

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA**

(Creada por Ley N° 25265)

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**DISTRIBUCIÓN DE TALADROS Y SU INFLUENCIA EN  
VOLADURA CONTROLADA GALERÍA 9770 DE LA MINA  
SANSÓN - COMPAÑÍA MINERA LINCUNA S.A. - HUARAZ  
- 2019**

**TESIS**

**LÍNEA DE INVESTIGACION**

**PERFORACION Y VOLADURA DE ROCAS**

**PRESENTADO POR:**

BACH. GUTIERREZ PRADO, Bryan Jhoseph

BACH. LLANCARI CHOCCELAHUA, Moises

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO DE MINAS**

**LIRCAY – HUANCABELICA**

**2020**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA**  
(Creada por Ley N° 25265)  
**FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL**

AV. CENTENARIO N°1200 TELÉF. 952847104  
LICENCIADA BAJO RESOLUCIÓN N° 086-2019-SUNEDU/CD  
**ACTA DE SUSTENTACIÓN**

EN LA CIUDAD DE LIRCAY DEL DIA 24 DE NOVIEMBRE DEL 2020, SIENDO LAS 4:00 P.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 RESOLUCION N° **382-2019-FIMCA- UNH (21/11/2019)** CONFORMADO EN LA SIGUIENTE MANERA

- PRESIDENTE** : DR. HUAMANCAJA ESPINOZA RODRIGO  
**SECRETARIO** : ING. CASTRO ILLESCA JUAN PABLO  
**VOCAL** : MSc. PAREJAS RODRIGUEZ FREDDY

Y EN CUMPLIMIENTO A LA RESOLUCIÓN DE CONSEJO DE FACULTAD VIRTUAL N° 087-2020-FIMCA-UNH, DE HORA Y FECHA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS TITULADO: “**DISTRIBUCIÓN DE TALADROS Y SU INFLUENCIA EN VOLADURA CONTROLADA GALERÍA 9770 DE LA MINA SANSÓN - COMPAÑÍA MINERA LINCUNA S.A. - HUARAZ - 2019**”

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

**BACHILLER (S):**

- GUTIERREZ PRADO BRYAN JHOSEPH  
LLANCARI CHOCCELAHUA MOISES

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 EL RESULTADO SIENDO **APROBADO POR UNANIMIDAD**, CULMINANDO A LAS 6:00 PM.

**BACHILLER: GUTIERREZ PRADO BRYAN JHOSEPH**

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR UNANIMIDAD
SECRETARIO	
VOCAL	

**BACHILLER: LLANCARI CHOCCELAHUA MOISES**

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR UNANIMIDAD
SECRETARIO	
VOCAL	

EN CONFORMIDAD A LO ACTUADO FIRMAMOS AL PIE DEL PRESENTE.

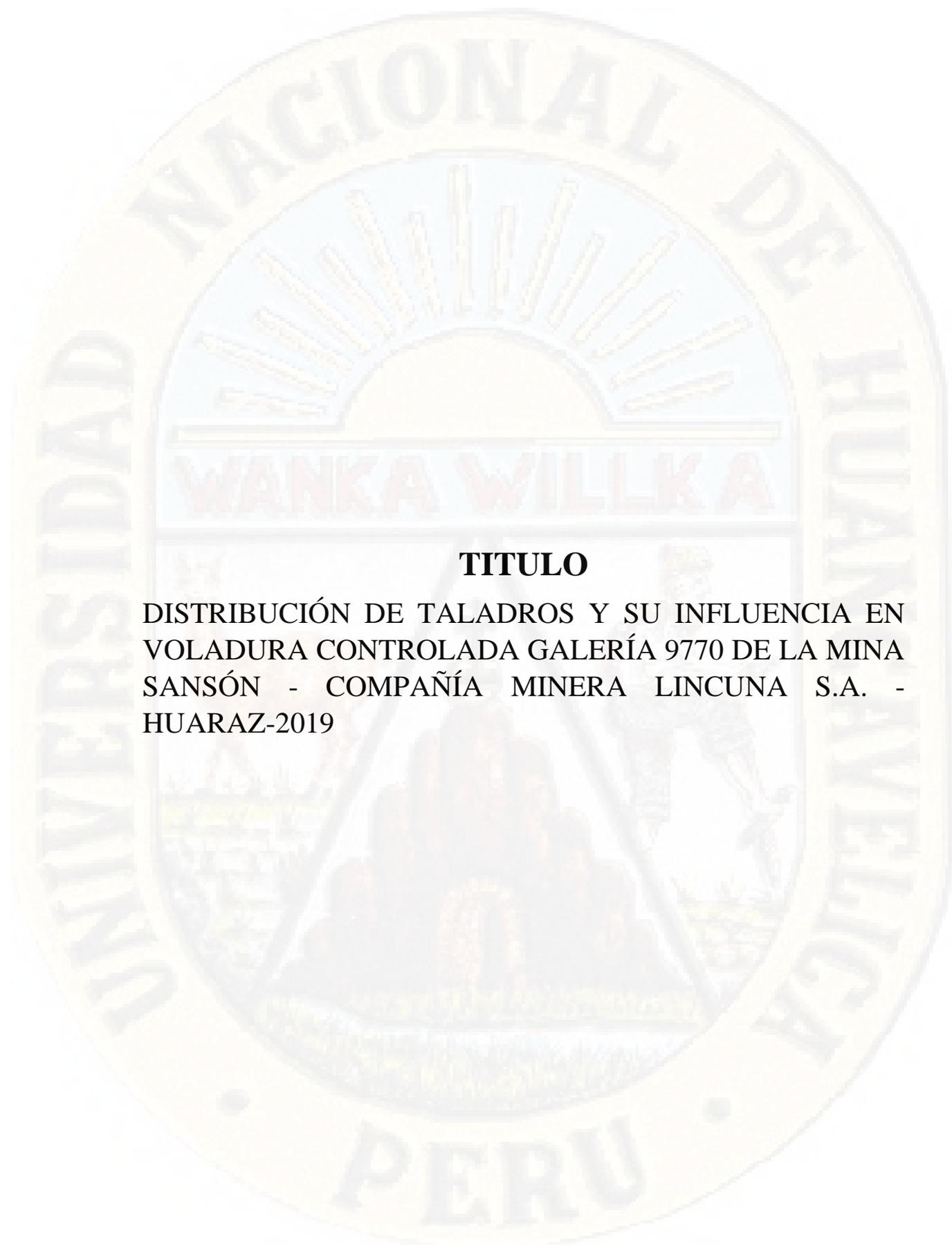
Presidente  
DR. HUAMANCAJA ESPINOZA RODRIGO

Secretario  
ING. CASTRO ILLESCA JUAN PABLO

Vocal  
MSc. PAREJAS RODRIGUEZ FREDDY

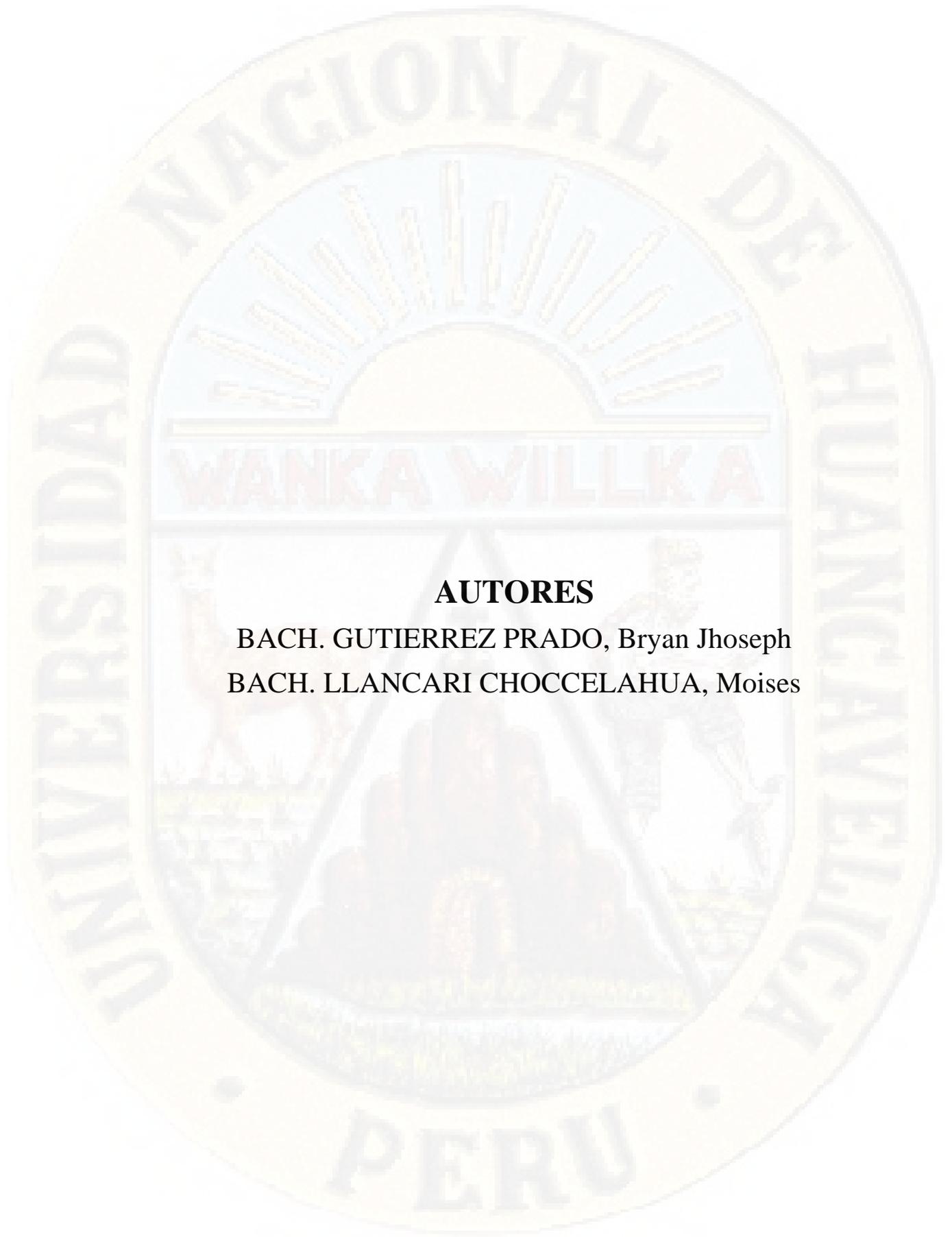
Sustentante  
GUTIERREZ PRADO BRYAN JHOSEPH

Sustentante  
LLANCARI CHOCCELAHUA MOISES



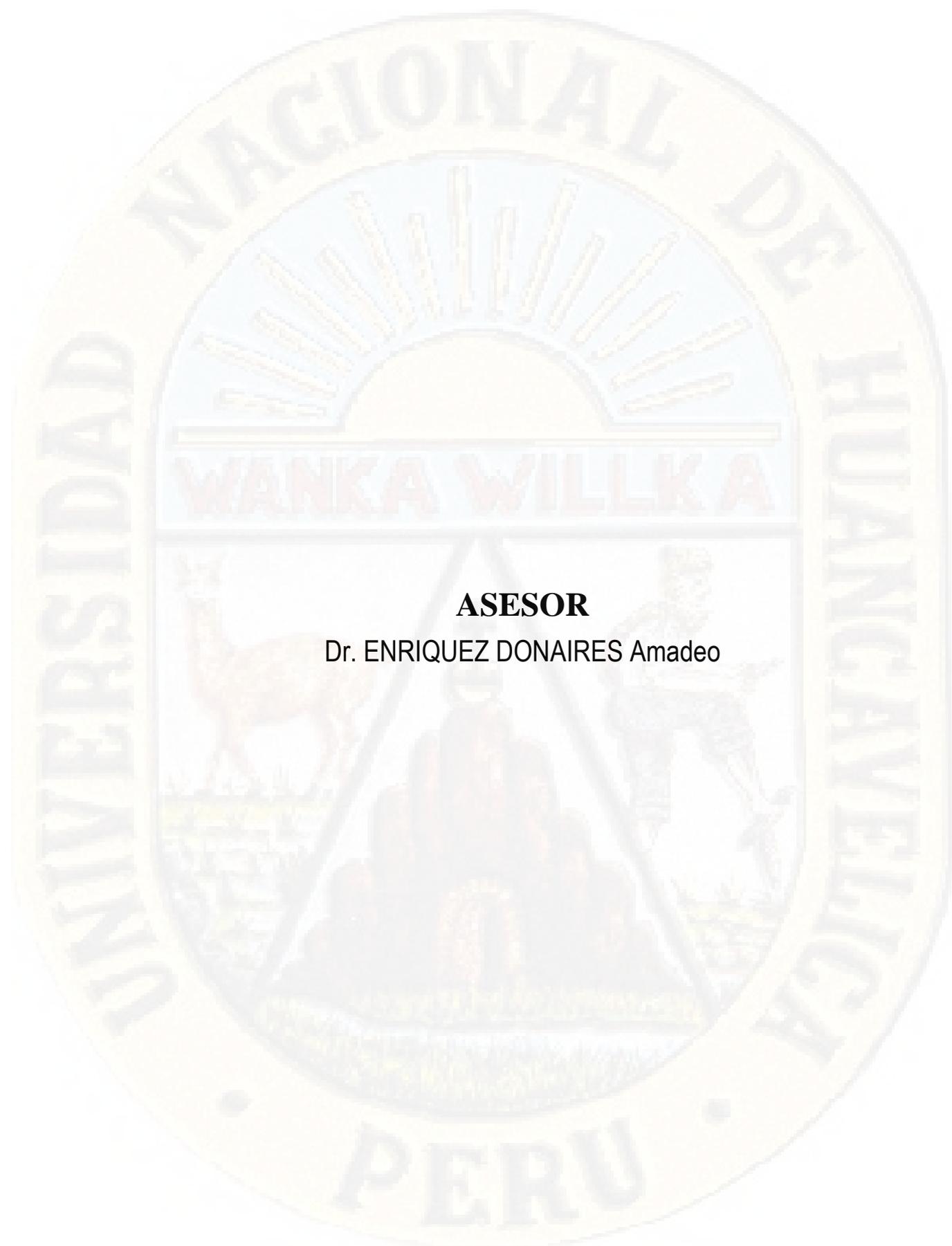
## **TITULO**

DISTRIBUCIÓN DE TALADROS Y SU INFLUENCIA EN VOLADURA CONTROLADA GALERÍA 9770 DE LA MINA SANSÓN - COMPAÑÍA MINERA LINCUNA S.A. - HUARAZ-2019



## **AUTORES**

BACH. GUTIERREZ PRADO, Bryan Jhoseph  
BACH. LLANCARI CHOCCELAHUA, Moises



**ASESOR**

Dr. ENRIQUEZ DONAIRES Amadeo

## DEDICATORIA

A Dios por guiarme y bendecirme en los momentos difíciles

A mi madre María Esther y mi padre José por su motivación de ser una gran persona sobre todo su amor.

A Betzabe y Alexis por su sinceridad y responsabilidad del tiempo inmenso que me brinda.

Al maestro perforista Fredy Rojas Huincho por enseñarme perforar y cargar.

Al operador de Jumbo Elmer Baldeón Luis por estandarizar las labores de avance en la mina Sansón.

**Bach. Gutiérrez Prado, Bryan  
Jhoseph**

A Dios por haberme ayudado a llegar hasta este punto dentro de lo planeado de mí vida y su infinita bondad y amor

A mis padres Gregoria y Félix por su apoyo incondicional invaluable y quienes mi enseñaron ser perseverante y luchar por cada una de mis metas.

A mis hijos Abdiel A. y Diego M. quienes son el motivo de seguir cumpliendo con mis metas y objetivos.

A mi pareja rebecca por su apoyo incondicional en todo momento.

Al operador de Scoop Ronal Fretel Torres por estandarizar las labores de avance en la mina Sansón.

**Bach. Llancari Choccelahua, Moises**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por sus bendiciones y apoyo dentro de nuestras vidas.

A nuestros docentes de la Universidad Nacional De Huancavelica – Ing. De Minas por sus enseñanzas que nos encaminó en la formación del mundo minero de hoy en día.

Al residente y gerente de la contrata URQU S.A.C. por brindarnos la oportunidad de asumir el cargo de supervisor operación mina en la mina Sansón – Compañía Minera Lincuna S.A.

## INDICE

PORTADA.....	I
ACTA DE SUSENTACIÓN.....	II
TITULO.....	III
AUTORES.....	IV
ASESOR.....	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
INDICE.....	VIII
RESUMEN.....	XIV
ABSTRACT.....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	XVIII

### CAPITULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	21
1.3. OBJETIVOS.....	22
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	22
1.5. LIMITACIONES.....	23

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES.....	25
2.2. BASES TEÓRICAS.....	31
2.3. BASES CONCEPTUALES.....	35
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.....	36
2.5. HIPÓTESIS.....	41
2.6. VARIABLES.....	41
2.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	42

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

3.1. AMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL.....	43
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	44
3.4. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO.....	45
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	45
3.6. TECNICAS Y PROCESAMIENTO DE ANALISIS DE DATOS .....	46

### **CAPITULO IV**

#### **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

4.1. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	49
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	53
4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	56

CONCLUSIONES

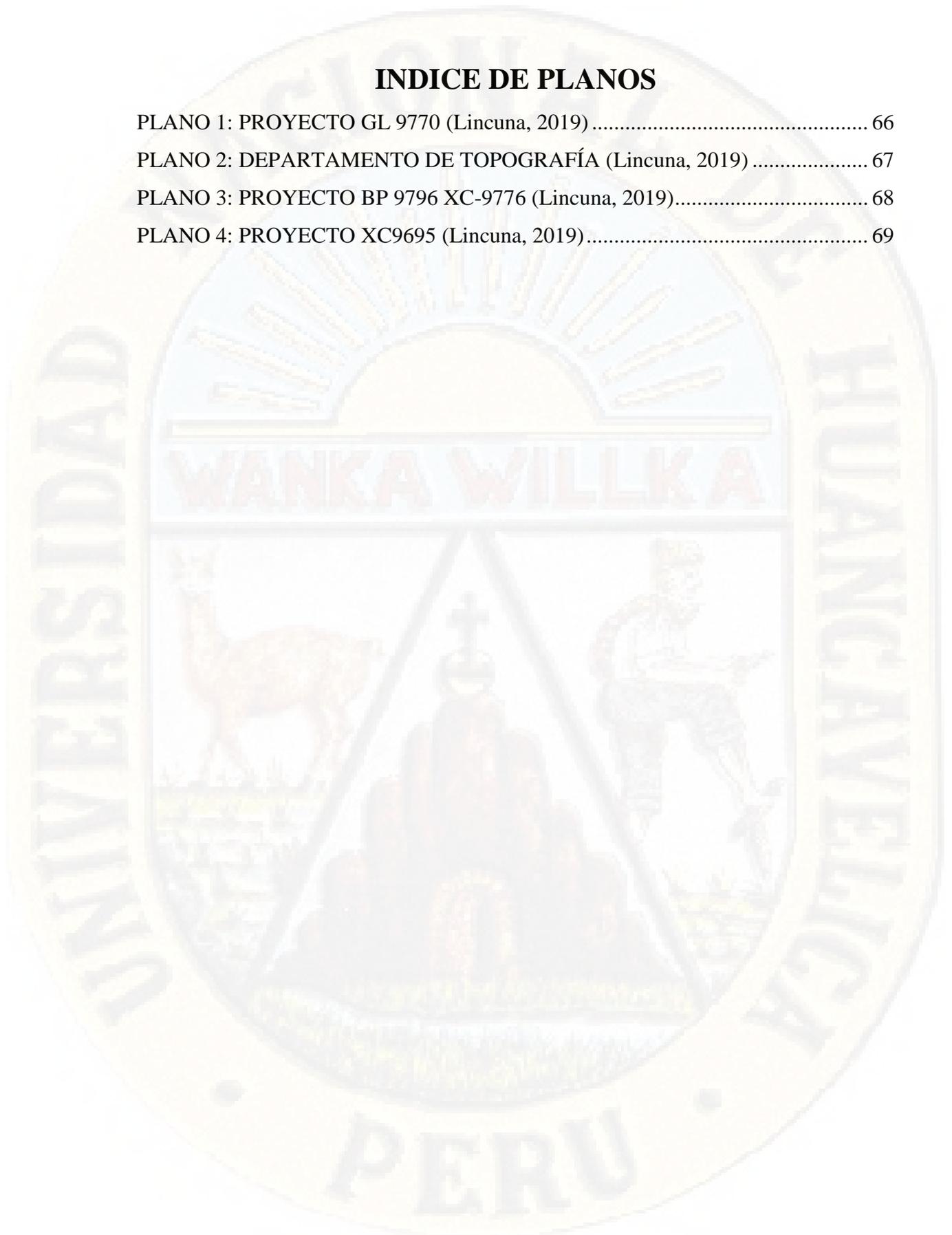
RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APÉNDICE

## INDICE DE PLANOS

PLANO 1: PROYECTO GL 9770 (Lincuna, 2019) .....	66
PLANO 2: DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA (Lincuna, 2019) .....	67
PLANO 3: PROYECTO BP 9796 XC-9776 (Lincuna, 2019).....	68
PLANO 4: PROYECTO XC9695 (Lincuna, 2019).....	69



## INDICE DE TABLAS

TABLA 1: RENDIMIENTO DE SCOOP 6YD <sup>3</sup> .....	49
TABLA 2: INSTALACIÓN DE 9 SPLIT SET 5 PIES .....	50
TABLA 3: INSTALACIÓN DE 9 SPLIT SET 7 PIES .....	51
TABLA 4: INSTALACIÓN DE 10 SPLIT SET 5 PIES .....	51
TABLA 5: INSTALACIÓN DE 10 SPLIT SET 7 PIES .....	52

## INDICE DE FUENTES

FUENTE 1: CURVA DE PRODUCTIVIDAD SCOOP 6YD <sup>3</sup> .....	50
FUENTE 2: DATOS DE CAMPO .....	53
FUENTE 3: ELECCIÓN DE PRUEBA ESTADÍSTICA.....	54
FUENTE 4: PRUEBA DE NORMALIDAD .....	55
FUENTE 5: PRUEBA ENTRE MUESTRAS 1 Y 3 .....	55
FUENTE 6: PRUEBA ENTRE MUESTRAS 2 Y 3 .....	56
FUENTE 7: SOPORTE TÉCNICO DE VOLADURAS Y MANIPULACIÓN .....	70
FUENTE 8: ZONA DE DAÑO DE CONTORNO (Peralta, 2019).....	71
FUENTE 9: TIPOS DE FISURAS EN LAS PROXIMIDADES DEL TALADRO (Caveres, 1990) .....	71
FUENTE 10: FUNCIÓN DEL ESFUERZO VS DISTANCIA AL CENTRO DEL TALADRO (Alzate, 2006).....	72
FUENTE 11: VOLADURA CONTROLADA EN SUBSUELO (EXSA S.A., Metodos De Corte En Minería Subterránea, 2014).....	72
FUENTE 12: TIPOS DE VOLADURA CONTROLADA (EXSA S.A., Metodos De Corte En Minería Subterránea, 2014) .....	73
FUENTE 13: ESQUEMA DE VOLADURA CONTROLADA.....	73
FUENTE 14: MALLA DE PERFORACIÓN 1 (Juarez, 2019) .....	74
FUENTE 15: MALLA DE PERFORACIÓN 2 .....	75
FUENTE 16: MALLA DE PERFORACIÓN 3 .....	76
FUENTE 17: PERFORACIÓN CON 5 TALADROS EN LA CORONA .....	77
FUENTE 18: PERFORACIÓN CON TALADROS DE RECORTE EN LA CORONA GL 9770 JUMBO#16 .....	77
FUENTE 19: PERFORACIÓN DEL ARRANQUE JUMBO#16.....	78
FUENTE 20: SCOOP 6YD <sup>3</sup> .....	78
FUENTE 21: ORDEN DE TRABAJO .....	79
FUENTE 22: SELECCIÓN DE REFUERZOS DE ROCA (Berrocal, 2015) .....	79
FUENTE 23: TABLA GEOMECÁNICA (Lincuna, 2019).....	80
FUENTE 24: INSTALACIÓN SPLIT SET 7' HASTIAL DERECHO GL 9770.....	81
FUENTE 25: INSTALACIÓN SPLIT SET 5' GL 9770.....	81

FUENTE 26: 9 PERNOS SPLIT SET 5' .....	82
FUENTE 27: SOSTENIMIENTO EN LA CORONA MALLA.....	82
FUENTE 28: CORTADO DE MALLA ELECTROSOLDADA 2x25m <sup>2</sup> .....	83
FUENTE 29: MECANISMO DE ESTALLIDO DE ROCAS (Berrocal, 2015) .....	83
FUENTE 30: RECARGADO DE TALADROS GL9770 .....	84
FUENTE 31: AMARRE COLA DE CHANCHO .....	84
FUENTE 32: MAESTRO CARGADOR - AYUDANTE CARGADOR GL 9770 ..	85
FUENTE 33: BLOQUEO DE LABOR CARGADA .....	85
FUENTE 34: BOMBONA .....	86
FUENTE 35: SUPERVISIÓN GL. 9770 .....	86
FUENTE 36: CAMPAMENTO DE LA CONTRATA URQU S.A.C .....	87

## RESUMEN

Para sustentar el costo de distintas operaciones se debe contar con la productividad sustentable y comparar en que avance nos encontramos para continuar con la operación tanto en avance y producción.

La investigación surgió a causa de que se encontraba tiros cortados en labores de avance que causaba horas perdidas al realizar voladuras secundarias, las sobreroturas que un día llegó hasta 4.8m de ancho en relación a la sección 3.5 x 3.5m es así que el maestro perforista y su ayudante demoraban en el desate de roca suelta que generaba desgaste físico, ineficiencia en habilitar labores de avance, el costo de sostenimiento para la contrata que incrementaba por guardia de pernos split set de 5' y 7' pies de acuerdo al cambio de terreno, otro de los casos la sobredilución que se evidenciaba, Sin embargo, para lograr la solución se inició el día 27 de mayo hasta el 8 de junio del presente año para hacer los estudios, análisis en el proceso.

Se logró determinar los costos unitarios de sostenimiento, el rendimiento del scoop, Tn/Gda para garantizar la eficiencia y comparar de que los taladros de recorte en la corona influyen en una voladura controlada en este caso se hizo la prueba en la muestra que consideramos la GL 9770 de la mina Sansón – Compañía Minera Lincuna S.A.

Los resultados fueron:

Alto rendimiento del scoop de 6yd<sup>3</sup> de 80% a 90% en limpieza de mineral y/o desmonte según el programa 5 volquetes de la GL 9770 con la sección de 3.5m x 3.5m ya que la presencia de bancos causaba voladuras secundarias sin habilitar la labor.

Disminuyó la sobre rotura de 50 - 40 cm a 15-20 cm, mientras el maestro perforista y su ayudante perforista al realizar el sostenimiento con perno Split set se instala ahora sistemáticamente en la sección de 3.5 x 3.5m de la GL 9770 5-4 o 4-5.

La sobre dilución disminuyó de 75% a 55% en las vetas con potencia menor de 25cm en la GL 9770 de la mina Sansón en labor de avance.

Mejóro la producción más avance que según planeamiento era sacar 20

volquetes/Gda de mineral, aumentó 1 a 2 volquetes más; así mismo se dejaba habilitadas labores para la siguiente guardia y/o mineral acumulado (2 volquetes) en la cámara de acumulación CA – 9802 – 1.

La disminución de costos unitarios de sostenimiento fue de \$9.01 a \$8.90 split set de 5' y de \$12.21 a \$11.98 split set de 7'. Hoy en día se continúa aplicando en las labores de avance XC 9695, XC (-) 9776 22m, BP 9796 80m, GL 9770, CX (-) 9755.

**Palabras Clave:** Voladura controlada, galería, crucero, malla de perforación, tiros cortados, cachorro, plasteo, sobrerotura, taladros de recorte.

## ABSTRACT

By maintaining the cost of operations, they are contrasted with the individual's comparative and sustained advancement of the product with continued operation, advancement, and production.

Research on the cause of the turtle incursion and work on advancing the cause of conducting volunteer high schools, so that they can be trusted as only 4.8m wide and a ratio of 3.5x3.5m, as well as the master driller and his assistant were delaying and the loose rock loose that generated physical wear, inefficiency and advancement activators, the cost of contract support that increased by guard of split set bolts of 5 and 7 feet according to the change of terrain, another of the cases the overdilution that was evident,

Their seizure is based on the request for the case from May 27 to June 8 and is submitted to the hacker for studies, analysis and the process.

The registry determines the cost of the unit, the cost of the scoop, the Tn / Gda to ensure the efficiency and the comparison of the number of reports and the influences of the crown and the control of the blasting and the case of the court and the court of consideration. GL 9770 of the Sansón mine - Compañía Minera Lincuna SA

The results were:

Alto yields a 6yd3 tablespoon of 80% to 90% and cleans ore and / or dismantles the GL 9770's 5-volume program with the 3.5mx 3.5m section, which is the bankruptcy precedent for secondary labor.

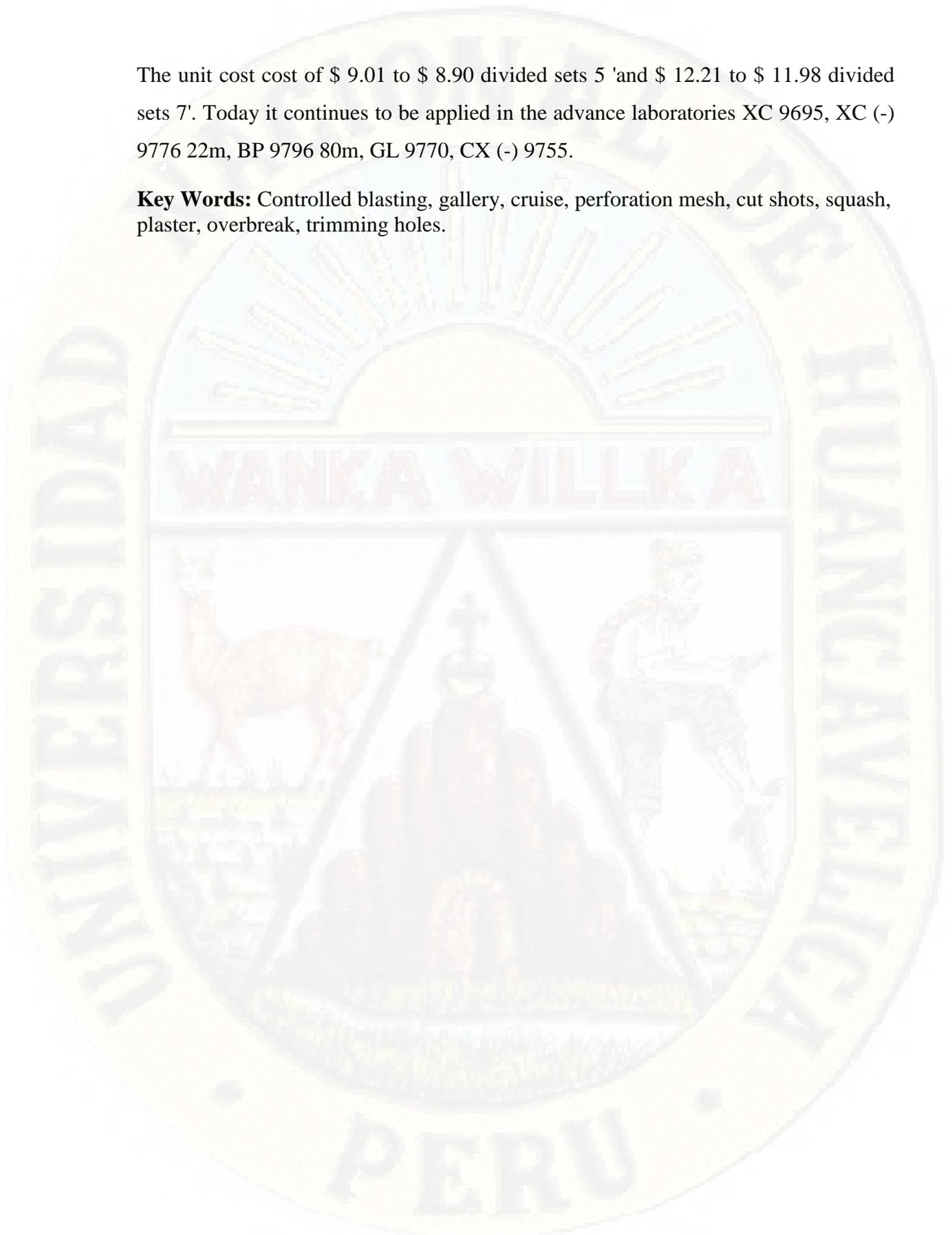
This size range is 50 - 40 cm and 15-20 cm, centered on the main drill and the auxiliary drill, as well as on the perimeter of the division, it is installed as a standard system with a section of 3.5 x 3.5 m from the GL 9770 5-4 or 4-5.

The so-called dilution rate of 75% to 55% and the veto with 25 cm power men and the GL 9770 of my Samson and advance work.

The main production can advance to a maximum of 20 volumes / Gda of mineral, up to 1 to 2 volumes; if you do not see the laboratories for the guardian guardian and / or the mineral accumulator (2 volumes) and the accumulator CA - 9802 - 1.

The unit cost cost of \$ 9.01 to \$ 8.90 divided sets 5 'and \$ 12.21 to \$ 11.98 divided sets 7'. Today it continues to be applied in the advance laboratories XC 9695, XC (-) 9776 22m, BP 9796 80m, GL 9770, CX (-) 9755.

**Key Words:** Controlled blasting, gallery, cruise, perforation mesh, cut shots, squash, plaster, overbreak, trimming holes.



## INTRODUCCIÓN

La investigación se realizó entre las provincias de Aija y Recuay, región Ancash, a una altitud entre 3,920 y 4,770 msnm donde está ubicado la Compañía Minera Lincuna S.A, la operación actual se realiza de las bocaminas de Coturcán, Sansón, Caridad y Hércules cuya contrata URQU S.A.C debe producir mensualmente de la zona de Sansón a planta un promedio de 14000 TM/mes que nuevamente tienen que ser procesadas, es decir que al ser trasladados hacia la planta de trituración tiene que ser reducidos los bancos con combas hasta alcanzar la granulometría de 16 cm para poder pasar a la etapa de chancado primario en planta y un promedio de 600m de avance lineal mes en la zona de Sansón que tiene una mineralización de origen hidrotermal con depósitos polimetálicos de Ag, Pb, Zn y Cu en menor proporción con probable contenido en Au dichos minerales de mena Galena (PbS), Esfalerita (ZnS), minerales de ganga Cuarzo (SiO<sub>2</sub>), Pirita(FeS<sub>2</sub>), Carbonatos, Calcita(CaCO<sub>3</sub>).

El presente proyecto de investigación trata de distribución de taladros y su influencia en voladura controlada – GL 9770. Para ello se consideró como estudio de población labores de avance XC 9665, XC (-) 9776, BP 9796, CX (-) 9755, GL 9770, CX (-) 9755 de la Mina Sansón – Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz – 2019.

En tal sentido nos propusimos considerar taladros de recorte en la corona para cumplir con el ciclo de minado que según planeamiento daba la orden. Por ello el proyecto se basa en minimizar costos en sostenimiento, voladuras secundarias, sobreroturas, sobrediluciones, tiempos del rendimiento del scoop de 6yd<sup>3</sup>, disminuir horas perdidas.

Al cumplir el proyecto dispondrá mensualmente los resultados de optimización de costos. Aumentar rendimiento del scoop al realizar la limpieza de mineral y/o desmonte (Ronal Fretel Torres – Operador de Scoop), habilitando labores a primera hora para dejar el trabajo de perforación al jumbo N° 16 (Elmer Baldeón Luis - Operador de Jumbo), Disminuir sobreroturas para minimizar desgaste físico en el personal (Maestro perforista, Ayudante Perforista, Maestro cargador, Ayudante Cargador) que realice el desate de roca suelta A.D.D. El disminuir costos en sostenimiento en este caso consideramos solo el estudio de pernos split set de 5'y

7 en la GL 9770, así mismo de acuerdo al terreno y/o tipo de roca que favoreció durante los 6 días de prueba.

El Capítulo I, trata sobre el planteamiento del problema: Descripción del problema, Formulación del Problema, Objetivos, Justificación, Limitaciones.

El Capítulo II, menciona el marco teórico: Antecedentes, Bases teóricas, Bases conceptuales, Definición de términos, Hipótesis, Variables, Operacionalización de variables.

El Capítulo III, presenta Metodología de la Investigación: Ámbito temporal y espacial, Tipo de investigación, Nivel de investigación, Población muestra y muestreo, Técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas y procesamiento de análisis de datos.

El Capítulo IV, presenta los resultados: Análisis de información, Prueba de hipótesis, Discusión de resultados

**Los Bachilleres**



# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

En la actualidad una voladura controlada depende de una buena distribución de explosivos en los taladros, un buen paralelismo y sobre todo una buena perforación controlando el espaciamiento y el burden. Aparte una voladura básicamente es mal realizada cuando su granulometría es muy gruesa, el tonelaje de material producto del disparo es inferior o superior a lo esperado, el avance por disparo (metros/disparo) es inferior a lo esperado, dicha voladura mal hecha es si las labores de avance presenta tiros cortados, tiros soplados producto de ello se realiza el cachorreo y el plasteo ya que trae consigo tremendos bancos, así mismo el regado, desate de roca suelta son horas perdidas que afecta con la programación del trabajo. Estos problemas se evidenciaban en el CX (-) 9755 y GL 9770 pues el costo de voladura se incrementaba debido a las recargas que se tenía que realizar, no solo eso el costo unitario de sostenimiento.

Al obviar estándares y buenas prácticas de diseño de mallas, paralelismo entre taladros por falta de una supervisión eficiente, buen control topográfico, sobre todo el control del techo en los frentes las deficiencias son una sobrerotura (aumento de tonelaje en transporte y limpieza), poco avance (aumento de factor de carga), debilitamiento del macizo rocoso (exceso de sostenimiento).

La voladura del recorte es fragmentar a la roca con ayuda de taladros vacíos cercanos a los taladros cargados creando un disparo instantáneo sin generar fracturas o daños severos.

En tal sentido nos propusimos hacer el planteamiento del problema ¿Cómo influye la distribución de taladros en voladura controlada - Galería 9770 de la mina Sansón -Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz – 2019?

## **1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

Al realizar una buena distribución de taladros favorecerá para garantizar una gestión sobre voladuras controladas dentro de la mina Sansón después de un estudio tanto teórico como práctico para que dicha gestión pueda favorecer en controlar las coronas de los frentes mejorar eficiencias en el modo de perforación ya que las mallas se perforan a criterio del operador de jumbo #16 muchas veces sin ningún principio técnico. Es así también que inadecuada columna explosiva, se detectó que a los taladros se les cargaba a más 90% de explosivos llegando incluso al 100% (taladros de producción y contorno). Esto lo realizaban creyendo que así aseguraban obtener un buen disparo por falta de conocimiento y capacitación por parte de la supervisión en la mina Sansón, El problema es que el jefe de voladura no analizaba detalladamente la malla de perforación y/o voladura que se disparaba. La sobre trituración, sobre excavación y la presencia de bancos después de la voladura, son consecuencias de bajos rendimientos en limpieza.

La Dilución del mineral en más de un 70% en la voladura, la estructura principal tiene una extensión de 2km y una potencia de 2.04m esto es porque no se realiza voladuras controladas.

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

- ¿Cómo influye la distribución de taladros en voladura controlada Galería 9770 de la mina Sansón -Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS**

- ¿Cuáles son los resultados de voladura controlada en costos de instalación de pernos split set de 5' y 7' Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019?
- ¿De qué manera se controla las voladuras secundarias en la corona Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019?
- ¿Qué efectos produce la voladura controlada en tonelaje programado Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

- Determinar la influencia de distribución de taladros en voladura controlada Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar los resultados de voladura controlada en costos de instalación pernos split set de 5' y 7' Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019
- Determinar el control de voladuras secundarias en la corona Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019
- Determinar los efectos que produce la voladura controlada en tonelaje programado Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019

### **1.4. JUSTIFICACIÓN**

El presente trabajo de investigación es importante porque los resultados de esta investigación permitirán solucionar los problemas existentes de las voladuras

no controladas que se realizaba en la mina Sansón que podrían acontecer con el aumento de costos en voladura, ya que la deficiente fragmentación de mineral o desmonte (bancos) atrasan la operación en la limpieza de mineral o se continúa las voladuras secundarias que con el programa de cada día no se logra llegar a la meta. La importancia del estudio radica en que el control de la fragmentación debe realizarse para cada proyecto disparado, conforme se avance en la explotación de la mina con el permanente objetivo de reducir los costos, así mismo no producir sobre roturas o deficientes roturas sin controlar las coronas de los frentes.

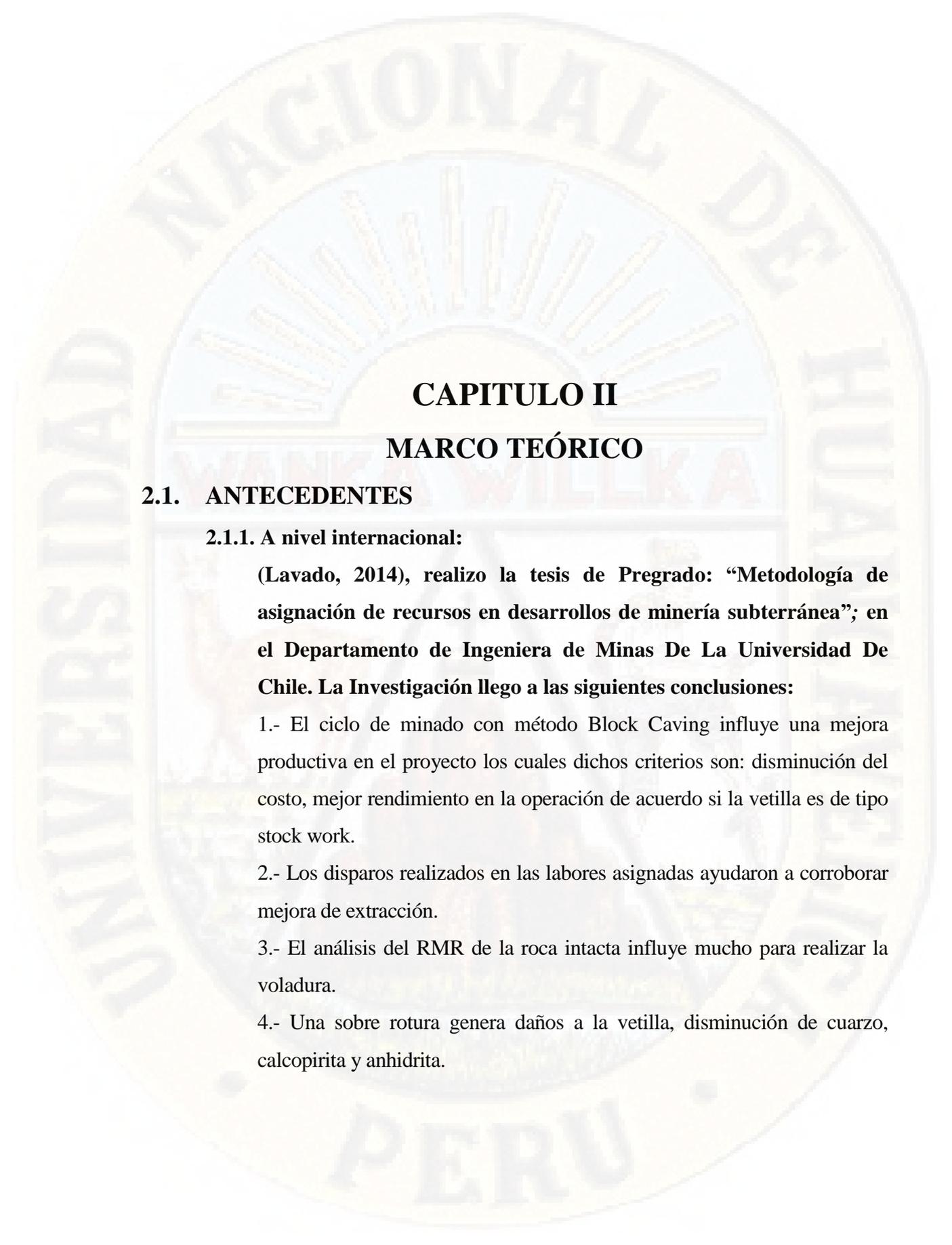
El apoyo y soporte a ritmo constante de los diferentes programas especializados para la fragmentación y distribución de quipos, toda esta información se debe de usar al máximo la optimización de las operaciones principalmente la Perforación y Voladura, las cuales influyen directamente con el Carguío y Acarreo de la Mina Sansón, aplicando también las teorías modernas de la Voladura de Rocas que existen en proyectos pilotos, realizando sus respectivos estudios de seguimiento en tiempo real.

## **1.5. LIMITACIONES**

Al obtener resultados nuestra incertidumbre será reparado, solucionado, concluido porque daremos respuestas sobre todo resultados a nuestro problema del trabajo de investigación que realizamos y ayudaremos a la contrata URQU S.A.C ver una mejora continua sobre el tema de realizar un recorte en la coronas para controlarla con excelente rotura y mejorar en los ciclos de minado utilizando el sostenimiento a lo estándar más no realizando inflación de pernos Split Set, mallas electro soldadas, pernos helicoidales para hacer ganar a la contrata ya que muchas veces en diferentes minas no pagan por causar una sobre rotura, a este paso los trabajadores tienen que aumentar el conocimiento teórico como práctico. Pueden ser muchos los deseos de saber cuál es la influencia de distribución de taladros en una voladura controlada y sobre todo en un contexto operación en minería subterránea en la que se encuentra sometida la gerencia con sus intereses más los problemas que lo aquejan en

estos últimos años, por el aumento de costo en explosivos, materiales de sostenimiento, ciclo de minado paralizados.

Realizar una investigación engloba a toda una población por que los resultados obtenidos ayudan a remediar los problemas, incentivan a seguir con nuevas investigaciones, al aportar nuevos conocimientos, y no hay mejor acción que contribuir con la Compañía Minera Lincuna S.A., la influencia de distribución de taladros voladura controlada en la mina Sansón, ayudara a descubrir nuevos aspectos que no son estudiados en un ámbito específico pero teniendo todo un esquema de investigación que nos ayude a seguir con nuestro trabajo es posible realizarlo con nuestro fin de obtener resultados para dar solución a nuestro Trabajo de investigación.



## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

##### **2.1.1. A nivel internacional:**

**(Lavado, 2014), realizo la tesis de Pregrado: “Metodología de asignación de recursos en desarrollos de minería subterránea”; en el Departamento de Ingeniera de Minas De La Universidad De Chile. La Investigación llego a las siguientes conclusiones:**

- 1.- El ciclo de minado con método Block Caving influye una mejora productiva en el proyecto los cuales dichos criterios son: disminución del costo, mejor rendimiento en la operación de acuerdo si la vetilla es de tipo stock work.
- 2.- Los disparos realizados en las labores asignadas ayudaron a corroborar mejora de extracción.
- 3.- El análisis del RMR de la roca intacta influye mucho para realizar la voladura.
- 4.- Una sobre rotura genera daños a la vetilla, disminución de cuarzo, calcopirita y anhidrita.

**(Irribarra, 2014), realizo la tesis de Pregrado: “Estudio experimental de Migracio de Finos en minería de Caving”; en el Departamento de Ingeniera de Minas De La Universidad De Chile. La Investigación llego a las siguientes conclusiones:**

- 1.- Es necesario que el disparo genere una fragmentación óptima de mineral para ser transportado a planta.
- 2.- La comparación de la granulometría ayudó a diferenciar un promedio y desviación estándar en el modelo físico del método Block Caving.
- 3.- La dilución disminuyó de 94.5 – 60.4% a 78%.
- 4.- Los resultados se diferenciaron mediante imágenes.

**(Clark, 2014), realizo la tesis de Pregrado: “Evaluación de una explotación combinada de los recursos de los yacimientos Toki y Quetena”; en el Departamento de Ingeniera de Minas De La Universidad De Chile. La Investigación llego a las siguientes conclusiones:**

- 1.- Elegir el método de explotación adecuada en este caso fue Block Caving.
- 2.- La adecuada fragmentación de mineral ayudó mucho a la recuperación del Cu.
- 3.- El buen planeamiento de minado contribuyó con 40 000 TPD en la extracción.
- 4.- Su valoración económica del Cu es de 2.8 US\$/lb cuyo proyecto requiere la inversión de 526MUS\$.

**(Alarcón, 2014), realizo la tesis de Pregrado: “Valorización del aumento de confiabilidad en planes de producción de sistemas mineros subterráneos”; en el Departamento de Ingeniera de Minas De La Universidad De Chile. La Investigación llego a las siguientes conclusiones:**

- 1.- Una planificación minera se basa en economía, geología y operación.
- 2.- En el método Block Caving la productividad mejoró al solucionar la aparición de materiales de grandes dimensiones que no podían ser manejados por los equipos de carguío.
- 3.- Se modeló la velocidad de extracción minera por cada punto o sector en la operación minera, analizando a cada equipo de preparación,

#### **2.1.2. A nivel nacional:**

**(Huamaní & Mamani, 2018), realizaron la tesis de Pregrado: “Aplicación de la voladura controlada para reducir el porcentaje de dilución y costos en tajos convencionales (Corte y Relleno ascendente y tajos largos) utilizando explosivo exablock y cojin de agua, Minera Aurífera Retamas S.A. Marsa 2018”; en la Escuela Académico Profesional Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurímac. La Investigación llego a las siguientes conclusiones:**

- 1.- Presencia de labores de avance con sobre rotura y mucha dilución que generó costos.
- 2.- Los tajos con excesivo carguío de explosivos.
- 3.- El adecuado control y comparación de disparos entre voladura convencional y voladura controlada con uso de explosivos semexa 65% y el exsablock (K), también el uso de cojín de agua.
- 4.- Reducción de la dilución 14%, sostenimiento 8%, dilución 8%, limpieza 25%.

**(Escalante, 2017), realizo la tesis de Pregado: “Mejoramiento Del Sistema De Sostenimiento, Con Madera, Mediante Pernos Split Set Y Malla Electrosoldada En Labores de Explotación De La Empresa “Macdesa”-Arequipa”; en la Facultad de Ingeniería De Minas de la**

**Universidad Nacional Del Altiplano del Perú. La Investigación llego a las siguientes conclusiones:**

- 1.- Comparación del sostenimiento con cuadros de madera 20.27 US\$/TM y pernos split set 19.04 US\$/TM, dicha diferencia es de 1.23 US\$/TM.
- 2.- La investigación se realizó de acuerdo a las características geológicas y geomecánicas del macizo rocoso del yacimiento aurífero de la Mina Cuatro De Enero – Macdesa.
- 3.- La productividad con el sistema de sostenimiento convencional es de 4,51 TM/ hombre-guardia y con el sistema mecanizado de split set y malla electrosoldada es de 6,35 TM/hombre-guardia haciendo una diferencia de 1,84 TM/hombre-guardia.

**(Chavez, 2015), realizo la tesis de Pregrado: “Mejora de la granulometría mediante el diseño de malla de perforación y voladura aplicando el modelo de holmberg en la galería 370 de la zona Coturcan en la mina Huancapeti”; en la Escuela Académico Profesional De Ingeniería de Minas de La Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo de Huaraz. La Investigación llego a las siguientes conclusiones:**

- 1.- Mejora de granulometría Gal 370 zona Coturcan usando método de Holmberg y diseño de malla de perforación y voladura.
- 2.- El adecuado pintado de malla de perforación y la voladura controlada.
- 3.- Mejorar el avance, Factor de carguío ( $\text{Kg/m}^3$ ), Factor de Potencia( $\text{Kg/Tn}$ ), % de sobre rotura y dilución.
- 4.- El método Holmberg benefició a la zona Coturcan mejorar sus frentes de avance

**(Mendoza, 2014), realizo la tesis de Pregrado: “Optimización de la voladura controlada aplicando un modelo matemático en la Unidad**

**Minera Paraíso-Ecuador”; en la Facultad De Ingeniería de Minas de La Universidad Nacional Centro Del Perú de Huancayo. La Investigación llego a las siguientes conclusiones:**

- 1.- Para sustentar un buen proceso de minado se basa en costos de operación comparando.
- 2.- La planificación débil influyó en resultados aumento de costos de perforación, voladura, sostenimiento y extracción.
- 3.- La sobre excavación generó un análisis minucioso en los frentes de avance.
- 4.- Al analizar el RMR en la roca Andesita es de 50-70 (semidura-dura) que permitió mejorar con la voladura controlada en un 38% minimizando accidentes por caída de rocas.
- 5.- El factor de carguío  $6.94(\text{Kg}/\text{m}^3)$  y factor de potencia  $2.41(\text{Kg}/\text{Tn})$  con una equivalencia de 21% costo unitario.
- 6.- Las malas condiciones por ausencia de guidores, atacadores adecuados generaba mayores problemas en la perforación-voladura.

### **2.1.3. Regionales:**

**(Cconislla & Villagomez, 2012), realizaron la tesis de Pregrado: “Diseño De Malla De Perforación y Voladura en el By Pass 976 - E, Aplicando el modelo matemático: "Áreas De Influencia. En La Unidad Minera San Genaro - Castrovirreyna Compañía Minera S.A. 2012”; en la Escuela Profesional Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional De Huancavelica. La Investigación llego a las siguientes conclusiones:**

- 1.- El diseño de malla de perforación y voladura controlada logra avance en un 95%.
- 2.- Dibujar mallas de perforación en voladura controlada en labores de avance puede auto soportarse con modelos matemáticos en el área de fluencia.

3.- El modelo matemático ayuda a calcular el burden y espaciamiento adecuado considerando los parámetros de: Diámetro del taladro, diámetro del taladro de alivio, longitud del taladro, taco.

**(Rojas & Flores, 2017), realizaron la tesis de Pregrado: “Diseño De Malla De Perforación y Voladura Para La Reducción De Costos En El Nivel 1590 Crucero 520 De La U.E.A. Capitana - Corporación Laces S.A.C. Minería y Construcción - Caravelí – Arequipa”; en la Escuela Profesional Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional De Huancavelica. La Investigación llego a las siguientes conclusiones:**

1.- Para reducir costos en el XC 520 se hizo un diseño de malla perforación y voladura.

2.- Para llegar a comparar los diseños de malla se tomó en cuenta: datos de campo.

3.- El modelo Holmberg según Lopez Jimeno permitió reducir el costo de 33 taladros a 26 taladros al aumentar el taladro de alivio de 26 a 55m minimizando 7 taladros y en costos de 181.11 US\$/metro a 157.97 US\$/metro.

4.- La reducción de costos en explosivo fue de 78.92 US\$/metro a 62.92 US\$/metro.

**(Kenin & Saldaña, 2018), realizo la tesis de Pregrado: “Análisis Técnico Económico De La Veta Bomboncito Para Determinar El Método Óptimo De Minado En La U.E.A Heraldos Negros, Cia Minera San Valentín S.A. – Huancavelica”; en la Universidad Nacional De Huancavelica. La Investigación llego a las siguientes conclusiones:**

1.- Involucra criterios técnicos y económicos orientados a la selección del método óptimo para el minado de la Veta Bomboncito como una alternativa de solución al problema del alto costo y la baja productividad de los métodos de minado en vetas.

2.- Se fundamenta en el análisis de las condiciones geológicas, geométricas y el estudio geomecánico de la veta Bomboncito y su entorno físico como base para seleccionar técnicamente el método aplicable para el minado de la veta Bomboncito.

3.- Posteriormente este método se evalúa bajo consideraciones económicas (dilución, recuperación de reservas geológicas, valor del mineral y costo de producción. En base a estas consideraciones se realiza la evaluación económica empleando los criterios del “VAN” y “TIR” cuyo análisis finalmente permitirá ver la viabilidad del método óptimo para el minado de la veta Bomboncito.

## **2.2. BASES TEÓRICAS.**

### **2.2.1. PERFORACIÓN**

Según (Arcos, 2007) “Una perforación es lo principal en una preparación de una voladura, genera un orificio por el efecto mecánico de percusión y rotación en la roca”

A decir (EXSA S.A., Metodos De Corte En Minería Subterránea, 2014) “Considera que crea huecos, hoyos cilíndricos para ser cargados con explosivos y tritura la roca a un determinado diámetro”

### **2.2.2. DISTRIBUCIÓN Y DENOMINACIÓN DE TALADROS**

Los taladros de arranque deben ser cargados  $2/3L$ , los taladros de ayuda son conocidos como taladros de destrozo, los taladros en los hastiales son los cuadradores que forman el flanco del tunel y los taladros de corona conocidos como alzas o techo; sin embargo el número de taladros para realizar una voladura dependerá del tipo de roca, el grado de fragmentación de acuerdo al carguio de explosivos. (EXSA S.A., Metodos De Corte En Minería Subterránea, 2014)

### **2.2.3. EL DELICADO ARTE DE LA VOLADURA CONTROLADA**

Se define como la primera receta para explotar el mineral. El estudio se define que la voladura controlada produce fragmentación pequeña

que no perjudica a la operación minera. Por otra los explosivos famesa están presentes en las minas importantes por las regiones de Chile, Perú. (Pierre, 2018)

#### **2.2.4. DISTANCIA DE TALADROS**

(EXSA S.A., Metodos De Corte En Minería Subterránea, 2014) Define que “ El arranque debe variar entre 15-30cm, ayuda 60-90cm, cuadrador 50-70cm y en la corona perforar a unos 20-30 cm de las periferías de la roca para evitar sobre rotura ”.

Según (EXSA S.A., Voladura Controlada, 2010) “ Generalmente la perforación debe cumplir el paralelismo entre taladros ”

Para (Arcos, 2007) “ Distancia de taladros estan determinados por cutro condiciones: diámetro, longitud, rectitud y estabilidad ”.

#### **2.2.5. CANTIDAD DE TALADROS**

(EXSA S.A., Metodos De Corte En Minería Subterránea, 2014) mostró “ Que de acuerdo a la dureza de la roca y las dimensiones del frente para realizar una voladura influirán el numero de taladros, diametro de los taladros, tipos de explosivos/m ”.

Para (EXSA S.A., Voladura Controlada, 2010) “ Se debe analizar el factor de carguio  $\text{kg/m}^3$ , así como se tiene como ejemplo el consumo de dinamitas de  $300\text{-}800 \text{ g/m}^3$  considerando rocas muy duras: granito, rocas duras: arena esquistosa, rocas suaves: arcilla, lutita, rocas muy suaves: arcilla esquistosa ”.

(Arcos, 2007) Afirma “ Que las voladuras con una sola cara libre requiere crear la 2da cara libre al realizar la secuencia de taladros cargados ”.

#### **2.2.6. CICLO BÁSICO DE EXCAVACIÓN**

Según (Arcos, 2007) “ Afirma que una excavación depende de una perforación y voladura eficiente controlando el material volado ”.

### **2.2.7. PRECIOS UNITARIOS EN SOSTENIMIENTO DE LABORES SUBTERRANEAS**

Define como la inversión que debe cubrir a la contrata minera. Los precios unitarios se integran por los costos directos ( correspondientes al concepto de trabajo, explosivos, máquina perforadora y accesorios de perforación, herramientas y materiales para sostenimiento, implementos de seguridad y equipos los cuales se dan en la estructura de cada tipo de trabajo o elemento. Los parámetros generales para analizar el precio unitario son los siguientes: tipos de roca, labor permanente o temporal, tipo de sostenimiento. (ISEM, 2012)

### **2.2.8. SOSTENIMIENTO EN MINERIA SUBTERRÁNEA**

En toda explotación minera al realizar el sostenimiento es un consecuente reductor de velocidad de avance y/o producción pero a la vez que es un proceso esencial para proteger de accidentes al personal y equipo. Una de las condiciones necesarias para que el sostenimiento se realice eficientemente luego de realizada una excavación, es la correcta indagación y evaluación estructural del macizo rocoso, este es el punto de inicio confiable para seguir en la tarea de seguridad y productividad que se ha trazado en el planeamiento de minado. Los problemas que ocurren en mineria subterránea son causa de: calidad del macizo rocoso, mal diseño en el trazo de perforación y voladura, mala disposición de los elementos de soporte. (Gerens, 2018).

### **2.2.9. MEJORAR EFICIENCIA REDUCIENDO LOS COSTOS MINEROS**

Define que al reducir el precio de la materia prima las contratas, empresas mineras reaccionan reduciendo sus costos a consecuencia del mercado”. El evitar aumento de costos es generando producción a menor costo por más que en el precio en la economía mundial aumente, manteniendo planificadores mineros con alto desempeño a operación, cumpliendo producción sostenible y realizando la cultura

de la mejora continua midiendo el contenido del cuchareo del mineral por cada lamponada del scoop si está por debajo o no de la ley de corte. (Gerens, 2018).

#### **2.2.10. EL MECANISMO DE FRAGMENTACIÓN DE ROCA**

Definen que la voladura de explosivos se divide en dos etapas la primera es la onda de detonación a mayor o menor velocidad, la segunda etapa es la formación de gases a elevadas temperaturas. Al explotar un explosivo en un taladro produce ondas de detonación, ondas de compresión que explota en el mismo taladro solo que al sobrepasar se convierte onda de tracción, llamada onda de choque que varía de 3000 – 5000 m/s. La resistencia a la tracción de la roca varía de 10 a 100 veces menor que la resistencia a la compresión cumpliendo dos fenómenos reflexión ondas de compresión y expansión de gases. Las ondas de tracción generan fisuras por momentos son difíciles de observar. (Bernaola Alonso, Castilla Gomez, & Herrera Herbert, 2013)

#### **2.2.11. DISEÑO DE MALLAS EN VOLADURAS SUBTERRÁNEAS**

En operación subterránea en el frente solo hay una cara, debe perforarse perpendicularmente con la presencia de taladros de alivios en el arranque para garantizar un voladura eficiente. La roca disparada debe tener una granulometría adecuada para poder extraer sin generar problemas operativos. (Peña, 2011)

#### **2.2.12. VOLADURA CONTROLADA**

(EXSA S.A., Voladura Controlada, 2010) “ La voladura convencional produce en las labores irregular sección, aquellos disparos genera inestabilidad del macizo rocoso. Para ello el poder evitar sobreroturas, mejor estabilidad y disminuir la dilución del mineral son casos que ocurre constantemente en mina ”.

### **2.2.13. GRADOS DE AFECTACIÓN**

En la voladura convencional, normalmente todos los taladros del núcleo suman, sus efectos de impacto a los de la corona o periferia afectando a la roca remanente como se puede apreciar en los gráficos siguientes, en los que también se aprecia la reducción de este efecto con la voladura controlada. (EXSA S.A., Voladura Controlada, 2010)

### **2.2.14. VOLADURA DE RECORTE**

Según (EXSA S.A., Voladura Controlada, 2010) “ La voladura en los taladros de recorte es secuencialmente a los taladros de producción o voladura principal ”.

### **2.2.15. VOLADURA CONTROLADA DE RECORTE**

(EXSA S.A., Voladura Controlada, 2010) “ Define como la secuencia de taladros no cargados por simpatía llegan a detonar por taladros cargados ”.

## **2.3. BASES CONCEPTUALES**

### **2.3.1. FACTORES QUE AFECTAN AL DISEÑO DE VOLADURAS**

(Bernaola Alonso, Castilla Gomez, & Herrera Herbert, 2013) Define “El distinguir un desarrollo más cálculos de voladuras de rocas no pueden ser modificados, la única razón es el diseño y factores dependientes del macizo rocoso de dicha labor”.

### **2.3.2. FACTORES QUE AFECTAN AL RENDIMIENTO DE LA VOLADURA**

(Bernaola Alonso, Castilla Gomez, & Herrera Herbert, 2013) Define “Las técnicas adecuadas para realizar el cálculo se basan de acuerdo al método de explotación. Una voladura realizada con éxito dependerá de una correcta cantidad de explosivo y la distribución al direccionarse a los objetivos”.

### **2.3.3. FACTORES GEOMÉTRICOS**

(Perforación y Voladura De Rocas En Mnería, 2013) Afirman “ Que los factores : Diámetro del taladro, longitud del taladro, número de taladros y distribución de taladros se relacionan directamente con el diseño de explotación para generar una voladura controlada ”.

### **2.3.4. INDIFERENCIA, DESCUIDO Y FALTA DE ATENCIÓN**

Según (Villagaray, 2014) “Actuar sin pensar (problemas personales o de trabajo)”.

### **2.3.5. INSTRUCCIÓN INADECUADA E IGNORANCIA**

Según (Villagaray, 2014) “Falta de conocimiento y capacitación”.

### **2.3.6. EXCESO DE CONFIANZA**

Según (Villagaray, 2014) “ Es creer en una sola experiencia ”.

### **2.3.7. FALTA DE PLANIFICACIÓN**

(Villagaray, 2014) Define “ Realizar el trabajo sin control ni orden, por ejemplo realizar el carguío y disparo de una labor muy apresurado por la hora de salida ”.

### **2.3.8. SUPERVISIÓN DEFICIENTE**

(Villagaray, 2014) mencionó que “ Dejar que el personal ejecute sin una dirección u orientación solo por su propia cuenta o iniciativa ”.

### **2.3.9. FALTA DE UNA OBSERVACIÓN MINUCIOSA**

(Villagaray, 2014) “ Ausencia de verificar, localizar, detallar presencia de tiros cortados y otros ”.

## **2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.**

### **Accesorio de Voladura**

Son dispositivos requeridos para iniciar, retardar o controlar cargas explosivas por métodos adecuados y aprobados según reglamento e instituciones de control de cada país.

### **Acciones reductoras por onda aérea**

Una onda aérea genera disminución de detonación al aire libre y un grado de confinamiento eficaz el cual evita fugas de gases por fracturas, grietas; ya que al reducir la cantidad de explosivos reduce las ondas basándose en los términos matemáticos  $2S/c$ ,  $S$ = separación entre barrenos y  $c$ = velocidad del sonido en el aire. (Roque, 2014)

### **Burden**

(Riquelme, 1990) Define “Es una distancia del centro del taladro cargado hacia la cara libre más cercana con una dirección al desplazamiento del macizo rocoso”.

### **Control de vibración**

El determinado control producido por una voladura primaria o secundaria se basa en criterios realizados por una persona y/o grupo de trabajadores para prevenir daños a las cajas.

### **Comportamiento en voladura**

Son actos que el personal se encuentre preparado, capacitado, responsable con la conciencia de realizar la voladura favorable dentro de la seguridad.

### **Detonación**

Es la fase inicial del proceso de fragmentación. En esto, el explosivo que consiste en una combinación de combustible oxidante, se convierte inmediatamente en gases a alta presión y temperatura.

### **Dilución**

Es la disminución de la Ley de cubicación por la presencia de rocas estéril.

### **Distancia de taladros**

Es un modelo que aplica en todo diseño de malla de perforación y voladura, especificando el burden, espaciamiento, taladros de alivio, etc.

### **Expansión del gas**

Es el desplazamiento y dirección que, al expandirse por grietas, taladro disparado en el proceso de la propagación los gases a determinadas condiciones de presión y temperatura provocan tensiones en la roca.

### **Galería**

Es una labor minera horizontal que se realiza sobre veta

### **Gases**

Es una composición química generado por la detonación, cuyas consecuencias producen en la persona efectos leves, mortales dependiendo del lugar de trabajo superficie o subterráneo.

### **Interés de la operación minera realizando voladura controlada**

La persona interesada es el operador de jumbo, ayudante más la supervisión de la zona ya que ejecutan constante y mayor tiempo en la labor, una pequeña desviación del resultado de la voladura controlada, así como cometer incidentes, accidentes afectando al personal también al proceso minero, es así que no se debe ocasionar afecciones en forma de vibraciones, ondas que pueden generar daño al personal, equipo, ambiente.

### **La Perforación de rocas**

Es la principal actividad en una preparación que ayuda a lograr un avance, producción con ayuda también del explosivo generando fuerzas expansivas para luego ser aprovechado en una voladura,

### **Los métodos en la perforación**

Son dos métodos la rotación y rotoperusión, en el cual la rotoperusión cumple con: percusión, rotación, barrido y empuje. La perforación depende de la dureza y esfuerzo mecánicos de la roca al igual que la resistencia de la roca cuando más blanda sea la roca mayor debe ser la velocidad de perforación por otra parte cuanto más resistente sea aumentar la fuerza y torque para perforar.

### **Movimiento en la roca**

Es un cambio de dirección y sentido de la roca generado por ondas de tracción y compresión o la unión de ambos en el proceso de fracturamiento.

### **Ondas de Compresión**

Son producidos en el taladro cargado que viajan hacia la cara libre.

### **Ondas de Tracción**

Son ondas que rebotan a la cara libre en forma de tensión agrietando la roca.

### **Poder rompedor**

Es una capacidad de romper, quebrantar a una roca mediante ondas de detonación o por presión y temperatura de los gases, juega un papel muy importante para los taladros con carga o desacoplados.

### **Prevención**

Evitar y mantener explosivos dentro de la política de seguridad minera con el uso de actitudes personales del trabajador y el conocimiento que debe tener presente los riesgos en cada fase de trabajo a realizar.

### **Propagación de ondas**

Es la secuencia de la detonación en la masa rocosa, ocasionados por gases en expansión sobre paredes del taladro.

### **Sensibilidad**

Es una reacción con el fulminante o detonador.

### **Sensibilidad ante la onda**

Es la transmisión de un cartucho, explosivo al detonar colocados en fila dentro de un taladro juntos o separados a una distancia mínima conocido como simpatía.

### **Simpatía**

Es una transmisión de onda de detonación de su centro de gravedad a otros cuerpos (explosivos).

### **Seguridad con explosivos**

Es un trabajo de alto riesgo empleados en la voladura que al interactuar debe trabajarse con los detonadores controlados por el operador, puesto que serán activados en el momento correcto y en el lugar correcto.

### **Sistemas de perforación a rotación**

Es un grupo de perforaciones producto de una compresión, corte o al combinar ambos, el empuje si supera la compresión a la roca y al girar origina cizallamiento son acciones muy importantes en la perforación rotativa.

### **Tiro Cortado**

Es un tiro que salió una parte por falla de la roca, falla del encendido o por sobre compresión.

### **Tiro Fallado**

Es un tiro que no salió por falla del iniciador, guía o explosivo.

### **Tiro Soplado**

Es un tiro que no deja roca rota ni restos.

### **Voladura**

Es la actividad intermedia en la extracción de mineral y/o desmonte por método subterráneo o superficial, su trabajo principal es llegar a la fragmentación adecuada de acuerdo a la cantidad de explosivo, un explosivo con mayor energía en la explosión es de 20-30% para ocasionar el poder rompedor y desplazamiento de la roca, posteriormente lo demás es desperdiciado en el medio ambiente.

### **Voladura del Recorte**

Es un disparo posterior a la voladura de taladros de producción.

## **2.5. HIPÓTESIS.**

### **2.3.1. Hipótesis general:**

- La distribución de taladros determina una voladura controlada Galería 9770 de la mina Sansón – Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019

### **2.3.2. Hipótesis específicas:**

- Los resultados de voladura controlada intervienen significativamente en costos de instalación de pernos split set de 5' y 7' Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019
- El control de las voladuras secundarias interviene significativamente en la corona Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019
- La voladura controlada produce un tonelaje programado Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019

## **2.6. VARIABLES**

### **2.5.1 Variable Independiente:**

**X:** Distribución de taladros

### **2.5.2 Variable Dependiente:**

**Y:** Voladura controlada

## 2.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE
<b>X: DISTRIBUCIÓN DE TALADROS</b>	Es un conjunto de orificios cilíndricos alineados con el eje de excavación, con dificultad de perforar y disparar si no existe algún taladro de alivio apropiado con taladros vacíos paralelos a los cargados.	Distribución de taladros depende de un buen pintado de malla de perforación teniendo en cuenta taladros de recorte en la corona.	- Taladros de recorte  -Taladros de alivio  -Pintado de malla	-5 taladros de recorte  -3 taladros de alivio  -Geometría equidistante	Cuantitativo
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE
<b>Y: VOLADURA CONTROLADA</b>	Es aquella operación minera de producción donde por su método de minado se abren profundas cámaras de fundamental importancia que abren techos y paredes para disminuir los riesgos de inestabilidad.	La voladura controlada depende del efecto de corte que va ser perforado de taladros de recorte intermedios a taladros cargados, cuyo autosoporte es minimizar las ondas de tracción, sobreroturas.	- Tonelaje programado o sección 3.5x3.5m  - Costos en sostenimiento con perno split set de 5' y 7'  - Voladura Secundaria	-Tonelaje Tn/Gda  - Factor de Potencia kg/Tn  - Factor de Carga kg/m <sup>3</sup>  - Sobrerotura %  - 5 volquetes de 20 Tn  -9 pernos split set forma de rombo a 1.5x 1.5m y/o 1.2 x 1.2m  - Cachorro  - Plasteo	Cuantitativo

Elaboración propia

## CAPITULO III

### METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

#### 3.1. AMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL

##### AMBITO TEMPORAL

Se realizó la toma de muestras de la Guardia A, B, C durante 4 semanas en la Mina Sansón – Provincia (Recuay y Aija) – Región Ancash.

##### AMBITO ESPACIAL

Mina Sansón – Provincia (Recuay y Aija) – Región Ancash.

#### 3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según (Niño, 2011) “El estudio de la investigación es **aplicado** porque busca una comprobación explicando y determinando explícitamente la hipótesis a la vez midiendo las variables de acuerdo a la materia de investigación”.

##### MÉTODO GENERAL

En la investigación se utilizará el **Método Científico**. Según Cerda, (2000) **citado por** (Niño, 2011) “Busca la razón del conocer, así llegar a una realidad entre validez y confiabilidad, basándose mediante un proceso sistemático que facilite el proceso de la investigación”.

## **METODO ESPECIFICO**

Según (Niño ,2011) “en la investigación se realizará el **Método Experimental** por presentar relaciones causa-efecto con la finalidad de descubrir, comprobar mediante datos de laboratorio o campo”

### **3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

En la investigación el nivel asignado es **explicativo**. Según **Niño, (2011)** “Busca respuesta a una pregunta fundamental con el fin de conocer, averiguar la realidad mucho más allá de una simple descripción”.

#### **3.3.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño de la investigación es **causal - comparativo**. Cuyo diseño es el siguiente:

$$M_1 \rightarrow O_1 X$$

$$M_2 \rightarrow O_2 X$$

**Donde:**

$M_1$  y  $M_2$ : Muestra de trabajo

(malla de perforación 1-3,2-3)

$O_1$  y  $O_2$ : Observaciones y Mediciones realizadas.

(sobre roturas, voladuras secundarias, sobre dilución, labores habilitadas y/o deshabilitadas)

(costos en sostenimiento, rendimiento del scoop, factor de potencia, factor de carga, tonelaje disparado)

X: Variable controlada estadísticamente

(Distribución de taladros software Sps 21) (Escobar & Bilbao, 2020)

### **3.4. POBLACIÓN, MUESTRA, MUESTREO**

#### **3.4.1. POBLACIÓN**

En el caso de nuestra investigación, la zona donde se realizó la investigación es en labores de avance XC 9695, XC (-) 9776, BP 9796, CX (-) 9755, GL 9770 de la Mina Sansón – Provincia (Recuay y Aija) – Región Ancash.

#### **3.4.2. MUESTRA**

En este caso de nuestra investigación, se consideró como muestra en la GL 9770 que es prioridad de acuerdo al plan mensual de la Mina Sansón – Provincia (Recuay y Aija) – Región Ancash.

#### **3.4.3. MUESTREO**

##### **3.4.3.1. MUESTRA CUANTITATIVA NO PROBABILÍSTICO**

Emplea muestras como medio de acercarse a la realidad (distribución de taladros)

##### **3.4.3.2. MUESTRA CASUAL O INCIDENTAL**

El investigador selecciona directa o intencional las muestras de la población. (mallas de perforación 1,2,3)

### **3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.5.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

##### **Búsqueda de información bibliográfica**

Se utilizó esta técnica para tener mejor información y comprensión acerca de distribución de taladros en minería subterránea.

##### **Búsqueda de información reportes diario en la contrata URQU S.A.C.**

Se utilizó estas informaciones respecto a los reportes diarios de la guardia “B” que entregábamos al Ingeniero de costos.

##### **Observación directa**

Se realizó a través de estudios de campo durante 6 días de turno noche y día sobre como influía los taladros de recorte en la voladura controlada de la Galería 9770 de la mina Sansón.

#### **Entrevistas no estructuradas**

Se realizó por medio de conversación con el operador de jumbo, el residente, ingenieros de costos con la finalidad de mejorar, estandarizar las labores de avance, producción reduciendo costos dentro de la operación minera.

### **3.5.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **Herramientas**

Libreta de apuntes, Entrevistas, Medición de malla de perforación y voladura, Programación de orden y trabajo.

#### **Equipos**

Celular huawei Y6, reflector portátil.

#### **Software**

Microsoft Word

Excel

AutoCAD 2020

Sps 21

#### **Lugares**

Campamento Contrata URQU S.A.C. (oficina costo) Labor minera de avance Galería 9770.

## **3.6. TECNICAS Y PROCESAMIENTO DE ANALISIS DE DATOS**

### **3.6.1. TECNICAS DE ANALISIS DE DATOS**

#### **Búsqueda de información bibliográfica**

Se utilizó libro de Exsa, nos guiamos con el informe técnico de la Compañía Minera Lincuna y demás informaciones que utilizamos en bases teóricas, bases conceptuales, antecedentes.

#### **Búsqueda de información reportes diario en la contrata URQU S.A.C.**

Los resultados finales respecto a los reportes diarios de la guardia “A” y” C” se pidieron al final para ver comparaciones respecto a la guardia “B”.

#### **Observación directa**

Se realizó a través de estudios de campo durante 6 días de turno noche y día en la Galería 9770 de la mina Sansón.

#### **Entrevistas no estructuradas**

Se calculó el tiempo de perforación, limpieza, carguío, sostenimiento,

### **3.6.2. PROCESAMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS**

#### **Herramientas**

Libreta de apuntes, se colocaba cuantos split set instalaba por guardia

Entrevistas, se conversaba constantemente con el operador de jumbo, operador de scoop, maestro perforista, maestro cargador.  
(COMUNICACIÓN Y CAPACITACIÓN CONSTANTE)

Medición de malla de perforación y voladura, se revisaba el punto y gradiente si conservaban, se apoyaba pintando.

Programación de orden y trabajo, se realizaba un buen planeamiento ya que hay diferencia entre campo y reparto de guardia.

#### **Equipos**

Celular huawei Y6, ayuda del reflector portátil.

#### **Software**

Microsoft Word, informes de diseño malla de perforación.

Excel, análisis de evaluación del costo de sostenimiento con pernos Split set de 5pies y 7 pies, análisis de rendimiento del scoop 6yd<sup>3</sup>.

AutoCAD 2020, diseño de malla de perforación.

Sps 21, prueba de resultados en relación a 5, 7, 9 taladros en la corona y sus comparaciones respecto al costo de sostenimiento, tonelaje/Gda.

### **Lugares**

Campamento Contrata URQU S.A.C. preguntar cada día el avance, producción, preparación (oficina costo).

Labor minera de avance Galería 9770, estandarizar taladros de servicio

En la GL 9770 y en el CX -9755 que se daba la orden de trabajo aparte de otras labores al operador de jumbo # 16 Elmer Baldeón Luis se dejaba en claro que tenía que realizar buen pintado malla de perforación y realizar taladros de recorte. Después una coordinación con el maestro cargador para una voladura controlada.

Al verificar la labor al día siguiente se notaba que dicha voladura era controlada y se notaba en términos mineros la CAÑA (seccionado). El Maestro perforista y ayudante perforista hacían menos desgaste físico en el desate de roca suelta y sostenimiento. Para realizar la limpieza de mineral y/o desmonte el operador de scoop de 6yd<sup>3</sup> Ronal Fretel Torres cumplía con habilitar labores en menor tiempo indicado.

## CAPITULO IV

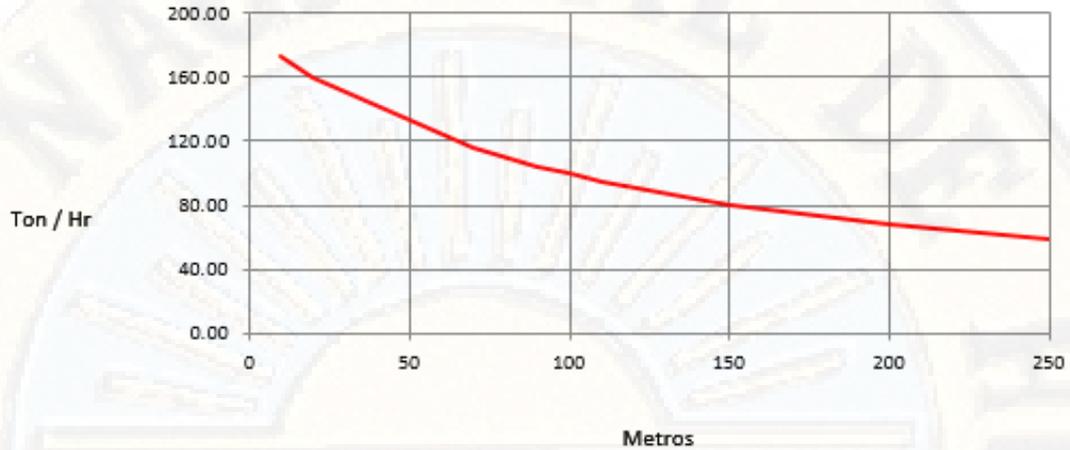
### PRESENTACION DE RESULTADOS

#### 4.1. ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

RENDIMIENTO DE SCOOP EN FUNCION A LAS DISTANCIAS -CAP 6 YD3 PRODUCTIVIDAD URQU SAC														
Parametros														
SCOOP	6	YD3	0.7645		D mineral insitu	3.28	Dimensiones de Equipo (m)							
Velocidad sin carga Km/hr	5.54	Capacidad nominal		D desmoonte insitu	2.8	Largo	10							
Velocidad con carga Km/hr	4.50	yd3	m3	esponjamiento miner	0.45	Ancho	2.8							
Factor de llenado	90%	6	4.587	esponjamiento desm	0.50	Alto	2.4							
Capacidad real m3	4.128			D mineral roto	2.26									
Ton mineral/cuchara	9.34			D demonte roto	1.87									
Ton desmonte/cuchara	7.71			PROMEDIO	2.06 TN/M3									
DISTANCIA	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO	TIEMPO	Retrasos Operativos	TIEMPO	6 YD3					sección y lamponada	
	Carguio	Transporte. CIC	Descarga	Transporte. SIC	Maniobras	Retrasos, dar pase	ciclo	M3/hr	TN/hr	TN/hr	TN/hr	TN/hr		
Metros	Minutos	Minutos	Minutos	Minutos	Minutos	Minutos	Minutos	MINERAL	DESMONTE	PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO		
10	1.35	0.13	0.34	0.11	0.44	0.59	2.96	83.81	189.59	156.45	173.02	173.02	3.5 X 3.5m	9 tal
10	1.35	0.13	0.34	0.11	0.44	1.59	3.95	62.65	141.72	116.95	129.34	129.34		7 tal
10	1.35	0.13	0.34	0.11	0.44	2.59	4.95	50.00	113.11	93.34	103.23	103.23		5 tal
20	1.35	0.27	0.34	0.22	0.44	2.59	5.20	47.68	107.85	89.00	98.42	98.42		
70	1.35	0.93	0.34	0.76	0.44	2.59	6.40	38.68	87.50	72.20	79.85	79.85		
90	1.35	1.20	0.34	0.98	0.44	2.59	6.89	35.97	81.36	67.14	74.25	74.25		
100	1.35	1.33	0.34	1.08	0.44	2.59	7.13	34.75	78.60	64.86	71.73	71.73		
110	1.35	1.47	0.34	1.19	0.44	2.59	7.37	33.61	76.02	62.73	69.38	69.38		
150	1.35	2.00	0.34	1.63	0.44	2.59	8.34	29.71	67.21	55.46	61.33	61.33		
200	1.35	2.67	0.34	2.17	0.44	2.59	9.65	25.95	58.70	48.44	53.57	53.57		
250	1.35	3.33	0.34	2.71	0.44	2.59	10.75	23.03	52.10	43.00	47.55	47.55		

TABLA 1: RENDIMIENTO DE SCOOP 6YD<sup>3</sup>

### Curva de Productividad Scoop 6 yd3



FUENTE 1: CURVA DE PRODUCTIVIDAD SCOOP 6YD<sup>3</sup>

#### III. Instalación de Split Set de 5'

							TC	3.388
PARTIDA N°								
CODIGO DE PRECIO								
DESCRIPCIÓN	SOSTENIMIENTO	Longitud de perforacion		pies	6.00			
Tipo de Roca	ROCA REGULAR TIPO III B	Eficiencia perforacion		%	0.95			
Indicador geomecanico	40 - 50 RMR	Longitud real perforada		pies	5.70			
Rendimiento por guardia	30 pernos	Pies perforados		pies	171			
<b>MANO DE OBRA</b>	CANTIDAD	SALARIO	BB. SS	SUBTOTAL	INCIDENCIA	SUBTOTAL	TOTAL	
		Soles S/	%	Soles S/	%	US \$	US \$ /Perno	
Maestro Perforista	1	57.83	1.04	117.850	1.50	52.18	1.74	
Ayudante Perforista	1	52.83	1.04	107.661	1.50	47.67	1.59	
Capataz	1	97.83	1.04	199.365	0.15	8.83	0.29	
Ing. Guardia	1	202.83	0.60	325.211	0.15	14.40	0.48	
							4.10	
<b>EPP</b>	Cantidad	Costo /Dia	Incidencia			SUBTOTAL	TOTAL	
		US \$	Dia/Labores			US \$	US \$ /Perno	
Maestro Perforista	1	3.34	1.00			3.34	0.11	
Ayudante Perforista	1	3.34	1.00			3.34	0.11	
Capataz	1	3.14	0.10			0.31	0.01	
Ing. Guardia	1	3.10	0.10			0.31	0.01	
							0.24	
<b>HERRAMIENTAS</b>		Costo /Dia				SUBTOTAL	TOTAL	
		US \$				US \$	US \$ /Perno	
Costo Herramientas		6.37					0.21	
<b>PERFORACION</b>		Precio Unitario	Vida Util	Cost. Unit.	P P	SUBTOTAL	TOTAL	
		US \$	PP	US \$ PP	SOSTENIMIENTO	US \$	US \$ /Perno	
Barra Conica 4 pies		63.70	900	0.071	120	8.49	0.28	
Barra Conica de 6 pies		89.64	900	0.100	60	5.98	0.20	
Barra Conica de 8 pies		95.55	900	0.106	0	0.00	0.00	
Broca de 36 mm		24.12	200	0.121	120	14.47	0.48	
Broca de 38 mm		24.57	200	0.123	60	7.37	0.25	
Maquina perforadora Jackleg Rnp		6028.594	100,000	0.060	171	10.31	0.34	
Mangueras de aire 1" x 50 m		155.50	42000	0.00	171	0.63	0.02	
Manguera de agua de 1/2" x 50 m		80.00	42000	0.00	171	0.33	0.01	
Aceite de Perforacion		12.00	600	0.020	171	3.42	0.11	
							1.70	
<b>MATERIALES</b>					Cant Utilizada	SUBTOTAL	TOTAL	
						US \$	US \$ /Perno	
Split Set de 5 pies		2.600	1.00		9	23.4	0.78	
Placa de sujecion para Split Set		0.00	0.00		0	0	0.00	
							0.78	
<b>COSTO DIRECTO</b>						US\$/	7.04	
GASTOS GENERALES	15%						1.056	
UTILIDADES	10%						0.809	
<b>TOTAL Costo US \$ / Perno</b>							<b>8.90</b>	

TABLA 2: INSTALACIÓN DE 9 SPLIT SET 5 PIES

**IV. Instalación de Split Set de 7'**

							TC	3.388
PARTIDA Nº								
CODIGO DE PRECIO								
DESCRIPCIÓN	SOSTENIMIENTO		Longitud de per	pies	8.00			
			Eficiencia perfc	%	0.95			
Tipo de Roca	ROCA BUENA	TIPO III B	Longitud real pi	pies	7.60			
Indicador geomecanico	60 - 70	RMR	Pies perforados:	pies	190			
Rendimiento por guardia	25	Pernos						
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>SALARIO</b>	<b>BB. SS</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>INCIDENCIA</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	
		Soles \$/	%	Soles \$/	%	US \$	US \$ /Perno	
Maestro Perforista	1	57.83	1.04	117.850	1.50	52.18	2.09	
Ayudante Perforista	1	52.83	1.04	107.661	1.50	47.67	1.91	
Capataz	1	97.83	1.04	199.365	0.15	8.83	0.35	
Ing. Guardia	1	202.83	0.60	325.211	0.15	14.40	0.58	
							<b>4.92</b>	
<b>EPP</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo /Dia</b>	<b>Incidencia</b>			<b>SUBTOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	
		US \$	Dia/Labores			US \$	US \$ /Perno	
Maestro Perforista	1	3.34	1.00			3.34	0.13	
Ayudante Perforista	1	3.34	1.00			3.34	0.13	
Capataz	1	3.14	0.10			0.31	0.01	
Ing. Guardia	1	3.10	0.10			0.31	0.01	
							<b>0.29</b>	
<b>HERRAMIENTAS</b>		<b>Costo /Dia</b>				<b>SUBTOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	
		US \$				US \$	US \$ /Perno	
Costo Herramientas		6.37					<b>0.25</b>	
<b>PERFORACION</b>		<b>Precio Unitario</b>	<b>Vida Util</b>	<b>Cost. Unit.</b>	<b>P P</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	
		US \$	PP	US \$ PP	SOSTENIMIENTO	US \$	US \$ /Perno	
Barra Conica 4 pies		63.70	900	0.071	100	7.08	0.28	
Barra Conica de 6 pies		89.64	900	0.100	50	4.98	0.20	
Barra Conica de 8 pies		95.55	900	0.106	50	5.31	0.21	
Broca de 36 mm		24.12	200	0.121	100	12.06	0.48	
Broca de 38 mm		24.57	200	0.123	100	12.29	0.49	
Maquina perforadora Jackleg Rnp		6028.59	100,000	0.060	190	11.45	0.46	
Mangueras de aire 1" x 50 m		155.50	42000	0.00	190	0.70	0.03	
Manguera de agua de 1/2" x 50 m		80.00	42000	0.00	190	0.36	0.01	
Aceite de Perforacion		12.00	600	0.020	190	3.80	0.15	
							<b>2.32</b>	
<b>MATERIALES</b>					<b>Cant Utilizada</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	
						US \$	US \$ /Perno	
Split Set de 7 pies		4.66	1.00		9	41.94	1.68	
Placa de sujecion para Split Set		0.00	0.00		0	0	0.00	
							<b>1.68</b>	
<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>US\$/</b>	<b>9.47</b>	
GASTOS GENERALES	15%						1.42	
UTILIDADES	10%						1.09	
<b>TOTAL Costo US \$ / Perno</b>							<b>11.98</b>	

**TABLA 3: INSTALACIÓN DE 9 SPLIT SET 7 PIES**

**III. Instalación de Split Set de 5'**

							TC	3.388
PARTIDA Nº								
CODIGO DE PRECIO								
DESCRIPCIÓN	SOSTENIMIENTO		Longitud de perforacion	pies	6.00			
			Eficiencia perforacion	%	0.95			
Tipo de Roca	ROCA REGULAR	TIPO III B	Longitud real perforada	pies	5.70			
Indicador geomecanico	40 - 50	RMR	Pies perforados	pies	171			
Rendimiento por guardia	30	pernos						
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>SALARIO</b>	<b>BB. SS</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>INCIDENCIA</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	
		Soles \$/	%	Soles \$/	%	US \$	US \$ /Perno	
Maestro Perforista	1	57.83	1.04	117.850	1.50	52.18	1.74	
Ayudante Perforista	1	52.83	1.04	107.661	1.50	47.67	1.59	
Capataz	1	97.83	1.04	199.365	0.15	8.83	0.29	
Ing. Guardia	1	202.83	0.60	325.211	0.15	14.40	0.48	
							<b>4.10</b>	
<b>EPP</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo /Dia</b>	<b>Incidencia</b>			<b>SUBTOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	
		US \$	Dia/Labores			US \$	US \$ /Perno	
Maestro Perforista	1	3.34	1.00			3.34	0.11	
Ayudante Perforista	1	3.34	1.00			3.34	0.11	
Capataz	1	3.14	0.10			0.31	0.01	
Ing. Guardia	1	3.10	0.10			0.31	0.01	
							<b>0.24</b>	
<b>HERRAMIENTAS</b>		<b>Costo /Dia</b>				<b>SUBTOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	
		US \$				US \$	US \$ /Perno	
Costo Herramientas		6.37					<b>0.21</b>	
<b>PERFORACION</b>		<b>Precio Unitario</b>	<b>Vida Util</b>	<b>Cost. Unit.</b>	<b>P P</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	
		US \$	PP	US \$ PP	SOSTENIMIENTO	US \$	US \$ /Perno	
Barra Conica 4 pies		63.70	900	0.071	120	8.49	0.28	
Barra Conica de 6 pies		89.64	900	0.100	60	5.98	0.20	
Barra Conica de 8 pies		95.55	900	0.106	0	0.00	0.00	
Broca de 36 mm		24.12	200	0.121	120	14.47	0.48	
Broca de 38 mm		24.57	200	0.123	60	7.37	0.25	
Maquina perforadora Jackleg Rnp		6028.594	100,000	0.060	171	10.31	0.34	
Mangueras de aire 1" x 50 m		155.50	42000	0.00	171	0.63	0.02	
Manguera de agua de 1/2" x 50 m		80.00	42000	0.00	171	0.33	0.01	
Aceite de Perforacion		12.00	600	0.020	171	3.42	0.11	
							<b>1.70</b>	
<b>MATERIALES</b>					<b>Cant Utilizada</b>	<b>SUBTOTAL</b>	<b>TOTAL</b>	
						US \$	US \$ /Perno	
Split Set de 5 pies		2.600	1.00		10	26	0.87	
Placa de sujecion para Split Set		0.00	0.00		0	0	0.00	
							<b>0.87</b>	
<b>COSTO DIRECTO</b>						<b>US\$/</b>	<b>7.12</b>	
GASTOS GENERALES	15%						1.069	
UTILIDADES	10%						0.819	
<b>TOTAL Costo US \$ / Perno</b>							<b>9.01</b>	

**TABLA 4: INSTALACIÓN DE 10 SPLIT SET 5 PIES**

**IV. Instalación de Split Set de 7'**

							TC	<b>3.388</b>
PARTIDA Nº								
CODIGO DE PRECIO								
DESCRIPCIÓN								
SOSTENIMIENTO				Longitud de per	pies	8.00		
				Eficiencia perc	%	0.95		
Tipo de Roca				Longitud real p	pies	7.60		
Indicador geomecanico				Pies perforados:	pies	190		
Rendimiento por guardia								
		CANTIDAD	SALARIO	BB. SS	SUBTOTAL	INCIDENCIA	SUBTOTAL	TOTAL
			Soles S/	%	Soles S/	%	US \$	US \$ /Perno
<b>MANO DE OBRA</b>								
Maestro Perforista		1	57.83	1.04	117.850	1.50	52.18	2.09
Ayudante Perforista		1	52.83	1.04	107.661	1.50	47.67	1.91
Capataz		1	97.83	1.04	199.365	0.15	8.83	0.35
Ing. Guardia		1	202.83	0.60	325.211	0.15	14.40	0.58
								<b>4.92</b>
<b>EPP</b>		Cantidad	Costo /Dia	Incidencia			SUBTOTAL	TOTAL
			US \$	Dia/Labores			US \$	US \$ /Perno
Maestro Perforista		1	3.34	1.00			3.34	0.13
Ayudante Perforista		1	3.34	1.00			3.34	0.13
Capataz		1	3.14	0.10			0.31	0.01
Ing. Guardia		1	3.10	0.10			0.31	0.01
								<b>0.29</b>
<b>HERRAMIENTAS</b>			Costo /Dia				SUBTOTAL	TOTAL
			US \$				US \$	US \$ /Perno
Costo Herramientas			6.37					<b>0.25</b>
<b>PERFORACION</b>		Precio Unitario	Vida Util	Cost. Unit.	P P	SUBTOTAL	TOTAL	
		US \$	PP	US \$ PP	SOSTENIMIENTO	US \$	US \$ /Perno	
Barra Conica 4 pies		63.70	900	0.071	100	7.08	0.28	
Barra Conica de 6 pies		89.64	900	0.100	50	4.98	0.20	
Barra Conica de 8 pies		95.55	900	0.106	50	5.31	0.21	
Broca de 36 mm		24.12	200	0.121	100	12.06	0.48	
Broca de 38 mm		24.57	200	0.123	100	12.29	0.49	
Maquina perforadora Jackleg Rnp		6028.59	100,000	0.060	190	11.45	0.46	
Mangueras de aire 1" x 50 m		155.50	42000	0.00	190	0.70	0.03	
Manguera de agua de 1/2" x 50 m		80.00	42000	0.00	190	0.36	0.01	
Aceite de Perforacion		12.00	600	0.020	190	3.80	0.15	
								<b>2.32</b>
<b>MATERIALES</b>					Cant Utilizada	SUBTOTAL	TOTAL	
						US \$	US \$ /Perno	
Split Set de 7 pies		4.66	1.00		10	46.6	1.86	
Placa de sujecion para Split Set		0.00	0.00		0	0	0.00	
								<b>1.86</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>							<b>US\$/</b>	<b>9.65</b>
GASTOS GENERALES		15%					1.45	
UTILIDADES		10%					1.11	
<b>TOTAL Costo US \$ / Perno</b>								<b>12.21</b>

**TABLA 5: INSTALACIÓN DE 10 SPLIT SET 7 PIES**

GUARDIA		Taladros de corona	Costo Split Set 5'	costo Split Set 7'	Ton/Gda
DIA	GUARDIA B	7 TALADROS	\$8.90	\$11.98	90,89
	GUARDIA A	5 TALADROS	\$9.01	\$12.21	95,01
	GUARDIA B	7 TALADROS	\$8.90	\$11.98	90,00
	GUARDIA A	5 TALADROS	\$8.90	\$11.98	92,12
	GUARDIA B	9 TALADROS	\$8.90	\$11.98	93,00
	GUARDIA A	7 TALADROS	\$9.01	\$12.21	95,05
	GUARDIA B	9 TALADROS	\$8.90	\$11.98	91,98
	GUARDIA A	7 TALADROS	\$8.90	\$11.98	90,99
NOCHE	GUARDIA C	5 TALADROS	\$9.01	\$12.21	95,65
	GUARDIA B	9 TALADROS	\$8.90	\$11.98	92,61
	GUARDIA C	5 TALADROS	\$9.01	\$12.21	95,05
	GUARDIA B	9 TALADROS	\$8.88	\$11.98	91,05

**FUENTE 2: DATOS DE CAMPO**

#### **4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS**

Se tiene 12 muestras de distribución de taladros, el costo de sostenimiento split set de 5 pies, 7 pies, tonelaje explotado con P.E del mineral  $2.8\text{Tn/m}^3$  en la GL 9770 con una sección de 3.5 x 3.5 m. Se debe utilizar un nivel de significancia de 0.05. Se busca saber si la distribución con 9 taladros en la corona influye en una voladura controlada mucho más eficiente que 5, 7 taladros para minimizar horas perdidas, voladuras secundarias, reducir costos de sostenimiento.

#### 4.2.1. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

**H<sub>0</sub>:** Para realizar una voladura controlada la distribución con 9 taladros en la corona tiene igual eficiencia en relación a una distribución con 5 y/o 7 taladros en la corona.

**H<sub>1</sub>:** Para realizar una voladura controlada la distribución con 9 taladros en la corona tiene diferente eficiencia en relación a una distribución con 5 y/o 7 taladros en la corona. (Alvarado, 2012)

$$H_0: u_1 = u_2 = u_3$$

$$H_1: u_1 \neq u_2 \neq u_3$$

#### 4.2.2. ESTADISTICO DE PRUEBA

Para (Chihuahua, 2003) “Se trabajará con la probabilidad asociada al estadístico t para muestras independientes. Un valor de significancia alfa de 0.05. Para lo cual dichas muestras deben cumplir:”

Variable Aleatoria Variable Fija		PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS			PRUEBAS PARAMÉTRICAS
		NOMINAL DICOTÓMICA	NOMINAL POLITÓMICA	ORDINAL	NUMÉRICA
Estudio Transversal Muestras Independientes	Un grupo	X <sup>2</sup> Bondad de Ajuste Binomial	X <sup>2</sup> Bondad de Ajuste	X <sup>2</sup> Bondad de Ajuste	T de Student (una muestra)
	Dos grupos	X <sup>2</sup> Bondad de Ajuste Corrección de Yates Test exacto de Fisher	X <sup>2</sup> de Homogeneidad	U Mann-Withney	T de Student (muestras independientes)
	Más de dos grupos	X <sup>2</sup> Bondad de Ajuste	X <sup>2</sup> Bondad de Ajuste	H Kruskal-Wallis	ANOVA con un factor INTERSujetos
Estudio Longitudinal Muestras Relacionadas	Dos medidas	Mc Nemar	Q de Cochran	Wilcoxon	T de Student (muestras Relacionadas)
	Más de dos Medidas	Q de Cochran	Q de Cochran	Friedman	ANOVA para medidas repetidas (INTRASujetos)

FUENTE 3: ELECCIÓN DE PRUEBA ESTADÍSTICA

### 4.2.3. CRITERIO DE DECISIÓN

Valor de significancia alfa de 0.05.

### 4.2.4. CALCULO DE T Y LA PROBABILIDAD ASOCIADA A T

**Pruebas de normalidad**

	TaladrosCorona	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TonelajeXGda	5 taladros	,386	4	.	,785	4	,077
	7 taladros	,379	4	.	,797	4	,096
	9 taladros	,202	4	.	,961	4	,785

a. Corrección de significación de Lilliefors

**FUENTE 4: PRUEBA DE NORMALIDAD**

Shapiro Wilk para muestras pequeñas < 30

Criterio para determinar Normalidad:

**P-valor > 0.05 Los datos provienen de una distribución normal.**

**P-valor < 0.05 Los datos no provienen de una distribución normal.**

$$0.077 > 0.05$$

$$0.096 > 0.05$$

$$0.785 > 0.05$$

### Conclusión

La variable Tonelaje/Hora con una distribución de 5, 7, 9 taladros en la corona provienen de una distribución normal.

### Cálculo Estadístico

Por lo tanto, es así que realizamos diferencia de varianzas prueba t para muestras independientes.

**Prueba de muestras independientes**

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TonelajeXGda	Se asumen varianzas iguales	1,272	,302	2,553	6	,043	2,29750	,89976	,09586	4,49914
	No se asumen varianzas iguales			2,553	4,596	,055	2,29750	,89976	-,07794	4,67294

**FUENTE 5: PRUEBA ENTRE MUESTRAS 1 Y 3**

Entonces se acepta la hipótesis nula  $0.302 > 0.05$

Al realizar la prueba T para muestras independientes, trabajamos con  $0,043 < 0.05$  por lo que se acepta la hipótesis alterna

**Prueba de muestras independientes**

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
TensilajeXGda	Se asumen varianzas iguales	2,585	,159	-,355	6	,735	-,42750	1,20558	-3,37745	2,52245
	No se asumen varianzas iguales			-,355	3,837	,742	-,42750	1,20558	-3,83163	2,97663

**FUENTE 6: PRUEBA ENTRE MUESTRAS 2 Y 3**

Entonces se acepta la hipótesis nula  $0.159 > 0.05$

Al realizar la prueba T para muestras independientes, trabajamos con  $0,735 > 0.05$  por lo que se acepta la hipótesis nula

**4.2.5. TOMA DE DECISIÓN**

Al aceptar la hipótesis alterna entre muestra 1 y 3 se tiene que:

**H1:** Para realizar una voladura controlada la distribución con 9 taladros en la corona tiene mayor eficiencia en relación a una distribución con 5 taladros en la corona.

Al aceptar la hipótesis nula entre muestra 2 y 3 se tiene que:

**Ho:** Para realizar una voladura controlada la distribución con 9 taladros en la corona tiene igual eficiencia en relación a una distribución con 7 taladros en la corona. (Escobar & Bilbao, 2020)

**4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

La distribución con 9 taladros en la corona influye mucho más eficiente que trabajar con 5 taladros en la corona para realizar una voladura controlada. Mientras el caso de distribución sobre 7 taladros en la corona llegó a la conclusión que en la GL 9770 no realizaban buen carguío de explosivos, es así que los taladros de recorte influyen mucho en la distribución con 7 y 9 taladros. Así mismo se redujo costos de sostenimiento, evitó voladuras secundarias, mejor avance y producción para la Contrata Urqu S.A.C. en la zona Sansón.

## CONCLUSIONES

- Se controló la corona en la GL 9770, con la sección de 3.5m x 3.5m al presentar el nuevo diseño de malla perforación y voladura.
- Mejoró alto rendimiento del scoop de 6yd<sup>3</sup> de 80% a 90% acumulando (2 volquetes de mineral) en la cámara de acumulación CA – 9802 – 1 para la contraguardia.
- Disminuyó la sobre rotura de 50 - 40 cm a 15-20 cm y el sostenimiento con perno split set de 5' y 7' se instala ahora sistemáticamente 5-4 o 4-5 cumpliendo los parámetros geomecánicos para la roca con RMR 55-60 en la GL 9770.
- Disminuyó la sobre dilución de 75% a 55% en la veta con potencia menor de 25cm en la GL 9770 de la mina Sansón por la buena práctica del pintado de malla de perforación en los frentes de avance.
- La disminución de costos unitarios de sostenimiento fue de \$9.01 a \$8.90 split set de 5' y de \$12.21 a \$11.98 split set de 7'. Hoy en día se continúa aplicando en las labores de avance XC 9665, XC (-) 9797 22m, BP -9796 80m, GL 9770, CX (-) 9755.

## RECOMENDACIONES

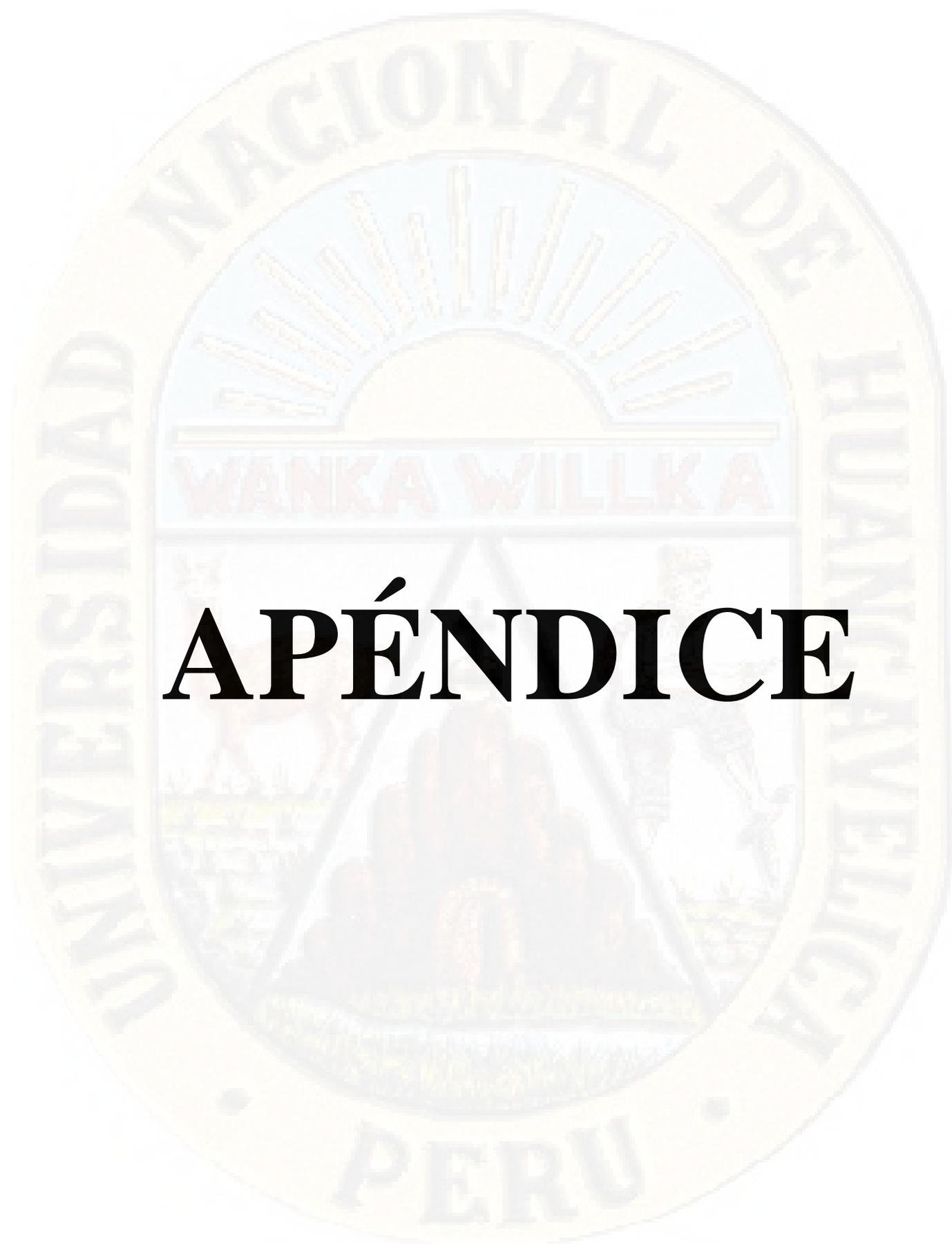
- Tener mucha consideración para los resultados del nuevo diseño de malla perforación y voladura para operar en una empresa contratista ya que brinda un aporte al plan diario, semanal, mensual, dichas labores tienen el precio unitario por metro de avance.
- La asignación realizada a diario solo contempla a un turno, por lo que esto genera discontinuidades en el ciclo de avance y producción; es así que se debe enfocar las dos guardias dejar habilitado las labores por horas perdidas o dejar acumulado mineral para cumplir el plan diario y no un solo turno en particular.
- Se recomienda planificar un resultado más exacto para evitar tardar las operaciones unitarias, por ejemplo: voladuras secundarias, sobre roturas. Y capacitar a los personales temas de geomecánica – perforación y voladura.
- Brindar el nuevo diseño de malla de perforación, voladura a los personales, para que asuman equivalencia de trabajar un frente y por otra parte para que creen diferencias entre el tiempo total de ciclo de los distintos frentes de avance.
- Mayor precaución en la variabilidad del avance en las preparaciones mineras, pues que son un desafío importante al igual que las de extracción para realizar una valorización adecuada y cuantificar el aumento de confiabilidad de un plan de minado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Alarcón, U. F. (2014). *Valorización del aumento de confiabilidad en planes e producción de sistemas mineros subterráneos*. Universidad De Chile, Santiago De Chile. Obtenido de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/116304/Valorizacio%CC%81n-del-aumento-de-confiabilidad-en-planes-de-produccio%CC%81n-de-sistemas.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- 2.- Alvarado, C. O. (2012). Pruebas De Hipótesis Usando SPSS. 25. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/35867115/MANUAL-PARA-EL-USO-DE-SPSS1pdf/>
- 3.- Alzate, L. H. (2006). *Física De Las Ondas*. Medellín, Colombia.
- 4.- Arcos, V. D. (2007). Perforación. *Perforación En Minería Subterránea*, (pág. 49). Arequipa. Obtenido de [http://geco.mineroartesanal.com/tiki-download\\_wiki\\_attachment.php?attId=1198](http://geco.mineroartesanal.com/tiki-download_wiki_attachment.php?attId=1198)
- 5.- Bernaola Alonso, J., Castilla Gomez, J., & Herrera Herbert, J. (2013). *Perforación y Voladura De Rocas En Mnería*. (L. D. Reservados, Ed.) Madrid, España: 2013. Obtenido de [https://moam.info/pdf-perforacion-y-voladura-de-rocas-en-mineria-archivo-digital-upm\\_5a05f8c81723dda8e4aac92e.html](https://moam.info/pdf-perforacion-y-voladura-de-rocas-en-mineria-archivo-digital-upm_5a05f8c81723dda8e4aac92e.html)
- 6.- Berrocal, M. M. (2015). *Estabilidad De Excavaciones En Minería Subterránea*. Trujillo, Perú. Obtenido de <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/mitigacion-del-estallido-de-roca-en-excavaciones-subterraneas/>
- 7.- Caveres, R. P. (1990). *El Fenómeno De Estallido De Rocas en la Mina El Teniente*. Chile. Obtenido de <https://biblioteca.cchc.cl/%20datafiles/4716.pdf>
- 8.- Cconislla, H. E., & Villagomez, A. W. (2012). *Diseño De Malla De Perforación y Voladura en el By Pass 976 - E, Aplicando el modelo matemático: "Áreas De Influencia. En La Unidad Minera San Genaro - Castrovirreyna Compañía Minera S.A. 2012*. Universidad Nacional De Huancavelica, Huancavelica. Obtenido de <https://1library.co/document/qmj3525q-diseno-perforacion-voladura-aplicando-matematico-influencia-castrovirreyna-compania.html>
- 9.- Chavez, F. Y. (2015). *Mejora de la granulometría mediante el diseño de malla de perforación y voladura aplicando el modelo de Holmberg en la galería 370 de la zona Coturcan en la mina Huancapeti*. Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo, Huaraz, Huaraz. Obtenido de [http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2240/T033\\_70839229\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2240/T033_70839229_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- 10.- Chihuahua, I. T. (2003). *Uso de valores P para la toma de decisiones*. Estado de Chihuahua, México. Obtenido de <http://www.chihuahua.tecnm.mx/academic/industrial/estadistica1/cap02c.htm>
- 11.- Clark, F. B. (2014). *Evaluación de una explotación combinada de los recursos de los yacimientos Toki y Quetena*. Universidad De Chile, Santiago de Chile. Obtenido de

- <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/144536/Evaluaci%C3%B3n-de-una-explotacion-combinada-de-los-recursos-de-los-Yacimientos-Toki-y-Quetena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 12.- Escalante, G. H. (2017). *Mejoramiento del sistema de sostenimiento, con madera, mediante pernos split set y malla electrosoldada en labores de explotación de la empresa "Macdesa"-Arequipa*. Universidad Nacional Del Altiplano, Puno, Arequipa. Obtenido de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6129/Escalante\\_Guerra\\_Hernan\\_Amador.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6129/Escalante_Guerra_Hernan_Amador.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  - 13.- Escobar, P., & Bilbao, J. (2020). *Investigación y Educación Superior*. Colombia: LULU. Obtenido de <https://www.lulu.com/shop/jorge-luis-bilbao-ramirez-and-piter-henry-escobar-callegas/investigacion-y-educacion-superior/paperback/product-24411000.html>
  - 14.- EXSA S.A. (2010). Voladura Controlada. *Departamento De Asistencia Técnica*, 77. Obtenido de <https://es.slideshare.net/incognitokvs/voladura-controlada>
  - 15.- EXSA S.A. (2014). Metodos De Corte En Minería Subterránea. *Seguridad Minera n° 103*, 192-205. Obtenido de <https://www.studocu.com/cl/document/universidad-de-aconcagua/ingenieria-en-minas/apuntes/exsa-manual-practico-de-tronaduras/2695059/view>
  - 16.- Gerens. (setiembre de 2018). Estrategias Para Recuperar La Eficiencia Y Reducir Los Costos En Minería. *El Caso Codelco*, 6. Obtenido de <https://gerens.pe/blog/estrategias-recuperar-eficiencia-reducir-costos-mineria/>
  - 17.- Huamaní, F. B., & Mamani, R. H. (2018). *Aplicación de la voladura controlada para reducir el porcentaje de dilucion y costos en tajos convencionales(Corte y Relleno Ascendente y tajos largos) utilizando explosivo exablock y cojin de agua*. Universidad Nacional Micaela Bastidas De Apurímac , Apurimac. Obtenido de <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/684>
  - 18.- Iribarra, C. S. (2014). *Metodología de asignación de recursos en desarrollos de minería subterránea*. Universidad De Chile, Santiago De Chile. Obtenido de [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/129896/cf-irribarra\\_sc.pdf?sequence=1](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/129896/cf-irribarra_sc.pdf?sequence=1)
  - 19.- ISEM. (2012). Selección De Sistemas De Refuerzo De Roca. *Seguridad Minera*, 8. Obtenido de <https://isem.org.pe/portal/files/recurso/revista/96.pdf>
  - 20.- Juarez, P. (2019). Famesa Explosivos. *Informe Técnico Compañía Minera Lincuna U.P. Huancapeti*, 13.
  - 21.- Lavado, A. D. (2014). *Metodología de asignación de recursos en desarrollos de minería subterránea*. Universidad De Chile, Santiago De Chile. Obtenido de [http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117082/cf-lavado\\_da.pdf?sequence=4&isAllowed=y](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/117082/cf-lavado_da.pdf?sequence=4&isAllowed=y)
  - 22.- Lincuna, C. M. (julio de 2019). Planos, Proyectos.
  - 23.- Marroquín, P. R., & Oseda, G. D. (2012). Universidad Nacional De Educación Enrique Guzmán y Valle. *EL marco teórico según el estilo APA 2012*, 75. Obtenido de <http://www.une.edu.pe/Titulacion/2013/exposicion/SESSION-1-EL%20MARCO%20TEORICO%20SEGUN%20EL%20ESTILO%20APA.pdf>
  - 24.- Mendoza, M. N. (2014). *Optimización de la voladura controlada aplicando un modelo matemático en la Unidad Minera Paraiso-Ecuador*. Universidad

- Nacional Centro Del Perú, Huancayo. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1339>
- 25.- Niño, R. V. (2011). *Metodología De La Investigación*. Bogotá, Colombia, Bogotá, Colombia: [www.edicionesdelau.com](http://www.edicionesdelau.com). Obtenido de <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3243/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20DISENO%20Y%20EJECUCION.pdf>
- 26.- Peña, M. F. (2011). *Iniciadores y Dispositivos De Retardo*, 119. Obtenido de <https://es.slideshare.net/henryvalentino/voladura1>
- 27.- Peralta, L. O. (2019). *Influencia De Voladura De Precorte En Estabilidad De Galería 835 NE-NV.3430-Unidad Victoria 1- Invicta Mining Corp S.A.C.* Universidad Nacional Centro Del Perú, Huancayo, Huancayo.
- 28.- Pierre, F. J. (abril de 2018). *El Delicado Arte De La Voladura Controlada De Famesa Explosivos*, 8. Obtenido de El Delicado Arte De La Voladura Controlada De Famesa Explosivos
- 29.- Riquelme, A. S. (mayo de 1990). Las Misteriosas Explosiones De Roca. *Boletín Minero*.
- 30.- Rojas, A. K., & Flores, S. Y. (2017). *Diseño De Malla De Perforación y Voladura Para La Reducción De Costos En El Nivel 1590 Crucero 520 De La U.E.A. Capitana - Corporacion Laces S.A.C. Minería y Construcción - Caraveli - Arequipa*. Huancavelica. Obtenido de <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1080/TP%20-%20UNH%20MINAS%200024.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 31.- Roque, P. R. (2014). Métodos Prácticos Para Calculo De Voladura Subterránea. 37. Obtenido de <https://es.slideshare.net/wilmerquezadajacobo/voladura-subterranea-por-metodos-practicos>
- 32.- Villagaray, M. A. (2014). Operación De Voladura Subterránea. *Centro Tecnológico Minero*, 163. Obtenido de [https://es.slideshare.net/roque\\_21/operacion-de-voladura-subterranea-36205018](https://es.slideshare.net/roque_21/operacion-de-voladura-subterranea-36205018)



# APÉNDICE

# MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: DISTRIBUCIÓN DE TALADROS Y SU INFLUENCIA EN VOLADURA CONTROLADA GALERÍA 9770 DE LA MINA SANSÓN - COMPAÑÍA MINERA LINCUNA S.A. - HUARAZ -

2019

I. PROBLEMA	II. OBJETIVO	III. HIPOTESIS	IV. VARIABLES	V. POBLACION Y MUESTRA	VI. TIPO DE DISEÑO	VII. METODOS Y TECNICAS	VIII. INFORMANTES
<p><b>Problema General:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cómo influye la distribución de taladros en voladura controlada Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019?</li> </ul> <p><b>Problema Específico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles son los resultados de voladura controlada en costos de instalación de pernos split set de 5' y 7' Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019?</li> <li>¿De qué manera se controla las voladuras secundarias en la corona Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019?</li> <li>¿Qué efectos produce la voladura controlada en tonelaje programado Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019?</li> </ul>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar la influencia de distribución de taladros en voladura controlada Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019</li> </ul> <p><b>Objetivo Específico:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Determinar los resultados de voladura voladura controlada en costos de instalación pernos split set de 5' y 7' Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019</li> <li>Determinar el control de voladuras secundarias en la corona Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019</li> <li>Determinar los efectos que produce la voladura controlada en tonelaje programado Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La distribución de taladros determina una voladura controlada Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019</li> </ul> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Los resultados de voladura controlada intervienen significativamente en costos de instalación de pernos split set de 5' y 7' Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019</li> <li>El control de las voladuras secundarias interviene significativamente en la corona Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019</li> <li>La voladura controlada produce un tonelaje programado Galería 9770 de la mina Sansón - Compañía Minera Lincuna S.A. - Huaraz - 2019</li> </ul>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>X: Distribución de taladros</p> <p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Y: Voladura controlada</p>	<p><b>Población:</b></p> <p>Labores de avance XC 9695, XC (-) 9776, BP 9796, CX (-) 9755, GL 9770 de la Mina Sansón - Provincia (Recuay y Aija) - Región Ancash.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>GL 9770 de la de la Mina Sansón - Provincia (Recuay y Aija) - Región Ancash.</p>	<p><b>Tipo:</b></p> <p>Investigación Aplicada</p> <p><b>Diseño:</b></p> <p>Diseño Causal Comparativo</p> <p><math>M_1 \rightarrow O_1X</math></p> <p><math>M_2 \rightarrow O_2X</math></p> <p>Donde:</p> <p><math>M_1</math> y <math>M_2</math>: Muestra de trabajo</p> <p><math>O_1</math> y <math>O_2</math>: Observaciones y Mediciones realizadas.</p> <p>X: Variable controlada estadísticamente</p>	<p><b>Método:</b></p> <p>ME: Experimental</p> <p>MG: Científico</p> <p><b>Técnica:</b></p> <p>Análisis con el Autocad 2020, Sps y Excel</p>	<p>Los documentos de operación mina</p> <p>Evaluación de la malla de perforación Autocad 2020</p> <p>Análisis del rendimiento de scoop de 6yd<sup>3</sup> Excel</p> <p>Costo de sostenimiento de Split set Excel</p>

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

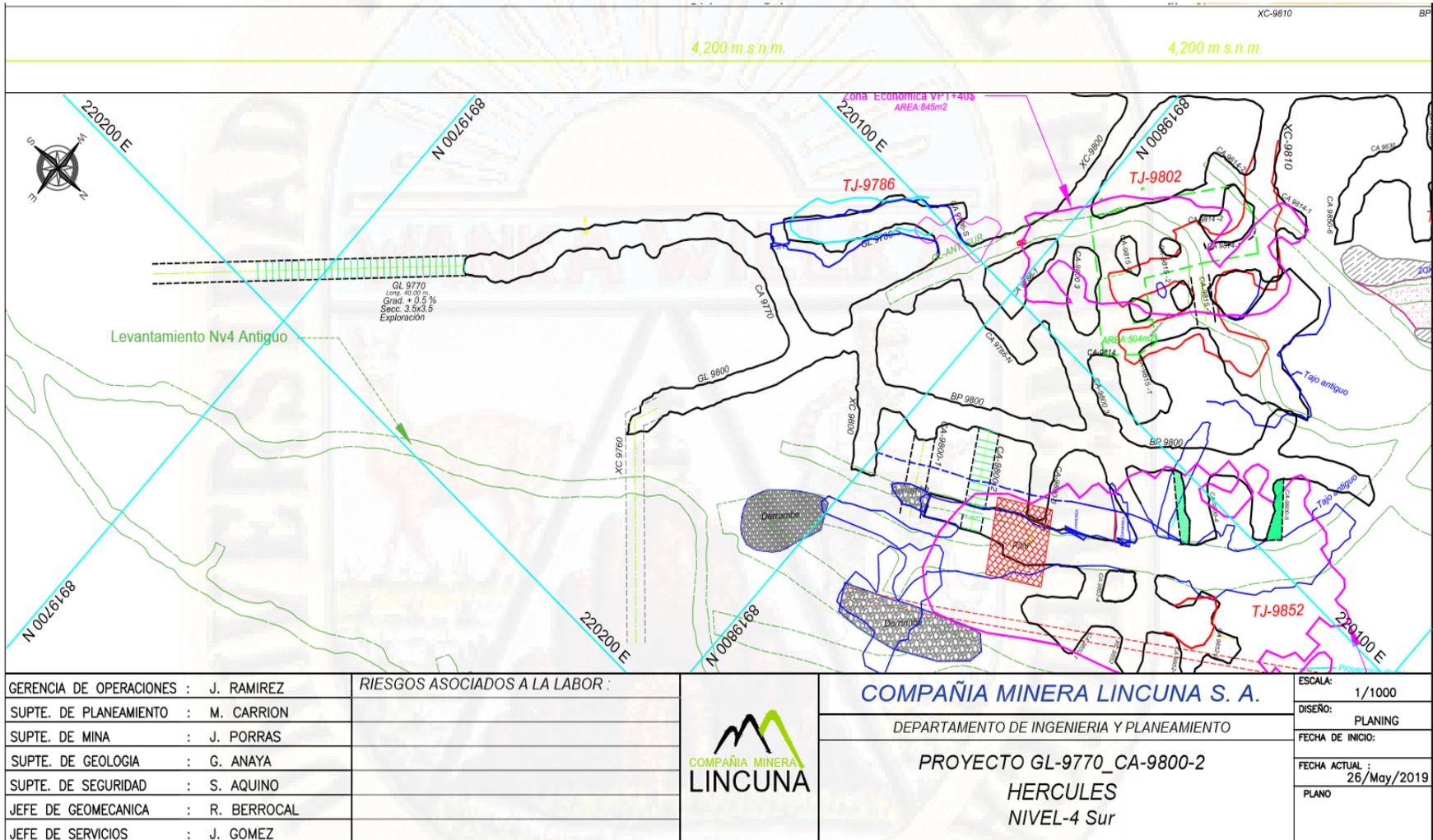
ACTIVIDADES	2019							2020												
	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E
Elaboración Proyecto De Tesis	x	x	x																	
Presentación Del Proyecto				x																
Inscripción Del Proyecto y Designación Del Asesor						x														
Designación De Jurados De Tesis						x														
Recopilación De Datos							x	x	x	x	x									
Análisis Y Procesamiento De Datos												x								
Elaboración Informe Final De Tesis													x	x	x	x	x			
Aprobación unichek Informe Tesis Final																			x	
Sustentación de la tesis																			x	
Presentación de la tesis para su publicación																			x	x

*Fuente: Elaboración Propia*

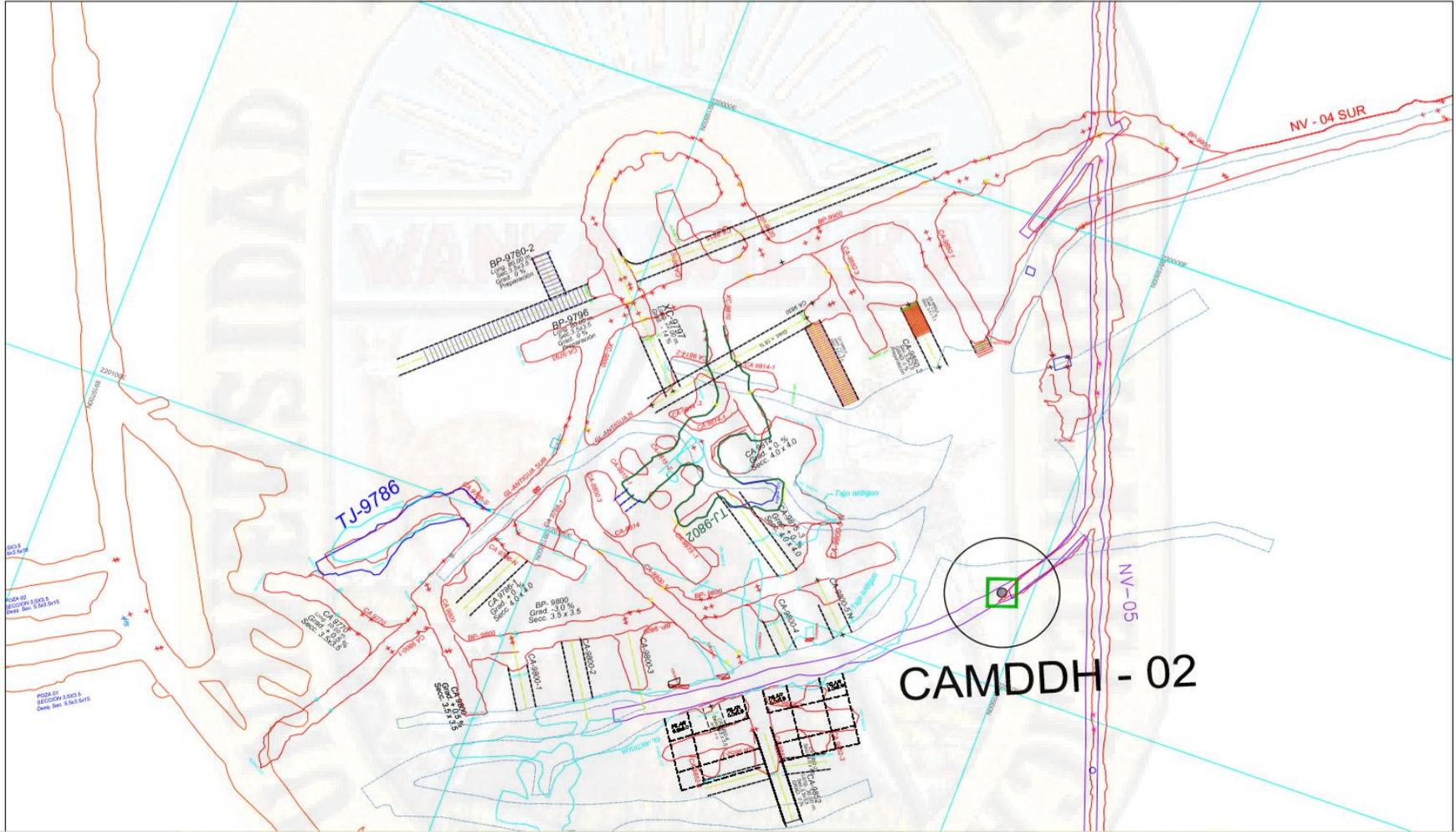
## PRESUPUESTO

EQUIPAMIENTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U. S/.	COSTO S/.
VIÁTICO		2	100	200
MOVILIDAD		2	250	500
CAPACITACIÓN		8	50	400
EPP		2	300	600
BRÚJULA		1	750	750
LAPTOP CORE I7 ASUS		2	4000	8000
PAPEL DE ESCRITORIO	millar	4	20	80
IMPRESIÓN		500	0,1	50
CELULAR HUAWEI Y6 2019		1	540	540
AYUDANTES DE APOYO	6	2	2500	5000
		4	2000	8000
<b>TOTAL</b>				<b>24120</b>

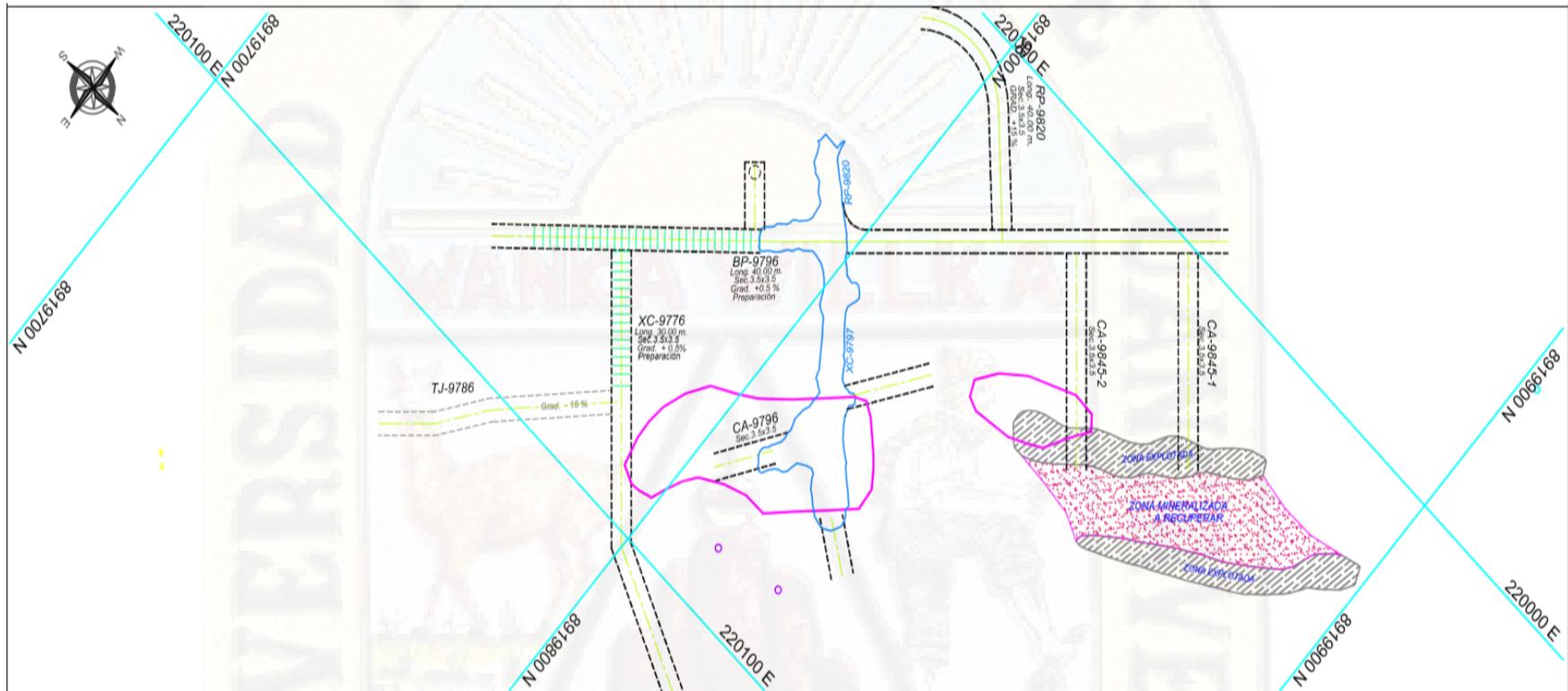
*Fuente: Elaboración Propia*



**PLANO 1: PROYECTO GL 9770 (Lincuna, 2019)**



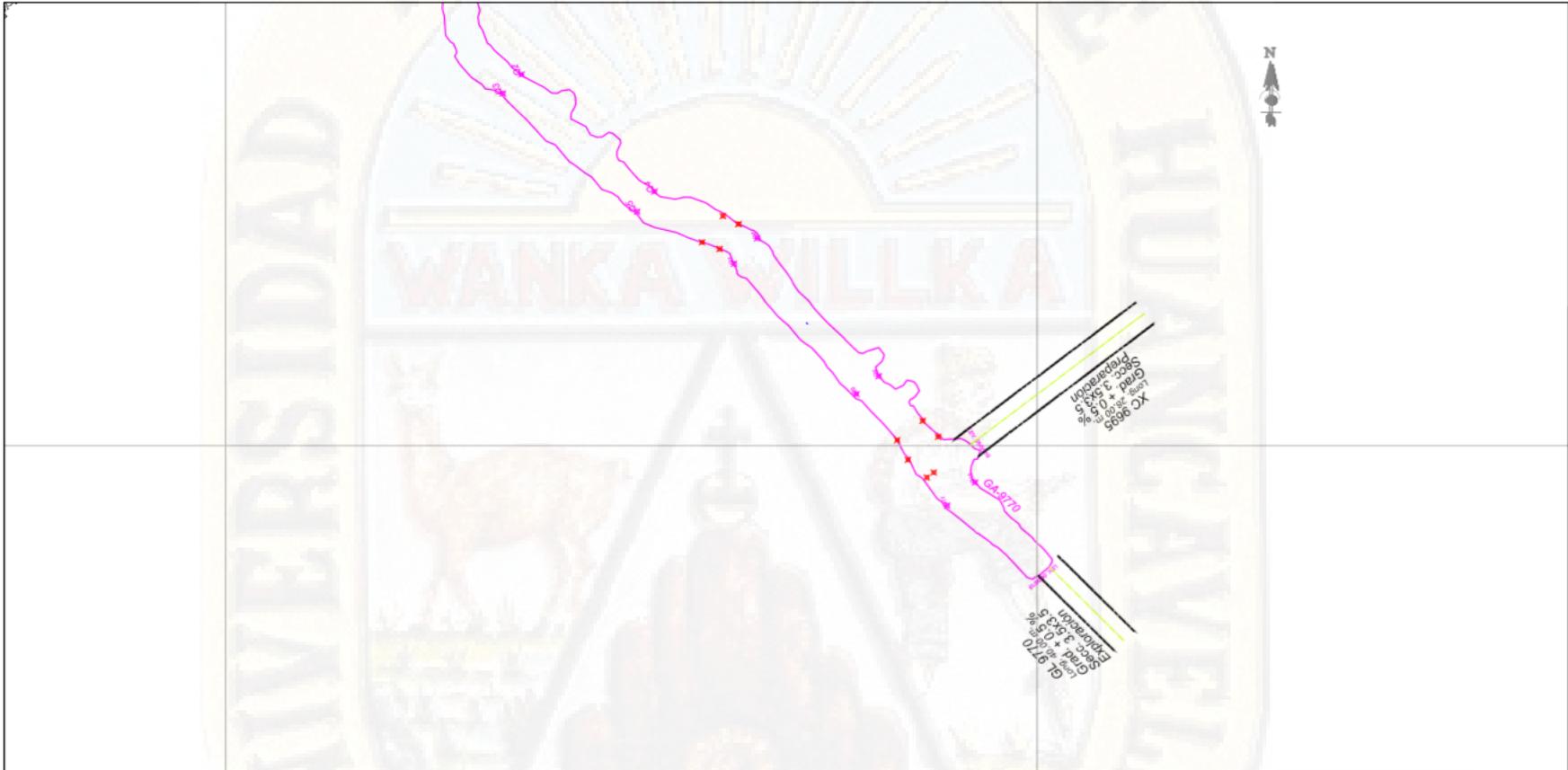
**PLANO 2: DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFÍA** (Lincuna, 2019)



GERENCIA DE OPERACIONES : J. RAMIREZ	RIESGOS ASOCIADOS A LA LABOR :	 <b>COMPAÑÍA MINERA LINCUNA</b>	<b>COMPAÑÍA MINERA LINCUNA S. A.</b>	ESCALA: 1/1000
SUPT. DE PLANEAMIENTO : M. CARRION			DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y PLANEAMIENTO	DISEÑO: PLANING
SUPT. DE MINA : J. PORRAS			<b>PROYECTO BP-9796_XC-9776</b> <b>HERCULES</b> <b>NIVEL-4 Piso 1_Sur</b>	FECHA DE INICIO:
SUPT. DE GEOLOGIA : G. ANAYA				FECHA ACTUAL : 26/May/2019
SUPT. DE SEGURIDAD : S. AQUINO				PLANO
JEFE DE GEOMECANICA : R. BERROCAL				
JEFE DE SERVICIOS : J. GOMEZ				

Y:\Huaraz\INTERCAMBIO-DATAMINE\1. PLANO NIVELES CAD\6.PLANO VETA SANSONI.dwg

**PLANO 3: PROYECTO BP 9796 XC-9776 (Lincuna, 2019)**



GERENCIA DE OPERACIONES :	J. RAMIREZ
SUPT. DE PLANEAMIENTO :	M. CARRION
SUPT. DE MINA :	J. PORRAS
SUPT. DE GEOLOGIA :	G. DEINZER
SUPT. DE SEGURIDAD :	S. AQUINO
JEFE DE GEOMECANICA :	E. QUICHE
JEFE DE SERVICIOS :	J. GOMEZ

RIESGOS ASOCIADOS A LA LABOR :	



<b>COMPAÑIA MINERA LINCUNA S. A.</b>
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y PLANEAMIENTO
GL-9770

ESCALA:	1/500
DISÑO:	PLANING
FECHA DE INICIO:	
FECHA ACTUAL:	09/Jun/2019
PLANO	

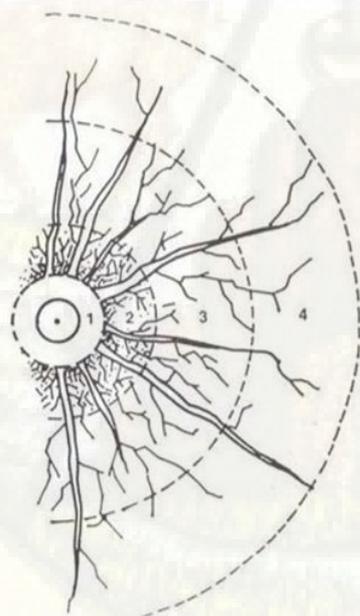
**PLANO 4: PROYECTO XC9695 (Lincuna, 2019)**



**FUENTE 7: SOPORTE TÉCNICO DE VOLADURAS Y MANIPULACIÓN DE EXPLOSIVOS DEL PERSONAL DE LA CONTRATA URQU S.A.C.**

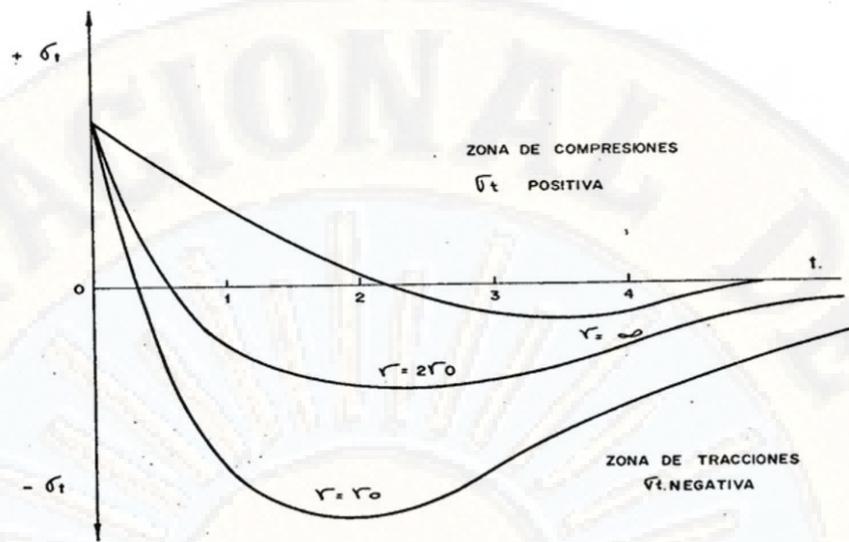


FUENTE 8: ZONA DE DAÑO DE CONTORNO (Peralta, 2019)

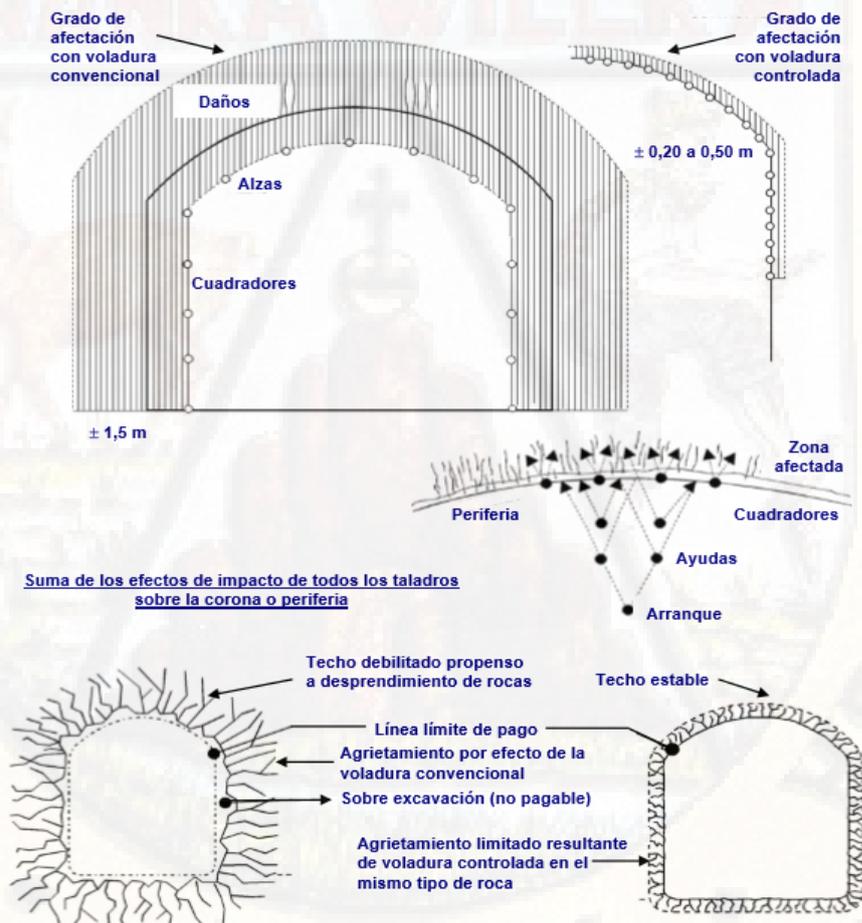


- 1.- Zona de fluencia plástica
- 2.- Zona de aplastamiento (alto grado de fracturación)
- 3.- Zona de grietas radiales (moderadamente fracturada)
- 4.- Zona poco fracturada
- 5.- Zona sin fracturación

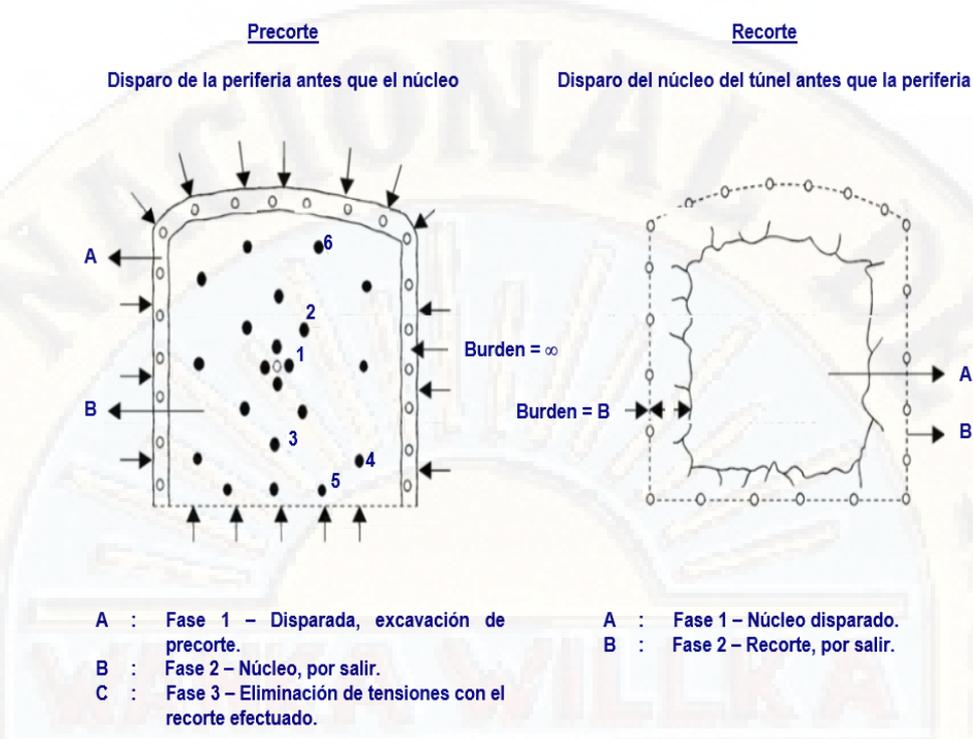
FUENTE 9: TIPOS DE FISURAS EN LAS PROXIMIDADES DEL TALADRO (Caveres, 1990)



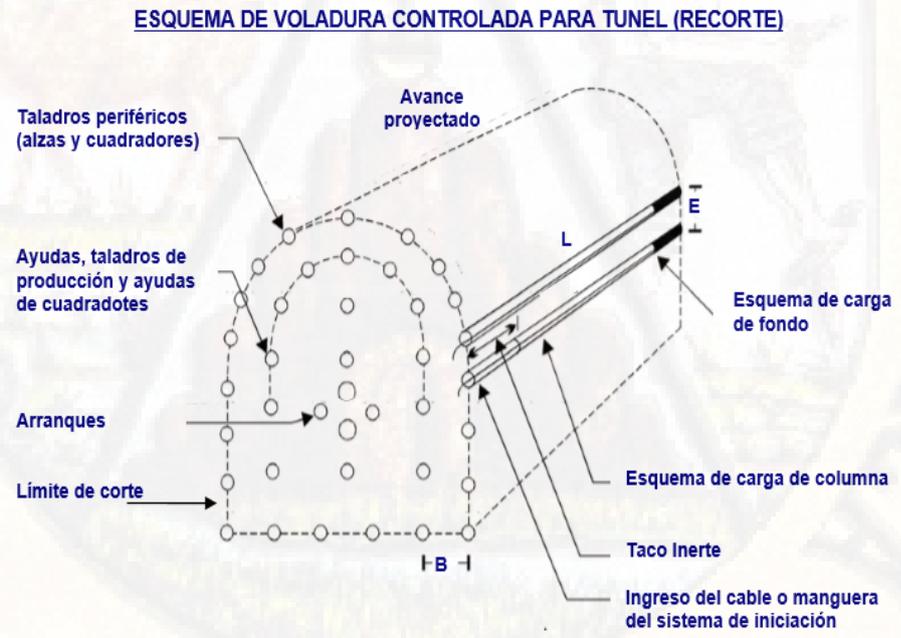
FUENTE 10: FUNCIÓN DEL ESFUERZO VS DISTANCIA AL CENTRO DEL TALADRO (Alzate, 2006)



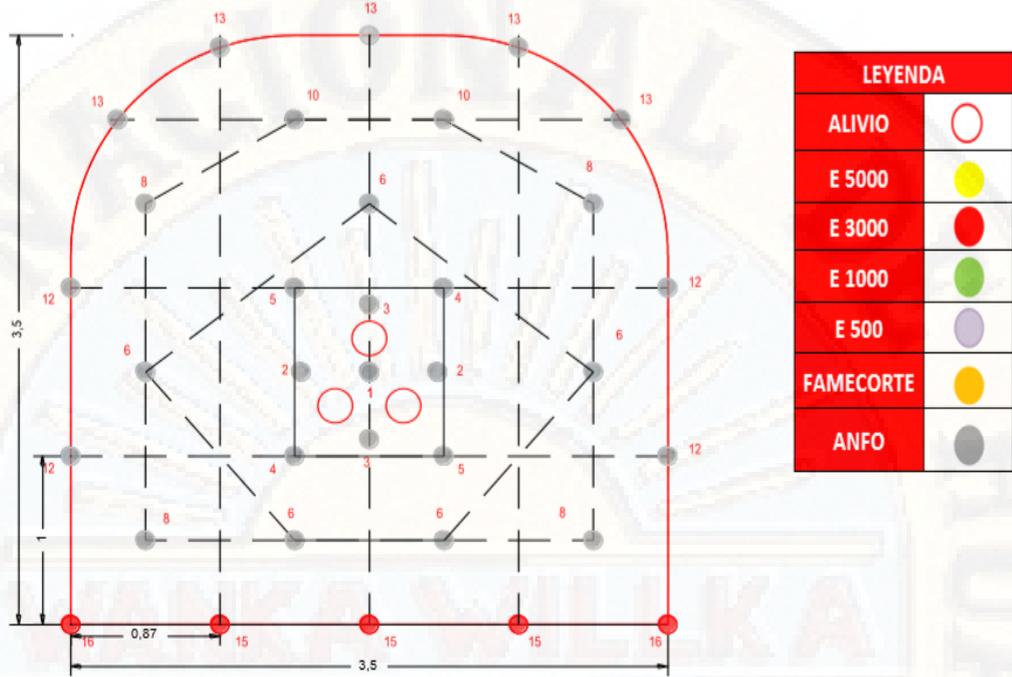
FUENTE 11: VOLADURA CONTROLADA EN SUBSUELO (EXSA S.A., *Metodos De Corte En Minería Subterránea*, 2014)



**FUENTE 12: TIPOS DE VOLADURA CONTROLADA (EXSA S.A., Metodos De Corte En Minería Subterránea, 2014)**



**FUENTE 13: ESQUEMA DE VOLADURA CONTROLADA PARA TUNEL(RECORTE) (EXSA S.A., Metodos De Corte En Minería Subterránea, 2014)**

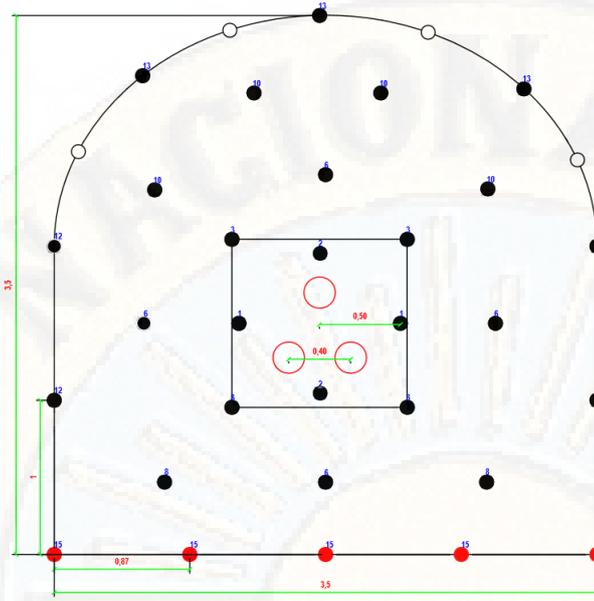


Malla de perforación y Esquema de carguo en Sección 3.5 m x 3.5 m de 13 pies/taladro									
Taladros Perforados	37	Long. Barra (m)	14 Pies	4.20	Ø Broca Prod. (mm)		45	Volumen Roto m <sup>3</sup>	49.92
Taladros Cargados	34	Long. Efectiva(m)	13 pies	3.9	Ø Broca Rimado(mm)		105	Kilos de Explosivo	117.88
RMR	55-60	Densidad	2.8	TWm <sup>3</sup>	Seccion(m)		3.50	3.50	m
								Sobrerotura (%)	10%

DESCRIPCION	Nº Tal	CARTUCHOS POR TALADRO						ACCESORIOS		INDICADORES DE VOLADURA			
		E5000 1 1/4"x8"		E3000 1 1/4"x8"		E1000 1 1/4"x8"		SUPERFAM DOS			Retardo Fane)Ø	Cant.	
		und/tal	total/tal	und/tal	total/tal	und/tal	total/tal	und/tal	Kg/tal				
Taladro de Rompe boca	1	0	0	1	1	0	0	3.332	3.332			Factor de Avance (kg/m)	
Taladro de Alivio (Rimados)	3	0	0	0	0	0	0	3.332	13.328	LP1	1		31.82
Taladro de Arranque	4	0	0	1	4	0	0	3.332	13.328	LP2	2	Factor de Carga (Kg/m <sup>3</sup> )	
Taladro de Ayuda	4	0	0	1	4	0	0	3.332	13.328	LP3	2		2.36
Taladro de 2da Ayuda	0	0	0	1	0	0	0	0	0	LP4	2		Factor de Potencia (Kg/TM)
Taladro de 3ra Ayuda	0	0	0	1	0	0	0	0	0	LP5	2	0.84	
Taladro de cuadradores	5	0	0	1	5	0	0	3.332	16.66	LP6	5	% Avance	
Taladro de Ayuda de Corona	2	0	0	1	2	0	0	3.332	6.664	LP7	0		95.00%
Taladro de Ayuda de Hastiales	0	0	0	1	0	0	0	0	0	LP8	4	% Perforación	
Taladro de Ayuda de Arrastre	4	0	0	1	4	0	0	3.332	13.328	LP9	0		92.86%
Taladro de Hastial	4	0	0	1	4	0	0	3.332	13.328	LP10	2		
Taladro de Corona	5	0	0	1	5	0	0	3.332	16.66	LP11	0		
Taladro de Arrastre	5	0	0	18	90	0	0	0	0	LP12	4		
										LP13	5		
										LP14	0		
										LP15	3		
										LP16	2		
TALADROS PERFORADOS	37	Total cart:	0	Total cart:	119	Total cart:	0	Total cart:	96.628				
KILOGRAMOS DE EXPLOSIVO	117.9	0.00	KG	21.25	KG	0.00	KG	96.63	KG				

EXPLOSIVO A USAR DE POLVORIN AUXILIAR								
EMULSION	EMULNOR	EMULNOR	EMULNOR	AGENTE DE VOLADURA	FANEL	PENTACORD 3P	CARMEX	MECHA RAPIDA
	E5000 1 1/4"x8"	E3000 1 1/4"x8"	E1000 1 1/4"x8"	SUPERFAM DOS	4.20 m/pza	metros	8pies/pza	metros
Cant/Caja	136	140	144	25	150	1500	300	1500
# Cajas Expl.	0.00	0.85	0.00	3.87	0	0	0	0
Unidades	0.00	119	0	96.63	34	18.2	2	0.20

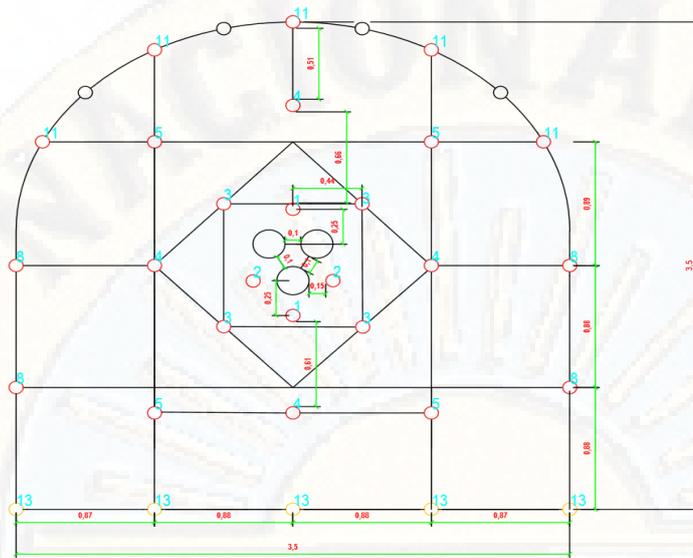
FUENTE 14: MALLA DE PERFORACIÓN 1 (Juarez, 2019)



LEYENDA	
ALIVIO	○
EMULNOR 5000	●
EMULNOR 3000	●
EMULNOR 1000	●
FAMECORTE	●
ANFO	●

MALLA DE PERFORACION Y ESQUEMA DE CARGUÍO GAL 9770 DE SECCIÓN 3.5 m x 3.5 m								
TALADROS PERFORADOS	37	LONG. DE BARRA	12pies	D. BROCA PROD.(mm)	45	VOLUMEN ROTO m3	36.75m3	
TALADROS CARGADOS	30	LONGITUD EFECTIVA	3m	D. BROCA PROD.(mm)	105	KILOS DE EXPLOSIVO	94.646	
RMR	55-60	P.E.	2.80TM/m3		SOBREROTURA	10%		
PERFORACIÓN CON JUMBO		CARTUCHOS POR TALADRO		ACCESORIOS			INDICADORES DE VOLADURA	
DESCRIPCIÓN	N° TALADROS	EMULNOR DE 3000 1 1/4 "x 8 "	TAL/UNIDAD	KG/TAL	LP	MS	CANTIDAD	FACTOR DE AVANCE Kg/m
TAL. DE RONQUEBOGA	0		0					30.358
TAL DE ALIVIO (RIMADO)	3		0					FACTOR DE CARGA Kg/m3
TAL DE ARRANQUE	4		4	0.7144	1,2			2.575
TAL DE AYUDA	4		4	0.7144	3			FACTOR DE POTENCIA Kg Tr
TAL DE SOBREALYUDA	10		8	1.4288	6,8,10			0.92
TAL DE CUADRADORES	4		4	0.7144	12			% AVANCE
TAL DE CORONA	7		5	0.1786	13			90.00%
TAL DE ARRABASTRE	5	5	13	11.609	15			% PERFORACIÓN
TOTAL DE TALADROS	37	TOTAL DE CARTUCHOS	90	16.074				90.86%
		ANFO	3 sacos	75.00				
				94.646				
EXPLOSIVO A USAR DE POLVORIN AUXILIAR								
EMULSION	EMULNOR	AGENTE DE VOLADURA(ANFO)	FANEL	PENTACORD 3P	CARMEX	MECHA RAPIDA		
CANTICAJA	EMULNOR DE 3000 1 1/4 "x 8 " 140	25kg	4m/pza	1500m	8pies/pza	1500m		
UNIDADES	90	75kg(3 sacos)	30	15	2	0.2		

FUENTE 15: MALLA DE PERFORACIÓN 2



LEYENDA	
ALIVIO	○
EMULNOR 3000	●
ANFO	●

MALLA DE PERFORACION Y ESQUEMA DE CARGUÍO GAL 9770 DE SECCIÓN 3.5 m x 3.5 m								
TALADROS PERFORADOS	37	LONG. DE BARRA	12pies	D. BROCA PROD (mm)	45	VOLUMEN ROTO m3	36.75m3	
TALADROS CARGADOS	30	LONGITUD EFECTIVA	3m	D. BROCA PROD (mm)	105	KILOS DE EXPLOSIVO	91.074	
RMR	55-60	P.E.	2.80TM/m3		SOBREROTURA	5%		
PERFORACIÓN CON JUMBO		CARTUCHOS POR TALADRO		ACCESORIOS			INDICADORES DE VOLADURA	
DESCRIPCIÓN	N° TALADROS	EMULNOR DE 3000 1 1/4 "x 8 "	TAL/UNIDAD	KG/TAL	LP	MS	CANTIDAD	FACTOR DE AVANCE Kg/m
TAL DE ROMPEBOCA	0		0					30.358
TAL DE ALIVIO (RIMADO)	3		0					FACTOR DE CARGA Kg/m3
TAL DE ARRANQUE	4		4	0.7144	1,2			2.478
TAL DE AYUDA	4		4	0.7144	3			FACTOR DE POTENCIA Kg/Ts
TAL DE SOBREAYUDA	8		8	1.4288	4,5			0.89
TAL DE CUADRADORES	4		4	0.7144	8			% AVANCE
TAL DE CORONA	9		5	0.1786	11			95.00%
TAL DE ARRASTRE	5	5	13	11.609	13			% PERFORACION
TOTAL DE TALADROS	37	TOTAL DE CARTUCHOS	90	16.074				92.86%
		ANFO	3 sacos	75.00				
				91.074				
EXPLOSIVO A USAR DE POLVORIN AUXILIAR								
EMULSION	EMULNOR	AGENTE DE VOLADURA(ANFO)	FANEL	PENTACORD 3P	CARMEX	MECHA RAPIDA		
CANT/CAJA	EMULNOR DE 3000 1 1/4 "x 8 " 140	25kg	4m/pza	1500m	8pies/pza	1500m		
UNIDADES	90	75kg(3 sacos)	30	15	2	0.2		

FUENTE 16: MALLA DE PERFORACIÓN 3



**FUENTE 17: PERFORACIÓN CON 5 TALADROS EN LA CORONA  
GL 9770 JUMBO #15**



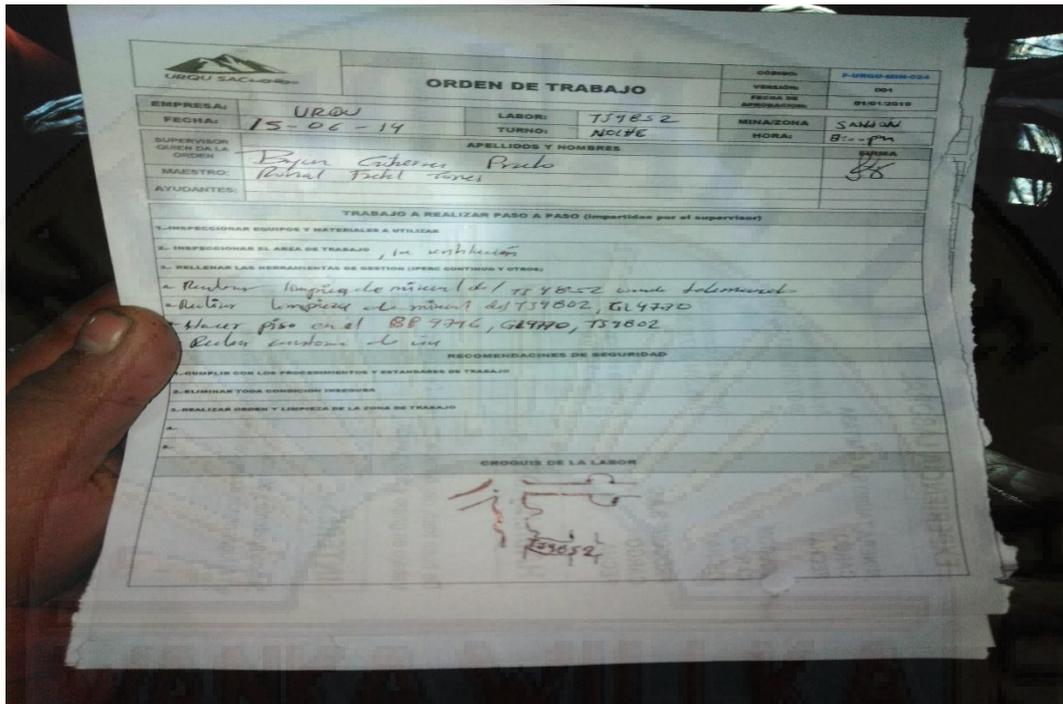
**FUENTE 18: PERFORACIÓN CON TALADROS DE RECORTE EN LA CORONA GL  
9770 JUMBO#16**



**FUENTE 19: PERFORACIÓN DEL ARRANQUE JUMBO#16**



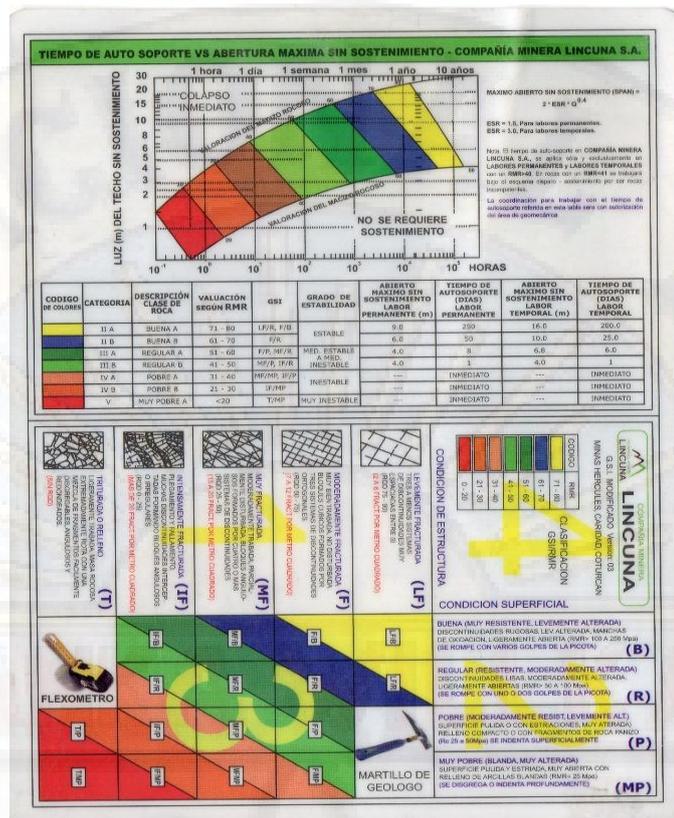
**FUENTE 20: SCOOP 6YD<sup>3</sup>**



FUENTE 21: ORDEN DE TRABAJO

	ANCLAJE PUNTUAL	ANCLAJE REPARTIDO				OTROS		
		PERNOS DE EXPANSION	QUIMICO		MECANICO		CABLES	AUTOPERFORABLE
			RESINA	CEMENTO	SPLIT SET	SISTEMA SWELLEX		
DURACION DEL ANCLAJE	Se pierde con el tiempo.	Permanente	Permanente	Temporal	Permanente: Super Swellex, Coated Sw y/o Duplex swellex	Temporal	Permanente	
MECANIZADO DE LA COLOCACION	Muy buena	Buena	Buena	Excelente	Excelente	Normal	Normal	
PORTANCIA DEL PERNO	80 KN	>150 KN	>150 KN	80 KN	Sw Standard: 120 KN Super Sw: 240 KN	200-300 KN	250 - 500 KN	
LONGITUD OPERATIVA MAXIMA	6 m	6 m	8 m	4 m	Todo los tipos: 12 m Swellex conectable: 25 - 30 m.	25 - 30 m.	6m	
GARANTIA DE ANCLAJE INICIAL	Normal	Buena	Muy buena	Muy buena	Muy buena	Normal	Muy buena	
TIEMPO DE EFECTO	Minutos	Minutos	Horas	Instantaneo	Instantaneo	Horas	Horas	
DEFORMABILIDAD	Muy alta	Baja	Baja	Muy alta	Muy alta	Muy alta	Baja	
CALIDAD DE ROCA DONDE INSTALARSE	Buena	Buena Regular	Buena Regular	Buena	Buena, regular Mala	Buena	Mala, extremadamente mala	
APLICACIONES	Solo en paredes de galerias de corta vida.	Uso general	Uso general	Solo en paredes de galerias de corta vida	Uso general	Explotación particular en yacimientos minerales	Casos especiales	
PRINCIPALES DESVENTAJAS	La garantía del anclaje inicial depende de la calidad de la roca.	Su efecto depende de la calidad de la instalación Calidad del diseño mezcla	Su efecto depende de la calidad de la instalación Calidad del diseño mezcla	Si no hay un control del diámetro del taladro, no realiza ningún efecto.	Necesariamente tiene que utilizarse una bomba, para la expansión del perno. Control del diámetro de perforación	Su efecto depende de la calidad de la instalación. Calidad del diseño mezcla	Su efecto depende de la calidad de la instalación. Calidad del diseño de mezcla con cemento y/o resina.	

FUENTE 22: SELECCIÓN DE REFUERZOS DE ROCA (Berrocal, 2015)



### TABLA GEOMECANICA RMR

TIPO DE SOSTENIMIENTO	TIPO DE SOSTENIMIENTO		TIPO DE SOSTENIMIENTO
	AVANCES (PREPARACIONES Y EXPLOSIONES Y DESARROLLO)	EXPLOTACION (TAJOS)	
RIESGO BAJO	II A BUENA A 71 - 80 F/R, F/B	ESTABLE	Perno de fricción ocasional o puntual
	II B BUENA B 61 - 70 F/R	ESTABLE	Perno de fricción espaciado a 1.70m x 1.25m en forma de rombo
RIESGO MEDIO	III A REGULAR A 51 - 60 F/P, M/P, F/R	MED. ESTABLE a MED. INESTABLE	Perno de fricción espaciado a 1.50m x 1.50m en forma de rombo
	III B REGULAR B 41 - 50 M/P, F/P, F/R	MED. ESTABLE a MED. INESTABLE	Perno de fricción espaciado a 1.50m x 1.50m en forma de rombo más malla electrosoldada
RIESGO ALTO	IV A POBRE A 31 - 40 M/P, M/P, F/P	INESTABLE	Shalcrete de 3" con fibra más perno expansivo espaciados a 1.50m x 1.50m en forma de rombo
	IV B POBRE B 21 - 30 F/P, MP	INESTABLE	Shalcrete de 3" con fibra más perno expansivo espaciados a 1.00m x 1.25m en forma de rombo
V MUY POBRE A < 20 T/MP	MUY INESTABLE	Shalcrete de 4" con fibra más perno expansivo espaciados a 1.00m x 1.00m en forma de rombo	

**IMPORTANTE:** Cualquier modificación o combinación del sostenimiento se realizará bajo evaluación y recomendación del Área de Geomecánica.

**NOTA:** En zonas de intersecciones aplicar estándar de sostenimiento en intersecciones.

#### CONDICION DE ESTRUCTURA

**(T)** TIEMPO DE RESPUESTA: TIEMPO DE RESPUESTA DEL SISTEMA DE SOSTENIMIENTO EN CASO DE FALLA DE LA ESTRUCTURA DE SOSTENIMIENTO.

**(F)** FRACTURACION: FRACTURACION DE LA ESTRUCTURA DE SOSTENIMIENTO EN CASO DE FALLA DE LA ESTRUCTURA DE SOSTENIMIENTO.

**(M)** MOVIMIENTO: MOVIMIENTO DE LA ESTRUCTURA DE SOSTENIMIENTO EN CASO DE FALLA DE LA ESTRUCTURA DE SOSTENIMIENTO.

**(P)** PUNTO DE FRACTURA: PUNTO DE FRACTURA DE LA ESTRUCTURA DE SOSTENIMIENTO EN CASO DE FALLA DE LA ESTRUCTURA DE SOSTENIMIENTO.

**(L)** LEVANTAMIENTO: LEVANTAMIENTO DE LA ESTRUCTURA DE SOSTENIMIENTO EN CASO DE FALLA DE LA ESTRUCTURA DE SOSTENIMIENTO.

#### CONDICION SUPERFICIAL

**(B)** BUENA (MUY RESISTENTE, LEVEMENTE ALTERADA): DISCONTINUIDADES RUDOSAS LEV. ALTERNAS MANCHAS DE OXIDACION, LOGRABANTE ABERTURA SUPERF. 10 A 20 MM (SE ROMPE CON VARIOS GOLPES DE LA PICOYA).

**(R)** REGULAR (RESISTENTE, MODERADAMENTE ALTERADA): DISCONTINUIDADES LEV. MODERADAMENTE ALTERADA, LOGRABANTE ABERTURA SUPERF. 20 A 30 MM (SE ROMPE CON UNO O DOS GOLPES DE LA PICOYA).

**(P)** POBRE (MODERADAMENTE RESISTENTE, LEVEMENTE ALT.): DISCONTINUIDADES LEV. MODERADAMENTE ALTERADA, LOGRABANTE ABERTURA SUPERF. 30 A 40 MM (SE ROMPE CON UNO O DOS GOLPES DE LA PICOYA).

**(MP)** MUY POBRE (BLANDA, MUY ALTERADA): SUPERFICIE FRAGA Y FRAGA MUY ABIERTA CON RELEVO DE ANCLAS O ANCLAS (DIAM. 25 MM) DE OXIDACION O RESISTENTE PROFUNDAMENTE.

FUENTE 23: TABLA GEOMECANICA (Lincuna, 2019)



**FUENTE 24: INSTALACIÓN SPLIT SET 7' HASTIAL DERECHO GL 9770**



**FUENTE 25: INSTALACIÓN SPLIT SET 5' GL 9770**



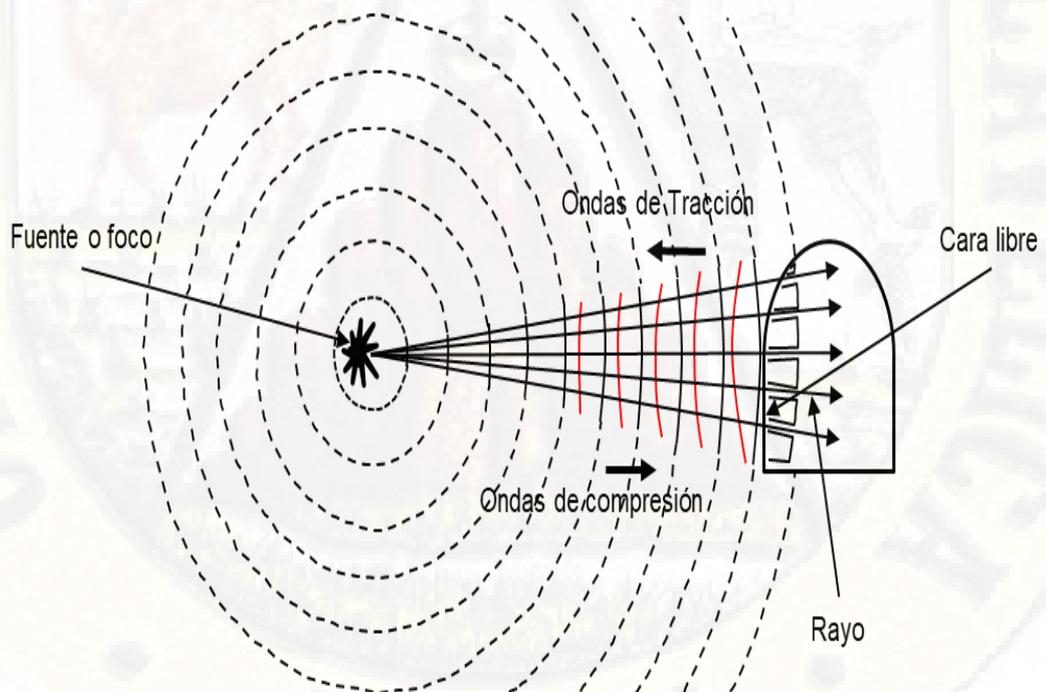
**FUENTE 26: 9 PERNOS SPLIT SET 5'**



**FUENTE 27: SOSTENIMIENTO EN LA CORONA MALLA  
ELECTROSOLDADA+SPLIT SET**



**FUENTE 28: CORTADO DE MALLA ELECTROSOLDADA 2x25m<sup>2</sup>**



**FUENTE 29: MECANISMO DE ESTALLIDO DE ROCAS (Berrocal, 2015)**



**FUENTE 30: RECARGADO DE TALADROS GL9770**



**FUENTE 31: AMARRE COLA DE CHANCHO**



**FUENTE 32: MAESTRO CARGADOR - AYUDANTE CARGADOR GL 9770**



**FUENTE 33: BLOQUEO DE LABOR CARGADA**



**FUENTE 34: BOMBONA**



**FUENTE 35: SUPERVISIÓN GL. 9770**



**FUENTE 36: CAMPAMENTO DE LA CONTRATA URQU S.A.C.**