UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

Informe de Suficiencia Profesional

"ESTIMACIÓN DE RANGOS DE PROYECCIÓN DE ROCA EN FUNCIÓN A LA PROFUNDIDAD DE ENTIERRO ESCALADA EN MINA SUMMA GOLD CORP-2019"

PRESENTADO POR:

BACH. MARCO VASQUEZ CORI

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

MOQUEGUA - PERÚ

2020

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA FEDATARIO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO POR SUFICIENCIA

Folio N° 0007

I. Documento de aprobación del Proyecto de Trabajo de Suficiencia Profesional:
RESOLUCIÓN PRESIDENCIAL N° 0721-2020-UNAM
Fecha: 23 DE OCTUBRE DEL 2020

II. El Jurado ha calificado la defensa del Trabajo de Suficiencia Profesional, TITULADO:
ESTIMACIÓN DE RANGOS DE PROYECCIÓN DE ROCA EN FUNCIÓN A LA PROFUNDIDAD DE ENTIERRO ESCALADA EN MINA SUMMA GOLD CORP - 2019.

Bachiller:
MARCO VÁSQUEZ CORI

Asesor Principal:
DR. MARCOS LUIS QUISPE PÉREZ

III. Se dictamina:
Como: APROBADO por UNANIMIDAD
La defensa aprueba con nota: QUINCE (15), bajo la modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional, por lo que SI opta el Título Profesional de INGENIERO DE MINAS.
Siendo las 09:05 horas a los 28 DÍAS de OCTUBRE del año 2020 se procede a la firma con conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Presidente
MGR. JORGE LUIS FLORES SAAS
(Nombres y Apellidos)

Primer Miembro
MSc. Ing. Christ Jesus Barriga Paria
(Nombres y Apellidos)

Segundo Miembro
Mgr. Angely Paola Valle Castro
(Nombres y Apellidos)

Bachiller
MARCO VASQUEZ CORI
(Nombres y Apellidos)

RESUMEN

El presente trabajo como parte del proceso de mejora continua en mina Isabelita-SUMMA GOLD CORP con la asistencia técnica de la empresa Enaex, se realizó pruebas en la operación unitaria de perforación y voladura de taladros cuyo objetivo principal es estimar el nivel teórico de los rangos de proyección de fragmentos de rocas producidos por la voladura, para ellos utilizaremos expresiones matemáticas de movimiento parabólico considerando la resistencia del aire y la profundidad de entierro escalada.

Se propone por el área de asistencia técnica en voladura de la empresa Enaex, mediante las mezclas explosivas hacer una recopilación de información técnica que sustente las expresiones matemáticas, realizando un modelamiento teórico de los rangos de proyección de roca en función a los diseños de carga establecidos en mina Isabelita - SUMMA GOLD CORP.

Para el diseño se trabajó con la mezcla explosiva HA37 Gasificable con una densidad inicial de 1.31 g/cm^3 y una densidad copa de 1.03 g/cm^3, en taladros de diámetro de 171.45 mm con una cámara de 1 metro de aire y con un factor de seguridad de 1.5 en diferentes escenarios de diseño de carga, para la estimación de rangos de proyección de roca en mina Isabelita - SUMMA GOLD CORP.

Palabras Clave: proyección de roca, mezcla explosiva, entierro escalada.

ABSTRACT

The present work as part of the continuous improvement process at the Isabelita mine - SUMMA GOLD CORP with the technical assistance of the Enaex company, tests were carried out in the drilling and blasting unit operation of drills whose main objective is to estimate the theoretical level of the projection ranges of rock fragments produced by blasting, for them we will use mathematical expressions of parabolic motion considering air resistance and scaled burial depth.

It is proposed by the area of technical assistance in blasting ENAEX Through explosive mixtures, compile technical information that supports mathematical expressions, carrying out a theoretical modeling of the rock projection ranges based on the load designs established at the Isabelita mine - SUMMA GOLD CORP.

For the design we worked with the explosive mixture HA37 Gasificable with an initial density of 1.31 g/cm^3 and a cup density of 1.03 g/cm^3, in holes of diameter of 171.45 mm with a chamber of 1 meter of air and with a factor of safety of 1.5 in different load design scenarios, for the estimation of rock projection ranges in Isabelita mine - SUMMA GOLD CORP.

Key Words: rock projection, explosive mixture, depth of burial.

CONTENIDO

RESUMEN i
ABSTRACT ii
I. INTRODUCCIÓN 1
1.1. Trayectoria del Autor 2
1.2. Descripción de la Empresa 3
1.2.1. Ubicación 3
1.2.2. Misión 3
1.2.3. Visión 4
1.2.4. Historia 4
1.3. Organigrama de la Empresa 8
1.4. Áreas y funciones desempeñadas 9
1.4.1 Desde noviembre 2019 a febrero 2020 9
1.4.2 Desde enero 2018 a octubre 2018 10
1.4.3 Desde enero julio 2017 a diciembre 10
II. DESCRIPCIÓN 11
2.1 Antecedentes 11
2.2 Objetivos 12
2.2.1 Objetivo General 12
2.2.2 Objetivos Específicos 12
2.3 Ubicación 12
2.3.1 Accesibilidad 13
2.3.2 Geología General 14
2.4 Operaciones Mina. 16
2.4.1 Equipos de minado 17
2.4.2 Perforación 18
2.4.3 Voladura 24
2.5 Movimiento de proyecciones de roca con resistencia del aire 24
2.6 Teoría de profundidad de entierro escalada SD 25
2.7 Ecuaciones de proyecciones de roca con resistencia de aire 29
2.8 Implicancia en el diseño de voladura 34
2.8.1 Cálculo en la distancia de evacuación de personal 34
2.9 Diseños de carga en taladros de producción en SUMMA GOLD CORP .35
III. VIABILIDAD DEL PROYECTO 46
IV. PRODUCTO 46
4.1 Resultados 49

V. ASPECTOS COMPLEMENTARIOS 49
5.1 Recomendaciones 49
VI. REFERENCIAS 50
VII. ANEXOS 51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama de la Empresa Enaex Perú. S.A.C. 8
Figura 2 Mapa de Localización de mina Isabelita. 13
Figura 3 Geología Regional - Corredor Chimú. 15
Figura 4 Corredor Estratigráfica - Corredor Chimú 16
Figura 5 Tajo de explotación. 17
Figura 6 Equipos de carguío y acarreo 18
Figura 7 Perforadoras DM45 de Atlas Copco. 19
Figura 8 Columna de perforación –Atlas Copco 23
Figura 9 Camión Fábrica. 24
Figura 10 Parámetros de cálculo de SD 26
Figura 11 Criterio de profundidad entierro escalada 27
Figura 12 Correlación de profundidad entierro escalada (SD) y el coeficiente de velocidad (Kv). 28
Figura 13 Trayectoria de partícula 29
Figura 14 Comparación de ecuaciones de Chernigovskii y Lundborg. 30
Figura 15 Distancia máxima de proyección ajustada. 31
Figura 16 Tamaño de fragmento que se traslada la distancia máxima de proyección. 33
Figura 17 Curva asintótica de proyección de fragmentos del ángulo Theta. 34
Figura 18 Distancia Máxima del personal con un factor de seguridad de 150% ..35
Figura 19 Diseño de carga con taco final de 3.5m 36
Figura 20 Diseño de carga con taco final de 3.0m. 37
Figura 21 Diseño de carga con taco final de 2.8m 38
Figura 22 Diseño de carga con taco final de 2.5m 39
Figura 23 Diseño de carga con taco final de 2.0m 40
Figura 24 Reconocimiento del proyecto 41
Figura 25 Camión fábrica. 41
Figura 26 Primado del Booster de iniciación 42
Figura 27 Carguío de los taladros con mezcla explosiva HA37 42

Figura 28 Mediciones de acuerdo a diseño de carga.....43
Figura 29 Supervisión de remanentes de accesorios y materiales. 43
Figura 30 Medición de densidad de mezcla explosiva HA37 44
Figura 31 Iniciación de voladura 44
Figura 32 Coordinación de seguridad 45
Figura 33 Reubicación de perforadoras 45
Figura 34 Inicio de voladura 46
Figura 35 Detonación de taladros de pre-corte 47
Figura 36 Detonación de los taladros de producción 47
Figura 37 Polvo y dispersión de gases producto de voladura.....48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sedes de Enaex Perú S.A.C. 3
Tabla 2 Historia de Enaex.....4
Tabla 3 Coordenadas UTM mina Isabelita.....12
Tabla 4 Distancias y tiempos hacia la mina Isabelita. 13
Tabla 5 Parámetros de Mina 17
Tabla 6 Equipos de producción.....18
Tabla 7 Parámetros de perforación zona inferior (NE).....20
Tabla 8 Parámetros de perforación zona inferior (NW).....21
Tabla 9 Parámetros de perforación zona superior (NW).....21
Tabla 10 Parámetros de perforación zona superior (parte central).....22
Tabla 11 Parámetros de perforación zona superior (NE) 22
Tabla 12 Rango máximo estimado de proyección en mina SUMMA GOLD CORP
.....48

I. INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación denominado estimación de rangos de proyección de roca en función a la profundidad de entierro escalada producida por la voladura, para determinar la proyección de roca con el fin de poder realizar un trabajo con eficacia y poder cumplir con las metas propuestas, aprovechando al máximo nuestros recursos.

En la actualidad según las normativas nacionales de seguridad industrial dentro del sector minero consideran un radio de influencia de 500 m por voladura aplicado al personal que labora dentro del área de operaciones. Sin embargo, publicaciones recientes nos permiten determinar los rangos máximos de proyección de roca producto de una voladura considerando los esquemas de carga, densidad de roca y tamaño de fragmentos. Donde se puede estimar nuevos radios de influencia desde un punto de vista de ingenieria. El cual puede ser considerado para voladura cercana a estructuras civiles, equipos, cables eléctricos y demás.

Es claro que la velocidad de lanzamiento de una roca debe ser mayor a 50 m/s para proyectar fragmentos a más de 250 m y superior a los 75 m/s para proyectarlos a más de 500 m las cuales son velocidades comúnmente reportadas. Para realizar una recopilación de información teórica que sustente las expresiones matemáticas que estiman los rangos de proyección de roca de voladura.

1.1. Trayectoria del Autor

Durante la experiencia adquirida desde el 2017 – 2020 desempeñé cargos en compañías mineras de tajo abierto dedicadas a la fabricación y comercialización de Accesorios de voladura electrónico y Agentes de Voladura y en empresas de extracción. Los cuales se detallan:

2019 noviembre – 2020 febrero: Programador de voladura electrónica en Enaex (mina Isabelita SUMMA GOLD CORP) encargado de programar la secuencia de voladura electrónica, proponer diseño de carga de taladros y el manejo de software opit blast.

2018 enero - 2019 octubre: Programador de voladura electrónica en Enaex (mina Constancia - HUDBAY) proponer amarres electrónicos, así mismo la secuencia de voladuras electrónicas y el manejo de sistema de voladura electrónica.

2017 julio – diciembre 2017: Asistencia Técnica en Enaex (mina Constancia - HUDBAY), monitoreo de vibraciones, monitoreo de velocida de detonacion, así mismo de control de calidad y diseños de cargas y amarres electrónicos y pirotécnicos.

1.2. Descripción de la Empresa

Enaex es una empresa productora y comercializadora de una completa gama de explosivos, agentes y accesorios de voladura, orientada a cubrir las necesidades de la industria minera, obras civiles y prospección sísmica, brindando su reconocido soporte técnico de pre-venta y pos-venta, a través del trabajo de un experimentado equipo de ingenieros, capacitando y asesorando a sus clientes, con la finalidad de garantizar el buen rendimiento de sus productos y la calidad de sus servicios.

1.2.1. Ubicación

Enaex está ubicado como sede central en Chile y cuenta con filiales Enaex Argentina SRL, Enaex Colombia S.A.S. Enaex Perú S.A.C. Enaex Britanite, Davey Bickford, Enaex África, que le permitan brindar un abastecimiento seguro y oportuno a los usuarios. En la Tabla 1 se muestra las sedes principales de Enaex Perú S.A.C.

Tabla 1
Sedes de Enaex Perú S.A.C.

Enaex Perú S.A.C.			
Sedes	Chile	Lima	Arequipa
Polvorines	Planta Mejillones		
Dirección	El Trovador #4253, Los Condes, Santiago de Chile	Calle Amador Merino N° 281 San Isidro.	Villa Hermosa 325- Cerro Colorado.

Nota: Enaex

1.2.2. Misión

Mejorar la vida de nuestro clientes y colaboradores.

1.2.3. Visión

Ser la compañía más prestigiosa en la industria, entregando soluciones a las regiones mineras más importantes del mundo.

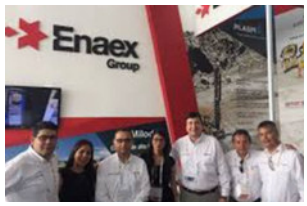
1.2.4. Historia

Enaex cuenta con más de 97 años de experiencia y trayectoria en el mercado de explosivos, desde el año 1990 es una filial del Grupo Sigdo Koppers y a lo largo de su historia ha logrado establecerse como el tercer productor de Nitrato de Amonio más grande del mundo. En la Tabla 2 se muestra la historia de Enaex.

Tabla 2

Historia de Enaex.

Año	Descripción	Foto
1920	Enaex el 9 de noviembre se funda la compañía de Explosivos de Chile.	
1923	Enaex se inicia la fabricación de explosivos en la planta rio loa. Se cambia la razón social a Compañía Sudamericana de Explosivos.	
1974	Primer camión fabrica.	

1987	La compañía es adquirida por inversionistas locales, FAMAE y la compañía estadounidense Austin Power Company.	
1989	Cambia la razón social a “ENAEX.S.A”.	Enaex
1990	La compañía Sigdo Koppers adquiere el 33% de Enaex.S.A.	
1992	Se inicia la construcción de una nueva planta de Nitrato de Amonio en Mejillones.	
1997	Comienza la ejecución del proyecto de Nitrato de Amonio para ampliar la capacidad productiva con una nueva planta de 350,000 toneladas anuales, alcanzando una capacidad total de 450,000 toneladas anuales.	

2001	Enaex obtiene el Premio Nacional a la Calidad en la Categoría Gran Empresa.	
2007	Se crea la filial Enaex Argentina SRL. Se inicia la construcción de la nueva planta de Nitrato de Amonio y del proyecto Bonos de Carbono.	
2009	El proyecto Bonos de Carbono fue validado bajo protocolo de Kyoto y Naciones Unidas, permitiendo los primeros ingreso de por parte de Mitsubishi Corporation en Japón.	
2010	Se pone en marcha la nueva Planta de Nitrato de Amonio, alcanzando una producción total de 850 mil toneladas al año, convirtiendo a Enaex S.A. en la empresa con el mayor complejo de producción de Nitrato de Amonio de grado explosivo a nivel mundial.	
2011	El complejo Prillex alcanza el máximo de su capacidad nominal, equivalente a 850 mil toneladas.	

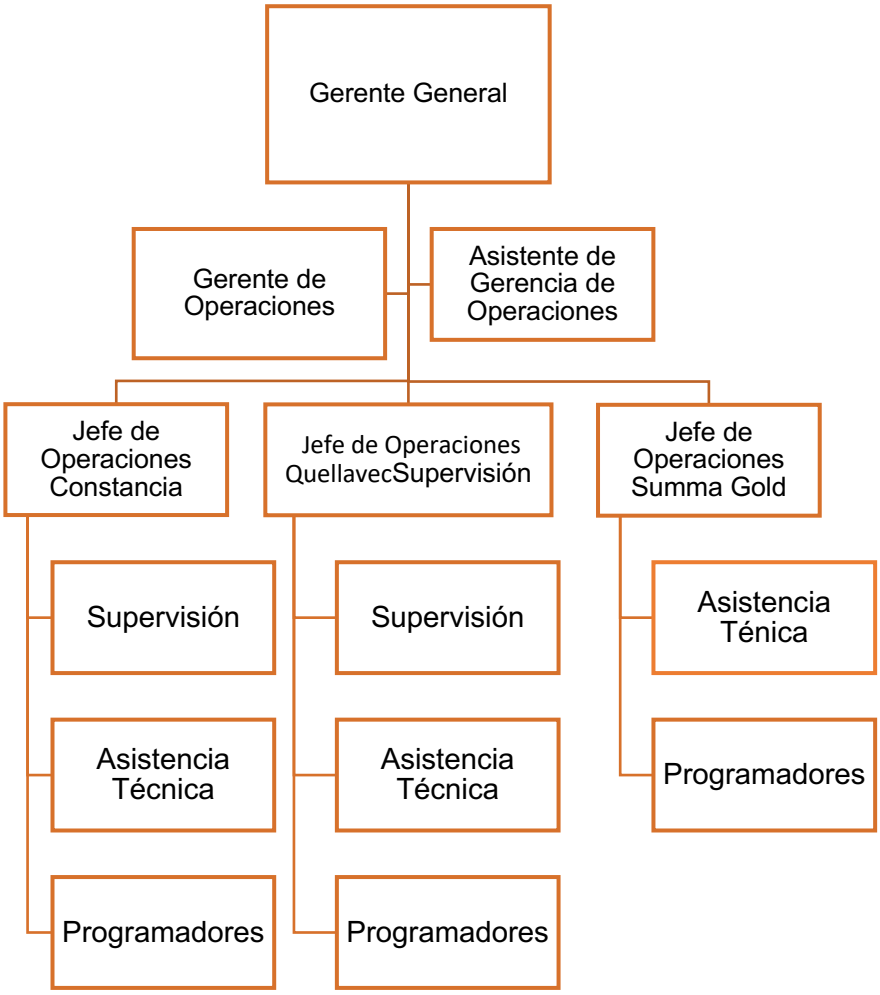
2012	Enaex adquiere un tercio de la propiedad IBQ industrias Químicas (Britanite).	
2013	Se renuevan contratos con socios estratégicos. Se ganaron nuevos contratos con faena de corporaciones Antofagasta Minerals y Anglo American.	
2015	Adquisición del 100% industrias Químicas (Britanite) y del 91% del grupo Daver Bickford, líder mundial en fabricación electrónicos.	
2016	Enaex fue seleccionada para formar parte del Dow jones Sustainability Index Chile (DJSI Chile) y fue reconocida como Empresa Destacada 2016.	
2017	Enaex realizo el lanzamiento de Robo Miner y Mine-i Truck, soluciones de robotización.	

Nota: Enaex

1.3. Organigrama de la Empresa

En la empresa Enaex, existen diversos departamentos encargados desde la fabricación de los productos hasta la comercialización, área de personas y servicios de voladura para ello en la presente Figura 1 se muestra el organimgrama de la empresa Enaex.

Figura *1*
Organigrama de la Empresa Enaex.



Nota: Elaboración propia.

1.4. Áreas y funciones desempeñadas

1.4.1 Desde noviembre 2019 a febrero 2020

En la empresa Enaex mina Isabelita - SUMMA GOLD CORP, encargado de programar la secuencia de voladura electrónica, proponer diseño de carga de taladros y el manejo de software opit blast y responsable de las siguientes funciones:

- ✓ Desarrollar el plan de voladura.
- ✓ Realiza y proponer el diseño de iso-tiempos e iso-líneas.
- ✓ Proponer la salida de amarre y secuencia de tiempos sin acoplamiento.
- ✓ Realizar el amarre de detonadores electrónicos.
- ✓ Realizar el disparo electrónico en coordinación con el jefe de voladura.
- ✓ Realizar el informe post voladura de detonadores electrónicos.
- ✓ Realizar la propuesta de carguío del proyecto.
- ✓ Diseño de carga estandar para taladros de produccion, como se muestra en el Anexo 1.
- ✓ Realizar herramientas de gestion analisis de trabajo seguro, como se muestra el formato en el Anexo 2.
- ✓ Relizar herramientas de gestion IPERC continuo, como se muestra el formato en el Anexo 3.
- ✓ Realizar el análisis de fragmentación post voladura.
- ✓ Realizar pruebas y mediciones de velocida de onda de detonacion.
- ✓ Coordinar el reparto de guardia para empezar carguío de proyecto.
- ✓ Desarrollar el plan de voladura semanal con el cliente.
- ✓ Administrar el abastecimiento de los camiones fabricas.
- ✓ Coordinar el adelanto de voladura.

1.4.2 Desde enero 2018 a octubre 2018

En la empresa Enaex – HUDBAY, desempeñe el cargo de programador de voladura electrónica: proponer amarres electrónicos, así mismo la secuencia de voladuras electrónicas y el manejo de sistema de voladura electrónica y responsable de las siguientes funciones:

- ✓ Plantear el radio de voladura para evacuar los equipos y personal.
- ✓ Elaboracion de chek list de despeje de personal y equipos para el despeje de voladura, como se muestra en el Anexo 4.
- ✓ Realizar procedimiento escrito de identificacion de taladros, como se muestra en el Anexo 5.
- ✓ Gestionar las charlas de seguridad correspondientes horas hombres.
- ✓ Realizar inspecciones del proyecto o zonas de trabajo inopinadas.
- ✓ Realizar en coordinación el reporte de actos y condiciones.
- ✓ Mantener un estándar de seguridad alto.

1.4.3 Desde enero julio 2017 a diciembre

En la empresa Enaex mina Constancia – HUDBAY, en el área de asistencia técnica donde fui responsable de las siguientes funciones:

- ✓ Realizar el diseño de carguío de explosivo.
- ✓ Realizar procedimiento escrito de carguio de taladros, como se muestra en el Anexo 6.
- ✓ Realizar procedimiento escrito voladura, como se muestra en el Anexo 7.
- ✓ Realizar la secuencia y diseño de amarre.
- ✓ Realizar el análisis de fragmentación.
- ✓ Realizar pruebas de velocida de onda de detonación.
- ✓ Toma de densidades en la mezcla.
- ✓ Realizar la filmación del video post voladura.
- ✓ Realizar el informe post voladura.

II. DESCRIPCIÓN

La actividad descrita en el presente trabajo, consiste en la recopilación de información que sustenten las expresiones matemáticas con la finalidad de obtener un modelo teórico de estimación de los rangos máximos de proyección de roca en función a los diseños de carga establecidos en SUMMA GOLD CORP.

2.1 Antecedentes

El desarrollo de este trabajo expone la situación de la mina Isabelita SUMMA GOLD CORP conjuntamente con la asistencia técnica de Enaex ubicada en el distrito de Huamachuco departamento La Libertad, que se dedica a la explotación de oro, donde se utiliza el método de explotación a cielo abierto.

Uno de los antecedentes como problemática con lo que tenía que lidiar la compañía está relacionada al proceso de voladura, ocasionando un tiempo de perdida post voladura para reactivar operaciones, bajando la productividad y la producción. No se podía tener voladuras cercanas a estructuras civiles, equipos, cables eléctricos y demás. Por consiguiente, en la mina Isabelita, se encuentra que las proyecciones de roca no llegaban a los 300 metros establecidos en el radio de voladura. La importancia de realizar un estudio para determinar el radio de influencia de detonación, donde estimo a nivel teórico, los rangos de proyección de roca, producida por voladura. Utilizando expresiones matemáticas de movimiento parabólico considerando la resistencia del aire y la profundidad de entierro escalada por Frank Chiappetta. Con el área técnica de Enaex que se encuentra en la unidad Isabelita, se implementó de acuerdo al área de perforación y voladura de SUMMA GOLD CORP, realizar una recopilación de información que sustente las expresiones matemáticas que estiman los rangos de proyección de roca por voladura, realizar un modelamiento teórico de los rangos de proyección de roca en función a los diseños de carga establecidos en SUMMA GOLD CORP.

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo General

- Estimar los rangos de proyección de roca en función a la profundidad de entierro escalada.

2.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar un modelamiento teórico de los rangos de proyección de roca en función a los diseños de carga establecidos.
- Establecer un estandar de radio de influencia de equipos en voladura para cada zona de la mina.

2.3 Ubicación

La mina Isabelita de la Compañía Minera SUMMA GOLD CORP, se ubica en el caserío de Coigobamba, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento de la Libertad a una altura que varía entre los 3200 y 3600 m.s.n.m. En la Tabla 3 se indica las coordenadas de la mina, en la Figura 2 se muestra el mapa de la localizacion de la mina.

Tabla 3

Coordenadas UTM WGS84 mina Isabelita.

COTA	COORDENADAS ESTE	COORDENADAS NORTE
3200-3600 msnm	830702	9134011

Nota: MINEM (2020).

Figura 2
Mapa de Localización de mina Isabelita.



Nota: MINEM (2020).

2.3.1 Accesibilidad

El acceso a la mina se realiza por varios tipos de transporte, terrestre y aéreo los cuales se describe en la siguiente Tabla 4.

Tabla 4
Distancias y tiempos hacia la mina Isabelita.

ORIGEN	DESTINO	TIPO DE VÍA	TIEMPO (h)	DISTANCIA (km)
Lima	Trujillo	Asfaltada	8.0	545.0
Trujillo	Huamachuco	Asfaltada	4.30	140.0
Huamachuco	Isabelita	Asfaltada	0.20	4.0
Lima	Trujillo	Avión	1.00	

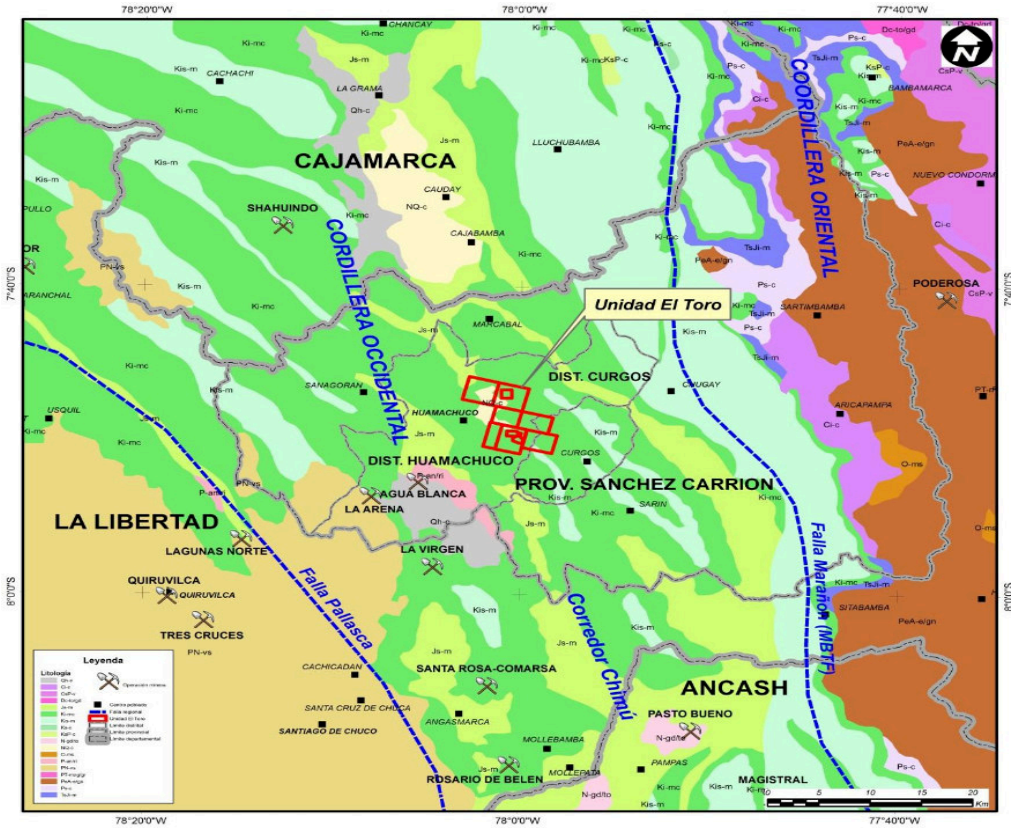
Nota: mina Isabelita, (2018)

2.3.2 Geología General

En los departamentos de Ancash, La Libertad y Cajamarca, abarca un sector importante de la franja central del Corredor Chimú comprende; la parte occidental de la franja sedimentaria mesozoica y volcánicos terciarios.

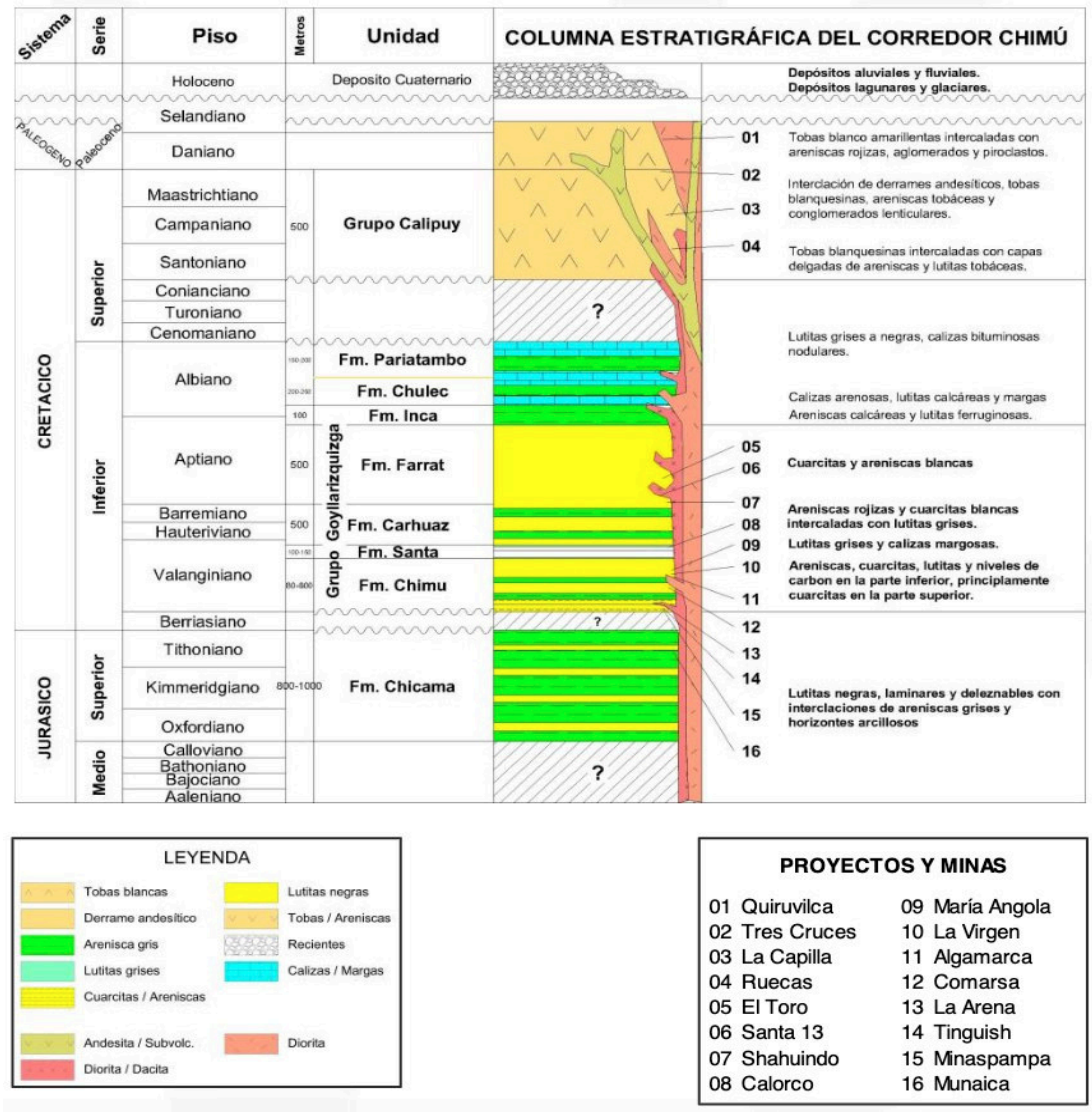
El marco estructural regional revela actividad tectónica pre sin y post-magmática-hidrotermal. El primer evento registrado es de tendencia SENW (Cordillerano), lineamientos disturbados por fallas de transferencia de dirección NE, que favorecieron el emplazamiento de mineralización económica, principalmente Au, Ag, Cu-Mo. Primeros indicios y guías de exploración por este tipo de depósitos lo constituyen las “Geoformas dómicas” generadas por intrusiones hipabisales terciarias (diques/stocks de dacita-andesita), cuerpos de brechas hidrotermales, imbricación tectónica por corrimiento de fallas; constituyen marco favorable para el emplazamiento y la ocurrencia de la mineralización aurífera y polimetálica dentro del “mencionado corredor” como se muestra en la Figura 3 y Figura 4, que alberga operaciones mineras con características similares como La Virgen, La Arena, Lagunas Norte, Santa Rosa, Shahuindo, etc. Caracterización geoquímica y petro-mineralógica confirman para El Toro, patrones y ensambles de mineralización aurífera de Alta sulfuración. (Valdivia, 2017, p. 24).

Figura 3
Geología Regional – Corredor Chimú.



Nota: Área de geología mina Isabelita.

Figura 4
Corredor Estratigráfica-Corredor Chimú.



Nota: Área de geología mina Isabelita.

2.4 Operaciones Mina.

Se realiza un método de minado tridimensional a tajo abierto con la aplicación de perforación y voladura, excavadora y camiones de 30 tn. Los parámetros utilizados para el desarrollo del minado se muestran en la Tabla 5:

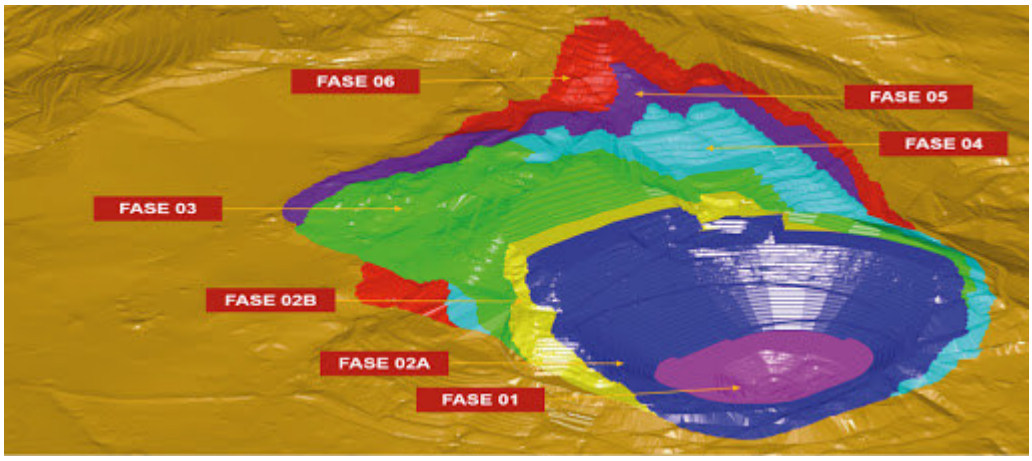
Tabla 5
Parámetros de Mina.

Parámetros	
Ángulo de talud operacional	53° y 65°
Ángulo de talud final	37° y 42°
Gradiente de rampas	0° a 12°
Altura de bancos	8 m
Ancho de rampas	11 m
Ancho de banquetas	3.5 a 4.5 m
Altura de muro de seguridad	1.0 m

Nota: mina Isabelita

En la Compañía SUMMA GOLD CORP la explotación se realiza a tajo abierto. La explotación se lleva a cabo tridimensionalmente por banqueo descendente, con secciones verticales en forma troncónica y con numeración de bancos de acuerdo a la cota o la altura desde el nivel del mar dividiendose el tajo por fases, según el minado. La explotación se hace en un entorno de roca cuarcita y arenisca cuarzosa, en donde la densidad promedio está en 2,44 g/cm^3. Lo cual requiere el uso de la voladura para el desarrollo del minado. La Figura 5 muestra la terminología del tajo de explotación según las divisiones por fases.

Figura *5*
Tajo de explotación.



Nota: mina Isabelita.

2.4.1 Equipos de minado

El carguío de mineral o desmonte se realiza con excavadoras y el transporte con volquetes de 25 m^3 de capacidad, como se muestra en la Figura 6 y la Tabla 6. La necesaria profundización exige la extracción de materiales

estériles como desmonte que son depositados en los botaderos exteriores al tajo y el mineral Finalmente es apilado en el PAD de lixiviación.

Figura *6*
Equipos de carguío y acarreo.



Nota: área de operaciones mina Isabelita.

Tabla 6
Equipos de producción.

Tipos de Equipos	Modelo	Cantidad (Unid)
Excavadora	CAT 374DL	6
Volquete	Volvo FMX (20M3)	93
Tractor de Orugas	CAT D8T	2
Motoniveladora	CAT140K	2
Cargador Frontal	Volvo L150F	4
Cisterna de Agua	Volvo FM (5000 Gal)	de 3 a 6
Perforadoras	DM45	4
Camion Fábrica	Actros4445	1
Retroexcavadora	CAT420F	1

Nota: área de planeamiento mina Isabelita.

2.4.2 Perforación

El proceso de explotación empieza con la perforación del macizo rocoso, para lo cual se emplea diferentes equipos de perforación 01 perforadora Rock L8

y 04 perforadoras DM45 de Atlas Copco, como se muestra en la Figura 7 y la columna de perforación en la Figura 8.

Nuestra perforación de producción se realiza con brocas de martillo de fondo en zonas suaves y duras, con diámetro de taladro 6 ¾ pulgadas y bancos de 8 metro de altura así mismo se utiliza precorte y una línea buffer para el cuidado de las caras del talud.

Figura 7
Perforadoras DM45 de Atlas Copco.



Nota: área de operaciones mina Isabelita.

Se tiene los siguientes parámetros de perforación para las zonas ya establecidas como se muestran en las Tablas 7, Tabla 8, Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11 y para el cálculo de la malla de perforación se utilizó la siguiente Ecuación 1.

Fórmula de cálculo de burden:

$$B = 0.012\ x\ ((2\ x\ \delta explosivo/\delta roca) + 1.5)\ x\ \emptyset explosivo \quad (1)$$

B: burden (m).

$\delta explosivo$: densidad del explosivo (gr/cm^3).

$\delta roca$: densidad de la roca (gr/cm^3).

$\emptyset explosivo$: diámetro del explosivo (pulg).

Zonas evaluadas:

Tabla 7

Parámetros de perforación zona inferior (NE).

Zona inferior (NE)	
Altura de banco	8 m
Diámetro de perforación	6 ¾ pulg
Burden y espaciamiento	4.08 m. x 4.7 m
Inclinación del taladro	90°
Longitud de perforación	8 m
Sobre perforación	0.5 m

Nota: mina Isabelita.

Tabla 8

Parámetros de perforación zona inferior (NW).

Zona inferior (NW)	
Altura de banco	8 m
Diámetro de perforación	6 ¾ pulg
Burden y espaciamiento	4.08 m. x 4.7 m
Inclinación del taladro	90°
Longitud de perforación	8 m
Sobre perforación	0.5 m

Nota: mina Isabelita.

Tabla 9

Parámetros de perforación zona superior (NW).

Zona superior (NW)	
Altura de banco	8 m
Diámetro de perforación	6 ¾ pulg
Burden y espaciamiento	3.50 m. x 4.0 m
Inclinación del taladro	90°
Longitud de perforación	8 m
Sobre perforación	1.0 m

Nota: mina Isabelita.

Tabla 10
Parámetros de perforación zona superior (parte central).

Zona superior (parte central)	
Altura de banco	8 m
Diámetro de perforación	6 ¾ pulg
Burden y espaciamiento	3.50 m. x 4.0 m
Inclinación del taladro	90°
Longitud de perforación	8 m
Sobre perforación	1.0 m

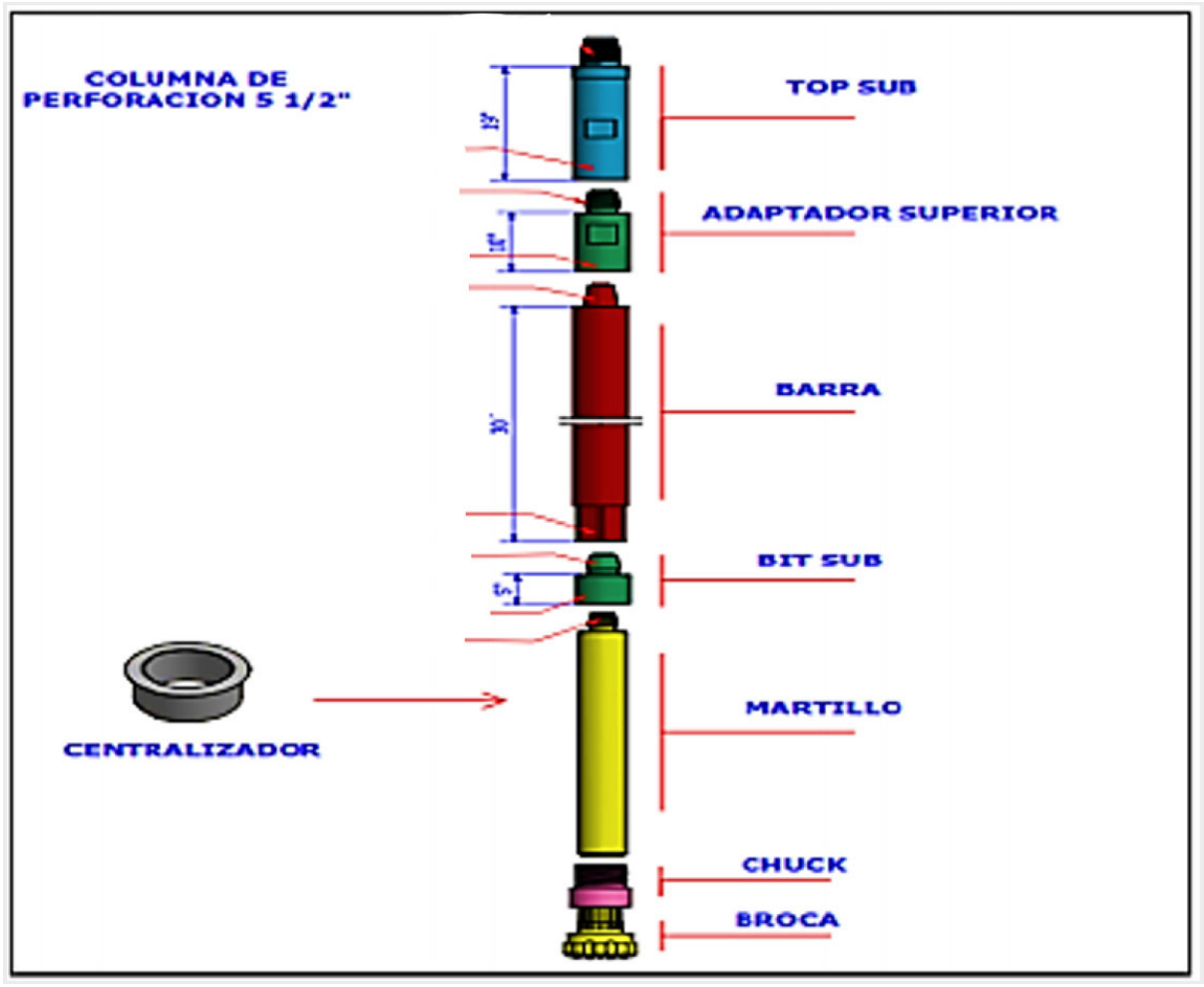
Nota: mina Isabelita.

Tabla 11
Parámetros de perforación zona superior (NE).

Zona superior (NE)	
Altura de banco	8 m
Diámetro de perforación	6 ¾ pulg
Burden y espaciamiento	3.50 m. x 4.0 m
Inclinación del taladro	90°
Longitud de perforación	8 m
Sobre perforación	0.8 m

Nota: mina Isabelita.

Figura *8*
Columna de perforación –Atlas Copco.



Nota: área de operaciones mina Isabelita.

2.4.3 Voladura

El carguío de taladros se realiza utilizando un camión fábrica con compartimientos de 10 toneladas de emulsión y 7 toneladas de nitrato y un compartimiento para el combustible D-2 de 220 gls de capacidad, como se muestra en la Figura 9. Dicho camión se maniobra por el operador el cual manipula el PLC (Computador de dosificación de la mezcla).

El sistema del camión fábrica consta de un tornillo sin fin que va desde el compartimiento del nitrato hasta la cámara de dosificación de las mezclas con la emulsión. También consta de una bomba bowie la cual es la encargada de realizar el ingreso de esta mezcla hasta la cámara de salida del explosivo mezclado.

Figura *9*
Camión Fábrica.



Nota: área de operaciones mina Isabelita.

2.5 Movimiento de proyecciones de roca con resistencia del aire

Realizaron análisis experimentales y teóricos en el tema de proyecciones de roca por voladura utilizando ecuaciones de tipo impulso. No obstante, las ecuaciones planteadas por Lundborg, (1974), para predecir el rango máximo de proyección de roca se basó en rocas de tipo granito y en voladuras tipo cráter de

la Ecuación 2:

$$Rango_{max} = 260\emptyset^{0.667} \quad (2)$$

La Ecuación 3 que expresa la velocidad de proyección sería:

$$V_0 = 10\left(\frac{\emptyset}{x_f}\right)\left(\frac{2.6}{\rho_r}\right) \quad (3)$$

Donde:

Ø: diámetro de taladro (pulg).

$x_{f:}$ tamaño de fragmentos (m).

ρ_r: densidad de roca (gr/cm^3).

El cual los valores de 2.6 es el coeficiente de rango y el valor de 10 es el coeficiente de velocidad.

Así mismo Lundborg, (1974) observó que la máxima distancia de proyección se puede reducir a un factor de seis en voladuras tipo banco “bench blast” que equivale a una reducción del coeficiente de velocidad desde 10 hasta 0.65, y la longitud de taco de 40 veces el diámetro de perforación.

2.6 Teoría de profundidad de entierro escalada SD

Planteada por Frank Chiappetta desarrolló la teoría para determinar la longitud de taco efectivo en un taladro, adecuado para reducir la proyección de roca, basado en resultados y análisis de pruebas de cráter y filmaciones con cámara de alta velocidad Chiappetta (1983). Dicha teoría es utilizada para los diseños de voladura como se muestra en la Figura 10.

El criterio de Chiappetta se basa en la Ecuación 4:

$$SD = \left(\frac{D}{W^{1/3}}\right) \quad (4)$$

Donde:

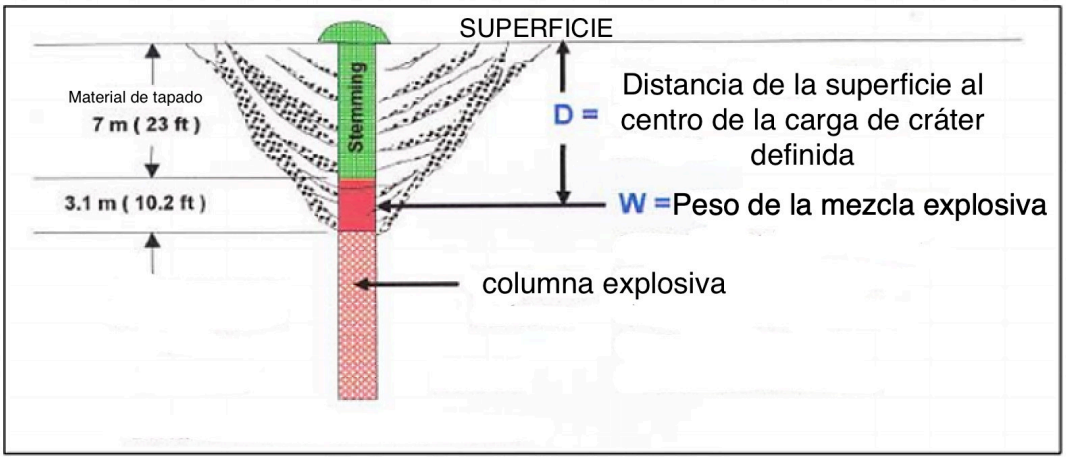
D: es la distancia de la superficie al centro del taladro (m).

W: es el peso del explosivo en la parte superior de la columna equivalente a la longitud de 10 diámetros del taladro (kg).

SD: ‘correspond a las Scale Depth of Burial (m/kg).

Figura 10

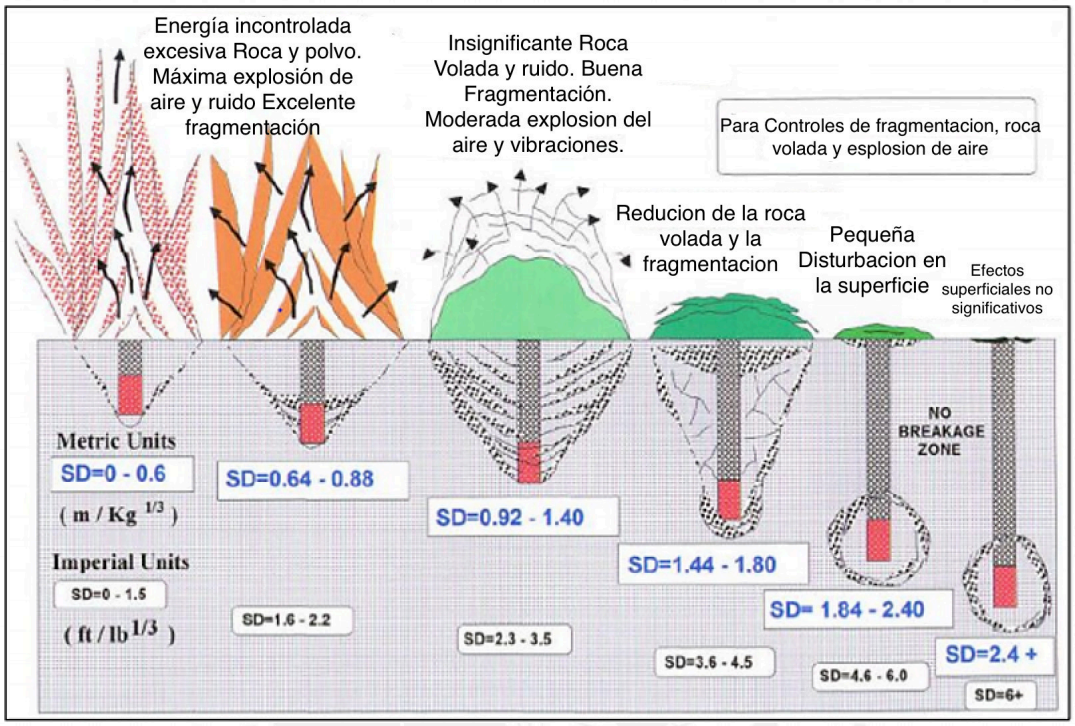
Parámetros de cálculo de SD.



Nota: Frank Chiappetta, (1983)

En el criterio de la profundidad de entierro escalada, como se ve en la Figura 11, los valores de SD entre 1.44 y 1.80 generan un mínimo de proyección de rocas y una fragmentación controlada pero el cráter no es el adecuado, por otra parte los valores mayores a 1.84 no generan perturbación exterior pero tampoco genera una buena fragmentación, así mismo los valores de SD menores a 0.88 generan una buena fragmentación pero hay un excesivo desperdicio de energía que provoca proyección de roca, polvo y ruido. No obstante, para el caso de SD entre 0.92 y 1.40 hay una generación de proyecciones de roca y ruidos insignificantes y hay una buena fragmentación y una generación del cráter óptimo. La Ecuación 5 plantea el cálculo del SD en unidades métricas.

Figura 11
Criterio de profundidad entierro escalada.



Nota: Frank Chiappetta, (1983)

$$SD = \left(\frac{St+0.0005m\emptyset}{0.00923(m\emptyset^3 \rho exp)^{0.333}}\right) \quad (5)$$

Donde:

St: es la longitud de la columna de taco (m).

Ø: diámetro (pulg).

ρ_{exp}: densidad del explosivo (gr/cm^3).

m: es la longitud de carga enterrada.

SD: corresponde a las Scale Depth of Burial.

Haciendo una integración entre las observaciones de Lundborg, (1974) y el gráfico de Chiappetta, (1983) se plantea una correlación entre la profundidad de entierro escalada (SD) y el coeficiente de velocidad (K_v):

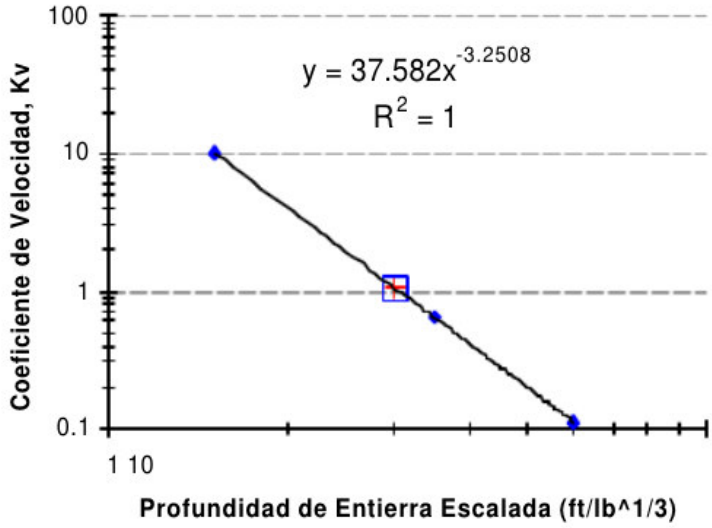
SD= 1.5 Kv =10 (voladura tipo cráter).

SD=3.5 Kv = 0.65 (voladura en banco).

SD=6.0 Kv= 0.11 (longitud del taco 40 veces su diámetro).

En la presente Figura 12 se muestra a correlación de los valores del parámetro entierro escalada (SD) y el coeficiente de velocidad en unidades métricas.

Figura 12
Correlación de profundidad entierro escalada (SD) y el coeficiente de velocidad (Kv).



Nota: Lundborg, (1974)

Dicha grafica nos da la Ecuación 6 del coeficiente de velocidad.

$$\text{Kv} = 72.8 * SDB^{-3.251} \qquad (6)$$

La correlación asumida por la profundidad de entierro escalada y el coeficiente de velocidad, permite la estimación para cualquier configuración de diseño de carga, incluyendo la presencia de cámaras de aire. Las correlaciones dan estimaciones consistentes de distancias máximas de proyecciones de roca de acuerdo a las observaciones hechas por Lundborg, (1974) respecto a las proyecciones extremas producidas bajo efectos de la voladura tipo cráter y rangos de proyecciones casi cero, incluyendo las condiciones por voladura tipo banco. No obstante, la incorporación del concepto de entierro escalada en las ecuaciones para predecir distancias máximas de proyecciones de roca, resulta una Ecuación que describe los resultados experimentales de la velocidad y distancia de

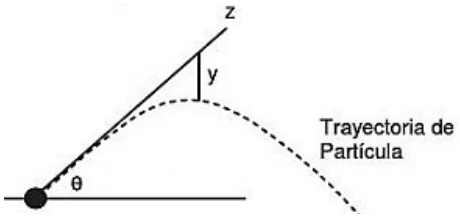
proyecciones obtenidas por Lundborg, (1974). La Ecuación 3 que predice la velocidad de varios tamaños de fragmentos se puede presentar de esta forma en la Ecuación 7.

$$v_0 = v\left(\frac{\emptyset}{x_f}\right)\left(\frac{2.6}{\rho_r}\right) = 72.8\, x\, SDB^{-3.251} * \left(\frac{\emptyset}{x_f}\right)\left(\frac{2.6}{\rho_r}\right) \qquad (7)$$

2.7 Ecuaciones de proyecciones de roca con resistencia de aire

Según Chernigovskii, (1985) plantea las siguiente Ecuaciones 8, 9, 10 para describir la trayectoria de proyección de partículas producto de la voladura de rocas, utilizando ejes no ortogonales, como se muestra en la Figura 13.

Figura 13
Trayectoria de partícula.



$$z = \frac{1}{b_d}\ln\left(1 + b_d v_0 t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)\right.$$

$$y = \frac{1}{b_d}\ln\frac{e^{2t\sqrt{b_d}\,g} + 1}{2e^{t\sqrt{b_d}\,g}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

$$b_d = \frac{1.3}{x_f \rho_r} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

Donde:

Z: distancia en la dirección de partícula (m).

Y: distancia vertical de caída de la partícula (m).

$V_{0:}$ velocidad inicial de proyección de la partícula (m/s).

T: tiempo de trayecto de la partícula (seg).

ρ_r: densidad de la roca (g/cm^3).

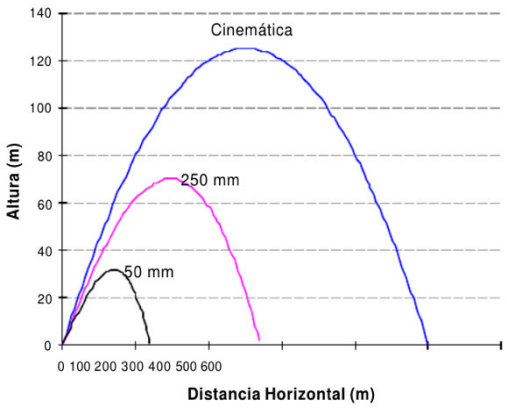
x_f: tamaño de la partícula (m).

G: aceleración de la gravedad (9.8m/s^2).

La constante de 1.3 de la tercera Ecuación describe el factor de forma de la partícula, según Chernigovskii, (1983) describió los fragmentos de roca triturada con dimensiones de 06:1:1.6 sin embargo, si este factor se define como la proporción del área superficial de la esfera de igual peso o volumen, dichas partículas descritas por Chernigovskii, (1983) da como un factor aproximado a 1.3 y una masa X. Por consiguiente la constante de 1.3 se puede sustituir por un término general de la forma Fs que toma en consideración fragmento de forma variable: $b_d = \frac{F_s}{x_f \rho_r}$, en la cual los valores menores producen mayores distancia de proyección de fragmentos de roca triturada Chernigovskii (1983).

Verificando las ecuaciones de Chernigovskii, en la Figura 14 compara las evidencias de proyección de roca para distintos diámetros y calculadas utilizando las ecuaciones anteriores, con las evidencias reportadas por Lundborg(1974). Estas curvas dan a conocer las distintas proyecciones máximas para fragmentos de varios tamaños según la densidad de granito. No obstante, la solución de ecuaciones de Chernigovskii.

Figura 14
Comparación de proyecion de roca de Chernigovskii.



Nota: Lundborg, (1974)

Acoplando las ecuaciones de Chernigovskii, (1983) con las ecuaciones de Lundborg, (1974) y de la profundidad de entierro escalada, las cuales estiman la velocidad de lanzamiento posibilita estimaciones de las trayectorias de proyecciones de las partículas para cargas en distintas profundidades de entierro. Una serie de simulaciones se realizaron en la cual el diámetro del taladro se varió

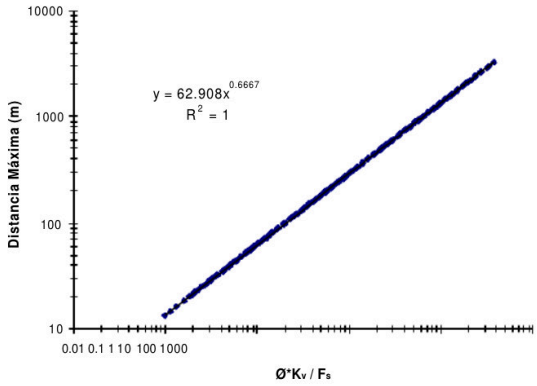
sobre el rango 76 mm hasta 380 mm, la densidad de la roca ρ_r de 1.4 g/cm^3 hasta 4.2 g/cm^3, el factor de forma F_s de 1 hasta 1.6, y la longitud del taco desde 4 hasta 43 veces el diámetro del taladro. Se realizaron simulaciones de las ecuaciones de Lundborg. Se utilizaron los resultados para estimar la velocidad de lanzamiento de las partículas, V_0 y las ecuaciones de Chernigovskii, (1983) se usaron para calcular la distancia máxima de proyección, y el tamaño de la partícula capaz de viajar la distancia máxima. Los resultados de estas simulaciones se utilizaron para desarrollar ecuaciones que describen las proyecciones de fragmentos. En la Figura 15, las distancias máximas en metros de proyección de fragmentos para cada una de las simulaciones se ubican en una sola curva, pero modificada para incluir los parámetros del coeficiente de velocidad Kv y el factor de forma de las partículas Fs, por consiguiente, la Ecuación 2 de Lundborg,(1974) puede ser escrita de forma alternativa como se muestra en la Ecuación 11:

$$Rango_{max} = 62.9 \left(\frac{K_v}{F_s}\right)^{0.667} \emptyset^{0.667} \tag{11}$$

Así mismo el coeficiente de rango de 260 establecido en la Ecuación 2 para poder estimar las distancias máximas de proyección, también puede ser escrita en forma alternativa en la Ecuación 12 y tomar en cuenta la longitud del taco y el factor de forma de los fragmentos proyectados por voladura:

$$Coef.de\ Rango = 62.9 \left(\frac{K_v}{F_s}\right)^{0.667} = \frac{11 * SDB^{-2.167}}{F_s{}^{0.667}} \tag{12}$$

Figura 15
Distancia máxima de proyección ajustada.



Nota: Lundborg, (1974)

La Figura 12 donde se presentó el coeficiente de correlación de Kv y la Ecuación 8, da como resultado modificando la Ecuación 2 de Lundborg la siguiente Ecuación 13:

$$Rango_{max} = 11 * SD^{-2.167} \left(\frac{\emptyset}{F_s}\right)^{0.667} \quad (13)$$

Donde:

Ø: diámetro del taladro (mm).

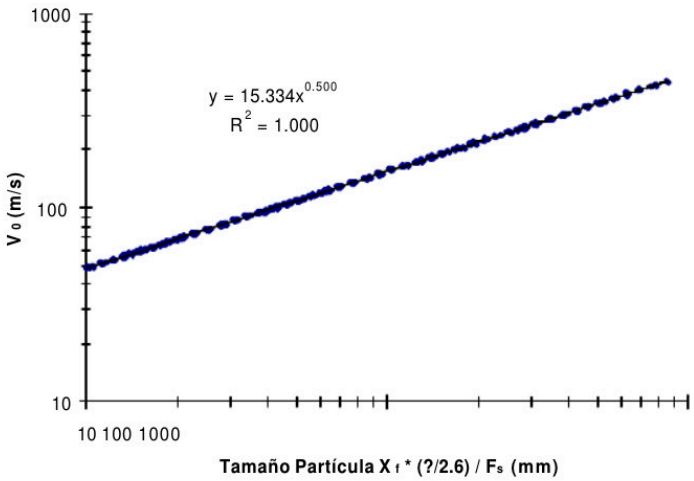
F_s: factor de forma de fragmentos.

SD_m: profundidad entierro escalada (m).

$Rango_{max}$: distancia máxima de proyección (mm).

Cuando el coeficiente de correlación es igual a 1 la curva implica que, para la proyección de fragmentos de roca desde un taladro con cualquier factor de forma de los fragmentos, con variable en la longitud de taco, con distinta configuración de la carga y la distancia máxima de proyección se pueden calcular usando la Ecuación 13. Para una profundidad de entierro escalada (SD) de 0.594 en voladura tipo cráter, y un factor de forma (F_s) de 1.2, la Ecuación 13 da como mismo resultado la misma curva de la Ecuación 2 reportada por Lundborg. Para una profundidad de entierro escalada de 1.386 en voladura de banco, y un factor de forma de 1.2, la Ecuación 13 da como resultado distancias máximas de proyección igual a un sexto de la distancia máxima con cargas de cráter como reportadas por Lundborg,(1974). Para una profundidad de entierro escalada de 2.376 donde la longitud de taco es igual a 40 veces el diámetro del taladro, y un factor de forma de 1.2, la Ecuación 13 produce distancias máximas de unos metros, generalmente consistentes con las observaciones de Lundborg,(1974). Para cada una de las simulaciones mencionadas anterior, el tamaño de la partícula que viajó la distancia máxima cumplió que el coeficiente de correlación es igual a 1 con la misma tendencia presentada en la Figura 16.

Figura 16
Tamaño de fragmento que se traslada la distancia máxima de proyección.



Nota: Lundborg, (1974)

Correlacionando la Ecuación modificada y el análisis de tendencia de Figura 6 se obtiene la Ecuación 14.

$$v_0 = 72.8\, x\, SDB^{-3.251} * \left(\frac{\emptyset}{x_f}\right)\left(\frac{2.6}{\rho_r}\right) = 15.334x\left[\left(\frac{x_f}{F_s}\right)\left(\frac{\rho_r}{2.6}\right)\right]^{0.5} \qquad (14)$$

Así mismo después de la correlación de la Ecuación 14 se puede estimar el tamaño del fragmento capaz de trasladarse la distancia máxima el cual puede ser calculado como una función de la profundidad de entierro escalada y se da en la Ecuación 15.

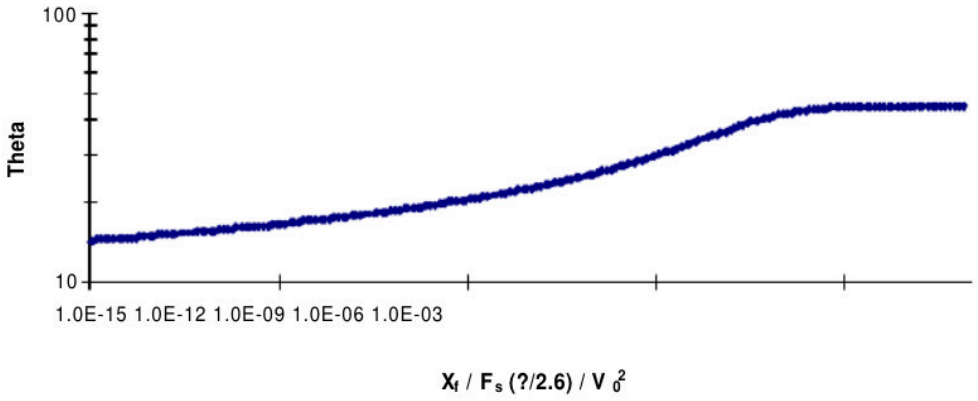
$$x_f\left(\frac{\rho_r}{2.6}\right) = 2.82 * SDB^{-2.167} * \emptyset^{0.667} * {F_s}^{0.333} \qquad (15)$$

Podemos observar que la densidad de la roca no afecta la distancia máxima de proyección de un fragmento, de lo contrario afecta el tamaño de fragmento que puede viajar la distancia máxima.

Haciendo un análisis de las ecuaciones 11, 12 y 13 se aplica para el cálculo de distancia máxima de proyección de un fragmento de roca triturada dado por la Ecuación 15 no obstante, no aplica para fragmentos de otros tamaños y su ángulo de proyección no es de 45 grados, a diferencia como las proyecciones en condiciones cinemáticas. Por consiguiente, si tomamos en consideración el ángulo

de proyección depende básicamente de su factor de forma, el tamaño de partícula y su velocidad de lanzamiento como se presenta en la Figura 17 que muestra una curva asintótica a 45 grados para menor velocidad de proyección y para fragmentos más grandes e incluye las simulaciones mencionadas anteriormente.

Figura 17
Curva asintótica de proyección de fragmentos del ángulo Theta.



Nota: Chernigovskii, (1985)

2.8 Implicancia en el diseño de voladura

Las aplicaciones para un modelo de predicción, de las proyecciones de roca en voladura son relacionadas específicamente:

- ✓ Para determinar las distancias de evacuación del personal.
- ✓ Para determinar la carga adecuada para los casos en los que se presentes estructuras o propiedades aledañas.
- ✓ Para determinar los riesgos asociados con los equipos de minería palas, perforadoras, maquinas que se queden en la zona evacuación.

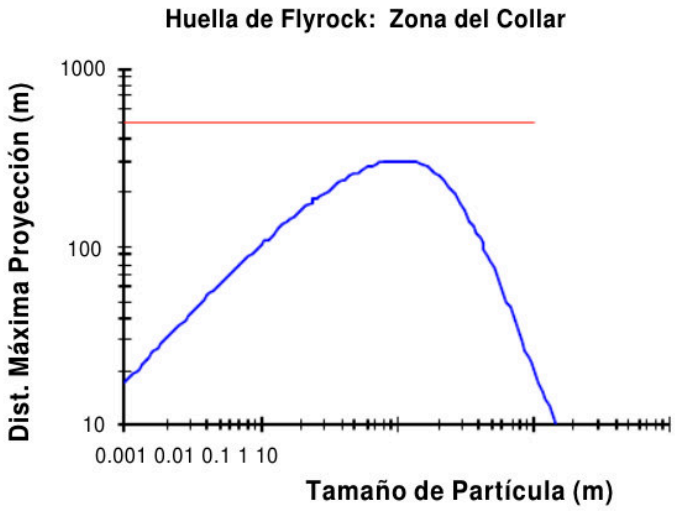
2.8.1 Cálculo en la distancia de evacuación de personal

Es de vital importancia determinar la distancia de evacuación del personal y proteger de las proyecciones de roca sin tener en cuenta el costo, dado que las distancias de proyecciones de fragmentos pueden exceder 1 km de distancia como se mostró en la Figura 14.

Se debe incluir un factor de seguridad Chernigovskii, (1985) menciona que los cálculos indican que la trayectoria de un fragmento no puede ser calculado con nivel de precisión mayor a un 20%, porque ni el factor de resistencia del aire, b_d ni el vector de velocidad de proyección inicial es realmente conocido. Por tal motivo es de importancia incorporar un valor mínimo para el factor de seguridad que debe ser un 150%, es decir la distancia de evacuación debería ser, a lo menos, 1.5 veces la distancia calculada como se presenta en la Figura 18, así mismo usando la Ecuación 13 modificada para incluir el Factor de Seguridad, se presenta la siguiente manera en la Ecuación 16:

$$Rango_{max} = 11 * SDB^{-2.167} \left(\frac{\emptyset}{F_s}\right)^{0.667} * FoS \qquad (16)$$

Figura 18
Distancia Máxima del personal con un factor de seguridad de 150%.



Nota: Chernigovskii, (1985)

2.9 Diseños de carga en taladros de producción en SUMMA GOLD CORP

Se consideró los diseños de carga elaboradas por el departamento de perforación y voladura para cada proyecto de la mina SUMMA GOLD CORP a analizar y proceder con la estimación de rango máximo como se muestra en las Figuras 19 – 20 – 21 – 22 - 23.

Figura 19

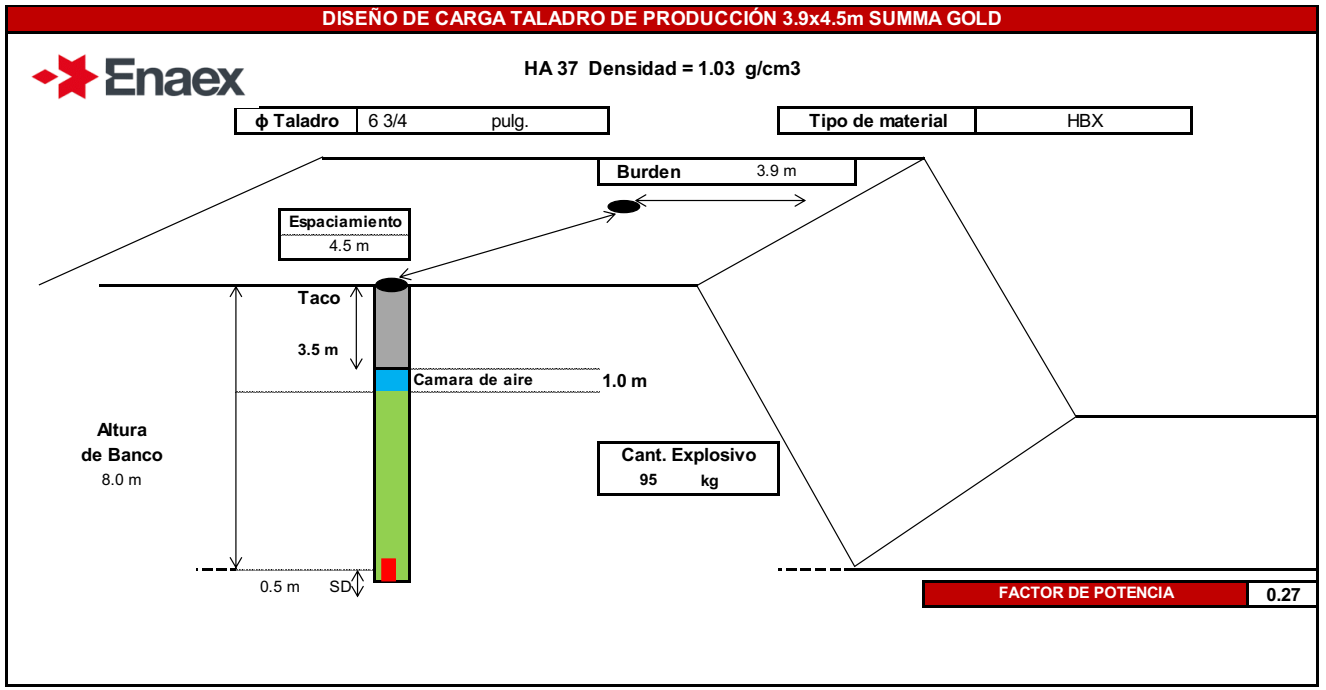
Diseño de carga con taco final de 3.5 m.

PARAMETROS DE PERFORACION		
Nº TALADROS	und	1
ALTURA DE BANCO	m	8.0
DIAMETRO DE BROCA	pulg	6 3/4
MALLA		Triangular
ESPACIAMIENTO	m	4.5
BURDEN	m	3.9
SUB DRILLING	m	0.5
ALTURA TALADRO	m	8.5
ALTURA CARGA INICIAL	m.	4.0
TACO FINAL	m	3.5
CAMARA DE AIRE	m	1.0
DENSIDAD INICIAL DE MEC	m	1.03

MINA	PRODUCCIÓN	
	H (m)	8.0
	J (m)	0.5
ISABELITA	Taco (m)	3.5
	Aire/Deck	1.0
	Lc (m)	4.0
	Diam (pulg)	6 3/4
HA 37	ðexpl (g/cc)	1.03
	SD	**1.27**

B (m)	S (m)	iroca (g/cc)
3.9	4.5	2.50

FC (kg/ton)	**0.270**
Kilos por Taladro	**95.17**



Nota: modelo de diseño de carga en la mina Isabelita considerando un taco de 3.5 m para el cálculo de entierro escalada (SD), recopilado del área de asistencia técnica Enaex, (2019)

Figura 20

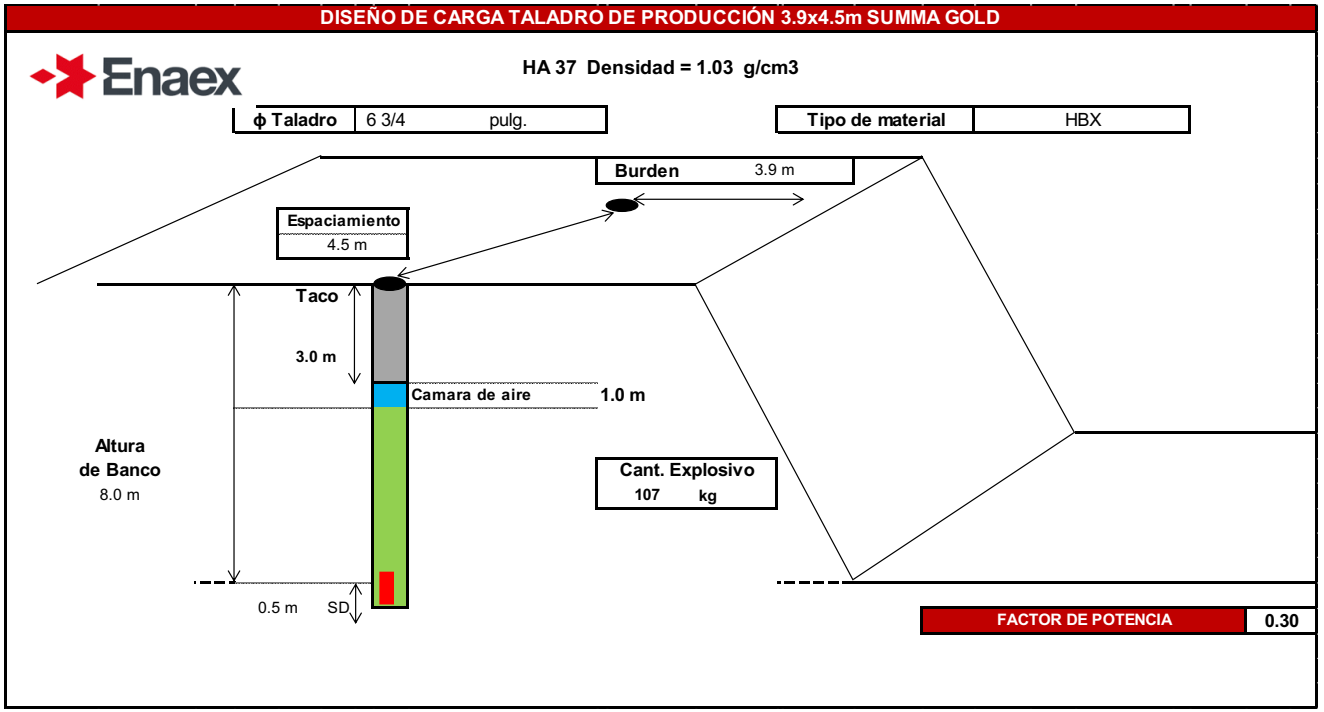
Diseño de carga con taco final de 3.0 m.

PARAMETROS DE PERFORACION		
Nº TALADROS	und	1
ALTURA DE BANCO	m	8.0
DIAMETRO DE BROCA	pulg	6 3/4
MALLA		Triangular
ESPACIAMIENTO	m	4.5
BURDEN	m	3.9
SUB DRILLING	m	0.5
ALTURA TALADRO	m	8.5
ALTURA CARGA INICIAL	m.	4.5
TACO FINAL	m	3.0
CAMARA DE AIRE	m	1.0
DENSIDAD INICIAL DE MEC	m	1.03

MINA	PRODUCCIÓN	
	H (m)	8.0
	J (m)	0.5
ISABELITA	Taco (m)	3.0
	Aire/Deck	1.0
	Lc (m)	4.5
	Diam (pulg)	6 3/4
HA 37	ðexpl (g/cc)	1.03
	SD	**1.12**

B (m)	S (m)	roca (g/cc)
3.9	4.5	2.50

FC (kg/ton)	**0.304**
Kilos por Taladro	**107.07**



Nota: modelo de diseño de carga en la mina Isabelita considerando un taco de 3.0 m para el cálculo de entierro escalada (SD), recopilado del área de asistencia técnica Enaex, (2019)

Figura 21

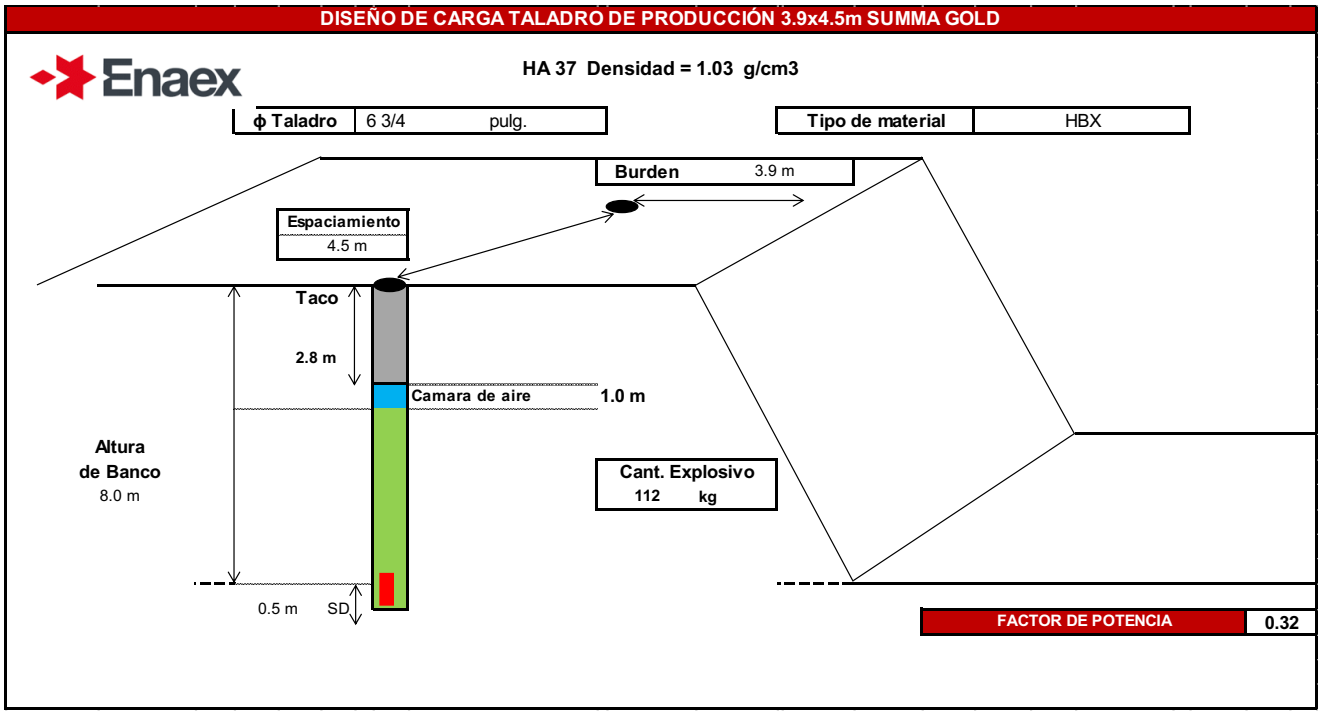
Diseño de carga con taco final de 2.8 m.

PARAMETROS DE PERFORACION		
Nº TALADROS	und	1
ALTURA DE BANCO	m	8.0
DIAMETRO DE BROCA	pulg	6 3/4
MALLA		Triangular
ESPACIAMIENTO	m	4.5
BURDEN	m	3.9
SUB DRILLING	m	0.5
ALTURA TALADRO	m	8.5
ALTURA CARGA INICIAL	m.	4.7
TACO FINAL	m	2.8
CAMARA DE AIRE	m	1.0
DENSIDAD INICIAL DE MEC	m	1.03

MINA	PRODUCCIÓN	
	H (m)	8.0
	J (m)	0.5
ISABELITA	Taco (m)	2.8
	Aire/Deck	1.0
	Lc (m)	4.7
	Diam (pulg)	6 3/4
HA 37	ðexpl (g/cc)	1.03
	SD	**1.06**

B (m)	S (m)	roca (g/cc)
3.9	4.5	2.50

FC (kg/ton)	**0.318**
Kilos por Taladro	**111.83**



Nota: modelo de diseño de carga en la mina Isabelita considerando un taco de 2.8 m para el cálculo de entierro escalada (SD), recopilado del área de asistencia técnica Enaex, (2019)

Figura 22

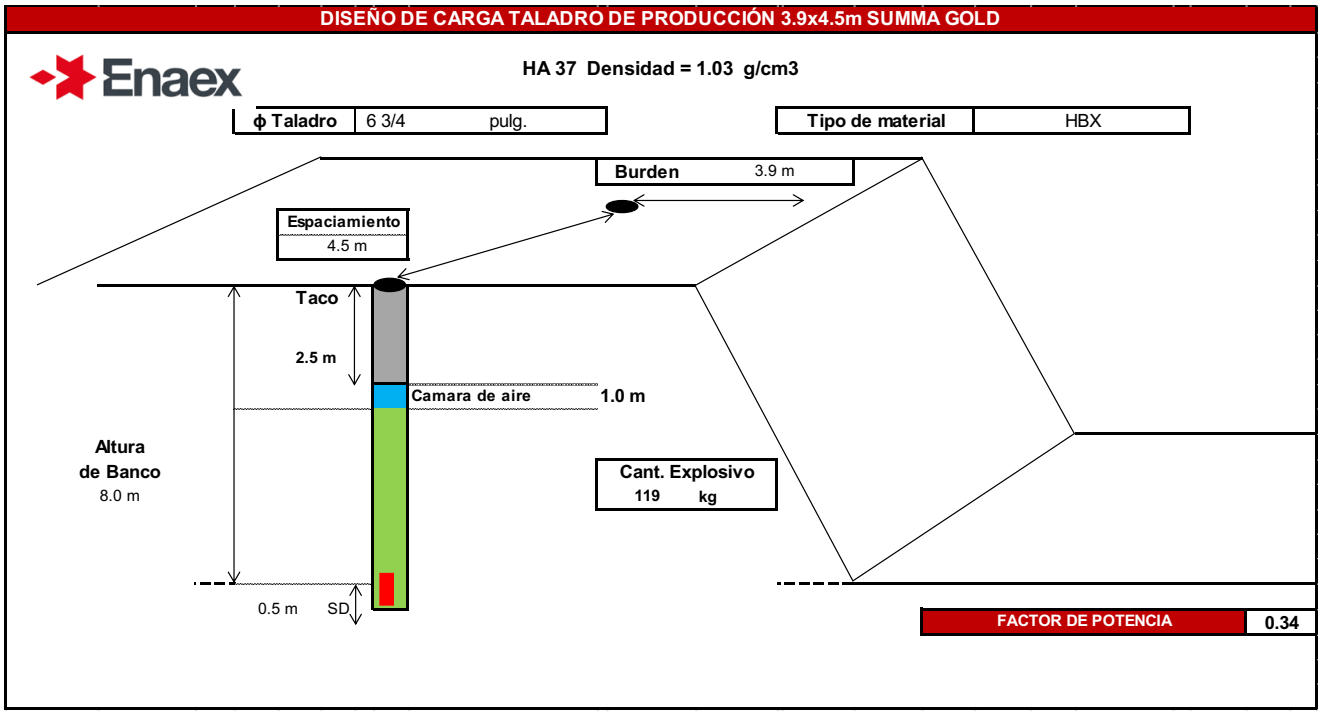
Diseño de carga con taco final de 2.5 m.

PARAMETROS DE PERFORACION		
Nº TALADROS	und	1
ALTURA DE BANCO	m	8.0
DIAMETRO DE BROCA	pulg	6 3/4
MALLA		Triangular
ESPACIAMIENTO	m	4.5
BURDEN	m	3.9
SUB DRILLING	m	0.5
ALTURA TALADRO	m	8.5
ALTURA CARGA INICIAL	m.	5.0
TACO FINAL	m	2.5
CAMARA DE AIRE	m	1.0
DENSIDAD INICIAL DE MEC	m	1.03

MINA	PRODUCCIÓN	
	H (m)	8.0
	J (m)	0.5
ISABELITA	Taco (m)	2.5
	Aire/Deck	1.0
	Lc (m)	5.0
	Diam (pulg)	6 3/4
HA 37	ðexpl (g/cc)	1.03
	SD	**0.98**

B (m)	S (m)	roca (g/cc)
3.9	4.5	2.50

FC (kg/ton)	**0.338**
Kilos por Taladro	**118.97**



Nota: modelo de diseño de carga en la mina Isabelita considerando un taco de 2.5 m para el cálculo de entierro escalada (SD), recopilado del área de asistencia técnica Enaex, (2019)

Figura 23

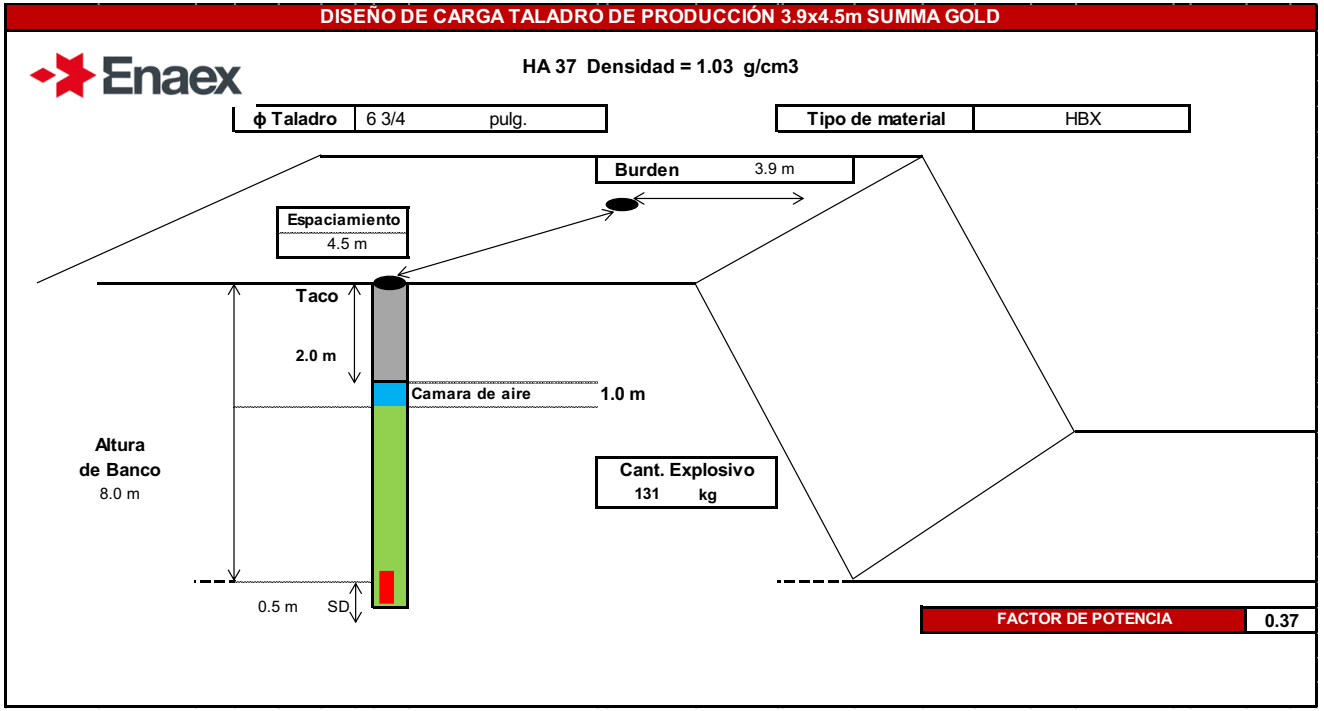
Diseño de carga con taco final de 2.0 m.

PARAMETROS DE PERFORACION		
Nº TALADROS	und	1
ALTURA DE BANCO	m	8.0
DIAMETRO DE BROCA	pulg	6 3/4
MALLA		Triangular
ESPACIAMIENTO	m	4.5
BURDEN	m	3.9
SUB DRILLING	m	0.5
ALTURA TALADRO	m	8.5
ALTURA CARGA INICIAL	m.	5.5
TACO FINAL	m	2.0
CAMARA DE AIRE	m	1.0
DENSIDAD INICIAL DE MEC	m	1.03

MINA	PRODUCCIÓN	
	H (m)	8.0
	J (m)	0.5
ISABELITA	Taco (m)	2.0
	Aire/Deck	1.0
	Lc (m)	5.5
	Diam (pulg)	6 3/4
HA 37	ðexpl (g/cc)	1.03
	SD	**0.83**

B (m)	S (m)	roca (g/cc)
3.9	4.5	2.50

FC (kg/ton)	**0.372**
Kilos por Taladro	**130.86**



Nota: modelo de diseño de carga en la mina Isabelita considerando un taco de 2.0 m para el cálculo de entierro escalada (SD), recopilado del área de asistencia técnica Enaex, (2019)

- De acuerdo a los diseños de carga el personal de asistencia técnica de Enaex procede al reconocimiento en campo y el equipamiento del camión fábrica para el carguío del explosivo como se muestra en la Figura 24 y Figura 25.

Figura 24
Reconocimiento del proyecto.



Nota: Recopilado de asistencia técnica Enaex, (2019)

Figura 25
Camión fábrica.



Nota: Recopilado de asistencia técnica Enaex, (2019)

- Seguidamente el personal procede a realizar el encebado de los Booster de iniciación para el carguío del explosivo en los taladros como se muestra en la Figura 26 y Figura 27.

Figura 26
Primado del Booster de iniciación.



Nota: Recopilado de asistencia técnica Enaex, (2019)

Figura 27
Carguío de los taladros con mezcla explosiva HA37.



Nota: Recopilado de asistencia técnica Enaex, (2019)

- Durante el proceso de carguío del explosivo, se realizan mediciones de longitud carga explosiva, mediciones de densidad de la mezcla explosiva HA37 y de la longitud de taco que se debe dejar, cumpliendo con los diseños propuestos, así mismo se debe supervisar que los remanentes de accesorios de voladura no estén en el campo y finalmente se procede a la iniciación de voladura de acuerdo a protocolo como se muestra en la Figura 28, Figura 29, Figura 30 y Figura 31.

Figura 28
Mediciones de acuerdo a diseño de carga.



Nota: Recopilado de asistencia técnica Enaex, (2019)

Figura 29
Supervisión de remanentes de accesorios y materiales.



Nota: Recopilado de asistencia técnica Enaex, (2019)

Figura 30
Medición de densidad de mezcla explosiva HA37.



Nota: Recopilado de asistencia técnica Enaex, (2019)

Figura 31
Iniciación de voladura.



Nota: Recopilado de asistencia técnica Enaex, (2019)

- El departamento de seguridad coordina para el traslado de los equipos, que estén en el proyecto o aledaños (palas y perforadoras) antes de realizar la detonación de acuerdo al protocolo, como se observa en la Figura 32 y Figura 33.

Figura 32
Coordinación de seguridad.



Nota: Recopilado de asistencia técnica Enaex, (2019)

Figura 33
Reubicación de perforadoras.



Nota: Recopilado de asistencia técnica ENAEX, (2019)

III. VIABILIDAD DEL PROYECTO

El desarrollo del trabajo presentado cumple con las características y condiciones teóricas y técnicas operativas, recopilando información de varios autores y experiencias de profesionales, técnicos que trabajaron en su ejecución, logrando utilizar un modelo predictivo para el análisis de proyecciones de roca fragmentada durante la voladura, que contribuya a la toma de decisiones en campo para la evacuación del personal y prevención de daños en los equipos de mina, disminuyendo los tiempos de traslado estandarizando los rangos máximos de proyección.

IV. PRODUCTO

- Posterior a la detonación de acuerdo al diseño de carga, se realiza el análisis pos voladura con las imágenes registradas de la cámara de alta velocidad, con el objetivo de identificar las proyecciones de roca mayores al rango estimado como se muestra por fases en la Figura 34, Figura 35, Figura 36 y Figura 37.

Figura 34
Inicio de voladura.



Nota: inicio de la detonación recopilado de asistencia técnica Enaex, (2019)

Figura 35
Detonación de taladros de pre-corte.



Nota: inicio de la detonación de los taladros de pre-corte en tiempo 0 ms recopilado de asistencia técnica Enaex, (2019)

Figura 36
Detonación de los taladros de producción .



Nota: inicio de la detonación de los taladros de producción, recopilado de asistencia técnica Enaex, (2019)

Figura 37
Polvo y dispersión de gases producto de voladura.



Nota: Termino de voladura del proyecto y dispersión de gases, recopilado de asistencia técnica Enaex, (2019)

- Con los datos obtenidos de los diseños de carga establecidos anteriormente utilizamos la Ecuación 16 el cual nos ayuda a estimar los rangos máximos de proyección obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 12
Rango máximo estimado de proyección en mina SUMMA GOLD CORP.

Mezcla	Densidad de mezcla (g/cm3)	Diámetro (m)	Taco (m)	Cámara de aire (m)	Explosivo (Kg)	SD (m/Kg^ 1/3)	Factor de seguridad	Rango Max(m)
HA37	1.03	171.45	3.5	1	95	1.27	1.5	257
HA37	1.03	171.45	3	1	107	1.12	1.5	335
HA37	1.03	171.45	2.8	1	112	1.06	1.5	376
HA37	1.03	171.45	2.5	1	119	0.98	1.5	452
HA37	1.03	171.45	2	1	131	0.83	1.5	641

Nota: elaboración propia

Se detectó rangos máximos de 641 m para diseños de carga que consideran 2 m de taco, por el contrario, se detectó rangos mínimos de 257 m para diseños de carga que consideran 3.5 m, ambos con un factor de seguridad del 150%.

4.1 Resultados

- Se logró estimar los rangos de proyección de roca en función a la profundidad de entierro escalada (SD) en mina SUMMA GOLD CORP.
- Se consiguió realizar un modelamiento teórico de los rangos de proyección máxima de roca fragmentada en función a los diseños de carga establecidos, para establecer las distancias de evacuación de personal y equipos.
- Se estandariza los diseños de carga y los rangos de proyección máxima utilizando los modelos establecidos por Frank Chiappetta en cada proyecto de voladura.

V. ASPECTOS COMPLEMENTARIOS

5.1 Recomendaciones

- Realizar las estimaciones de los rangos de proyección de roca fragmentada en función a la profundidad de entierro escalada (SD), cabe resaltar que el presente trabajo se puede aplicar en minería superficial metálica y no metálica.
- Realizar un modelo teórico recopilando información que sustente las expresiones matemáticas considerando los diseños de carga aprobados por el departamento de perforación y voladura.
- Continuar con el proceso de estandarización para cada zona de la mina ajustando con parámetros que se encuentren en campo Frank Chiappetta en cada proyecto de voladura.

VI. REFERENCIAS

Chernigovskii, A. (1985). Application of directional blasting in mining and civil engineering. *Movement of Flyrock Subject to Air Drag.*

Chiappetta, F., Bauer, A., & Dailey, P. (1983). *The Use of High-Speed Motion Picture Photography in Blast Evaluation and Design, Proceedings of the Ninth Annual Conference on Explosives and Blasting Technique. Dallas, TX.* International Society of Explosives Engineers.

Enaex S.A.C. (2018). *Informes de Enaex.* Unidad Minera Constancia, Trujillo.

Enaex S.A.C. (2019). *Compañia*. Obtenido de https://www.Enaex.com/

Instituto Geológico Minero Metalurgico. (2020). *Ubicación de mina Isabelita*. Obtenido de https://www.ingemmet.gob.pe/

Lundborg, N. (1974). *The hazard of flyrock in rock blasting.* Swedish Rock Blasting Committee,Stockholm, Sweden.

Peña, J. (2019) Tesis: *Reducir el porcentaje de dilución mediante el reemmplazo de detonadores pirotécnicos por detonadores electrónicos en la fase 5 Isabelita el toro.*Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.

SUMMA GOLD CORP. (2018). *mina Isabelita.* Trujillo.

Valdivia, A. (2017). Tesis: *Diseño de modelo predictivo de vibracion ppv en la voldura del tajo isabelita-Mina el toro para evitae riesgos en la población cercana.* Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.

VII. ANEXOS

ANEXO 01: Diseño de carga estándar para taladros de producción.

ANEXO 02: Herramienta de gestión análisis de trabajo seguro ATS.

ANEXO 03: Herramienta de gestión IPERC continuo.

ANEXO 04: Check list de despeje de personal y equipos para el proceso de voladura.

ANEXO 05: Procedimiento escrito de identificación de taladro.

ANEXO 06: Procedimiento escrito de carguío de taladros.

ANEXO 07: Procedimiento escrito de voladura.

ANEXO 01

PARAMETROS DE PERFORACION		
Nº TALADROS	und	1
ALTURA DE BANCO	m	8.0
DIAMETRO DE BROCA	pulg	6 3/4
MALLA		Triangular
ESPACIAMIENTO	m	4.5
BURDEN	m	3.9
SUB DRILLING	m	0.5
ALTURA TALADRO	m	8.5
ALTURA CARGA INICIAL	m.	4.5
TACO FINAL	m	3.0
CAMARA DE AIRE	m	1.0
DENSIDAD INICIAL DE MEC	m	1.03

MINA	PRODUCCIÓN	
	H (m)	8.0
	J (m)	0.5
ISABELITA	Taco (m)	3.0
	Aire/Deck	1.0
	Lc (m)	4.5
	Diam (pulg)	6 3/4
HA 37	ðexpl (g/cc)	1.03
	SD	**1.12**

B (m)	S (m)	ıroca (g/cc)
3.9	4.5	2.50

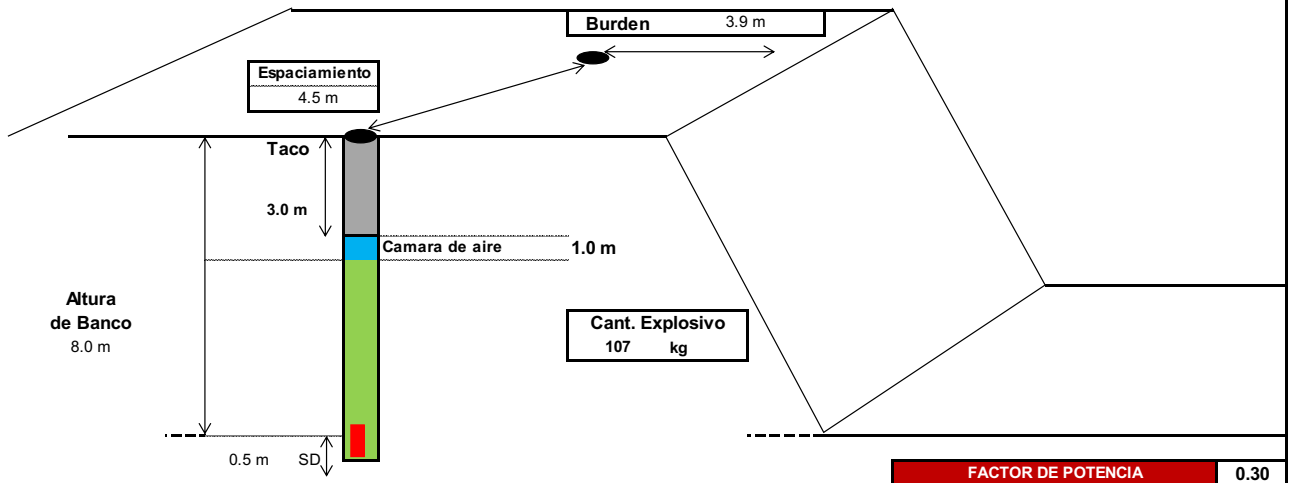
FC (kg/ton)	**0.304**
Kilos por Taladro	**107.07**

DISEÑO DE CARGA ESTANDAR TALADRO DE PRODUCCIÓN 3.9x4.5m SUMMA GOLD

Enaex

HA 37 Densidad = 1.03 g/cm3

ϕ Taladro	6 3/4	pulg.	**Tipo de material**	HBX



FACTOR DE POTENCIA	**0.30**

ANEXO 02

Enaex	ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS)	Formato Documento ID : FOR-GG-008 Versión : 04 Fecha : 01/06/2017

I. IDENTIFICACION DE LA TAREA:

NOMBRE DE LA TAREA O TRABAJO	FECHA	EMPRESA	HORA DE INICIO	HORA DE FIN

LUGAR DE LA TAREA	SUPERVISOR RESPONSABLE DEL TRABAJO	LIDER DEL EQUIPO DE TRABAJO

II. EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL



☐ ☐ ☐ ☐ ☐ TIPO: _____ ☐ TIPO: _____ ☐ TIPO: _____

OTROS (ESPECIFICAR):



☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

III. EQUIPOS

IV. HERRAMIENTAS

PASOS DE LA TAREA	PELIGROS / ASPECTOS AMBIENTALES	RIESGOS POTENCIALES / IMPACTO ASOCIADOS	MEDIDAS PREVENTIVAS	RESPONSABLE

V. PERSONAL EJECUTOR - COMPROMISO CON LA "PRODUCCIÓN SEGURA" Y "EXCELENCIA AMBIENTAL"

TODO EL EQUIPO DE TRABAJO ESTA DE ACUERDO CON LA IDENTIFICACION DE LOS PELIGROS Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS Y FIRMA EN SEÑAL DE CONFORMIDAD - SI ALGUNO DE LOS INTEGRANTES NO ESTÁ DE ACUERDO, NO DEBERÁ PARTICIPAR DEL TRABAJO Y DEBERÁ INFORMAR INMEDIATAMENTE A SU SUPERVISOR.
TODO EL EQUIPO DE TRABAJO SE COMPROMETEN A DETENER LA ACTIVIDAD SI CONSIDERAN QUE LAS CONDICIONES IDENTIFICADAS Y EVALUADAS CAMBIARON O LOS CONTROLES NO SE CUMPLEN ADECUADAMENTE.

NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA	NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	FIRMA

VI. SUPERVISIÓN - LIDERAZGO VISIBLE

Supervisor Responsable del Trabajo	Hora:	Supervisor de Área	Hora:

☐ SE CONTINUO SIN PROBLEMAS ☐ SE MEJORARON ALGUNOS PUNTOS CON EL EQUIPO DE TRABAJO
☐ SE REFORZARON LAS BUENAS PRÁCTICAS ☐ SE DETUVIERON LOS TRABAJOS Y REEVALUARON LOS RIESGOS
☐ RECOMENDACIONES DEL SUPERVISOR : _____

ANEXO 03

Enaex	IPERC CONTINUO	Formato Documento ID : FOR-GG-050 Versión : 01 Fecha : 01/06/2017

I. IDENTIFICACION DE LA TAREA:

NOMBRE DE LA TAREA *O TRABAJO*	*EMPRESA*	FECHA	*HORA DE INICIO*	*HORA DE FIN*

LUGAR DE LA TAREA	SUPERVISOR *RESPONSABLE DEL TRABAJO*	*LIDER* DEL EQUIPO DE TRABAJO

II. PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO

SI LA RESPUESTA ES "SI" IDENTIFIQUE EL PETS RELACIONADO A LA ACTIVIDAD
SI LA RESPUESTA ES "NO" ELABORE EL ATS (Análisis de Trabajo Seguro) DE LA TAREA
"N/A" CUANDO LA ACTIVIDAD ES DE BAJO RIESGO

	SI	NO	N/A
1) ES UNA ACTIVIDAD DE RUTINA? (Trabajo identificado en el IPERC de linea base)	☐	☐	☐

NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO (PETS)

ANTES DE REALIZAR LA TAREA VERIFICAR QUE:	SI	NO	ACCIONES
1) LOS TRABAJADORES HAN SIDO ENTRENADOS EN EL PROCEDIMIENTO ?	☐	☐	
2) EL PROCEDIMIENTO HA SIDO REVISADO Y DIFUNDIDO ANTES DE INICIAR LA TAREA ?	☐	☐	
3) EL PROCEDIMIENTO SE ENCUENTRA DISPONIBLE PARA SER CONSULTADO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA TAREA ?	☐	☐	

III. PERMISO ESCRITO PARA TRABAJO DE ALTO RIESGO (PETAR): SI ☐ NO ☐

SI LA TAREA INCLUYE ALGUNO DE LOS SIGUIENTES TRABAJOS DE ALTO RIESGO, VERIFICAR SI CUENTA CON EL PETAR ESPECÍFICO CORRESPONDIENTE

	SI	NO		SI	NO		SI	NO	
TRABAJOS EN ALTURA	☐	☐	EXCAVACIONES Y ZANJAS	☐	☐	TRABAJOS EN CIRCUITOS ENERGIZADOS	☐	☐	OTROS: (especifique) _____
TRABAJOS EN CALIENTE	☐	☐	ABERTURAS EN PISO (OPEN HOLE)	☐	☐	MANIPULACION DE TUBERIAS HDPE	☐	☐	_____
ESPACIOS CONFINADOS	☐	☐	IZAJES CRITICOS	☐	☐	AISLAMIENTO, BLOQUEO Y ETIQUETADO	☐	☐	_____

IV. EVALUACIÓN PRELIMINAR DE PELIGROS Y RIESGOS

PELIGROS Y RIESGOS EN CAMPO (En caso la respuesta sea "NO", se deberá identificar el peligro, evaluar el riesgo y establecer controles en el punto V)	SI	NO	N/A
¿EL AREA DE TRABAJO SE ENCUENTRA LIMPIA / ORDENADA?	☐	☐	
¿LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO SE ENCUENTRAN "LISTOS PARA TRABAJAR" ?	☐	☐	
¿EPP BASICO Y ESPECIFICO ES ADECUADO PARA LA TAREA Y SE ENCUENTRA EN BUEN ESTADO?	☐	☐	
¿PERSONAL QUE EJECUTARÁ TRABAJOS DE ALTO RIESGO ESTA CERTIFICADO / ACREDITADO?	☐	☐	☐
¿LOS OPERADORES DE EQUIPOS Y VEHICULOS CUENTAN CON LICENCIA PARA OPERAR/CONDUCIR?	☐	☐	☐
¿LAS FUENTES DE ENERGIA HAN SIDO IDENTIFICADAS Y CONTROLADAS (AISLADAS, BLOQUEADAS Y ETIQUETADAS)?	☐	☐	☐
¿EL USO Y ALMACENAMIENTO DE GASES COMPRIMIDOS DE ACUERDO AL ESTANDAR STD-SSO-015?	☐	☐	☐
¿SE REALIZO LA INSPECCION O PRE-USO PARA VEHÍCULOS, MAQUINARIA O EQUIPOS A UTILIZAR?	☐	☐	☐
¿SE INGRESARÁ A CUERPOS DE AGUA CUMPLIENDO LO ESTABLECIDO EN EL STD-SSO-014?	☐	☐	☐
¿EQUIPOS Y HERRAMIENTAS MANTENIDOS, INSPECCIONADOS Y OPERATIVOS?	☐	☐	☐
¿LAS GUARDAS DE PROTECCIONES (AISLAMIENTOS) DE MAQUINARIAS SE ENCUENTRAN INSTALADAS Y OPERATIVAS?	☐	☐	☐
¿INGRESO Y SALIDA DE AREAS DE "ALTO RIESGO" DEMARCADAS Y SEÑALIZADAS?	☐	☐	☐
¿AREAS DE TRABAJO CUENTAN CON SISTEMAS DE VENTILACION E ILUMINACIÓN?	☐	☐	☐
¿EL PERSONAL CONOCE LAS HOJAS DE DATOS DE SEGURIDAD DE PRODUCTOS QUIMICOS - (MSDS)?	☐	☐	☐
¿SISTEMAS Y EQUIPOS DE RESPUESTA A EMERGENCIA DISPONIBLES Y OPERATIVOS?	☐	☐	☐

PELIGROS Y RIESGOS DEL ENTORNO (En caso la respuesta sea "SI", se deberá identificar el peligro, evaluar el riesgo y establecer controles en el punto V)	SI	NO	N/A
¿EXISTEN TAREAS SIMULTANEAS/ MISMO NIVEL O DIFERENTE NIVEL EN LA MISMA AREA?	☐	☐	
¿PRESENCIA DE CONDICIONES CLIMATICAS ADVERSAS (TORMENTA / LLUVIA / NEBLINA)?	☐	☐	☐
¿EXISTE LA PROBABILIDAD DE CONTACTO CON PARTES EN MOVIMIENTO / ATRAPAMIENTOS?	☐	☐	☐
¿EXISTE LA PROBABILIDAD CONTACTO CON SUSTANCIAS QUIMICAS / RESIDUOS PELIGROSOS?	☐	☐	☐
¿PRESENCIA DE ACTIVIDADES CON CARGAS SUSPENDIDAS EN EL ÁREA DE TRABAJO?	☐	☐	☐
¿CERCANIA A FUENTES DE ENERGIA ELECTRICA / FUENTES RADIOACTIVAS?	☐	☐	☐
¿PRESENCIA Y/O CONTACTO CON FLUIDOS (LIQUIDO/GAS/AIRE) A ALTA/BAJA PRESIÓN O TEMPERATURA?	☐	☐	☐
¿EXISTEN ABERTURAS EN EL PISO (OPEN HOLE)?	☐	☐	☐
¿POCA VISIBILIDAD / ILUMINACIÓN?	☐	☐	☐
¿EXPOSICIÓN A LA LINEA DE FUEGO?	☐	☐	☐
ASPECTOS AMBIENTALES:	☐	☐	☐
* ¿GENERACIÓN DE EMISIONES (POLVO, GASES, VAPORES)?	☐	☐	☐
* ¿GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS Y/O NO PELIGROSOS?	☐	☐	☐
* ¿POTENCIAL AFECTACIÓN A LA FLORA, FAUNA O HÁBITATS NATURALES?	☐	☐	☐
* ¿POTENCIAL FUGA O DERRAME?	☐	☐	☐

ANEXO 04

Enaex	CHECK LIST DE DESPEJE DE PERSONAL Y EQUIPOS PARA EL PROCESO DE VOLADURA	Formato Documento ID : FOR-OP-2041 Versión : 00 Fecha : 10/13/2016

Nombre del supervisor: ..... **Cargo:** .....

Área: ..... **Lugar:** .....

Empresa: ..... **Fecha:** ..../..../....

Responda a las siguientes interrogantes marcando con un "x" en el recuadro según corresponda:

	SI	NO
1. ¿Tiene conocimiento del lugar, fecha y hora exacta de la voladura?		
2. ¿Se informó de la voladura a todo el personal a su cargo?		
3. ¿Se evacuó a todo el personal a su cargo fuera del área de influencia de voladura?		
4. ¿Se evacuó a todos los equipos fuera del área de influencia de voladura?		
5. ¿Informó vía radial al O1 de la evacuación de todo el personal y equipos a su cargo?		
6. ¿Queda algún equipo dentro del área de influencia de la voladura?		
7. De ser positivo el ítem N°06, ¿Se ha informado de esta condición al B1?		

Cantidad de personal a su cargo: ..... Evacuados: .....

Cantidad de equipo a su cargo: ..... Evacuados: .....

En caso de haber marcado en el recuadro "NO" , favor de describir el motivo en la observación a continuación:

Observaciones: .....

.....

.....

Hora entrega del check list : ....

Firma del supervisor

ANEXO 05

Enaex GERENCIA DE OPERACIONES	UNIDAD MINERA CONSTANCIA	HBP-OPE -002
		EDICIÓN 01
	PETS / IDENTIFICACION DE TALADROS	VALIDO DESDE: 10/08/2017
		Página 2 de 6

GERENCIA: Operaciones	Área: SERVICIO DE VOLADURA ENAEX

1. Personal

CARGO: • Operario de piso Autorizaciones vigentes de personal: • Licencia de manipulador de explosivos otorgado por SUCAMEC Referencias básicas para la labor • Reglamento Interno de Trabajo (RIT), ENAEX • Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional de ENAEX • DS-024-2016-EM, Ley 29783 Ley de seguridad y salud en el trabajo, DS-005-2012 Reglamento de Ley de SST, demás normas Peruanas de Seguridad y Salud en el trabajo (SST) • Cursos: Elaboración y análisis del IPERC Continuo.	Referencias relacionadas: Derecho a decir NO STD-SSO-021 Tormentas Eléctricas STD-SSO-007 Inspección de Herramientas, Equipos e Instalaciones FOR-GG-050 Iperc Continuo Programa de capacitaciones. GGLPMA-01 Plan de manejo ambiental CONSTANCIA-2017 Gestión de residuos sólidos CONSTANCIA-2017

2. Equipo de Protección Personal (EPP):

Equipo Basico: Casco de segundad, lentes de segundad *(Claros y/o oscuros)*, Overol y chaleco *con cinta reflectiva*, Guantes, Zapatos de seguridad, Protector solar.
Equipo Especifico: Según: labor, exposición y factor climático: protector respiratorio (polvo), Protector auditivo (doble protección auditiva a 30 metros de perforadora u otro equipo similar), *overol térmico (Según temperaturas bajas).*

3. Herramientas, Equipos y Materiales:

3.1 Herramientas: • Winchas con pesa de plomo	3.2 Equipos y Materiales: • Plumones rojos, lápices de control (el supervisor proporciona) • Estacas de madera • Conos amarillos con cinta reflectiva • Plano de distribución de taladros. • Equipos de comunicación (radio, celular). • *Luminarias (iluminación artificial, según se requiera).*

4. Procedimiento:

No.	PASO (QUÉ)	EXPLICACION (CÓMO)	Pasos ejecutados (✓) Completado (×) No completado	
4.1	Participación, Coordinación y Comunicación	El colaborador responsable de esta labor, debe participar y /o desarrollar lo siguiente: 1. Reunión inicial e integral de la unidad (registro) 2. Coordinación previa de la labor especifica con el personal involucrado (supervisores, operadores o manipuladores de vehículos /equipos, Operarios de piso, Almaceneros, Personal Administrativos, Asistencia Técnica, Seguridad.), sean de ENAEX o socio estratégico. 3. Comunicación: el uso de radio comunicación debe ser constante de inicio a final de labor, la comunicación debe ser de ida y vuelta.		
4.2	Inspección e identificación de peligros en la zona laboral	1. *Evaluación de área de trabajo: Se deben verificar los niveles de iluminación (presencia de luminarias) malla de voladura.* 2. Observación de peligros relativos a la labor: rocas sueltas o inestabilidad de taludes, crestas, bermas de seguridad, presencia de agua en nivel,		

		ubicacion de equipos (perforadoras, tractores, palas, etc.) ubicación de piezómetros, tuberías, paneles de control y energía general, etc. 3. Identificar peligros a la salud: polvo, ruidos, ambiente climático, bajas temperaturas.		
4.3	Responsabilidades y Autorizaciones	RESPONSABLES DE LABOR: Ing. Supervisor de Voladura Enaex y personal designado para la labor. VERIFICAN Y AUTORIZAN INICIO DE LABOR: Supervisores (según DS-24-2016-EM) DOCUMENTOS OBLIGATORIOS: antes de inicio de labor ✓ REVISIÓN, PRE USO O CHECK LIST (según labor) Herramientas, accesorios: winchas, pesas de plomo, herramientas manuales, etc. ✓ IPERC CONTINUO Para todo trabajo rutinario (según DS-024-2016-EM) • Líder de labor, encargado de la labor. • Supervisor de seguridad, facilita análisis u objeta inicio labor • Ing. Supervisor de Voladura Enaex, analiza, verifica y autoriza inicio labor.		
4.4	Actividades preliminares	1. Supervisor de Supervisor de Voladura Enaex, coordina con el supervisor de Perforación y Voladura de Hudbay para labores de medición y señalización de la malla a medir. 2. Supervisor de Voladura ENAEX y personal involucrado en esta labor identifican las zonas de peligro y/o riesgo para este proceso de medición de taladros de la malla perforada: crestas, material suelto de taludes, ubicación de taladros cerca de taludes, taladros cerca de equipos (bombas, piezómetros, perforadoras, cables eléctricos, tuberías, etc.) evalúe y realice su labor segura, asimismo comunique y/o solicite apoyo al supervisor. 3. La medición cerca equipos de peligro (perforadoras), zonas de peligro (talud, cresta), debe realizarse de modo frontal y alentamente a esas zonas o equipos. 4. Esta labor debe realizarse con el plano de perforación de los taladros, en él se ubicara: el número de malla, forma de malla (taladros de pre corte, adyacentes, producción, etc.), secuencia de perforación, si la malla está completa (falta o hay más taladros de lo planificado). Si tiene duda consulte al perforista o al supervisor de perforación de Hudbay. 5. Solicitar al Ing. Supervisor de Voladura Enaex datos específicos de la malla de perforación: taladros adicionales, dureza de la zona, etc. 6. Identificar en el plano la cantidad y ubicación de taladros en zonas fangosas, zonas de riesgo para el camión Fábrica y proceso de tapado, zonas anormales que puedan "ocultar" taladros a la vista, etc. 7. Verificar el muestreo de los taladros perforados. 8. Asegurar que: la wincha esté en buen estado, verificar la visibilidad de los números , que tenga pesa de plomo y el empalme entre la wincha y pesa este correctamente sostenida, que inicie la wincha en cero o múltiplo de 10. 9. Verificar la correcta funcionabilidad de pintado del plumón ROJO y/o lápiz de cera (para escritura en estacas húmedas). 10. Solicitar estacas en blanco para colocar la información del taladro en caso que el taladro no tenga estaca.		
4.5	Medición de taladros	1. Verificar la seguridad de la boca del taladro, despejar cualquier material (roca u otro) que se encuentre obstaculizando la "boca del taladro" y/o represente peligro/ riesgo a la línea descendente de los detonadores y al proceso de tapado de taladros.		

		2. Verificar que los taladros tengan las estacas en su totalidad de la malla y que contengan: ID de taladro, altura de diseño, tipo de roca; el responsable de esta medición debe colocar la altura real del taladro, altura de agua si tuviera e identificación de re perforación si necesita y retirar cualquier obstáculo que pueda dañar las líneas descendentes. 3. Identificar la profundidad de los taladros siguiendo la secuencia de acuerdo a diseño del plano, esto para evitar errores de numeración y/o ubicar taladros adicionales a la malla original. 4. Si identifica anomalías en: a. Profundidad del taladro, deficiencia de altura mayor a 1.00 metros referente a lo solicitado b. Tiene obstáculo en el interior, no permite la labor adecuada de carguío de explosivos o tapado del taladro. c. Tiene oquedades que representen riesgo de carguío /tapado del taladro. Señalice visiblemente el taladro, coloque una "chuta", luego comunique al Supervisor de Voladura ENAEX, quien a su vez comunicaran al responsable de perforación de Hudbay para las correcciones o acciones respectivas, asimismo, pueden comunicar posteriormente al perforista para efectuar dicha labor. 5. Revisar el Sub drilling (sobreperforación) y el Under drilling (perforación menor a la altura de banco). 6. Taladros de pre corte por lo general no tienen sub drilling. 7. Si tiene exceso de perforación y está seco el taladro, se coloca en la estaca la altura inicial encontrada, luego se iguala con ripio de perforación a lo requerido en el diseño, la estaca queda con la altura inicial, no la altura igualada. 8. Si tiene exceso de perforación y está con agua NO se iguala, se coloca la medida encontrada en la estaca más la letra "W" que indica agua y la altura de agua. Se voltea la estaca. 9. Los taladros con presencia de agua deben ser señalizados con: a. Estaca volteada b. Colocar el palo del taponex en posición vertical 10. Terminada la labor de medida, identifique en el plano las anomalías, excesos de taladros y comunique al supervisor de voladura ENAEX: a. Número de malla b. Cantidad de taladros perforados c. Cantidad de taladros por perforar o re perforar d. Cantidad de taladros en "exceso" a los consignados en la malla e. Cantidad de taladros con agua y promedio de altura de agua. f. Zonas de ubicación de taladros con riesgo para el carguío y/o tapado (zonas fangosas, plataformas de desnivel, banquetas, etc.) g. Presencia y ubicación de taladros "anormales o extras". h. Presencia de equipos dentro de la malla: piezómetros, bombas de agua, tuberías, etc. 11. Si recibe la indicación de colocar accesorios para formar cámara de aire, quíese del PETS HBP-OPE-PETS-004.		
4.6	Re perforación de taladros	1. La perforadora no debe ingresar a realizar labor de perforación o re perforación cuando la malla este cargada con explosivos, se permitirá el ingreso de dicho equipo solo en casos excepcionales y cuando los taladros estén secos y sin cámara de aire, para esta acción los taladros deben estar tapados y las "líneas descendentes" ocultos o posicionados a medio metro bajo nivel de la boca del taladro y tapado con material del taco hasta el nivel de la boca del taladro (no debe ser visible). 2. Asimismo, no debe ingresar cuando los accesorios de voladura estén distribuidos en la zona por donde transitara el equipo (deben ser retirados dichos accesorios). 3. Cuando la labor de re perforación se requiera efectuar dentro de la malla cargada con explosivos o solo requiera transitar por dicha malla, un		

		personal de ENAEX guiara dicho transito o movimiento, personal de ENAEX no es responsable del proceso de re perforación. 4. Sectorizar/ señalizar el área de labor de la perforadora respecto a la zona de cargulo taladros con conos amarillos. 5. Culminada la labor de re perforación, el Supervisor de Voladura ENAEX solicitara la información de dicha actividad al supervisor de perforación Hudbay, asimismo solicitara la información de taladros adicionales (nuevos) para las correcciones del caso. Luego comunica al personal de medición de taladros para identificar dicho(s) taladro(s) 6. Si hay taladros adicionales (cuando la re perforación no permite el armado adecuado del taladro) estos se medirán y se tapara el taladro original, asimismo el supervisor de Voladura ENAEX deberá considerar ampliar el radio de influencia para el proceso de voladura 7. Si hubiesen taladros "especiales" o formados por algún motivo técnico o extra a la malla de perforación, estos deben ser identificados en el plano, comunicar al supervisor de Voladura ENAEX para las averiguaciones del caso e indicaciones de tapado de dichos taladros. 8. Si hay taladros "extras" indicados en los dos puntos anteriores (7 y 8), y están a menos de 1.5 metros de los taladros cargados con explosivos, estos deben taparse previa coordinación y autorización del supervisor de Voladura ENAEX, asimismo el supervisor de voladura ENAEX coordinara ampliación de radio de influencia para el proceso de voladura. 9. El tiempo y actividad realizada en este proceso de re perforación debe ser consignada en el formato post disparo.		
4.7	Emergencias: de salud, seguridad, medio ambiente.	MALESTAR CORPORAL (salud) 1. Al primer síntoma de anomalía corporal, fatiga, comunicar al supervisor, compañero o personal más cercano. 2. Paralice toda labor y ubicarse en lugar seguro hasta recibir las primeras atenciones por personal capacitado para estas acciones. 3. De ser emergencia, active la comunicación por los canales establecidos SEGURIDAD 4. Cualquier daño personal o material, comunicar inmediatamente al Supervisor inmediato. De no recibir respuesta, comunicar a centro de control de emergencias y aplicar los planes de emergencias y contingencias distribuidos y capacitados para tal efecto. 5. Ante un suceso adverso de daño personal o material, comunicar inmediatamente, no mover ni destruir las evidencias. 6. Toda anomalía en este proceso debe ser registrada en el plano y comunicada inmediatamente al supervisor directo. 7. Tener en cuenta siempre el mapa de riesgos, cantidad y ubicación de extintores, los mismos que son solo para amagos de incendio y deben estar capacitados/certificados para uso de dichos equipos. AMBIENTAL 8. Tener en cuenta en cuenta el plan **GGLPMA-01 Plan de manejo ambiental CONSTANCIA-2017** y el **Procedimiento de Gestión de residuos sólidos CONSTANCIA-2017** para la disposición final de los residuos generados.		
5	RESTRICCIONES			
5.1	LA SEGURIDAD DEPENDE DE USTED	1. Durante tormentas eléctricas: Alerta roja suspender toda actividad y dirigirse a refugio establecido, en alerta naranja realizar trabajo restringido, en alerta amarilla alistar todo lo necesario y comunicar al supervisor para la evacuación respectiva de la zona. 2. No usar celular en la malla de cargulo con explosivos y polvorines 3. No usar Celular durante la realización de labores. Paralizar toda acción para hacer uso de dicho equipo.		

		4. Si esta fabgado, auto medicado, o con síntomas de salud anormal, paralice la labor y comunique al supervisor. 5. No usar Herramientas hechizas, o reacondicionadas para la labor 6. Detener toda actividad si algún equipo presenta condiciones sub estándares que pongan en riesgo la integridad personal, medio ambiente o equipos/vehículos. 7. Revisar frecuentemente los taludes y zonas de riesgo en campo 8. Ubicar la camioneta conservando distancia establecida a taludes 9. Nunca pasar por debajo de la línea de fuego y/o cargas suspendidas 10. No ingerir alimentos durante la actividad del presente procedimiento. 11. Si no hay las condiciones seguras para la labor, tiene el derecho a decir NO 12. Si las condiciones de luz artificial son deficientes, no realice esta labor 13. No fumar		

ANEXO 06

Enaex GERENCIA DE OPERACIONES	UNIDAD MINERA CONSTANCIA	HBP-OPE -005 EDICIÓN 01
	PETS / CARGUIO TALADROS	VALIDO DESDE: 10/08/2017 Página 2 de 11

GERENCIA: Comercial	**Área:** SERVICIO INTEGRAL DE VOLADURA ENAEX
1. Personal:	
CARGO: • Ing. Supervisor de Voladura ENAEX • Técnico asistente. • Operador de camión Fábrica. • Operador de carguío. **Autorizaciones vigentes de personal:** • Licencia de manipulador de explosivos otorgado por SUCAMEC • Autorizaciones de conducción o manipulación de vehículo/equipos por ENAEX. Incluye certificación por empresa especializada. • Licencia de conducir por el MTC de acuerdo a normas vigentes (solo si conduce vehículo). **Referencias básicas para la labor** • Reglamento Interno de Trabajo (RIT), ENAEX • Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional de ENAEX • DS-024-2016-EM, Ley 29783 Ley de seguridad y salud en el trabajo, DS-005-2012 Reglamento de Ley de SST, demás normas Peruanas de Seguridad y Salud en el trabajo (SST) • Cursos: Trabajos de alto riesgo (PETAR), Trabajos en altura, Materiales peligrosos (MATPEL), elaboración y análisis del IPERC CONTINUO, aislamiento de energía	**Referencias relacionadas:** Derecho a decir NO SEG-STAD-005 Trabajos de alto riesgo, (PETAR) STD-SSO-021 Tormentas Eléctricas STD-SSO-022 Trabajos en altura STD-SSO-013 Manejo de Productos Químicos STD-SSO-024 Aislamiento, Bloqueo y Etiquetado de Energías STD-SSO-007 Inspección de Herramientas, Equipos e Instalaciones FOR-SSO-015 Permiso para Trabajos en Altura FOR-SSO-003 Permiso de Aislamiento, Bloqueo y Señalización de Energía FOR-GG-050 Iperc Continuo Manual de mantenimiento del vehículo Programa de capacitaciones. GGLPMA-01 Plan de manejo ambiental CONSTANCIA-2017 Gestión de residuos sólidos CONSTANCIA-2017
2. Equipo de Protección Personal (EPP):	
Equipo Básico: Casco de seguridad, lentes de seguridad ***(Claros y/o oscuros)***, Overol y chaleco ***con cinta reflectiva***, Guantes, Zapatos de seguridad, Protector solar. Equipo Específico: Según: labor, exposición y factor climático: protector respiratorio (polvo), Protector auditivo (doble protección auditiva a 30 metros de perforadora u otro equipo similar), ***overol térmico (Según temperaturas bajas). Arnés y línea de vida***	
3. Herramientas, Equipos y Materiales:	
3.1 Herramientas: • Cuchilla pico loro	**3.2 Equipos y Materiales:** • Kit antiderrames • Camión Fábrica • Wincha, debe iniciar en "cero" o múltiplo de 10 m • Pesa de plomo • Plano de diseño y carguío de taladros • Bandeja anti derrame • Lampa • Equipos de comunicación (radio, celular). • ***Luminarias (Iluminación artificial, según se requiera).***

4. Procedimiento:

No.	PASO (QUÉ)	EXPLICACION (CÓMO)	Pasos ejecutados (✓) Completado (×) No completado

4.1	**Participación, Coordinación y Comunicación**	El colaborador responsable de esta labor, debe participar y /o desarrollar lo siguiente: 1. Reunión inicial e integral de la unidad (registro) 2. Coordinación previa de la labor específica con el personal involucrado (supervisores, operadores o manipuladores de vehículos /equipos, Operarios de piso, almaceneros, personal administrativos, etc.), sean de ENAEX o socio estratégico) 3. Comunicación: el uso de radio comunicación debe ser constante de inicio a final de labor, la comunicación debe ser de ida y vuelta.		
4.2	**Inspección e identificación de peligros en la zona laboral**	1. ***Evaluación del área de trabajo: Se deben verificar los niveles de iluminación (presencia de luminarias) en malla de voladura.*** 2. Observación de peligros relativos a la labor: rocas sueltas o inestabilidad de taludes crestas, bermas de seguridad, presencia de agua en nivel, zonas fangosas, ubicación de equipos (perforadoras, tractores, palas, etc.) ubicación de piezómetros, tuberías, paneles de control y energía general, etc. 3. Identificar peligros a la salud: polvo, ruidos, ambiente climático.		
4.3	**Responsabilidad y Autorizaciones**	**RESPONSABLES DE LABOR** son: ✓ Ing. Supervisor de Voladura ENAEX, responsable general de este proceso. ✓ Supervisor de seguridad (facilitador y verificador de cumplimiento de labores, permisos y condiciones seguras) ✓ Operador de camión Fábrica, responsable general del vehículo (integridad y conducción), asimismo, de la calidad de producto proporcionado, datos reportados. ✓ Winchero, responsable de la "cantidad" del producto ingresado al taladro, primer responsable visual y segundo responsable de la calidad del producto proporcionado, verificar que las líneas descendentes estén correctas. ✓ Personal designado para control de densidades de campo. VERIFICAN Y AUTORIZAN INICIO DE LABOR: Supervisor de voladura (según DS-024-2016-EM.) DOCUMENTOS OBLIGATORIOS: antes de inicio de labor ✓ REVISIÓN, PRE USO O CHECK LIST (según labor) Herramientas, accesorios: Winchas, pesas de plomo, herramientas manuales, kit de densidad, etc. ✓ IPERC CONTINUO Para todas las labores relativas a trabajos con explosivos • Lidera, encargado de la labor, líder del grupo • Supervisor de seguridad, facilita análisis u objeta inicio labor • Ing. Supervisor de Voladura ENAEX, analiza, verifica y autoriza inicio labor ✓ PETAR (Permiso trabajo de alto riesgo), según labor Para: trabajos en altura, izaje de cargas o cargas suspendidas, trabajos en zonas de tiros cortados o no detonados (TQ).		
4.4	**Distancias de seguridad**	1. La distancia mínima a perforadoras en forma radial (360 grados) debe ser mayor igual o mayor a 10 metros, y/o un taladro sin cargar entre la perforadora y el camión Fábrica, esta distancia también restringe distribución de accesorios de voladura. 2. Cuando las circunstancias operativas requiera pegarse el camión fábrica a la perforadora para cargar taladros de paredes inestables u otras circunstancias necesarias, debe elaborarse ATS a esta actividad específica, colocar un vigía, coordinar con los operadores de ambos equipos.		

		3. Para cargar taladros a distancias cercanas a taludes (menor a 15 metros del pie del talud), colocar un vigía, para alertar cualquier emergencia del talud.		
4.5	**Carguío zona de piezómetros, bombas y fallas**	1. Para cargar en zona cercana o alrededor a piezómetros/ bombas de agua, debe tener previamente el plano de diseño de cargas debidamente aprobado por las áreas involucradas de empresa mandante. Nunca obvie este paso. 2. De igual modo en zonas de fallas. 3. Coordine con los responsables de la empresa mandante respecto al retiro o recubrimiento seguro de los equipos relativos, no asumir responsabilidades que no son seguras.		
4.6	**Controles de carguío de taladros con explosivos**	Considere los siguientes controles: 1. Carguío por kilos, basado en el plano de carguío. Responsable operador de camión Fábrica 2. Control por wincha métrica. Responsable personal de piso. 3. El responsable de control general de altura de taco es el huinchero, asimismo, es el responsable de comunicar al supervisor de Voladura ENAEX cualquier anomalía en este proceso. 4. El winchero es responsable final de consultar y/o determinar el "modo seguro" de cargar taladros con: peligros en la boca del hoyo (rocas), taladros inestables, taladros fangosos o con presencia de fango en la boca o interior del mismo, u otras observaciones que representen riesgo en el carguío a las líneas descendentes es el huinchero.		
4.6	**Actividades preliminares**	1. Verifique la Tarjeta de propiedad, SOAT, Tarjeta mercancías, vigencia del seguro vehicular 2. Para iniciar el carguío de taladros, ningún otro equipo o vehículo debe quedar dentro de la zona de carguío, por seguridad general relativo a este proceso. 3. Revisar y verificar condiciones de operatividad de Camión Fábrica 4. Revise las cantidades de agentes de voladura, combustible, etc. 5. Solicite el plano de distribución de taladros y plano de carguío de los mismos, identifique todos los riesgos y peligros para el desplazamiento del camión Fábrica y carguío de taladros. 6. ***El operador de camión fábrica comunicará su salida de cancha de nitrato hacia el proyecto designado.*** 7. Revise la balanza (buen estado, incluye carga de batería), vaso, radio comunicaciones, manga de descarga, pala, pico y bandeja para derrames 8. Verificar estado de uso de la manga de descarga del producto, el arnés, línea de vida y línea de anclaje del camión. 9. Verificar que los taladros estén previamente medidos, igualados y si el diseño contempla cámara de aire en el fondo del taladro, verifique que esté ubicado en dicha posición el formador de cámara de aire.		
4.7	**Consideraciones generales**	1. Al inicio de guardia, ENAEX 1 proporcionara el plano de detalles de perforación de la zona, coordinará o confirmara la malla de carguío, asimismo, indicara al personal de labor del proyecto todos los detalles de seguridad y carguío de taladros, zonas de cuidado para el tránsito de camiones Fábricas, zonas inestables, zonas fangosas y presencia de taladros en esa zona, zonas con taladros anexos, ubicación de equipos, tuberías, etc. 2. Una vez ubicados en el proyecto de voladura y antes de comenzar la operación, el Supervisor de Voladura ENAEX inspeccionará el área para identificar los peligros y más detalles a considerar en este proceso, asimismo es responsable de comunicar (ida y vuelta) todos los detalles de peligro y riesgo de esta labor. 3. Verifique la: malla, cara libre del proyecto, presencia de palas y/o cargadores, demás equipos de mina trabajando en la zona, taladros sin		

		perforar, espacio, burden y de acuerdo a ello coordine cargas. 4. ENAEX 1, comunicara al supervisor de operaciones de la empresa mandante (Hudbay), el inicio del carguío, asimismo, la finalización y estado de señalización que queda en el proyecto si es proyecto de adelanto. 5. El Uso del cinturón de seguridad es en todo momento, *a excepción de estar dentro de malla y en el proceso de carguío, que será opcional el uso del cinturón de seguridad*. 6. Si, tiene duda de las cargas en taladros o zonas de riesgo, comunique al supervisor de Voladura ENAEX, no tome decisiones que perjudiquen la labor proyectada. 7. Si, las condiciones del terreno no permite el ingreso del camión fábrica por ende el carguío se ve dificultado, analice otra manera de carguío de forma segura y que no ponga en riesgo la integridad del personal y equipos de labor, si no es segura comunique al supervisor de ENAEX quien coordinara con el encargado de minera y tomara determinaciones conjuntas sin afectar el entorno, equipos ni personal. 8. Todo taladro cargado deberá ser: anotado en el reporte de carguío respectivo y verificado en el plano de la malla, individualizando el número de taladro que corresponda, altura, si tiene agua, cantidades de mezcla empleadas, número de boosters, noneles y cualquier observación que se presente en la malla. 9. Si el operador observa zonas de carguío de riesgo (cerca de crestas, taludes, etc.) comunique al supervisor de Voladura ENAEX para el apoyo necesario. 10. Taladros donde se detecte anomalías: oquedades o espacios internos, taladros fangosos, taladros auxiliares a los originales (taladros que no arman luego de perforarlos o re perforarlos) solo considerar la carga explosiva por kilos promedio, comunique al supervisor de Voladura para el control posterior y posibilidad de FLY ROCK. Asimismo, según el caso se debe tapar con palana o lampa de forma segura y se considerara volver a primar y cargar luego de solucionar ese inconveniente (cantidad coordinada con el Supervisor de voladura ENAEX), se registrara en el reporte de carguío y reporte final proporcionado al cliente. 11. Todo exceso de carga se reportara inmediatamente al supervisor de Voladura ENAEX proceder a: retirar o diluir la carga explosiva (según tipo de explosivo), considerar sobre tapado, tiempo de detonación del taladro, etc., hasta considerar el alejamiento o ampliación del radio de influencia respecto a ubicación de equipos y personas. 12. Taladros con fango (lodo o barro), cargue de modo bombeable y por kilos, asegurando la carga explosiva al fondo del taladro, para este carguío considere el tipo de terreno y ubicación (cresta, ladera, altura, etc.). ***13. Para traslados cortos no es necesario desencrochar o desactivar el PTO, NUNCA realice cambios de velocidad con el camión encrochado (PTO activado); asimismo NUNCA sobre pase las 1200 RPM.*** 14. Distancias largas (mayores a 30 m.), considerar trasladarse con el brazo en su descanso, evitar fatiga del brazo vertical y desactivar el PTO. ***15. Para verificar cantidades en las tolvas de los camiones, elabore el PETAR y usar arnés (sobre 1.80 m de altura), activar las barandas de seguridad del camión antes de subir a la plataforma del camión, colocar la línea de vida una vez posicionado sobre la plataforma superior del camión, subir o bajar haciendo uso de tres puntos de apoyo y de manera frontal a la estructura del camión.*** 16. Para abastecimiento de combustible en campo o realizar algún mantenimiento correctivo al camión, retire el equipo fuera de la zona de carguío y coloque/use los elementos de protección ambiental necesarios (bandeja, bolsas, trapos absorbentes, etc.), no contamine el piso u otro sector.		

		17. Si el proyecto no se dispara, debe quedar encintado, con estacas resistentes a los factores climáticos (viento), esto en 360°, o toda la periferia del proyecto, verificar que los noneles y cables de los detonadores electrónicos queden dentro de la malla y cinta periférica (cinta roja), colocar letreros de "Área cargada con explosivos", comunicar al supervisor de Voladura ENAEX. Comunicar al encargado de la empresa mandante. 18. Si el proyecto está cerrado por disparo y se posterga dicha acción para horas más tarde u otro día, consultar al encargado de voladura, si se continuara perforando seguido a esta área, de ser así colocar material a 5 metros de distancia a los taladros cargados y colocar la cinta en ese sector, así protegemos los taladros cargados. 19. Una vez sectorizado el área de carguío, NO pueden INGRESAR vehículos ajenos a esta labor, excepto: camión Fábrica, Botcat. 20. Ningún proyecto cargado con explosivos (primario o secundario) debe quedar sin custodia personal si no está encintado y con letreros. 21. Culminada la labor, verifique y "cuadre" la cantidad de accesorios usados, el responsable de distribución o primado entrega los accesorios sobrantes contados al encargado del furgón. 22. Cuando durante este proceso se suscite anomalías que pueda involucrar posibilidad de daño a personas y/o equipos, debe coordinar con V1 posibilidad de ampliar el radio de influencia de voladura (ubicación de vigías y equipos)		

ANEXO 07

Enaex GERENCIA DE OPERACIONES	UNIDAD MINERA ISABELITA	HBP-OPE -013
		EDICIÓN 01
	PETS / VOLADURA	VALIDO DESDE: 10/08/2017
		Página 2 de 7

GERENCIA: Operaciones	Área: SERVICIO INTEGRAL DE VOLADURA ENAEX

1. Personal:

CARGO: • Supervisor de Voladura, ENAEX 01 • Supervisor de Seguridad ENAEX • Vigías de Voladura ENAEX **Autorizaciones vigentes de personal:** • Licencia de manipulador de explosivos otorgado por SUCAMEC **Referencias básicas para la labor** • Reglamento Interno de Trabajo (RIT), ENAEX • Reglamento Interno de Seguridad y Salud en el Trabajo de ENAEX • DS-024-2016-EM, Ley 29783 Ley de seguridad y salud en el trabajo, DS-005-2012 Reglamento de Ley de SST, demás normas Peruanas de Seguridad y Salud en el trabajo (SST)	**Referencias relacionadas:** Derecho a decir NO STD-SSO-021 Tormentas Eléctricas STD-SSO-007 Inspección de Herramientas, Equipos e Instalaciones FOR-GG-050 IPERC Continuo PRS-OM-2000-Procedimiento de Gestión de Voladura

2. Equipo de Protección Personal (EPP):

Equipo Básico: Casco de seguridad, lentes de seguridad ***(Claros y/o oscuros)***, Overol y chaleco ***con cinta reflectiva***, Guantes, Zapatos de seguridad, Protector solar.
Equipo Específico: Según: labor, exposición y factor climático: protector respiratorio (polvo), Protector auditivo (doble protección auditiva a 30 metros de perforadora u otro equipo similar), ***overol térmico (Según temperaturas bajas)***.

3. Herramientas, Equipos y Materiales:

3.1 Herramientas: • Letreros según punto de vigía • Paletas de "ALTO VOLADURA" • Conos amarillos	3.2 Equipos y Materiales: • Camioneta • Plano de ubicación de vigías y radio de influencia • Equipos para detonación electrónica (con carga de energía que garantice el presente proceso) • Medios de comunicación (radio)

4. PROCEDIMIENTO

No.	PASO (QUÉ)	EXPLICACION (CÓMO)	Pasos ejecutados (✓) Completado (×) No completado	
4.1	Participación, Coordinación y Comunicación	El colaborador responsable de esta labor, debe participar y /o desarrollar lo siguiente: 1. Reunión inicial e integral de la unidad (registro) 2. Coordinación previa de la labor específica con el personal involucrado: supervisores y personal de ENAEX. 3. Comunicación: el uso de radio comunicación debe ser constante de inicio a final de labor, la comunicación debe ser de ida y vuelta. Por cualquier eventualidad con el radio comunicaciones, hará uso del celular en zona adecuada y segura para la comunicación.		
4.2	Inspección e identificación de peligros y riesgos en la zona de vigilancia	1. Observación de peligros relativos a la labor: rocas sueltas o inestabilidad de taludes, crestas, bermas de seguridad, presencia de agua en nivel, ubicación de equipos (perforadoras, tractores, palas, vehículos, presencia de personal de comunidades, etc.), rocas o barro		

		por tránsito de camiones de mineral en época seca y época de lluvia 2. Identificar peligros a la salud: polvo, ruidos, ambiente climático.		
4.3	**Responsabilidades y Autorizaciones**	RESPONSABLES DE LABOR: ENAEX 01, personal designado para la labor, Supervisor de seguridad ENAEX, Supervisor de perforación y voladura de HUDBAY, Supervisores de Operaciones. DOCUMENTOS OBLIGATORIOS: antes de inicio de labor ✓ REVISIÓN, PRE USO O CHECK LIST (según labor) Herramientas, accesorios: letreros, conos, vehículos involucrados, etc. ✓ IPERC CONTINUO (Identificación de peligros, evaluación de riesgos y medidas de control) ✓ Plano de ubicación de vigías y radio de influencia		
4.4	**Reunión de coordinación y aprobación de voladura**	1. Con 24 horas de anticipación, personal de asistencia técnica ENAEX se reúne y propone a B1 la revisión diseño de amarre. 2. Revisado y aprobado preliminarmente el proyecto a dispararse, personal de Asistencia Técnica de ENAEX, propone aprobación de diseño de amarre a personal de planeamiento del cliente. 3. Recibida la aprobación se inicia el protocolo general del proceso de voladura. 4. El B1, comunicará a todas las áreas involucradas mediante un correo electrónico con 12 horas de anticipación y convoca a la reunión (meeting) de coordinación para el disparo, la misma que se realizara como mínimo 2 horas antes de la ejecución de la voladura, adjunta el plano de ubicación de vigías con el radio de influencia de la voladura. 5. Seguridad ENAEX, en la reunión grupal de inicio del día laboral, comunica al personal de ENAEX los puntos de ubicación de los vigías y proporciona plano de ubicación y radio de influencia.		
4.5	**Letreros de voladura y señalización de radio de influencia**	1. Con 12 horas de anticipación, personal de seguridad de ENAEX, es responsable de colocar los letreros de aviso de la voladura en los lugares establecidos. 2. Asimismo, es responsable de retirarlos luego de culminado el proceso de voladura. 3. En el día del disparo, antes de la reunión (meeting) deberá colocar conos y letreros en los puntos de ubicación de los vigías. 4. En proyectos considerados como "adelanto de carguío con explosivos en meses de tormentas eléctricas, seguridad ENAEX coordina con ENAEX 01 las zonas de ubicación de las camionetas con los vigías por Seguridad, también se colocará señalización (conos y letrero) como indicador de radio de influencia del proyecto cargado.		
4.6	**Reunión de coordinación de la voladura (meeting)**	1. La invitación a la reunión de voladura (meeting) la realiza el B1, con 18 horas de anticipación. Casos excepcionales se enviará la convocatoria dentro del horario laboral. 2. Deberán asistir obligatoriamente todo el personal involucrado en la operación de la mina como son: ✓ Supervisor de Perforación y voladura del cliente (B1) ✓ Ingeniero Supervisor de Voladura (ENAEX 01) ✓ Jefe de Guardia de Operaciones mina (O1) ✓ Supervisor de Seguridad de ENAEX ✓ Supervisores de: geología, planeamiento, geotecnia e hidrología y otros de ser necesario (empresa cliente) ✓ Supervisor de Securitas ✓ Supervisor de medio ambiente HUDBAY ✓ Supervisor de mantenimiento HUDBAY ✓ Responsables de empresas que laboran dentro del área de influencia de la voladura. En esta reunión el B1 comunicará: la hora, nivel o niveles del disparo, áreas afectadas, áreas a despejar, zonas libres, ubicación y librado de equipos, ubicación de vigías, responsables de despeje de áreas.		

		ENAEX 01 presentará el plano de disparo con los radios de influencia de la(s) voladuras(s), se imprime en un juego, la misma que será firmada por todos los involucrados.		
4.7	**Radio de influencia de voladura**	1. El responsable general de este cumplimiento es el supervisor de perforación y voladura del cliente (B1). 2. Personal y animales debe estar fuera de los 500 metros referente al proyecto a dispararse. Esta distancia puede ser mayor de acuerdo a consideraciones de seguridad del proyecto cargado. 3. Los equipos serán ubicados a distancia general de 250 metros de la voladura 4. Si por necesidad operativa u otro aspecto, los equipos requieren quedar a menor distancia de los 250 metros, coordinarán: Supervisor de Voladura ENAEX, Supervisor de perforación y voladura (B1), supervisor de operaciones (O1), Supervisores de seguridad HUDBAY y ENAEX. 5. Supervisor de Voladura ENAEX, es responsable de la ubicación de los equipos de ENAEX, asimismo, es responsable de informar a B1 el incumplimiento de distancia establecida respecto a la ubicación de los equipos de operaciones o de otras áreas involucradas en la voladura.		
4.8	**Horarios de voladura**	1. El horario de disparo estará comprendido entre 12:30 y 13.:00 hrs, salvo necesidades operativas, medio ambientales, Comunidades o tormentas eléctricas, para esta modificación de horario normal se debe contar con la autorización del B1.		
4.9	**Protocolo de voladura**	1. 30 minutos antes del disparo (sea a las 12:00 u otra hora) los vigías deben estar ubicados en sus puntos determinados. 2. Asimismo, B1 dará la indicación en qué frecuencia radial se realizaran las coordinaciones de este proceso, asimismo indicará la restricción de ingreso a vehículos y personal. 3. Los vigías empiezan a reportarse a B1, tal cual sea su ubicación designada en el plano con radio de influencia del disparo. 4. Modo de reportarse: "Atento B1, Vigía 1 reportando ubicación en acceso a talleres, ubicado en su punto". 5. B1 dará la indicación de restricción de comunicación radial, esta restricción debe cumplirse solo con personal que no está involucrado en el proceso de voladura. 6. B1 dará la indicación de cierre de vías, nadie ingresa, y deben reportarse los vigías en orden uno por uno, según indicación de B1. 7. Los vigías se reportaran del siguiente modo: "Atento B1, Vigía 1 reportando ubicación en acceso a talleres, acceso cerrado" 8. Los demás vigías siguen reportándose, tal cual sea la ubicación en el plano con radio de Influencia del disparo. 9. Entre 30 y 20 minutos antes de inicio del disparo, la camioneta de seguridad de ENAEX solicita a B1 la autorización de inicio "barrido" indicando las unidades que realizarán el barrido, punto de inicio, trayecto y ubicación final luego del "barrido" de despeje de la zona involucrada. 10. Finalizado el "barrido" Seguridad ENAEX, comunica a B1 que el área ha sido revisada y verificada, asimismo, indicará la posición final de las unidades móviles que realizaron el barrido. 11. Cada vez que algún vehículo involucrado en este proceso de revisión de área requiera pasar por algún punto de vigía, solicitará autorización a B1, luego de recibida la aceptación, continuara con su trayecto de inspección. 12. Cabe mencionar que B1 y ENAEX 01son responsables de la verificación final de la zona involucrada del disparo 13. ENAEX 01solicitará información de ubicación final del personal de ENAEX, elabora el check list de despeje de personal y equipos para el		

		proceso de voladura. Asimismo, 15 minutos antes del inicio disparo, todo el personal de ENAEX reportará vía radial a ENAEX 01 su posición final. 14. ENAEX 01, solicitará autorización para el tendido de la línea silenciosa o cable de conexión para detonación electrónica, recibida la autorización, ENAEX 01 dará la indicación al personal encargado de esta actividad. 15. Recibida la conformidad de los vigías, asimismo de los responsables de seguridad en el "barrido" de las zonas. B1 solicitará al ENAEX 01 su ubicación y estado de preparación para el inicio de chispeo o detonación. 16. ENAEX 01 indicará, "Atento B1, todo el personal de ENAEX y equipos se encuentran fuera del radio de influencia, el proyecto ha sido revisado, el tendido de línea está terminado y estamos listos para el inicio de la voladura". 17. B1 dará la indicación de: "Atención a todos los vigías y personal de las áreas involucradas vamos a dar inicio al proceso de Voladura, con el disparo primario del banco ¿??? Tajo ¿?????, desde este momento se inicia el silencio radial en esta frecuencia, solamente personal de Voladura pueden utilizar este canal hasta terminar el proceso" 18. ENAEX 01, comunicará al B1 antes de inicio de protocolo de disparo la cantidad de taladros cargados y revisados y que se encuentra listo para iniciar la programación. 19. En caso hubiese más de una voladura, B1 dará la indicación de secuencia de inicio disparo. 20. Recibida la autorización de B1, ENAEX01 realiza la programación respectiva, culminado este proceso ENAEX 01 comunicará radialmente que están listos para el inicio de la detonación, además mencionara cantidad de taladros cargados y cantidad de taladros programados según el caso. 21. B1 dará la indicación de: "Atención a todas las áreas involucradas, la zona del disparo ha sido verificada, los vigías están en sus puestos, se inicia la cuenta regresiva, culminada la cuenta regresiva de 5 a cero, indicará: "ENAEX 01 puedes proceder con el inicio del disparo" 22. ENAEX 01, recibida la indicación de inicio disparo, responde: "Atento B1 iniciando detonación". 23. Detonado el proyecto de voladura, luego de 5 minutos o de acuerdo al despeje de los gases nitrosos y polvo disipado, dará la indicación a ENAEX 01 el ingreso a revisar el proyecto disparado 24. B1 indicará: "Atento ENAEX 01, puedes entrar a verificar el disparo" 25. ENAEX 01 reportara luego de revisar: "Atento B1, el disparo primario del banco "xxx", tajo "xxxxxxx" ha terminado sin novedad" 26. B1 indicara secuencialmente: "Copiado ENAEX 01, disparo concluido sin novedad" "Atención a todos los vigías disparo concluido, liberar accesos" Los vigías se reportaran a B1:"Atento B1, vigía de acceso a Talleres libre el ingreso sin novedad" Atento O1, "disparo concluido y accesos liberados, reiniciemos las operaciones" O1 responde: "Copiado B1, reiniciando operaciones" B1 indicará: "Atención a los usuarios de este canal, voladura concluida sin novedad, se levanta el silencio radial"		
4.10	**Incidente en proyecto de voladura**	1. Si un proyecto no detona en su totalidad (100%), ENAEX 01 comunica a B1 la incidencia. 2. B1 indicará a los vigías que se mantengan en sus puestos de vigilancia hasta nueva indicación. 3. El Jefe de Servicio ENAEX comunica a Administrador de Contrato del incidente.		

		4. El Supervisor de Seguridad ENAEX comunica a seguridad mina el incidente. 5. ENAEX 01 y B1 revisan el área y si las condiciones están seguras para reiniciar el proceso de voladura, el B1 notificará al Supervisor de Seguridad ENAEX y vigías para reiniciar el proceso. 6. Pero, si no hay las condiciones, B1 comunicará a los vigías que el proceso de voladura ha concluido. 7. Se evaluará y determinará nuevo horario y/o fecha de voladura.		
4.7	Emergencias: de, salud, seguridad, TORMENTAS ELÉCTRICAS	MALESTAR CORPORAL (salud) 1. Al primer síntoma de anomalía corporal, fatiga, comunicar al supervisor, compañero o personal más cercano. 2. Paralice toda labor y ubicarse en lugar seguro hasta recibir las primeras atenciones por personal capacitado para estas acciones. 3. De ser emergencia, active la comunicación por los canales establecidos (PAS) SEGURIDAD 4. Durante todo este proceso los vigías, Supervisor de seguridad o cualquier otra persona puede intervenir radialmente si observa alguna deficiencia o presencia de personal, animal dentro del área de influencia, B1 paralizara toda acción para las correcciones del caso. 5. Cualquier eventualidad en los puestos de vigilancia debe ser comunicada de inmediato a B1, dará las indicaciones claras del suceso, tomara nota de placa de vehículos, nombre de personas, etc. 6. En caso que personas de la comunidad hagan algún tipo de protesta o movilización en pleno proceso de voladura y estén dentro del radio de influencia. Esto será solucionado por RRCC del cliente. 7. Cualquier daño personal o material, comunicar inmediatamente al Supervisor inmediato. De no recibir respuesta, comunicar a centro de control de emergencias y aplicar los planes de emergencias y contingencias distribuidos y capacitados para tal efecto. 8. Ante un suceso adverso de daño personal o material, comunicar inmediatamente, no mover ni destruir las evidencias. TORMENTAS ELÉCTRICAS 9. En caso de alerta roja por tormenta eléctrica, la voladura se reprograma en otro horario; vigías y personal involucrado en el proceso de voladura mantienen su posición fuera de los 500 metros de la zona de disparo hasta que el "B1" confirme el reinicio del proceso de voladura en coordinación con el centro de control (Culminación de alerta por tormentas eléctricas), ENAEX 01 coordinara la distribución de camionetas de modo que los vigías este dentro de camioneta y no a la intemperie. 1. Estando en alerta naranja se puede iniciar el proceso de voladura 2. Dada la alerta naranja y no estando culminada la labor del proyecto de voladura, se activa el cierre de los accesos a este proyecto.		
5	**RESTRICCIONES**			
	LA SEGURIDAD DEPENDE DE USTED	1. Durante tormentas eléctricas: Alerta roja suspender toda actividad y dirigirse a refugio establecido, en alerta naranja realizar trabajo restringido, en alerta amarilla alistar todo lo necesario y comunicar al supervisor para la evacuación respectiva de la zona. 2. No usar celular en la malla de carguío con explosivos y polvorines		

		3. No usar Celular durante la realización de labores. Paralizar toda acción para hacer uso de dicho equipo. 4. Si esta fatigado, auto medicado, o con síntomas de salud anormal, paralice la labor y comunique al supervisor. 5. No usar Herramientas hechizas, o reacondicionadas para la labor. 6. Detener toda actividad si algún equipo presenta condiciones sub estándares que pongan en riesgo la integridad personal, medio ambiente o equipos/vehículos. 7. Revisar frecuentemente los taludes y zonas de riesgo en campo. 8. Ubicar la camioneta conservando distancia establecida a taludes. 9. Nunca pasar por debajo de la línea de fuego y/o cargas suspendidas. 10. No ingerir alimentos durante la actividad del presente procedimiento. 11. Si no hay las condiciones seguras para la labor, tiene el derecho a decir NO 12. No fumar		

"UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA"

DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA PARA TESIS AL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DEL ACCESO ABIERTO DE LA UNAM

VICEPRESIDENCIA DE INVESTIGACIÓN

Formulario de autorización para la publicación electrónica en la página web del Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua, de conformidad con el Decreto Legislativo N° 822, sobre la Ley de los Derechos de Autor, Ley N° 30035 del Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto de la UNAM aprobada mediante la Resolución de C.O. N° 0158-2016-UNAM.

1. DATOS PERSONALES DEL AUTOR

Apellidos y Nombres:	VASQUEZ CORI MARCO
D.N.I.:	47388560
Otro Documento:	—
Nacionalidad:	PERUANO
Teléfono:	988334404
e-mail:	marco.29vc@gmail.com

2. DATOS ACADÉMICOS

Escuela Profesional:	INGENIERIA DE MINAS
Grado Académico otorgado:	BACHILLER
Título Profesional otorgado:	INGENIERO DE MINAS
Tesis (Pregrado y/o Postgrado):	PRE GRADO
Modalidad de Titulación:	TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3. DATOS DE LA TESIS

Título de la tesis:	ESTIMACIÓN DE RANGOS DE PROYECCION DE ROCA EN FUNCIÓN A LA PROFUNDIDAD DE ENTIERRO ESCALADA EN MINAS SUMMA GOLD CORP-2019
Fecha de Sustentación:	28 DE OCTUBRE DE 2020
Calificación:	QUINCE
Año de Publicación:	2020

4. DATOS DEL ASESOR

Apellidos y Nombres:	QUISPE PEREZ MARCOS LUIS
D.N.I.:	00481742
Otro Documento:	—
Nacionalidad:	PERUANO
Teléfono:	999 850 052
e-mail:	marqui3@hotmail.com

5. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente, autorizo la publicación del texto completo de la tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Moquegua para su explotación no exclusiva, ilimitada, perpetua y con alcance mundial, a favor de la Universidad Nacional de Moquegua.

Según el Reglamento de la Ley Nº 30035, Ley que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto DECRETO SUPREMO N° 006-2015-PCM "TÍTULO IV GESTIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL Y DE LOS DATOS PERSONALES; *Artículo 10º.- De los Derechos: Esta cesión de derechos comprende, mas no se limita, a los derechos de reproducción, comunicación al público, distribución, traducción, adaptación, arreglo, edición, modificación, cambio de formato u otra transformación, importación al territorio nacional de copias por cualquier medio incluyendo la transmisión, así como cualquier otra forma de utilización de las obras, datos procesados y estadísticas de monitoreo que no estén contempladas en la ley de la materia como excepción al derecho patrimonial y, en general, para cualquier tipo de utilización y explotación, que la entidad estime pertinentes, en cualquier forma o procedimiento, conocido o por conocerse, pudiendo poner a disposición las obras, datos procesados y estadísticas de monitoreo por medio de autorizaciones o licencias a favor del público en general."*

Sin perjuicio de otras obligaciones a su cargo, EL AUTOR deberá entregar una versión digital final de la TESIS sin ninguna medida tecnológica efectiva ni sistema de auto tutela, sin contraseña ni restricción, de acuerdo con los lineamientos establecidos por el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) en relación con el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto. Cuando las obras contengan en parte o consistan en programas de ordenador o software, además deberá entregar el código fuente, código objeto, documentación técnica y manuales. Lo dispuesto en relación con los programas de ordenador no se aplicará cuando la entidad pública sea sólo licenciataria del software.

Para facilitar la divulgación y alcance nacional e internacional de los resultados de las investigaciones en materia de ciencia, tecnología e innovación contenidos en los repositorios institucionales y en el Repositorio Nacional Digital, se autoriza la traducción automática a otros idiomas y dialectos por medio de programas de ordenador de las obras, datos procesados y estadísticas de monitoreo, así como de los metadatos de los mismos. En caso de ser fijadas o reproducidas, se deberá incluir expresamente que se trata de traducciones hechas por medios informáticos, con fines ilustrativos o referenciales.

Firma y huella digital: Mara Vasquez



Fecha de autorización: 17-12-2021