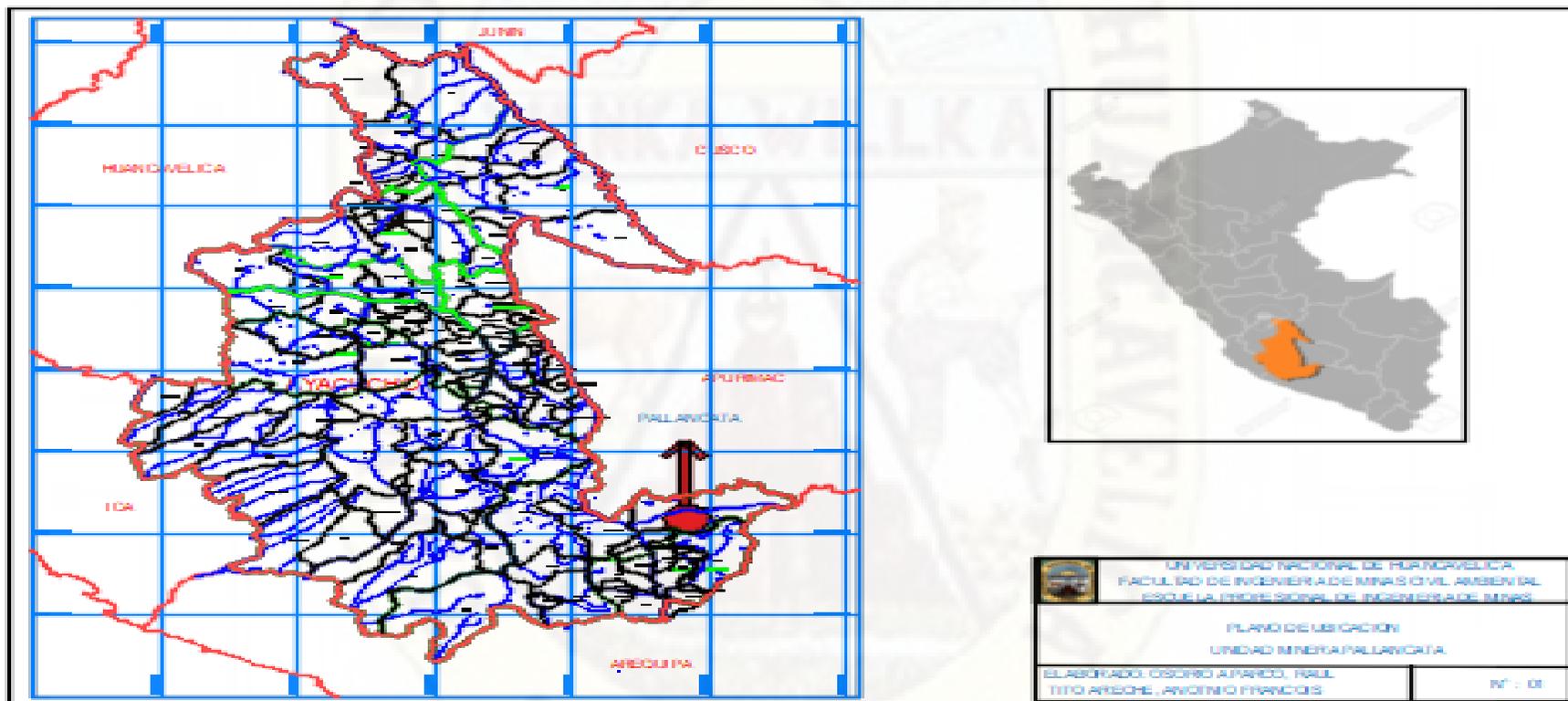
Coordenadas UTM Según Datum WGS 84

ESTE	694614
-------------	---------------

NORTE	8371920
--------------	----------------

Figura 10

En la figura se muestra la ubicación de la Unidad Minera Pallancata.



Nota: Se muestra la ubicación de la Unidad Minera Pallancata. Adaptada de https://www.bibliocad.com/es/biblioteca/departamento-de-ayacucho_88312/

ACCESIBILIDAD

El acceso vía terrestre a LA UNIDAD PALLANCATA es aproximadamente de 829 Km SE de Lima y de Arequipa 934 Km. Vía Lima: 15:00 horas, 899 Km

Tabla 02

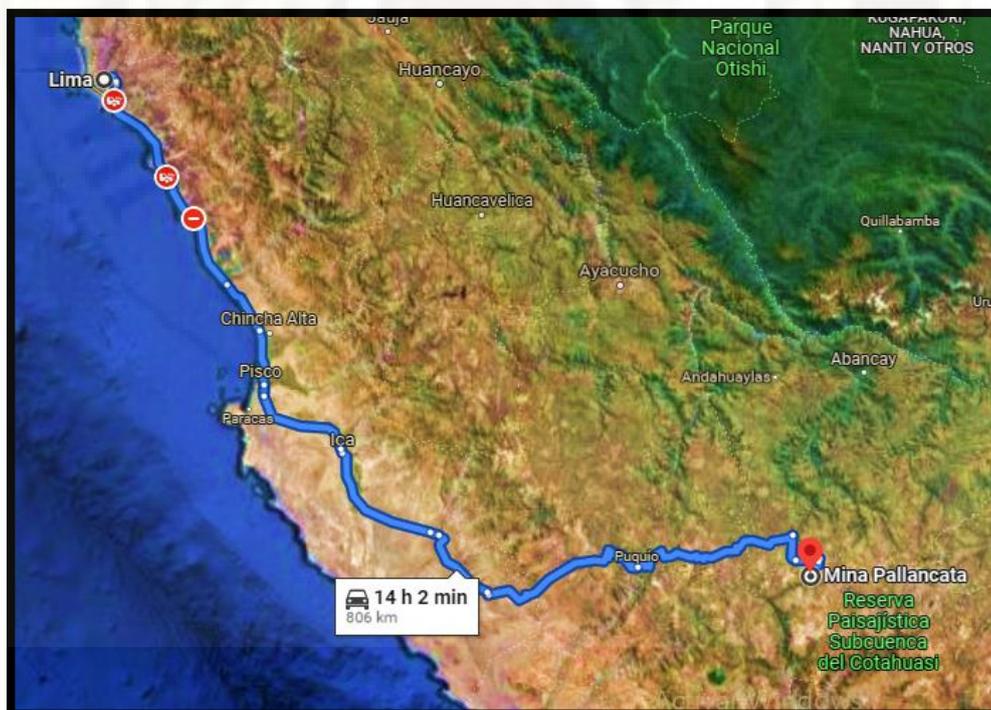
En la tabla 02 se muestra la accesibilidad de la vía Lima hacia la Unidad Minera Pallancata

Vía terrestre	Tiempo (Horas)	Distancia (KM)
Lima – Nazca	8:00	460
Nazca – Puquio	3:00	160
Puquio – quillcaccasa	2:00	150
Quillcaccasa – Pallancata	2:00	59

Fuente: Elaboración propia

Figura 11

El acceso de viaje de la ciudad de Lima hacia la Unidad Mina Pallancata.



Fuente: Tomada de google map.

Vía Arequipa: 17:00 horas, 934 Km.

Tabla 03

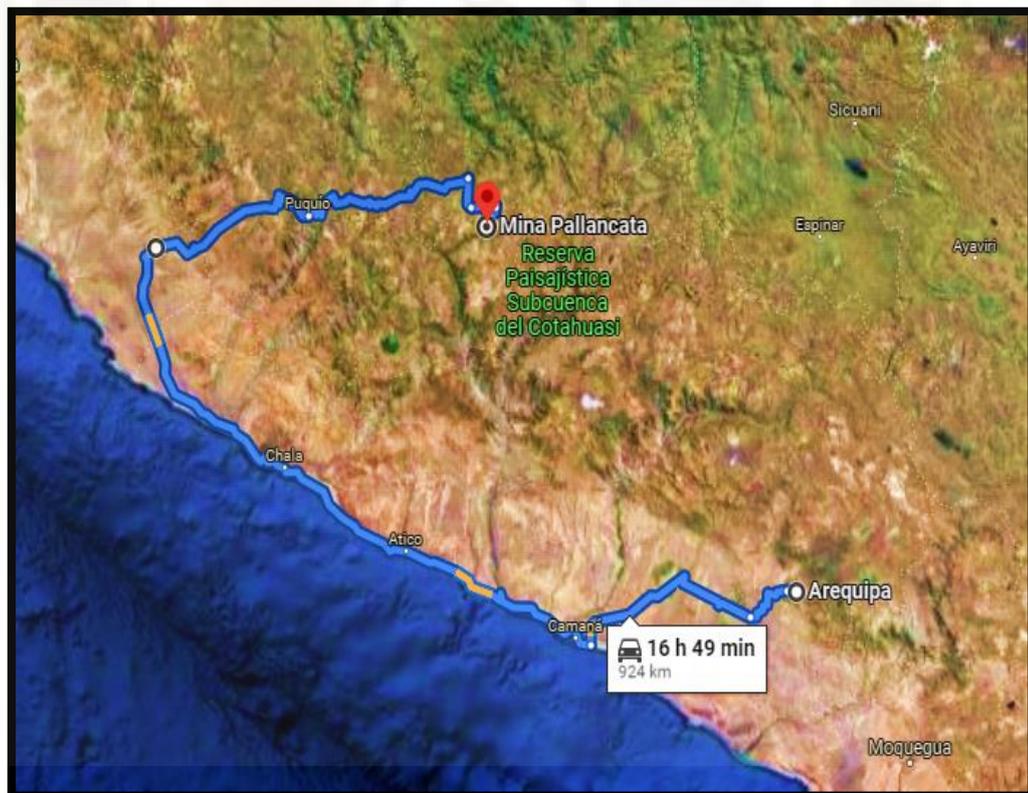
En la tabla 03 se muestra la accesibilidad de la vía Arequipa hacia la Unidad Minera Pallancata

Vía terrestre	Tiempo (Horas)	Distancia (KM)
Arequipa – Nazca	10:00	460
Nazca – Puquio	3:00	160
Pquio – quillcaccasa	2:00	150
Quillcaccasa – Pallancata	2:00	59

Fuente: Elaboración propia

Figura 12

El acceso de viaje de la ciudad de Arequipa hacia la mina Pallancata



Fuente: Tomada de google map.

CLIMA Y VEGETACION

El clima de la región está controlado por la geomorfología y la elevación. El clima es seco y frío, un clima de Páramo sin vegetación, no permitiendo ningún tipo de ganadería. Según, la clasificación climática de la ONERN (Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales), la zona posee un clima de Puna o Páramo, comprendidos entre 4 200 y 4 700 msnm (promedio 4 500 msnm). Presenta según esta tipificación, máximas precipitaciones que se producen en los meses enero (158,6 mm), febrero (166,2 mm) y marzo (156,8 mm) con un registro de precipitación mínima en el mes de junio (4,0 mm), y la temperatura mínima media mensual varía entre 1,2 ° C (junio) y 6,7 ° C (febrero); mientras que la temperatura máxima media mensual está entre 19,1° C (febrero) y 23,1 (setiembre). Esta zona se caracteriza por presentar veranos siempre lluviosos y nubosos, mientras que los inviernos son rigurosos y secos, con vientos predominantes del SW y con variaciones del NE, la calidad del aire en la zona actual del proyecto es bueno.

GEOLOGIA

GEOLOGIA REGIONAL

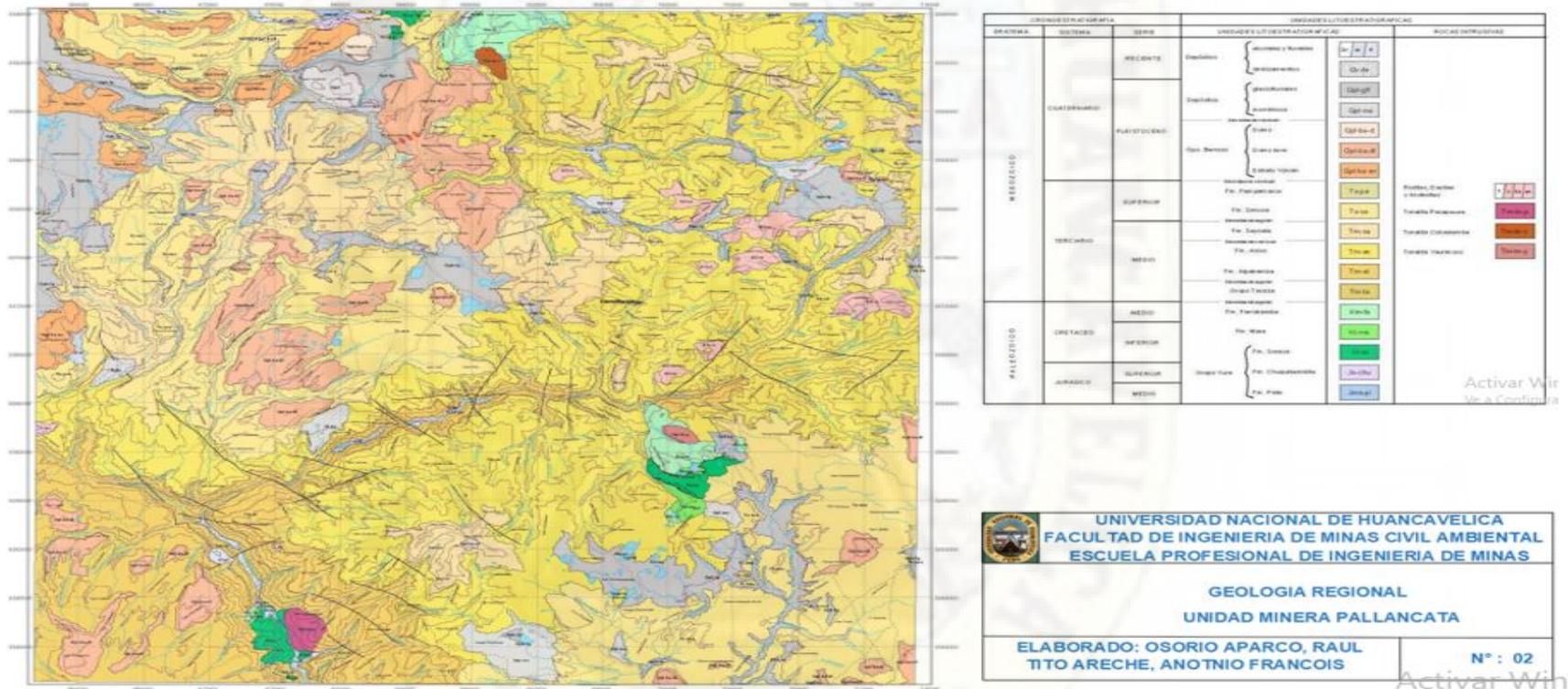
El tipo de formación se encuentra dentro del arco magmático del mioceno del sur de los andes peruanos, el cual se desarrolló como respuesta a la subducción de la Placa de Nazca debajo del margen occidental de la Placa Sudamericana; esta se desarrolló en el Mioceno con una orientación promedio de N78°E con una tasa de convergencia de 10.8 cm/año.

Se tuvo 3 fases tectónicas principales: Peruana (Campaniano), Incaica (Paleoceno – Eoceno) y Quechua. Desde el Eoceno Superior al Oligoceno, el arco magmático está representado por la secuencia inferior del Grupo Tacaza con edades de 41 a 23 Millones de años (Ma) conformado principalmente por rocas piroclásticas. Para la fase Quechua en el Mioceno Medio hace 17 Ma en gran parte del Oeste Peruano hubo una erosión con

la subsecuente deposición de la secuencia Sillapaca (Mioceno Inferior a Medio, 16–8 Ma) recubriendo en discordancia angular el Grupo Tacaza en dos facies, una facie volcánica (Grupo Sillapaca) y una Facie volcánica sedimentaria (Grupo Maure). El Grupo Sillapaca (también conocido como Formación Alfabamba) se compone de rocas piroclásticas riolíticas a dacíticas. El Grupo Maure se compone de intercalaciones de areniscas tobáceas grises a verdosas, areniscas conglomeráticas subredondeados y estratos de tobas blanco amarillentas. Discordante sobre esta unidad yacen los volcánicos Saycata de rocas porfídicas y brechas con clastos de andesita en una pasta lávica. Los depósitos fluvioglaciares del cuaternario cubren localmente los afloramientos de estas unidades.

Figura 13

Plano de la geología Regional.



Nota: En el plano se muestra la geología estructural de la Unidad Minera Pallancata. Adaptada de Repositorio.Unsa.com.pe. 2017

ESTRATIGRAFIA

En la zona del proyecto se han identificado las siguientes unidades litoestratigráficas:

Formación Aniso: De naturaleza sedimentario–volcánico cuya secuencia más notable se encuentra en la parte alta del pueblo de Aniso aflorando en grandes extensiones; constituida por areniscas tobáceas grises a verdosas, areniscas subangulares a subredondeados y estratos de tobas redepositadas blancoamarillentas. La estratificación es gradada y sesgada depositado en un ambiente lagunar cerrado a subaéreo. Esta formación cubre en concordancia a la Formación Alfabamba y en discordancia a la Formación Saycata; con un grosor promedio de 500m

Formación Saycata: De naturaleza lávica con mejor exposición en el volcán Saycata y alrededores del cacerío Saycata; constituida por andesitas gris a gris oscura, porfírica con grandes cristales de feldespatos. Constituye lomadas pronunciadas controladas por las diferentes etapas eruptivas y fuerte acción glaciar sufrida. Esta formación cubre en discordancia erosional a la Formación Aniso; con un grosor promedio de 200m.

Depósitos Morrénicos Cuaternarios: Con una mejor exposición en torno a la Laguna Patococha; caracterizado por una coloración beige blanquecina, de relieves suaves y laderas con baja pendiente; constituida por gravas y cantos de tobas con una matriz areno arcillosos formando un suelo compacto.

Depósitos Fluvio Glaciares Recientes y Antiguos: Encontrándose en los cauces de máxima inundación de los drenajes formando terrazas amplias aunque discontinuas; 37 constituida por arcillas plásticas de arena y grava fina y abundante materia orgánica que llega a los 0.5m de espesor formando un suelo muy compresible.

Depósitos Coluviales: Encontrándose al pie de las escarpas que forman los afloramientos de riolita; constituidas por clastos angulosos de riolita entre gravas y cantos con escasa arena formando un conjunto poco denso.

GEOLOGIA LOCAL

Formación Aniso: Cubriendo en concordancia a la Formación Alpbamba y en discordancia a la Formación Saycata, con afloramientos de tobas de cristales y lapilli ricas en pómez con moderada a fuerte presencia de cristales rotos de cuarzo hialino a biotita. Cerca de la zona de Pablo los horizontes de toba Lapilli presenta granulometría más gruesa con fragmentos de riolita de hasta 15cm de diámetro en capas de 40cm que se acuñan rápidamente. Esta unidad tiene un moderado a fuerte fracturamiento hacia los afloramientos con rumbos NE–SW con apertura de sus juntas de 5–20mm, argilización leve a moderada entre fracturas. Los afloramientos son escasos ya que se encuentran cubiertos por sedimentos cuaternarios de 2 a 15m de espesor.

Formación Saycata: Aflorando en las zonas más altas depositándose sobre las tobas riolíticas, de una composición de flujos andesíticos de color gris a gris oscuro. Esta unidad presenta un fuerte fracturamiento vertical con rumbos NE–SW y NW–SE con apertura de sus juntas de 5 a 70mm , las fracturas no presentan mayor alteración por la silicificación.

Unidad Volcánica Inferior: Aflora en los valles de los ríos Suyamarca y Pallancata y en la Quebrada Palca; se compone de una secuencia de tobas líticas y tobas lapilli de composición andesítica a dacítica formando capas delgadas de coloración gris verdosa a blanquecina, intercalándose frecuentemente con flujos andesíticos de textura porfirítica a afanítica, formando capas cuyo espesor llegan hasta los 50m en afloramiento pero con un espesor promedio de 5 y 10m.

También se observa niveles de tobas lapilli gruesas con brechas volcánicas y tobas andesíticas en una matriz de ceniza pertenecientes al basamento

cretácico. La presencia de estos flujos andesíticos intercalados favorece el ascenso rápido de magmas menos diferenciados dando lugar a la formación de sistemas volcánicos andesíticos.

Unidad Volcánica Intermedia: Cubre en forma discordante a la secuencia de tobas y flujos andesíticos inferior; los afloramientos de esta unidad es una secuencia de tobas de 39 cristales y lapilli de composición riódacítica a riolítica, ricas en pómez y fuerte presencia de cristales rotos de cuarzo hialino y biotita, Este tipo aflora en las zonas topográficas más altas y se extiende en dirección NW y se puede correlacionar con los volcánicos de la formación Saycata.

Unidades Intrusivas: Se presentan en forma de domos de lava riolítica y stocks de cuarzo monzonítico; los domos riolíticos se presentan en la zona NE con una coloración gris a gris rosada, con textura afanítica y frecuente bandeamiento de flujo en la zona de contacto, presentándose moderada a fuerte disseminación de piritita y algunos diques de riolita de aspecto opalino. Los domos que afloran son los del cerro Urbaque, cerro Coripacocha, cerro Ranichico y el cerro Sarnahuiry al SE del poblado de Santa Rosa. Los stocks de cuarzo monzonítico aflora únicamente en el margen izquierdo del río Suyamarca formando un cuerpo de 1x0.3 Km enlogado en dirección NE presentando abundantes cristales de feldespato potásico y plagioclasas.

Depósitos Cuaternarios: Entre los cuales se tienen depósitos fluvioglaciares recientes conformado por arcillas plásticas y grava fina; depósitos fluvioglaciares antiguos formando terrazas más amplias y discontinuas muy compresibles los cuales llegan a los 0.5m de espesor; depósitos coluviales constituido por clastos angulosos de riolita poco denso.

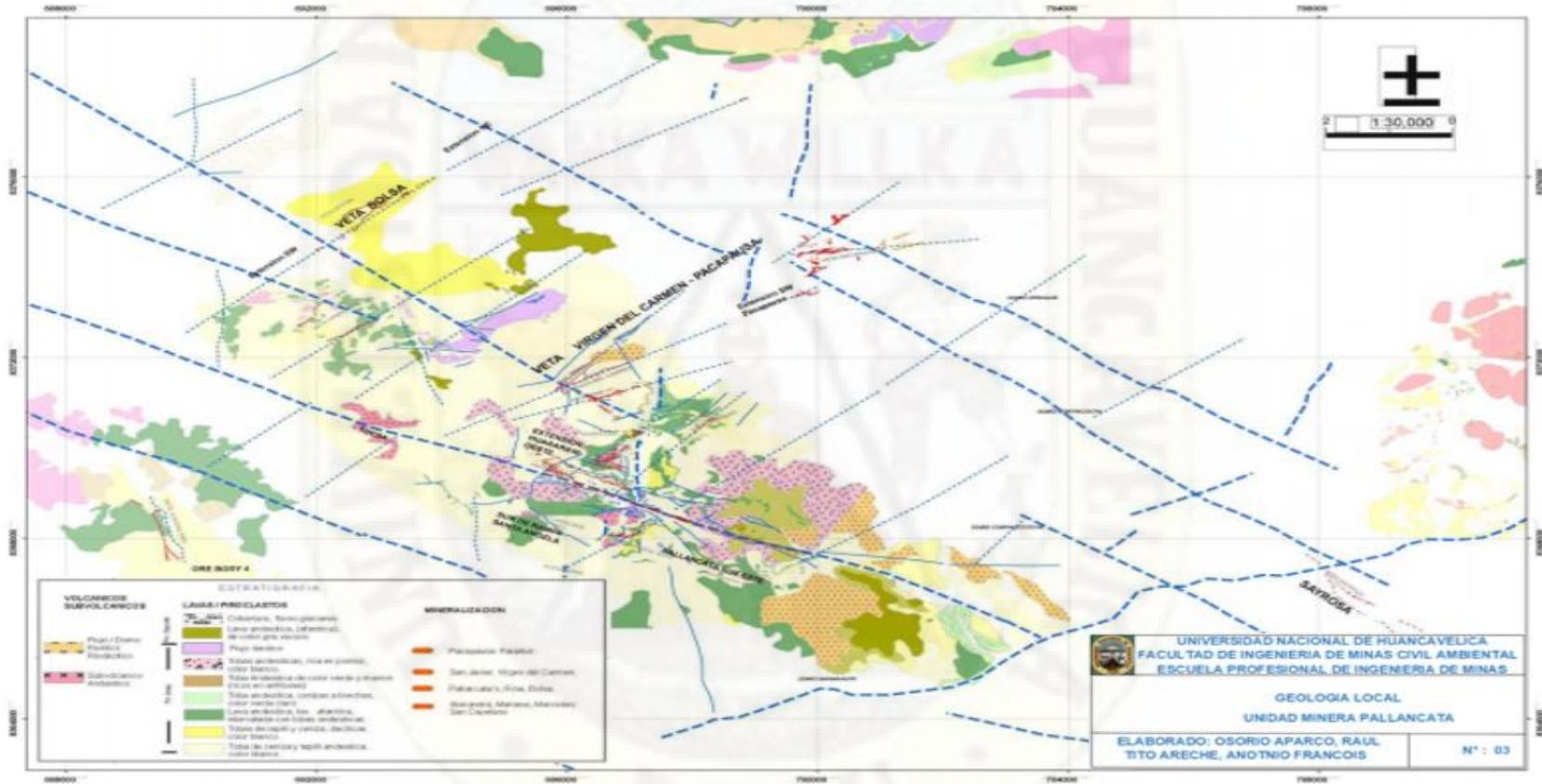
Depósitos eluviales compuesto de la meteorización de las tobas de la formación Aniso constituido por limos arcillosos medianamente

compactos; depósitos morrénicos recientes entorno a la Laguna Patococha de una coloración beige blanquecina constituido por grava y cantos de tobas formando un suelo compacto; depósitos morrénicos antiguos los cuales son remanentes de morrenas laterales constituido por grava y bloques heterogéneos de rocas volcánicas en una matriz de limo 40 arcillosos formando un conjunto compacto y sustenta la abundante vegetación ichu; depósitos morrénicos muy antiguos de gran espesor, el tamaño de los cantos y gravas varían de un flanco a otro.



Figura 14

Plano de la geología local.



Nota: En el plano se muestra la geología estructural de la Unidad Minera Pallancata. Adaptada de Repositorio.Unsa.com.pe. 2017.

GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Un importante control estructural en el emplazamiento de los yacimientos epitermales es el incremento de permeabilidad causado por las fracturas cercanas a la superficie, muchos de ellos asociados con estructuras volcánicas. Sumándose a ello las fallas regionales que guían el emplazamiento de la fuente del calor magmático influenciando la subsecuente actividad hidrotermal

En toda la zona de Pallancata se han identificado tres sistemas de órdenes:

Primer Orden: Dado por el alineamiento andino NW en donde se han identificado a las vetas Pallancata y el sistema RinaCharo, de alto ángulo de buzamiento hacia el sur. También encontrándose lineamientos estructurales sin mineralización económica.

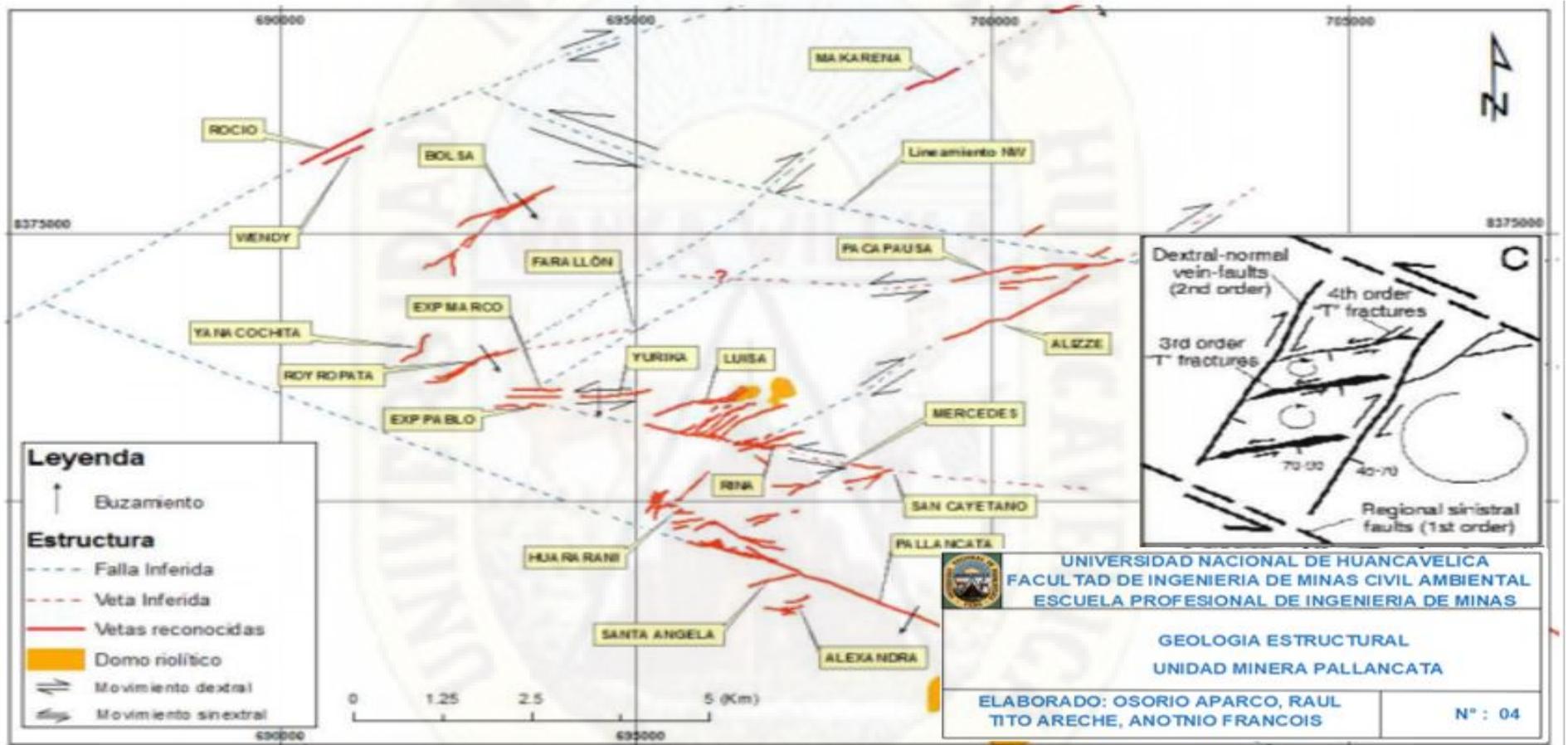
Segundo Orden: Dado por el alineamiento antiandino NE el cual alberga estructuras de relleno de cuarzo como las vetas Royropata, Yanacochita, Bolsa, Makarena el cual podrían tener una relación estructural con las vetas NE de la zona de Selene norte. Se han encontrado fallas importantes como la Falla Farallón

Tercer Orden: Dado por el alineamiento EW cronológicamente posterior al sistema NE el cual alberga estructuras importantes tales como las vetas Pablo, Yurika, Luisa, Pacapausa. Este sistema habría aperturado otro sistema NE de orden inferior emplazándose estructuras menores como San Javier, Paola, Huararani, Pilar.

Localmente en la zona de Pablo el sistema de fallamiento que presenta es subparalelo a la veta con una persistencia de más de 20m, estos fallamientos no son pegados a la estructura. La roca de la caja techo se presenta muy alterada y brechada a ligeramente alterada con espaciamientos de 6 a 20cm, persistencia de 3 a 10m, aperturas menores de 1mm, paredes lisas a ligeramente rugosas, rellenos duros de cuarzo y calcita. La zona mineral se presenta en fracturamiento de regular a intenso ligeramente silicificado con espaciamientos entre 4 a 15cm, persistencias de 3 a 10m, aperturas mayores a 5mm, paredes rugosas, rellenos suaves mayores de 5mm. La roca de la caja piso se presenta en fracturamiento menos intenso que la caja techo con espaciamientos de 20 a 60cm, persistencias de 3 a 10m, aperturas menores que 1mm.

Figura 15

Plano de la geología estructural.



Nota: En el plano se muestra la geología estructural de la Unidad Minera Pallancata. Adaptada de Repositorio.Unsa.com.pe. 2017.

MINERALIZACION

Todo el yacimiento de Pallancata puede ser clasificado como un depósito epitermal cuarzo–adularia de baja a intermedia sulfuración 44 emplazado en la franja de volcánicos del Cenozoico en secuencias piroclásticas de tobas lapilli, tobas ceniza y volcanoclásticos reabajados (arenisca y aglomerado volcánico) con presencia de flujos de lava porfirítica – afanítica de composición andesítica.

La veta Pablo puede alcanzar potencias de hasta 25m (en promedio aprox. 8m) con una extensión reconocida de 1Km observándose a profundidad mineralización metálica con sulfosales de plata típicos de la zona tales como proustita, pirargirita (platas rojas) y también minerales de pearceíta–polibasita (platas grises), siendo muy común la presencia de esfarelita verde–amarillo claro a blanca, calcopirita y localmente galena. Esta mineralización puede encontrarse diseminada en puntos, cristalizada en oquedades de cuarzo y también en bandas negras.

Las principales alteraciones se presenta en forma de halos restringidos a las zonas de veta, teniendo hacia el contacto con la estructura de cuarzo masivo un primer halo de silicificación intensa con cuarzo de grano fino reemplazando el encajonante, además de sericita alterando los feldespatos a manera de finas venillas y fuerte diseminación de pirita, alcanzando el halo espesores de 50m. Alejándose de la estructura se tiene un segundo halo de alteración el cual consiste en illita y esmectita dando una coloración verdosa a la roca, encontrándose frecuentemente pirita diseminada en rocas con abundante pómez, este halo tiene un espesor de decenas de metros. Finalmente un tercer halo más amplio con alteración propilítica típica con fuerte coloración verdosa (volcanoclásticos) alterados a clorita, calcita y con diseminación de pirita.

Mena: Sulfosales de plata (pirargirita, proustita, pearceíta, polibasita), acantita, electrum, galena argentífera. Ganga: Metálica (pirita, galena, esfarelita, calcopirita) y No Metálica (cuarzo, calcita, fluorita, adularita, baritina).

3.2 TIPO DE INVESTIGACION.

El tipo de estudio de investigación que se realiza es *aplicado* según (Oseda G., 2008), ya que por medio de esta investigación se pretende aumentar la producción de la recuperación del mineral, con la optimización del sistema de sostenimiento del cable bolting, en la unidad minera pallancata.

3.3 NIVEL DE INVESTIGACION

Según (oseda G, 2008). El nivel de investigación es *descriptivo – explicativo*, en primer lugar, se describe los datos de entrada, para luego buscar establecer la relación entre las variables.

3.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Según (Hernandez, Fernades, & Bartist, 2014), el diseño de investigación es *experimental*, se realiza la investigación en un tiempo dado en función a los reportes registrados en la unidad minera, con el fin de mejorar la recuperación de mineral y controlar las caídas de rocas brindando mayor seguridad así los personales y equipos mediante el sistema de sostenimiento de cable bolting, recuperar el mineral en mayor cantidades la unidad minera pallancata.

3.5 POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

Población

La población está conformada por los bloques mineralizados del Nivel 4264 de la unidad minera Pallancata.

Muestra

Se tomó como muestra los bloques mineralizados del tajo 1964 en el nivel 4264 de Unidad Minera Pallancata.

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

T de estudent para muestras relacionadas: prueba paramétrica de comparación de dos muestras.

Estadístico de prueba

$$t = \frac{a}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$$

donde:

t: Estadístico t calculado.

d: Promedio de las diferencias

s_d : desviación estándar de las diferencias.

$$s_d = \sqrt{\frac{(d_1 - d_2)}{n-1}} = s_d = 4601.07$$

Cálculo de la t de Student para pruebas relacionadas

$$t = \frac{a}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}} = t = \frac{21615.68}{\frac{4601.07}{\sqrt{7}}}$$

$$t = 10.47$$

3.7 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.

Los instrumentos utilizados:

- Mapas, Planos.
- tarjeta de verificación de la marcha cotidiana.
- Monitoreo de entrevista
- Programas, formularios.
- Monitoreo de notas.
- Monitoreo de investigación

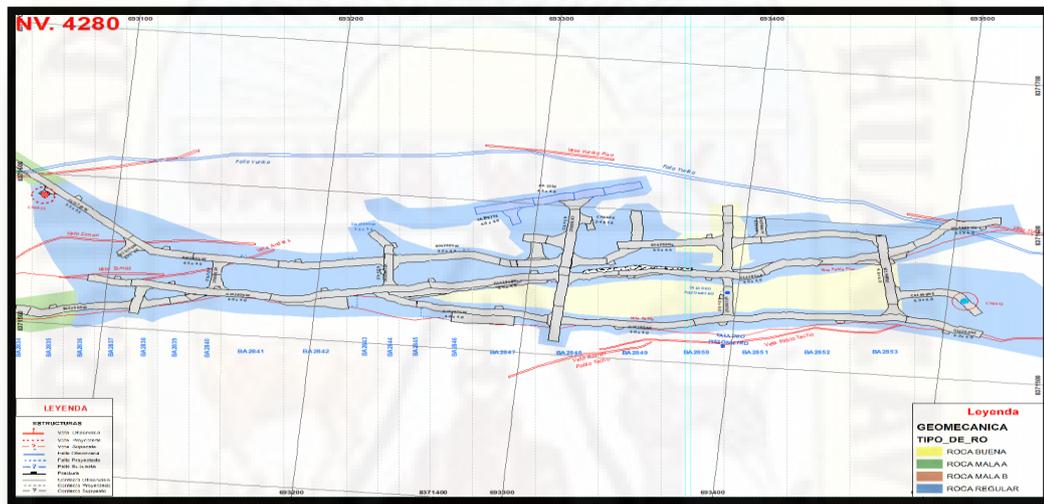
CAPITULO IV

DISCUSION DE RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

Figura 16

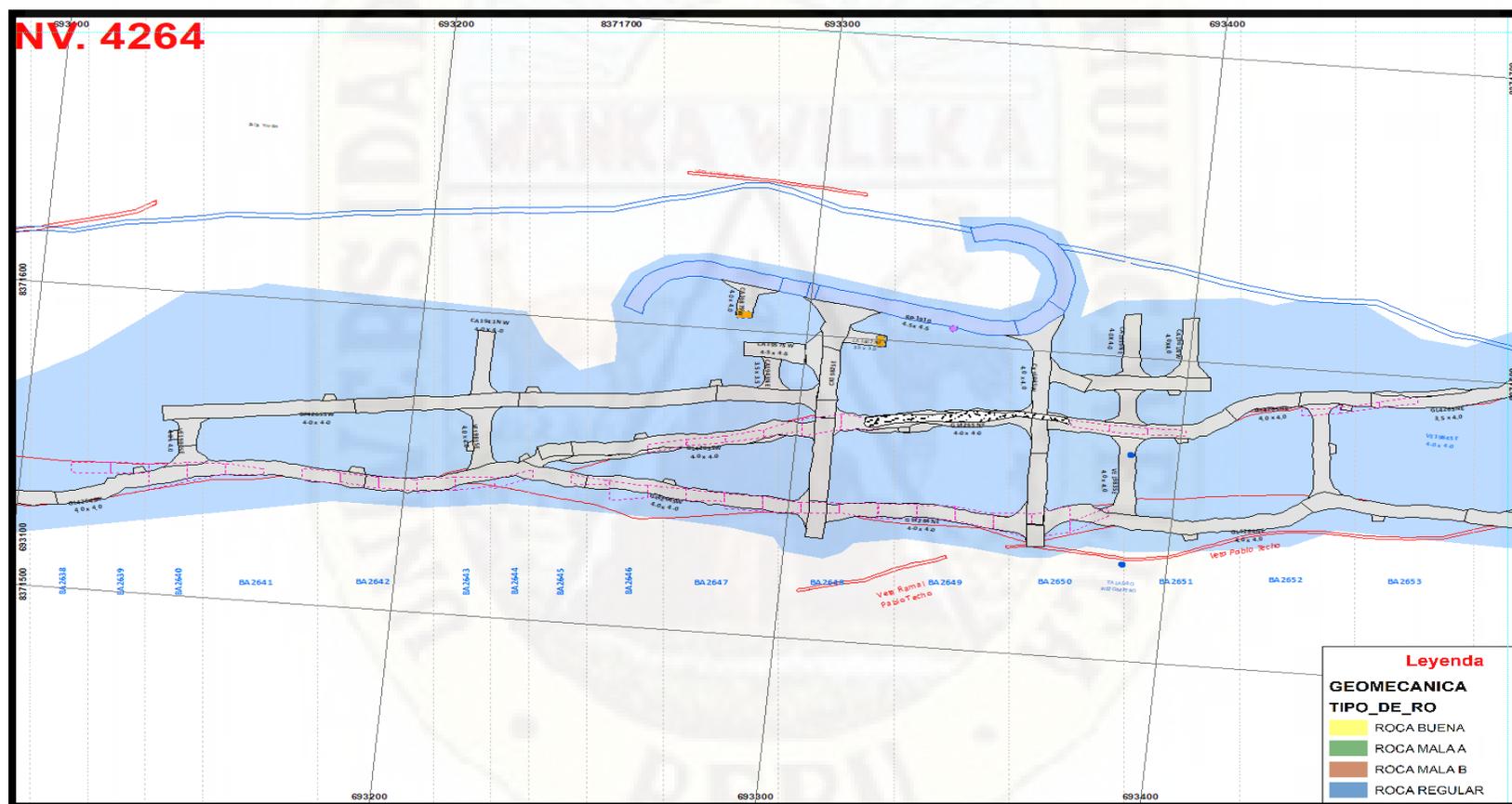
Vista en planta de la ubicación de la veta Pablo en el nivel 4280 de la mina Pallancata.



Fuente: Departamento de topografía Unidad Minera Pallancata.

Figura 17

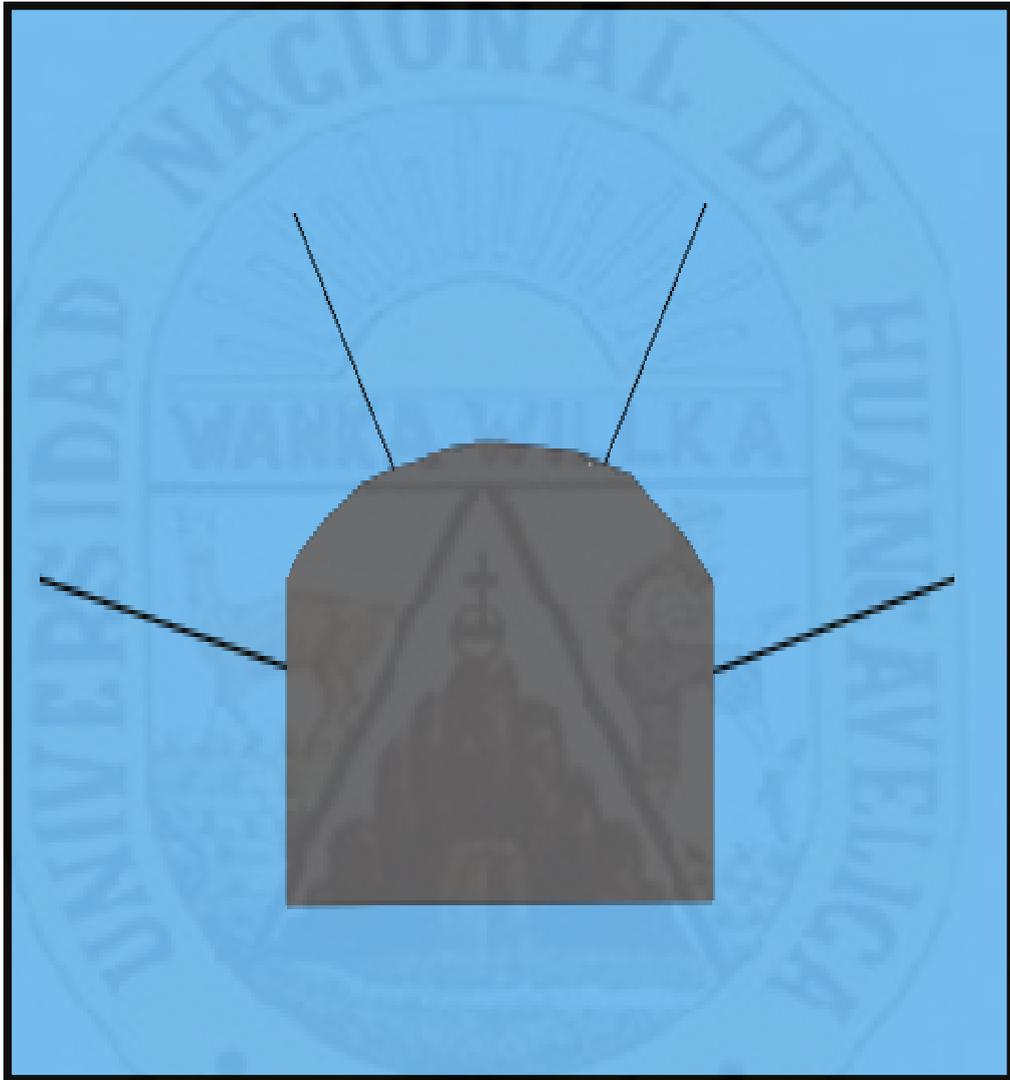
Vista en planta de la ubicación de la veta Pablo en el nivel 4262 de la mina Pallancata.



Fuente: Departamento de topografía Mina Pallancata

Figura 18

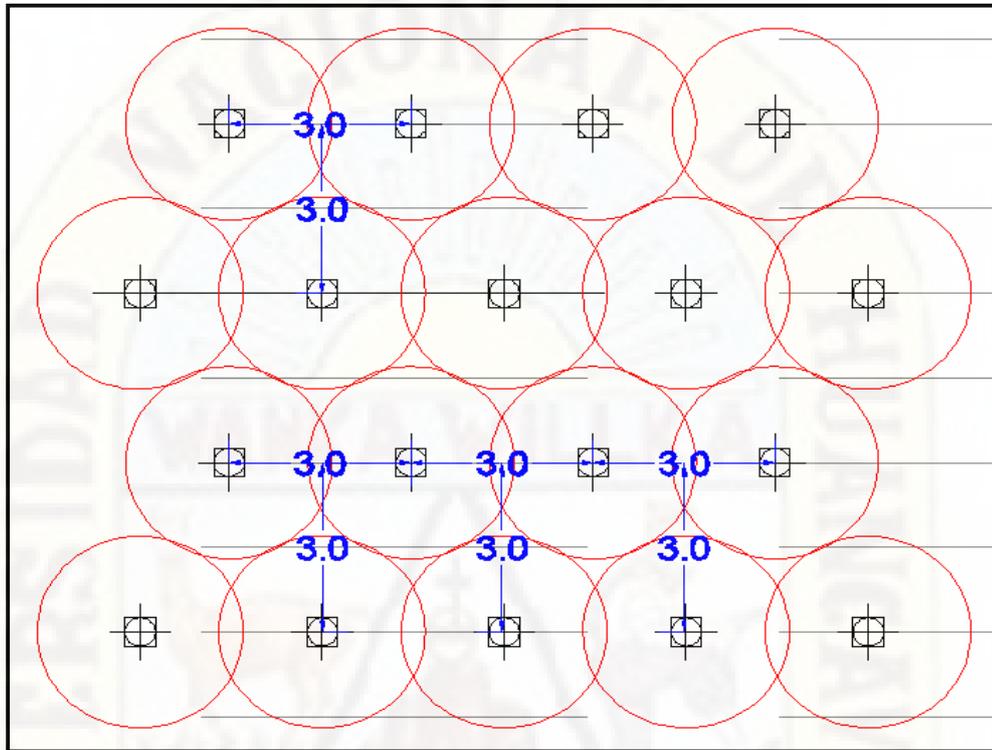
Se ve la instalación del sostenimiento con cable bolting



Fuente: Elaboración propia.

Figura 19

Se ve la distribución del sostenimiento con cable bolting



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 04:

Se muestra la descripción del cable bolting.

DESCRIPCION DE LA LABOR	
Nivel	4264
Tajo	1964
Tipo de labor	temporal
Sostenimiento	cable bolting
Diámetro del cable (mm)	15.2
Longitud (m)	10
Diámetro de la broca (mm)	62
Carga máxima de ensayo (ton)	19
Tipo de roca (gsi, rmr)	III B
Capacidad de carga (pie/ton)	1.9
Desplazamiento máximo (mm)	15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 05

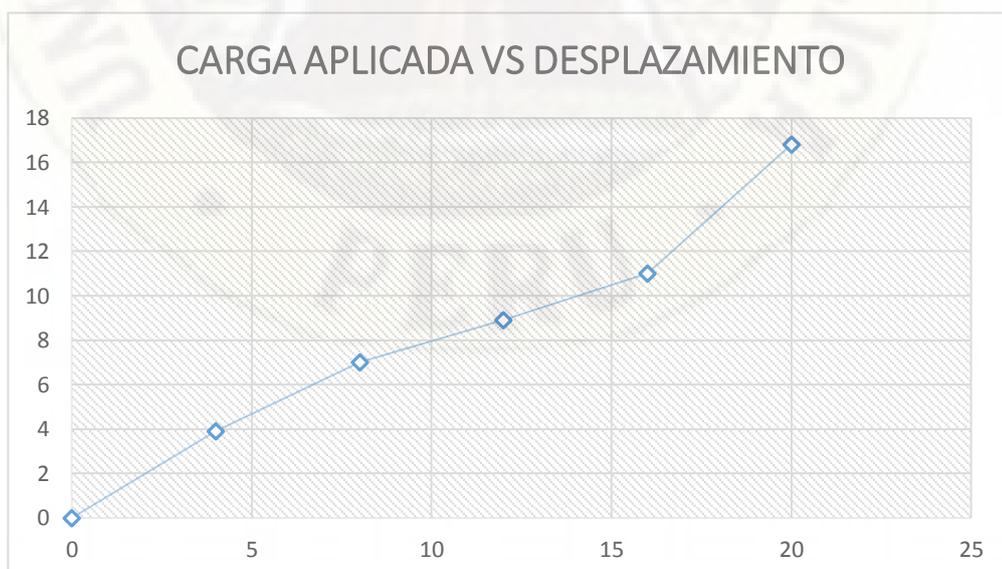
Se muestra los datos tomados en campo

DATOS TOMADOS EN CAMPO		
carga aplicada(tn)	Desplazamiento relativo (mm)	Desplazamiento real (mm)
0	10.5	0
4	14.1	3.9
8	16.8	7.0
12	19.0	8.9
16	21.5	11.0
20	26.7	16.8

Fuente: Elaboración propia.

Figura 20

Se muestra la gráfica de la carga aplicada con desplazamiento.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 06

Se muestra las especificaciones del cable bolting.

ESPECIFICACION	VALOR
Diámetro (mm)	15.25 (0.6)
Peso (kg/m)	1.102
Carga fluencial	234.6
Resistencia a la ruptura KN (Min)	260.7
Norma	ASTM A417/416M
Grado	1860 (270) Baja relajacion

Fuente: Departamento de geomecanica Unidad Minera Pallancata.

Tabla 07

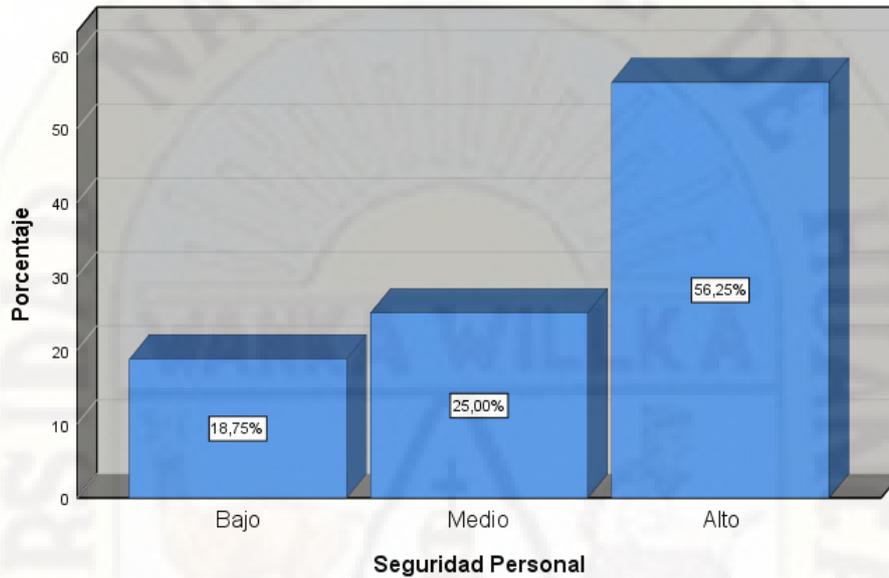
Cantidad de taladros perforados para instalación de cable bolting

N° de taladros	22
Metros lineales perforados	264
Promedio de longitud	12
densidad	3

Fuente: Elaboración propia.

Figura 21

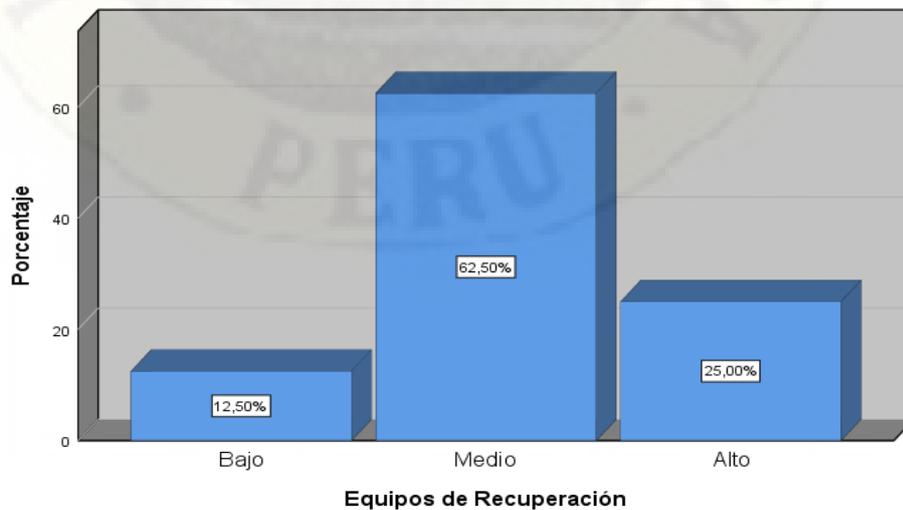
Niveles de seguridad del personal y equipos en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020.



Fuente: Elaboración propia

Figura 22

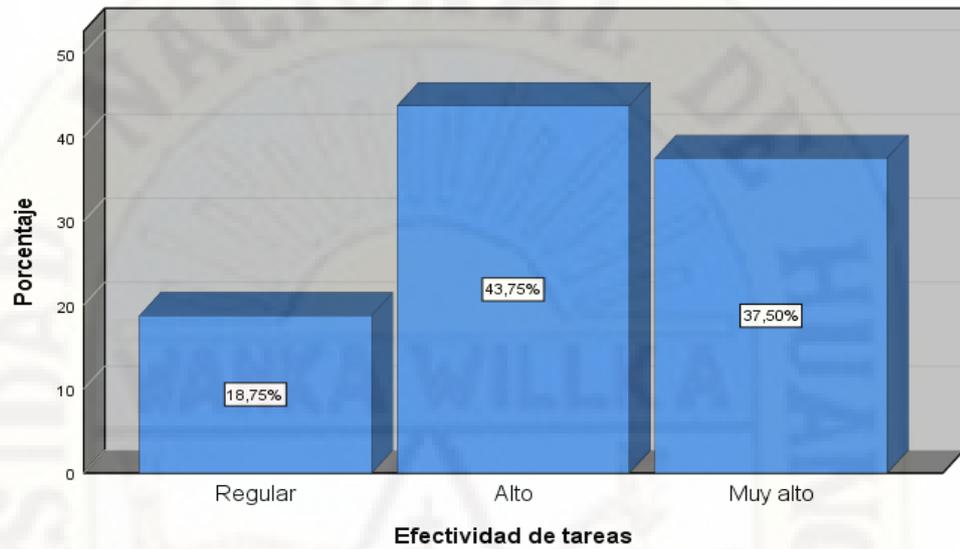
Niveles de producción de los equipos de recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020



Fuente: Elaboración propia

Figura 23

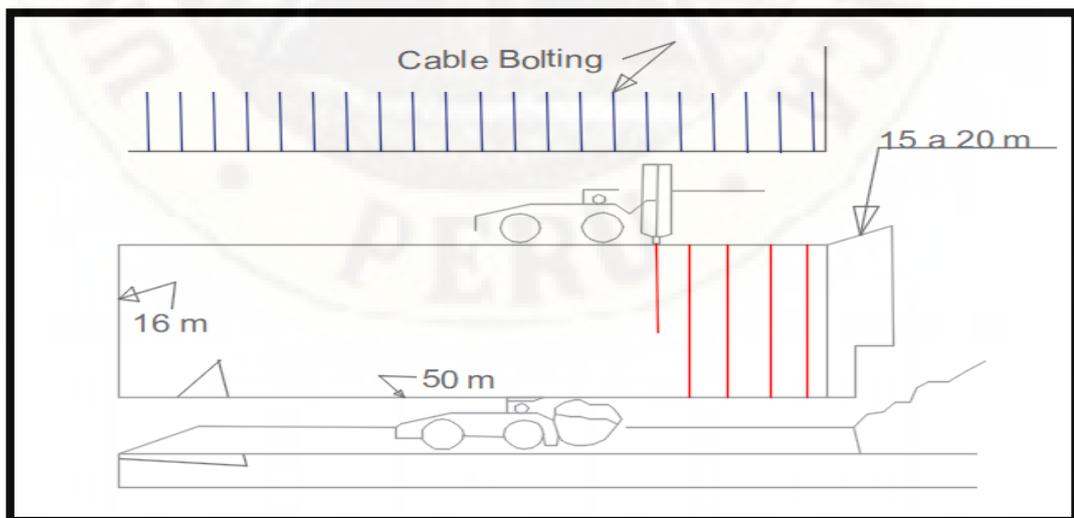
Nivel de efectividad en las tareas de recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020.



Fuente: Elaboración propia

Figura 24

Se muestra las dimensiones del mineral recuperado y sostenimiento con cable bolting.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 08

El mineral recuperado contiene oro y plata. Las dimensiones del mineral son de 15 x 16 x 50 m. con una eficiencia de disparo 98 % en el tajo 1964 del nivel 4264.

Toneladas de ley = Ag @ 293.34 (g/t), Au@ 1.05 (g/t)				
Potencia =10.40 m		1 onz = 31,3 gr		
Pe = 2.8 TM/m ³		Dilución = 17 %.		
Au = 1200 \$/ onz		Ag = 16,5 \$/ onz		
	% eficiencia	% rendimiento	% pagable	penalidades
Au	96	98	99.5	–
Ag	96	94	99	–

Fuente: Elaboración propia

Tabla 09

Tabla de resumen de recuperación del mineral

RECUPERACION DE MINERAL					
Ancho (m)	Altura (m)	Longitud(m)	P.e. (t/m³)	Factor de esp. (%)	toneladas (tn)
15	16	50	2.8	98%	32928.00
16	16	50	2.8	98%	35123.20
17	16	50	2.8	98%	37318.40
18	16	50	2.8	98%	39513.60
19	16	50	2.8	98%	41708.80
20	16	50	2.8	98%	43904.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10

Producción de mineral con sostenimiento con cable bolting y sin sostenimiento de cable bolting.

RECUPERACION DEL MINERAL						
Mes	con sostenimiento de cable bolting			sin sostenimiento de cable bolting		
	tajo			Avance, tajos convencionales.		
	Tonelaje (t)	Ley Ag (g/t)	Ley Au (g/t)	Tonelaje (t)	Ley Ag (g/t)	Ley Au (g/t)
Jun	35208.34	352.35	1.16	12716.05	245.40	0.90
Jul	47830.99	343.52	1.19	20751.16	308.27	1.12
Ago	42913.08	362.87	1.24	25025.95	304.12	1.02
Set	45558.15	350.76	1.20	20946.45	227.00	0.78
Oct	46258.91	283.58	1.01	20123.34	288.26	0.98
Nov	37256.68	358.59	1.22	19757.14	271.17	1.02
Dic	40629.67	356.67	1.24	25025.95	298.56	1.15

Fuente. Elaboración propia.

4.2 CONTRASTACION DE HIPOTESIS

Tabla 11

Probanza de muestras relacionadas.

	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
Recuperacion del mineral sin sostenimiento de cable Bolting – Recuperacion de mineral con sostenimiento de cable bolting	-15668,11143	14354,77739	5425,59587	-28944,06626	-2392,15659	-2,888	6	,028

Fuente: Elaboración propia.

1.- PLANTEAR LA HIPOTESIS.

HIPOTESIS NULA: ($H_0 \neq u$)

H_0 = La optimización del sostenimiento con cable bolting no influye significativamente en la aplicación de sostenimiento con cable bolting, seguridad del personal y equipos, costos de la recuperación del mineral en el tajo 1964

HIPOTESIS ALTERNATIVA: ($H_1 = u$)

H_1 = La optimización del sostenimiento con cable bolting influye significativamente en la aplicación de sostenimiento con cable bolting, seguridad del personal y equipos, costos de la recuperación del mineral en el tajo 1964

2.- ESTABLECER EL NIVEL DE SIGNIFICACIA:

0.05 = 5% de Margen de error que los investigadores están dispuestos a aceptar.

3.- ATRIBUIR EL ESTADISTICO DE PROBANZA.

Paralelo de supuestos, como el promedio, distribución de la población, error típico de la media, etc.

4.- ESTABILIZAR LA PAUTA DE DISCUSIÓN.

$0.05 > P$, por lo tanto, Se rechaza H_0 y se acepta H_1

5.- DEDUCCION.

Con el 95% de certeza se confirma que La optimización del sostenimiento con cable bolting influye significativamente en la aplicación de sostenimiento con cable bolting, seguridad del personal y equipos, costos de la recuperación del mineral en el tajo 1964.

4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la figura 16 y 17, se muestra la vista en plana del nivel 4264, tajo 1964 donde se realiza la toma de datos y la aplicación del reforzamiento con sostenimiento de cable bolting para la recuperación del mineral.

En la figura 19 y tabla 06, se muestra la instalación del sostenimiento con Cable Bolting y sus especificaciones. Acero estandarizado ASTM A 416 – 90, con una tensión de ruptura mínima de 58,600 lbs, (260.7 KN)., el Cable Bolting es un elemento de reforzamiento hecho de alambres de acero trenzado, conformado por 7 alambres, fijados con cemento dentro de la roca. El Cable Bolting utilizado será del tipo Nutcaged, de 5/8” y bulbado cada 0.5 m, Los cables serán utilizados solo en los tajos de producción donde el ancho de minado sea mayor a 10 m, Los cables deberán estar completamente limpios, libre de grasa, óxidos y lodo que pueda afectar su capacidad de adherencia al cemento, antes de instalarse, La longitud del cable dependerá del ancho de la labor a sostener.

Los cables se instalaron en forma no tensionada para el sostenimiento temporal en los tajos.

El tramo que debe sobresalir el cable fuera de la roca para realizar el ajuste debe ser máximo 1½ pie o 45 cm. y mínimo 30 cm.

En la figura 19, se muestra de acuerdo al análisis de la gráfica es factible dimensionar los tajos mediante el minado masivo con la siguiente característica. Ancho de 15 a 20 m con longitud de 50 metros, utilizando el sistema de reforzamiento con sostenimiento de cable bolting con un espaciamiento de 3 metros.

En la tabla 04, se muestra la descripción tajo 1964, del nivel 4264, tipo de labor, sostenimiento con cable bolting, diámetro del cable bolting de 15.2 mm, longitud de instalación (10 m) diámetro de broca (62 mm), carga máxima en ensayo 19 toneladas, tipo de roca III B, capacidad de carga 1.9 pie/ tonelada y un desplazamiento máximo de 15 mm.

En la tabla 05 y figura 20, se muestra los datos tomados en campo con una carga aplica de 0 toneladas hasta 20 toneladas, el desplazamiento relativo varia de 10.5 mm hasta 26.7 mm y el desplazamiento real de 0 mm hasta 16.8 mm.

En la tabla 07, se muestra los datos de la cantidad de taladros perforados con un promedio de perforación por taladro de 12 metros con una densidad de roca de 3 g/cm³ en total se perforaron 264 metros.

En la figura 21, se muestra de acuerdo con lo obtenido, el 56.25% de los trabajadores perciben un nivel alto respecto a su seguridad personal en respuesta a la aplicación; mientras que, el 18.75% la percibe en un nivel bajo.

En la figura 22, se muestra según lo obtenido, el 62.92% de los trabajadores perciben un nivel medio respecto a su seguridad en cuanto al equipo de recuperación en respuesta a la aplicación; mientras que, el 12.52% la percibe en un nivel bajo.

En la figura 23, se muestra según lo obtenido, el 43.75% de los trabajadores perciben un nivel medio respecto a su efectividad en las tareas, calculado desde el número de tareas ejecutadas respecto a las realizadas, en respuesta a la aplicación; mientras que, el 12.52% la percibe en un nivel bajo.

En la figura 24, se muestra el esquema de las dimensiones del del mineral recuperado con ancho de 15metros a 20 metros con una altura de 16 metros de nivel a nivel, longitud de 50 metros, también se muestra el cable bolting instalado.

En la tabla 08 y tabla 09, se muestra, el valor de la recuperación del mineral en el tajo 1964 del nivel 4264 en la Unidad Minera Pallancata con medidas de 15 metros de ancho altura de 16m y longitud de 50 metros con una eficiencia de 98% con leyes de Ag @ 293.34 (g/t), Au@ 1.05 (g/t) con precio en el mercado de Au = 1200 \$/ onz y Ag = 16,5 \$/ onz, realizando los cálculos el valor del Au y Ag se obtuvieron el resultado *valor del Au* = \$ 1 248 780, *valor del Ag* = \$ 4 578 196.75 , obteniendo el valor del mineral = \$ 5 826 976.75, y el tonelaje de mineral recuperado de 32928,00 toneladas a 43904,00 toneladas, dependiendo

de la dimensión.

En la tabla 10, se muestra la recuperación del mineral con la aplicación del sostenimiento de cable bolting y sin sostenimiento con cable bolting del mes de junio hasta el mes de diciembre, en el mes de junio en tajos de recupero mineral de 35208.84 toneladas y en avances 12716.05 toneladas, y en el mes de diciembre 40629.67 toneladas en tajos y en avances 25025.95 toneladas



CONCLUSIONES

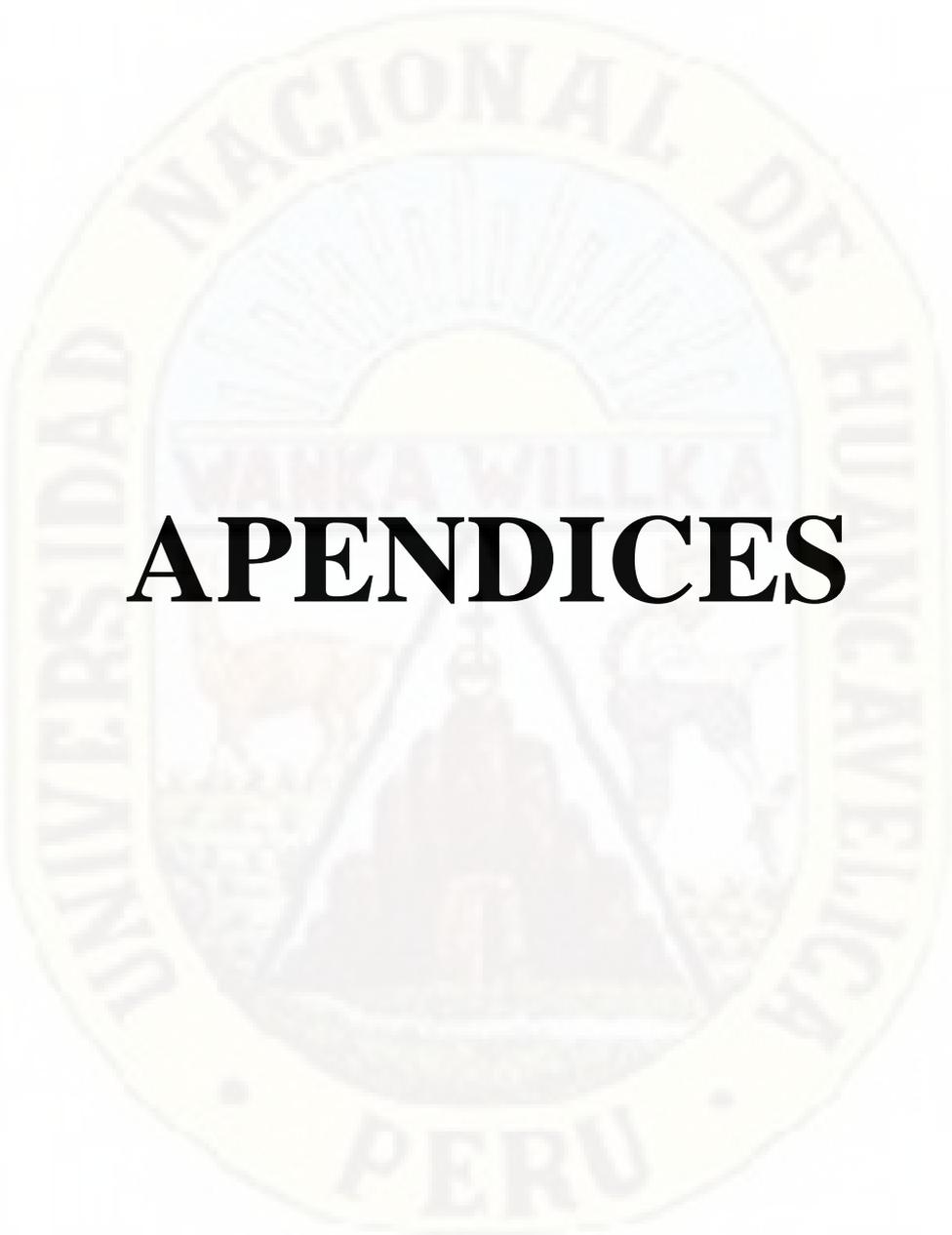
- De acuerdo con el objetivo general, se encontró una influencia significativa de la optimización del sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020, a través de las pruebas de carga aplicada se mejora la cantidad de recuperación con respecto al desplazamiento y la elongación.
- Se determinó una influencia del cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020; reflejado por las características adecuadas de la intervención y por los indicadores de gestión operativa en positivo y tendencia ascendente.
- Se determinó que la optimización de sostenimiento con cable bolting influye en la seguridad del personal y equipos en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020, según percepción esta aplicación precisa niveles altos respecto a la seguridad personal, equipos de recuperación y velocidad de producción, se presentó, una efectividad media de 86.19%, lo cual está calificado en un nivel alto.
- Se determinó la incidencia de la optimización del sostenimiento con cable bolting en los costos de recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020; se obtuvo con una eficiencia de 98% con leyes de Ag @ 293.34 (g/t), Au@ 1.05 (g/t) con precio en el mercado de Au = 1200 \$/ onz y Ag = 16,5 \$/ onz, realizando los cálculos el valor del Au y Ag se obtuvieron el resultado *valor del Au* = \$ 1 248 780, *valor del Ag* = \$ 4 578 196.75 , obteniendo el valor del mineral = \$ 5 826 976.75.

RECOMENDACIONES

- A la Compañía Minera Hochschild Mining S.A. Unidad Pallancata, se recomienda realizar el tesado después de haber fraguado la lechada de cemento y tener en cuenta la relación a/c. de mismo modo implementar constantes capacitaciones y adiestramiento al personal que está a cargo en este tipo de trabajo.
- A los trabajadores del área de sostenimiento con cable bolting de la Unidad Minera Pallancata, se recomienda tener una escobilla metálica para poder limpiar los cables.
- Al área de planeamiento de la Unidad Minera Pallancata brindar el diseñar del radio hidráulico en base al dimensionamiento de las áreas de trabajo con el fin de lograr un modelo de sostenimiento adecuado para las labores subterráneas.
- Se recomienda realizar un tratamiento de la dilución de modo que puede reducir a parámetros mínimos.
- A la Universidad Nacional de Huancavelica y a los alumnos de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional de Huancavelica a seguir realizando investigaciones operativas en minería.

BIBLIOGRAFÍA

- Capes, G. (2009). Open stope hanging wall design based on general and detailed data collection in rock masses with unfavourable hanging wall conditions. University of Saskatchewan.
- Diederichs, M., & Kaiser, P. (1999). Tensile strength and abutment relaxation as failure control mechanisms in underground excavations. *Int J Rock Mech Min Sci* 36:69– 96. [https://doi.org/10.1016/S0148-9062\(98\)00179-X](https://doi.org/10.1016/S0148-9062(98)00179-X).
- Henning, J. (2007). Evaluation of long-hole mine design influences on unplanned ore dilution. McGill University Libraries.
- Minas, M. d. (2003). Glosario tecnico minero. Bogota – Colombia.
- Mucha A., A. R., & Santiago R., J. V. (2019). Aplicacion del cable bolting como reforzamiento en el sostenimiento para poder estabilizar el macizo rocoso en la Unidad de Produccion Carahuacra – Compañía Minera Volcan S.A.A. Cerro de pasco.
- Oseada G., D. (2008). Metodología de la investigación. Huancayo: Editorial Pirámide, 1ra.
- Quispe Bautista, F. W., & Rosales Rojas, R. C. (2019). Implementación del sistema de sostenimiento con cable bolting para la recuperación del mineral. Huancayo.
- Velasquez M., J. L. (2019). Sostenimiento con cable bolting para estabilizar el macizo rocoso en minería subterránea mecanizada Unidad Pallancata – Compañía Minera Hoschields S.A.A. Puno – Peru.



APENDICES

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Optimización del sostenimiento con cable Bolting para la recuperación del mineral en el tajo 1964 nivel 4264 – Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. – Ayacucho – 2020.

HI.– PROBLEMAS	II.– OBJETIVOS	III. HIPOTESIS	IV. VARIABLES
<p>GENERAL.</p> <p>¿De qué manera influye la optimización del sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho 2020?</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <p>¿En qué medida interviene la optimización del sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho 2020?</p> <p>¿En que medida influye en la seguridad del personal y equipos con la optimización del</p>	<p>GENERAL.</p> <p>Determinar la influencia de la optimización del sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata, Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020.</p> <p>ESPECIFICOS</p> <p>Definir la intervención de la optimización del sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild, Mining S.A. Ayacucho en el año 2020.</p> <p>Determinar en qué medida influye la seguridad del personal y equipos en la optimización del</p>	<p>GENERAL</p> <p>La optimización de sostenimiento con cable bolting influye significativamente en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020</p> <p>ESPECÍFICAS</p> <p>La aplicación del cable bolting influye en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020.</p> <p>La optimización de sostenimiento con cable bolting influye significativamente en la seguridad del personal y equipos en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264</p>	<p>VARIABLES:</p> <p>independiente:</p> <p>X: Optimización del sostenimiento con cable bolting</p> <p>Indicadores:</p> <p>–aplicación.</p> <p>–seguridad.</p> <p>–costos</p> <p>Variables dependientes:</p> <p>Y : Recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264</p>

<p>sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho 2020?</p> <p>¿Cómo incide los costos en la optimización del sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho 2020?</p>	<p>sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho 2020.</p> <p>Comprobar la incidencia de los costos en la optimización del sostenimiento con cable bolting en la recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho 2020.</p>	<p>Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020</p> <p>La optimización del sostenimiento con cable bolting incide significativamente en los costos de recuperación del mineral en el tajo 1964, nivel 4264 Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining S.A. Ayacucho en el año 2020</p>	<p>Unidad Minera Pallancata Hochschild Mining</p> <p>Indicador:</p> <p>Tonelaje de recuperación del mineral:</p> <p>–Alto</p> <p>–Medio</p> <p>–Bajo</p>
--	--	---	---

V. POBLACION Y MUESTRA	VI. TIPO Y DISEÑO DE ESTUDIO	VII. METODOS Y TECNICAS						
<p>POBLACION. La población está conformada por los bloques mineralizados del Nivel 4264 de de la unidad minera Pallancata.</p> <p>MUESTRA Se tomó como muestra los bloques mineralizados del tajo 1964 en el nivel 4264 de Unidad Minera Pallancata</p> <p>MUESTREO: Dirigido.</p>	<p>Tipo: Aplicada</p> <p>Diseño: Pre experimental.</p> <p>Esquema:</p> <table border="0" data-bbox="918 710 1176 805"> <tr> <td>R</td> <td>X</td> <td>O1</td> </tr> <tr> <td>R</td> <td></td> <td>O2</td> </tr> </table> <p>Donde: R: Es el grupo X: Es el tratamiento (optimización del sostenimiento con cable bolting). 01: Observación antes del tratamiento. 02: Observación después de la optimización.</p>	R	X	O1	R		O2	<p>METODO:</p> <p>General: Investigación científica.</p> <p>Específico El Analítico sintético y analítico</p> <p>TÉCNICAS: Observación.</p> <p>Instrumento: Fichas de observación</p>
R	X	O1						
R		O2						

Tabla 12*Presupuesto de la tesis.***PRESUPUESTOS**

DETALLE	CANT.	Unidad Medida	PREC. UNIT. (S/.)	SUB TOTAL	TOTAL (S/.)
BIENES					2 645,00
Textos de Consulta	10	U	120	1 200	
Papel Bond 80 g	4	Mill	100	400	
Lapiceros	20	Und	4	80	
Lápices	5	Und	2	10	
Memoria USB	2	Und	40	80	
Fólder	10	Und	1	10	
Tinta para impresora	2	Und	70	140	
Cemento	5	Und	25	125	
Ladrillos	500	Und	1	500	
Otros				100	
EQUIPOS (Alquiler)					3 800,00
Laptop	1	Und	3 800	3 800	
SERVICIOS					8 755,00
Alquiler de Internet		GLB		300	
Copias fotostáticas e impresiones		GLB		500	
Viáticos, pasajes y llamadas telefónicas		GLB		200	
Asesoría de tesis		GLB		6 400	
Anillados de borradores	3	GLB	15	45	
Encuadernado y empastado	3	GLB	20	60	
Costo de oportunidad (Honorarios)				1 000	
Otros				250	
PRESUPUESTO TOTAL					15 190,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13*Cronograma de actividades de la tesis.*

ACTIVIDAD	2020 – 2021						
	N	D	E	F	M	A	M
1. Revisión del Reglamento de Grados y Títulos – Esquema del Plan de Tesis	x						
2. Elaboración del plan de tesis	x						
3. Presentación del plan de tesis		x					
4. Designación de docente asesor y miembros del jurado para el proyecto de investigación	x	x					
5. Opinión del proyecto de investigación por los miembros del jurado y asesor			x				
6. Revisión y Aprobación del plan de tesis			x				
7. Ampliación del marco teórico			x				
8. Elaboración de encuesta y recolección de datos				x			
9. Procesamiento de la información e interpretación de los resultados					x		
10. Presentación del informe de tesis y aprobación por los miembros del jurado						x	
11. Sustentación de la tesis							x

Fuente: Elaboración propia**Tabla 14***Cuestionario de Seguridad y Equipamiento.*

INDICADORES	PREGUNTAS	1	2	3	4	5
SEGURIDAD DEL PERSONAL	La empresa brinda capacitaciones constantes sobre salud y seguridad en el trabajo.					
	La gestión de seguridad es adecuada y eficiente dentro de la empresa.					
	Las charlas de sensibilización tienen efecto positivo dentro de la empresa.					
	La empresa influye en la toma de decisiones pensantes con los colaboradores.					
	La empresa hace entrega del uniforme de protección adecuado.					
EQUIPOS DE SEGURIDAD	La empresa capacita o brinda charlas constantes sobre el uso adecuado de los equipos de seguridad.					

	Considera que la ropa de trabajo e instrumentos de seguridad son los adecuados.					
	Considera que la infraestructura y transporte son los adecuados.					
	Considera que los parámetros de control de seguridad con los que se cuenta son los adecuados.					
	La empresa cumple con la política preventiva para minimizar las ocurrencias de accidentes.					
VELOCIDAD DE PRODUCCIÓN	La estrategia con la que trabaja la empresa es la adecuada.					
	Se realizan una serie de controles diarios antes de cada actividad.					
	La empresa sigue los estándares para medir la productividad de sus trabajadores.					
	Se cumple con los tiempos establecidos de producción.					
	La empresa facilita las herramientas para lograr una producción eficiente.					

N°	Calificativo
1	En total desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Indiferente
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

Costo unitario del cable bolting.

CABLE BOLTING (10 M) EQUIPO TH Y TENSADO								
Perforación de producción			13	taladros /guardia				
Taladros perforados – pre corte				tal/tajo				
Taladros perforados – pre corte			13	tal/gdia				
m por taladro			10	m/tal				
Taladros de alivios			0	tal/guardia				
Total perforado			130	m/gdia				
Equipos de perforación								
Rendimiento de simba			100	m/guardia				
Horas trabajadas SIMBA			7	h/guardia				
Consumo de petróleo			1.5	galones/hora				
Días trabajados			30	días		horas por día		
Item	Descripción	Unidad	Cantidad (personas)	Cantidad	PU(\$)	Vida util	Costo Parcial (US\$/Gdia)	Costo total sin explosivo US\$/m
100	PERFORACION						3181.62	24.47
1.01 Mano de obra							329.57	
	Operador simba	Gdia	1.29	1	62.48		80.60	
	Ayudante operador simba	Gdia	1.29	1	37.12		47.88	
	Maestro de sostenimiento	Gdia	1.29	1	43.92		56.66	
	Ayudante de sostenimiento	Gdia	1.29	2	34.02		87.77	
	Operador teehandlers	Gdia	1.29	1	43.92		56.66	
1.02 Aceros de perforación							1399.3054	
	Barra SD T38–RD 38–T38 X 4"	p.p		459.20	0.78		358.176	
	Broca Retractiva FPT38 X 64 mm	p.p		459.20	0.34		156.128	
	Shank COP 1838/1638 T38 X 435 mm	p.p		459.20	0.07		32.144	
	Copas de afiliado	Jgo		153.07	0.23		35.2061	
	Aguzadora de copas	Pza		76.53	0.21		16.0713	
	Manguera de 1" (100m)	m		100.00	0.00		0	
	Tubería HDPE SDR 11 PN 16 25 mm	m		149.50	0.64		95.68	
	Lechada de cemento	Kg		1547.00	0.14		216.58	
	Cable de acero	m		130.00	2.77		360.1	
	Planchas (placa, cuña, barril)	Jgo		13.00	9.94		129.22	
1.03 Equipos							1437.1065	
	Simba	hr		7.00	165.82		1160.74	
	Combustible	gal		5.25	2.47		12.9675	
	Telehandler	hr		7.00	27.84		194.88	
	Combustible	gal		7.70	2.47		19.019	
	Bomba de inyección	hr		6.00	4.00		24	

Hilti	hr	5.00	1.50	7.5
Equipo Tensador (gata hidraulica)	hr	6.00	3.00	18
1.04 Herramientas y EPP				15.64
Implementación de seguridad	Gdia	5	1 1.82	9.10
Herramientas	Gdia	1	1 4.04	4.04
Lámpara Minera	gdia	5	1 0.5	2.50
TOTAL COSTO DIRECTO (US\$/M				24.47
Utilidad costo directo				10%
Gastos generales				25%
COSTO TOTAL (US\$/m)				33.04

Fuente: Departamento de costos Unidad Minera Pallancata.

Tabla 16

Costo unitario del volquete de 15 m³

ANALISIS DE COSTO (VOLQUETE DE 15 M3)						
DATOS GENERALES						
Costo de adquisición (incl. Tolva)	178.3	5	US\$	interés (año)	12%	%
Valor de rescate	30%	%	Factor de inversión	0.000	1	
Vida económica	16.7	Horas	seguros	3.50%	%	
Vida económica	3	Años				
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Vida útil Horas	costo parcial \$/horas	costo Total \$(horas)
1.0 De Propiedad						10.78
Depreciaciones	Horas	1.00	17835.00	16704.00	7.47	
intereses	Horas	1.00	17835.00		2.56	
seguros	Horas	1.00	17835.00		0.75	
2.0 Operacion						20.66
aceite motor	Galones	1.00	27.00	400.00	0.68	
aceites (hidráulico, transmisión, caja)	Galones				0.48	
filtros (aceite, By pass, Petróleo, pre fill)	Global				0.41	
Filtro de aire(primario y secundario)	pieza				0.30	
Llantas Delanteras(Kit completo)	pieza	4.00	400.00	1200.00	1.33	

Llantas posteriores (Kit completo)	pieza	8.00	480.00	1200.0 0	3.20
Baterías	pieza	2.00	200.00	7500.0 0	0.05
Grasa	Kilos	8.80	1.32	40.00 5000.0	0.29
Alarma, circulina, Faros neblineros.	Global	1.00	372.00	0	0.07
Mano de obra	Horas	1.00	9.58	1.00	9.58
Reparación y mantenimiento	%	0.40	10.68	1.00	4.27
3.0 Costo Directo					6.19
costo fijos	und	11.00	31580.1 7	461.00	6.19
Total costo Directo (\$/Horas)					37.63
4.0 costos indirectos					19.80
Gastos generales	%	20.49	3578.91	461.00	7.71
Utilidad	%	10.00			3.76
petróleo D – 2	Galones	3.20	2.60	1.00	8.33
Costo total (Horas) (US\$/horas)					57.43

Fuente: Departamento de costos Unidad Minera Pallancata.

EVIDENCIAS FOTOGRAFICAS

Fotografía 01

personal en el area de trabajo tajo 1964 nivel 4264.



Fuente: fotografía tomado por los investigadores.

Fotografía 02

capacitacion al personal sobre los venificios en opercion con el uso de sostenimiento del cable bolting



Fuente: fotografía tomado por los investigadores.

Fotografía 03

Instalación del reforzamiento de sostenimiento con cable bolting.



Fuente: Fotografía tomado por los investigadores

Fotografía 04

Uso de equipo telehandler para a instalación del sostenimiento con cable bolting



Fuente: fotografía tomado por los investigadores.