

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

**Perforación y fragmentación con capsulas softbreaker para el
proyecto de la presa de relaves y diques auxiliares Fase VII -
Compañía minera Antamina S.A.**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero de Minas**

Autor:

Bach. Roberto Carlos ROJAS PORRAS

Asesor:

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA

Cerro de Pasco – Perú – 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERIA DE MINAS



T E S I S

**Perforación y fragmentación con capsulas softbreaker para el
proyecto de la presa de relaves y diques auxiliares Fase VII -
Compañía minera Antamina S.A.**

Sustentada y aprobada ante los miembros de jurado:

Mg. Vicente César DÁVILA CORDOVA
PRESIDENTE

Ing. Toribio GARCIA CONTRERAS
MIEMBRO

Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA
MIEMBRO



UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

Facultad de Ingeniería de Minas

Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas

"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"



INFORME DE ORIGINALIDAD N° 038-2025

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Originality, que a continuación se detalla:

Presentado por:

Bach. Roberto Carlos ROJAS PORRAS

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería de Minas

Tipo de trabajo:

Tesis

Título del trabajo

"Perforación y fragmentación con capsulas softbreaker para el proyecto de la presa de relaves y diques auxiliares Fase VII - compañía minera Antamina S.A."

Asesor:

Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA

Índice de Similitud: **22%**

Calificativo

APROBADO

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 17 de octubre de 2025.

Sello y Firma del responsable
de la Unidad de Investigación

DEDICATORIA

A mi esposa Janina e hijos Nicolas y Valentina; dedico esta tesis; por ser la inspiración al continuar con mi carrera profesional y ser un ciudadano con valores, gracias a su amor incondicional se desarrolló este trabajo de investigación, muchísimas gracias.

AGRADECIMIENTO

Agradezco muchísimo a mi señora madre Inet y al Ing. Nelson Ramos por la exigencia y preocupación de tener el grado profesional, gracias por los consejos dados, los tendré presente siempre, solo es el comienzo de algo grande, gracias.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación que lleva como título: “Perforación y Fragmentación con Capsulas Softbreaker para el Proyecto de la Presa de Relaves y Diques Auxiliare Fase VII - Compañía Minera Antamina S.A”.

En el que se ha considerado el estudio primordial; La necesidad de ampliar la Presa de Relaves, ya que el proceso de explotación es efectiva lo cual permite tener más producción pero a su vez se tiene más proceso metalúrgico que genera grandes cantidades de relaves lo cual implica tener mayor espacio para su depósito, por lo que ejecutando el proyecto de la etapa VII, que es generar a través de este proyecto mayor espacio para estos depósitos además de cumplir con el Planeamiento de Mina establecido en su oportunidad, que permitirá continuar sin contratiempos el proceso de producción de la Compañía Minera Antamina.

Por otro lado, la Cápsula Softbreaker en la Minería es un dispositivo especializado en la minería que emplea un método de fracturación controlada utilizando pirotecnia. Este tipo de dispositivo se utiliza para romper rocas de manera precisa y eficiente, optimizando los procesos de extracción y reduciendo el impacto ambiental.

Definiendo como hipótesis: En la Compañía Minera Antamina, cuando se utiliza la capsula Softbreaker para fragmentar la roca en la edificación del acceso al proyecto obras de presa, el resultado y el procedimiento deben ser los más apropiados.

Palabras Claves: Cápsula Softbreaker en la minería, perforación y fragmentación.

ABSTRACT

The present research work entitled: "Drilling and Fragmentation with Softbreaker Capsules for the Tailings Dam and Auxiliary Dike Project Phase VII - Antamina Mining Company S.A."

In which the primary study has been considered; The need to expand the Tailings Dam, since the exploitation process is effective, which allows for greater production, but at the same time there is a greater metallurgical process that generates large quantities of tailings, which implies having more space for their deposit, for which reason the project of stage VII is being executed, which is to generate through this project more space for these deposits in addition to complying with the Mine Planning established at the time, which will allow the production process of the Antamina Mining Company to continue without setbacks.

On the other hand, the Softbreaker Capsule in Mining is a specialized mining device that employs a controlled fracturing method using pyrotechnics. This type of device is used to break rocks precisely and efficiently, optimizing extraction processes and reducing environmental impact.

Defining as hypothesis: In the Antamina Mining Company, when the Softbreaker capsule is used to fragment the rock in the construction of the access to the dam works project, the result and the procedure must be the most appropriate

Keywords: Softbreaker capsule in mining, drilling and fragmentation

INTRODUCCION

La Unidad Minera ANTAMINA propiedad de Compañía Minera Antamina SA es un yacimiento minero polimetálico y uno de los más grandes del Perú y el mundo cuyos elementos están localizados en las provincias de Huari, Bolognesi y Huarney. El área de operación de la mina se encuentra aproximadamente a 100 kilómetros al este de la ciudad de Huaraz. Antamina realiza sus funciones en tres sectores esenciales. La región de Mina, ubicada en la región de Ancash, en la provincia de Huari, en concreto en el distrito de San Marcos, cuenta con una altitud cercana de 4,300 metros.

En el área de Mina se encuentran el tajo abierto, la planta de concentración, la presa de relaves, la presa de agua fresca, los depósitos de desmonte, el campamento y otras infraestructuras requeridas y suplementarias para las labores mineras. Los concentrados más importantes de cobre y zinc producidos en la región de Mina son llevados a la zona de Puerto mediante un ducto Minero, que cuenta con un corredor de 302 kilómetros de longitud donde se ha situado una tubería.

Antamina ofrece un proceso de minería a cielo abierto (tajo abierto) que se procesa metalúrgicamente a través del método de flotación, donde se consiguen concentrados de cobre y zinc, en su mayoría, y subproductos de plata, molibdeno y plomo/bismuto. El plan de extracción de minerales establece un máximo de 863 millones de toneladas métricas (TM) de mineral y un máximo de 2 403 millones de TM de desmonte total; la media de procesamiento de minerales es de 130 000 TM/día, con producciones máximas de hasta 175 000 TM/día; el promedio de procesamiento de minerales es de 130 000 TM/día; con producciones máximas de hasta 175 000 TM/día. El resultado final del tajo, toma en cuenta una zona de 734 Ha. 1.1 Descripción del entorno de trabajo. Compañía Minera Antamina SA (Antamina) viene operando la Mina Antamina desde el año 2001 que produce concentrados de Cobre (Cu), Zinc (Zn),

Molibdeno (Mb), Plata (Ag) y Plomo (Pb). Los cuales son datos de suma importancia para realizar el presente estudio de investigación.

Teniendo como necesidad de ampliar la Presa de Relaves, ya que el proceso de explotación es efectiva lo cual permite tener más producción pero a su vez se tiene más proceso metalúrgico que genera grandes cantidades de relaves lo cual implica tener mayor espacio para su depósito, por lo que ejecutando el proyecto de la etapa VII, que es generar a través de este proyecto mayor espacio para estos depósitos además de cumplir con el Planeamiento de Mina establecido en su oportunidad, que permitirá continuar sin contratiempos el proceso de producción de la Compañía Minera Antamina.

El Autor.

ÍNDICE

Página.

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	2
1.3.	Formulación del problema.....	16
1.3.1.	Problema general	16
1.3.2.	Problemas específicos	16
1.4.	Formulación de objetivos	17
1.4.1.	Objetivo general	17
1.4.2.	Objetivos específicos.....	17
1.5.	Justificación de la investigación	17
1.6.	Limitaciones de la investigación	18

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.	Antecedentes de estudio	19
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	24
2.3.	Definición de términos básicos	33
2.4.	Formulación de hipótesis.....	38
2.4.1.	Hipótesis general	38
2.4.2.	Hipótesis específicas	38
2.5.	Identificación de las variables	39

2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	39
------	---	----

CAPITULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1.	Tipo de Investigación	40
3.2.	Nivel de la investigación	40
3.3.	Métodos de la investigación	41
3.4.	Diseño de la investigación.....	41
3.5.	Población y muestras.....	41
3.5.1.	Población	41
3.5.2.	Muestra	41
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	41
3.7.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	42
3.8.	Tratamiento estadístico.....	43
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica	43

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.	Descripción del trabajo de campo	44
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	45
4.3.	Prueba de hipótesis	99
4.4.	Discusión de resultados	99

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Página.
Tabla 1. Coordenadas Compañía Minera Antamina	2
Tabla 2. Operacionalización de Variables.....	39
Tabla 3. Vías de Ingreso.....	45
Tabla 4. Detalles técnicos.....	46
Tabla 5. Características del equipo de perforación rock drill.....	48
Tabla 6. Medidas de diseño	50
Tabla 7. Resultado de la perforación	56
Tabla 8. Personal necesario para labores.....	57
Tabla 9. Equipos solicitados.....	58
Tabla 10. Cómputo de Factor de Carga.....	72
Tabla 11. Material pirotécnico para desintegración de fragmentos 72.	72
Tabla 12. Resumen de Parámetros Fragmentación 72.	72
Tabla 13. Diseño de Carga	73
Tabla 14. Gastos de capsulas softbreaker, F001.....	84
Tabla 15. Utilización de accesorios, F001.....	85
Tabla 16. Cálculo de volumen movido, F001	85
Tabla 17. Gasto de capsulas softbreaker, F002	89
Tabla 18. Utilización de accesorios, F002.....	89
Tabla 19. Gasto de capsulas softbreaker, F003	94
Tabla 20. Utilización de accesorios, F003.....	94
Tabla 21. Cálculo de volumen movido, F003	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

	Página.
Ilustración 1. Fisiografía regional de Antamina	3
Ilustración 2. Columna Estratigráfica Regional del Área de Estudio y Alrededores	6
Ilustración 3. Geología Regional del Yacimiento Antamina.....	7
Ilustración 4. Rasgos Estructurales del Área de estudio y alrededores.	8
Ilustración 5. Esquema de Alteraciones de Antamina.....	9
Ilustración 6. Esquema de Alteraciones en sección de Antamina.	9
Ilustración 7. Esquema Litológico y Zoneamiento de Antamina.....	11
Ilustración 8. Esquema Litológico y Zoneamiento de Antamina.....	11
Ilustración 9. Afloramiento de Caliza Nodular Moderadamente Fracturada	12
Ilustración 10. Vista de depósitos fluvioglaciares y morrenas	13
Ilustración 11. Vista de los depósitos antrópicos en el área de estudios.	14
Ilustración 12. Vista de Lomas y Colinas de Laderas suaves a empinadas.....	15
Ilustración 13. Vista de escarpas en colinas a lo largo de la Línea de Descarga Norte (Caliza)	15
Ilustración 14. Proceso inicial de detonación	25
Ilustración 15. Propagación de ondas de choque y esfuerzos	26
Ilustración 16. Expansión de gases y agrietamiento.....	28
Ilustración 17. Movimiento del material	29
Ilustración 18. Procesamiento digital de imágenes	30

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página.
Figura 1. Lugar de la mina.....	44
Figura 2. Perforadora Rock Drill.....	45
Figura 3. Elaboración de la malla triangular equilátera	47
Figura 4. Taladro tapado y etiquetado	48
Figura 5. Reparto de la malla de perforación en terreno	49
Figura 6. Capsulas de softbreaker	49
Figura 7. Regulación de la continuación en los talaros	51
Figura 8. Influencia radiofónica de la fragmentación	54
Figura 9. Diagrama general del lugar de trabajo	55
Figura 10. Protector de la malla mediante geomembranas.....	56
Figura 11. Zona de labor gradual 0 + 350 a 0 + 650.....	58
Figura 12. Área de labor frente 04 y túnel.....	59
Figura 13. El procedimiento de carga de los taladros	59
Figura 14. Autorización de trabajo en acciones sincronizados	60
Figura 15. Información de las actividades a realizar	60
Figura 16. La aplicación de observadores en el espacio laboral	61
Figura 17. Operaciones superficiales en el pórtico del túnel.....	62
Figura 18. Ejecución de la berma a lo largo del acceso	62
Figura 19. Corte de la roca para la entrada.....	63
Figura 20. Inspecciones de fragmentación	65
Figura 21. Componente de carga.....	65
Figura 22. Fragmentación del tramo Ayash 2	65
Figura 23. Limpieza de taludes con rapel.....	66
Figura 24. Barrera dinámica situada en los frentes 04 y 05	66
Figura 25. Barrera dinámica y malla de doble torción	67
Figura 26. Descolmatación de las barreras dinámicas.....	67
Figura 27. imagen panorámica Ayash 01	68
Figura 28. Consola REO brasilera.....	69
Figura 29. Capsulas Softbreaker de 1000 g.....	70
Figura 30. Perforación con Rock Drill, Frente 3 (0+475 a 0+505).....	71

Figura 31. Elemento de Carga Taladros de Producción	71
Figura 32. Malla de Perforación y Orden de Salida.	73
Figura 33. Hoja de Requerimiento de materiales	74
Figura 34. Lista de comprobación de la continuidad de resistencia en la fragmentación del cable jumper 1	74
Figura 35. Listado de comprobación para verificar la persistencia continua en el cable jumper, fragmentación 2	75
Figura 36. Check list comprobación de la secuencia de resistencia en el jumper cable, fragmentación 3	75
Figura 37. Check list comprobación de la continuidad de resistencia en el jumper cable, fragmentación 4.....	76
Figura 38. Comprobación de los taladros perforados.....	77
Figura 39. Comprobación de los taladros perforados.....	77
Figura 40. Comprobación de la continuación del material al llegar a la estación de campo	78
Figura 41. Comprobación de continuidad por taladro, después del atacado y conexionado.....	80
Figura 42. Comprobación de continuidad en la malla carga al 100 %.....	81
Figura 43. Verificación de continuidad en la malla más el cable troncal.....	82
Figura 44. Revisión de los testigos de activación.....	83
Figura 45. Bate fuego y Extintores.....	83
Figura 46. Fragmentación de manera regular.....	84
Figura 47. Protector de taladros con geomembrana, malla y bolsas de vaporización....	85
Figura 48. Lugar del sismógrafo	86
Figura 49. Meeting de fragmentación	86
Figura 50. Efectos de la fragmentación.....	86
Figura 51. Meeting de fragmentación	87
Figura 52. Comprobación de taladros que han detonado	87
Figura 53. Plano de la fragmentación 002.....	88
Figura 54. Sujeción de la malla a fragmentar.....	90
Figura 55. Recubrimiento de taladros con geomembrana, malla y sacos de stemming	90
Figura 56. Instalación de sismógrafo a 18 m.....	91
Figura 57. Comprobación de resistencia en los taladros	92
Figura 58. Comprobación de taladros detonados	92

Figura 59. Plano de la fragmentación 002.....	93
Figura 60. Amarre de la malla a fragmentar.....	95
Figura 61. Recubrimiento de taladros con geomembrana, malla y sacos de stemming....	96
Figura 62. Roca fragmentada	96
Figura 63. Fragmentación controlada.....	96
Figura 64. Terreno fragmentado.....	97
Figura 65. Verificación de taladros detonados	97
Figura 66. Plano de la fragmentación 002.....	98

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

El estudio se basa en la necesidad de la Minera Antamina de ampliar la Presa de Relaves, ya que el proceso de explotación es efectiva lo cual permite tener más producción pero a su vez se tiene más proceso metalúrgico que genera grandes cantidades de relaves lo cual implica tener mayor espacio para su depósito, por lo que ejecutando el proyecto de la etapa VII, que es generar a través de este proyecto mayor espacio para estos depósitos además de cumplir con el Planeamiento de Mina establecido en su oportunidad, que permitirá continuar sin contratiempos el proceso de producción de la Compañía Minera Antamina.

Por otro lado se verifica el tema de relaciones sociales lo cual con este proyecto, se tiene riesgos en su ejecución por que se consideró hacer uso de otros tipos de explosivos que no generen mayores riesgo es así como se eligió después varios análisis el uso de las Capsulas Softbreaker, que tiene una tecnología destinada a la fractura controlada de rocas y concreto para proyectos que requieran precisión en la fragmentación de la roca, mínima proyección de “fly rocks” y radio mínimo de evacuación.

El área donde se emplazará la línea de descarga norte se encuentra dentro de un grueso paquete de rocas sedimentarias del Cretáceo Superior, controlado por un anticlinal y la presencia de fallas inversas ubicadas hacia el Nor-Este y Sur-Oeste de la Minera Antamina.

Los afloramientos de rocas son limitados por la cubierta de depósitos cuaternarios. Para más detalle ver el Anexo D donde se presenta el Plano CAD-17001-EG-01 que contiene la Geología Regional.

Ilustración 1. Fisiografía regional de Antamina



Geomorfología: Geomorfológicamente, el área del proyecto presenta una superficie de peneplanización denominándola superficie puna (Mc Laughlin 1924). Superficie Puna: Consiste en una superficie pobremente desarrollada, la cual no ha logrado una peneplanización completa y que fue reconocida principalmente por la concordancia de las cumbres. Esta superficie se estableció

truncando los pliegues de la tectónica incaica que afectó a los estratos paleozoicos y mesozoicos. La unidad más importante aflorante en superficies es el Grupo Calipuy y la superficie que Mc Laughlin reconoció, parecería haberse formado sobre estas rocas. El estado Valle: Es un estadio de erosión está bien desarrollado en el área y forma muchos de los taludes entre los 3000 y 4000 m. Estos declives moderados en combinación con el incremento de lluvias y climas poco variables prevalecen a estas altitudes, habiendo proveído las mejores localidades para los asentamientos humanos y de cultivos en el Perú. El estado Cañón: Este estadio de erosión fue producido por un rápido levantamiento que dio como resultado la incisión de profundos cañones que truncan los bordes del estadio Valle y que en excepcionales circunstancias cortan por dentro superficies más viejas. Glaciación: Las partes más altas del área han sido profundamente afectadas por la glaciación pleistocénica, con significativas acumulaciones de hielo que cubren aun los picos de la Cordillera Blanca y la Cordillera Raura. Sin embargo, donde las acumulaciones de hielo han desaparecido, se pueden ver en la topografía intacta que descienden hasta alturas de 3500 metros que esta ha sido afectada por la fricción del hielo, así como por la acumulación de morrenas.

Los picos invariablemente muestran una apariencia angular peñascosa que es debido al hielo y a los depósitos de morrenas laterales y frontales. En la parte más alta los lagos ocupan cubetas labradas por la glaciación, estando comúnmente encerrado por morrenas que actúan como diques.

Algunas de estas lagunas represadas por morrenas son muy recientes y son consecuentemente débiles, constituyendo un riesgo para las comunidades que viven en las cuencas de drenaje, en el caso de que estos diques naturales fallaran. Es posible distinguir depósitos morrénicos de dos diferentes edades. Los más

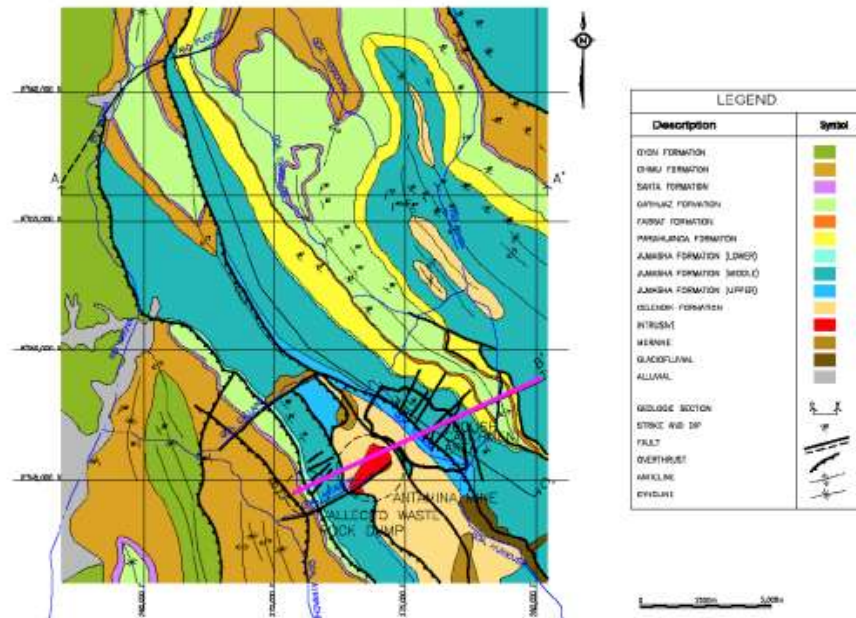
antiguos han sufrido meteorización, de modo tal que las crestas de morrenas han sido degradadas, constituyendo colinas y lomadas de cumbres redondeadas y escarpas profundas donde han sido disectadas por cursos de agua, en cambio las morrenas recientes son frescas y muestran aún sus crestas agudas. Estas se localizan generalmente en las partes más altas y próximas a los glaciares actuales. Se observan pequeños lagos sin drenaje en las depresiones intramorrénicas.

Estratigrafía: Las rocas de caja del yacimiento Antamina están constituidas por una secuencia de calizas, margas y limolitas calcáreas de la formación Celendín de edad Cretácico superior, que se encuentran instruidas por varias apófisis de un intrusivo porfirítico del Mioceno. Tanto las rocas de la formación Celendín y los estratos calcáreos y clásticos de las formaciones infrayacentes del Cretácico inferior, se encuentran plegadas con fallamientos de sobre escurrimiento que siguen un rumbo general noroeste. La intrusión de la monzonita porfirítica de Antamina ha producido por metasomatismo de las calizas de la formación Celendín, aureolas de skarn con mineralización polimetálica. El skarn de Antamina tiene una longitud de 2.5 km de largo por 1 km de ancho y aproximadamente 1 km de profundidad. Al igual que en muchos yacimientos de Minero Perú, se nota que la actividad magmática es común en la mayoría de ellos. Las relaciones estratigráficas entre estas unidades se pueden ver en la ilustración 2.

Ilustración 2. Columna Estratigráfica Regional del Área de Estudio y Alrededores

ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDAD LITOSTRATIGRÁFICA	GRESOR (m)	COLUMNA	DESCRIPCION LITOLÓGICA
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENO				DEPOSITOS ALUVIALES, COLUVIALES GLACIOFLUVIALES
						MORRENAS
	NEÓGENO	MIOCENO				FLUJO DE CENIZAS VOLCÁNICAS
			SUPERIOR	2000		SECUENCIA DE TUBAS VOLCÁNICAS Y LAVAS INTERCLÁSTICAS
		OLIGOCENO	GRUP CALPUY			
MESOZOICA	PALEOZOICA	EOCENO				SECUENCIA DE LAVAS ANDÉLITAS
			INFERIOR			
		PALEOCENO	Fm. CASAPALCA	500		ARENISCAS NOVAS FRÁGILES, MARGAS Y CONCRETIONADOS, PRESENCIA DE CALZAS LENTICULARES
	CRETACEO	SUPERIOR	Fm. COLENDIN	500		CALZAS, MARGAS MODULARES FUERTEMENTE ESTRATIFICADAS, ABUNDANCIA DE FOFOLES
			Fm. JURASSA	1100		CALZAS GRISAS EN ESTRATO DE 1 a 2 m. DE GROSOR RESISTENTES, FORMAN FARALLONES
		INFERIOR	Fm. PARATAMBO	500		MARGAS COLOR MARRON OSCURO, CLORITICO
			Fm. CHILIC	100		CALZAS OSCURAS EN LAZAS DELGADAS
			Fm. PARAHUASCA	100		CALZAS Y MARGAS COLOR CREMA, ASPECTO MARRON
			Fm. FANAT	20		CALZAS MARGAS DE TONALIDAD, ESTRATO DE 1 a 2 m. DE GROSOR
						ARENISCAS BLANCAS FRÁGILES
			Fm. CARILLAS	1500		SECUENCIA DE LINGULITAS COLOR GRIS A VERDE, CAPAS DE YESO EN LA PARTE INFERIOR, Y EN LOS NIVELES SUPERIORES LINGULITAS NOVAS
			Fm. SANTA	150		CALZAS COLOR GRIS GRIS, ESTRATIFICACION DELGADA
			Fm. CHESU	500		ARENISCAS CUARZOSAS BLANCAS MARGAS EN ESTRATO ENTRE 1 a 2 m. DE GROSOR
			Fm. CHON	100		ARENISCAS EN CAPAS DELGADAS INTERCALADAS CON CAPAS DE PLANTAS
	JURASICO	SUP	Fm. CHICAMA	>1500		POZARRAS Y ARENISCAS GRISAS, NIVELES CON PIRTA SINMETRICA, LOS NIVELES DE ARENICA SON MAS FINOS HACIA LA PARTE SUPERIOR CUARZITA GRIS OSCURA, RESTO DE PLANTAS

Ilustración 3. Geología Regional del Yacimiento Antamina.



Tectónica: El área de estudio y su entorno ha sido deformada por la tectónica, estas deformaciones corresponden a fallamientos cuyos lineamientos tienen la orientación andina. El depósito de Antamina se encuentra localizado en la principal línea de eje estructural, los cuales separan los depósitos del Miogeosinclinal de los Geosinclinales del Marañón. Las formaciones inmediatamente al Oeste de la línea son generalmente formaciones clásticas del Jurásico superior al Cretáceo inferior, así como las formaciones Chicama, Chimú, Santa, Carhuaz, mientras que al Este de la línea son calizas del Cretáceo superior como las formaciones Jumasha y Celendín, se denota un fuerte contraste en litología a ambos lados de la línea longitudinal. Esta línea será el causante de un canal de salida para el emplazamiento de los stocks intrusivos que generalmente están instruidos dentro de la caliza generando los diferentes tipos de mineralización.

Geología Estructural: El yacimiento de Antamina presenta las siguientes estructuras:

Controles Estructurales

NE: Fallas transversales al sistema andino

NW: Sobreescurrimientos y plegamientos (320°)

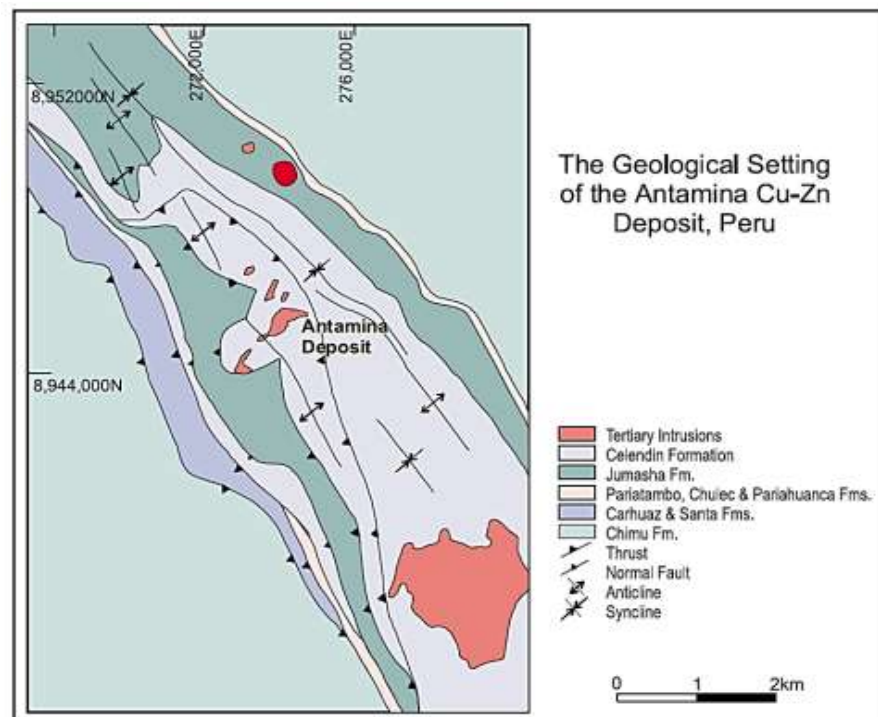
Controles Estratigráficos / Litológicos

Roca sello de textura afanítica (Fm. Celendín)

Metalotecto altamente carbonatado (FM. Jumasha)

Depósitos dependiendo de la química, temperatura y presión del medio ambiente.

Ilustración 4. Rasgos Estructurales del Área de estudio y alrededores.



Alteraciones: La intrusión porfirítica comprende múltiples intrusiones, habiéndose podido identificar hasta nueve fases. La intrusión contiene mineralización de cobre/molibdeno tipo porfirítico, con leyes que por lo general están por debajo de 0.7% de cobre-equivalente, valor que ha sido utilizado como

ley de corte para el plan de minado. Las fases intrusivas asociadas con el evento de mineralización han sido afectadas por la alteración potásica. La alteración filítica está pobremente desarrollada, pero muy extendida. La silificación penetrante en la roca puede ocurrir localmente, pero no hay una zona definida para la alteración propilitica. La ilustración 8 muestra las principales zonas alteradas y la distribución de la mineralización.

Ilustración 5. Esquema de Alteraciones de Antamina

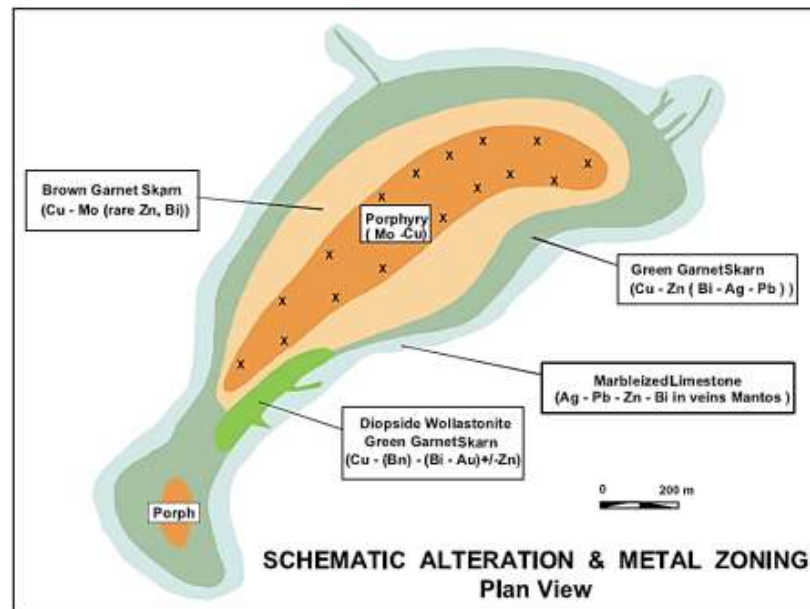
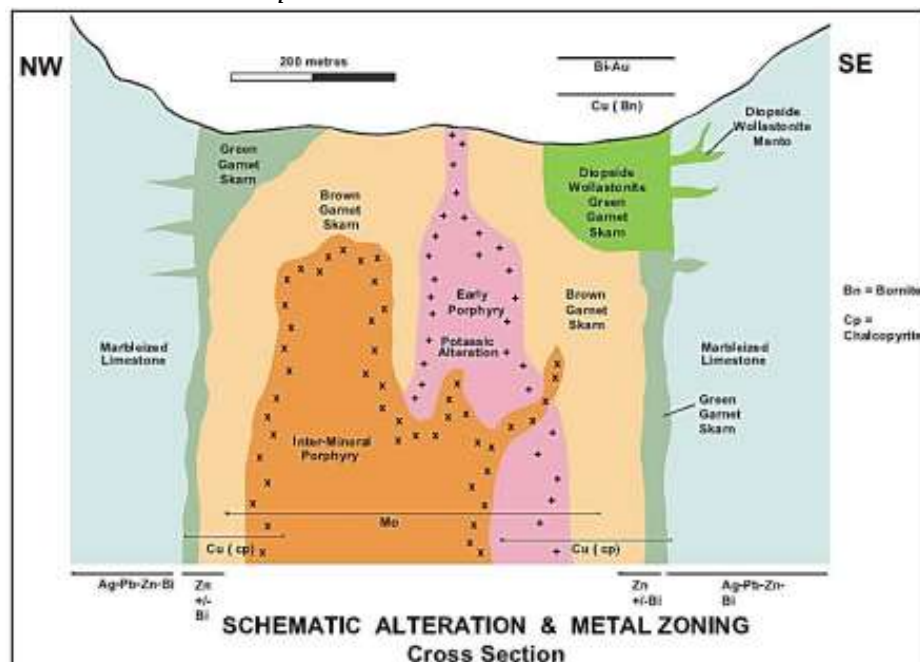


Ilustración 6. Esquema de Alteraciones en sección de Antamina.



Mineralización: La mineralización está limitada a pequeñas cantidades de pirita en las calizas, aunque es común encontrar vetas y mantos de skarn, algunos de ellos mineralizados y otros no, dentro de la caliza. La caliza muestra susceptibilidad a intemperización kárstica. La intemperización kárstica es causada por disolución de la caliza, generalmente a lo largo de las fracturas (conductos de flujo). Esto da origen a la presencia de cavidades y grietas dentro de las formaciones de caliza. No se ha observado la presencia de rasgos kársticos en la superficie del área del depósito Antamina.

Geología Local

Litoestratigrafía

El depósito de Antamina es un depósito de tipo skarn polimetálico, con mineralización de cobre, zinc, plata, molibdeno y bismuto. El depósito se formó como resultado del emplazamiento del intrusivo Antamina y de otros cuerpos intrusivos porfiríticos relacionados a éste, en la formación de calizas de la Formación Celendín. El metasomatismo de contacto resultó en la formación del skarn mineralizado a lo largo de los límites entre los intrusivos y la caliza. La mineralización económica ocurre en aproximadamente el 90% del skarn y localmente dentro del intrusivo y la caliza.

Las calizas Celendín albergan el depósito y forman afloramientos prominentes en las crestas y paredes del Valle Antamina. En los afloramientos, se presenta estratificado en capas de 1 a 3 m de espesor. La caliza es gris claro y se intemperiza con una coloración blanca o crema. La estratificación es evidente en una escala de varios centímetros de espesor, sin fósiles, conchas u otro material biógeno. La caliza ha sido clasificada como micrita.

Ilustración 7. Esquema Litológico y Zoneamiento de Antamina

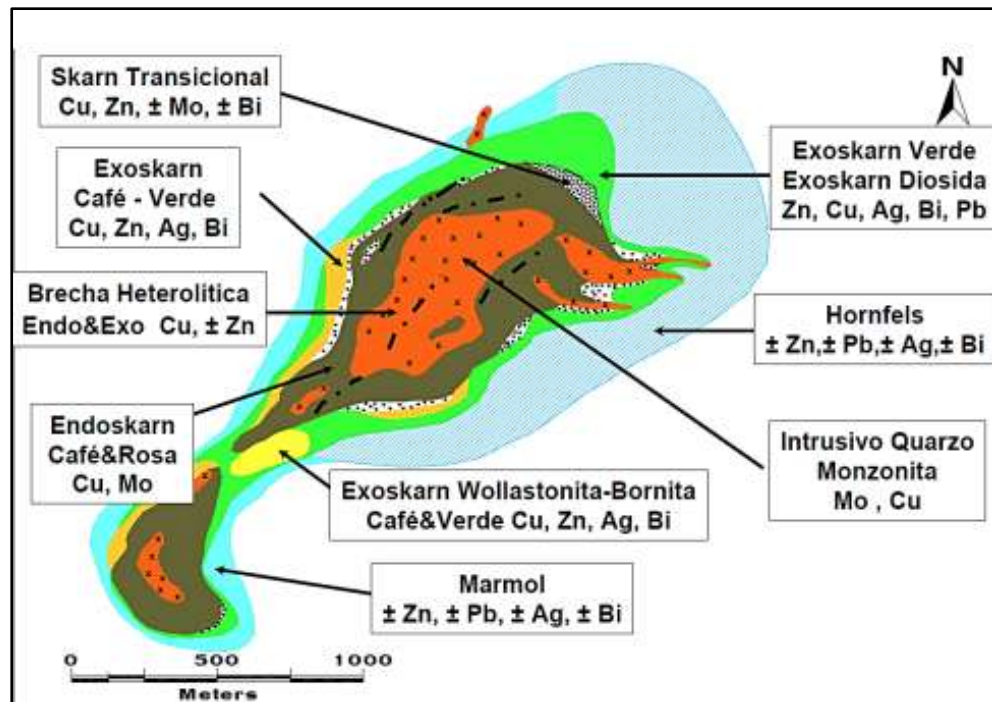
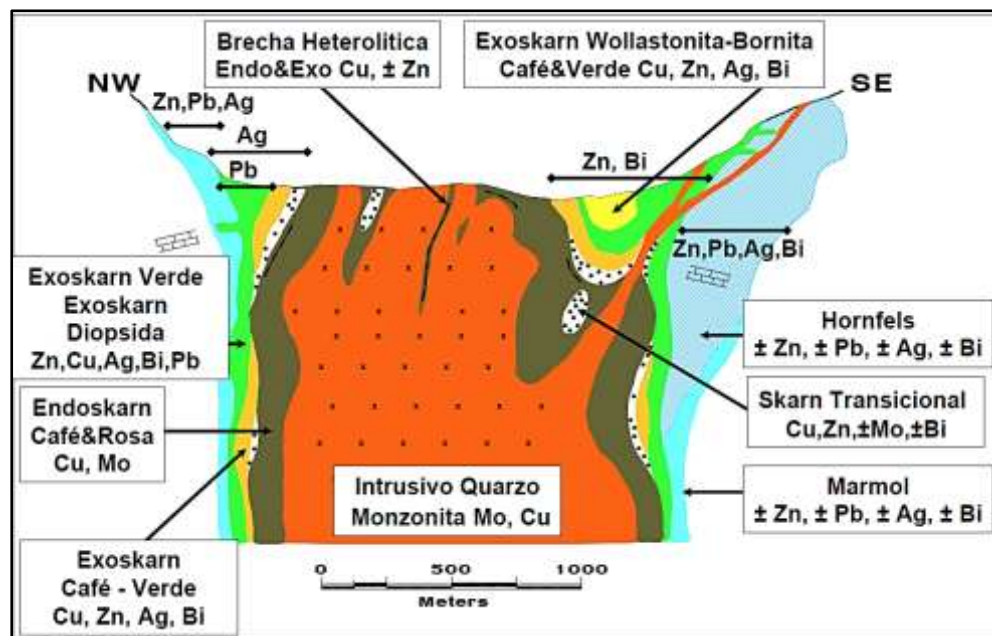


Ilustración 8. Esquema Litológico y Zoneamiento de Antamina



A continuación, se describen las unidades litológicas cartografiadas en el área de estudio:

Calizas y Areniscas (Formación Celendín):

En varios sectores de la zona en estudio, se han encontrado calizas margosas de textura nodular, pobremente estratificadas, algo homogéneas las cuales contienen abundantes fósiles, los remanentes de las alteraciones epitermales de alta sulfuración en la mina, producen una coloración amarillenta grisáceo en las paredes de sus planos de fractura; la textura y composición mineralógica se asemejan a las calizas de la formación Chulec. Se intercalan con estratos de limo-arcillitas grises y margas las que en general dan lugar a una morfología de moderada a suave con cobertura de suelos (ilustración 9).

En los alrededores de los puntos EG-02 y EG-03, se ha observado afloramientos de areniscas de grano fino, color gris claro, de fracturamiento moderado, su potencia es de varios metros. No se observaron intercalación con otros estratos, debido a la potencia de estas areniscas.

Ilustración 9. Afloramiento de Caliza Nodular Moderadamente Fracturada



Depósitos Morrénicos:

Conformadas principalmente por fragmentos de rocas andesítica, tufos e ingnimbritas, de formas angulosas y subangulosas envueltas en matriz limo-arenoso. Estos depósitos muestran una morfología de lomadas y colinas de

cumbres redondeadas, en el plano geológico local su afloramiento es escaso.

Depósitos Fluvioglaciares:

Formados por erosión glacial. Las evidencias de la glaciación son la presencia de estrías glaciares, valles en forma de U, circos y morrenas. Los depósitos fluvio-glaciares presentan una potencia de varios metros. La secuencia consiste en gravas pobremente gradadas y no consolidadas con fragmentos de formas variadas y tamaños similares a arenas hasta bloques, en una matriz de arcillas y limos. Ver Ilustración 10.

Ilustración 10. Vista de depósitos fluvioglaciares y morrenas



Depósitos Antrópicos:

Este depósito tiene una amplia distribución en el área de estudio y puede ser observado en el plano de geología local, está constituido por material de escombros de mina, suelos orgánicos tipo Top Soil, relaves, etcétera. Ver en la Ilustración 11 una vista de los depósitos Antrópicos

Ilustración 11. Vista de los depósitos antrópicos en el área de estudios.



Geomorfología

Las principales unidades morfológicas ubicadas a lo largo de la reubicación de línea de descarga norte, son típicas de zonas alto andinas, donde se puede encontrar las unidades denominadas colinas y lomas. Así mismo, se pueden observar estructuras de erosión en distintos lugares aledaños a la zona de proyecto, tales como en cortes de vías internas y alrededores de componentes de mina; siendo las escarpas y líneas de erosión, que más pueden observarse.

Durante la evaluación geomorfológica, se identificaron algunas unidades morfológicas dentro del recorrido de la línea de descarga norte y alrededores. A continuación, se describe la unidad morfológica reconocida:

Valles Glaciares: son aquellos valles formados por la erosión sistemática de morrenas, presentan forma de U, observados a los alrededores del complejo Antamina.

Lomas: al igual que las laderas, esta unidad geomorfológica se presenta en gran parte de la zona de proyecto; presentan un relieve suave, observados sobre las laderas, la vegetación observada es propia de la zona alto andina, los rasgos

de erosión son mínimas, puesto que la erosión presente, es evidenciada con mayor proporción en las laderas. Ver Ilustración 12.

Ilustración 12. Vista de Lomas y Colinas de Laderas suaves a empinadas.



Colinas: La unidad se presenta a lo largo de la línea (proyectada) de descarga norte con laderas de pendiente de moderada a empinada, una vista de este rasgo geomorfológico se presenta en la Ilustración 13.

Ilustración 13. Vista de escarpas en colinas a lo largo de la Línea de Descarga Norte (Caliza)



Geología Estructural:

A lo largo de la Línea de Distribución de Descarga Norte no se observaron fallas activas que pudieran afectar la estabilidad física de la estructura a proyectar. La cimentación de la Línea de Descarga Norte esta siendo afectada por el sistema de diaclasamiento presente en el macizo rocoso de la Formación Celendín, constituido por Calizas y Areniscas, otro de los controles estructurales observados en terreno es la presencia de restos de flancos de anticlinal y de sinclinal que han sido erosionados por la glaciación

Geodinámica Externa:

No se observaron problemas de geodinámica externa que pudieran afectar la estabilidad física de la estructura proyectada, los problemas de geodinámica externa que pudieran presentarse serán durante los cortes en el macizo rocoso para la construcción de la Línea de Descarga Norte, tipificado como caída de rocas. Se recomienda el perfilado y desquinche de los taludes removiendo los bloques sueltos presentes después de la construcción de la Línea de Descarga.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Como realizar la Perforación y Fragmentación con Capsulas Softbreaker para el Proyecto de la Presa de Relaves y Diques Auxiliare Fase VII - Compañía Minera Antamina S.A.?

1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿Con la realización de la perforación lograremos el diseño de la presa de relaves y los diques en la Compañía Minera Antamina?
- b) ¿con la aplicación de la fragmentación con Capsulas Softbreaker se conformará el talud requerido para la presa de relaves de la Compañía Minera Antamina?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Realizar la Perforación y Fragmentación con Capsulas Softbreaker para el Proyecto de la Presa de Relaves y Diques Auxiliare Fase VII - Compañía Minera Antamina S.A.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Realizar la perforación para el diseño de la presa de relaves y los diques en la Compañía Minera Antamina.
- b) Aplicar la fragmentación con Capsulas Softbreaker para conformará el talud requerido para la presa de relaves de la Compañía Minera Antamina.

1.5. Justificación de la investigación

En el área de Mina se ubica el tajo abierto, la planta concentradora, la presa de relaves, la presa de agua fresca, los botaderos de desmonte, el campamento e instalaciones auxiliares y complementarias para las operaciones mineras. Por lo que es necesario efectuar la Perforación y Fragmentación con Capsulas Softbreaker, porque su aplicación promueve la fractura de las rocas con un mínimo nivel de ruido, vibración, polvo y lanzamiento de partículas, minimizando los impactos ambientales,

Así mismo su alto grado de precisión de los pirotécnicos Softbreaker, reduce al mínimo el radio de evacuación requerida, ayuda a optimizar el tiempo de los procesos y facilita el trabajo de la obra sin necesidad de permisos especiales.

1.6. Limitaciones de la investigación

Como en todo proyecto siempre se tienen limitaciones por los procesos a ejecutarse en este caso las limitaciones que se tuvo fue en relación al toponeo de los taladros de la perforación para evitar su obstrucción, lo cual requería tiempo generando demora en su proceso, limitación que fue superada con las coordinaciones con el personal responsable de las operaciones de perforación, que fueron eliminando la pérdida de tiempo en esta dificultad aplicando un alto criterio de trabajo.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de estudio

a) Antecedentes nacionales

- **Chavez, L. (2014)**, de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, desarrolla su tesis “Optimización de la fragmentación en los proyectos de voladura primaria en la zona norte del tajo San Pedro Sur, Minera La Zanja”. El presente estudio trata acerca de la solución a una problemática suscitada en Minera la Zanja, la cual consistía en un alto porcentaje de resultados deficientes a nivel de fragmentación producto de la voladura de los proyectos Primarios en el Tajo San Pedro Sur. Las actividades de perforación y voladura fueron estudiadas para lograr obtener una fragmentación óptima. La zona norte del tajo San Pedro Sur donde existe un alto fracturamiento del macizo rocoso con una matriz dura (50-200 Mpa), alta presencia de agua, ha sido la principal área donde se ha efectuado los diversos ajustes en el diseño de los proyectos debido que

es justamente en esa zona donde los resultados a nivel de fragmentación son deficientes, generando con ello la necesidad de realizar voladuras secundarias y uso de energía mecánica para la reducción del material grueso, incrementar las áreas destinadas para su disposición, asimismo, conduce a obtener bajos índices de recuperación del Au en el Pad de lixiviación. Para alcanzar los objetivos de fragmentación se revisó las teorías de voladura y se implementó cambios en el factor de potencia, en el tipo y longitud del stemming, tiempo de salida entre taladros y filas, y reducción de malla de perforación.

- **Mondragón, W. (2022)**, de la Universidad Privada del Norte, presenta su tesis “Protocolo de perforación y voladura, a fin de mejorar la fragmentación y niveles de piso requeridos en los frentes de minado. Minera Chinalco – Junín”. La presente tesis tiene como objetivo hacer una propuesta de perforación y voladura que logre una fragmentación y niveles de piso óptimo para el proceso operativo de la mina Chinalco, para ello se han hecho una serie de pruebas que validan los índices de performance - KPI,s. obtenidos en el campo. Es importante indicar que durante la propuesta del diseño de perforación se analizaron varios parámetros como la geometría de los polígonos de perforación eligiendo al tipo palmera y/o trapezoidal como el que mejor deja los niveles de piso plano o que deja una zona de perforación uniforme optimo, se evaluó la malla de perforación y la Re perforación de los taladros, analizando que la altura de diseño planificado se cumpla; también se eligió la longitud de los taladros que debe estar entre los 15 y 17 m Respecto al diseño de carga, se concluye que los diseño deben estar aprobados por el área de

perforación y voladura de Minera Chinalco y debe considerarse parámetros como tiempo y velocidad de perforación; información litológica en logueo y caracterización de la roca, los tipos de explosivo de prueba fueron: Heavy y Quantex, densidad, residencia al agua, etc. Y el diseño de secuencia de salida. Se hicieron varias pruebas en el campo con los explosivos Heavy y Quantex, tal como se muestran en tablas 5 y 6 y sus respectivos análisis alcanzados en el mineral que pasa el Dig Rate de la Pala 01,02 y 03, que fueron logrados en los periodos de línea base y Quantex y que alcanzaron una fragmentación Split Online $P - 80 < 1''$, $2''$ y $3''$, tal como se muestra en los gráficos.

b) Antecedentes internacionales

- **Rojas, F. (2021)**, de la Universidad de Concepción - Chile, presenta tesis de investigación “Estimación de la Fragmentación Producto de la Tronadura de Rocas en Minería a Cielo Abierto Utilizando Modelos Predictivos y Algoritmos de Regresión”. El presente trabajo surge de la necesidad de proponer como mejorar la estimación de fragmentación producto de la tronadura en minería a cielo abierto, para lo cual se desarrolló una investigación aplicada con la finalidad de entender cómo es que se produce la estimación de fragmentación desde un punto de vista teórico, y también, exponer cómo es que ésta se integra dentro de un proceso industrial. Para esto se realizó una exhaustiva investigación de los modelos empíricos utilizados y se indagó en el contexto industrial en el que estos son aplicados. En este contexto surge la idea de la aplicación de algoritmos de máquinas de aprendizaje, conocidos como algoritmos de Machine Learning (ML) para la estimación de fragmentación,

basándose en una serie de estudios realizados con otras herramientas de la inteligencia artificial aplicadas a la estimación de fragmentación. De este modo se determinó que el objetivo general fuese indagar si la estimación de fragmentación, específicamente el P50, podría ser eventualmente mejorada mediante la incorporación de algoritmos de Machine Learning. Tras perseverar en la búsqueda de recursos y enfrentar una serie de limitaciones, fue posible acceder a una base de datos provenientes de Minera Los Pelambres con información de diseño, explosivo y granulometría. Esta permitió realizar la estimación de fragmentación utilizando los modelos Kuz-Ram y Kuznetsov-Cunningham-Ouchternoly (KCO), donde se obtuvo un R^2 nulo para ambos modelos y altos valores del error cuadrático medio. Posteriormente se entrenaron varios modelos utilizando la aplicación Regression Learner de MATLAB combinando diferentes predictores, donde se obtuvieron una serie de modelos predictivos entre los cuales, el mejor resultado de estimación fue uno basado en árboles de decisión, el que tuvo una bondad de ajuste del 0.73 y un RMSE de 16.21 utilizando una base de datos sin normalizar. Adicionalmente se estudió el impacto que tiene en la estimación la normalización de la base de datos, debido a la variedad en los órdenes de magnitud de las variables involucradas. Finalmente, en base a los resultados obtenidos, se pudo concluir que existe un gran potencial en la incorporación de algoritmos de regresión para la estimación de la fragmentación, ya que estos presentan una serie de ventajas relacionadas a la cantidad mínima de información requerida

para su aplicación y a un mejor desempeño en comparación con los modelos semiempíricos.

- Pérez, N. (2021), de la Universidad Andrés Bello - Concepción - Chile, desarrolla la tesis “Descripción de Modelos en Predicción de Fragmentación Rocoso para Minería y Reducción del Consumo de Explosivos y Accesorios en Mina el Dorado Norte”. La Mina El Dorado, se encuentra ubicada en la Región de Coquimbo, la morfología del sector está tipificada como un “Cerro Isla”, con una cota aproximada 450 m.s.n.m. El propósito de este trabajo consistió en proponer distintos tipos de mallas y salidas, de distinto porcentaje de relleno de explosivo, para recomendar la malla de perforación y tronadura que obtuviera una fragmentación optima y así también reducir el uso de explosivos y accesorios. El método de predicción de la fragmentación utilizado es el modelo matemático Kuz-Ram, se hace el análisis de fragmentación mediante el software JKBench, en el cual se ingresaron los datos obtenidos mediante la teoría de López Jimeno, para el diseño de bancos y así posteriormente, dar el resultado de fragmentación de roca. Se logro una fragmentación apta para ingresar a los chancadores primarios, de 0,648 metros, cabe destacar que un chancador primario acepta rocas proveniente mina de hasta 63 pulgadas, por lo que se considera una muy buena fragmentación. La malla seleccionada, dependió de la reducción de accesorios y explosivos y el costo de esto, es por esto por lo que, entre las dos mallas empleadas, la triangular y la cuadrada, se eligió la última ya que reduce en 2 metros los accesorios superficiales y tiene una reducción de 0,39 dólares.

2.2. Bases teóricas - científicas

Mecanismo de fragmentación de la roca por explosivos

En el proceso de rompimiento y desplazamiento de material, que ocurre durante y después de la detonación completa de una carga confinada, existen 4 etapas que se definen a continuación como:

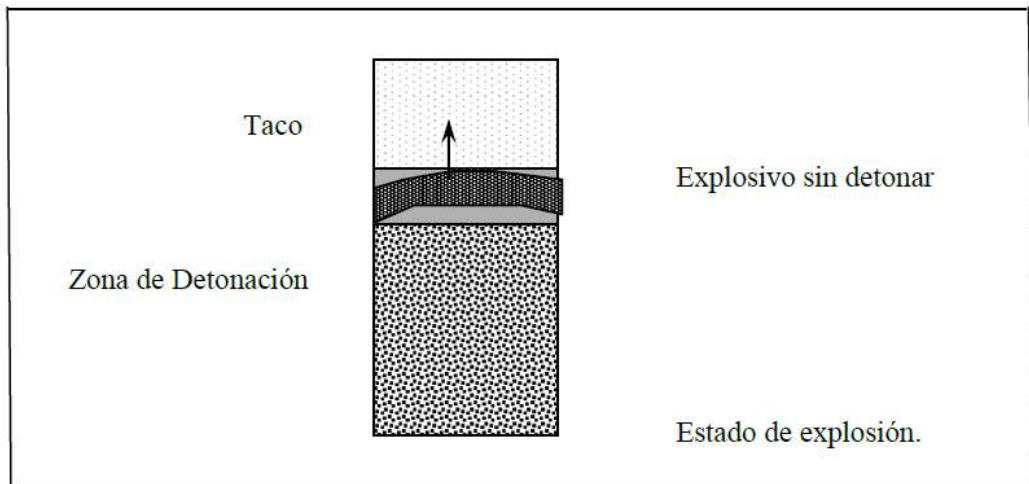
- 1.- Detonación.
- 2.- Propagación de las ondas de choque y/o de esfuerzo.
- 3.- Expansión del gas a presión.
- 4.- Movimiento del material.

Aunque dichas etapas se describen aisladamente, hay que recalcar que en tronaduras de un solo pozo y/o de varios pozos, la fase de uno y otro evento ocurren simultáneamente a intervalos específicos.

1.- La Detonación

Es la fase inicial de un proceso de fragmentación (Ilustración 1), en la cual los ingredientes básicos de un explosivo (combustible y comburente), se convierten inmediatamente en gases de altas presiones y temperaturas. Cercana a una reacción nuclear, la detonación es la reacción química más rápida que se conoce. Para explosivos comerciales, las presiones detrás del frente de detonación son del orden de 2000 MPa (20 Kbares) a 27500 MPa (275 Kbares). Esta presión, conocida como la presión de detonación depende principalmente de la densidad y VOD del explosivo. El marco de tiempo necesario para completar la detonación, es de pocos microsegundos para una carga pequeña esférica y milisegundos para una carga cilíndrica larga. Otros factores que afectan el tiempo de detonación son las formas geométricas, dimensiones y la VOD de la carga.

Ilustración 14. Proceso inicial de detonación

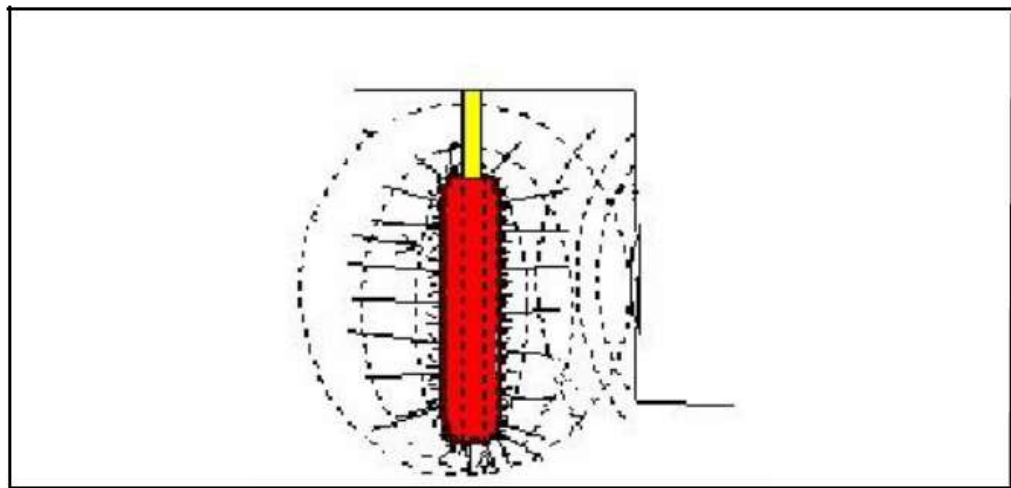


2.- La propagación

La fase que continúa a la detonación es la propagación de ondas de choque y de esfuerzo a través del macizo rocoso (Ilustración 2). Esta alteración u onda de presión, transmitida a través del macizo rocoso, es resultado, en parte, de la rápida expansión del gas y las altas presiones, lo cual produce el impacto en las paredes del pozo y la presión de detonación. La geometría de la dispersión depende de varios factores, tales como ubicación del punto de iniciación (o puntos) VOD y velocidad de la onda de choque en la roca. Por lo general, el fallamiento por compresión, tensión y cizalle ocurre como una zona de material pulverizado cerca de la carga, ya que es donde la energía de la onda es máxima. A medida que el frente de onda viaja hacia afuera, se produce una tendencia a comprimir el material en el frente de onda. En ángulos rectos a este frente de compresión, existe otro componente que se conoce como el esfuerzo tangencial. Si este esfuerzo es de suficiente magnitud, puede causar fallamiento por tensión en ángulos rectos a la dirección de propagación. Los fallamientos mayores de tensión en la roca se espera que ocurran cerca del pozo, en discontinuidades o donde

hay un cambio dramático en la disparidad de la impedancia. Los componentes de compresión, tensión, cizalle y los componentes combinados de cualquier frente de onda, siempre decaerán con la distancia a la carga. La interacción de ondas de esfuerzo en un medio complicado, discontinuo como es el macizo rocoso, es un área de intensa investigación y se considera muy importante en algunas de las nuevas teorías de tronadura.

Ilustración 15. Propagación de ondas de choque y esfuerzos

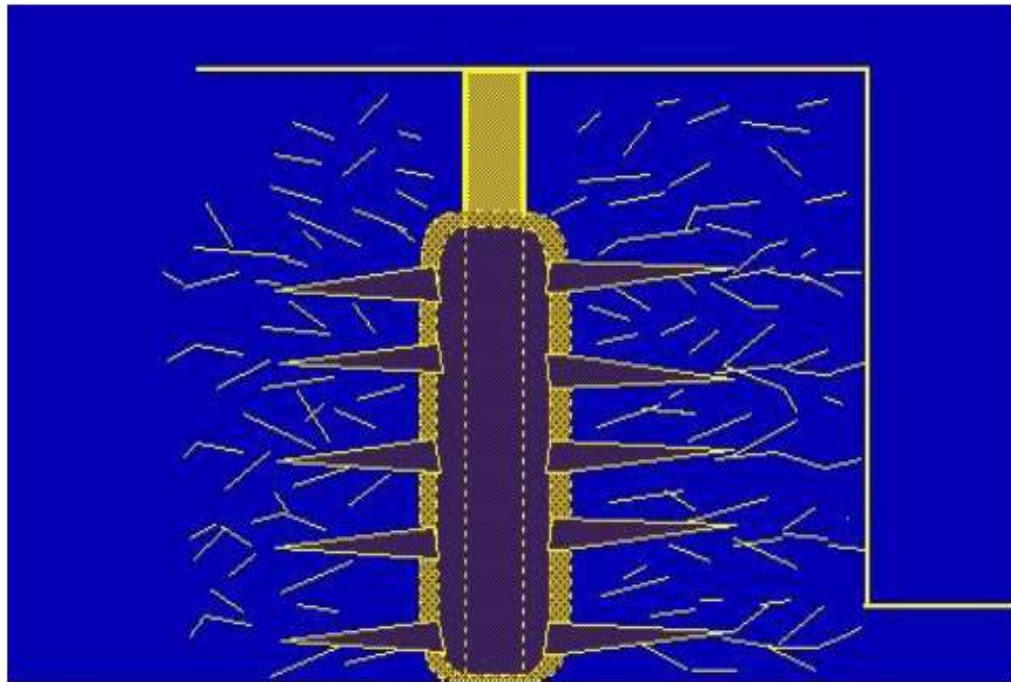


3.- Expansión del Gas

Durante, y/o después de la propagación de la onda de esfuerzo, los gases a alta temperatura y presión, producen un campo de esfuerzo alrededor del pozo que puede expandir el pozo original, extendiendo grietas radiales y penetrando en cualquier discontinuidad (Ilustracion3). De esta fase existen controversias sobre el principal mecanismo de fragmentación. Algunos creen que la red de fracturas a través del macizo rocoso está completa, mientras que otros creen que el proceso principal de fracturamiento recién está comenzando. En cualquier caso, son los gases contenidos en la nueva cavidad formada alrededor del pozo, que penetran en las discontinuidades y el impulso impartido hacia el 21 material por la detonación, principalmente

responsables del desplazamiento del material quebrado. No está clara la trayectoria exacta de los gases dentro de la masa rocosa aunque hay acuerdo respecto a que siempre siguen la trayectoria de menor resistencia. Esto significa que los gases primero emigran a las grietas, diaclasas, fallas y discontinuidades existentes, además de estratos de material que tienen baja cohesión en las interfases. Si una discontinuidad o estrato lo suficientemente grande conecta los pozos a una cara libre, los gases de alta presión generados después de la detonación inmediatamente se irán a la atmósfera. Lo anterior reducirá rápidamente la presión total de confinamiento y conducirá inevitablemente a una reducción en fragmentación y eyección del material. Los tiempos de confinamiento para los gases en un macizo rocoso, varían significativamente dependiendo de la cantidad y tipo de taco y del burden. Estudios hechos con cámara de alta velocidad muestran que los tiempos de confinamiento del gas antes del movimiento del burden varían desde pocos a decenas de ms. Se han medido tiempos de confinamiento en un rango de 5 a 150 ms para una amplia variedad de rocas, explosivos y burdens. Generalmente, pero no siempre, los tiempos de confinamiento pueden disminuirse empleando explosivos de alta energía, disminuyendo el burden o una combinación de ambos. Esto se aplica por igual al material en la cara del banco o en la parte superior del banco, como el caso de eyecciones de taco o de craterización. Luego, sólo cargas bien confinadas con burdens adecuados pueden entregar su potencial total de fracturamiento adicional por efecto del gas y movimiento del macizo.

Ilustración 16. *Expansión de gases y agrietamiento*

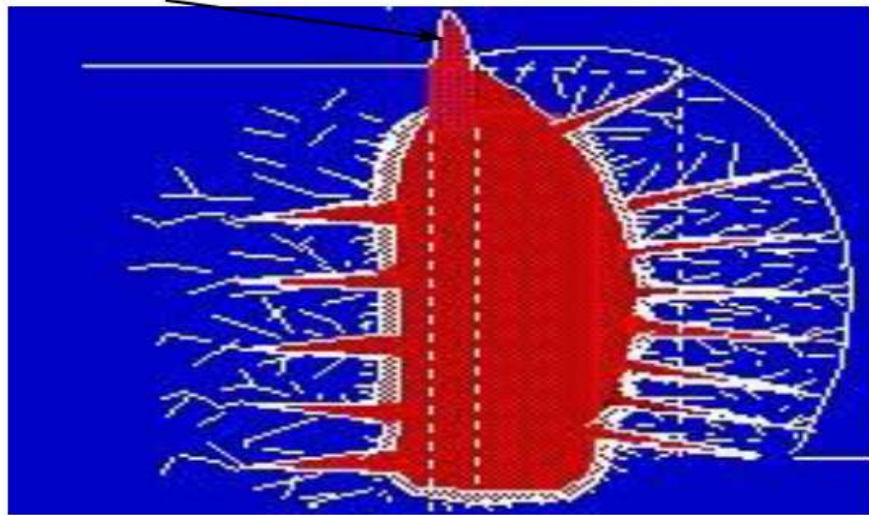


4.- El movimiento del material

Es la última etapa en el proceso de tronadura (Ilustración 4). La mayor parte de la fragmentación ya se ha completado a través de ondas compresionales y de tensión, de la presurización del gas o una combinación de ambos. Sin embargo, algún grado de fragmentación ocurre a través de colisiones en el aire y cuando el material impacta al suelo. Generalmente, mientras más alto es el banco mayor es la fragmentación, debido al aumento de la velocidad de impacto de los fragmentos individuales cuando caen al piso del banco. De la misma manera, el material eyectado de las filas opuestas de un amarre en V y que colisionan en el aire, puede dar como resultado una mayor fragmentación. Este fenómeno fue documentado con el uso de la cámara de alta velocidad en tronaduras en banco.

Ilustración 17. Movimiento del material

Proyeccion del Taco



Medición de fragmentación

Medir la fragmentación de la roca tiene como finalidad verificar la calidad de la voladura, en otras palabras, si los resultados obtenidos cumplen con el tamaño máximo permitido y así los procesos aguas abajo puedan funcionar de una manera más eficiente. En el caso que esto no suceda, tomar las medidas correctivas ya sea en el diseño de perforación, diseño de carga o en la implementación de estos. La forma en que se va a medir la fragmentación tiene directa relación con el tiempo y los costos que se está dispuesto a emplear, lo cual repercute directamente sobre la calidad de los resultados.

En general, los métodos de medición en que se incurren más gastos presentan resultados más precisos y requieren de más tiempo de medición y análisis en comparación a aquellos que son más baratos y más fáciles de obtener.

a) Uso de Parrillas

Es un método que emplea más tiempo para medir la fragmentación y requiere una mayor coordinación entre equipos de carguío y personal de medición.

En general, se determina una cierta cantidad de material por pila o por sector de la pila, el cual se destina a una parrilla y se registra los tamaños existentes. Este es uno de los métodos de medición más confiables pero el costo asociado es mayor.

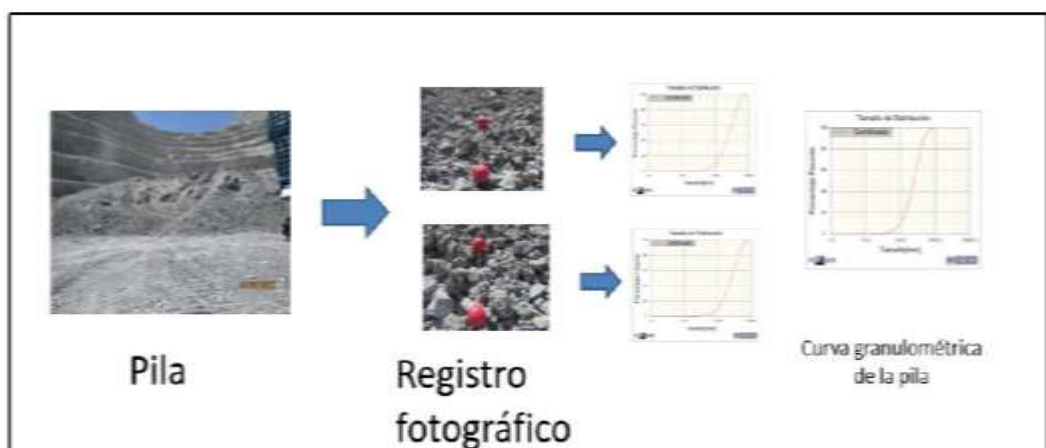
b) Métodos fotográficos

Los métodos fotográficos se destacan por que el tiempo empleado en la adquisición y análisis de sus imágenes es significativamente menor en comparación a métodos físicos como el uso de harneros. Además, el costo asociado es relativamente bajo. Como principal deficiencia de este método es que se asume que la distribución de fragmentación en la superficie de la pila es representativa del resto del material.

Procesamiento digital de imágenes:

Actualmente es uno de los métodos más utilizados debido a su rapidez y bajo costo. Este método consiste en fotografiar distintos sectores de la pila para posteriormente procesar las imágenes con un software especializado.

Ilustración 18. Procesamiento digital de imágenes



Modelos predictivos de Fragmentación

Los distintos modelos de predicción de la fragmentación tienen como finalidad, como su nombre lo indica, predecir la fragmentación resultante para un diseño de voladura específico. Hasta el día de hoy, no existe un modelo que entregue una curva de distribución de tamaños 100% precisa. Esto se debe a las características propias de la técnica de modelamiento, por lo cual, tener un buen conocimiento de sus limitantes es crucial para el entendimiento de los resultados y la definición de cambios a los diseños. La mayoría de los modelos usados en la industria son de carácter empírico y estático. Si bien estos confieren una alta capacidad de respuesta a las herramientas de diseño (ya que consideran relativamente pocas variables, que además son comúnmente conocidas); estos modelos se alejan de los mecanismos involucrados en el proceso de fragmentación e impiden incorporar directamente algunos parámetros de relevancia como el efecto de los retardos seleccionados y la secuencia de iniciación.

Existen varios modelos para predecir la fragmentación como resultado de una voladura, sin embargo, entre ellos los más reconocidos se encuentra el Modelo de Kuz-Ram y el Modelo Swebrec.

Ambos modelos son actualmente los más utilizados debido a que consideran una cantidad importante de parámetros asociados al diseño de perforación y voladura, así como a las características de roca; y que en general están disponibles en las operaciones. Además, sus resultados han demostrado ser una buena estimación de la distribución real de tamaños en la pila.

Clasificación de los explosivos

A. Según la naturaleza de la explosión:

- **Deflagrantes**

En términos generales, son explosivos cuya velocidad de reacción no supera la velocidad del sonido. Para el caso de fragmentación por voladura, se establece comúnmente que cualquier explosivo que reaccione a menos de 1.000 m/s es deflagrante ya que no logra generar una presión tal que induzca un fracturamiento importante en la roca.

Ej: Pólvora Negra (75 % de nitrato de potasio, 15 % de carbón y 10 % de azufre)

- **Detonantes**

Se caracterizan por reaccionar rápidamente, con velocidad superiores a 1.000 m/s, por lo que son considerados de alta potencia.

Ej: Básicamente todos los explosivos usados en minería (excepto la mecha de seguridad).

B. Según su sensibilidad:

- **Primarios**

Explosivos que requieren de cantidad pequeñas de energía para iniciarse por lo que son considerados de alta peligrosidad.

Ej: Azida de plomo, Fulminato de mercurio, Nitroglicerina, etc.

- **Secundarios**

Explosivos que necesitan una cantidad intermedia de energía para iniciarse.

Ej: Pentrita, RDX, TNT, etc.

- **Terciarios**

Explosivos que requieren de una cantidad importante de energía para detonar. Ej: ANFO, Emulsión.

C. Según su utilización:

- **Carga Principal**

Es el explosivo encargado de fracturar/fragmentar debido a su alta potencia, derivada de una alta energía disponible y una alta velocidad de detonación.

Ej: ANFO, ANFO Pesado, etc.

- **Iniciadores**

Explosivos altamente sensibles encargados de iniciar la carga principal. En el caso de aplicaciones mineras se refiere a los detonadores.

- **Multiplicadores**

Explosivos sensibles al iniciador encargado de aumentar la energía liberada por este último con el fin de lograr la energía requerida para iniciar la carga principal Ej: explosivos tipo “APD”.

2.3. Definición de términos básicos

Bancos: Superficie en el terreno, generalmente horizontal con características geométricas tales, que facilitan las operaciones de perforación, están dispuestas en una altura en metros definida en el plan de mina y en forma escalonada.

Detonación: Se caracterizan por reaccionar rápidamente, con velocidad superiores a 1.000 m/s, por lo que son considerados de alta potencia.

Deflagración: Los materiales del explosivo a menudo se descomponen a rapidez mucho menor que la velocidad del sonido del material sin ningún acceso a oxígeno atmosférico. Esto es una deflagración, y es propagado por la liberación

del calor de reacción, y la dirección de flujo de los productos de la reacción es opuesta al de la detonación.

Diámetro del taladro: Definido por el diámetro de la broca de perforación, diseñado según las características del macizo rocoso, el grado de fragmentación deseado, la altura del banco, configuración de las cargas y por el equipo de perforación seleccionado.

Diámetro crítico: Es el diámetro mínimo mediante el cual puede detonar una carga explosiva. Agregando gas finamente disperso se reduce considerablemente el diámetro crítico de un explosivo. Este diámetro crítico puede ser bastante grande (aprox. 125 mm) para muchas emulsiones y acuageles a granel.

Emulsión: Explosivo elaborado en base a una "emulsión agua en aceite". Se fabrica con una solución saturada de nitrato y una fase de aceite mineral. Está normalmente sensibilizada por burbujas de gas finamente dispersas (después de la adición de un agente gasificador en el collar del pozo de tronadura), o por adición de micro esferas de vidrio (usualmente durante la fabricación de la emulsión). Antes de la adición de los sensibilizantes, las emulsiones son normalmente clasificadas como agentes oxidantes, e incapaces de detonar. Las emulsiones pueden ser balanceadas en oxígeno o pueden tener un balance de oxígeno positivo.

Explosivo: Compuesto químico que reacciona en forma rápida generando altas presiones y temperatura. Sustancia que por alguna causa externa (roce, calor, percusión, etc.) se transforma en gases; liberando calor, presión o radiación en un tiempo muy breve.

Fragmentación de roca: Proceso de conminución del material en donde es reducido de tamaño al cual es requerido.

Longitud del taladro: Longitud de perforación realizada en el área a volar definida por la altura del banco.

Mena. Parte más valiosa del mineral a partir del cual se puede obtener económicamente uno o más metales.

Mineral. Materia inorgánica de origen natural que compone la corteza terrestre, posee un valor económico y constituido por 2 elementos: La mena y la ganga. También es una materia inorgánica.

Minería. Parte de la industria que se ocupa de la búsqueda, extracción, beneficio y venta de los minerales y rocas de rendimiento económico.

Malla de perforación: Representa la disposición de los taladros en el terreno definida por el espacial burden y espaciamiento.

Masa Rocosa: Es el medio in situ que contiene diferentes tipos de discontinuidades como diaclasas, estratos, fallas y otros rasgos estructurales.

Matriz rocosa. - Material rocoso sin discontinuidades o bloques de roca intacta entre discontinuidades (muestra de mano o mayor). A pesar de considerarse continua es heterogénea y anisótropa, ligada a la fábrica, textura y estructura, mineral.

Presión de detonación: La presión de detonación es usualmente una cantidad calculada basada en la densidad del explosivo (p_{exp}) y el VOD del explosivo (VOD_{exp}). Generalmente se considera a esta presión de detonación como la responsable del fracturamiento de la roca alrededor del pozo de tronadura. Rocas masivas de resistencia alta usualmente requieren una presión de detonación alta para una fragmentación óptima.

Proyección de rocas: Es el desplazamiento indeseado de roca de un área de la tronadura. Es importante señalar que un buen diseño minimizará la ocurrencia de proyección, pero no puede garantizar la eliminación de ella. No se debe permitir que las rocas salgan del área de la tronadura, y en situaciones de tronaduras en banco bien controlada, usualmente la proyección es de aproximadamente 5 veces la altura del banco. La proyección puede ser causada por sobre confinamiento de cargas, o sobrecarga debido a la presencia de cavidades o fracturas abiertas en la roca.

Orientación: Es la posición de la discontinuidad en el espacio y es descrito por su rumbo y buzamiento. Cuando un grupo de discontinuidades se presentan con similar orientación son aproximadamente paralelas, se dice que éstas forman un “sistema” o una “familia” de discontinuidades.

Perfil geotectónico: Es el conjunto de actividades que comprende la investigación del subsuelo los análisis y recomendaciones para el diseño y construcción en el subsuelo.

Perfil litológico: Es la parte de la geología que estudia la composición y estructura de las rocas, como su tamaño de grano, características físicas y químicas, estructuras metamórficas, etc. Incluye también su composición, su textura, tipo de transporte, así como su composición mineralógica, distribución espacial y material cementante.

Perforación: es la primera operación en la preparación de una voladura. Su propósito es abrir en la roca huecos cilíndricos denominados taladros y están destinados a alojar al explosivo y sus accesorios iniciadores.

Persistencia: Es la extensión en área o tamaño de una discontinuidad. Cuanto menor sea la persistencia, la masa rocosa será más estable y cuanto mayor sea esta, será menos estable.

Pliegues: Son estructuras en las cuales los estratos se presentan curvados., son intrusiones de roca ígnea de forma tabular, que se presentan generalmente empinadas o verticales.

Potencia. Espesor o ancho de un yacimiento mineralizado que se mide perpendicular a las cajas.

Productividad. - Es la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados.

Relleno: Son los materiales que se encuentran dentro de la discontinuidad. Cuando los materiales son suaves, la masa rocosa es menos competente y cuando éstos son más duros, ésta es más competente.

Roca intacta: Es el bloque ubicado entre las discontinuidades y podría ser representada por una muestra de mano o trozo de testigo que se utiliza para ensayos de laboratorio.

Roca meteorizada: Es la descomposición de minerales y rocas que ocurre sobre o cerca de la superficie terrestre cuando estos materiales entran en contacto con la atmósfera, hidrósfera y la biósfera.

Rugosidad: Es la aspereza o irregularidad de la superficie de la discontinuidad. Cuanta menor rugosidad tenga una discontinuidad, la masa rocosa será menos competente y cuanto mayor sea ésta, la masa rocosa será más competente.

Rumbo (STRIKE). Es la orientación de la veta, estrato o manto inclinado con relación al norte magnético y se mide en un plano horizontal.

Velocidad de Detonación: Velocidad de detonación (VOD) es una medida de la razón a que la reacción de la detonación procede, por la columna del explosivo. Típicamente, el VOD variará entre 3000 m/ s para ANFO en pozos de tronadura de diámetros pequeños y 6000 m/ s para emulsión y acuagel en pozos de tronadura de diámetros más grandes. Se considera un indicador del potencial de fragmentación de un explosivo, con el potencial creciente para un VOD creciente.

Veta o Filon. Son pequeñas ranuras de la corteza terrestre rellena con mineral, generalmente inclinada mayor a 30° con desarrollo regular en longitud, ancho y profundidad

Yacimiento de Mineral. Compuesto de uno o más minerales que contiene sustancias metálicas aprovechables cualquiera que sea su tamaño o la forma que presenta el conjunto.

Zonas de corte: Son bandas de material que pueden ser de varios metros de espesor, en donde ha ocurrido fallamiento de la roca.

Zonificación geomecánica. - Proceso de delimitación de zonas en donde la masa rocosa tiene condiciones geomecánicas similares y por lo tanto también comportamiento similar.

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Si realizamos la Perforación y Fragmentación con Capsulas Softbreaker ejecutaremos el Proyecto de la Presa de Relaves y Diques Auxiliare Fase VII - Compañía Minera Antamina S.A.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) La realización de la perforación fijara el diseño de la presa de relaves y los diques en la Compañía Minera Antamina.

- b) La aplicación de la fragmentación con Capsulas Softbreaker conformará el talud requerido para la presa de relaves de la Compañía Minera Antamina.

2.5. Identificación de las variables

Variable Independiente:

X: Perforación y Fragmentación con Capsulas Softbreaker de la Compañía Minera Antamina.

Variable Dependiente:

Y: Presa de Relaves y Diques Auxiliare Fase VII de la Compañía Minera Antamina

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 2. Operacionalización de Variables.

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	X: Perforacion y Fragmentacion con Capsulas Softbreaker de la Compañía Minera Antamina.	En Antamina se verifica el tema de relaciones sociales lo cual con este proyecto, se tiene riesgos en su ejecución por que se consideró hacer uso de otros tipos de explosivos que no generen mayores riesgo es así como se eligió después varios análisis el uso de las Capsulas Softbreaker, que tiene una tecnología destinada a la fractura controlada de rocas y concreto para proyectos que requieran precisión en la fragmentación de la roca, mínima proyección de “fly rocks” y radio mínimo de evacuación.	Planeamiento Minero Operaciones	Perforacion Fragmentacion Seguridad
VARIABLE DEPENDIENTE	Y: Presa de Relaves y Diques Auxiliare Fase VII de la Compañía Minera Antamina.	Diseñar y analizar la aplicación correcta de shotcrete vía húmeda como elemento de sostenimiento en las labores de la Mina Coturcan. Optimizando la calidad del sostenimiento donde el tipo de roca varia de composicion, resistencia y estabilidad, aplicando el lanzado de shotcrete vía húmeda. La Mina Coturcan depende del avance de las labores de explotacion, preparación y desarrollo, por lo que es de gran importancia mejorar el sostenimiento. La aplicación de shotcrete vía húmeda con equipo robotizado, permitira dar mayor velocidad al sostenimiento de las labores, mejorando el ciclo de minado.	Compañía Minera Antamina	Presa de Relaves Diques

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III

METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION

3.1. Tipo de Investigación

- Basado en la Perforación y Fragmentación con Capsulas Softbreaker, y por su proceso se determina que tenemos una investigación del tipo Cuantitativa.
- Aplicada: En el proceso de explotación y desarrollo de la Compañía Minera Antamina, teniendo como objetivo cumplir con lo planificado.
- Experimental: Por el análisis realizado a la aplicación de las Capsulas Softbreaker.
- Documental: Por la gestión realizada para este proceso.
- De campo y de laboratorio: Por los resultados obtenidos durante la fragmentación para la efectividad del proceso de investigación

3.2. Nivel de la investigación

El nivel de la investigación es aplicativo.

3.3. Métodos de la investigación

El método que se siguió para la realización de la presente investigación fue como sigue:

Método deductivo: Análisis de los datos generales para llegar a una conclusión que defina su aplicación de las Capsulas Softbreaker.

Método inductivo: Obtener la conclusión general a partir de los datos obtenidos y los antecedentes de la Compañía Minera Antamina, y los datos obtenidos en el trabajo de campo.

3.4. Diseño de la investigación

El diseño corresponde a la investigación cuantitativa, descriptiva y correlacional, se tiene la aplicación de la fragmentación con Capsulas Softbreaker, que de acuerdo a la investigación efectuada y a los resultados obtenidos a detalle.

3.5. Población y muestras

3.5.1. Población

Podemos considerar como población la Presa de Relave y diques, propósito del estudio en la Compañía Minera Antamina.

3.5.2. Muestra

Las muestras vienen a ser las etapas anteriores, que conformaron la Relavera de la Compañía Minera Antamina. Detalles que nos permiten tener un adecuado diseño de la presa y los diques.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Descripción de las técnicas empleadas

- **Recopilación y análisis de data**

Se recolecta la información histórica del proceso efectuado para la construcción de la Presa de Relaves.

- **Observación directa y toma de datos**

Se realizaron las observaciones directas a lo largo y ancho de la Presa de Relaves de la mina para la referencia en la ampliación de la etapa VII, detalles de gran ayuda para conformar la Presa de Relaves y los Diques Auxiliares de la mina.

- **Búsqueda de información bibliográfica**

Se reviso la información proporcionada por la compañía y los antecedentes de otras empresas Mineras, que fueron el complemento para la ejecución del proyecto.

Instrumentos de recolección de datos

- **Materiales**

- ✓ Planos topográficos
- ✓ Mapeos del área de trabajo
- ✓ Reporte de los procesos anteriores
- ✓ Informe de principales riesgos acontecidos
- ✓ Picota, brújula, flexómetro, mapeador
- ✓ Equipos Topográficos
- ✓ Datos de campo

3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

El proceso de datos se efectuó se efectuó siguiendo los parámetros de la Presa de Relaves construida, teniendo en consideración el control de riesgos.

Es importante precisar que la Gestión Social de Antamina, es amical y muy efectiva para lo cual se realizó un análisis de la fragmentación de las rocas, para no dañar a las personas, sus viviendas y animales.

3.8. Tratamiento estadístico

Las unidades experimentales generan información detallada del proceso generado lo cual nos permite generar una estadística de toda la información obtenida y aplicada durante la elaboración de la Investigación en referencia a un modelo estadístico que refleja los resultados obtenidos.

3.9. Orientación ética filosófica y epistémica

Los principios de la ética profesional nos indica que se deben practicar los valores y principios de la persona, así como respetar los derechos y la dignidad de todas las personas con las que tiene contacto, así como actuar con discreción, cordialidad y sentido común para mejorar el desarrollo de las actividades profesionales y sociales.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

Ubicación

La mina está situada al Este de la Cordillera Blanca, entre esta y el Río Marañón, ubicada geográficamente en el distrito de San Marcos, en la provincia de Huari, en la zona de Ancash.

Figura 1. Lugar de la mina



Accesibilidad

La mina puede llegarse desde Lima a través de la siguiente vía:

Tabla 3. Vías de Ingreso

Descripción	Vía	Distancia (Km)
Lima – Pativilca	Carretera asfaltada	200.00
Pativilca - Conococha	Carretera asfaltada	122.00
Conococha – Mina Antamina	Carretera Afirmada	158.00
Total		480.00

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Aquí es la fase que comenzaron las labores de perforación en el acceso Ayash01, Frente 3, entre las etapas 0+475 a 0+505, utilizando la perforadora hidráulica Rock Drill.

Perforación con Rock Drill

La empresa Antamina lleva a cabo el trabajo de perforación en este proyecto relacionado con su presa de relaves, contando con dos equipos de perforación, dos perforistas y dos auxiliares de perforación, todo ello a través de las perforadoras Rock Drill. Bajo un armazón de orugas, el modelo JUNJIN es una máquina de perforación destinada a la perforación de voladizos en canteras. Tiene un motor Diesel Cummins de 205 HP a 2200 RPM, producido en Japón.

Figura 2. Perforadora Rock Drill



Detalles técnicos

Posee las características, en detalle.

Tabla 4. *Detalles técnicos*

Especificación General del Sistema	
Marca del Equipo	JUNJINCSM
Modelo	JD 1300E
Número de Serie	108
Año	2009
Peso Total del Equipo	13,500 kg
Longitud Total del equipo	9200 mm
Ancho Total del equipo	2,870 mm
Altura máxima del Equipo	2940 mm
Performance General	
Rango de Perforación (diámetro)	75 - 115 mm
Velocidad de Penetración	3 m/min.
Pendiente Máxima de traslado	30°
Velocidad de Desplazamiento	0 - 3.5 Km/h
Motor Diesel	

Perforación y la fragmentación

Para llevar a cabo la perforación en las zonas adecuadas, se aplica un programa semanal que establece el comienzo de la perforación y luego la voladura, en el proyecto camino Llata - presa de relaves Fase VII y diques auxiliares - Compañía Minera Antamina.

Planificación

Se organizan los trabajos a realizar en colaboración con la Empresa Antamina, estableciendo las zonas para perforación y fragmentación en función de la prioridad del proyecto.

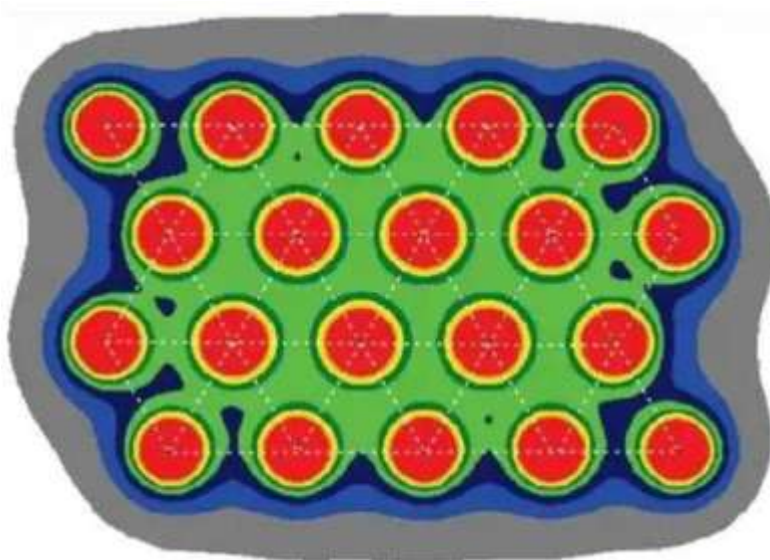
Perforación

Una vez establecida la zona laboral y autorizada por la compañía, se trazan los puntos de perforación de acuerdo al diseño aprobado por el ingeniero residente. Luego, se llevará a cabo la perforación siguiendo las instrucciones de trabajo establecidos para tal labor.

Diseño de perforación

La disposición de la perforación es triangular equilibrada, con una separación de E 2,10 m y 1,15 B como el ancho de los taladros, y una hondura de 4 metros. Estos parámetros pueden fluctuar dependiendo de las condiciones del suelo y las propiedades geomecánicas del macizo rocoso.

Figura 3. Elaboración de la malla triangular equilátera



La tabla a continuación presenta los parámetros de perforación, que también se fundamentan en la altura de corte, el tamaño de fragmentación, las propiedades de la roca y las características de los explosivos. Estos se ajustarán calculando en los descubrimientos de las voladuras.

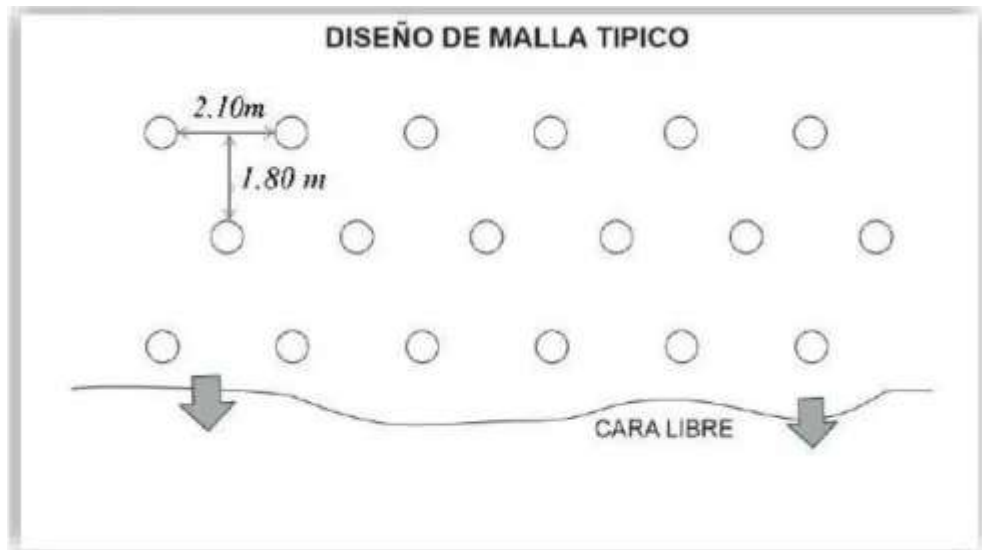
Tabla 5. Características del equipo de perforación rock drill

PATRÓN DE PERFORACIÓN PARA TALADROS DE PRODUCCIÓN Y PRECORTE			
DESCRIPCION	UNIDAD	PRECORTE	PRODUCCIÓN
PARAMETROS DE PERFORACION			
Diámetro de Perforación	pulg.	3.00	3.00
Burden	m.	0.0	1.80
Espaciamiento	m.	1.0	2.10
Altura de Banco	m.	5.3	5.0
Sobre Perforación	m.	0.00	0.20
Angulo de perforación	grados	70	90
Longitud de Taladro	m.	5.30	5.2

Figura 4. Taladro tapado y etiquetado



Figura 5. Reparto de la malla de perforación en terreno



Fragmentación

El proceso de fragmentación de la roca se lleva a cabo mediante la utilización del producto pirotécnico softbreaker, que fomenta la fractura de las rocas con una reducción de ruido, vibraciones, polvo y expulsión de partículas, reduciendo así los efectos en el medio ambiente.

Los taladros cargados con capsulas softbreaker se iniciarán a través de una consola, la secuencia de inicio puede cambiar dependiendo del área. De igual forma, cada taladro utilizará un taco con material inerte, para asegurar una correcta consolidación de la carga en el taladro y aprovechar la energía de las capsulas.

Figura 6. Capsulas de softbreaker



Proceso para utilizar las cápsulas Softbreaker

Se propone emplear un factor de carga inicial de 0.15 kg/m³ para obtener una fragmentación apropiada conforme a lo requerido. Además, basándose en los resultados obtenidos en la aplicación del producto y el comportamiento de la roca, se harán las modificaciones requeridas a los parámetros de perforación y a la utilización de las cápsulas productrices de gas instantáneo softbreaker.

Es necesario disponer de un documento que respalde o respalde la producción, la seguridad laboral. Este documento debe incluir los siguientes elementos.

- Listado de verificación de las estructuras próximas a la fragmentación.
- Diseño y emisión de malla.
- Boceto de carga.
- Check list después de desintegración.
- Cuadro de observadores.
- Responsables de área.
- Check list de liberación de área.
- Consideraciones y sugerencias para la reunión previa y posterior a la reunión.

Características de diseño para taladros de producción

Tabla 6. Medidas de diseño

PRODUCCION	CANTIDAD	UNIDAD
Altura de Banco	5	m
Sobre perforación	0.2	m
Cantidad de capsulas	4	pza
Longitud de carga	2	m
Longitud de Taco	3	m
Kg totales	4	Kg
Factor de Carga	0.15	Kg/m ³

Figura 7. Regulación de la continuación en los talaros



Especificación del procedimiento de fragmentación

Es necesario efectuar las obligaciones de todos los empleados según su especialidad, este trabajo se fundamenta en los PETS, PVX-005 para su adecuado proceso.

Delimitación del área de corte

El área de corte será delimitada por la topografía, dejando marcas topográficas que indican la progresión, la altura de corte y el lado. Además, en los hombros del talud que se va a cortar se indica el ángulo del mismo.

Tipificación de restricciones

La vigilancia del área detecta y transmite las limitaciones detectadas en el terreno, con el objetivo de solucionarlas y mantener la continuidad en las tareas.

Conceptos de cuantificaciones de perforación y voladura

Primeramente, los parámetros de perforación que se utilizarán para el peso y espaciamiento serán de 1.8 metros y 2.1 metros respectivamente, los cuales se modificarán en base a los primeros resultados de la fragmentación.

Perforación del área

El procedimiento de perforación se llevará a cabo mediante un equipo hidráulico Rock Drill con una apertura de 3 pulgadas de diámetro. La perforación

necesitará el abastecimiento de combustible al menos una vez por cada vigilancia efectuada, así como el abastecimiento de agua de 1 a 2 veces por cada vigilancia efectuada. Se recomienda que el combustible esté al comienzo de cada supervisión, y el agua al comienzo y al final de cada supervisión. Se aconseja que el combustible se encuentre al inicio y al término de cada vigilancia.

Reconocimiento de la zona perforada

El control del área supervisará los trabajos de perforación realizados a cabo y, si es necesario, se llevarán a cabo re-perforaciones en los taladros sellados, con el cuidado de no perjudicar a los demás taladros perforados.

Elaboración de la formalidad de fragmentación

El protocolo contiene datos específicos como: el número de taladros, el número de pirotécnicos, el diseño de la carga, la malla de perforación, la secuenciación, los planos de vigías.

Conformidad de protocolo de fragmentación

El control evaluará el protocolo, el cual incluye las áreas de operaciones, seguridad y excelencia. Si surge algún problema, se solucionará y, en caso contrario, se llevará a cabo la firma del protocolo de fragmentación. El protocolo deberá ser aprobado al menos un día antes de llevar a cabo la fragmentación.

Comunicación del proceso de fragmentación

La supervisión informará a las compañías involucradas a través de una notificación en la que se especificará la fecha, ubicación y hora en la que se realizará el proceso de fragmentación. Esta notificación se emitirá apenas se apruebe el protocolo de fragmentación.

Meeting de fragmentación

La reunión, dirigida por la supervisión del área, se realizará en el lugar de fragmentación, donde se reportará el progreso en la carga del fragmentador, se leyó el protocolo y se presentará la distribución de vigías. Se realizará esta reunión durante 2 horas antes de comenzar el proceso de fragmentación.

Despeje del área a fragmentar

El monitoreo realiza el despeje, alrededor de 15 minutos antes de iniciar el proceso de fragmentación.

Proceso de fragmentación

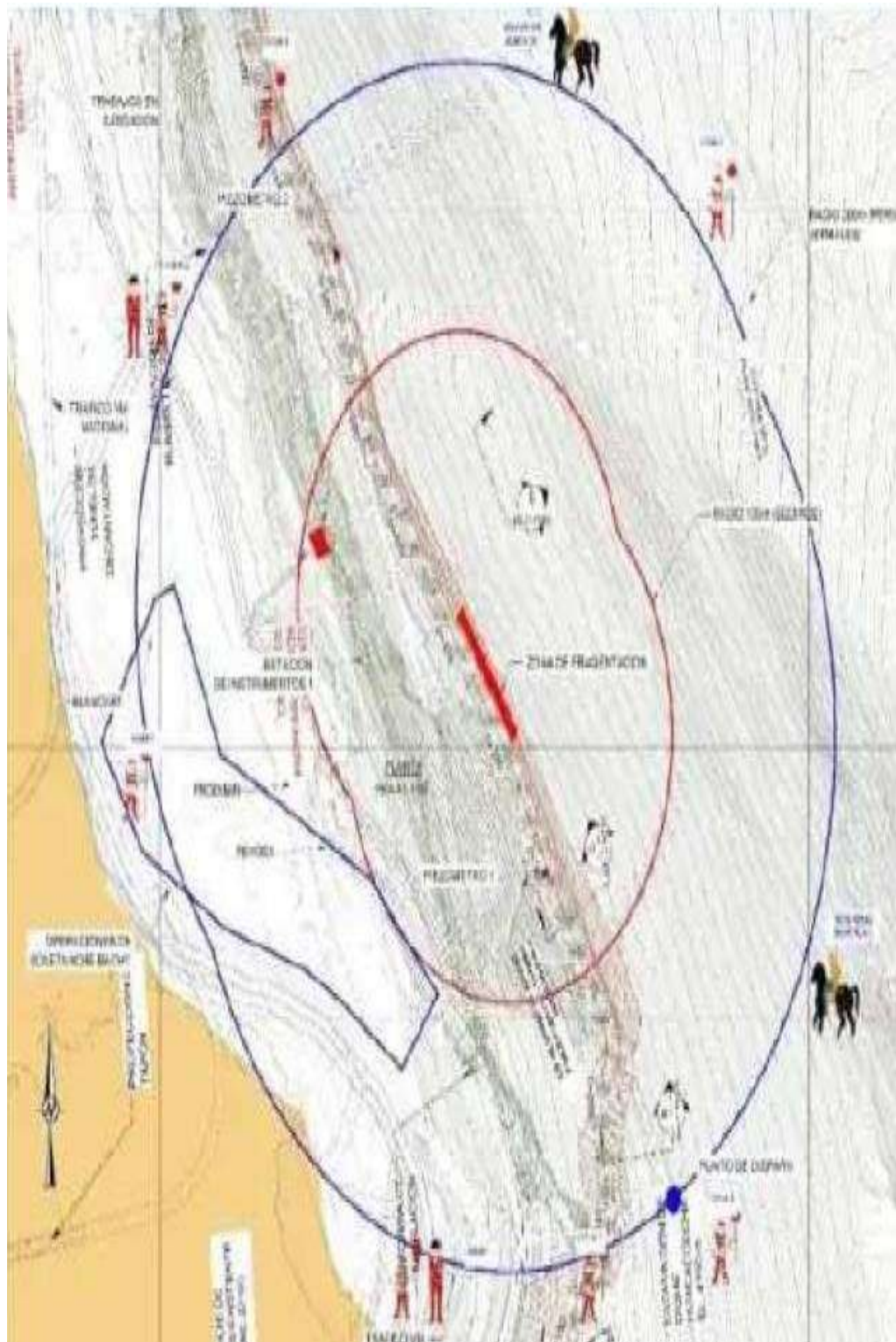
El procedimiento de fragmentación se llevará a cabo únicamente si el área de impacto de este está completamente despejada.

Despeje del área de fragmentación

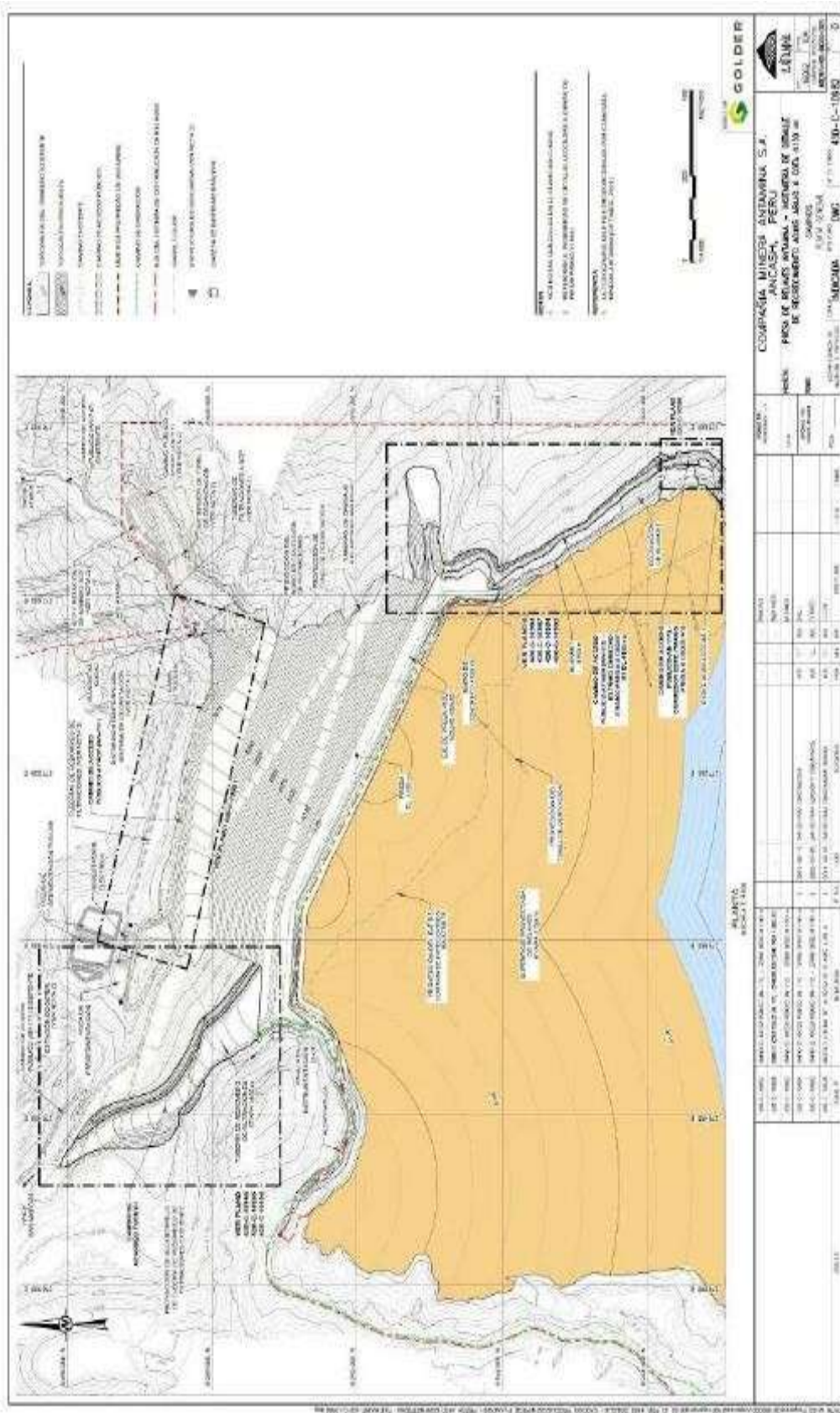
Sólo se permitirá la fragmentación durante el día, cuyo tiempo se establecerá entre las 12.00 pm y las 1.00 pm. Esta se coordinará con las operaciones vinculadas al proyecto de fragmentación, prestando especial atención a asegurar que los empleados hayan sido evacuados del área de riesgo manteniendo una distancia de seguridad de 150 metros para equipos y 200 metros para personas y animales.

Los accesos principales y secundarios serán bloqueados siguiendo los criterios fijados.

Figura 8. Influencia radiofónica de la fragmentación



55



Beneficio de perforación y fragmentación

Se sugiere laborar desde el lunes hasta el domingo con las capacidades, turnos y horarios siguientes: Si se requiere, se operará en dos turnos y/o horarios ampliados.

Tabla 7. Resultado de la perforación

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Volumen total	m3	70,300.00
Volumen diario a producir	m3	1,033.82
Horas de trabajo por turno	hr	10.00
Meses de Trabajo	mes	2.50
Equipos rock drill	und	2.00
Turnos por día	turno	2.00
Rendimiento lineal por turno	ml	119.00

Figura 10. Protector de la malla mediante geomembranas



Personal y equipo

La gestión del trabajador es crucial en la organización, pues determina el éxito que se puede alcanzar. Si el personal cuenta con la motivación requerida por los empleados de la empresa, esto llevará a efectuar un trabajo más eficiente

Para llevar a cabo las labores de perforación y fragmentación, se dispondrá de la siguiente persona.

Tabla 8. Personal necesario para labores

ITEM	Personal directo e indirecto	Cantidad
1	Ingeniero Residente	01
2	Ingeniero Pervol	02
3	Ingeniero Especialista Softbreaker	01
4	Ingeniero del Área Técnica y Planeamiento	01
5	Ingeniero de SSOMA	03
6	Administrador de Obra	01
7	Logística / Almacenero	02
8	Conductor	06
9	Supervisor Pervol	03
10	Operador Rockdrill	06
11	Oficial de Perforación	06
12	Técnico Mecánico	02
13	Manipulador de Softbreaker	06
14	Oficial de Fragmentación	06
TOTAL		46

Sistema de trabajo

El sistema de trabajo es de 20 x 10 Observaciones al personal

Se incorporan 4 individuos al equipo para trabajar directamente con el softbreaker, lo que conlleva un total de 46 individuos involucrados en el proyecto.

Equipos

Se dispone del equipo siguiente

Tabla 9. Equipos solicitados

EQUIPOS DE PERFORACION		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Perforadora Rock Drill	1.0
EQUIPOS DE TRANSPORTE		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Camioneta de Supervisión	1.0
2	Bus 25 pasajeros	1.0
3	Camión de transporte de Softbreaker 5 Tn	1.0

Es necesario activar las capsulas de fragmentación en la roca para luego medir las vibraciones:

- 02 consolas de activación
- 01 sismógrafo

Zona de Trabajo para la fragmentación de roca Aspectos a tener en cuenta al realizar la fragmentación:

Figura 11. Zona de labor gradual 0 + 350 a 0 + 650

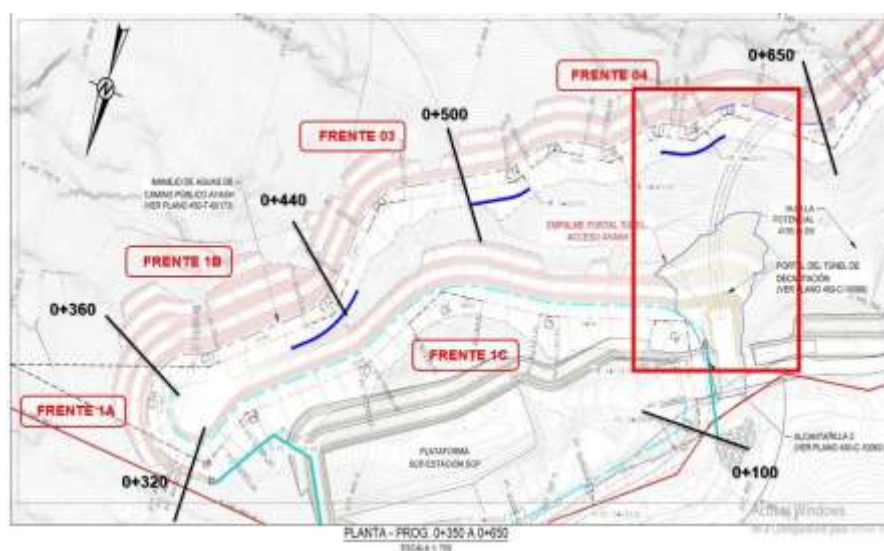


Figura 12. Área de labor frente 04 y túnel



Procedimiento de carga de los taladros

Figura 13. El procedimiento de carga de los taladros



Organización de tareas, jornada diurna y nocturna

Se necesitará un permiso para iniciar las actividades, avalado por los ingenieros encargados de la superficie, como el jefe de vigilancia del túnel, quienes notificarán el comienzo de las actividades en la parte superior, siempre y cuando no haya actividades en la parte inferior (ventana) previa evaluación

Figura 14. Autorización de trabajo en acciones sincronizados

The image shows two forms for work authorization. The left form is titled 'PERMISO DE TRABAJO EN ACTIVIDADES EN SIMULTANEO' and the right form is titled 'PERMISO DE TRABAJO DE ALTO RIESGO (PETAR)'. Both forms include sections for identification, justification, and a checklist of safety conditions.

El jefe de la Guardia de túnel tiene la responsabilidad de transmitir la liberación de trabajos en la región inferior, en colaboración con el ingeniero. y este permite el inicio de actividades en la parte superior del frente 4 simultáneamente.

El responsable de supervisión en el túnel comunica a toda la operación por canal 1 que las labores en la parte superior ya han comenzado y el túnel se ha bloqueado. Si se presenta algún requerimiento operativo o de emergencia, se realizará el procedimiento inverso.

Figura 15. Información de las actividades a realizar



Como medida de control adicional; Tras verificar la ventana, se instalará una supervisión en el túnel situado a 5 metros del portal, se encuentra una radio de comunicación interna (canales 1 y 2), con doble bloqueo para el ingreso y salida, y luces estroboscópicas.

Figura 16. La aplicación de observadores en el espacio laboral



Operaciones superficiales en el portal del túnel Traslado de tierras:

Para llevar a cabo las actividades en el frente 4, es necesario tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- Desplome de Roca.
- Circulación de maquinaria pesados (Lía Amarilla y volquetes)
- Operaciones en expuestos, corte y extracción de material sobrante con excavadora tradicional y perforación con Rock Drill para la conservación del talud.

Figura 17. Operaciones superficiales en el pórtico del túnel



Según lo anterior, se llevará a cabo una berma de seguridad en los accesos. Esta será como mínimo $\frac{3}{4}$ de la altura de la rueda del vehículo de mayor tamaño que circula por la zona, a lo largo de todo el acceso donde existe riesgo de caída de materiales. De esta manera, se procura prevenir la exposición a la línea de fuego en la zona inferior, teniendo en cuenta que este frente está situado sobre el portal del túnel, y se realizará un trabajo simultáneo.

Figura 18. Ejecución de la berma a lo largo del acceso



Para llevar a cabo las actividades durante el turno nocturno, se deben considerar las siguientes consideraciones:

Todas las tareas efectuadas en la noche deben tener la iluminación mínima de 150 lux necesaria en el espacio laboral. El departamento de SSOMA JME

verificará esto y se ajustará al Anexo 37 del Reglamento de seguridad y salud en el trabajo en la minería.

En caso en que las bermas de protección sean barreras de caminos para actividades nocturnas, se instalarán estacas de madera o metal con bandas de reflexión. Para clavar las estacas en las bermas, se emplearán combas y portaestacas, con la finalidad de evitar que las manos se hallen en la línea de fuego. La fórmula para el cuidado de las manos se difundirá.

En este sector, la sección de corte de material se realizará de la siguiente manera:

Corte cerrado: Este tipo de corte se realizará en el frente 4, generando una pared de resguardo (ver figura 01) en el área para prevenir la descomposición del material hacia la parte baja. Este procedimiento se llevará a cabo con el martillo hidráulico de la excavadora y el lampón. Para ello, el equipo deberá crear la berma de seguridad en el corte que se está llevando a cabo y, mientras se baja el corte, es necesario mantener dicha berma. Finalmente, ese muro de protección se excavará hacia el interior utilizando el bombillo del equipo. Así, se disminuye la posibilidad de que el material caiga. Si un material se precipita, las mallas de seguridad, tanto la malla de torsión doble como la barrera dinámica, necesitarán actuar.

Figura 19. Corte de la roca para la entrada



Fragmentación de roca con pirotécnico

Para las labores de fragmentación pirotécnica en la ladera, se requiere que el personal tenga el PETS:105-18151-MOB00520-PET-450-H-0046, necesario para la carga de taladros y la excavación de roca fija mediante el uso de fragmentador pirotécnico.

Solo servidores con autorización llevarán a cabo las tareas de manejo del material de fragmentación.

Antes de comenzar la fragmentación debajo del túnel, se llevarán a cabo los siguientes controles en el área a fragmentar:

Hombro de Talud: Implementación de Barriles de Resguardo: Incluye anclajes de cáncamos vinculados a una malla de Doble Torsión, divididas cada 3ml.

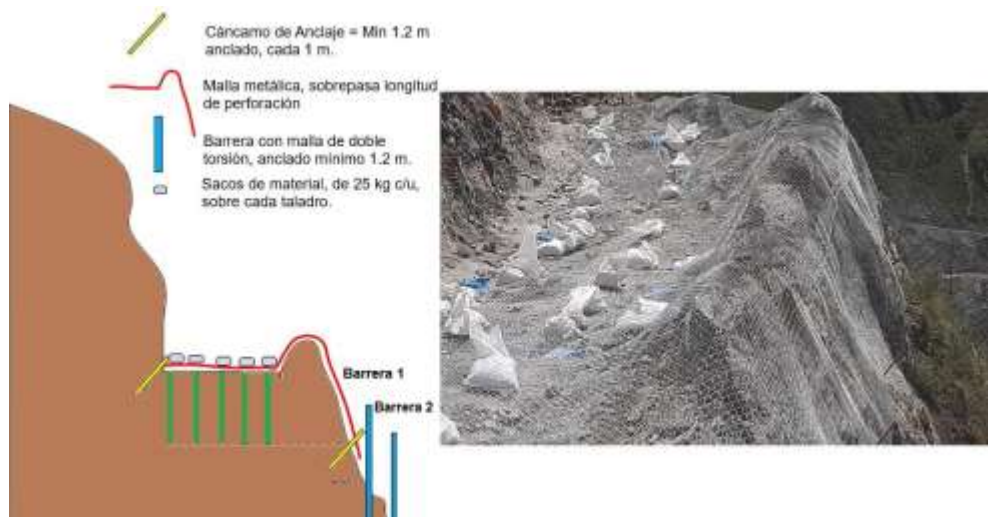
Área a fragmentar: La instalación de geomembrana y recipientes cargados de material para evitar el desparramo de material (Fly Rock) durante el proceso de fragmentación. Estas se instalarán una vez finalizado el llenado de los taladros con las cápsulas de softbreaker. La responsabilidad de la fragmentación recaerá en el personal de fragmentación, para lo cual será formado en esta tarea y dispondrá del fotocheck pertinente.

Control de fragmentación

Para regular la fragmentación, se podrán emplear los siguientes componentes en función de las circunstancias actuales:

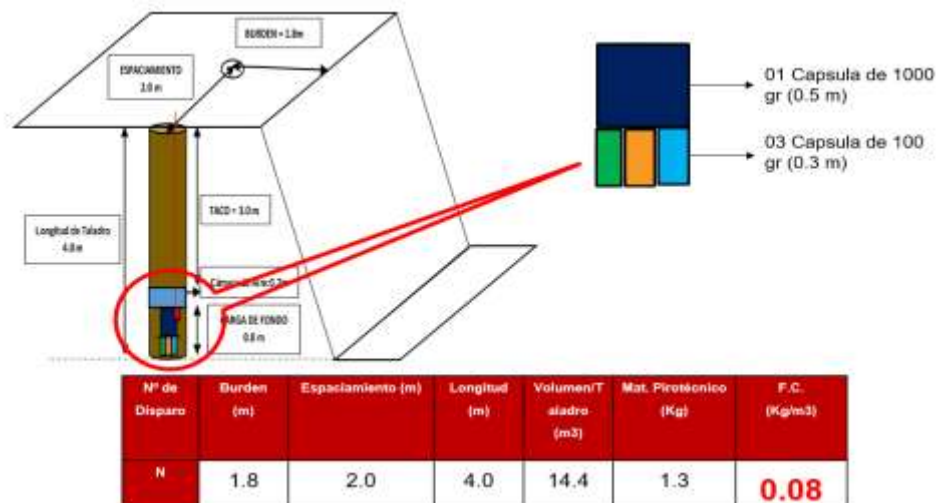
- Cáncamo de Anclaje = Min 1.2 m anclado, cada 1 m.
- Malla metálica, excede longitud de perforación.
- Barrera con malla de doble torsión, anclado mínimo 1.2 m.
- Sacos de material, de 25 kg c/u, sobre cada taladro.

Figura 20. Inspecciones de fragmentación



Componente de carga

Figura 21. Componente de carga



Fragmentación en Ayash 2

Figura 22. Fragmentación del tramo Ayash 2



Limpieza de taludes con rapel

Si se encuentran rocas colgando en la mitad del talud durante los trabajos de corte de roca con maquinaria o después de la fragmentación, se actuará de la siguiente forma.

Personal de escalada, alcanzará el sitio de la roca y, a través de un martillo hilti, disminuirá su tamaño y existirá remoción.

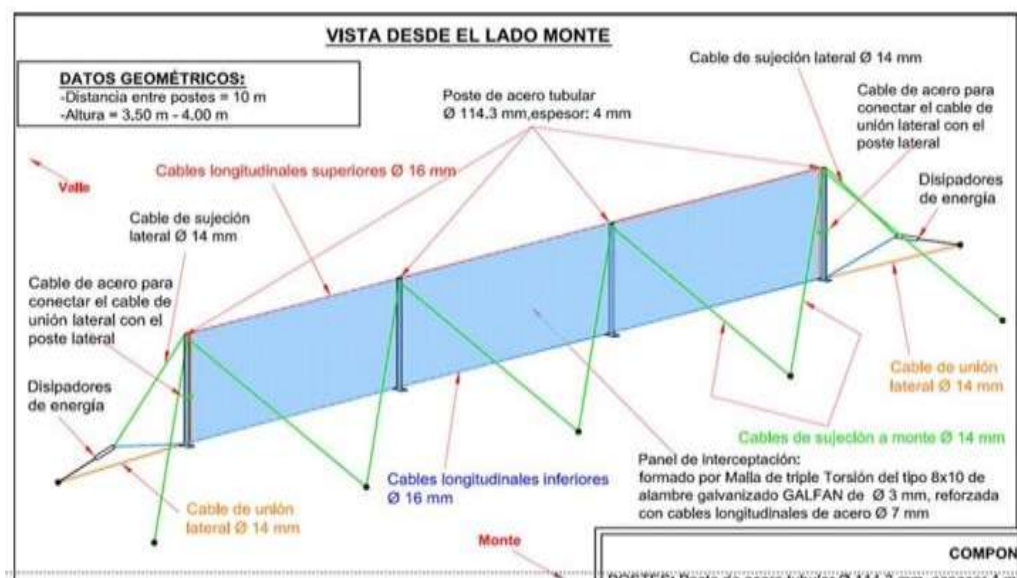
Figura 23. Limpieza de taludes con rapel



Controles efectivos sobre el túnel

Una barrera dinámica de 1000KJ está instalada en la parte superior del portal túnel, ubicada en el frente 04 y en todo el frente 05. Esta barrera es un elemento y estrategia de control para evitar el derrumbe de roca durante el proceso de edificación de movimiento de tierra.

Figura 24. Barrera dinámica situada en los frentes 04 y 05



Así pues, en el proceso de fragmentación (con equipo y pirotécnico) en el frente 04, junto con los acuerdos con el personal del túnel y la instalación de una barrera de malla de doble torsión, la Barrera Dinámica actual es un elemento del control de protección para el portal túnel.

Frente a la caída de material en estas mallas, se llevará a cabo su descolmatación. Por lo tanto, es necesario realizar el mantenimiento regular conforme a la necesidad operativa que surja.

Figura 25. Barrera dinámica y malla de doble torsión



La tarea de descolmatar la Barrea Dinámica, se llevará a cabo en conformidad al PETS aprobado: 105-18151-MOB00520-PET-450-H-0073 descolmatación de barreras dinámicas.

Figura 26. Descolmatación de las barreras dinámicas



Figura 27. imagen panorámica Ayash 01



a. Evaluación inicial de fragmentación

Este análisis de campo tiene como objetivo exponer los descubrimientos realizados en la Fragmentación No 72, realizada entre las progresivas 0+475 y 0+505, frente 3, en el proceso la etapa de construcción del Camino Ayash en la compañía minera Antamina.

En la banqueta última de esta parte del camino Ayash, se construyeron 132 taladros, de los cuales se cargaron 65, alcanzando un Factor de carga ponderado de 0.15 kg/m³ en los taladros de producción.

La perforación tiene una longitud de 5,80 m y un volumen de 2165 m³. La meta de la fragmentación es alcanzar a la cota de sub rasante después de completar la limpieza en esta sección.

Materiales y recursos humanos

Recursos humanos

Para realizar este trabajo, se recurrió a Profesionales y Técnicos con extensa práctica en servicios de Fragmentación de Roca. Esto se completa con la utilización de equipos y tecnología de vanguardia para brindar un Servicio de

Excelencia que compense las exigencias de la actividad minera y el medio social, respetando los criterios de Seguridad determinados.

Procedimientos empleados en la Fragmentación Pirotécnica:

- 01 Ing. de Fragmentación
- 01 Ing. de Asistencia Técnica
- 01 Ing. Especialista Pirotécnicos
- 01 Sup. HSE
- 01 capataz de Fragmentación
- 10 manipuladores.
- 02 conductores.

Recursos materiales

Contando con:

- Capsulas Softbreaker de 1000 g.
- Capsulas Softbreaker de 200 g.
- Capsulas Softbreaker de 100 g.
- Consola REO brasileira
- Consola TRIF450

Figura 28. Consola REO brasileira



Labores de campo Perforación

Figura 29. Capsulas Softbreaker de 1000 g.



Con la aprobación inicial del departamento de Construcción, comenzaron las labores de perforación en el acceso Ayash01, Frente 3, desde las fases 0+475 hasta 0+505, utilizando la perforadora hidráulica Rock Drill.

Según la descripción del macizo rocoso y tras examinar visualmente el área, se proponen los siguientes parámetros de perforación: con un factor de carga ideal (0,15 Kg/m³) para conseguir una fragmentación adecuada y disminuir el movimiento del material a Disparar.

Es fundamental resaltar que el suelo a perforar se compone de una malla triangular, lo que implica que los taladros se distribuyeron de manera homogénea, conforme a un patrón de perforación (B x E = 2.5 x 2.3).

Tras obtener los parámetros de perforación, se realiza el marcado de la malla, desde en que luego se inicia la perforación.

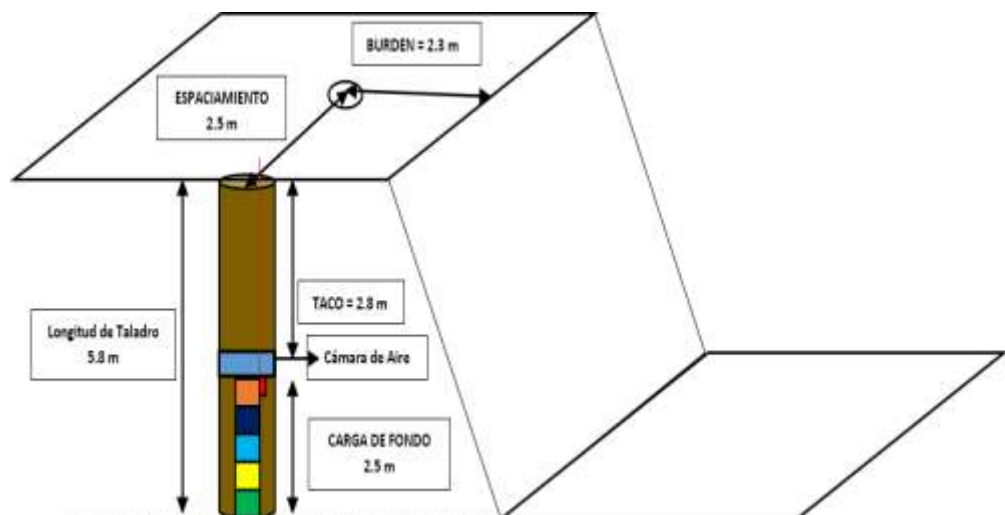
Figura 30. Perforación con Rock Drill, Frente 3 (0+475 a 0+505)



Factor de carga

En la siguiente imagen y tabla se muestra el factor de carga.

Figura 31. Elemento de Carga Taladros de Producción



Se lleva a cabo el cargamiento, con 05 cápsulas sucesivas y el testigo de activación

Tabla 10. Cómputo de Factor de Carga.

N° de Disparo	Burden (m)	Espaciamiento (m)	Longitud (m)	Volumen (m3)	Mat. Pirotécnico (Kg)	F.C. (Kg/m3)
72	2.3	2.5	5.8	33.35	5.0	0.15

Recapitulación de parámetros geométricos

Según el protocolo, el número total de materiales listos para esta acción son:

Tabla 11. Material pirotécnico para desintegración de fragmentos 72.

N° de Disparo	Fecha	N° Taladros	Capsulas 1000 g	Capsulas 200 g	Capsulas 100 g	Jumper 6.0 m	Testigos de Activación
72	27.12.21	65	275	25	0	300	65

Tabla 12. Resumen de Parámetros Fragmentación 72.

Tipo de Taladros	Cantidad de Taladros	Diámetro (Pulg)	Altura Promedio (m)	Burden (m)	Espac. (m)	Volumen (m3)	N° Taladros Cargados	N° Capsulas por Taladro	Total Capsulas	Capsula (g-)			Softbreaker (kg)	Factor de carga kg/m3
										100	200	1000		
Producción 1	13	3.00	5.80	2.30	2.50	433.55	13.00	4.00	52.00	0	1	3	41.60	0.10
Producción 2	52	3.00	5.80	2.30	2.50	1,734.20	52.00	5.00	260.00	0	0	5	260.00	0.15
Alivio	0													
Pre corte	72	3.00	5.80	0.50	0.50	-								
Buffer 1	0													
Buffer 2	0													
Total Producción	65	-	-	-	-	-			-				-	-
SUMA	137					2,167.75			312.00	-	-	-	301.60	0.15

Fragmentación

Se utilizan los informes de campo para crear el Diseño de Carga y el Protocolo de fragmentación, los cuales posteriormente serán entregados al cliente para su aprobación y difusión.

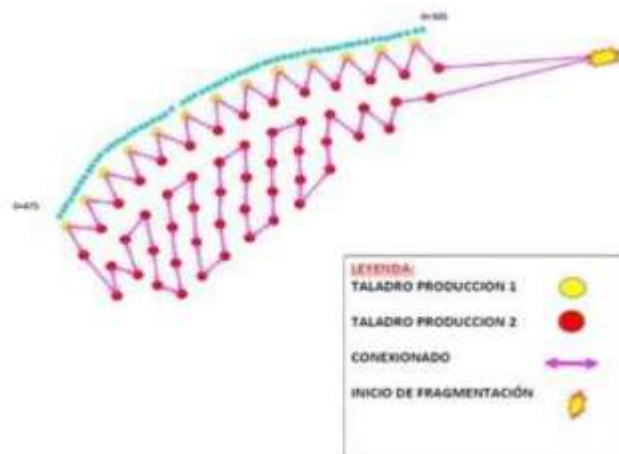
La siguiente tabla muestra el diseño de carga para la fragmentación N° 072. De acuerdo con la topografía, se alcanzó un volumen de 2167.75 m3. con él se llevaron a cabo los cálculos.

Tabla 13. Diseño de Carga

DISEÑO DE CARGA			
TIPO DE TALADRO:		Producción 1	
TIPO MALLA	CUADRADA	Taladros Producción 1	
ESPACIAMIENTO	2.50 m		
BURDEN	2.30 m		
DIAMETRO	3.00 pulg		
PROFUNDIDAD	5.80 m		
CAPSULA INFERIOR 1	0.50 m		
CAPSULA INFERIOR 2	0.50 m		
CAPSULA INFERIOR 3	0.50 m		
CAPSULA INFERIOR 4	0.50 m		
CAMARA DE AIRE	1.00 m		
TACO	1.10 m		
FACTOR DE CARGA	0.10 kg/m ³		
TIPO DE TALADRO:		Producción 2	
TIPO MALLA	CUADRADA	Taladros Abiertos	
ESPACIAMIENTO	2.50 m		
BURDEN	2.30 m		
DIAMETRO	3.00 pulg		
ALTURA	5.80 m		
CAPSULA INFERIOR 1	0.50 m		
CAPSULA INFERIOR 2	0.50 m		
CAPSULA INFERIOR 3	0.50 m		
CAPSULA INFERIOR 4	0.50 m		
CAPSULA INFERIOR 5	0.50 m		
CAMARA DE AIRE	0.50 m		
TACO	2.80 m		
FACTOR DE CARGA	0.15 kg/m ³		

El orden de los taladros visibles en la fábrica, tal y como se ilustra, la sucesión temporal y la iniciación de la carga, 65 taladros de producción, no se registró ningún taladro que haya sido cubierto.

Figura 32. Malla de Perforación y Orden de Salida.



Controles

Controles previos

Formato de necesidades de materiales

Se han implementado controles modernos para la fragmentación, Incluye el formato de demanda de material, que es concluido por el experto en pirotécnicos.

Figura 33. Hoja de Requerimiento de materiales

		REQUERIMIENTO DE MATERIALES		HCU-PFF-000001 Versión: 1.00 Alumno: 9 Fecha: 2014-03-20	
CONSTRUCCIÓN DE ACCESO, ESTACIÓN PARA COLECCIÓN, EXTRACCIÓN FUENTE.					
Empresa Dependencia de Proyección:		Alc Proyecto:		Fecha 22	
Actividad de Proyección Tipo de Proyección:		SE INNOVACION		SE INNOVACION	
Proyecto Fecha:		Revisión de Proyecto 22		Revisión de Proyecto 22	
ACCESORIOS A UTILIZAR					
Item	Descripción	Cantidad	Unidad		
1	CONCRETO	1.00	m³		
2	CONCRETO	1.00	m³		
3	CONCRETO	1.00	m³		
4	CONCRETO	1.00	m³		
5	CONCRETO	1.00	m³		
6	CONCRETO	1.00	m³		
7	CONCRETO	1.00	m³		
8	CONCRETO	1.00	m³		
9	CONCRETO	1.00	m³		
10	CONCRETO	1.00	m³		
MATERIAL REQUERIDO					
1	CONCRETO	1.00	m³		
2	CONCRETO	1.00	m³		
3	CONCRETO	1.00	m³		
4	CONCRETO	1.00	m³		
MATERIAL REQUERIDO					
1	CONCRETO	1.00	m³		
SUPERFICIES DE RECONSTRUCCIÓN DE					
CONCRETO		Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
CONCRETO		22	22	22	22
CONCRETO		Superficie	Superficie	Superficie	Superficie
CONCRETO		22	22	22	22

Comprobación de continuidad del cable en el cerillo

Se ejecuta 24 horas antes de la fecha fijada para la fragmentación, con el propósito de detectar cerillos que muestren fallos o defectos que puedan provocar algún inconveniente durante el proceso de fragmentación.

Figura 34. Lista de comprobación de la continuidad de resistencia en la fragmentación del cable jumper 1

[illegible]

Figura 35. Listado de comprobación para verificar la persistencia continua en el cable jumper, fragmentación 2

Proyecto:		CONSTRUCCIÓN DE ACCESO, ESTACIÓN POZA COLECTION, ESTACIÓN ROOSTER		Fragmentación N°	
Lugar:		MARCEN PICHICAY		Fecha:	
Hora Inicio:		Hora Final:		Fabricación:	
J. Cable 1	1.7.5.0.0	J. Cable 26	1.7.5.0.0	J. Cable 51	1.7.5.0.0
J. Cable 2	1.7.5.0.0	J. Cable 27	1.7.5.0.0	J. Cable 52	1.7.5.0.0
J. Cable 3	1.7.5.0.0	J. Cable 28	1.7.5.0.0	J. Cable 53	1.7.5.0.0
J. Cable 4	1.7.5.0.0	J. Cable 29	1.7.5.0.0	J. Cable 54	1.7.5.0.0
J. Cable 5	1.7.5.0.0	J. Cable 30	1.7.5.0.0	J. Cable 55	1.7.5.0.0
J. Cable 6	1.7.5.0.0	J. Cable 31	1.7.5.0.0	J. Cable 56	1.7.5.0.0
J. Cable 7	1.7.5.0.0	J. Cable 32	1.7.5.0.0	J. Cable 57	1.7.5.0.0
J. Cable 8	1.7.5.0.0	J. Cable 33	1.7.5.0.0	J. Cable 58	1.7.5.0.0
J. Cable 9	1.7.5.0.0	J. Cable 34	1.7.5.0.0	J. Cable 59	1.7.5.0.0
J. Cable 10	1.7.5.0.0	J. Cable 35	1.7.5.0.0	J. Cable 60	1.7.5.0.0
J. Cable 11	1.7.5.0.0	J. Cable 36	1.7.5.0.0	J. Cable 61	1.7.5.0.0
J. Cable 12	1.7.5.0.0	J. Cable 37	1.7.5.0.0	J. Cable 62	1.7.5.0.0
J. Cable 13	1.7.5.0.0	J. Cable 38	1.7.5.0.0	J. Cable 63	1.7.5.0.0
J. Cable 14	1.7.5.0.0	J. Cable 39	1.7.5.0.0	J. Cable 64	1.7.5.0.0
J. Cable 15	1.7.5.0.0	J. Cable 40	1.7.5.0.0	J. Cable 65	1.7.5.0.0
J. Cable 16	1.7.5.0.0	J. Cable 41	1.7.5.0.0	J. Cable 66	1.7.5.0.0
J. Cable 17	1.7.5.0.0	J. Cable 42	1.7.5.0.0	J. Cable 67	1.7.5.0.0
J. Cable 18	1.7.5.0.0	J. Cable 43	1.7.5.0.0	J. Cable 68	1.7.5.0.0
J. Cable 19	1.7.5.0.0	J. Cable 44	1.7.5.0.0	J. Cable 69	1.7.5.0.0
J. Cable 20	1.7.5.0.0	J. Cable 45	1.7.5.0.0	J. Cable 70	1.7.5.0.0
J. Cable 21	1.7.5.0.0	J. Cable 46	1.7.5.0.0	J. Cable 71	1.7.5.0.0
J. Cable 22	1.7.5.0.0	J. Cable 47	1.7.5.0.0	J. Cable 72	1.7.5.0.0
J. Cable 23	1.7.5.0.0	J. Cable 48	1.7.5.0.0	J. Cable 73	1.7.5.0.0
J. Cable 24	1.7.5.0.0	J. Cable 49	1.7.5.0.0	J. Cable 74	1.7.5.0.0
J. Cable 25	1.7.5.0.0	J. Cable 50	1.7.5.0.0	J. Cable 75	1.7.5.0.0

OBSERVACIONES:

NOMBRE Y FIRMA DEL SUPERVISOR DE PERFORACIÓN Y FRAGMENTACIÓN JME

NOMBRE Y FIRMA DEL ESPECIALISTA EN PIROTECNICOS JME

Figura 36. Check list comprobación de la secuencia de resistencia en el jumper cable, fragmentación 3

Proyecto:		CONSTRUCCIÓN DE ACCESO, ESTACIÓN POZA COLECTION, ESTACIÓN ROOSTER		Fragmentación N°	
Lugar:		MARCEN PICHICAY		Fecha:	
Hora Inicio:		Hora Final:		Fabricación:	
J. Cable 1	1.7.5.0.0	J. Cable 26	1.7.5.0.0	J. Cable 51	1.7.5.0.0
J. Cable 2	1.7.5.0.0	J. Cable 27	1.7.5.0.0	J. Cable 52	1.7.5.0.0
J. Cable 3	1.7.5.0.0	J. Cable 28	1.7.5.0.0	J. Cable 53	1.7.5.0.0
J. Cable 4	1.7.5.0.0	J. Cable 29	1.7.5.0.0	J. Cable 54	1.7.5.0.0
J. Cable 5	1.7.5.0.0	J. Cable 30	1.7.5.0.0	J. Cable 55	1.7.5.0.0
J. Cable 6	1.7.5.0.0	J. Cable 31	1.7.5.0.0	J. Cable 56	1.7.5.0.0
J. Cable 7	1.7.5.0.0	J. Cable 32	1.7.5.0.0	J. Cable 57	1.7.5.0.0
J. Cable 8	1.7.5.0.0	J. Cable 33	1.7.5.0.0	J. Cable 58	1.7.5.0.0
J. Cable 9	1.7.5.0.0	J. Cable 34	1.7.5.0.0	J. Cable 59	1.7.5.0.0
J. Cable 10	1.7.5.0.0	J. Cable 35	1.7.5.0.0	J. Cable 60	1.7.5.0.0
J. Cable 11	1.7.5.0.0	J. Cable 36	1.7.5.0.0	J. Cable 61	1.7.5.0.0
J. Cable 12	1.7.5.0.0	J. Cable 37	1.7.5.0.0	J. Cable 62	1.7.5.0.0
J. Cable 13	1.7.5.0.0	J. Cable 38	1.7.5.0.0	J. Cable 63	1.7.5.0.0
J. Cable 14	1.7.5.0.0	J. Cable 39	1.7.5.0.0	J. Cable 64	1.7.5.0.0
J. Cable 15	1.7.5.0.0	J. Cable 40	1.7.5.0.0	J. Cable 65	1.7.5.0.0
J. Cable 16	1.7.5.0.0	J. Cable 41	1.7.5.0.0	J. Cable 66	1.7.5.0.0
J. Cable 17	1.7.5.0.0	J. Cable 42	1.7.5.0.0	J. Cable 67	1.7.5.0.0
J. Cable 18	1.7.5.0.0	J. Cable 43	1.7.5.0.0	J. Cable 68	1.7.5.0.0
J. Cable 19	1.7.5.0.0	J. Cable 44	1.7.5.0.0	J. Cable 69	1.7.5.0.0
J. Cable 20	1.7.5.0.0	J. Cable 45	1.7.5.0.0	J. Cable 70	1.7.5.0.0
J. Cable 21	1.7.5.0.0	J. Cable 46	1.7.5.0.0	J. Cable 71	1.7.5.0.0
J. Cable 22	1.7.5.0.0	J. Cable 47	1.7.5.0.0	J. Cable 72	1.7.5.0.0
J. Cable 23	1.7.5.0.0	J. Cable 48	1.7.5.0.0	J. Cable 73	1.7.5.0.0
J. Cable 24	1.7.5.0.0	J. Cable 49	1.7.5.0.0	J. Cable 74	1.7.5.0.0
J. Cable 25	1.7.5.0.0	J. Cable 50	1.7.5.0.0	J. Cable 75	1.7.5.0.0

OBSERVACIONES:

NOMBRE Y FIRMA DEL SUPERVISOR DE PERFORACIÓN Y FRAGMENTACIÓN JME

NOMBRE Y FIRMA DEL ESPECIALISTA EN PIROTECNICOS JME

Figura 37. Check list comprobación de la continuidad de resistencia en el jumper cable, fragmentación 4

CONTROL DE JME		CHECK LIST "VERIFICACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE RESISTENCIA EN EL JUMPER CABLE - ALMACÉN"		430-PRT-V-0003	
				HOJA	1
				REVISIÓN	1
				FECHA	20/10/2021
Proyecto:	CONSTRUCCIÓN DE ACCESO, ESTACIÓN POZA COLLECTION, ESTACIÓN BOOSTER,			Fragmentación N°	72
Lugar:	Almacén Pirotecnico			Fecha:	25-12-21
Hora Inicio:		Hora Final:		Fabricación:	2021-05-25
J. Cable 1	Ohm Long	J. Cable 26	Ohm Long	J. Cable 51	Ohm Long
J. Cable 2	17 400	J. Cable 27		J. Cable 52	
J. Cable 3	17 400	J. Cable 28		J. Cable 53	
J. Cable 4	16 400	J. Cable 29		J. Cable 54	
J. Cable 5	16 400	J. Cable 30		J. Cable 55	
J. Cable 6	16 400	J. Cable 31		J. Cable 56	
J. Cable 7	17 400	J. Cable 32		J. Cable 57	
J. Cable 8	17 400	J. Cable 33		J. Cable 58	
J. Cable 9	17 400	J. Cable 34		J. Cable 59	
J. Cable 10	15 400	J. Cable 35		J. Cable 60	
J. Cable 11	17 400	J. Cable 36		J. Cable 61	
J. Cable 12	16 400	J. Cable 37		J. Cable 62	
J. Cable 13		J. Cable 38		J. Cable 63	
J. Cable 14		J. Cable 39		J. Cable 64	
J. Cable 15		J. Cable 40		J. Cable 65	
J. Cable 16		J. Cable 41		J. Cable 66	
J. Cable 17		J. Cable 42		J. Cable 67	
J. Cable 18		J. Cable 43		J. Cable 68	
J. Cable 19		J. Cable 44		J. Cable 69	
J. Cable 20		J. Cable 45		J. Cable 70	
J. Cable 21		J. Cable 46		J. Cable 71	
J. Cable 22		J. Cable 47		J. Cable 72	
J. Cable 23		J. Cable 48		J. Cable 73	
J. Cable 24		J. Cable 49		J. Cable 74	
J. Cable 25		J. Cable 50		J. Cable 75	
J. Cable 76		J. Cable 77		J. Cable 78	
J. Cable 79		J. Cable 80		J. Cable 81	
J. Cable 82		J. Cable 83		J. Cable 84	
J. Cable 85		J. Cable 86		J. Cable 87	
J. Cable 88		J. Cable 89		J. Cable 90	
J. Cable 91		J. Cable 92		J. Cable 93	
J. Cable 94		J. Cable 95		J. Cable 96	
J. Cable 97		J. Cable 98		J. Cable 99	
J. Cable 100					
OBSERVACIONES:					
NOMBRE Y FIRMA DEL SUPERVISOR DE PERFORACIÓN Y FRAGMENTACIÓN JME					
JOHN ESPINOZA					
NOMBRE Y FIRMA DEL ESPECIALISTA EN PIROTECNICOS JME					
CHUCHON VILCA MAXIMO					

Control de taladros anterior al carguío

Se lleve a cabo antes de comenzar el llenado de taladros con material pirotécnico, llevado a cabo por un operario de perforación, con el objetivo de asegurar que los taladros lleguen a la altura prevista en el diseño de llenado. Se llevó a cabo el conteo de los 65 taladros.

Evaluación ejecutada (65 Taladros) antes del comienzo del proceso de carga para la fragmentación.

[illegible]

		Ficha de Matriculación de Alumnos Perforados		15 FEB 2008 Hora: 10:01 Nombre: Fecha: 24-12-2007	
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE CANAL 014-015 BARRIO DE TRO	FECHA DE EMISIÓN:	22		
PROYECTISTA:	DAVID GONZALEZ	FECHA:	22.12.07		
UBICACIÓN:	Ruta 014-015				
ANEXO AL PLAN DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE CANAL 014-015					
ORDEN	ALUMNO	FECHA	FECHA	FECHA	FECHA
1	10	10	10	10	10
2	10	10	10	10	10
3	10	10	10	10	10
4	10	10	10	10	10
5	10	10	10	10	10
6	10	10	10	10	10
7	10	10	10	10	10
8	10	10	10	10	10
9	10	10	10	10	10
10	10	10	10	10	10
11	10	10	10	10	10
12	10	10	10	10	10
13	10	10	10	10	10
14	10	10	10	10	10
15	10	10	10	10	10
16	10	10	10	10	10
17	10	10	10	10	10
18	10	10	10	10	10
19	10	10	10	10	10
20	10	10	10	10	10
21	10	10	10	10	10
22	10	10	10	10	10
23	10	10	10	10	10
24	10	10	10	10	10
25	10	10	10	10	10
26	10	10	10	10	10
27	10	10	10	10	10
28	10	10	10	10	10
29	10	10	10	10	10
30	10	10	10	10	10
31	10	10	10	10	10
32	10	10	10	10	10
33	10	10	10	10	10
34	10	10	10	10	10
35	10	10	10	10	10
36	10	10	10	10	10
37	10	10	10	10	10
38	10	10	10	10	10
39	10	10	10	10	10
40	10	10	10	10	10
41	10	10	10	10	10
42	10	10	10	10	10
43	10	10	10	10	10
44	10	10	10	10	10
45	10	10	10	10	10
46	10	10	10	10	10
47	10	10	10	10	10
48	10	10	10	10	10
49	10	10	10	10	10
50	10	10	10	10	10
51	10	10	10	10	10
52	10	10	10	10	10
53	10	10	10	10	10
54	10	10	10	10	10
55	10	10	10	10	10
56	10	10	10	10	10
57	10	10	10	10	10
58	10	10	10	10	10
59	10	10	10	10	10
60	10	10	10	10	10
61	10	10	10	10	10
62	10	10	10	10	10
63	10	10	10	10	10
64	10	10	10	10	10
65	10	10	10	10	10
66	10	10	10	10	10
67	10	10	10	10	10
68	10	10			

Revisiones en el proceso el carguío

La hora de trabajo comienza a las 6:00 AM, con la distribución de guardias y la distribución de tareas para el cargaje

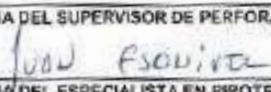
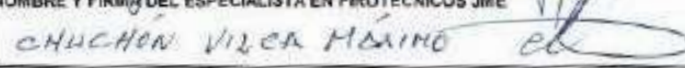
Durante el traslado se realizan los siguientes controles:

Comprobación de continuidad del material a su arribo a campo

Este seguimiento se realiza después de que el material ha llegado al campo y se comprueba su funcionamiento antes de depositarlo en el taladro.

Figura 40. Comprobación de la continuación del material al llegar a la estación de campo

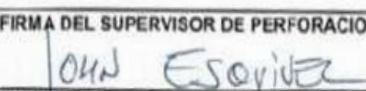
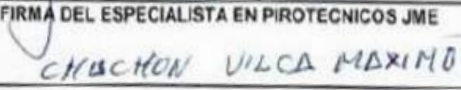
JME		CHECK LIST "VERIFICACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE RESISTENCIA EN EL JUMPER CABLE - EN CAMPO"		450-PRT-V-0005	
				HOJA	1 DE 1
				REV.	1
				FECHA	20/10/2021
Proyecto:	CONSTRUCCIÓN DE ACCESO, ESTACIÓN POZA, COLLECTION, ESTACIÓN BOOSTER, Y EXTENSIÓN TUNEL DECANTACIÓN			Fragmentación N°	72
Lugar:	AYAHUELA FRONTE 3			Fecha:	27/12/21
Hora Inicio:	06:00	Hora Final:	07:00	Fabricación:	Brasileño
J. Cable 1	2.2 5.0	J. Cable 26	2.2 5.0	J. Cable 51	2.7 5.0
J. Cable 2	2.1 5.0	J. Cable 27	2.7 5.0	J. Cable 52	2.3 5.0
J. Cable 3	2.2 5.0	J. Cable 28	2.4 5.0	J. Cable 53	2.3 5.0
J. Cable 4	2.2 5.0	J. Cable 29	2.3 5.0	J. Cable 54	2.4 5.0
J. Cable 5	2.3 5.0	J. Cable 30	2.2 5.0	J. Cable 55	2.1 5.0
J. Cable 6	2.4 5.0	J. Cable 31	2.3 5.0	J. Cable 56	2.3 5.0
J. Cable 7	2.4 5.0	J. Cable 32	2.4 5.0	J. Cable 57	2.3 5.0
J. Cable 8	2.4 5.0	J. Cable 33	2.4 5.0	J. Cable 58	2.3 5.0
J. Cable 9	2.3 5.0	J. Cable 34	2.2 5.0	J. Cable 59	2.1 5.0
J. Cable 10	2.2 5.0	J. Cable 35	2.1 5.0	J. Cable 60	2.2 5.0
J. Cable 11	2.2 5.0	J. Cable 36	2.1 5.0	J. Cable 61	2.2 5.0
J. Cable 12	2.1 5.0	J. Cable 37	2.2 5.0	J. Cable 62	2.1 5.0
J. Cable 13	2.1 5.0	J. Cable 38	2.1 5.0	J. Cable 63	2.2 5.0
J. Cable 14	2.1 5.0	J. Cable 39	2.2 5.0	J. Cable 64	2.3 5.0
J. Cable 15	2.2 5.0	J. Cable 40	2.3 5.0	J. Cable 65	2.7 5.0
J. Cable 16	2.3 5.0	J. Cable 41	2.4 5.0	J. Cable 66	2.2 5.0
J. Cable 17	2.2 5.0	J. Cable 42	2.7 5.0	J. Cable 67	2.1 5.0
J. Cable 18	2.3 5.0	J. Cable 43	2.2 5.0	J. Cable 68	2.1 5.0
J. Cable 19	2.3 5.0	J. Cable 44	2.2 5.0	J. Cable 69	2.1 5.0
J. Cable 20	2.4 5.0	J. Cable 45	2.3 5.0	J. Cable 70	2.2 5.0
J. Cable 21	2.3 5.0	J. Cable 46	2.3 5.0	J. Cable 71	2.3 5.0
J. Cable 22	2.2 5.0	J. Cable 47	2.3 5.0	J. Cable 72	2.3 5.0
J. Cable 23	2.2 5.0	J. Cable 48	2.1 5.0	J. Cable 73	2.1 5.0
J. Cable 24	2.1 5.0	J. Cable 49	2.2 5.0	J. Cable 74	2.2 5.0
J. Cable 25	2.1 5.0	J. Cable 50	2.1 5.0	J. Cable 75	2.3 5.0
J. Cable 76	2.2 5.0	J. Cable 91	1.5 4.0	J. Cable 96	1.8 4.0
J. Cable 77	2.3 5.0	J. Cable 92	1.6 4.0	J. Cable 97	1.9 4.0
J. Cable 78	2.3 5.0	J. Cable 93	1.7 4.0	J. Cable 98	1.7 4.0
J. Cable 79	2.1 5.0	J. Cable 94	1.8 4.0	J. Cable 99	1.6 4.0
J. Cable 80	1.3 4.0	J. Cable 95	1.7 4.0	J. Cable 100	1.5 4.0
J. Cable 81	1.5 4.0				
J. Cable 82	1.6 4.0				
J. Cable 83	1.7 4.0				
J. Cable 84	1.5 4.0				
J. Cable 85	1.6 4.0				
J. Cable 86	1.7 4.0				
J. Cable 87	1.8 4.0				
J. Cable 88	1.9 4.0				
J. Cable 89	1.5 4.0				
J. Cable 90	1.6 4.0				
J. Cable 91	1.5 4.0				
J. Cable 92	1.6 4.0				
J. Cable 93	1.7 4.0				
J. Cable 94	1.8 4.0				
J. Cable 95	1.7 4.0				
J. Cable 96	1.8 4.0				
J. Cable 97	1.9 4.0				
J. Cable 98	1.7 4.0				
J. Cable 99	1.6 4.0				
J. Cable 100	1.5 4.0				
OBSERVACIONES:					
NOMBRE Y FIRMA DEL SUPERVISOR DE PERFORACIÓN Y FRAGMENTACIÓN JME					
NOMBRE Y FIRMA DEL ESPECIALISTA EN PIROTECNICOS JME					
EDUCACION VILCA MAXIMO					

		CHECK LIST "VERIFICACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE RESISTENCIA EN EL JUMPER CABLE - EN CAMPO"		450-PRT-V-0005																																																																																																																																																																																																																	
				HORA	1 de 1																																																																																																																																																																																																																
				REV.	1																																																																																																																																																																																																																
				FECHA	29/10/2021																																																																																																																																																																																																																
Proyecto:	CONSTRUCCIÓN DE ACCESO, ESTACIÓN POZA COLLECTION, ESTACIÓN BOOSTER, Y EXTENSIÓN TUNEL DE CANTACIÓN.			Fragmentación N°:	72																																																																																																																																																																																																																
Lugar:	AYBATE 1 - Frente 3			Fecha:	27/12/21																																																																																																																																																																																																																
Hora Inicio:	06:00	Hora Final:	07:00	Fabricación:	Brasileña																																																																																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Ohm Long.</th> <th colspan="2">Ohm Long.</th> <th colspan="2">Ohm Long.</th> <th colspan="2">Ohm Long.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>J. Cable 1</td><td>2.7 5.5</td><td>J. Cable 26</td><td>2.7 5.5</td><td>J. Cable 51</td><td>2.9 5.3</td><td>J. Cable 76</td><td>2.4 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 2</td><td>2.8 5.5</td><td>J. Cable 27</td><td>2.8 5.5</td><td>J. Cable 52</td><td>2.7 5.3</td><td>J. Cable 77</td><td>2.5 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 3</td><td>2.9 5.5</td><td>J. Cable 28</td><td>2.8 5.5</td><td>J. Cable 53</td><td>2.8 5.3</td><td>J. Cable 78</td><td>2.4 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 4</td><td>2.8 5.5</td><td>J. Cable 29</td><td>2.8 5.3</td><td>J. Cable 54</td><td>2.7 5.3</td><td>J. Cable 79</td><td>2.2 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 5</td><td>2.9 5.5</td><td>J. Cable 30</td><td>2.7 5.3</td><td>J. Cable 55</td><td>2.7 5.3</td><td>J. Cable 80</td><td>2.1 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 6</td><td>2.7 5.5</td><td>J. Cable 31</td><td>2.2 5.3</td><td>J. Cable 56</td><td>2.8 5.3</td><td>J. Cable 81</td><td>2.2 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 7</td><td>2.3 5.3</td><td>J. Cable 32</td><td>2.3 5.3</td><td>J. Cable 57</td><td>2.9 5.3</td><td>J. Cable 82</td><td>2.2 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 8</td><td>2.8 5.3</td><td>J. Cable 33</td><td>2.6 5.3</td><td>J. Cable 58</td><td>2.9 5.3</td><td>J. Cable 83</td><td>2.3 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 9</td><td>2.8 5.5</td><td>J. Cable 34</td><td>2.7 5.3</td><td>J. Cable 59</td><td>2.9 5.3</td><td>J. Cable 84</td><td>2.4 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 10</td><td>2.9 5.3</td><td>J. Cable 35</td><td>2.8 5.3</td><td>J. Cable 60</td><td>2.9 5.3</td><td>J. Cable 85</td><td>2.5 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 11</td><td>2.3 5.3</td><td>J. Cable 36</td><td>2.9 5.3</td><td>J. Cable 61</td><td>2.8 5.3</td><td>J. Cable 86</td><td>2.4 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 12</td><td>2.7 5.3</td><td>J. Cable 37</td><td>2.8 5.3</td><td>J. Cable 62</td><td>2.3 5.0</td><td>J. Cable 87</td><td>2.3 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 13</td><td>2.8 5.3</td><td>J. Cable 38</td><td>2.8 5.3</td><td>J. Cable 63</td><td>2.5 5.0</td><td>J. Cable 88</td><td>2.1 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 14</td><td>2.3 5.3</td><td>J. Cable 39</td><td>2.3 5.3</td><td>J. Cable 64</td><td>2.1 5.0</td><td>J. Cable 89</td><td>2.1 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 15</td><td>2.4 5.3</td><td>J. Cable 40</td><td>2.9 5.3</td><td>J. Cable 65</td><td>2.9 5.0</td><td>J. Cable 90</td><td>2.2 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 16</td><td>2.4 5.3</td><td>J. Cable 41</td><td>2.3 5.3</td><td>J. Cable 66</td><td>2.2 5.0</td><td>J. Cable 91</td><td>2.3 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 17</td><td>2.3 5.3</td><td>J. Cable 42</td><td>2.3 5.3</td><td>J. Cable 67</td><td>2.3 5.0</td><td>J. Cable 92</td><td>2.3 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 18</td><td>2.3 5.3</td><td>J. Cable 43</td><td>2.2 5.3</td><td>J. Cable 68</td><td>2.1 5.0</td><td>J. Cable 93</td><td>2.3 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 19</td><td>2.8 5.3</td><td>J. Cable 44</td><td>2.7 5.3</td><td>J. Cable 69</td><td>2.4 5.0</td><td>J. Cable 94</td><td>2.1 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 20</td><td>2.3 5.3</td><td>J. Cable 45</td><td>2.9 5.3</td><td>J. Cable 70</td><td>2.7 5.0</td><td>J. Cable 95</td><td>2.2 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 21</td><td>2.3 5.3</td><td>J. Cable 46</td><td>2.8 5.3</td><td>J. Cable 71</td><td>2.3 5.0</td><td>J. Cable 96</td><td>2.2 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 22</td><td>2.2 5.3</td><td>J. Cable 47</td><td>2.7 5.3</td><td>J. Cable 72</td><td>2.4 5.0</td><td>J. Cable 97</td><td>2.2 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 23</td><td>2.7 5.3</td><td>J. Cable 48</td><td>2.7 5.3</td><td>J. Cable 73</td><td>2.3 5.0</td><td>J. Cable 98</td><td>2.1 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 24</td><td>2.7 5.3</td><td>J. Cable 49</td><td>2.8 5.3</td><td>J. Cable 74</td><td>2.4 5.0</td><td>J. Cable 99</td><td>2.2 5.0</td></tr> <tr><td>J. Cable 25</td><td>2.8 5.3</td><td>J. Cable 50</td><td>2.7 5.3</td><td>J. Cable 75</td><td>2.5 5.0</td><td>J. Cable 100</td><td>2.4 5.0</td></tr> </tbody> </table>						Ohm Long.		Ohm Long.		Ohm Long.		Ohm Long.		J. Cable 1	2.7 5.5	J. Cable 26	2.7 5.5	J. Cable 51	2.9 5.3	J. Cable 76	2.4 5.0	J. Cable 2	2.8 5.5	J. Cable 27	2.8 5.5	J. Cable 52	2.7 5.3	J. Cable 77	2.5 5.0	J. Cable 3	2.9 5.5	J. Cable 28	2.8 5.5	J. Cable 53	2.8 5.3	J. Cable 78	2.4 5.0	J. Cable 4	2.8 5.5	J. Cable 29	2.8 5.3	J. Cable 54	2.7 5.3	J. Cable 79	2.2 5.0	J. Cable 5	2.9 5.5	J. Cable 30	2.7 5.3	J. Cable 55	2.7 5.3	J. Cable 80	2.1 5.0	J. Cable 6	2.7 5.5	J. Cable 31	2.2 5.3	J. Cable 56	2.8 5.3	J. Cable 81	2.2 5.0	J. Cable 7	2.3 5.3	J. Cable 32	2.3 5.3	J. Cable 57	2.9 5.3	J. Cable 82	2.2 5.0	J. Cable 8	2.8 5.3	J. Cable 33	2.6 5.3	J. Cable 58	2.9 5.3	J. Cable 83	2.3 5.0	J. Cable 9	2.8 5.5	J. Cable 34	2.7 5.3	J. Cable 59	2.9 5.3	J. Cable 84	2.4 5.0	J. Cable 10	2.9 5.3	J. Cable 35	2.8 5.3	J. Cable 60	2.9 5.3	J. Cable 85	2.5 5.0	J. Cable 11	2.3 5.3	J. Cable 36	2.9 5.3	J. Cable 61	2.8 5.3	J. Cable 86	2.4 5.0	J. Cable 12	2.7 5.3	J. Cable 37	2.8 5.3	J. Cable 62	2.3 5.0	J. Cable 87	2.3 5.0	J. Cable 13	2.8 5.3	J. Cable 38	2.8 5.3	J. Cable 63	2.5 5.0	J. Cable 88	2.1 5.0	J. Cable 14	2.3 5.3	J. Cable 39	2.3 5.3	J. Cable 64	2.1 5.0	J. Cable 89	2.1 5.0	J. Cable 15	2.4 5.3	J. Cable 40	2.9 5.3	J. Cable 65	2.9 5.0	J. Cable 90	2.2 5.0	J. Cable 16	2.4 5.3	J. Cable 41	2.3 5.3	J. Cable 66	2.2 5.0	J. Cable 91	2.3 5.0	J. Cable 17	2.3 5.3	J. Cable 42	2.3 5.3	J. Cable 67	2.3 5.0	J. Cable 92	2.3 5.0	J. Cable 18	2.3 5.3	J. Cable 43	2.2 5.3	J. Cable 68	2.1 5.0	J. Cable 93	2.3 5.0	J. Cable 19	2.8 5.3	J. Cable 44	2.7 5.3	J. Cable 69	2.4 5.0	J. Cable 94	2.1 5.0	J. Cable 20	2.3 5.3	J. Cable 45	2.9 5.3	J. Cable 70	2.7 5.0	J. Cable 95	2.2 5.0	J. Cable 21	2.3 5.3	J. Cable 46	2.8 5.3	J. Cable 71	2.3 5.0	J. Cable 96	2.2 5.0	J. Cable 22	2.2 5.3	J. Cable 47	2.7 5.3	J. Cable 72	2.4 5.0	J. Cable 97	2.2 5.0	J. Cable 23	2.7 5.3	J. Cable 48	2.7 5.3	J. Cable 73	2.3 5.0	J. Cable 98	2.1 5.0	J. Cable 24	2.7 5.3	J. Cable 49	2.8 5.3	J. Cable 74	2.4 5.0	J. Cable 99	2.2 5.0	J. Cable 25	2.8 5.3	J. Cable 50	2.7 5.3	J. Cable 75	2.5 5.0	J. Cable 100	2.4 5.0
Ohm Long.		Ohm Long.		Ohm Long.		Ohm Long.																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 1	2.7 5.5	J. Cable 26	2.7 5.5	J. Cable 51	2.9 5.3	J. Cable 76	2.4 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 2	2.8 5.5	J. Cable 27	2.8 5.5	J. Cable 52	2.7 5.3	J. Cable 77	2.5 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 3	2.9 5.5	J. Cable 28	2.8 5.5	J. Cable 53	2.8 5.3	J. Cable 78	2.4 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 4	2.8 5.5	J. Cable 29	2.8 5.3	J. Cable 54	2.7 5.3	J. Cable 79	2.2 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 5	2.9 5.5	J. Cable 30	2.7 5.3	J. Cable 55	2.7 5.3	J. Cable 80	2.1 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 6	2.7 5.5	J. Cable 31	2.2 5.3	J. Cable 56	2.8 5.3	J. Cable 81	2.2 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 7	2.3 5.3	J. Cable 32	2.3 5.3	J. Cable 57	2.9 5.3	J. Cable 82	2.2 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 8	2.8 5.3	J. Cable 33	2.6 5.3	J. Cable 58	2.9 5.3	J. Cable 83	2.3 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 9	2.8 5.5	J. Cable 34	2.7 5.3	J. Cable 59	2.9 5.3	J. Cable 84	2.4 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 10	2.9 5.3	J. Cable 35	2.8 5.3	J. Cable 60	2.9 5.3	J. Cable 85	2.5 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 11	2.3 5.3	J. Cable 36	2.9 5.3	J. Cable 61	2.8 5.3	J. Cable 86	2.4 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 12	2.7 5.3	J. Cable 37	2.8 5.3	J. Cable 62	2.3 5.0	J. Cable 87	2.3 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 13	2.8 5.3	J. Cable 38	2.8 5.3	J. Cable 63	2.5 5.0	J. Cable 88	2.1 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 14	2.3 5.3	J. Cable 39	2.3 5.3	J. Cable 64	2.1 5.0	J. Cable 89	2.1 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 15	2.4 5.3	J. Cable 40	2.9 5.3	J. Cable 65	2.9 5.0	J. Cable 90	2.2 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 16	2.4 5.3	J. Cable 41	2.3 5.3	J. Cable 66	2.2 5.0	J. Cable 91	2.3 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 17	2.3 5.3	J. Cable 42	2.3 5.3	J. Cable 67	2.3 5.0	J. Cable 92	2.3 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 18	2.3 5.3	J. Cable 43	2.2 5.3	J. Cable 68	2.1 5.0	J. Cable 93	2.3 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 19	2.8 5.3	J. Cable 44	2.7 5.3	J. Cable 69	2.4 5.0	J. Cable 94	2.1 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 20	2.3 5.3	J. Cable 45	2.9 5.3	J. Cable 70	2.7 5.0	J. Cable 95	2.2 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 21	2.3 5.3	J. Cable 46	2.8 5.3	J. Cable 71	2.3 5.0	J. Cable 96	2.2 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 22	2.2 5.3	J. Cable 47	2.7 5.3	J. Cable 72	2.4 5.0	J. Cable 97	2.2 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 23	2.7 5.3	J. Cable 48	2.7 5.3	J. Cable 73	2.3 5.0	J. Cable 98	2.1 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 24	2.7 5.3	J. Cable 49	2.8 5.3	J. Cable 74	2.4 5.0	J. Cable 99	2.2 5.0																																																																																																																																																																																																														
J. Cable 25	2.8 5.3	J. Cable 50	2.7 5.3	J. Cable 75	2.5 5.0	J. Cable 100	2.4 5.0																																																																																																																																																																																																														
OBSERVACIONES:																																																																																																																																																																																																																					
NOMBRE Y FIRMA DEL SUPERVISOR DE PERFORACION Y FRAGMENTACION JME 																																																																																																																																																																																																																					
NOMBRE Y FIRMA DEL ESPECIALISTA EN PIROTECNICOS JME 																																																																																																																																																																																																																					

Comprobación de continuidad a través de taladro, post atacado y conexión

Esta verificación se lleva a cabo después de cargar todos los taladros, y se procede a conectar los terminales en cada pozo de carga. Este procedimiento asegura la uniformidad en cada taladro.

Figura 41. Comprobación de continuidad por taladro, después del atacado y conexionado

		CHECK LIST "VERIFICACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE RESISTENCIA EN EL JUMPER CABLE - EN EL TALADRO"		450-PRT-V-0006 H01A 1 de 1 REV. I FECHA 20/10/2021																																																																																																																																																																																																																	
Proyecto:	CONSTRUCCIÓN DE ACCESO, ESTACIÓN POZA COLLECTION, ESTACIÓN BOOSTER, Y EXTENSIÓN TUNEL DECANTACIÓN.			Fragmentación N°:	72																																																																																																																																																																																																																
Lugar:	0405H FRENTE 3			Fecha:	22.12.21																																																																																																																																																																																																																
Hora Inicio:	10:00	Hora Final:	11:00	Fabricación:	Brasileña																																																																																																																																																																																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Ohm Long.</th> <th colspan="2">Ohm Long.</th> <th colspan="2">Ohm Long.</th> <th colspan="2">Ohm Long.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>J. Cable 1</td><td>109 5.8</td><td>J. Cable 26</td><td>90 5.8</td><td>J. Cable 51</td><td>88 5.8</td><td>J. Cable 76</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 2</td><td>92 5.8</td><td>J. Cable 27</td><td>92 5.8</td><td>J. Cable 52</td><td>88 5.8</td><td>J. Cable 77</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 3</td><td>94 5.8</td><td>J. Cable 28</td><td>88 5.8</td><td>J. Cable 53</td><td>92 5.8</td><td>J. Cable 78</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 4</td><td>96 5.8</td><td>J. Cable 29</td><td>89 5.8</td><td>J. Cable 54</td><td>94 5.8</td><td>J. Cable 79</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 5</td><td>92 5.8</td><td>J. Cable 30</td><td>89 5.8</td><td>J. Cable 55</td><td>96 5.8</td><td>J. Cable 80</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 6</td><td>98 5.8</td><td>J. Cable 31</td><td>9 5.8</td><td>J. Cable 56</td><td>98 5.8</td><td>J. Cable 81</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 7</td><td>82 5.8</td><td>J. Cable 32</td><td>92 5.8</td><td>J. Cable 57</td><td>92 5.8</td><td>J. Cable 82</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 8</td><td>84 5.8</td><td>J. Cable 33</td><td>94 5.8</td><td>J. Cable 58</td><td>90 5.8</td><td>J. Cable 83</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 9</td><td>86 5.8</td><td>J. Cable 34</td><td>93 5.8</td><td>J. Cable 59</td><td>88 5.8</td><td>J. Cable 84</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 10</td><td>94 5.8</td><td>J. Cable 35</td><td>94 5.8</td><td>J. Cable 60</td><td>88 5.8</td><td>J. Cable 85</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 11</td><td>92 5.8</td><td>J. Cable 36</td><td>96 5.8</td><td>J. Cable 61</td><td>84 5.8</td><td>J. Cable 86</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 12</td><td>92 5.8</td><td>J. Cable 37</td><td>96 5.8</td><td>J. Cable 62</td><td>88 5.8</td><td>J. Cable 87</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 13</td><td>94 5.8</td><td>J. Cable 38</td><td>82 5.8</td><td>J. Cable 63</td><td>88 5.8</td><td>J. Cable 88</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 14</td><td>84 5.8</td><td>J. Cable 39</td><td>84 5.8</td><td>J. Cable 64</td><td>89 5.8</td><td>J. Cable 89</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 15</td><td>92 5.8</td><td>J. Cable 40</td><td>86 5.8</td><td>J. Cable 65</td><td>90 5.8</td><td>J. Cable 90</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 16</td><td>92 5.8</td><td>J. Cable 41</td><td>87 5.8</td><td>J. Cable 66</td><td></td><td>J. Cable 91</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 17</td><td>94 5.8</td><td>J. Cable 42</td><td>88 5.8</td><td>J. Cable 67</td><td></td><td>J. Cable 92</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 18</td><td>96 5.8</td><td>J. Cable 43</td><td>89 5.8</td><td>J. Cable 68</td><td></td><td>J. Cable 93</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 19</td><td>97 5.8</td><td>J. Cable 44</td><td>90 5.8</td><td>J. Cable 69</td><td></td><td>J. Cable 94</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 20</td><td>94 5.8</td><td>J. Cable 45</td><td>90 5.8</td><td>J. Cable 70</td><td></td><td>J. Cable 95</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 21</td><td>92 5.8</td><td>J. Cable 46</td><td>92 5.8</td><td>J. Cable 71</td><td></td><td>J. Cable 96</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 22</td><td>90 5.8</td><td>J. Cable 47</td><td>98 5.8</td><td>J. Cable 72</td><td></td><td>J. Cable 97</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 23</td><td>91 5.8</td><td>J. Cable 48</td><td>90 5.8</td><td>J. Cable 73</td><td></td><td>J. Cable 98</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 24</td><td>90 5.8</td><td>J. Cable 49</td><td>89 5.8</td><td>J. Cable 74</td><td></td><td>J. Cable 99</td><td></td></tr> <tr><td>J. Cable 25</td><td>90 5.8</td><td>J. Cable 50</td><td>80 5.8</td><td>J. Cable 75</td><td></td><td>J. Cable 100</td><td></td></tr> </tbody> </table>						Ohm Long.		Ohm Long.		Ohm Long.		Ohm Long.		J. Cable 1	109 5.8	J. Cable 26	90 5.8	J. Cable 51	88 5.8	J. Cable 76		J. Cable 2	92 5.8	J. Cable 27	92 5.8	J. Cable 52	88 5.8	J. Cable 77		J. Cable 3	94 5.8	J. Cable 28	88 5.8	J. Cable 53	92 5.8	J. Cable 78		J. Cable 4	96 5.8	J. Cable 29	89 5.8	J. Cable 54	94 5.8	J. Cable 79		J. Cable 5	92 5.8	J. Cable 30	89 5.8	J. Cable 55	96 5.8	J. Cable 80		J. Cable 6	98 5.8	J. Cable 31	9 5.8	J. Cable 56	98 5.8	J. Cable 81		J. Cable 7	82 5.8	J. Cable 32	92 5.8	J. Cable 57	92 5.8	J. Cable 82		J. Cable 8	84 5.8	J. Cable 33	94 5.8	J. Cable 58	90 5.8	J. Cable 83		J. Cable 9	86 5.8	J. Cable 34	93 5.8	J. Cable 59	88 5.8	J. Cable 84		J. Cable 10	94 5.8	J. Cable 35	94 5.8	J. Cable 60	88 5.8	J. Cable 85		J. Cable 11	92 5.8	J. Cable 36	96 5.8	J. Cable 61	84 5.8	J. Cable 86		J. Cable 12	92 5.8	J. Cable 37	96 5.8	J. Cable 62	88 5.8	J. Cable 87		J. Cable 13	94 5.8	J. Cable 38	82 5.8	J. Cable 63	88 5.8	J. Cable 88		J. Cable 14	84 5.8	J. Cable 39	84 5.8	J. Cable 64	89 5.8	J. Cable 89		J. Cable 15	92 5.8	J. Cable 40	86 5.8	J. Cable 65	90 5.8	J. Cable 90		J. Cable 16	92 5.8	J. Cable 41	87 5.8	J. Cable 66		J. Cable 91		J. Cable 17	94 5.8	J. Cable 42	88 5.8	J. Cable 67		J. Cable 92		J. Cable 18	96 5.8	J. Cable 43	89 5.8	J. Cable 68		J. Cable 93		J. Cable 19	97 5.8	J. Cable 44	90 5.8	J. Cable 69		J. Cable 94		J. Cable 20	94 5.8	J. Cable 45	90 5.8	J. Cable 70		J. Cable 95		J. Cable 21	92 5.8	J. Cable 46	92 5.8	J. Cable 71		J. Cable 96		J. Cable 22	90 5.8	J. Cable 47	98 5.8	J. Cable 72		J. Cable 97		J. Cable 23	91 5.8	J. Cable 48	90 5.8	J. Cable 73		J. Cable 98		J. Cable 24	90 5.8	J. Cable 49	89 5.8	J. Cable 74		J. Cable 99		J. Cable 25	90 5.8	J. Cable 50	80 5.8	J. Cable 75		J. Cable 100	
Ohm Long.		Ohm Long.		Ohm Long.		Ohm Long.																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 1	109 5.8	J. Cable 26	90 5.8	J. Cable 51	88 5.8	J. Cable 76																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 2	92 5.8	J. Cable 27	92 5.8	J. Cable 52	88 5.8	J. Cable 77																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 3	94 5.8	J. Cable 28	88 5.8	J. Cable 53	92 5.8	J. Cable 78																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 4	96 5.8	J. Cable 29	89 5.8	J. Cable 54	94 5.8	J. Cable 79																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 5	92 5.8	J. Cable 30	89 5.8	J. Cable 55	96 5.8	J. Cable 80																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 6	98 5.8	J. Cable 31	9 5.8	J. Cable 56	98 5.8	J. Cable 81																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 7	82 5.8	J. Cable 32	92 5.8	J. Cable 57	92 5.8	J. Cable 82																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 8	84 5.8	J. Cable 33	94 5.8	J. Cable 58	90 5.8	J. Cable 83																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 9	86 5.8	J. Cable 34	93 5.8	J. Cable 59	88 5.8	J. Cable 84																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 10	94 5.8	J. Cable 35	94 5.8	J. Cable 60	88 5.8	J. Cable 85																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 11	92 5.8	J. Cable 36	96 5.8	J. Cable 61	84 5.8	J. Cable 86																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 12	92 5.8	J. Cable 37	96 5.8	J. Cable 62	88 5.8	J. Cable 87																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 13	94 5.8	J. Cable 38	82 5.8	J. Cable 63	88 5.8	J. Cable 88																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 14	84 5.8	J. Cable 39	84 5.8	J. Cable 64	89 5.8	J. Cable 89																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 15	92 5.8	J. Cable 40	86 5.8	J. Cable 65	90 5.8	J. Cable 90																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 16	92 5.8	J. Cable 41	87 5.8	J. Cable 66		J. Cable 91																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 17	94 5.8	J. Cable 42	88 5.8	J. Cable 67		J. Cable 92																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 18	96 5.8	J. Cable 43	89 5.8	J. Cable 68		J. Cable 93																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 19	97 5.8	J. Cable 44	90 5.8	J. Cable 69		J. Cable 94																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 20	94 5.8	J. Cable 45	90 5.8	J. Cable 70		J. Cable 95																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 21	92 5.8	J. Cable 46	92 5.8	J. Cable 71		J. Cable 96																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 22	90 5.8	J. Cable 47	98 5.8	J. Cable 72		J. Cable 97																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 23	91 5.8	J. Cable 48	90 5.8	J. Cable 73		J. Cable 98																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 24	90 5.8	J. Cable 49	89 5.8	J. Cable 74		J. Cable 99																																																																																																																																																																																																															
J. Cable 25	90 5.8	J. Cable 50	80 5.8	J. Cable 75		J. Cable 100																																																																																																																																																																																																															
OBSERVACIONES:																																																																																																																																																																																																																					
NOMBRE Y FIRMA DEL SUPERVISOR DE PERFORACIÓN Y FRAGMENTACIÓN JME 																																																																																																																																																																																																																					
NOMBRE Y FIRMA DEL ESPECIALISTA EN PIROTECNICOS JME 																																																																																																																																																																																																																					

Comprobación de continuación en la malla carga al 100 %

Este control se lleva a cabo cuando toda la malla se encuentra en serie, lo cual facilita la comprobación de la continuidad a lo largo del circuito completo. (Capacidad de la malla = 514 Ohmios)

Figura 42. Comprobación de continuidad en la malla carga al 100 %

		CHECK LIST "VERIFICACIÓN DE LA CONTINUIDAD EN LA MALLA DE FRAGMENTACIÓN"		450-RET-V-0006 HOJA: 1 de 1 REVISIÓN: 1 FECHA: 28/09/2021																						
Proyecto:	CONSTRUCCIÓN DE ACCESO, ESTACIÓN POZA COLLECTION, ESTACIÓN BOOSTER, Y EXTENSIÓN TUNEL DECANTACIÓN.			Fragmentación N°:	72																					
Lugar:	Zona FORTALE			Fecha:	27/09/21																					
Hora Inicio:	Hora Final:	Fabricación:	Brasilera	Armer:																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Check</th> <th>Valor de OHMS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MALLA 1:</td> <td>☒</td> <td>514</td> </tr> <tr> <td>MALLA 2:</td> <td>☐</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MALLA 3:</td> <td>☐</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MALLA 4:</td> <td>☐</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MALLA 5:</td> <td>☐</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MALLA 6:</td> <td>☐</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							Check	Valor de OHMS	MALLA 1:	☒	514	MALLA 2:	☐		MALLA 3:	☐		MALLA 4:	☐		MALLA 5:	☐		MALLA 6:	☐	
	Check	Valor de OHMS																								
MALLA 1:	☒	514																								
MALLA 2:	☐																									
MALLA 3:	☐																									
MALLA 4:	☐																									
MALLA 5:	☐																									
MALLA 6:	☐																									
OBSERVACIONES:																										
NOMBRE Y FIRMA DEL SUPERVISOR DE PERFORACION Y FRAGMENTACION JME 																										
NOMBRE Y FIRMA DEL ESPECIALISTA EN PIROTECNICOS JME CHUCHON VILCA MAXIMO 																										

Control de continuidad en la malla más el cable troncal

Esta comprobación se efectúa después de extender el cable durante los 200 metros de evacuación conforme al radio de influencia, y se lleva a cabo con el objetivo de asegurar que todos los carillos vinculados a los pirotécnicos están activados y que existe continuidad. Así evitamos tener tiros cortados. (Total Resistencia = 722.2 Ohmios)

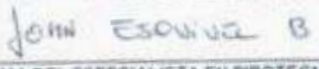
Figura 43. Verificación de continuidad en la malla más el cable troncal

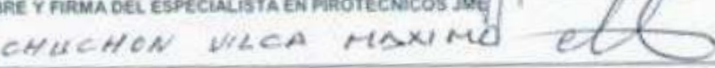
		CHECK LIST "VERIFICACIÓN DE LA CONTINUIDAD EN LA MALLA MAS EL CABLE TRONCAL" (Zona de activación)		450-PRT-V-0007	
				Hoja:	1 de 1
				Revisión:	1
				Fecha:	25/10/2021

Proyecto:	CONSTRUCCIÓN DE ACCESO, ESTACIÓN POZA COLLECTION, ESTACIÓN BOOSTER, Y EXTENSIÓN TUNEL DECANTACIÓN.		Fragmentación N°	72
Lugar:	A. 70/11 FDC-76.3		Fecha:	27/12/21
Hora Inicio:	Hora Final:	Fabricación:	Brújula:	20

	Check	Ohm Cable troncal	Ohm Cable troncal + resistencia cerámica
MALLA 1:	☒	9.2	722.2
MALLA 2:	☐		
MALLA 3:	☐		
MALLA 4:	☐		
MALLA 5:	☐		
MALLA 6:	☐		

OBSERVACIONES:

NOMBRE Y FIRMA DEL SUPERVISOR DE PERFORACIÓN Y FRAGMENTACIÓN JME


NOMBRE Y FIRMA DEL ESPECIALISTA EN PIROTECNICOS JME


Reglamentos tras la fragmentación Comprobación de los testigos de activación

Esta comprobación se efectúa al visitar la zona de fragmentación después de 5 minutos de espera tras la activación. Este procedimiento se lleva a cabo con el objetivo de asegurar que todos los taladros se han activado. En este sentido, se están incorporando resistencias en las cápsulas en calidad de testigos.

Los sensores de activación (65) señalan 0 ohmios, lo que descarta la posibilidad de un disparo cortado.

Figura 44. Revisión de los testigos de activación

		CHECK LIST "VERIFICACIÓN DE LA CONTINUIDAD DE TESTIGO- POST DETONACION"		450-PRT-V-0010 Hoja: 1 de 1 Revisión: 1 Fecha: 20/10/2021																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Proyecto: CONSTRUCCIÓN DE ACCESO, ESTACIÓN POZA, COLLECTION, ESTACIÓN BOOSTER, Y EXTENSIÓN TUNEL DECAANTACIÓN.		Fragmentación N°: 72																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Lugar: HUBA1 - FCD-703		Fecha: 22/12/21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Hora Inicio:		Hora Final:		Cerritos: ☐ Brachito: ☐																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Ocho I.</th> <th colspan="2">Ocho F.</th> <th colspan="2">Ocho I.</th> <th colspan="2">Ocho F.</th> <th colspan="2">Ocho I.</th> <th colspan="2">Ocho F.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Taladro 1</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 26</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 51</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 76</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 2</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 27</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 52</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 77</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 3</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 28</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 53</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 78</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 4</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 29</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 54</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 79</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 5</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 30</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 55</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 80</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 6</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 31</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 56</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 81</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 7</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 32</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 57</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 82</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 8</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 33</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 58</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 83</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 9</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 34</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 59</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 84</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 10</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 35</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 60</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 85</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 11</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 36</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 61</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 86</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 12</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 37</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 62</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 87</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 13</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 38</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 63</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 88</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 14</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 39</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 64</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 89</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 15</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 40</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 65</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 90</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 16</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 41</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 66</td><td></td><td></td><td>Taladro 91</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 17</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 42</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 67</td><td></td><td></td><td>Taladro 92</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 18</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 43</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 68</td><td></td><td></td><td>Taladro 93</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 19</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 44</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 69</td><td></td><td></td><td>Taladro 94</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 20</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 45</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 70</td><td></td><td></td><td>Taladro 95</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 21</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 46</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 71</td><td></td><td></td><td>Taladro 96</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 22</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 47</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 72</td><td></td><td></td><td>Taladro 97</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 23</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 48</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 73</td><td></td><td></td><td>Taladro 98</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 24</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 49</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 74</td><td></td><td></td><td>Taladro 99</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Taladro 25</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 50</td><td>2.5</td><td>0</td><td>Taladro 75</td><td></td><td></td><td>Taladro 100</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						Ocho I.		Ocho F.		Ocho I.		Ocho F.		Ocho I.		Ocho F.		Taladro 1	2.5	0	Taladro 26	2.5	0	Taladro 51	2.5	0	Taladro 76			Taladro 2	2.5	0	Taladro 27	2.5	0	Taladro 52	2.5	0	Taladro 77			Taladro 3	2.5	0	Taladro 28	2.5	0	Taladro 53	2.5	0	Taladro 78			Taladro 4	2.5	0	Taladro 29	2.5	0	Taladro 54	2.5	0	Taladro 79			Taladro 5	2.5	0	Taladro 30	2.5	0	Taladro 55	2.5	0	Taladro 80			Taladro 6	2.5	0	Taladro 31	2.5	0	Taladro 56	2.5	0	Taladro 81			Taladro 7	2.5	0	Taladro 32	2.5	0	Taladro 57	2.5	0	Taladro 82			Taladro 8	2.5	0	Taladro 33	2.5	0	Taladro 58	2.5	0	Taladro 83			Taladro 9	2.5	0	Taladro 34	2.5	0	Taladro 59	2.5	0	Taladro 84			Taladro 10	2.5	0	Taladro 35	2.5	0	Taladro 60	2.5	0	Taladro 85			Taladro 11	2.5	0	Taladro 36	2.5	0	Taladro 61	2.5	0	Taladro 86			Taladro 12	2.5	0	Taladro 37	2.5	0	Taladro 62	2.5	0	Taladro 87			Taladro 13	2.5	0	Taladro 38	2.5	0	Taladro 63	2.5	0	Taladro 88			Taladro 14	2.5	0	Taladro 39	2.5	0	Taladro 64	2.5	0	Taladro 89			Taladro 15	2.5	0	Taladro 40	2.5	0	Taladro 65	2.5	0	Taladro 90			Taladro 16	2.5	0	Taladro 41	2.5	0	Taladro 66			Taladro 91			Taladro 17	2.5	0	Taladro 42	2.5	0	Taladro 67			Taladro 92			Taladro 18	2.5	0	Taladro 43	2.5	0	Taladro 68			Taladro 93			Taladro 19	2.5	0	Taladro 44	2.5	0	Taladro 69			Taladro 94			Taladro 20	2.5	0	Taladro 45	2.5	0	Taladro 70			Taladro 95			Taladro 21	2.5	0	Taladro 46	2.5	0	Taladro 71			Taladro 96			Taladro 22	2.5	0	Taladro 47	2.5	0	Taladro 72			Taladro 97			Taladro 23	2.5	0	Taladro 48	2.5	0	Taladro 73			Taladro 98			Taladro 24	2.5	0	Taladro 49	2.5	0	Taladro 74			Taladro 99			Taladro 25	2.5	0	Taladro 50	2.5	0	Taladro 75			Taladro 100		
Ocho I.		Ocho F.		Ocho I.		Ocho F.		Ocho I.		Ocho F.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Taladro 1	2.5	0	Taladro 26	2.5	0	Taladro 51	2.5	0	Taladro 76																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 2	2.5	0	Taladro 27	2.5	0	Taladro 52	2.5	0	Taladro 77																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 3	2.5	0	Taladro 28	2.5	0	Taladro 53	2.5	0	Taladro 78																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 4	2.5	0	Taladro 29	2.5	0	Taladro 54	2.5	0	Taladro 79																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 5	2.5	0	Taladro 30	2.5	0	Taladro 55	2.5	0	Taladro 80																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 6	2.5	0	Taladro 31	2.5	0	Taladro 56	2.5	0	Taladro 81																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 7	2.5	0	Taladro 32	2.5	0	Taladro 57	2.5	0	Taladro 82																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 8	2.5	0	Taladro 33	2.5	0	Taladro 58	2.5	0	Taladro 83																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 9	2.5	0	Taladro 34	2.5	0	Taladro 59	2.5	0	Taladro 84																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 10	2.5	0	Taladro 35	2.5	0	Taladro 60	2.5	0	Taladro 85																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 11	2.5	0	Taladro 36	2.5	0	Taladro 61	2.5	0	Taladro 86																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 12	2.5	0	Taladro 37	2.5	0	Taladro 62	2.5	0	Taladro 87																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 13	2.5	0	Taladro 38	2.5	0	Taladro 63	2.5	0	Taladro 88																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 14	2.5	0	Taladro 39	2.5	0	Taladro 64	2.5	0	Taladro 89																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 15	2.5	0	Taladro 40	2.5	0	Taladro 65	2.5	0	Taladro 90																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 16	2.5	0	Taladro 41	2.5	0	Taladro 66			Taladro 91																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 17	2.5	0	Taladro 42	2.5	0	Taladro 67			Taladro 92																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 18	2.5	0	Taladro 43	2.5	0	Taladro 68			Taladro 93																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 19	2.5	0	Taladro 44	2.5	0	Taladro 69			Taladro 94																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 20	2.5	0	Taladro 45	2.5	0	Taladro 70			Taladro 95																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 21	2.5	0	Taladro 46	2.5	0	Taladro 71			Taladro 96																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 22	2.5	0	Taladro 47	2.5	0	Taladro 72			Taladro 97																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 23	2.5	0	Taladro 48	2.5	0	Taladro 73			Taladro 98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 24	2.5	0	Taladro 49	2.5	0	Taladro 74			Taladro 99																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Taladro 25	2.5	0	Taladro 50	2.5	0	Taladro 75			Taladro 100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
OBSERVACIONES:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
NOMBRE Y FIRMA DEL SUPERVISOR DE PERFORACION Y FRAGMENTACIÓN JIVE: <i>[Firma]</i>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
NOMBRE Y FIRMA DEL ESPECIALISTA EN PIROTECNICOS JIVE: <i>CHACHON VILCA, HENRI</i>																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

Controles adicionales

Como controles extra disponemos de:

- 04 Extintores de 9KG Y 02 Bate fuegos.

Figura 45. Bate fuego y Extintores



Resultados de fragmentación

Después de la comprobación se comunica un disparo sin cambios.

Figura 46. Fragmentación de manera regular



b. Evaluación Segunda de fragmentación Proyecto

Fragmentación y perforación de rocas, camino Llata - Presa de relaves

Fase VII, así como diques y lagos auxiliares y presas de relaves.

Lugar

Camino hacia Llata, gradual km 0 + 400 – 0 + 460

Aplicar cápsulas softbreaker mediante fragmentación

Tabla 14. Gastos de capsulas softbreaker, F001

DESCRIPCIÓN	Unidad	Producción	Buffer	Total
Cápsulas SOFTBREAKER	Und	98.00	0.00	98.00
-	-	-	-	-
TOTAL		98.00 CAPSULAS		

Utilización de complementos para la fragmentación

Tabla 15. Utilización de accesorios, F001

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Cerillos	Und	98
Cable de empalme - troncal	m	67.5
Cable disparo - troncal	m	200
Conector Cable - Cable	Und	128

Estimaciones de valores para la evaluación del volumen

Tabla 16. Cálculo de volumen movido, F001

Voladura	Taladros Cargados	Altura Total (m)	Burden (m)	Espac. (m)	Volumen (m3)	FC (Kg/m3)
Producción	49	3.70	1.80	2.10	685.31	0.15
Buffer	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precorte	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	49				685.31	-

Observaciones post fragmentación

El procedimiento de fragmentación se llevó a cabo de manera tranquila, no se han registrado proyecciones de roca, y el sismógrafo se situó a 60 metros de la grieta.

Imágenes pre-fragmentación

Figura 47. Protector de taladros con geomembrana, malla y bolsas de vaporización



Figura 48. Lugar del sismógrafo



Figura 49. Meeting de fragmentación



Imágenes post-fragmentación

Figura 50. Efectos de la fragmentación



Figura 51. Meeting de fragmentación

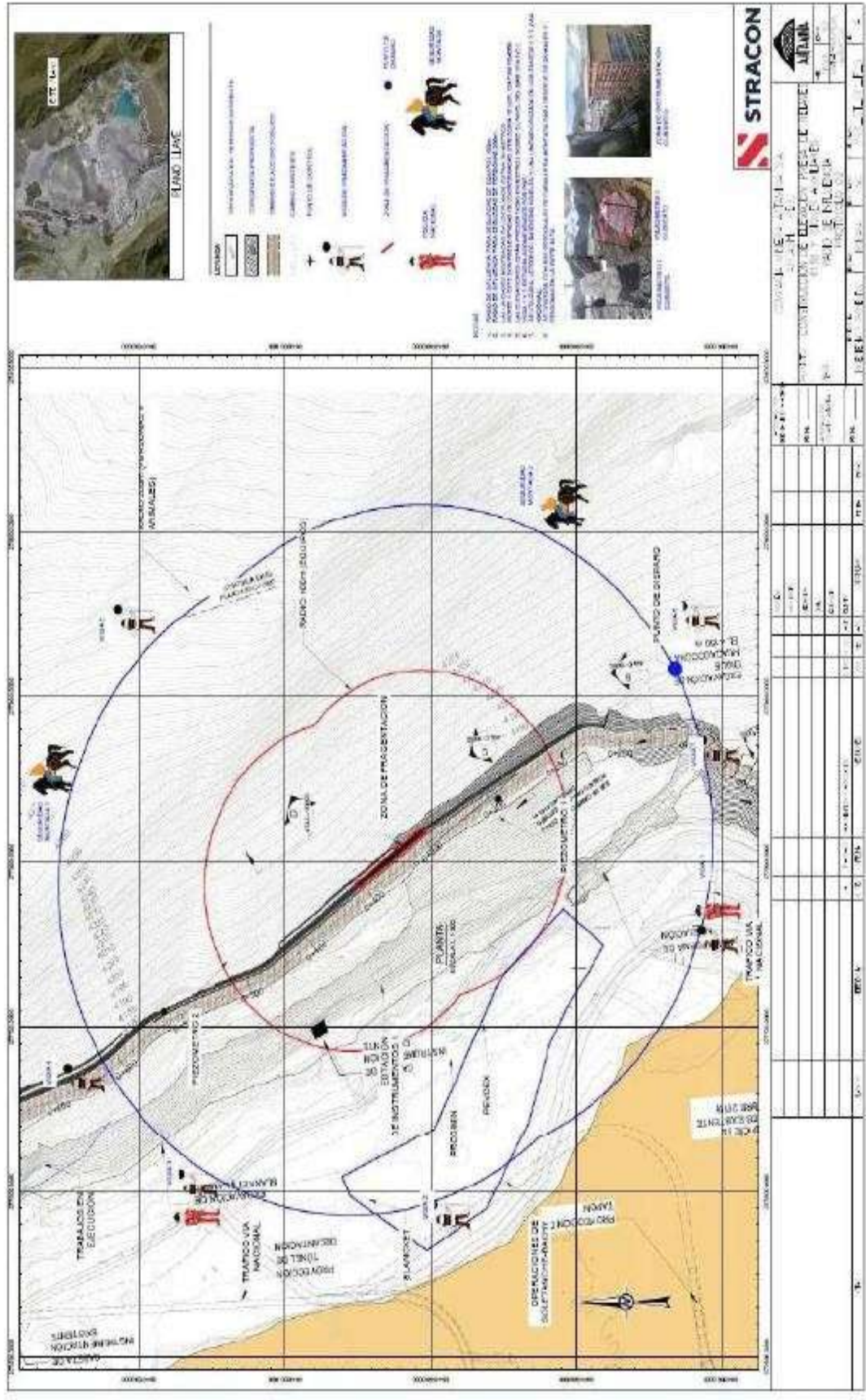


Reporte de taladros y su detonación

Figura 52. Comprobación de taladros que han detonado

		CHECK LIST "VERIFICACIÓN DE TALADRO DETONADO EN SU TOTALIDAD"		Fecha: 02-06-2021
Proyecto:	CAMINO LLATA	Fragmentación N°:	01	
Lugar:	Km 0+400 - 0+460	Hora Inicio:	12:35	Hora Final: 12:40
Taladro 1 ☒	Taladro 26 ☒	Taladro 51 ☒	Taladro 76 ☐	
Taladro 2 ☒	Taladro 27 ☒	Taladro 52 ☒ N/A	Taladro 77 ☐	
Taladro 3 ☒	Taladro 28 ☒ N/A	Taladro 53 ☒ N/A	Taladro 78 ☐	
Taladro 4 ☒ N/A	Taladro 29 ☒	Taladro 54 ☒ N/A	Taladro 79 ☐	
Taladro 5 ☒	Taladro 30 ☒	Taladro 55 ☒ N/A	Taladro 80 ☐	
Taladro 6 ☒	Taladro 31 ☒	Taladro 56 ☒ N/A	Taladro 81 ☐	
Taladro 7 ☒	Taladro 32 ☒	Taladro 57 ☒ N/A	Taladro 82 ☐	
Taladro 8 ☒	Taladro 33 ☒	Taladro 58 ☒ N/A	Taladro 83 ☐	
Taladro 9 ☒	Taladro 34 ☒	Taladro 59 ☐	Taladro 84 ☐	
Taladro 10 ☒	Taladro 35 ☒	Taladro 60 ☐	Taladro 85 ☐	
Taladro 11 ☒	Taladro 36 ☒	Taladro 61 ☐	Taladro 86 ☐	
Taladro 12 ☒	Taladro 37 ☒	Taladro 62 ☐	Taladro 87 ☐	
Taladro 13 ☒	Taladro 38 ☒	Taladro 63 ☐	Taladro 88 ☐	
Taladro 14 ☒	Taladro 39 ☒	Taladro 64 ☐	Taladro 89 ☐	
Taladro 15 ☒	Taladro 40 ☒	Taladro 65 ☐	Taladro 90 ☐	
Taladro 16 ☒	Taladro 41 ☒	Taladro 66 ☐	Taladro 91 ☐	
Taladro 17 ☒	Taladro 42 ☒	Taladro 67 ☐	Taladro 92 ☐	
Taladro 18 ☒	Taladro 43 ☒	Taladro 68 ☐	Taladro 93 ☐	
Taladro 19 ☒	Taladro 44 ☒	Taladro 69 ☐	Taladro 94 ☐	
Taladro 20 ☒	Taladro 45 ☒	Taladro 70 ☐	Taladro 95 ☐	
Taladro 21 ☒	Taladro 46 ☒	Taladro 71 ☐	Taladro 96 ☐	
Taladro 22 ☒	Taladro 47 ☒	Taladro 72 ☐	Taladro 97 ☐	
Taladro 23 ☒	Taladro 48 ☒	Taladro 73 ☐	Taladro 98 ☐	
Taladro 24 ☒	Taladro 49 ☒	Taladro 74 ☐	Taladro 99 ☐	
Taladro 25 ☒	Taladro 50 ☒	Taladro 75 ☐	Taladro 100 ☐	

Figura 53. Plano de la fragmentación 002



c. Evaluación Tercera de fragmentación

Proyecto

El proceso de perforación y fragmentación de rocas, la ruta Llata - Presa de relaves Fase VII y los diques auxiliares, junto con diques extra, y diques adicionales.

Lugar

Carretera a Llata, progresivo km 0 + 340 – 0 + 400.

Consumo de capsulas softbreaker por fragmentación

Tabla 17. Gasto de capsulas softbreaker, F002

DESCRIPCIÓN	Unidad	Producción	Buffer	Precorte	Total
Cápsulas SOFTBREAKER	Und	99.00	0.00	0.00	99.00
-	-	-	-	-	-
TOTAL		99.00 CAPSULAS			

Utilización de accesorios para la fragmentación

Tabla 18. Utilización de accesorios, F002

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Iniciador eléctrico (Cerillo)	Und	99
Cable de empalme - troncal	m	72
Cable disparo - troncal	m	200
Conector Cable - Cable	Und	144

Valores considerados para la cálculo del volumen

Tabla 18. Cálculo de volumen movido, F002

Voladura	Taladros Cargados	Altura Total (m)	Burden (m)	Espac. (m)	Volumen (m3)	FC (Kg/m3)
Producción	61	3.33	1.80	2.10	767.83	0.13
Buffer	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precorte	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	61				767.83	-

Informaciones post fragmentación

El procedimiento de fragmentación se llevó a cabo de manera tranquila, no se han registrado proyecciones de roca, y el sismógrafo se situó a 18 metros de la grieta.

Imágenes pre-fragmentación

Figura 54. Sujeción de la malla a fragmentar



Figura 55. Recubrimiento de taladros con geomembrana, malla y sacos de stemming



Figura 56. *Instalación de sismógrafo a 18 m.*



Imágenes post-fragmentación



Reporte de taladros y su detonación

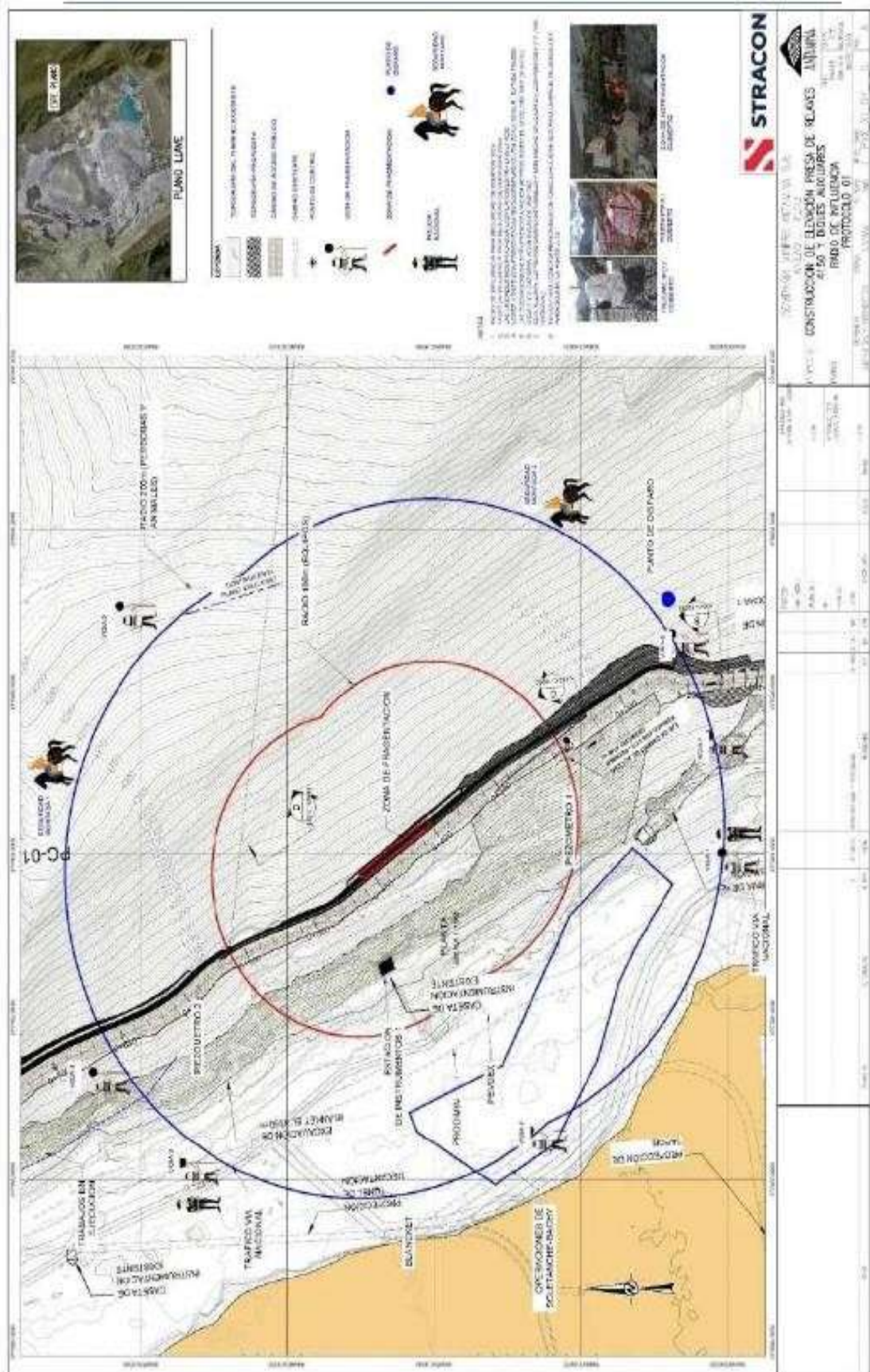
Figura 57. Comprobación de resistencia en los taladros



Figura 58. Comprobación de taladros detonados

STRACON		CHECK LIST "VERIFICACIÓN DE TALADRO DETONADO EN SU TOTALIDAD"	Fecha: 05/06/2021
Proyecto:	ENTRE ESTRIBO DERECHO Y SITE HILL (CAMINO LLATA)	Fragmentación N°:	02
Lugar:	Km 0+340 - 0+400	Hora Inicio: 12:07	Hora Final: 12:15
Taladro 1	☒	Taladro 26	☒
Taladro 2	☒	Taladro 27	☒
Taladro 3	☒	Taladro 28	☒
Taladro 4	☒	Taladro 29	☒
Taladro 5	☒	Taladro 30	☒
Taladro 6	☒	Taladro 31	☒
Taladro 7	☒	Taladro 32	☒
Taladro 8	☒	Taladro 33	☒
Taladro 9	☒	Taladro 34	☒
Taladro 10	☒	Taladro 35	☒
Taladro 11	☒	Taladro 36	☒
Taladro 12	☒	Taladro 37	☒
Taladro 13	☒	Taladro 38	☒
Taladro 14	☒	Taladro 39	☒
Taladro 15	☒	Taladro 40	☒
Taladro 16	☒	Taladro 41	☒
Taladro 17	☒	Taladro 42	☒
Taladro 18	☒	Taladro 43	☒
Taladro 19	☒	Taladro 44	☒
Taladro 20	☒	Taladro 45	☒
Taladro 21	☒	Taladro 46	☒
Taladro 22	☒	Taladro 47	☒
Taladro 23	☒	Taladro 48	☒
Taladro 24	☒	Taladro 49	☒
Taladro 25	☒	Taladro 50	☒
Taladro 51	☒	Taladro 52	☒
Taladro 53	☒	Taladro 54	☒
Taladro 55	☒	Taladro 56	☒
Taladro 57	☒	Taladro 58	☒
Taladro 59	☒	Taladro 60	☒
Taladro 61	☒	Taladro 62	☐
Taladro 63	☐	Taladro 64	☐
Taladro 65	☐	Taladro 66	☐
Taladro 67	☐	Taladro 68	☐
Taladro 69	☐	Taladro 70	☐
Taladro 71	☐	Taladro 72	☐
Taladro 73	☐	Taladro 74	☐
Taladro 75	☐	Taladro 76	☐
Taladro 77	☐	Taladro 78	☐
Taladro 79	☐	Taladro 80	☐
Taladro 81	☐	Taladro 82	☐
Taladro 83	☐	Taladro 84	☐
Taladro 85	☐	Taladro 86	☐
Taladro 87	☐	Taladro 88	☐
Taladro 89	☐	Taladro 90	☐
Taladro 91	☐	Taladro 92	☐
Taladro 93	☐	Taladro 94	☐
Taladro 95	☐	Taladro 96	☐
Taladro 97	☐	Taladro 98	☐
Taladro 99	☐	Taladro 100	☐

93



d. Apreciación Cuarta de fragmentación

Proyecto

El procedimiento de perforación y fragmentación de rocas, la ruta Llata - Presa de relaves Fase VII y los diques auxiliares, que incluyen diques adicionales y diques extra.

Lugar

Carretera a Llata, progresivo km 0 + 308 – 0 + 340

Aplicar cápsulas softbreaker mediante fragmentación

Tabla 19. Gasto de capsulas softbreaker, F003

DESCRIPCIÓN	Unidad	Producción	Buffer	Total
Cápsulas SOFTBREAKER	Und	126.00	0.00	126.00
-	-	-	-	-
TOTAL		126.00 CAPSULAS		

Gasto de accesorios para la fragmentación

Tabla 20. Utilización de accesorios, F003

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Iniciador eléctrico (Cerillo)	Und	126
Cable de empalme - troncal	m	67.5
Cable disparo - troncal	m	200
Conector Cable - Cable	Und	140

Valores considerados para la medición del volumen

Tabla 21. Cálculo de volumen movido, F003

Voladura	Taladros Cargados	Altura Total (m)	Burden (m)	Espac. (m)	Volumen (m3)	FC (Kg/m3)
Producción	68	4.33	1.80	2.10	1112.98	0.11
Buffer	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precorte	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	68				1112.98	-

Observaciones post fragmentación

El procedimiento de fragmentación se llevó a cabo sin imprevistos, no se detectaron proyecciones de roca, y el sismógrafo se situó a 6,0 m de la fractura. Presentaciones previas sobre la fragmentación.

Figura 60. Amarre de la malla a fragmentar



Figura 61. Recubrimiento de taladros con geomembrana, malla y sacos de stemming



Figura 62. Roca fragmentada



Imágenes post-fragmentación

Figura 63. Fragmentación controlada



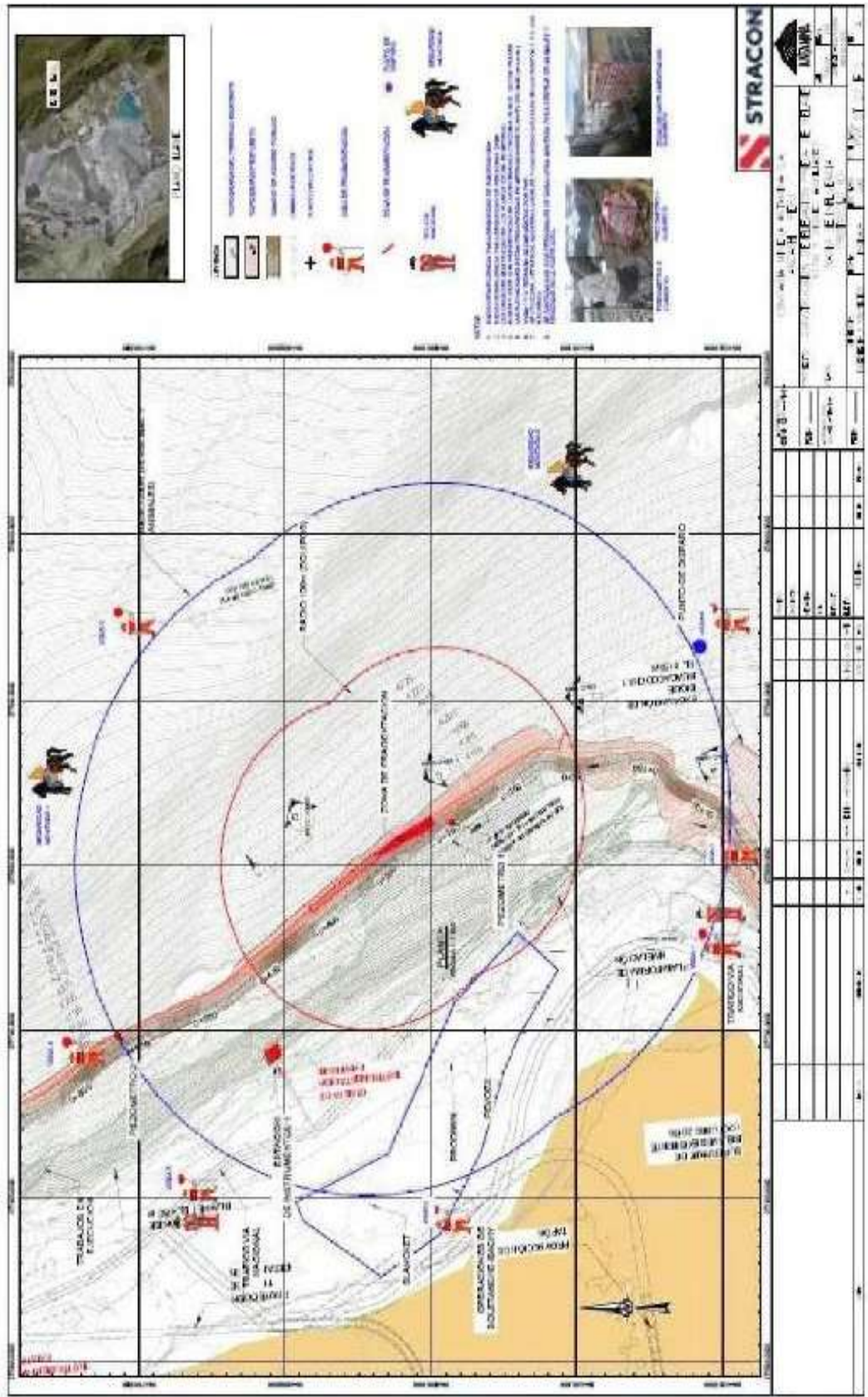
Figura 64. Terreno fragmentado



Figura 65. Verificación de taladros detonados

		CHECK LIST "VERIFICACIÓN DE TALADRO DETONADO EN SU TOTALIDAD"		Fecha: <u>08/06/2021</u>	
Proyecto:	ENTRE ESTRIBO DERECHO Y SITE HILL (CAMINO LLATA)		Fragmentación N°:	03	
Lugar:	Km 0+308 - 0+340		Hora Inicio:	<u>12:12 pm</u>	
			Hora Final:	<u>12:18 pm</u>	
Taladro	1 ☒	Taladro	26 ☒	Taladro	51 ☒
Taladro	2 ☒	Taladro	27 ☒	Taladro	52 ☒
Taladro	3 ☒	Taladro	28 ☒	Taladro	53 ☒
Taladro	4 ☒	Taladro	29 ☒	Taladro	54 ☒
Taladro	5 ☒	Taladro	30 ☒	Taladro	55 ☒
Taladro	6 ☒	Taladro	31 ☒	Taladro	56 ☒
Taladro	7 ☒	Taladro	32 ☒	Taladro	57 ☒
Taladro	8 ☒	Taladro	33 ☒	Taladro	58 ☒
Taladro	9 ☒	Taladro	34 ☒	Taladro	59 ☒
Taladro	10 ☒	Taladro	35 ☒	Taladro	60 ☒
Taladro	11 ☒	Taladro	36 ☒	Taladro	61 ☒
Taladro	12 ☒	Taladro	37 ☒	Taladro	62 ☒
Taladro	13 ☒	Taladro	38 ☒	Taladro	63 ☒
Taladro	14 ☒	Taladro	39 ☒	Taladro	64 ☒
Taladro	15 ☒	Taladro	40 ☒	Taladro	65 ☒
Taladro	16 ☒	Taladro	41 ☒	Taladro	66 ☒
Taladro	17 ☒	Taladro	42 ☒	Taladro	67 ☒
Taladro	18 ☒	Taladro	43 ☒	Taladro	68 ☒
Taladro	19 ☒	Taladro	44 ☒	Taladro	69 ☐
Taladro	20 ☒	Taladro	45 ☒	Taladro	70 ☐
Taladro	21 ☒	Taladro	46 ☒	Taladro	71 ☐
Taladro	22 ☒	Taladro	47 ☒	Taladro	72 ☐
Taladro	23 ☒	Taladro	48 ☒	Taladro	73 ☐
Taladro	24 ☒	Taladro	49 ☒	Taladro	74 ☐
Taladro	25 ☒	Taladro	50 ☒	Taladro	75 ☐
				Taladro	76 ☐
				Taladro	77 ☐
				Taladro	78 ☐
				Taladro	79 ☐
				Taladro	80 ☐
				Taladro	81 ☐
				Taladro	82 ☐
				Taladro	83 ☐
				Taladro	84 ☐
				Taladro	85 ☐
				Taladro	86 ☐
				Taladro	87 ☐
				Taladro	88 ☐
				Taladro	89 ☐
				Taladro	90 ☐
				Taladro	91 ☐
				Taladro	92 ☐
				Taladro	93 ☐
				Taladro	94 ☐
				Taladro	95 ☐
				Taladro	96 ☐
				Taladro	97 ☐
				Taladro	98 ☐
				Taladro	99 ☐
				Taladro	100 ☐

Figura 66. Plano de la fragmentación 002



4.3. Prueba de hipótesis

Hipótesis (H1)

Al emplear las cápsulas softbreaker, teniendo en cuenta su diseño, sus parámetros, el espacio de trabajo, las limitaciones existentes en el ambiente de trabajo, la perforación a efectuar y los protocolos de fragmentación, se consigue establecer, medir, examinar, regular y mejorar los procesos de fragmentación.

- **H0:** Optimización de la capsulas softbreaker en el proyecto de la Presa de Relaves y Diques Auxiliare Fase VII - Compañía Minera Antamina S.A.
- **H1:** Reducirán los costos en la presa Compañía Minera Antamina S.A.

4.4. Discusión de resultados

El estudio de los datos recogidos durante la investigación se ha llevado a cabo en diversas fases o instantes que se enumeran a continuación:

- La técnica de perforación.
- El método de empleo de las cápsulas softbreaker.
- Aspectos a tomar antes de comenzar la fragmentación.
- Análisis de la fragmentación.

En relación a la primera fase, se tomó en cuenta el procedimiento de perforación que se realiza durante la edificación del acceso. Se notó que se lleva a cabo la perforación utilizando perforadoras Rock Drill. Se considerarán la programación previa, los parámetros para perforar y el procedimiento de fragmentación.

En la segunda fase se examina y descubrió de manera precisa el procedimiento a seguir al utilizar las cápsulas softbreaker, teniendo en cuenta su diseño, sus parámetros, el espacio laboral, las limitaciones existentes en el ambiente de trabajo, la perforación a efectuar, los protocolos de fragmentación,

la notificación del proceso, las reuniones de campo relacionadas con el trabajo de fragmentación, el despeje del área, personal y material a utilizar. Todos estos elementos se crearon para poder implementar y entender antes de llevar a cabo la fragmentación.

En la tercera fase, se tomarán en cuenta elementos como la zona de trabajo, el proceso de carga, la organización, las tareas a llevar a cabo en el portal del túnel, La fragmentación de la roca mediante el pirotécnico, la limpieza del terreno y los controles que se consideran se consideran.

En la cuarta fase de análisis del proceso de fragmentación, se realizaron a cabo cuatro evaluaciones en cuatro áreas de trabajo, lo que nos proporciona los siguientes datos:

- a) Evaluación inicial: se realizó en las fases 0+475 a 0+505, en el frente 3, se contabilizaron 132 taladros, de los cuales se cargaron 65, logrando un Factor de carga ponderada de 0,15 kg/m³ en los taladros de producción.

El volumen de la perforación es de 2165 m³ y su longitud es de 5,80 m. El objetivo de la fragmentación es alcanzar la cota de sub rasante tras la finalización de la limpieza en esta parte.

Se consideraron todos los controles previos, tanto durante como tras la fragmentación, lo que resultó en una fragmentación única e inusual.

- b) La evaluación segunda: Se llevó a cabo en Camino a Llata, a lo largo del km 0 + 400 - 0 + 460, donde se excavaron 49 pozos. Se emplearon 98 cápsulas de breaker suave con un coeficiente de potencia de 0,15 kg/m³. Los taladros se protegieron con geomembranas, mallas y recipientes para el astillamiento. El informe sobre taladros que no detonaron indica que 9 taladros no

detonaron. El informe sobre taladros que no detonaron indica que 9 taladros no detonaron. Con la fragmentación inédita, sigue siendo una novedad.

- c) En la evaluación tercera: realizada en Camino a Llata, progresivo km 0 + 340 - 0 + 400, se realizaron 61 perforaciones, en las que se utilizaron 99 cápsulas de softbreaker con un factor de potencia de 0.13 kg/m³. Los taladros fueron recubiertos con geomembranas, mallas y contenedores destinados al astillado. El reporte de taladros detonados señala que todos los taladros fueron detonados. Con la fragmentación única, continúa siendo un avance.
- d) El cuarto análisis: tuvo lugar en Camino a Llata, progresivo km 0 + 308 - 0 + 340, en el que se llevaron a cabo 68 perforaciones, empleando 126 cápsulas de softbreaker, con un factor de potencia de 0.11 kg/m³. Los taladros se cubrieron con geomembranas, mallas y recipientes para el vapor. El informe de taladros que se detonaron señala que todos los taladros se detonaron. El proyecto de la presa de relaves y diques auxiliares de la Fase VII de la Compañía Minera Antamina S.A.A ha sido fragmentado sin cambios.

CONCLUSIONES

1. En base al estudio de los resultados alcanzados, sostendremos que el uso de las cápsulas softbreaker ha probado ser adecuado Proceso de fragmentación en la edificación del acceso al proyecto Obras de Presa en la Compañía Minera Antamina.
2. Se inició de manera precisa el procedimiento a seguir al utilizar las cápsulas softbreaker, teniendo en cuenta su diseño, sus parámetros, el espacio laboral, las limitaciones existentes en el lugar de trabajo, la perforación a efectuar, los protocolos de fragmentación, la notificación del proceso, las reuniones de campo relacionadas con el trabajo de fragmentación, despeje del área, personal y material a utilizar. Todos estos elementos se crearon para poder implementar y entender antes de llevar a cabo la fragmentación.
3. En el transcurso del estudio, Durante la edificación del acceso al proyecto Obras pie de presa en la Empresa Minera Antamina, se realizó a cabo cuatro evaluaciones.
 - Vía a Ayash, continuas 0+475 al 0+505, frente 3
 - Vía a Llata, continuo km 0 + 400 – 0 + 460
 - Vía a Llata, continuo km 0 + 340 – 0 + 400
 - Vía a Llata, continuo km 0 + 308 – 0 + 340

En el que se utilizaron cápsulas softbreaker con un factor de carga medio de 0.15 kg/m³, los taladros fueron recubiertos con geomembranas, mallas y contenedores de tallos. El informe de taladros detonados señala que la fragmentación no se produjo recientemente. El informe de taladros detonados indica que la fragmentación no fue reciente.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda una revisión constante, que incluyen revisiones internas y externas con el propósito de una mejora continua. En los monitoreos de biodiversidad alrededor de las operaciones que se viene realizando.
- Además, se recomienda la utilización de otros mecanizados de apoyo como los pernos hidrabol y swellex, que ofrecen resultados sobresalientes debido a su alta adherencia en las tareas de explotación.

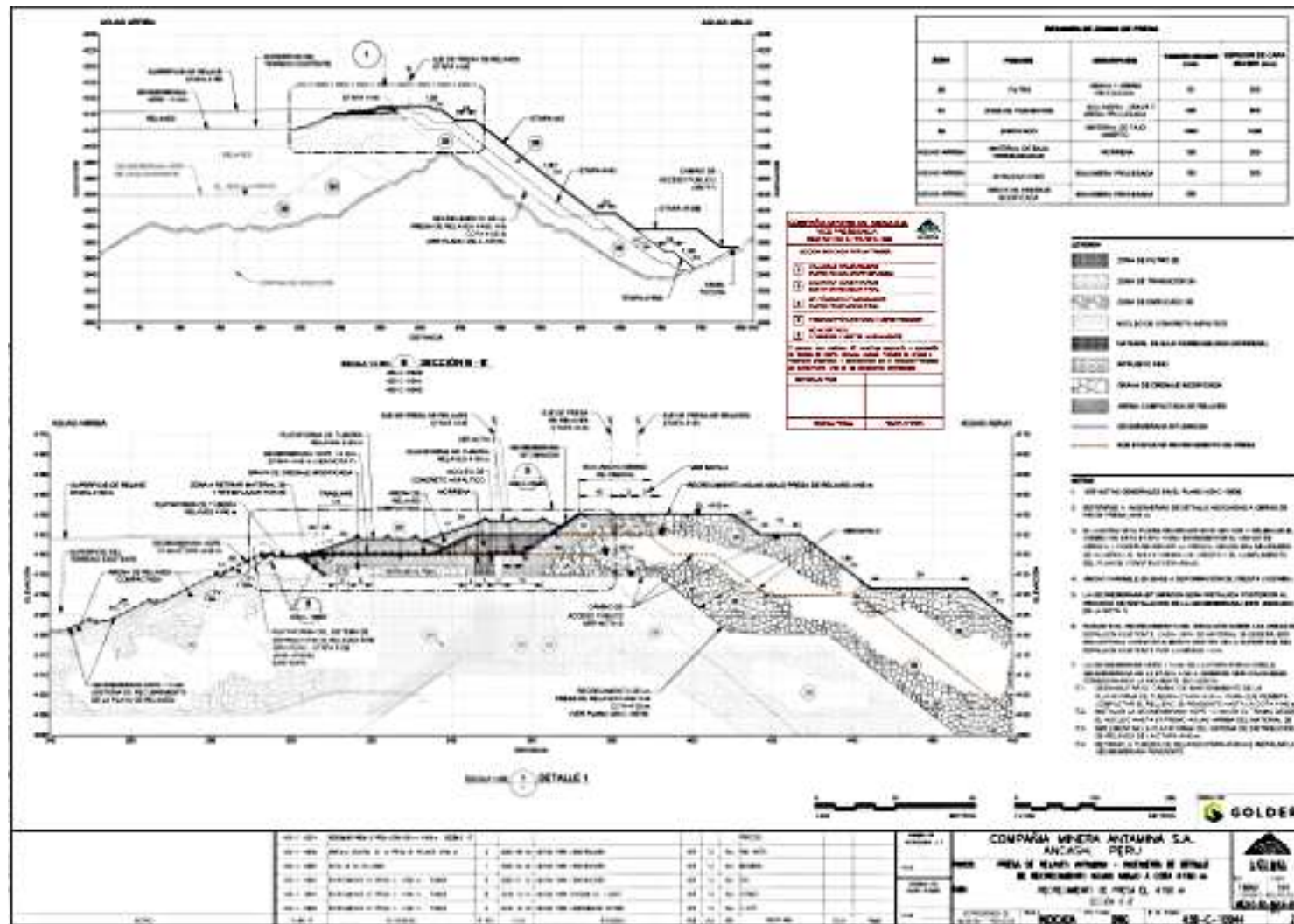
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Antamina. (2010).** Lineamientos de gestión en medio ambiente, seguridad industrial, salud & comunidades para socios estratégicos. Lima: Antamina.
- Konya, C., & Albarrán, E. (1998):** “Diseño De Voladuras”. México D.F.
- López Jimeno, C., López Jimeno, E., & García Bermúdez, P. (2003):** “Manual de perforación y voladura de rocas”. Madrid, España.
- Morhard, R. C. (1987):** “Explosives and rock blasting”. Dallas, TX.
- Ames, V., & León, G. (2007):** “Tecnología de Explosivos”. Lima, Perú.
- Mormontoy, J (2013).** Concideraciones especiales de Minado Fase 5 – Antamina.
- Luis Alfredo Chávez León (2014):** “Optimización de la fragmentación en los proyectos de voladura primaria en la zona norte del tajo San Pedro Sur, Minera La Zanja”, Lima, Perú.
- Berger, Eduardo; Scherpenisse, Carlos. (1998).** Tronadura Controlada y Evaluación del Daño en Minas de Cielo Abierto. Chile: Publicaciones Instituto de Ingenieros de Minas de Chile.
- Cameron K. McKenzie. (1998).** Tecnología de Voladura de Roca. Lima-Perú: Publicaciones Universidad Nacional de Ingeniería.
- Davey Bickford. (2014).** Libro de taller de optimización de perforación y voladura. Perú: Enaex group.
- ENAEEX S.A. (2010).** Manual de voladura. Perú.
- López Jimeno, Carlos; López Jimeno, Emilio; PERNIA LLERA, José María y PLA Ortiz de Urbina, Fernando. (2003).**
- Manual de Perforación y Voladura de Rocas.** Madrid-España: Edic. Instituto Geológico y Minero de España.
- Romulo Mucho. (2012).** Libro de Avances en la Tecnología de Voladura de Rocas. Perú: PEVOEX.
- Scherpenisse, Carlos. (2006).** Monitoreo y Modelamiento de Vibraciones para el control y evaluación del daño por Voladuras. Perú: curso Voladura EXSA.

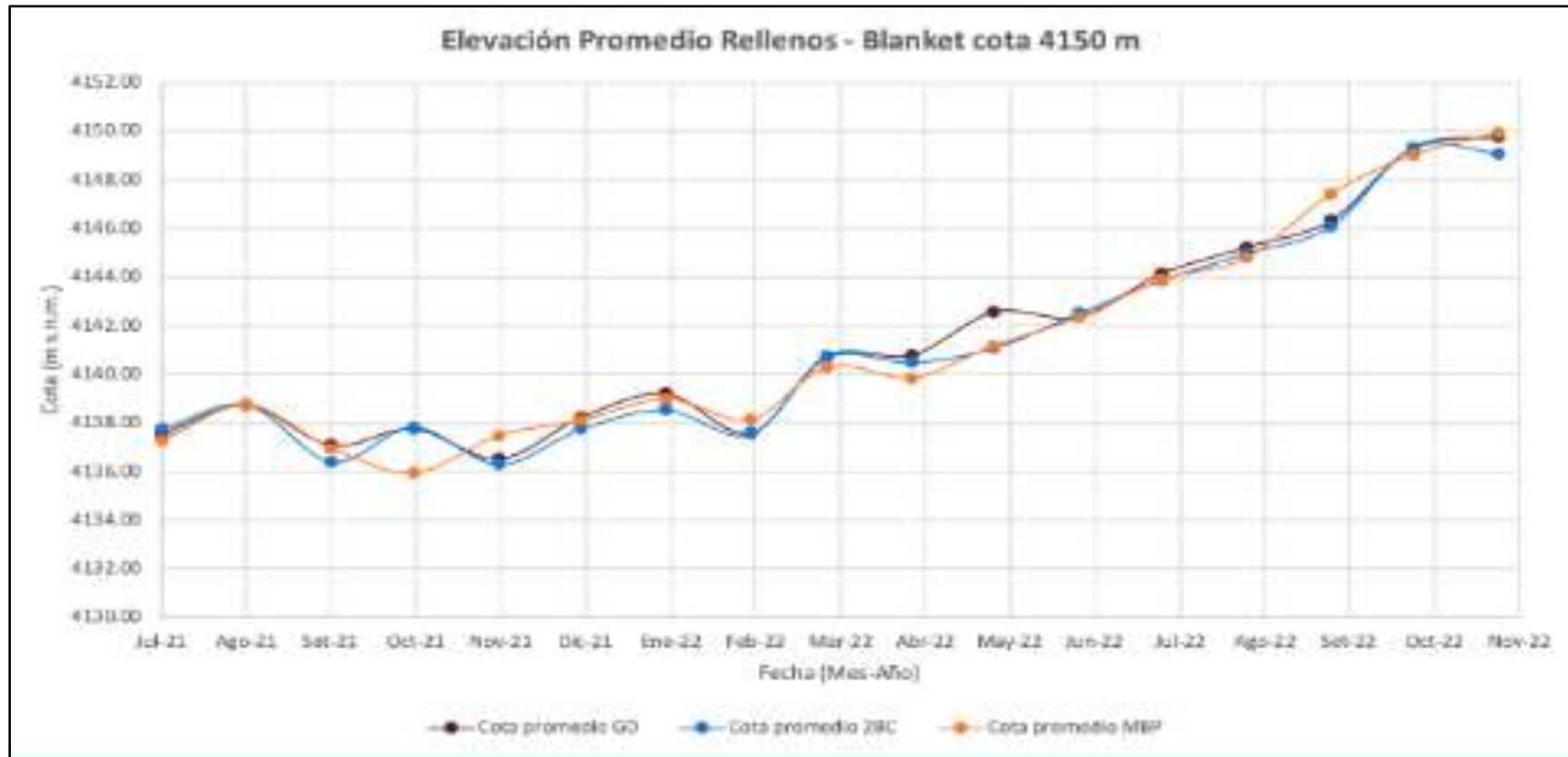
ANEXOS

[illegible]

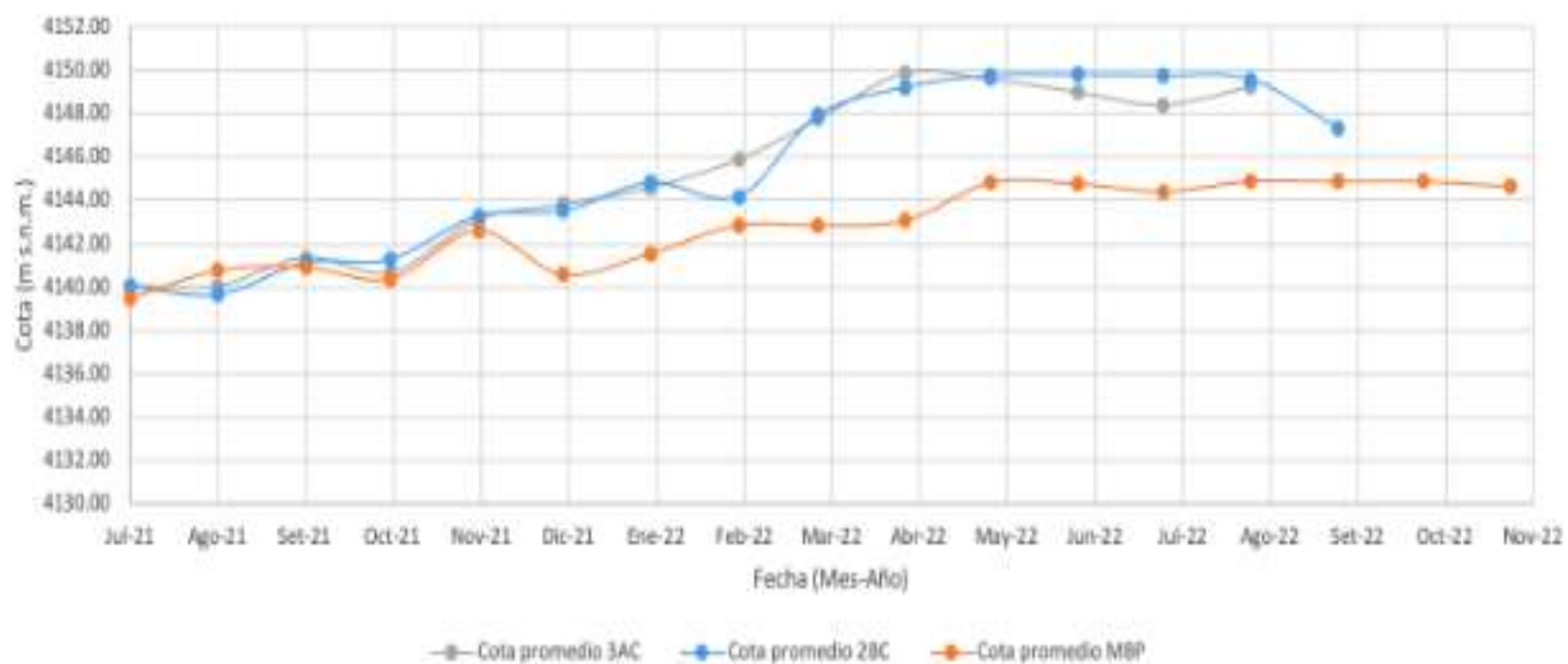
Anexo 2. Planos de Ingeniería de Detalle



Anexo 3. Elevación de rellenos en la presa y blanket – Fase VII



Elevación Promedio Rellenos - Presa de Relaves
cota 4150 m



Anexo 4

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
TÍTULO: Perforación y Fragmentación con Capsulas Softbreaker para el Proyecto de la Presa de Relaves y Diques Auxiliare Fase VII - Compañía Minera Antamina S.A. Tesista: Bach. Roberto Carlos ROJAS PORRAS						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO Y NIVEL DE INVEST
GENERAL: ¿Como realizar la Perforación y Fragmentación con Capsulas Softbreaker para el Proyecto de la Presa de Relaves y Diques Auxiliare Fase VII - Compañía Minera Antamina S.A.?	GENERAL: Realizar la Perforación y Fragmentación con Capsulas Softbreaker para el Proyecto de la Presa de Relaves y Diques Auxiliare Fase VII - Compañía Minera Antamina S.A.	GENERAL Si realizamos la Perforación y Fragmentación con Capsulas Softbreaker ejecutaremos el Proyecto de la Presa de Relaves y Diques Auxiliare Fase VII - Compañía Minera Antamina S.A.	INDEPENDIENTE X: Perforación y Fragmentación con Capsulas Softbreaker de la Compañía Minera Antamina.	Planeamiento Minero Operaciones Compañía Minera Antamina	Perforación Fragmentación Seguridad Presa de Relaves Diques	TIPO: Aplicada. NIVEL: Evaluativa.
Problemas específicos A. ¿Con la realización de la perforación lograremos el diseño de la presa de relaves y los diques en la Compañía Minera Antamina? B. ¿con la aplicación de la fragmentación con Capsulas Softbreaker se conformará el talud requerido para la presa de relaves de la Compañía Minera Antamina?	Objetivos específicos A. Realizar la perforación para el diseño de la presa de relaves y los diques en la Compañía Minera Antamina? B. Aplicar la fragmentación con Capsulas Softbreaker para conformará el talud requerido para la presa de relaves de la Compañía Minera Antamina.	Hipótesis específicas A. La realización de la perforación fijara el diseño de la presa de relaves y los diques en la Compañía Minera Antamina. B. La aplicación de la fragmentación con Capsulas Softbreaker conformará el talud requerido para la presa de relaves de la Compañía Minera Antamina.	Variables Dependientes Y: Presa de Relaves y Diques Auxiliare Fase VII de la Compañía Minera Antamina.			