UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

Informe de Suficiencia Profesional

"BENEFICIOS DEL SISTEMA DE INICIACIÓN ELECTRÓNICA DAVEYTRONIC EVOLUTION PACK 48 MODO ONETOUCH MULTIBLAST, UNIDAD MINERA EL TORO SUMMA GOLD CORPORATION HUAMACHUCO LA LIBERTAD"

PRESENTADO POR:

BACH. KATHERYN MARIANA GALLEGOS LUGLIO

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO DE MINAS

MOQUEGUA – PERÚ

2021

UNAM
UNIVERSIDAD NACIONAL DE MOQUEGUA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS

UNAM SECRETARIA GENERAL

Folio N° 016

ACTA DE SUSTENTACIÓN

I. Modalidad:

Tesis : ☐

Trabajo de Suficiencia Profesional : ☒

Otro: ..... : ☐

II. Documento de aprobación para la sustentación:

RESOLUCIÓN DE FACULTAD N° 0052-2021-FOCIO-UNAM

Fecha: 05-10-2021

III. El Jurado ha dictaminado la (el) TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL, TITULADO: "BENEFICIOS DEL SISTEMA DE INICIACIÓN ELECTRÓNICA NONELTRONIC EVOLUTION PACK 48 MODO ONETOUCH MULTIBLAST, UNIDAD MINERA EL TORO – SUMMA GOLD CORPORATION – HUAMACHUCO – LA LIBERTAD":

Bachiller: KATHERYN MARIANA GALLEGOS LUGLIO

Asesor Principal: MSC. CHRIST JESUS BARRIGA BARIA

Co-Asesor : —

IV. Se dictamina:

Como: APROBADO por UNANIMIDAD la sustentación de manera:

Presencial ☐ Virtual ☒

Con nota: QUINCE (15) por lo que; Sí ☒ No ☐

Opta el Título Profesional de INGENIERO DE MINAS.

Siendo las 9:45 horas, del 15 de OCTUBRE del año 2021 se procede con la firma en conformidad de lo dictaminado por el Jurado.

Presidente
ING. JORGE LUIS FLORES SOLAR
(Nombres y Apellidos)

Primer Miembro
AGAPITO FLORES JUSTO
(Nombres y Apellidos)

Segundo Miembro
JOSE ORLANDO QUINTANA QUISPE
(Nombres y Apellidos)

Bachiller
Katheryn Mariane Gallegos Luglio
(Nombres y Apellidos)

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo describir los beneficios del sistema de iniciación electrónica *DaveyTronic* e*volution* pack 48 modo *onetouch multiblast*, esta actualización representa un desafío para el equipo de programadores electrónicos de Enaex, por ser puesta en marcha por primera vez en el Perú, en las operaciones de Summa Gold Corporation, unidad minera El Toro, distrito de Huamachuco departamento La Libertad, en la presente unidad se ha venido utilizando el sistema de iniciación electrónica *DaveyTronic* desde febrero del 2019 con la actualización pack 17, la propuesta de poner en marcha por primera vez en el Perú el pack 48 es debido a que en el tajo de la unidad minera se disparan un promedio de 3 proyectos de voladura, y estos se realizan hasta en 0.5km de distancia de las comunidades colindantes, al momento de realizar los procesos de voladura algunos caminos de la comunidad son cerrados por estar dentro del radio de evacuación, generando descontento por parte de la población, por otro lado la abundante minería artesanal es otra limitante a la que se enfrenta la operación, es por ello que el objetivo, es realizar voladuras seguras y en el menor tiempo posible. La actualización pack 48, ha logrado mejorar algunos aspectos, los cuales serán vistos más adelante, pero el real aporte y objeto de este informe es centrarnos en analizar la utilización del modo *onetouch multiblast*, para ejecutar varios proyectos de voladura con una sola orden de detonación, ahorrando así, el tiempo del proceso en general.

Palabras clave: Voladura, programación de detonadores, iniciación electrónica, actualización de software, pack 17 y pack 48.

ABSTRACT

The present project aims to describe the benefits of the electronic initiation system DaveyTronic evolution pack 48 onetouch multiblast mode, this update represents a challenge for the Enaex team of electronic programmers, as it was launched for the first time in Peru, in the operations of Summa Gold Corporation, El Toro mining unit, district of Huamachuco, department of La Libertad, in this unit the DaveyTronic electronic initiation system has been used since February 2019 with the pack 17 update, the proposal to start up for the first once in Peru, pack 48 is due to the fact that an average of 3 blasting projects are triggered in the pit of the mining unit, and these are carried out up to 0.5km away from the neighboring communities, at the time of carrying out the processes of blasting some roads in the community are closed for being within the evacuation radius, generating discontent on the part of the population on the other hand, the abundant artisanal mining is another limitation that the operation faces, that is why the objective is to carry out safe blasting and in the shortest possible time. The pack 48 update has managed to improve some aspects, which will be seen later, but the real contribution and purpose of this report is to focus on analyzing the use of the onetouch multiblast mode, to execute several blasting projects with a single detonation order, thus saving the time of the process in general.

Keywords: Blasting, detonator programming, electronic initiation, software update, pack 17 and pack 48.

ÍNDICE

RESUMEN ..... **i**

ABSTRACT ..... **ii**

CAPÍTULO 1 ..... **1**

INTRODUCCIÓN **1**

1.1. Trayectoria del autor 2

1.2. Descripción de la Empresa 3

1.2.1. Valores corporativos 3

1.2.2. Misión 4

1.2.3. Visión 4

1.3. Organigrama de la Empresa 4

1.4. Áreas y funciones desempeñadas 6

1.4.1. Desde setiembre 2020 a la actualidad 6

1.4.2. Desde marzo 2019 a agosto 2020 7

CAPÍTULO 2 ..... **8**

DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA **8**

2.1. Antecedentes 8

2.1.1. Geología 8

2.1.2. Perforación 10

2.1.3. Diseño de voladura 10

2.1.4. Descripción del sistema *DaveyTronic* 11

2.1.5. Descripción del detonador *DaveyTronic* 13

2.1.6. Secuencia de Iniciación 15

2.1.7. Retardo de taladro a taladro 15

2.1.8. Retardo entre fila 17

2.2. Objetivos 18

2.2.1. Objetivo general 18

2.2.2. Objetivos específicos 18

2.3. Ubicación del proyecto 18

2.3.1. Accesibilidad 19

2.4. Descripción de las operaciones 20

CAPÍTULO 3 41

VIABILIDAD DEL PROYECTO 41

3.1. Viabilidad técnica 41

3.2. Viabilidad économica 41

3.3. Viabilidad temporal 41

CAPÍTULO 4 43

PRODUCTOS 43

4.1. Resultados 43

4.1.1 Actualización pack 48 *DaveyTronic Evolution* 43

4.1.2. Modo *Onetouch multiblast* 43

4.1.3. Funcionamiento y comparativa entre modos de iniciación 44

4.1.4. Comparativa de ahorro de tiempo promedio de voladura pack 17 vs pack 48 45

4.1.5. Otros beneficios no aplicados pack 48 48

4.1.6. Oportunidades de mejora identificadas 50

4.1.7. Otras ventajas pack 48 54

4.2. Aprendizaje laboral obtenido 56

CAPÍTULO 5 58

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS 58

5.1. Conclusiones 59

5.2. Recomendaciones 59

6. REFERENCIAS 60

7. ANEXOS 61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Organigrama funcional del servicio en la unidad minera El Toro.* 5

Figura 2 *Modelo de bloques cerro El Toro* 9

Figura 3 *Diseño de voladura típica* 11

Figura 4 *Componentes del sistema DaveyTronic* 12

Figura 5 *Componentes del sistema DaveyTronic* 14

Figura 6 *Partes del detonador DaveyTronic* 14

Figura 7 *Burden y espaciamiento efectivo* 16

Figura 8 *Ubicación unidad minera El Toro* 19

Figura 9 *Plano de identificación de proyecto* 20

Figura 10 *Taladros in situ con código de identificación* 21

Figura 11 *Plano de campo con anotaciones perforados vs cargados* 22

Figura 12 *Elaboración de diseño de secuencia* 23

Figura 13 *Elaboración de camino de programación* 24

Figura 14 *Formato preliminar de incidente* 26

Figura 15 *Testeo previo de detonadores* 28

Figura 16 *Programación de detonadores electrónicos* 29

Figura 17 *Apuntes de programación en campo* 30

Figura 18 *Modo de amarre* 32

Figura 19 *Ejemplo de disparo con 1200 detonadores con línea de encendido*..... 32

Figura 20 *Proyecto antes de detonación.* 34

Figura 21 *Proyecto después de detonación.* 34

Figura 22 *Proceso de detonación.* 35

Figura 23 *Testeo de posibles tiros quedados* 36

Figura 24 *Pantalla unidad de programación mensaje de no responde* 36

Figura 25 *Reporte de fragmentación P80* 37

Figura 26 *Reporte de vibraciones* 38

Figura 27 *Mantenimiento de pines en unidad de programación* 39

Figura 28 *Proceso de carga y detonación pack 17* 44

Figura 29 *Proceso de carga y disparo pack 48*..... 45

Figura 30 *Modo Synchroblast* 49

Figura 31 *Proceso de calibración de baterías* 50

Figura 32 *Plano de ubicación de proyectos evento suspensión de disparo* 52

Figura 33 *Historial DBD evento suspensión de voladura.* 53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Constante de retardo de taladro a taladro* 16

Tabla 2 *Constante de retardo entre filas*..... 17

Tabla 3 *Coordenadas UTM WGS84 - zona 19M* 19

Tabla 4 *Ruta de Acceso a la unidad minera El Toro* 20

Tabla 5 *Oportunidades de mejora pack 17*..... 42

Tabla 6 *Proyectos detonados enero 2021* 46

Tabla 7 *Ahorro de tiempo promedio modo onetouch multiblast enero 2021*..... 47

Tabla 8 *Estimado de ahorro de tiempo mensual por proceso de voladura* 48

Tabla 9 *Otras ventajas pack 48*..... 55

Tabla 10 *Aprendizaje laboral obtenido*..... 56

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

La unidad minera El Toro está ubicada a 190 km de la ciudad de Trujillo, en el distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión y departamento de La Libertad, a una elevación que varía de 3200 a 3500 msnm. La Unidad Minera contempla la extracción del mineral a tajo abierto. Summa Gold Corporation explora, desarrolla, procesa y comercializa mineral de oro, cuenta con un área de tajo final de aproximadamente 56.87 Ha.

En la etapa de operación del proyecto minero, la perforación y voladura son identificadas como un proceso crítico, ya que la generación de vibraciones producto de esta etapa, afecta directamente a las comunidades aledañas, las cuales se encuentran a menos de 1 km de distancia del tajo. El bienestar de las comunidades fue la razón principal para migrar del sistema pirotécnico al electrónico *DaveyTronic* de la empresa Enaex.

En febrero del 2019 se inicia el uso de detonadores electrónicos con el pack 17 (código de versión) ya que mediante la programación sin dispersión en los tiempos entre taladros se evita el acople de carga explosiva, lo que reduce significativamente la vibración producida. En octubre del 2020 se pone en marcha por primera vez en el Perú el pack 48 (última actualización). El mayor aporte a esta operación radica en la inclusión del modo *onetouch multiblast*, que permite ejecutar varios proyectos de voladura con una sola orden de fuego, acortando así el periodo de disparo y evacuación.

1.1. Trayectoria del autor

La experiencia adquirida desde el año 2018 a la actualidad se desarrolla en el sector minero, siendo las principales: en mina de socavón, en el área de costos y presupuestos teniendo como principal función la generación de precios unitarios y el control de cumplimiento de ellos, en las tareas operativas del proceso de extracción de mineral de cobre.

Actualmente labora para el área de voladura de rocas, como parte del equipo de trabajo de la empresa Enaex, quien presta servicio de iniciación electrónica en una mina de tajo abierto para la explotación de mineral de oro. Cuenta con certificación de usuaria del sistema DaveyTronic (Anexo 7), sistema con sede principal en Francia. A continuación, se detalla la trayectoria obtenida.

- 2020 (setiembre a la actualidad)

  Chemtrade S.A.C. - Enaex

  Unidad minera El Toro – Summa Gold Corporation.

  Programador de disparos electrónicos

- 2019 a 2020 (marzo 2019 a agosto 2020)
  Marco Polo Mining S.A.C.
  Unidad Minera Hulk.
  Ingeniero junior de costos

- 2018 (abril – julio)

  Shougang Hierro Peru

  Practicante Profesional

1.2. Descripción de la Empresa

Enaex es una compañía proveedora de explosivos filial del grupo Sigdo Koppers. Cumpliendo en 2020, 100 años de experiencia y trayectoria en el mercado de explosivos. A lo largo de su historia, la compañía ha logrado establecerse como el tercer productor de Nitrato de Amonio de baja densidad a nivel mundial y como el prestador de servicios integrales de fragmentación de roca para la minería más importante de Latinoamérica.

Enaex es poseedora del complejo productivo de nitrato de amonio más grande del mundo: el Complejo Prillex América tiene una capacidad de 850 mil toneladas anuales. Enaex entrega el servicio de fragmentación de roca y voladura a las más prestigiosas mineras del mundo. Así mismo encontramos en su línea de productos componentes químicos para la fabricación de agentes de voladura, altos explosivos, sistemas de iniciación y accesorios de voladura.

Por otro lado, durante el año 2014, Enaex ingresa directamente al mercado peruano, a través de la asociación con la compañía de explosivos local Chemtrade. A través de esta empresa coligada. Durante el segundo semestre del año 2012, Enaex adquirió un tercio de la propiedad de IBQ industrias químicas (*Britanite*), la mayor empresa brasileña de fabricación y comercialización de explosivos civiles y sistemas de iniciación.

1.2.1. Valores corporativos

Los valores corporativos de Enaex definen en muchos sentidos la naturaleza de las prioridades y la manera en que se entiende la actividad comercial. Es parte de la identidad, es por eso que cada uno de los valores líneas abajo son reconocidos de forma cotidiana entre los colaboradores que reflejan actitud y compromiso por estos. Enaex cuenta con un reconocimiento anual llamado espíritu Enaex.

- Nuestra prioridad, la vida
- Nuestra vocación, los clientes
- Nuestra obsesión con la excelencia
- Nuestra fortaleza, la innovación y el emprendimiento

1.2.2. Misión

Crecer junto a los clientes, suministrando nitrato de amonio, químicos asociados y servicios a la minería de alta calidad. Entregar estándares de nivel mundial en seguridad, confiabilidad y servicios innovadores. Tener presencia global, con liderazgo en Latinoamérica. Generar valor a los accionistas y trabajadores. Ser reconocidos como una empresa respetuosa con la comunidad y el medio ambiente.

1.2.3. Visión

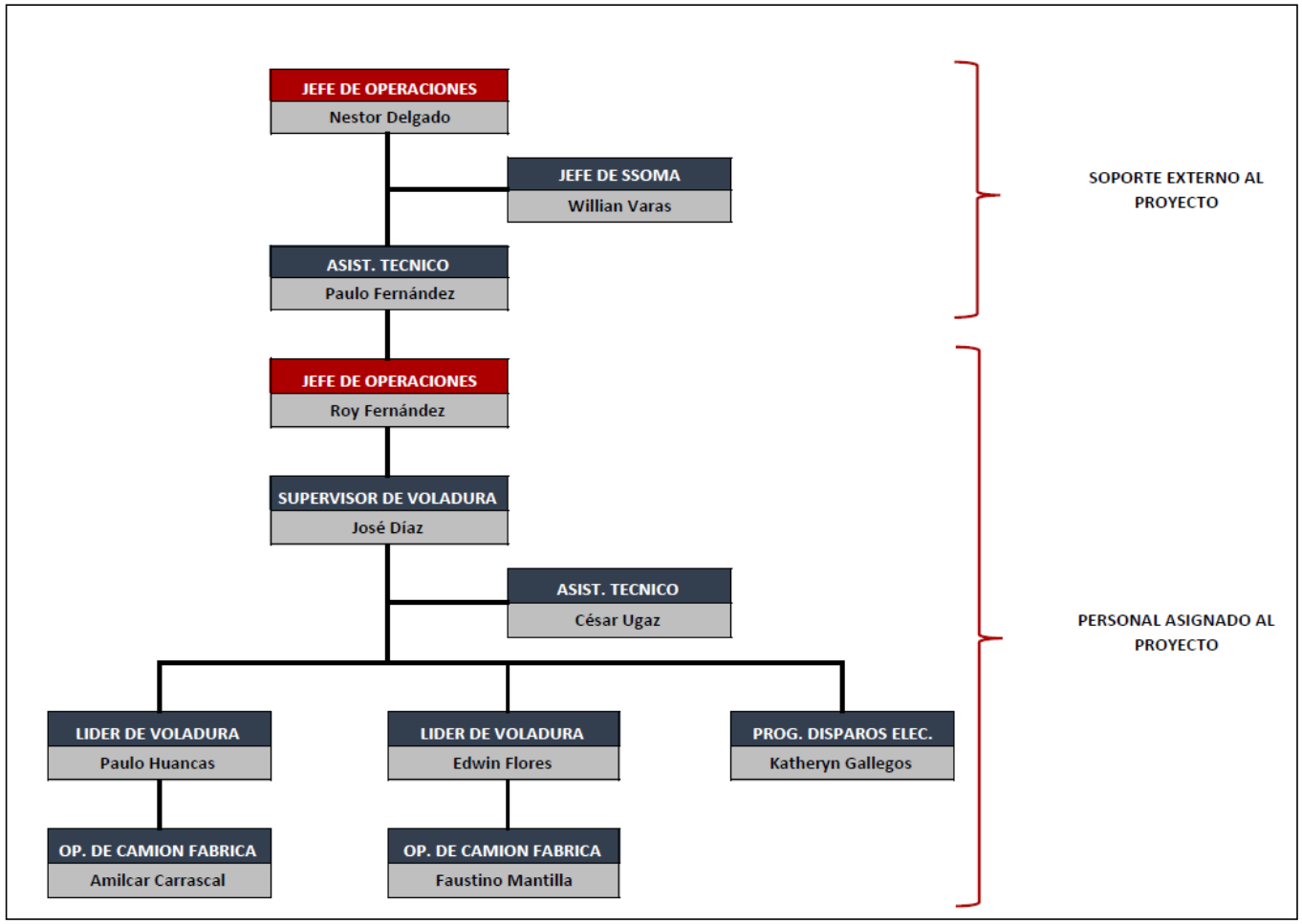
Queremos ser la empresa más prestigiosa en nuestra industria, entregando soluciones de voladura de primer nivel en las más importantes regiones mineras del mundo.

1.3. Organigrama de la Empresa

Enaex sede Perú tiene sede principal en Lima y está conformada bajo la dirección del gerente general Ing. Elmer Vidal. El organigrama funcional del servicio se presenta en la Figura 1, donde se puede apreciar que el staff que presta servicios de detonación electrónica está conformado por 8 miembros que se encontraran repartidos en 2 guardias.

Figura 1

Organigrama funcional del servicio en la unidad minera El Toro.



Nota: Recopilado de documentos internos Enaex (2020).

1.4. Áreas y funciones desempeñadas

1.4.1. Desde setiembre 2020 a la actualidad

Empresa Chemtrade S.A.C. - Enaex

Unidad minera El Toro – Summa Gold Corporation S.A.C.

Programador de disparos electrónicos

Orientación a resultados

- Diseño de secuencia de amarre de los proyectos de voladura, haciendo uso de los criterios de punto de iniciación y tiempos entre taladros y filas.
- Realizar programación, conexión, chequeo, carga y detonación de voladura.
- Recopilar información del proceso de voladura y generar informes diarios, semanales y mensuales referentes a indicadores, avances, soporte en el seguimiento de los resultados obtenidos post voladura y oportunidades de mejoras.
- Planificar y coordinar tareas con el personal involucrado en la voladura.

Apoyo al cliente

- Velar por el aseguramiento de stock de productos *DaveyTronic* en la operación.
- Realizar capacitaciones sobre los productos y sus propiedades.
- Coordinar las voladuras con el cliente y proporcionar informes del proceso.

Seguridad y medio ambiente

- Velar por el cumplimiento de las políticas y procedimientos en materia de prevención de riesgos de acorde a los lineamientos de la compañía y la legislación peruana vigente.
- Evaluar y comunicar las condiciones de riesgo de la zona de voladura.

- Cumplir con las políticas para el cuidado del medio ambiente, especialmente con la adecuada segregación de residuos procedentes de los accesorios de voladura.

1.4.2. Desde marzo 2019 a agosto 2020

Empresa. Marco Polo Mining S.A.C.

Unidad Minera Hulk.

Ingeniero junior de costos

Orientación a resultados

- Elaboración de precios unitarios por cada tarea de la unidad minera.
- Control del ciclo de minado y el correcto uso de insumos, para la verificación de costos y tiempos requeridos para las tareas.
- Coordinación con las jefaturas de compañía y contratistas para el control y seguimiento de los costos de la operación.
- Retroalimentación sobre desviaciones operativas.

Apoyo Administración

- Elaboración de ESTAMIN mensual para el envío al ministerio de energía y minas.
- Elaboración de solicitudes de materiales para operaciones mina.
- Coordinación con proveedores de insumos.
- Elaboración de términos de referencia para la contratación de servicios.

Seguridad y Medio Ambiente

- Velar por el cumplimiento de las políticas y procedimientos en materia de prevención de riesgos y medio ambiente acorde a los lineamientos de la compañía y de la legislación peruana vigente.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Geología y modelo geológico

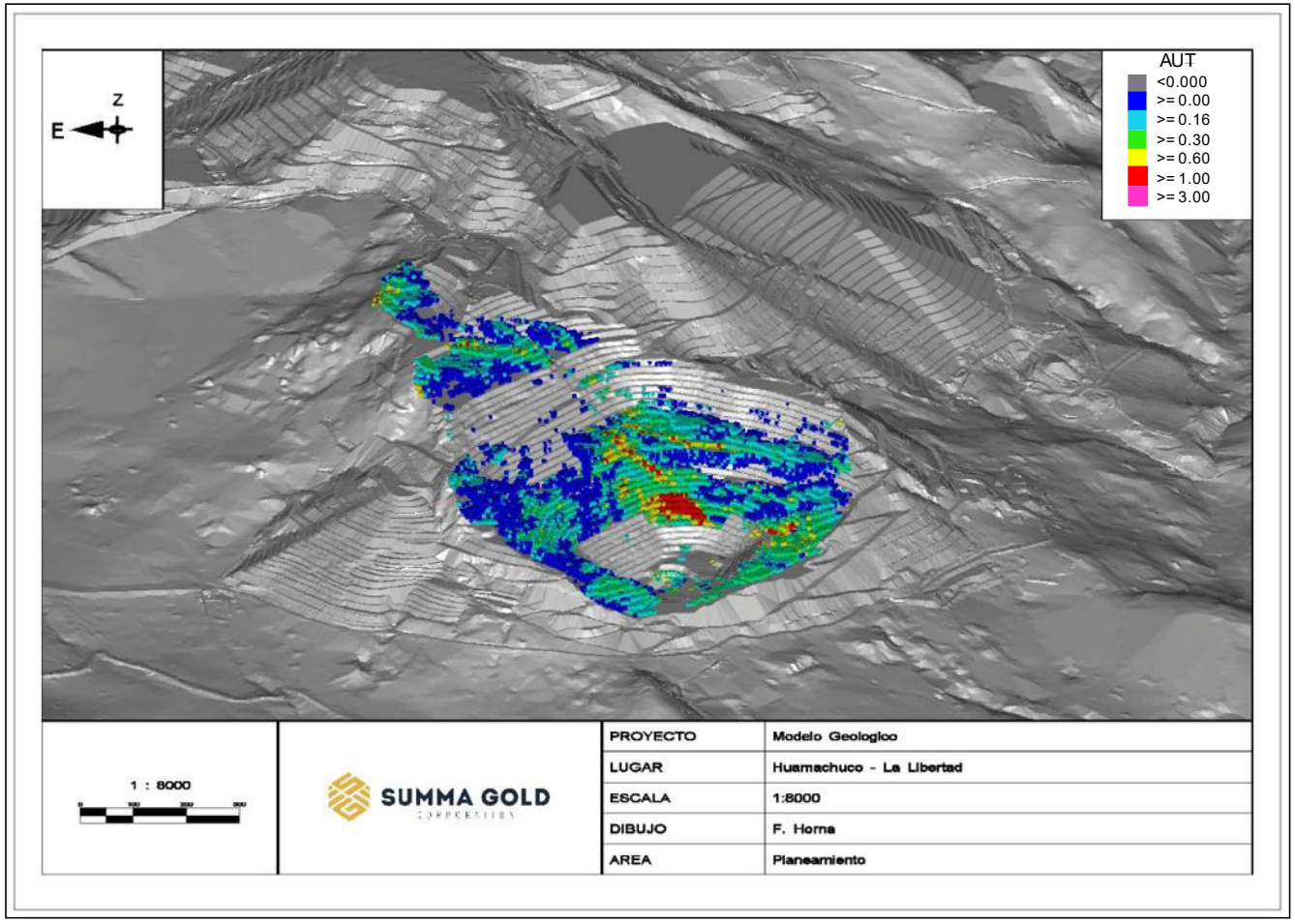
"El Cerro El Toro es un depósito de oro epitermal con una estructura epizonal alojada en los sedimentos clásticos del Cretácico inferior (Formación Chimú). Configura espacialmente una geometría alargada que se alinea con las crestas de las montañas de los Andes; geomorfológicamente muestra una estructura de cúpula de 1.0 x 1.5 km, el eje de la cúpula está formado por una intrusión subvolcánica de composición de dacita / andesita." Summa Gold Corporation S.A.C. (2020) Memoria descriptiva: Descripción geológica deposito cerro El Toro.

"El depósito del sótano está representado por rocas pelíticas, pizarra, lutitas y limos carbonáceos de la Formación Chicama, están sustentados por secuencias clásticas de Goyllarisquizga Grupo conformado para areniscas de cuarzo y laminar. La mineralización ocurre en óxidos que constituyen el 80% de los recursos minerales actuales y están relacionados con rocas sedimentarias, brechas tectónicas, brechas hidrotermales, brechas de colapso y bloques de dacita oxidada; mientras los sulfuros y los materiales mixtos están restringidos a los cuerpos de dacita / andesita." Summa Gold Corporation S.A.C. (2020) Memoria descriptiva: Descripción geológica deposito cerro El Toro.

El modelo geológico comprende el modelo geoquímico (leyes de Au), modelo litológico, modelo de zona mineral y modelo de alteraciones; de los cuales Summa Gold Corporation cuenta con el modelo geoquímico. El modelo de bloques utilizado visto en la Figura 2, ha sido elaborado por el área de Modelamiento; considerando parámetros de leyes de oro y plata, litología, %S, TCM" Summa Gold Corporation S.A.C. (2020) Memoria descriptiva: Descripción geológica deposito cerro El Toro.

Figura 2

Modelo de bloques cerro El Toro



Nota: Recopilado memoria descriptiva Summa Gold (2019).

2.1.2. Perforación

Las operaciones unitarias de perforación y voladura son realizadas por Summa Gold Corporation, para los taladros de producción usan 04 perforadoras DM45 con diámetro de perforación de 6 ¾" con brocas de martillo de fondo, la altura de banco de explotación es de 8 metros, la altura de perforación es de 8.50 a 9.00 metros dependiendo de la calidad del macizo rocoso.

Con respecto a la voladura se utiliza la mezcla explosiva heavy ANFO 30/70 (30% de emulsión y 70% de ANFO) en su mayoría y para taladros secos, el cual es cargado en campo mediante el uso de un camión fabrica. La granulometría requerida por planta es del 80% por debajo de las 3 pulgadas utilizando un factor de potencia de 0.30 kg /ton.

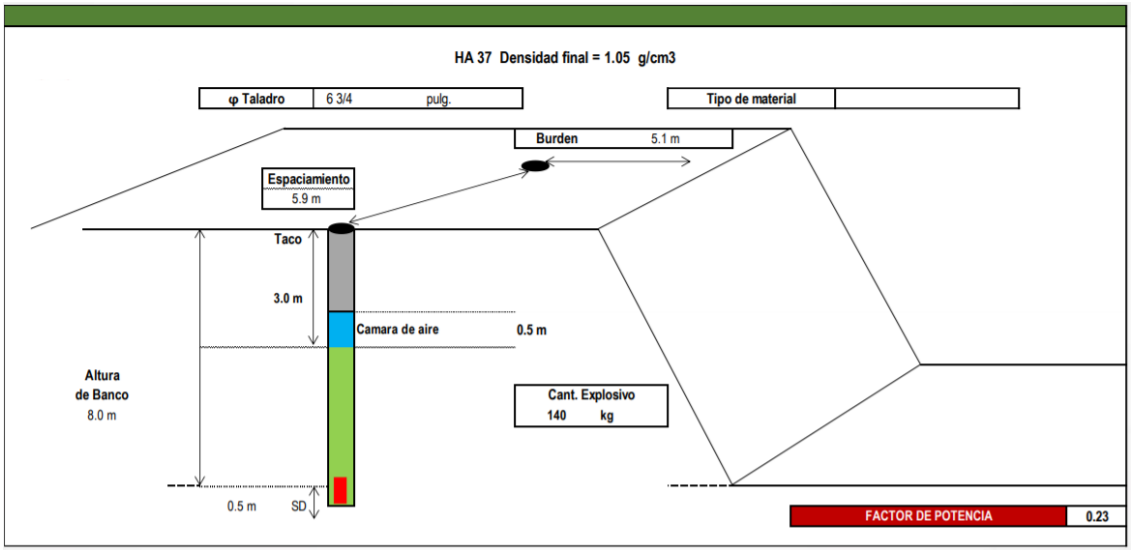
2.1.3. Diseño de voladura

Con la información existente de las características geomecánicas de la roca se establecieron parámetros de malla triangulares las cuales varían de acuerdo al tipo de roca, siendo generalmente utilizado espaciamiento de 5.9m y *burden* de 5.3m logrando un tonelaje por taladro de 625 ton/tal, también se presenta en la Figura 3 diseños de carga de una voladura típica, consta de un booster de 1 libra en el fondo del taladro, 5.5m de altura de carga, cámara de aire de 0.5m y finalmente taco de 3m.

Cabe resaltar, que el diseño de malla y mezcla explosiva serán evaluados en cada proyecto próximo de voladura, tomando en cuenta factores geomecanicos, geológicos y operativos. La mezcla explosiva podría cambiarse incluso en el mismo día de carguío, debido a la presencia de agua de lluvia y condiciones ambientales propias de la zona de trabajo.

Figura 3

Diseño de voladura típica



Nota: Diseño Enaex (2021).

2.1.4. Descripción del sistema *DaveyTronic*

El sistema *DaveyTronic* es un sistema de detonación digital integrado, cada elemento de composición está diseñado para un alto rendimiento y máxima duración, consta de los siguientes componentes, pudiendo ser observados en la Figura 4.

- Una o más unidades de programación (PU)
- Un explosor remoto *DaveyTronic* (DRB2)
- Uno o más controladores de detonación (DBD)
- Antenas para DRB2 y DBD
- Maleta Pelican
- Detonadores electrónicos *DaveyTronic.*
- Cargadores 220V y conector para camioneta.
- Tarjeta RFID disparo
- Programa de diseño *OpitBlast*

Figura 4

Componentes del sistema DaveyTronic



Nota: Recopilado del manual del Usuario DaveyTronic (2020).

El sistema DaveyTronic establece una comunicación bidireccional codificada entre los detonadores y el equipo de detonación y programación. Los detonadores electrónicos *Daveytronic* son completamente distintos de los detonadores eléctricos convencionales. Sólo pueden utilizarse con equipos especiales, y no pueden ponerse en marcha con un disparador eléctrico estándar.

Este modo de comunicación entre los detonadores y el equipo:

- Permite programar un retardo para cada detonador.
- Garantiza la posibilidad de comprobación en el momento del disparo y desde la estación de encendido.
- Controla la energía de cada detonador hasta el momento del encendido.
- Notifica cualquier anomalía al operador.
- Evita encendido a menos que se utilice el explosor remoto especial *DaveyTronic*.

Esta nueva tecnología permite controlar de forma óptima la precisión de la secuencia de encendido. Además, el exploso remoto y el controlador de explosión permiten supervisar todo el procedimiento de encendido y

garantizar la implantación correcta de los procedimientos de seguridad para garantizar el funcionamiento correcto del sistema.

Esta tecnología permite un control óptimo en la precisión de la secuencia de disparo. Además, la DRB2 (*DaveyTronic remote blaster)* y el DBD (DaveyTronic blast driver) supervisan todo el procedimiento de disparo hasta el último minuto y garantizan la correcta implementación de los procedimientos de seguridad garantizando el funcionamiento correcto del sistema.

2.1.5. Descripción del detonador *DaveyTronic*

Las principales funciones del detonador son:

- Recibir, comprender y ejecutar comandos procedentes del explosor remoto, el control de explosión y las unidades de programación.
- Realizar un autodiagnóstico de sus funciones cuando el explosor remoto lo ordene.
- Almacenar energía suficiente para ser autónomo durante la fase de encendido.
- Almacenar la energía necesaria para poner en marcha el elemento de encendido.
- Generar el impulso eléctrico para poner en marcha el elemento de encendido en el tiempo de retardo programado y detonar su carga base de PETN.
- Analizar constantemente su entorno y llevar a cabo los procedimientos de seguridad en caso necesario (por ejemplo, vuelve a estado seguro si se pierde la comunicación entre el explosor remoto y un detonador).

El detonador *DaveyTronic* ofrece al usuario un alto grado de flexibilidad puesto que puede de 1 programarse y reprogramarse individualmente de 0 a 20,000 ms (20 segundos) en incrementos ms. Cabe resaltar que los detonadores comercializados en Perú por el momento tienen la capacidad de programación hasta 14,000 ms. El detonador DaveyTronic se aprecia en la Figura 5.

Figura 5

Detonador DaveyTronic



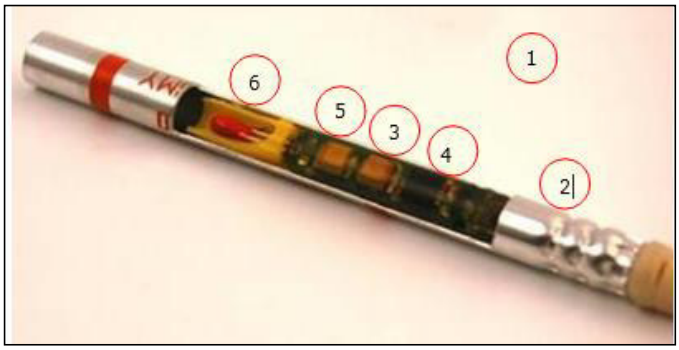
Nota: Recopilado del manual del Usuario *DaveyTronic* (2020).

Las Partes del detonador *DaveyTronic* son expuestas en la Figura 6 para una mejor identificación:

1. Ensamble de la caja de circuitos.
2. Conector ondulado.
3. Condensador eléctrico lógico.
4. Procesador ASIC.
5. Condensador eléctrico de encendido.
6. Inflamador eléctrico integrado.

Figura 6

Partes del detonador DaveyTronic



Nota: Recopilado del manual del Usuario DaveyTronic (2020).

2.1.6. Secuencia de Iniciación

La secuencia de iniciación de voladura es el orden de detonación de los taladros dentro de una malla. Entre los principales factores que influyen para elegir una secuencia de voladura tenemos, la ubicación de las caras libres, la orientación de fallas y diaclasas principales, dirección y forma de desplazamiento de material a fragmentar, cuidado de las paredes y los niveles de vibración.

Para establecer el tiempo de detonación, entre taladros y entre filas, de deberá tomar en cuenta los resultados que se desea obtener y aquellas características que se desea controlar. Por ello se deberá evaluar cuál será el retardo apropiado entre taladros y entre filas, para ello nos apoyaremos en las fórmulas de Calvin, J. Konya (1998) Diseño de voladuras.

2.1.7. Retardo de taladro a taladro

La elección del tiempo de retardo entre taladro y taladro determinará parámetros como la fragmentación, daño a la pared, vibración por la carga operante. Para la determinación del tiempo óptimo de retardo se utilizará la Ecuación 1. Se ha determinado la utilización de *burden* y espaciamiento efectivo, cuyas medidas para efectos de cálculo en la ecuación están referidos en la Figura 7. La constante apropiada será obtenida de la Tabla 1.

$$\boldsymbol{tH = TH * S} \qquad \textbf{(1)}$$

Donde:

tH = Retardo de taladro a taladro (ms)

TH = Constante de taladro a taladro (ms/m)

S = Espaciamiento (m)

Tabla 1

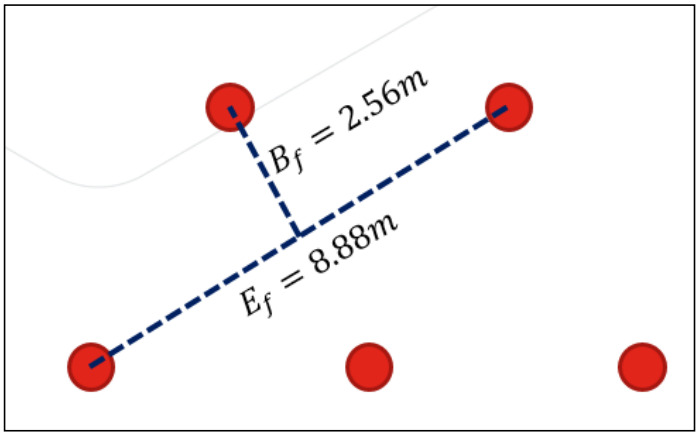
Constante de retardo de taladro a taladro

Tipo de roca	Constante TH (ms/m)
Arenas, Margas, Carbón	6.5
Algunas Calizas, Esquistos	5.5
Calizas compactas y mármoles, algunos granitos y basaltos, cuarcita y algunos gneis	4.5
Feldespatos porfídicos, gneis compactas y mica, magnetitas	3.5

Nota: Calvin, J. Konya (1998) Diseño de voladuras

Figura 7

Burden y espaciamiento efectivo



Nota: Recopilado de Enaex (2021).

La secuencia de salida típica considera espaciamiento y *burden* efectivo, por aprovechamiento de energía en los halos de interacción del taladro, al remplazar la ecuación con los datos obtenidos, se tiene como resultado un tiempo óptimo entre taladros de 40 milisegundos, dicho parámetro con un margen más menos 5 milisegundos, será utilizado en la elaboración de secuencias de detonación.

2.1.8. Retardo entre fila

La elección del tiempo de retardo entre fila y fila determinara parámetros como altura de apilamiento. Los retardos cortos causan pila de roca más altas y pegadas, sobrepresión, vibraciones altas, mayor potencial de crear *fly rocks*, entre otros. Para la determinación del tiempo óptimo de retardo se utilizará la Ecuación 2. La constante apropiada será obtenida de la Tabla 2.

$$\boldsymbol{tF = TF * B} \qquad \textbf{(2)}$$

Donde:

tF = Retardo entre filas (ms)

TF = Constante de retardo entre filas (ms/m)

B = *Burden (m)*

Tabla 2

Constante de retardo entre filas

Resultado	Constante TF (ms/m)
Violencia, sobrepresión de aire excesiva, rompimiento trasero.	6.5
Pila de material alta cercana a la cara, sobrepresión y rompimiento moderado	8
Altura de pila promedio, sobrepresión y rompimiento promedio.	11.5
Pila de material dispersión con rompimiento trasero mínimo.	16.5

Nota: Calvin, J. Konya (1998) Diseño de voladuras.

La secuencia de salida típica considera *burden* efectivo, con lo que obtenemos un tiempo de retardo entre filas de 42 ms. Debido al uso cargadores frontales para el minado, requerimos pilas con baja altura, según la teoría de elección de tiempos entre filas, a mayor tiempo, pilas más bajas, lo que nos lleva a utilizar 70ms entre filas. Siempre y cuando el proyecto no supere los 14 segundos de ventana.

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo general

- Evaluar los beneficios del uso del sistema de iniciación electrónica DaveyTronic pack 48 modo *onetouch multiblast* en unidad minera El Toro Summa Gold Corporation.

2.2.2. Objetivos específicos

- Estimar la disminución del tiempo del proceso de voladuras con el uso del pack 17 vs los tiempos actuales con el pack 48.
- Identificar oportunidades de mejora del pack 48, para mejorar su aplicación en otros proyectos mineros.
- Exponer y analizar otras ventajas por el momento no utilizadas, que el sistema nos proporciona con esta nueva actualización.

2.3. Ubicación del proyecto

Las operaciones de la unidad minera El Toro se ubican en el distrito Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad (Figura 8) y las coordenadas geográficas UTM WGS84 se muestran en la Tabla 3.

Ubicación Política

Sector	:	El Toro
Distrito	:	Huamachuco
Provincia	:	Sánchez Carrión
Departamento	:	La Libertad

Tabla 3

Coordenadas UTM WGS84 - Zona 19M

Vértice	Norte	Este	Cota
1	828491.58	9131298.88	3481
2	828487.63	9135416.29	3122
3	831425.35	9135419.23	3145
4	831439.95	9131298.76	3517

Nota: Recopilado área topografía Summa Gold Corporation S.A.C.

Figura 8

Ubicación unidad minera El Toro



Nota: Recopilado de Summa Gold Corporation S.A.C. (2021).

2.3.1. Accesibilidad

Se ubica en el Cerro El Toro, región La Libertad, provincia de Sánchez Carrión, distrito de Huamachuco. Las altitudes oscilan entre 3250 a 3580 msnm, en el distrito de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, Región La Libertad norte del Perú. En la Tabla 4 se tiene la ruta de acceso a la unidad minera.

Tabla 4

Ruta de Acceso a la unidad minera El Toro

Origen	Destino	Tipo de Vía	Tiemp (h)	Distancia (km)
Lima	Trujillo	Asfaltada	8.0	545
Trujillo	Huamachuco	Asfaltada	4.5	140
Huamachuco	El Toro	Afirmado	0.2	4

Nota: Elaboración propia.

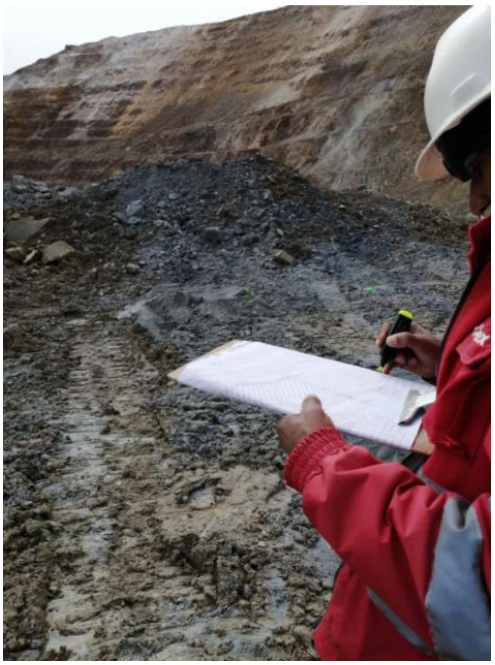
2.4. Descripción de las operaciones

- **Verificación de malla en campo**

  Posterior a la perforación y carguío ejecutado por la compañía Summa Gold Corporation S.A.C. El programador de disparos electrónicos deberá llevar a campo 02 ejemplares del plano del proyecto (Anexo 1), y realizar los apuntes necesarios para la elaboración del diseño de secuencia y amarre, como se aprecia en la Figura 9. Es importante emitir opinión sobre el orden de carguío, ya que este determinará el orden de programación de detonadores.

Figura 9

Plano de identificación de proyecto



Nota: Fuente propia (2021)

Cada taladro perforado cuenta con una identificación alfanumérica, que será expuesta mediante una estaca, como se aprecia en Figura 10 este modo de identificación, permitirá que el programador de detonadores electrónicos se ubique rápidamente en la malla de perforación y realice los apuntes necesarios básicos para realizar su tares de diseño de amarre.

Figura 10

Taladros in situ con código de identificación

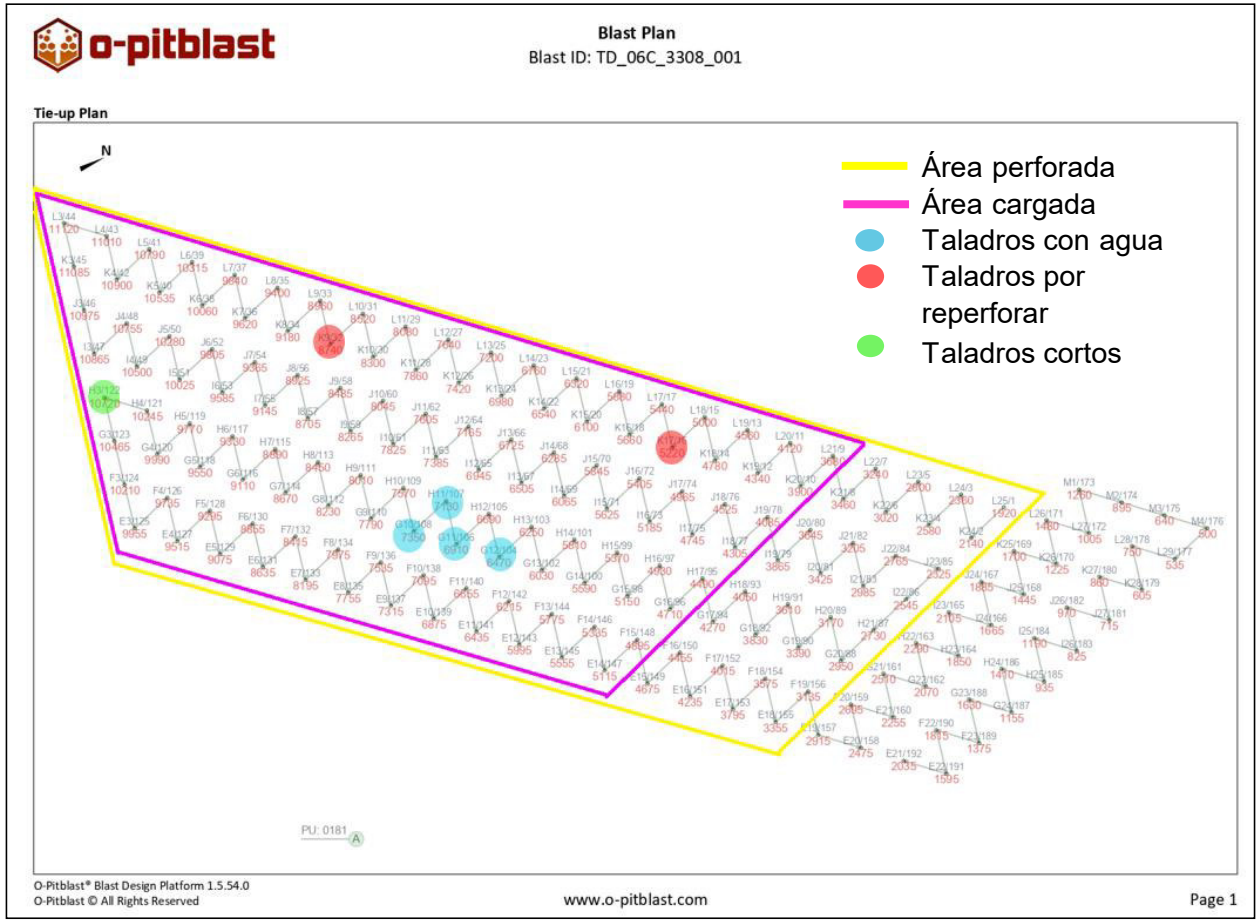


Nota: Fuente propia (2021)

Los apuntes en dicho plano de campo, se realizarán con orden y limpieza para preservar el entendimiento por uno o varios miembros del equipo de trabajo, de preferencia se utilizará resaltadores de colores diversos para identificar una o varias observaciones, como se aprecia en la Figura 11.

Figura 11

Plano de campo con anotaciones perforados vs cargados



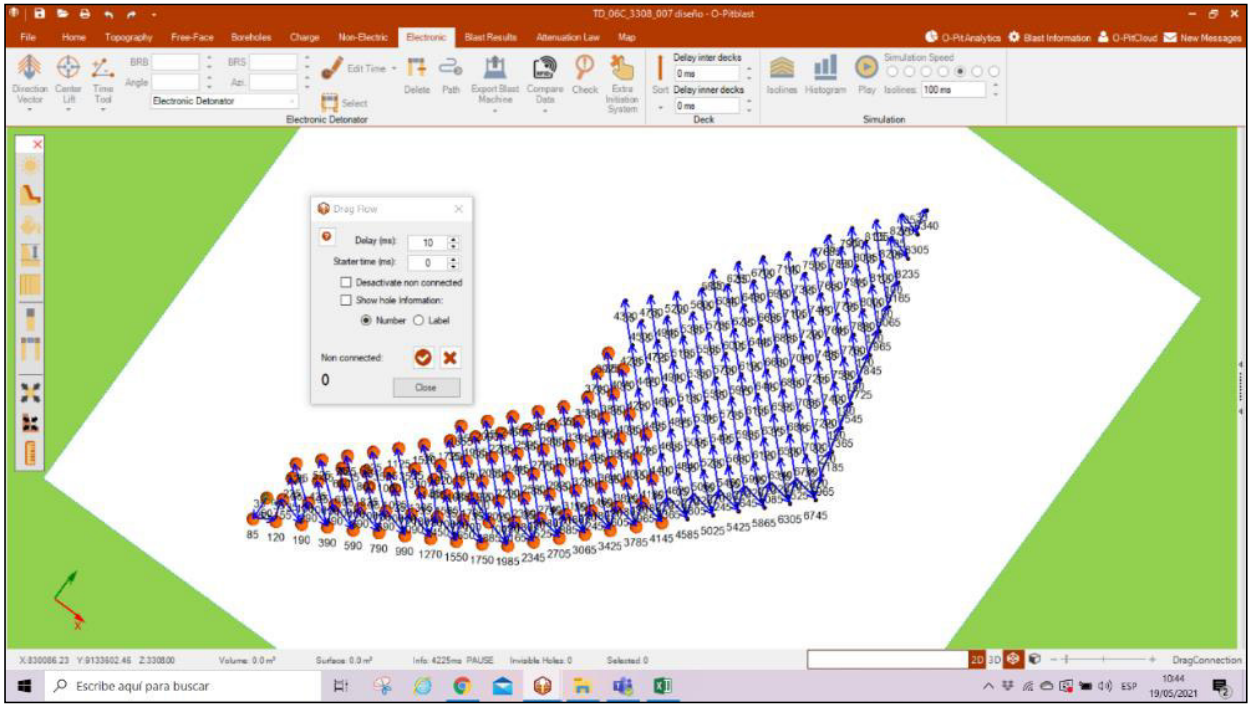
Nota: Recopilado de Enaex (2021).

- **Diseño de Secuencia de Voladura**

El programador una vez haya confirmado los limites reales del proyecto, procederá a la elaboración de la secuencia de voladura, tomando en cuenta los criterios expuestos en el capítulo 2.1.6 del presente informe. La simulación del mismo será elaborada mediante el programa O-pitblast, software de simulación de voladura. En la Figura 12 se aprecia el simulador de disparo.

Figura 12

Elaboración de diseño de secuencia



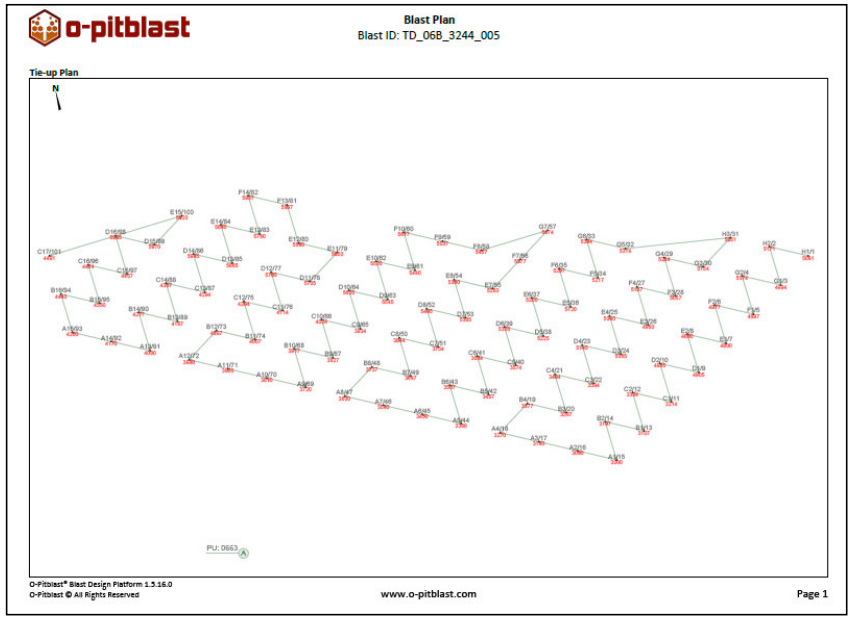
Nota: Recopilado captura pantalla software O-pitblast(2021).

- **Diseño de Amarre de Voladura**

Posterior al diseño de secuencia el programador de disparos electrónicos elaborará el camino de programación, en el software *OpitBlast*, la finalidad será crear una ruta como se aprecia en la Figura 13 y plano adicional Anexo 2, que, a criterio del programador, se adapte a las condiciones operativas, cuyo propósito es realizar la asociación de cada uno de los detonadores electrónicos con su respectivo retardo.

Figura 13

Elaboración de camino de programación



Nota: Recopilado de Enaex (2021).

- **Inspección de equipos**

  El programador deberá realizar la inspección de todos los equipos del sistema *DaveyTronic*, el mismo día que serán utilizados, la finalidad será evidenciar daños físicos, de software, estado de batería, u otros que puedan generar retrasos en el proceso de programación y ejecución de voladura. Cualquier defecto encontrado será reportado de inmediato mediante el formato PIR *(Preliminary incident report),* mostrado en la Figura 14.

  Es de responsabilidad del programador cuidar y mantener la integridad física de cada uno de los componentes del sistema de iniciación electrónica DaveyTronic, aquel componente que presente desgaste natural, deberá ser rotulado y evitar su uso hasta el envío de su remplazo.

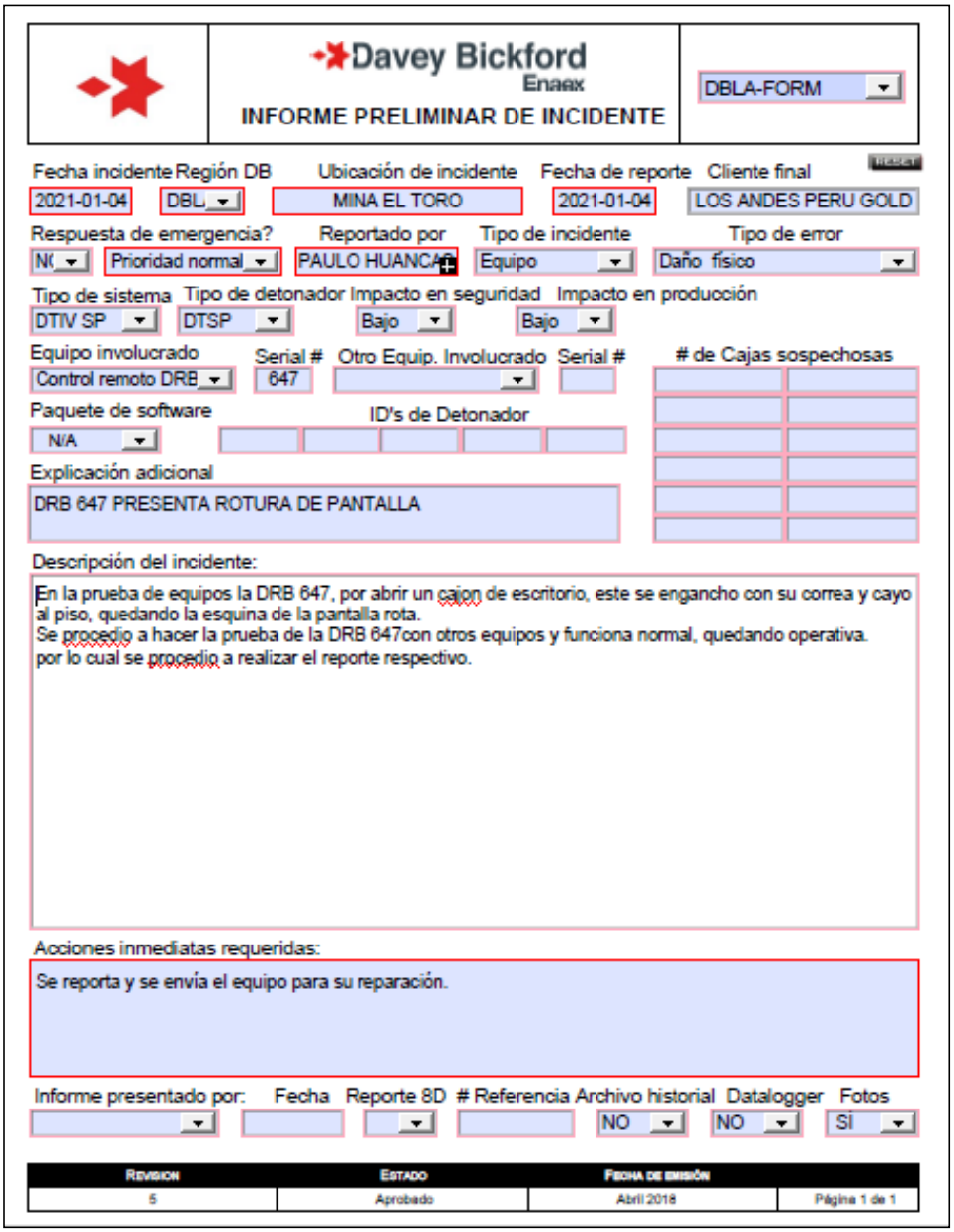
- **Determinación del modo de disparo alámbrico / inalámbrico**

  Modo inalámbrico: El modo inalámbrico utiliza de 1 hasta 6 unidades de programación y un DRB2. Los detonadores son programados usando las unidades de programación. El circuito de disparo es conectado directamente al DRB2, el cual gestiona su propia red, realiza comprobaciones de la funcionalidad de cada detonador en el circuito de disparo y luego transmite los comandos seguros para disparar cada detonador y puede gestionar un máximo de 1500 detonadores en su propia red.

  Modo remoto El sistema de voladuras DaveyTronic® puede además ser operado EN Modo inalámbrico: La configuración remota requiere un DRB2, hasta 8 DBD en *multiblast,* 3 DBD en *synchroblast* y de 1 a 6 unidades de programación por DBD. Los DBD son conectados a los circuitos de disparo y colocados cerca de los mismos, en un área protegida de flyrock. El DBD es usado desde la zona de seguridad por el operador.

Figura 14

Formato preliminar de incidente



Davey Bickford
Enaex

INFORME PRELIMINAR DE INCIDENTE

DBLA-FORM

Fecha incidente	Región DB	Ubicación de incidente	Fecha de reporte	Cliente final
2021-01-04	DBL	MINA EL TORO	2021-01-04	LOS ANDES PERU GOLD

Respuesta de emergencia?		Reportado por	Tipo de incidente	Tipo de error
N	Prioridad normal	PAULO HUANCA	Equipo	Daño físico

Tipo de sistema	Tipo de detonador	Impacto en seguridad	Impacto en producción
DTIV SP	DTSP	Bajo	Bajo

Equipo involucrado	Serial #	Otro Equip. Involucrado	Serial #
Control remoto DRB	647		

de Cajas sospechosas

Paquete de software: N/A

ID's de Detonador

Explicación adicional: DRB 647 PRESENTA ROTURA DE PANTALLA

Descripción del incidente:

En la prueba de equipos la DRB 647, por abrir un cajon de escritorio, este se engancho con su correa y cayo al piso, quedando la esquina de la pantalla rota.
Se procedio a hacer la prueba de la DRB 647con otros equipos y funciona normal, quedando operativa.
por lo cual se procedio a realizar el reporte respectivo.

Acciones inmediatas requeridas:

Se reporta y se envía el equipo para su reparación.

Informe presentado por:	Fecha	Reporte 8D	# Referencia	Archivo historial	Datalogger	Fotos
				NO	NO	SI

Revision	Estado	Fecha de emisión	
5	Aprobado	Abril 2018	Página 1 de 1

Nota: Recopilado de Enaex (2021).

- **Pruebas de señal**

Previo al uso de los equipos *DaveyTronic,* deberá ejecutarse una prueba de señal para verificar la calidad e intensidad de la conexión inalámbrica, asegurando así las posiciones óptimas dentro de la mina, que generan mejor

comunicación, a su vez, deberá de llenarse el *check list* que contengan los datos obtenidos.

El proceso de pruebas de señal consiste en la simulación de voladura, colocando los equipos en los puntos designados, dentro del tajo, para la simulación del procedimiento de disparo, para esto se utilizará dummy's (detonadores inertes) y se procederá a ejecutar un proceso normal de voladura, el objetivo es realizar un mapeo de la calidad de la señal en la mina cuando el sistema inalámbrico es introducido con el fin de determinar las posiciones geográficas adecuadas para que la DRB2 y el DBD's posean buena comunicación.

- **Testeo de detonadores**

  Antes del primado, el programador, como medida de seguridad adicional, realizara el testeo de detonadores mediante la unidad de programación, Figura 15. El fin de esta acción es asegurar al cliente la utilización de detonares *DaveyTronic* en perfecto estado, el hallazgo de detonadores con errores de fábrica es improbable, de encontrar algún producto con falla, este será retirado y reportado. Este accionar es una medida adicional al procedimiento ordinario, con el único fin de cautelar la calidad del servicio.

  El procedimiento de trabajo también incluirá 02 testeos adicionales, primado antes del carguío y después del tapado, son todos los test realizados, medidas de seguridad para detener y solucionar posibles fallas en cada proceso parte del proceso de carguío y disparo (corte en primado, carguío y tapado, corto circuito y fugas de corriente).

  El proceso de testeo incluye la verificación de operatividad electrónica, voltaje y amperaje correcto en cada de uno de los detonadores, siendo posible testear en cualquier momento y cuantas veces se estime, sin restricción.

Figura 15

Testeo previo de detonadores



Nota: Fuente propia (2021).

- **Programación de detonadores**

  Posterior al carguío y tapado de los taladros y siguiendo la ruta de programación, se utilizará la PU, que previamente ha sido asociada a una DBD, para identificar el código único de cada detonador y relacionarlo con el tiempo de retardo asignado. Como buena práctica se rotulará en la tapa del conector con el número de ruta correspondiente, según se aprecia en la Figura 16.

  El sistema *DaveyTronic,* a través de su unidad de programación, permita la programación y reprogramación de uno o todos los detonadores del proyecto de voladura en cualquier momento, así mismo el cambio de DBD asociada. También brinda la opción de hacer testeos de línea en cada oportunidad que el programador crea conveniente.

  Se tiene a disposición 02 modos de programación, modo “uno por uno”, en el cual se realizara la conexión de los detonadores con la PU y el modo “en línea”, el que permitirá anclar directamente los detonadores al cable de conexión, ya que este se encontrara en todo momento conectado a la PU.

Figura 16

Programación de detonadores electrónicos



Nota: Fuente propia (2021).

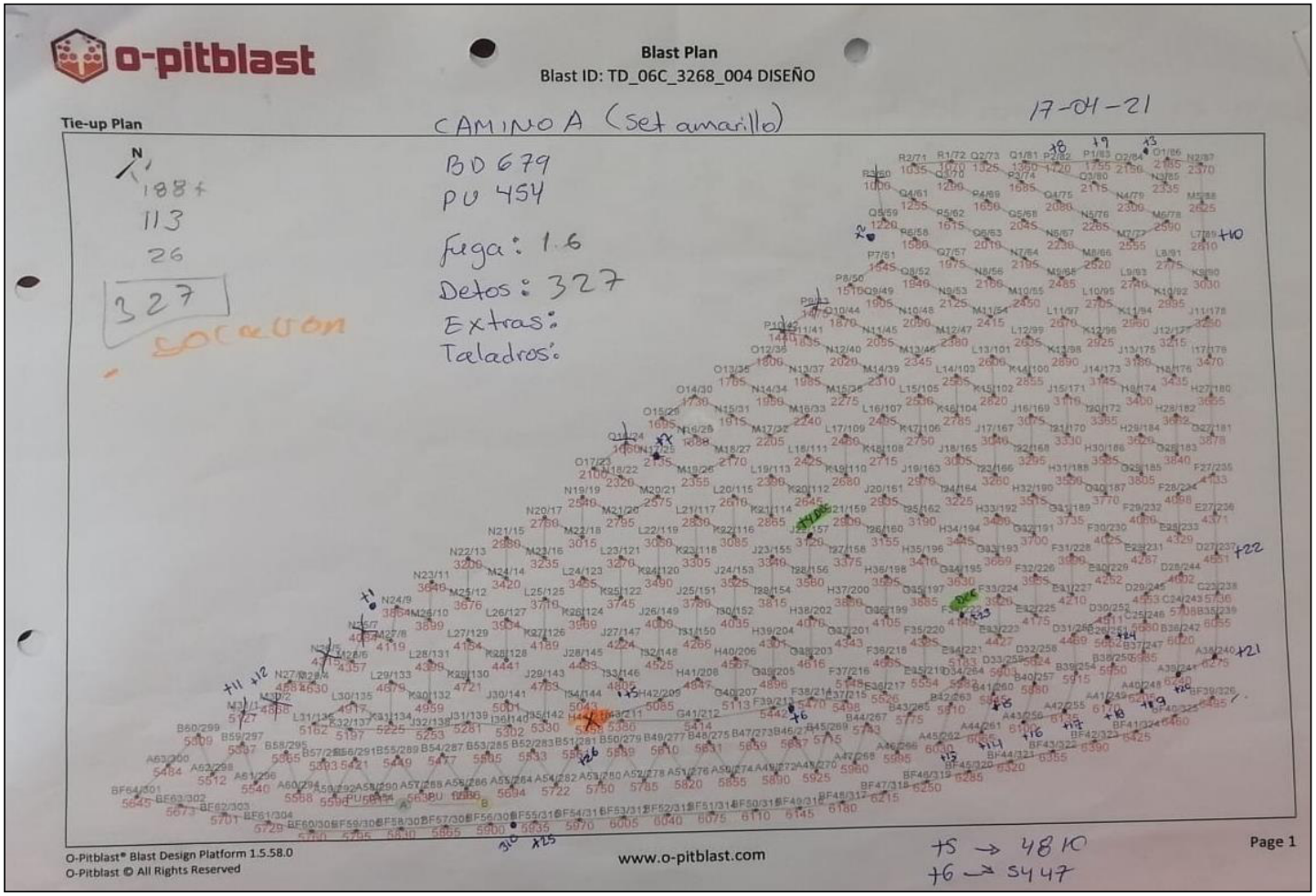
El programador anotará las observaciones en el plano de amarre (taladros extra, no perforados, no cargados, taladros con agua, etc.), como se aprecia en la Figura 17, que muestra un plano de campo real y será plasmada en los reportes post voladura, con la finalidad exponer todos los detalles de la voladura y analizar los resultados. Todos estos pasos deberán realizarse según el procedimiento de trabajo seguro, descrito en el Anexo N°6.

Mediante el software O-pitblast, se podrá editar el retardo de todos los detonadores en la malla, incluso posterior a la programación realizada, para lo cual se utilizara un lector de tarjeta RFID, cuya función será extraer los datos de la programación de la PU, cargarlos a la laptop de trabajo y una vez realizado el cambio deseado, reingresar los nuevos datos a la PU.

Los planos de programación y amarre serán archivados, para obtención de datos para reportes de voladura y para cualquier evaluación y análisis del trabajo realizado que se requiera.

Figura 17

Apuntes de programación en campo



Nota: Fuente propia (20

- **Amarre de detonadores**

  Una vez realizada la programación de detonadores, se tendera una o varias líneas bus (línea de amarre), las cuales se deberán conectar en grupos de hasta 70 detonadores por cada línea, como buenas prácticas, para no disminuir la distribución de energía y garantizar la buena energización mediante el uso del cable autorizado M35. La conexión del detonador a la línea bus se aprecia en la Figura 18. Si se llegará a retirar la conexión y volver a conectar en otro punto, se tendrá que encintar con cinta para evitar fugas por perforación y exposición del alma de cobre.

  El modo de realizar la conexión es abrir el conector del detonador, que tendrá una ranura con pines de conexión, colocar sobre ellos el cable M35 y cerrar la tapa haciendo presión y verificando la correcta conexión. La orientación del cable deberá ser en todos los casos la misma para todo el proyecto (verde o amarillo arriba), con el fin de evitar fugas de energía por polarización.

- **Chequeo de línea**

  Cuando una troncal del circuito de disparo ha sido programada y conectada, esta tiene que ser testeada usando las funciones de testeos de la PU. Las funciones test permiten chequear la integridad del circuito de disparo o de la troncal y la funcionalidad de los detonadores. Antes de dejar la voladura, el operador testeó todas las ramas del circuito o el circuito completo.

  Chequeo de línea: chequear la integridad del circuito (fuga, línea abierta, corto circuito).

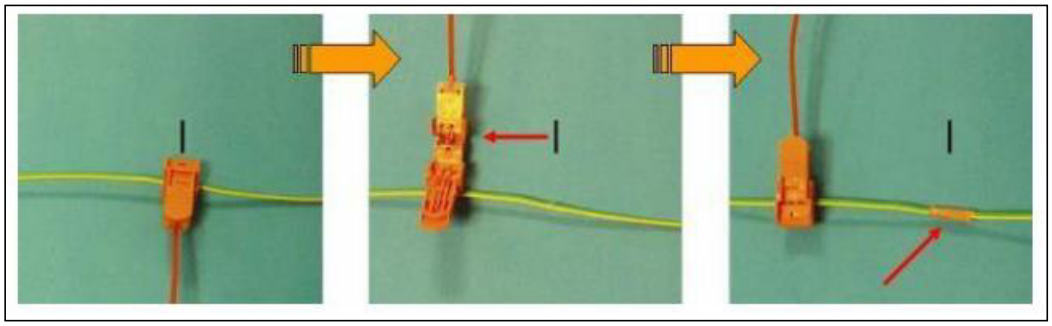
  Buscar desconectados: chequeo de los detonadores programados no conectados al circuito.

  Conteo de detonadores: conteo de la cantidad de detonadores conectados en el circuito (incluso si no está programado).

  Ohmímetro: localiza una anomalía detectada por el chequeo de línea.

Figura 18

Modo de amarre



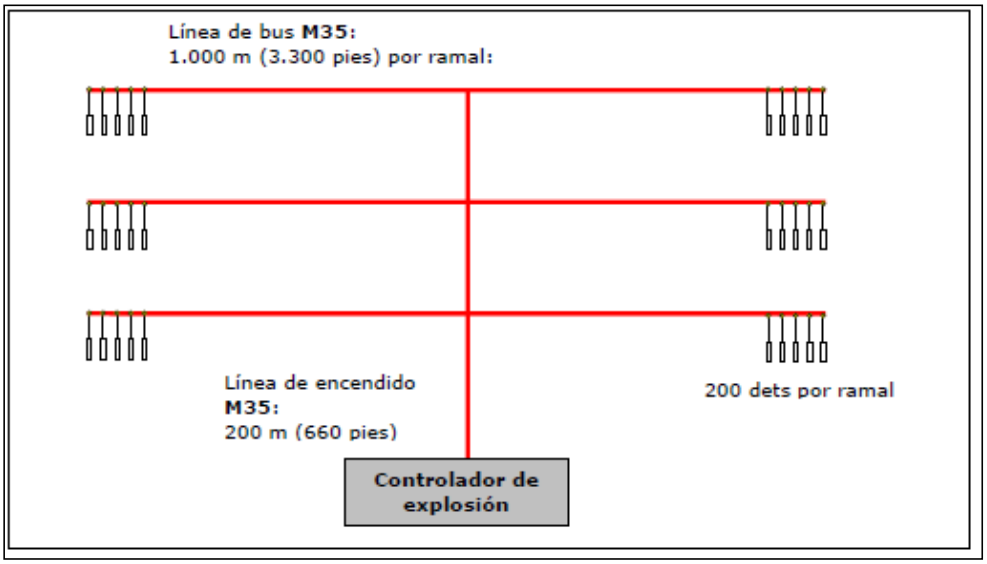
Nota: Recopilado del manual del Usuario DaveyTronic (2020).

La conexión del detonador al cable M35 es trabajo organizado y con buena distribución con el fin de garantizar la rápida ubicación de cada detonador para la resolución de problemas en tiempo óptimo y en consecuencia asegurar el éxito de la voladura, un ejemplo propuesto de buena organización de conexión se aprecia en la Figura 19 imagen del manual de usuarios *DaveyTronic*.

Los detonadores podrían presentar fuga de corriente por varios motivos, entre ellos el contacto de los polos del conector con emulsión, agua o barro, también por cortes parciales en los cables del detonador. El o los detonadores con fuga de corriente deberán ser amarrados con una línea independiente a la DBD (*DaveyTronic blast driver*).

Figura 19

Ejemplo de disparo con 1200 detonadores con línea de encendido



Nota: Recopilado del manual del Usuario DaveyTronic (2020).

- **Tendido de línea**

  Una vez verificado la correcta programación y conexión de detonadores se deberá tener una línea (cable M35), desde el punto designado de unión de líneas bus, hasta un lugar identificado como seguro para el equipo DBD, generalmente a mayor de 70 metros desde el extremo del proyecto de voladura, el fin del criterio de selección de lugar, es preservar la integridad física del equipo.

- **Instalación de equipos**

  El programador instalará sobre un trípode el DBD, en el lugar previamente determinado durante la prueba de señal, así mismo deberá conectar una "T" de cobre, como punto a tierra, seguidamente el programador deberá encender el DBD. Una vez finalizado el autotest (auto testeo propio del equipo para dar validación de su condición), conecte la línea de encendido a los terminales de la línea de encendido de la DBD.

- **Traspaso de información desde la unidad de programación a DRB2**

  La PU tiene todos los datos de programación (nombre de red, número único de identificación del detonador, número de secuencia y retardo) almacenados en su etiqueta RFID. Una vez finalizada la programación y la comprobación del circuito con la PU y antes de iniciar el procedimiento de encendido, los datos guardados deben ser transferidos de la PU al DBD.

  La transferencia de datos del plan de explosión se realiza mediante comunicación por RF entre las etiquetas RFID de la PU al DRB2. Antes de iniciar la transferencia de datos del plan de explosión, las PU utilizadas para programar el disparo deben asociarse con el DBD utilizado para encender el disparo.

Procedimiento de disparo

El programador deberá iniciar el proceso de voladura autorizado por el V1, quien será responsable del seguimiento al protocolo Anexo 3 y *checklist* de voladura Anexo 4 despejando la aérea según el radio de influencia de voladura Anexo 5. Se presenta imágenes de un proyecto de voladura, antes Figura 20 y post voladura Figura 21.

Figura 20

Proyecto antes de detonación.



Nota: Fuente propia (2021).

Figura 21

Proyecto después de detonación.



Nota: Fuente propia (2021).

El programador de disparos electrónicos, inicia el procedimiento de detonación comenzando con los *tests* asociados. La evolución del procedimiento y los resultados de los *tests* se muestran en la pantalla del DRB2. Entonces se puede iniciar el procedimiento de encendido. El usuario *DaveyTronic*, deberá estar pendiente de la pantalla de la DRB2, sin opción de ver la voladura Figura 22.

Figura 22

Proceso de detonación.



Nota: Fuente propia (2021).

- **Respuesta a Tiros Quedados y cortados.**

Los tiros quedados identificados previa voladura, serán tratados según procedimiento establecido, que consta en la señalización del área post voladura, con cintas de peligro para evitar que fueran minados por las excavadoras y generar un riesgo, posterior testeo de sobrevivencia de detonador y desactivación correspondiente.

Ante una notificación de un posible tiro cortado, se realizará el descarte o confirmación del mismo, se procede a conectar el cable de detonador a la

unidad de programación, como se aprecia en la Figura 23, para verificar si se encuentra activo o no.

Figura 23

Testeo de posibles tiros quedados



Nota: Fuente propia (2021).

El mensaje NO RESPONDE, Figura 24, confirma que el detonador no se encuentra activo, de lo contrario se verá en pantalla su código de identificación y se procederá a delimitación de aérea y tratamiento según procedimientos establecidos.

Figura 24

Pantalla unidad de programación mensaje de no responde



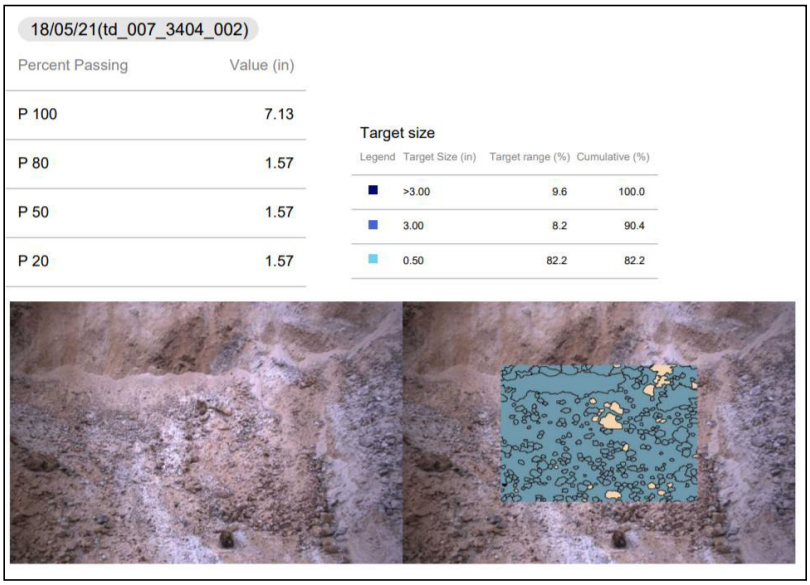
Nota: Fuente propia (2021).

- **Evaluación post voladura**

Al término de voladura el equipo de trabajo deberá analizar en campo y gabinete los reportes fragmentación, como se aprecia en la Figura 25, mediante del uso de equipo Microtrap y realizar la toma de fotografías de los frentes minados, posterior descarga y análisis de datos en software, para obtención del P80, conocer o ajustar parámetros para estar dentro del estándar solicitado por mina >3".

Figura 25

Reporte de fragmentación P80

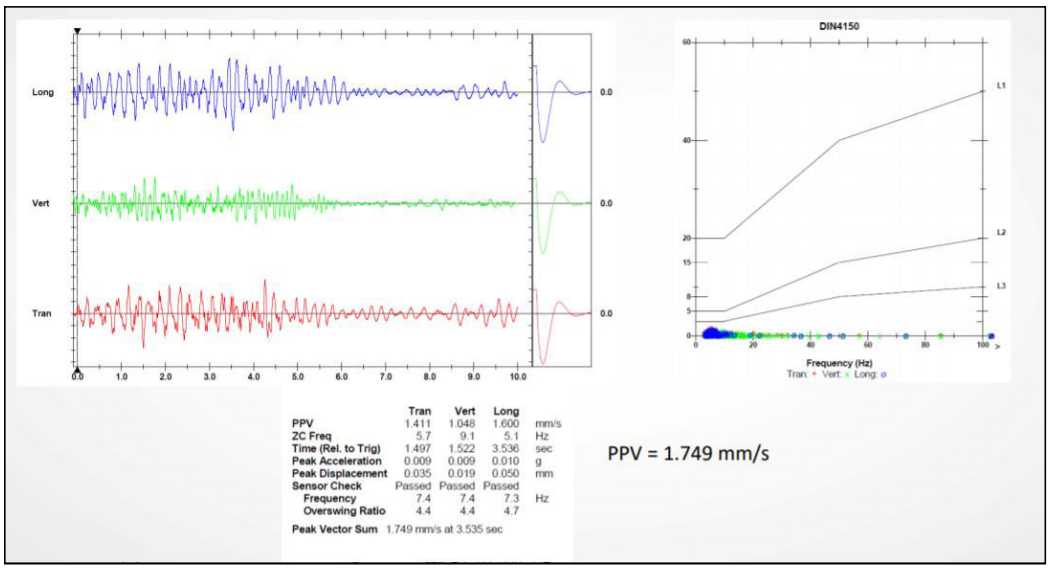


Nota: Recopilado de Enaex (2021).

Es importante conocer los resultados del monitoreo de sismográfico, Figura 26 y revisión de material video gráfico para identificación de taladros que generen gases nitrosos, como se ha descrito previamente, las operaciones se encuentran a poca distancia de las comunidades circundantes, la preservación se su tranquilidad y seguridad es prioridad número uno dentro de la operación.

Figura 26

Reporte de vibraciones



Nota: Recopilado de Enaex (2021).

- **Mantenimiento de equipos**

El programador deberá encargarse del mantenimiento básico de los equipos del sistema *DaveyTronic*, para lo cual tiene a su cargo un instructivo y materiales de recambio de piezas Figura 27. Antes y después de cada evento de voladura, se deberá limpiar apropiadamente los equipos, despojándolos de humedad, polvo, barro, etc.

Todos los equipos poseen una tarjeta en la parte trasera donde indica próxima fecha de mantenimiento, próxima fecha de cambio de batería, es responsabilidad del programador de disparos mantener un registro y reportar mensualmente la cantidad de equipos que tiene a su cargo y a su vez alertas tempranas sobre las fechas próximas de mantenimiento.

Para asegurar el mantenimiento de los equipos es indispensable respetar los procedimientos de trabajo, reglas de oro y demás documentos entregados por los representantes *DaveyTronic*.

Figura 27

Mantenimiento de pines en unidad de programación



Nota: Recopilado del manual del Usuario DaveyTronic (2020).

- **Verificación de stock de productos**

  El programador deberá mantener un registro actualizado del stock de productos *DaveyTronic*, para asegurar el uso de los productos más antiguos y sobretodo la disponibilidad para el cliente. La coordinación para la reposición de productos es una pieza clave para la continuidad del servicio, para ellos Enaex cuenta con un sistema de reportes diarios, semanales y mensuales.

- **Coordinaciones y reuniones de voladura**

  Se coordina con el personal de perforación y voladura de la compañía minera, la planificación y características de cada proyecto. El usuario deberá contar por escrito con la aprobación de parámetros de diseño de secuencia por parte del cliente, a fin de evitar fallas en la comunicación.

- **Capacitaciones**

  El programador deberá brindar capacitación sobre el uso adecuado de productos *DaveyTronic*, como otras que la supervisión solicite.

- **Cumplimiento con herramientas de gestión en seguridad**

  Participación en los repartos de guardia, llenado de los formatos de gestión en seguridad y salud ocupacional, comunicar actos y condiciones inseguras, cumplir con los procedimientos establecidos en cada una de las actividades, son tareas obligatorias a realizar, en pro de la conservación de la integridad y seguridad de los trabajadores y el proceso.

- **Segregación de residuos de voladura.**

  Cumplir con la adecuada segregación de los residuos producidos por el uso del sistema electrónico y otros. Dicha actividad se realizará según los procedimientos de trabajo seguro, difundidos por Enaex.

CAPÍTULO 3

VIABILIDAD DEL PROYECTO

3.1. Viabilidad técnica

El presente trabajo, se ha realizado debido al ingreso al Perú de la actualización pack 48 en mina El Toro, desde octubre del 2020. El autor del presente proyecto ingresa a dicha unidad minera el mismo mes, asumiendo la responsabilidad y realizar la presente investigación, teniendo todos los recursos técnicos a disposición, con el fin de dotar a la compañía minera El toro del presente informe.

1.2. Viabilidad económica.

El financiamiento del presente proyecto está incluido en los costos de operación, mediante la ejecución y labores de investigación del programador de disparos electrónicos. Debido a que el presente proyecto no contempla un costo representativo dentro de la organización por ser un informe descriptivo, no requiere costos de adquisición de bienes o servicios.

El servicio de detonación electrónica en El Toro, es la operación minera con mayor venta de detonadores electrónicos anuales, teniendo una venta de casi 6,000 detonadores mensuales con un costo unitario de 23 dólares cada uno, además, dicho servicio es para Enaex la oportunidad de ingreso con servicios integrales de voladura para otras unidades en Perú.

1.3. Viabilidad temporal

La presente investigación es cualitativa en cuanto a las características implementadas en la última actualización pack 48 y cuantitativa en cuanto a la estimación de tiempo de evacuación ahorrado, debido a la utilización del modo *onetouch*, dicho tiempo fue tomado en el transcurso de la ejecución de voladuras en el mes de enero 2021 y comparado con los tiempos típicos de voladuras sin dicha actualización.

- Para valorar la viabilidad, es importante conocer las oportunidades de mejora del pack 17, descritas en la Tabla 5 e identificar los avances en la nueva actualización, para ser presentadas al cliente y las futuras operaciones usuarias.

Tabla 5

Oportunidades de mejora pack 17

Nº	Oportunidades de mejora pack 17
1	Modo multiblast, permite detonar con máximo de 03 equipos DBD (*DaveyTronic blast driver*), teniendo un procedimiento de disparo de proyecto por proyecto, generando coordinación para cada detonación y pérdida de tiempo en la programación.
2	Se tiene un máximo de 3 unidades de programación vinculadas a cada DBD (DaveyTronic *blast driver*), con poca flexibilidad para la programación simultánea y teniendo mayor número de detonadores por unidad de programación, lo que genera pérdida de tiempo para el testeo.
3	Al tener una permisibilidad mayor a los errores, aumenta la probabilidad de generación de tiros quedado.
4	De presentarse problemas de conexión con la DRB2 (DaveyTronic *remote blaster*), cambiar de equipo requiere acercarse al punto de instalación de DBD (*DaveyTro*nic *blast driver),* apagar los equipos y volverlos a encender, lo que ocasiona una gran pérdida de tiempo por traslado.
5	Utilización de detonadores con un máximo de 14 000 milisegundos, quitando flexibilidad de tiempos al diseño de voladura.
6	Una sola tarjeta RFID para autorización de procedimiento y autorización de disparo.
7	Tiempo de espera para iniciar el procedimiento de disparo de 11 minutos.

CAPÍTULO 4

PRODUCTOS

4.1. Resultados

4.1.1 Actualización pack 48 *DaveyTronic Evolution*

El sistema digital de voladuras DaveyTronic® Evolution puede ser operado en modo remoto, con control de hasta 8 DBD's (*DaveyTronic blast driver*) con una misma DRB2 (*DaveyTronic remote blaster*) en diferentes modos de iniciación usando modem interno o externos.

Tipos de modos:

- *Multiblast* (8 DBD's): El operador puede cargar y disparar cada voladura de forma independiente. Antes solo hasta 6 DBD´s.
- *Onetouch multiblast* (8 DBD's): El operador puede cargar y disparar todas las voladuras en PARALELO con una sola orden de fuego.
- *Synchroblast* (3 DBD's): El operador puede generar una sincronización de hasta 3 blast driver para iniciar voladuras de mayor envergadura con hasta 4.500 detonadores en una sola orden de fuego.
- *Hopping channel* (2 DRB2 en simultáneo): Los operadores podrán iniciar voladuras inalámbricas en simultáneo mediante 2 equipos DRB2 sin que estos se interfieran en sus anchos de banda RF.
- Compatibilidad detonadores XD: Detonadores DaveyTronic, con capacidad de hasta 20.000 ms.

4.1.2. Modo *Onetouch multiblast*

El modo *onetouch multiblast* es la ventaja operacional aplicada en la mina El Toro. Las ventajas adicionales antes mencionadas, pudiendo ser aplicadas, no se requieren por el momento debido a las condiciones actuales. Adicional a ello los chequeos de los detonadores, carga de condensadores de disparo y orden de fuego, se realizan de forma simultánea en todos los equipos remotos de disparo con una sola orden, para el operador del sistema también se simplifica el proceso.

En el modo *onetouch multiblast*, se pueden controlar hasta 8 DBD de forma remota con la DRB2 en modos de comunicación a través de módems internos o externos. El modo *onetouch multiblast* permite a los usuarios ejecutar los diferentes procedimientos de voladuras en paralelo hasta que el sistema esté "listo para cargar". Permitiendo con esto una secuencia de hasta 8 ráfagas independientes con una sola orden de fuego.

4.1.3. Funcionamiento y comparativa entre modos de iniciación

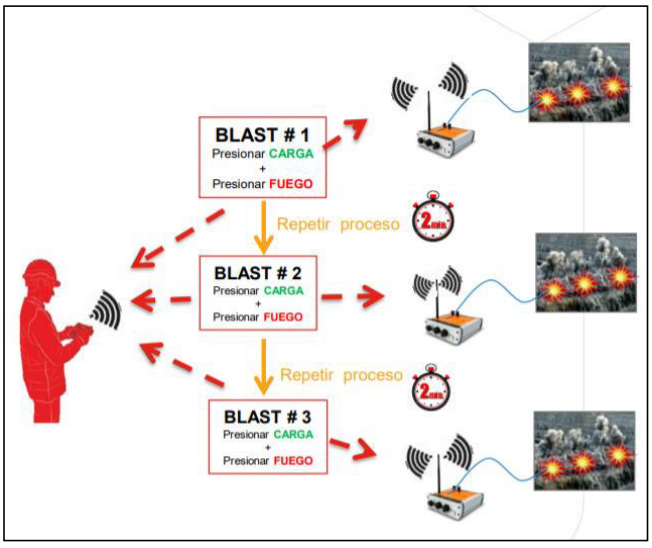
A continuación, se presenta la comparativa del proceso de funcionamiento y disparo del modo *onetouch multiblast* pack 48 vs pack 17 monoblast.

- Modo de disparo pack 17: El operador del sistema detona el proyecto 1, deberá esperar un promedio 2 minutos (depende de la extensión del proyecto) para cargar y disparar el proyecto 2, lo mismo sucede con el proyecto 3.

- En la Figura 28 se grafica el proceso de carga y detonación pack 17.

Figura 28

Proceso de carga y detonación pack 17



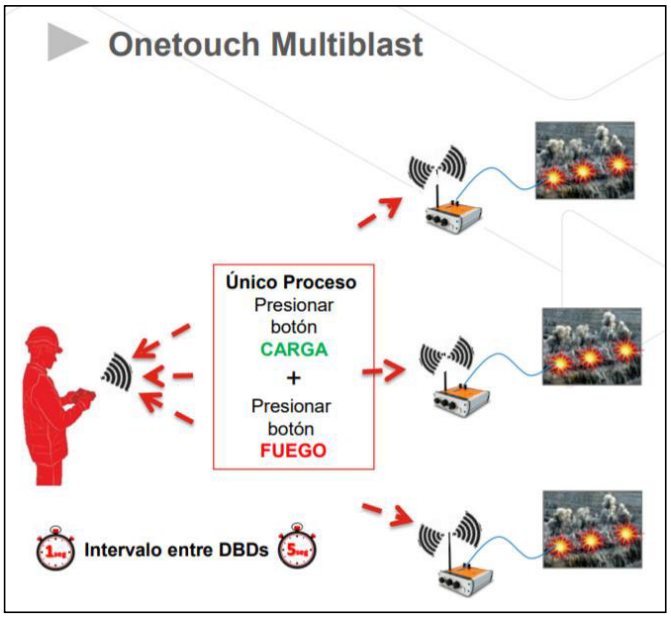
Nota: Extraído de archivos internos Enaex (2020)

- Modo de disparo pack 48: El operador del sistema mediante un único proceso de carga y disparo podrá detonar todos los proyectos con una sola orden de fuego, pudiendo seleccionar de 1 a 5 segundos como

intervalo entre cada proyecto. Logrando un ahorro de tiempo en el proceso. En la Figura 29 se grafica el proceso de carga y detonación pack 48.

Figura 29

Proceso de carga y disparo pack 48



Nota: Extraído de archivos internos Enaex (2020).

4.1.4. Comparativa de ahorro de tiempo promedio de voladura pack 17 vs pack 48

Minera El toro tiene cercanía con comunidades aledañas y minería artesanal en la parte inferior del cerro El Toro, que hace sensible el proceso y sobre todo el tiempo de voladura ya que el radio de evacuación afecta a vías y caminos aledaños a la mina, generando entropía con las comunidades adyacentes. Por otro lado, la abundante minería artesanal que rodea a la mina es otra de las limitantes a la que se enfrenta la operación, ya que se programa voladura a las 06:30 de la tarde para coincidir con su horario de cambio de guardia.

"En nuestro caso, un minuto supone la postergación de la voladura" (Richard Sotomayor, jefe de perforación y voladura Summa Gold, entrevistado, 2020). Un evento promedio supone la detonación de 03 voladuras, el ahorro de tiempo estimado es de 4 minutos por evento, lo que supone al año, más de 24 horas con la mina evacuada.

Esta situación se mantiene en el tiempo de realización del presente proyecto, y como promedio del año anterior, por lo cual se tomará de muestra, pudiendo cambiar la situación según la demanda operacional del proyecto. Cabe resaltar que la mina se encuentra en proceso de expansión, pudiendo tener un mayor número de proyectos en lo sucesivo, de esta manera el ahorro del tiempo con el sistema *onetouch multiblast* será mayor.

En el Tabla 6 se observa la estadística de voladuras en el mes de enero 2021, para efectos de cuantificar el ahorro del tiempo del modo *onetouch multiblast* pack 48 vs el pack 47, se retirará los datos de voladura que tengan un solo proyecto de disparo, ya que al ser solamente uno no habría ahorro de tiempo, quedando finalmente la Tabla 7, con los respetivos tiempos de ahorro obtenido. También se otorgará un promedio de 2:30 minutos por proyecto, el cuál era el promedio de tiempo en el pack 48.

Tabla 6

Proyectos detonados enero 2021

Ene-21					
N°	**Fecha**	**Fase**	**Nivel**	**Proyecto**	**N° de taladros**
1	2/01/2021	TD-07	3452	1	156
2	2/01/2021	TD-06C	3324	2	135
3	2/01/2021	TD-06C	3332	5	139
4	4/01/2021	TD-06C	3332	6	286
5	6/01/2021	TD-06C	3324	2	383
6	9/01/2021	TD-06B	3172	2	75
7	9/01/2021	TD-06C	3324	4	377
8	9/01/2021	TD-07	3452	1	149
9	11/01/2021	TD-07	3452	3	42
10	11/01/2021	TD-06C	3324	5	73
11	11/01/2021	TD-06B	3172	3	151
12	14/01/2021	TD-06B	3164	1	180
13	14/01/2021	TD-06C	3316	1	163
14	14/01/2021	TD-07	3452	3	114
15	16/01/2021	TD_06C	3324	6	507
16	18/01/2021	TD_06C	3324	7	116
17	18/01/2021	TD_06C	3316	2	142
18	18/01/2021	TD_06C	3316	3	113
19	21/01/2021	TD_06C	3316	4	238
20	21/01/2021	TD-06B	3172	4	299
21	23/01/2021	TD_06C	3316	5	163
22	23/01/2021	TD-07	3452	5	344
23	24/01/2021	TD-06B	3164	6	123
24	24/01/2021	TD-06B	3172	2	44
25	27/01/2021	TD_06C	3316	7	484
26	27/01/2021	TD_06C	3444	2	213
27	28/01/2021	TD_06C	3308	1	191
28	29/01/2021	TD_06C	3316	6	241
29	29/01/2021	TD_07	3444	1	89

Nota: Extraído de archivos internos Enaex (2021).

Tabla 7

Ahorro de tiempo promedio modo onetouch multiblast enero 2021

Ene-21								
N°	**Fecha**	**Fase**	**Nivel**	**Proyecto**	**N° de taladros**	**Tiempo de detonacionon onetouch pack 48 (min)**	**Tiempo de detonacionon pack 17 (min)**	**Diferencia de tiempo (min)**
1	2/01/2021	TD-07	3452	1	156	00:02:40	00:07:30	00:04:50
	2/01/2021	TD-06C	3324	2	135			
	2/01/2021	TD-06C	3332	5	139			
2	9/01/2021	TD-06B	3172	2	75	00:03:50	00:07:30	00:03:40
	9/01/2021	TD-06C	3324	4	377			
	9/01/2021	TD-07	3452	1	149			
3	11/01/2021	TD-07	3452	3	42	00:01:39	00:07:30	00:05:51
	11/01/2021	TD-06C	3324	5	73			
	11/01/2021	TD-06B	3172	3	151			
4	14/01/2021	TD-06B	3164	1	180	00:02:35	00:07:30	00:04:55
	14/01/2021	TD-06C	3316	1	163			
	14/01/2021	TD-07	3452	3	114			
5	18/01/2021	TD_06C	3324	7	116	00:02:40	00:07:30	00:04:50
	18/01/2021	TD_06C	3316	2	142			
	18/01/2021	TD_06C	3316	3	113			
6	21/01/2021	TD_06C	3316	4	238	00:02:50	00:05:00	00:02:10
	21/01/2021	TD-06B	3172	4	299			
7	23/01/2021	TD_06C	3316	5	163	00:02:45	00:05:00	00:02:15
	23/01/2021	TD-07	3452	5	344			
8	24/01/2021	TD-06B	3164	6	123	00:01:50	00:05:00	00:03:10
	24/01/2021	TD-06B	3172	2	44			
9	27/01/2021	TD_06C	3316	7	484	00:02:44	00:05:00	00:02:16
	27/01/2021	TD_06C	3444	2	213			
10	29/01/2021	TD_06C	3316	6	241	00:02:47	00:05:00	00:02:13
	29/01/2021	TD_07	3444	1	89			
								00:36:10

NOTA: Elaboración propia.

- Resultados ahorro de tiempo.

Se obtuvo un estimado de 36 minutos de ahorro en el mes de enero debido al uso del sistema *onetouch multiblast,* con un promedio de 4 minutos por cada voladura de 3 proyectos en un solo día, con un promedio de 10 eventos de voladura múltiple al mes, es así que se muestra la Tabla 8 para la obtención de tiempo de ahorro mensual estimado.

Tabla 8

Estimado de ahorro de tiempo mensual por proceso de voladura

	Diario	Mensual
Ahorro de tiempo estimado (min)	4	40

Nota: Elaboración propia.

La aplicación del modo *onetouch multiblast* pack 48, es para la unidad minera El Toro, flexibilidad en sus operaciones, ya que permite ejecutar varios proyectos a la vez y así tener mayores frentes de minado por ende mayor producción. Cabe resaltar que en el ahorro de tiempo estimado, no se contabiliza el tiempo que tomaría el protocolo de comunicación antes de la detonación del proyecto y la cuenta regresiva.

4.1.5. Otros beneficios no aplicados pack 48

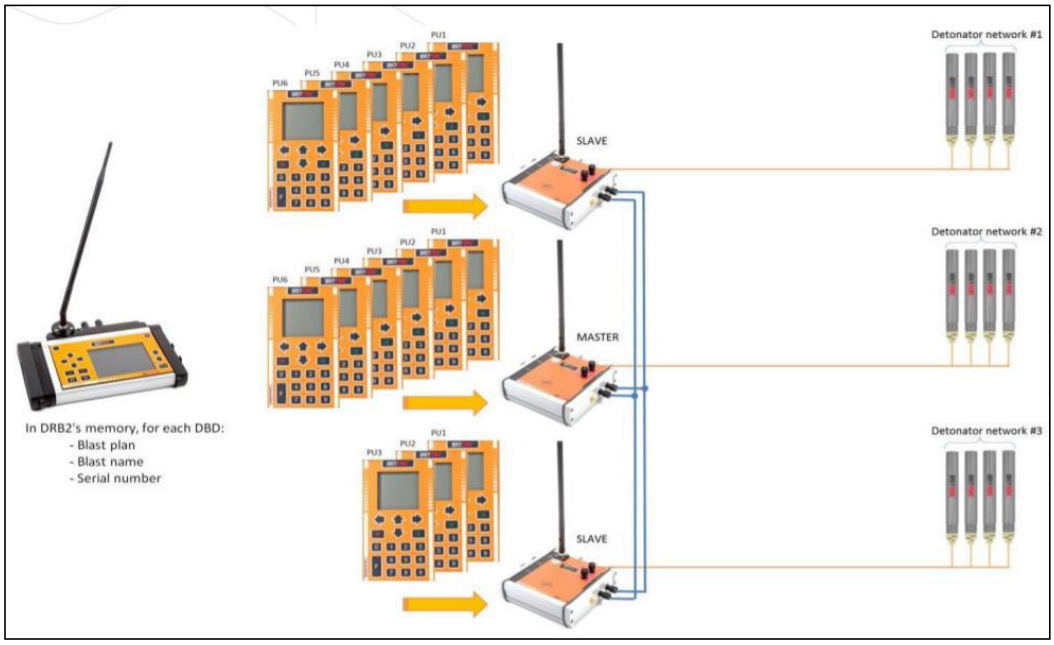
- *Synchroblast.-* En modo sincronización o *synchroblast* permite que hasta 3 DBD's pueden ser controlados con el DRB2 posibilitando a los usuarios dividir una voladura en hasta tres partes y sincronizar el disparo de las tres partes, como se observa en la Figura 30, esto con el objetivo de gestionar más de 1500 detonadores con un máximo de 4500 detonadores en un solo proyecto.

  En Synchroblast, todos los DBD (DaveyTronic blast driver) se conectan con un cable M35 a través de los conectores *synchro* (ubicados en el lateral)

y uno de los Blast Driver es el maestro de los demás para sincronizar el comando de disparo. Por la extensión, no aplicamos modo en la mina El Toro. Nuestras voladuras típicas tienen de 600-900 detonadores en promedio.

Figura 30

Modo Synchroblast



Nota: Extraído de archivos internos Enaex (2020).

- *Hopping Channel.*- Esta nueva configuración permite realizar voladuras inalámbricas en modo *monoblast, multiblast, onetouch y synchroblast* con canales de salto diferenciados permitiendo realizar voladuras con 2 equipos remotos (DRB2) comunicando simultáneamente uno al lado del otro o incluso en puntos distante sin que estos se interferían en relación a los parámetros de señal.

  Esto se ha logrado usando el mismo ancho de banda (920 a 927 MHz) pero se ha reemplazado la configuración estándar de salto de canal por configuraciones de salto específicas de tal modo que cada set de equipos

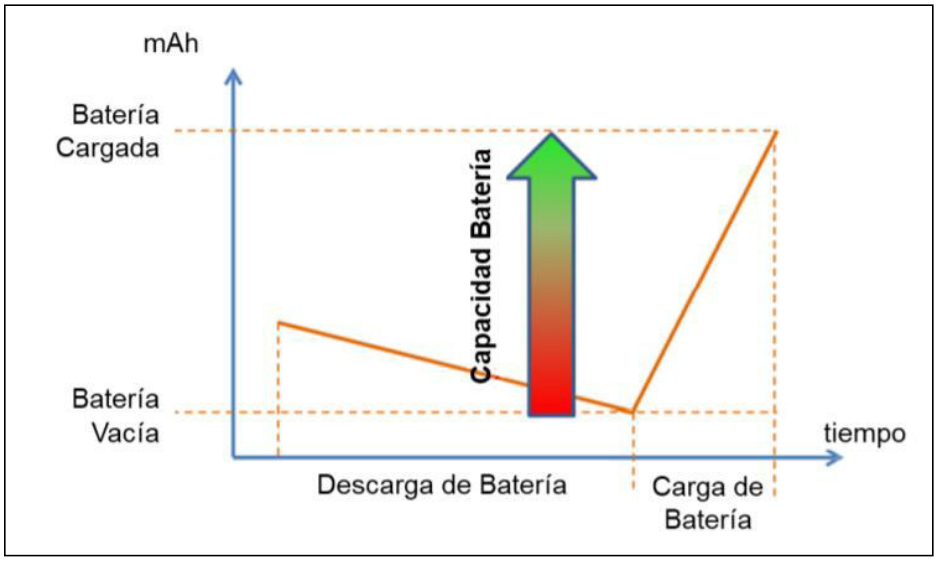
realice la comunicación sin interferir al otro. Por tener solo un tajo en la operación no precisamos por el momento el uso de este modo.

- Calibración de baterías. - La calibración de la batería es un proceso que calcula la capacidad real de la batería del equipo. Durante este proceso, el equipo descarga su propia batería. Una vez que está vacía, se inicia un ciclo de carga y a medir la cantidad de energía que se almacena en la batería. Al final del proceso, el equipamiento calcula la capacidad de la batería en mAh.

  La capacidad de la batería calculada es de 6500mAh; por lo que el proceso de calibración ejecutada por el sistema permite tener parámetro de envejecimiento dependiendo como se use el equipo Figura 31. (Capacidad de la batería después de dos años). El proceso de calibración es sugerido por el equipo cada 30 cargas de más de 30 minutos.

Figura 31

Proceso de calibración de baterías



Nota: Extraído de archivos internos Enaex (2020).

4.1.6. Oportunidades de mejora identificadas

El día 28 de enero del 2021, se tiene un evento de suspensión de voladura, el cual se detallará líneas abajo, dicho evento y luego de una investigación, se identifica una oportunidad de mejora para el sistema *onetouch*

multiblast, que será estudiada y difundida en todas las operaciones a nivel mundial, donde se use esta actualización, más adelante se investigará y presentará los resultados con las posteriores medidas de precaución para evitar situaciones similares.

Descripción del evento

- EL 28/01/2021, se programa dos voladuras siendo estas TD-06C-3316-006 y TD06C-3308-001, según plano mostrado en la Figura 32, el cual fue entregado a Enaex a las 17:30, se procede a ingresar los planes de disparo al control remoto- DRB2, según el plan de detonación programado.

- El programador de disparos eléctricos ubicado en el punto de disparo a las 18:20, procede a iniciar la programación del proyecto. Sin ninguna novedad, superando todos los test asociados sin inconveniente.

- 18:28 hrs, los proyectos se encuentran testeados y a la espera de proceso de detonación, sin ningún error identificado.

- 18:28 hrs el B1 da la orden para detonar. El personal de Enaex procede a presionar el botón de disparo, inicia la detonación del proyecto TD_06C_3308_001 con normalidad, aparece en el último momento el mensaje de "Detonador No Responde" del proyecto TD_06C_3316_006, pidiendo rechequear detonador, para lo cual la detonación del proyecto TD_06C_3308_001, ya había comenzado generando proyecciones de roca al proyecto suspendido TD_06C_3316_006 cortando varias líneas de conexión.

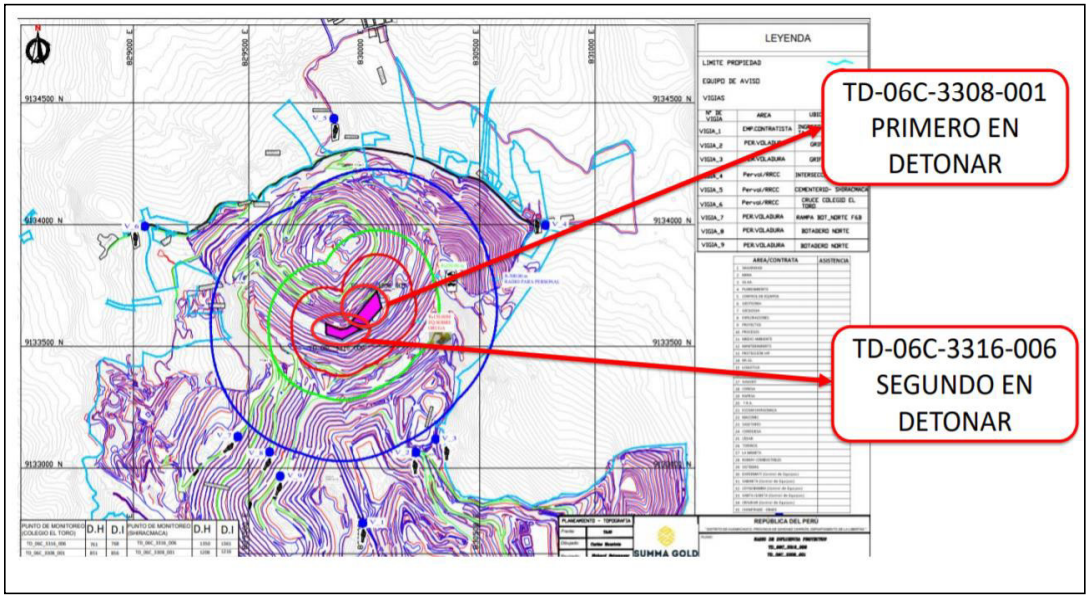
- Se ingresa al proyecto, encontrando cortes de línea múltiples por proyecciones de roca. Se infiere que el proyecto que detono primero y por la cercanía, genera proyección de roca, cortando en varios tramos la línea troncal y las líneas de bus, situación que no podrá solucionarse rápidamente, se hace la consulta con el B1 sobre su autorización para

proceder a solucionar. Debido a la sensibilidad del cumplimiento del horario B1 no autoriza intento de solución.

- 18:35 mina decide suspender el disparo, por ser difícil solucionar dicho inconveniente en un breve periodo.

Figura 32

Plano de ubicación de proyectos evento suspensión de disparo



Nota: Reporte suspensión de disparo 28 de enero 2021 (2021).

Antecedentes

- Los proyectos TD_06C_3308_001 y TD_06C_3316_006, son proyectos cercanos. En Summa Gold utilizamos detonadores con un tiempo máximo por evento de 14 segundos por cada DBD

- Según los estudios de tiempos entre filas y la extensión de ambos proyectos, se toma como opción detonar cada proyecto con una DBD independiente y hacer uno del modo *onetouch multiblast*.

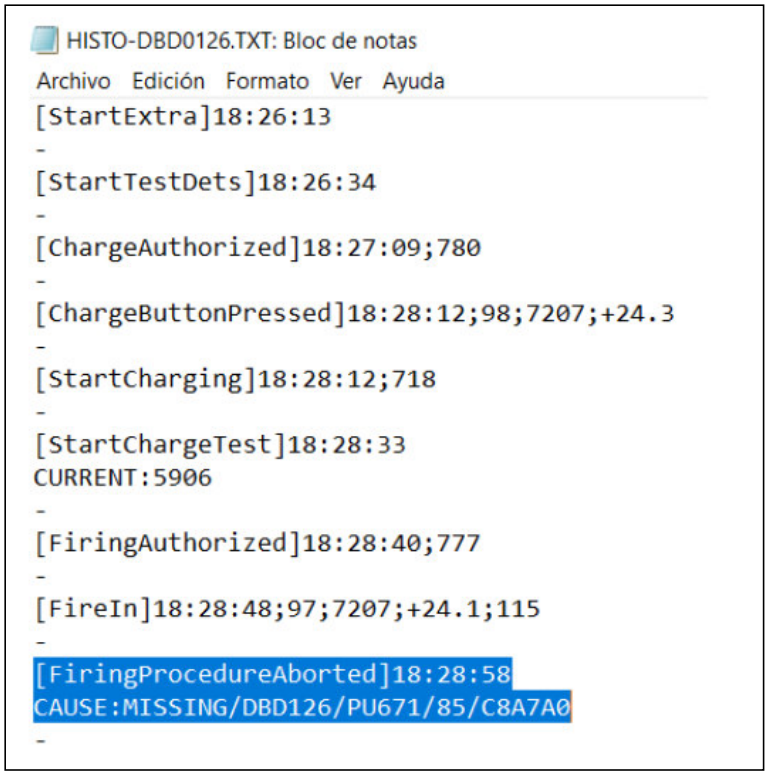
Investigación

- Cada DBD guarda toda la información del evento, por lo cual se procede a su revisión, encontrándose la siguiente imagen Figura 33, donde se puede

apreciar el mensaje "Firing Procedure Aborted 18 28 58, CAUSE MISSING/DBD 126 /PU 671 85 /C 8 A 7 A 0", indicando que el procedimiento fue abortado por perdida de información de la DBD con código 126, PU 61, pertenecientes al proyecto TD_06C_3316_006.

Figura 33

Historial DBD evento suspensión de voladura



Nota: Reporte suspensión de disparo 28 de enero 2021 (2021).

Conclusión.

- El sistema *DaveyTronic* constantemente revisa el estado de los detonadores y el estado de las líneas, mediante el *Line cut monitoring* (monitoreo hasta el último segundo) el cual al detectar que un detonador que presentaba falla, aborta este disparo para evitar un tiro quedado.
- La lección aprendida es no realizar voladuras cercanas con 02 DBD, si la circunstancia y la operación así lo requiera, se procederá con una sola DBD, ajustando los tiempos a los 14 segundos disponibles.

4.1.7. Otras ventajas pack 48

Además de los modos de disparo antes mencionados, el pack 48 trae las mejoras descritas en la Tabla 9, aportando mayor operatividad y seguridad para un proceso más integral. Todas estas actualizaciones corresponden a los pedidos que los mismos usuarios del sistema DaveyTronic solicitan conforme su experiencia en terreno.

La presente comparativa se encuentra en los manuales de usuario DAVEYBIFCKFORD ENAEX (2010). MANUAL DE USUARIO TD SP PACK 17 y DAVEYBIFCKFORD ENAEX (2019). MANUAL DE USUARIO TD SP-UG PACK 48 y están enfocadas en otorgar un producto que entregue flexibilidad, seguridad en las operaciones mineras.

Tabla 9

Otras ventajas pack 48

N°	Pack 17	Pack 48	Ventaja operativa
1	3 Unidades de programación	6 Unidades de programación	A mayor número de unidades de programación, mayor distribución del trabajo por avance de diferentes frentes. Menor tiempo de testeo al tener menos detonadores programados en cada unidad de programación.
2	1-3 DBD *DaveyTronic blast driver*	1-8 DBD *DaveyTronic blast driver*	Posibilidad de disparar hasta 8 proyectos.
3	Errores en el procedimiento de disparo (extras, no responde, detonador fuera de servicio, etc) <= 100	Errores en el procedimiento de disparo (extras, no responde, detonador fuera de servicio, etc) <= 30	Al disminuir la cantidad de errores permisibles, aumentamos el nivel de seguridad del sistema
4	Detonadores extras <= 30	Detonadores extras <= 10	Menor permisibilidad con detonadores extras
5	Corte de enlace entre DBD y DRB, se realiza apagando la DBD	Corte de enlace entre DBD y DRB, se realiza automáticamente a los 5 min.	Si tuviera que cambiarse al DRB por alguna razón (desperfecto, batería baja, etc) desde el punto de disparo, el programador tendría que movilizarse hasta el punto de la DBD apagar y volver a prender lo que generaría pérdida de tiempo según distancia. Actualmente se corta el enlace tras apagar la DBD y esperar 5 min.
6	Compatibilidad con detonadores de 14,000 ms	Compatibilidad con detonadores de 20,000 ms	Mayor ventana de programación de detonadores.

NOTA: Elaboración propia.

4.2. Aprendizaje laboral

Las experiencias en el centro laboral, enriquecen los conocimientos profesionales en distintos aspectos, los cuales colaboran con la formación de buenos profesionales, capaces de distinguirse y otorgar resultados satisfactorios desde su trabajo u oficio, en la Tabla 10, se resumen algunas habilidades obtenidas en el desarrollo de la función profesional del ejecutor del presente informe.

Tabla 10

Aprendizaje laboral obtenido

Tipos de habilidades	Habilidades obtenidas	Ejemplos
Intrapersonales	Inteligencia emocional. Gestión del cambio. Manejo de estrés. Asumir responsabilidades. Comunicación digital. Liderazgo.	Asumir un retraso en el horario de disparo.
Sistémicas	Capacidad de realizar investigación. Necesidad de seguir capacitándose. Aplicación de los conocimientos teóricos. Generación de informes técnicamente correctos. Aplicación de los conocimientos teóricos en campo.	Generación de informes post voladura a la superintendencia de perforación y voladura.
Básicas	Conocimiento base sobre perforación y voladura de rocas (gabinete y campo).	Conocimiento sobre análisis de resultados de voladura y realizar retroalimentación.
Comunicativas	Capacidad de expresar mensajes y desarrollar argumentos.	Comunicar cambios en el la ejecución del proyecto (cambio de punto de disparo) y argumentar a la jefatura.

Contextual	Análisis y empatía con las comunidades, medio ambiente y fauna cercanas a la unidad minera, surgiendo un verdadero compromiso por la preservación de su estado de bienestar Adaptación al contexto mundial del Covid-19 y los nuevos lineamientos adoptados en las unidades mineras (gestión de labores, comunicación, vivienda y recreacionales).	Realizar un trabajo eficaz en el tiempo apropiado, evitando extender el horario de voladura. Realizar un secuenciamiento de voladura, direccionando la vibración en contra a las comunidades.
Cognitivo	Validación de nuevos conocimientos en tecnología de iniciación de voladura electrónica Certificación de programador electrónico autorizado, con validez a nivel mundial.	Certificación de programador electrónico Daveytronic.
Instrumentales	Desarrollo de destrezas tecnológicas, dominando software de diseño de voladura. Búsqueda del conocer y dominar un idioma extranjero Toma de decisiones razonadas con alto nivel de responsabilidad.	Uso de softwares O-pitblast y Paradigm.

NOTA: Elaboración propia.

CAPÍTULO 5

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS

5.1. Conclusiones

- La actualización DaveyTronic pack 48 modo *onetouch multiblast* se caracteriza por incluir mejoras que vuelven el producto más seguro, más productivo, por permitir programación simultanea de hasta 6 unidades de programación y más compatible ya que incluye detonadores de hasta 20 000 ms.
- En una estimación de ahorro de tiempo mensual es de 4 minutos por detonación de voladura, con un promedio de 10 voladuras al mes, un ahorro de tiempo de hasta 40 minutos aproximadamente, lo que se traduce en reducir el tiempo de evacuación por voladura generando liberación de vías en las comunidades aledañas y un retorno a las labores de minado más rápido.
- Los proyectos de voladura que se encuentren cercanos deberán salir en una sola secuencia con un solo equipo explosor DBD (DaveyTronic Blast Driver), a fin de evitar cortes en la línea por *flyrocks* y posterior suspensión de disparo.
- Las mejoras significativas incluidas en el pack 48 son: el modo Synchroblast, que permite la gestión de hasta 4500 detonadores, el modo Hopping Channel, modo que permite realizar voladuras simultaneas con 02 equipos DRB2 (DaveyTronic remote blaster), utilizando saltos en la frecuencia de trabajo, para que ambos equipos no generen interferencia entre sí.
- Existen operaciones mineras, que según su plan de calidad, realizan grabaciones de cada voladura mediante cámaras de ala velocidad o drones, por lo cual el modo *onetouch multiblast* no sería recomendable ya que necesitarían de múltiples equipos de filmación o tener el tiempo necesario para reposicionar los equipos hacia el siguiente proyecto a detonar.

5.2. Recomendaciones

- Los tiempos estimados son referencia para otras operaciones en cuanto en mina El Toro, se tiene un promedio general de mallas a disparar con cantidades de taladros similares, de extenderse esta investigación a otras operaciones, los tiempos se verán afectados según las diferencias operativas.

- En mina El Toro, por sus cualidades de operación y cercanía con la comunidad, tiene como prioridad un proceso de voladura y evacuación en el menor tiempo posible, por lo que el uso del modo *onetouch multiblast* es de suma importancia. Sin embargo, otras operaciones podrían priorizar el monitoreo y coordinación entre 2 o más proyectos, por lo cual el modo *onetouch multiblast* seria descartado.

- El registro de tiempos deberá ser tomado por un personal diferente al programador de disparos electrónicos, ya que el mencionado se encontrará en la ejecución directa de sus labores, sin posibilidad de realizar otras labores.

- Continuar con el registro de tiempos de ejecución de voladura, es importante en cuanto a la mejora, precisión y predicción de una operación cada vez más óptima.

5. REFERENCIAS

BERNAOLA JOSÉ, BERNAOLA ALONSO, CASTILLA ALONSO (2013). *Perforación y Voladura de Rocas en Minería*. (Libro). ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGIA, Madrid.

DAVEYBIFCKFORD ENAEX (2010). *MANUAL DE USUARIO TD SP-UG PACK 17.*

DAVEYBIFCKFORD ENAEX (2019). *MANUAL DE USUARIO TD SP-UG PACK 48.*

ENAEX (2019). *Compañía.* Obtenido de https://www.enaex.com/company/

ENAEX S.A (2021). *Reporte post voladura.*

ENAEX S.A (2021). *Reporte fragmentación.*

ENAEX S.A (2021). *Suspensión de voladura* 18 enero 2021.

Romero Royer (2016). *Voladura con detonadores electrónicos para optimizar la fragmentación y seguridad en el tajo Toromocho – minera Chinalco Perú S.A.* (tesis). UNIERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ, Huancayo.

SUMMA GOLD CORPORATION (2020). *Ubicación del proyecto minero*. Obtenido de https://summagold.com/

SUMMA GOLD CORPORATION (2020) *Memoria descriptiva - Descripción geológica deposito cerro El Toro.*

ANEXO 1 ***Diseño de secuencia***

o-pitblast

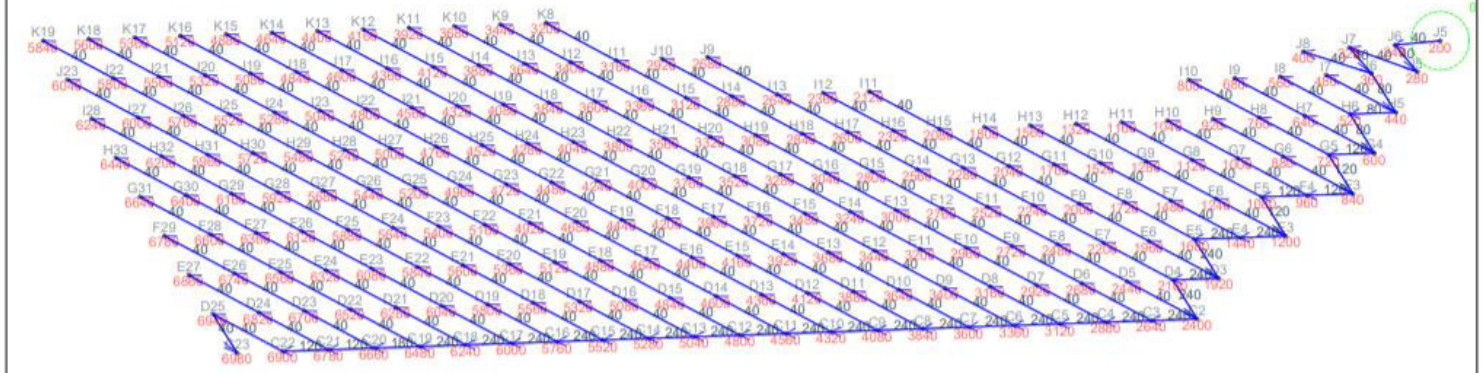
Blast Plan

Blast ID: TD_06C_3292_003DISEÑO

Drag Connection

N

DISEÑO DE SECUENCIA	Enaex
PROYECTO:	TD_06C_3292_003
FECHA:	2/03/2021
TIPO DE SECUENCIA:	Burden Efectivo
N° TALADROS PROGRAMADOS	209
TIEMPO ENTRE TALADROS (ms):	40
TIEMPO ENTRE FILAS (ms) :	240



O-Pitblast® Blast Design Platform 1.5.58.0
O-Pitblast © All Rights Reserved

www.o-pitblast.com

Page 3

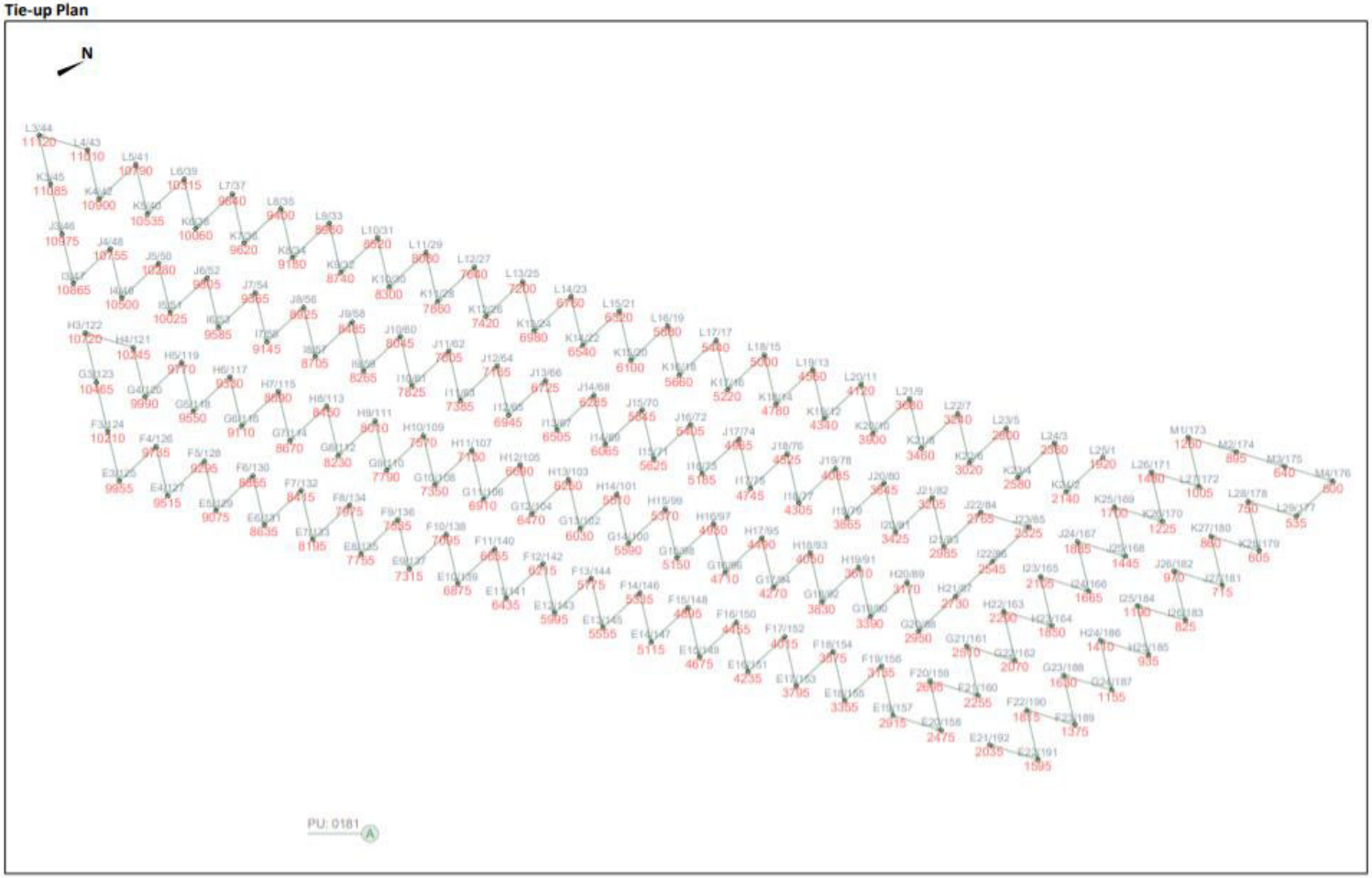
ANEXO 2 Diseño de camino de programación

o-pitblast

Blast Plan

Blast ID: TD_06C_3308_001

Tie-up Plan



O-Pitblast® Blast Design Platform 1.5.54.0
O-Pitblast © All Rights Reserved

www.o-pitblast.com

ANEXO 3 *Protocolo de voladura*

SUMMA GOLD CORPORATION

Operaciones Mina - Perforación y Voladura

PROTOCOLO DE VOLADURA	
Superintendente de Mina	Ing. Walter Mejía
Jefe de Mina	Ing. Oscar Moreno
Jefe de Seguridad	Ing. Cesar Pérez
Jefe de Perforación y Voladura	Ing. Richard Sotomayor
Sup. De Voladura	Ing. Rohke Enríquez
Fecha Voladura	**Martes, 15 de junio del 2021**
Hora de Chispeo	**06:15 p.m.**
Tipo Iniciación	**Iniciación Electrónica**
Tiempo Retardo	**0 minutos**
Hora de Detonación	**06:15 p.m.**
Lugar Voladura	**Tajo Diana Fase: 007**
Proyecto / Cantidad de taladros	TD_007_3388_007 (40 TAL) - TD_007_3380_002 (400 TAL)
Banco	3388 - 3380
HORARIO	
7:00 a.m.	Se informa al personal de voladura el proyecto a disparar, su ubicación, número de taladros, carga a usar y los Riesgos asociados aplicando el IPERC.
8:00 a.m.	En la reunión de operaciones, el Supervisor de Perforación y Voladura (B-1) dará a conocer el proyecto de voladura del día.
09:30 a.m.	LINEUP - Reunión de coordinación con los responsables de las áreas que operan en el Tajo: **RESPONSABILIDAD SOCIAL, GEOLOGIA, PLANEAMIENTO, CONTROL DE PRODUCCION, AGUILAS DEL SOL, SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL, OPERACIONES MINA, MANTENIMIENTO MINA Y EMPRESAS CONTRATISTAS. Lugar** (Mirador tajo Diana)
10:00 p.m.	En caso de que alguna de las viviendas de las comunidades se encuentren dentro del área de influencia de la voladura: El Jefe de Mina (C-3) y Supervisor de Perforación y Voladura (B-1), coordinarán con el área de RR.CC, Jefe de Seguridad Patrimonial para que realicen la notificación verbal y/o escrita a los pobladores de las comunidades, para que se retiren fuera del área de influencia hasta culminar la voladura.
1:00 p.m.	Comienza el **PERIFONEO** en el área de influencia de la voladura a cargo del personal de **Perforación y Voladura.**
5:45 pm	Se paralizan las operaciones en el área de influencia de la voladura. Se retira a todo el personal y equipos.
	Se cierra los accesos en los lugares indicados por el B-1. (dentro de las operaciones por los vigías de voladura y en la zona externa a las operaciones por los vigías de RR.CC)
	Activación de las sirenas estáticas en el área de influencia.
5:50 pm	B1 REPORTA INICIO DE SILENCIO RADIAL Reporte por parte de los responsables de las áreas involucradas en el proceso al jefe de Guardia (0-1) sobre el despeje de su personal y/o equipos del área de influencia de la
	01: Reporte RELACIONES COMUNITARIAS(responsable parte externa)
	02: Reporte GEOLOGIA
	03: Reporte PLANEAMIENTO
	04: Reporte CONTROL DE EQUIPOS
	05: Reporte MEDIO AMBIENTE
	05: Reporte PLANTA - PROCESOS, MANTENIMIENTO Y CONTRATISTAS
	06: Reporte SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
6:10 pm	El Jefe de Guardia (O-1) Despejas las áreas junto con B1 y Recibe el claro de personal y equipos de Todas las Áreas y empresas contratistas.
6:10 p.m.	El Jefe de Guardia (O-1) confirmará al Supervisor de Perforación y Voladura (B-1), que los equipos y el personal están fuera del área de influencia de voladura
6:10 p.m.	Se decreta silencio radial por voladura.
6:15 p.m.	Inicia programación de disparo.
6:15 pm	Inicio de voladura (Cuenta regresiva 5,4,3,2,1)
6:15 pm	**Detonación del proyecto de voladura**
6:20 p.m.	Supervisor de voladura comunica que el proceso de voladura ha concluido, apertura de accesos.
	Desactivación de sirenas estáticas.
	Se levanta el silencio radial.
	Reinicio de Operaciones en Mina.
OBSERVACION:	**Voladura Controlada - Iniciación Electrónica**

ANEXO 4 *Check list de despeje de voladura*

CHECK LIST DE DESPEJE DE PERSONAL Y EQUIPOS PARA EL PROCESO DE VOLADURA

SUMMA GOLD CORPORATION

Nombre del supervisor :		**Cargo:**	
Area:		**Lugar:**	
Empresa :		**Fecha:**	

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

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:	

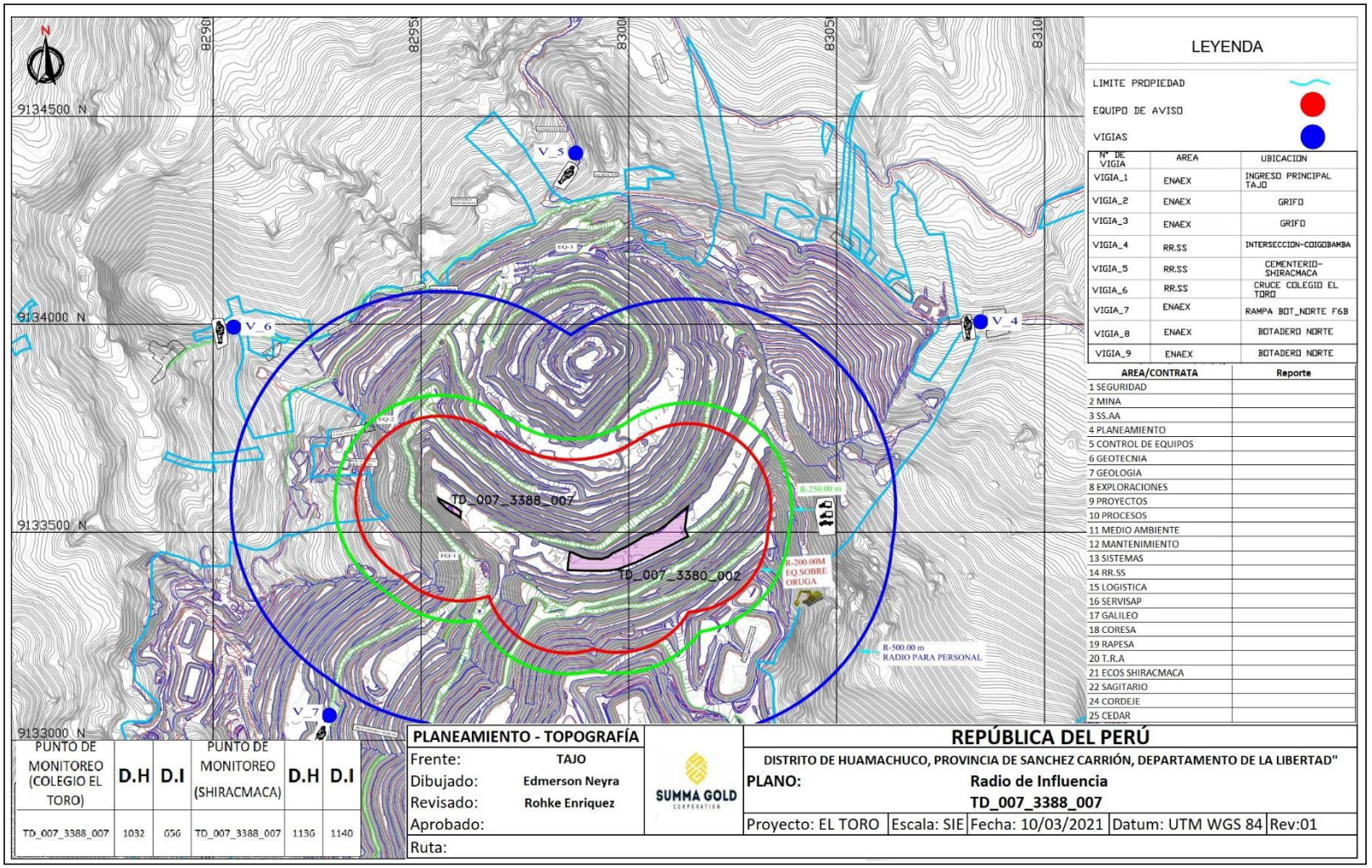
En caso de haber marcado en el recuadro "NO" , favor de describir el motivo en la observación a continuación:

Observaciones:

Hora entrega del check list :

Firma del supervisor

ANEXO 5 *Radio de influencia de voladura*



N° DE VIGIA	AREA	UBICACION
VIGIA_1	ENAEX	INGRESO PRINCIPAL TAJO
VIGIA_2	ENAEX	GRIFO
VIGIA_3	ENAEX	GRIFO
VIGIA_4	RR.SS	INTERSECCION-COIGOBAMBA
VIGIA_5	RR.SS	CEMENTERIO-SHIRACMACA
VIGIA_6	RR.SS	CRUCE COLEGIO EL TORO
VIGIA_7	ENAEX	RAMPA BOT_NORTE F6B
VIGIA_8	ENAEX	BOTADERO NORTE
VIGIA_9	ENAEX	BOTADERO NORTE

AREA/CONTRATA	Reporte
1 SEGURIDAD	
2 MINA	
3 SS.AA	
4 PLANEAMIENTO	
5 CONTROL DE EQUIPOS	
6 GEOTECNIA	
7 GEOLOGIA	
8 EXPLORACIONES	
9 PROYECTOS	
10 PROCESOS	
11 MEDIO AMBIENTE	
12 MANTENIMIENTO	
13 SISTEMAS	
14 RR.SS	
15 LOGISTICA	
16 SERVISAP	
17 GALILEO	
18 CORESA	
19 RAPESA	
20 T.R.A	
21 ECOS SHIRACMACA	
22 SAGITARIO	
24 CORDEJE	
25 CEDAR	

PUNTO DE MONITOREO (COLEGIO EL TORO)	D.H	D.I	PUNTO DE MONITOREO (SHIRACMACA)	D.H	D.I
TD_007_3388_007	1032	656	TD_007_3388_007	1136	1140

ANEXO 6 *Procedimiento de trabajo seguro*

Enaex	PROGRAMACIÓN Y CONEXIÓN DEL PROYECTO DE VOLADURA ELECTRONICA		U.M. EL TORO
	Àrea: Perforación y Voladura	Versión:00	
	Código: PE-ENX-OT-SP-18-PETS-016	Página: 1/8	

ÍNDICE

1 PERSONAL 2
2 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL 2
3 EQUIPOS, HERRAMIENTAS, MATERIALES 2
4 PROCEDIMIENTO.....2
5 RESTRICCIONES 10

CONTROL DE VERSIÓN

Versión	Revisión/Modificación (es)	Fecha
00	No aplica por ser versión 00	19/03/2021

PREPARADO POR:	REVISADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Roybert Fernández Gálvez Supervisor del Voladura	William Varas Díaz Jefe de SSOMA Operaciones	Néstor Delgado Ponce Gerente de Operaciones	Néstor Delgado Ponce Gerente de Operaciones
Fecha 17/03/2021	Fecha 18/03/2021	Fecha 18/03/2021	Fecha 19/03/2021

1 PERSONAL

1.1 Supervisor de Voladura.

1.2 Líder de voladura

2 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

2.1 Casco.

2.2 Lentes de seguridad.

2.3 Protector de oído.

2.4 Respirador para polvos y gases.

2.5 Guantes de Chifles.

2.6 Botas de jebe o zapatos con punta de acero.

2.7 Chaleco con cinta reflectiva.

2.8 Bloqueador solar.

2.9 Ropa térmica y

2.10 Ropa para trabajos en lluvia

3 EQUIPOS, HERRAMIENTAS, MATERIALES

3.1 Detonador electrónico.

3.2 Radio de comunicación.

3.3 Equipos de disparo DaveyTronic (PU, DBD, DRB2, Antenas)

3.4 Camioneta.

3.5 Computador con software BlastPlan con licencia activa.

3.6 Teléfono celular.

3.7 Tijera pelacables.

3.8 Conectores bidireccionales.

3.9 Flexómetro.

3.10 Linterna de casco y mano.

3.11 Plano de evacuación, secuencia de iniciación (plano de amarre, secuencia y tiempo).

3.12 Cintas aislantes.

3.13 Marcadores, resaltadores, lapiceros de colores y lápiz 2B.

4 PROCEDIMIENTO

a. Supervisor, dará las indicaciones del trabajo a ejecutar.

b. Verificar, conservar el orden y limpieza de la zona durante y al finalizar la labor.

c. Evaluación del área de trabajo: Se deben verificar los niveles de iluminación (presencia de luminarias) en malla de voladura.

Se coordinará con el Supervisor de turno la cantidad de colaboradores que trabajarán durante la noche.

d. Antes de iniciar la labor se realizará pruebas de los equipos con los *dummy's* (Detonadores inertes), con la finalidad de asegurar la operatividad de todos los equipos DaveyTronic.

4.1 PROGRAMACION DE DETONADORES EN MODO MANUAL

a. Se debe considerar que el sistema DT SP permite hasta 03 PU´s (unidad de programación) como máximo por proyecto de voladura.
b. Por cada proyecto se utiliza solo 01 DBD *(Blast Driver*).
c. Durante la programación al encontrarse con un detonador que necesite ser cortado su conector, este debe ser marcado o señalizado de tal modo que durante el proceso de conexión este pueda ser distinguido y pueda ser conectado de forma directa o no considerado.
d. Previamente se debe realizar el diseño de la voladura con el software "BlastPlan" en gabinete, finalizado se debe imprimir los planos de tiempo y secuencia con sus respectivos ID de taladro, tiempo de retardo, considerando 02 copias de cada uno.
e. Las PU´s deben ser tageadas con la DBD (Blast Driver) para el modo de iniciación inalámbrica.
f. En caso se cuente con más taladros de lo diseñado, dibujar los taladros en el plano y asignarle el tiempo de acuerdo con la secuencia planificada. En caso de que cuente con menos taladros revisar el diseño, quizás se tenga que modificar la secuencia de iniciación. Este proceso se realiza en campo manualmente y previa coordinación con el Supervisor de Perforación & Voladura de Mina y/o encargado; así mismo para la programación de detonadores para el inicio de voladuras de pre-corte, se deberá coordinar con los responsables de la minera.
g. En el modo manual, cada usuario crea la secuencia de programación de acuerdo como le permita la operación en el proyecto, este modo de programación generalmente se realiza cuando al proyecto de voladura le falta muchos taladros por cargar y tapar.
h. En modo automático se debe transferir el plan de disparo a las PU´s de acuerdo con el diseño realizado en BlastPlan utilizando un USB.
i. Pasos para la programación manual.
   - Encienda la PU.
   - Abra el conector que posee el detonador. Para programar digite el tiempo de retardo de acuerdo con el plano de tiempos, luego presione ENTER. El número de orden será asignado automáticamente por la PU.

   - Escriba en el conector el número de orden del detonador (utilizar plumón indeleble o lápiz 2 B).

- En la PU mostrará el mensaje: “Programando OK” lo que significa que quedará grabado en la memoria de la PU la secuencia de programación, el ID del detonador y el tiempo asignado.
- La PU queda lista para programar el siguiente detonador.
- Una vez que el detonador ha sido programado, el tiempo de retardo puede ser cambiado de ser necesario, por ejemplo, en caso de equivocación o cambio de secuencia en terreno. Esto se realiza con la opción “leer” luego ENTER para cambiar el tiempo. Otra forma de cambiar los tiempos es entrando a la Opción “Lista” + “Plan de Disparo” luego cambiar el tiempo de cualquier detonador.
- Luego de la programación siempre los detonadores deben volver a cerrarse.
- Anotar cualquier problema que se pueda encontrar al momento de la programación en el plano impreso de acuerdo con la simbología que se tiene para la unidad.

j. Pasos para una programación automática:

- Al encender la PU automáticamente mostrará el retardo del primer detonador a programar, desde ahí se debe seguir la secuencia de programación que indique el plano de amarre.
- Abra el conector que posee el detonador.
- Para programar solo necesitará presionar ENTER o si estuviera configurado la PU en conexión fácil se programará el detonador automáticamente apenas usted coloque el detonador en la PU.
- El número de orden será asignado automáticamente de acuerdo con lo que indique la PU y el plano de Amarre.
- Escribir en el conector el número de orden del detonador (utilizar plumón indeleble o lápiz 2 B).
- La PU mostrará el mensaje: “Programando OK” lo que significa que quedará grabado en la memoria de la PU la secuencia de programación, el ID del detonador y el tiempo asignado.
- La PU queda lista para programar el siguiente detonador.
- Una vez que el detonador ha sido programado, el tiempo de retardo puede ser cambiado de ser necesario, por ejemplo, en caso de equivocación o cambio de secuencia en terreno. Esto se realiza con la opción “leer” luego ENTER para cambiar el tiempo. Otra forma de cambiar los tiempos es entrando a la Opción “Lista” + “Plan de Disparo” luego cambiar el tiempo de cualquier detonador.
- Luego de la programación siempre los conectores de los detonadores deben volver a cerrarse.
- Anotar cualquier anormalidad que se pueda encontrar al momento de la programación en el plano impreso de acuerdo con la simbología que se tiene para la unidad.

- Durante la programación revisar cada cierto tramo que el camino de programación coincida con la estaca y el tiempo de iniciación del taladro, independientemente de la secuencia de amarre y al terminar la programación verificar el plan de disparo.
- Cabe mencionar, en el Sistema DT SP se puede emplear el software "Blast Editor", el cual permite editar el tiempo de retardos que junto con el *Springcard* (lector de RFID) se puede obtener dicha información de la PU. Blast Editor permite la edición de retardos y sobrescribirlo en la tarjeta RFID de la PU; finalmente se debe verificar los retardos en el plan de disparo de la PU.

4.2 CONEXIÓN Y TESTEO DE DETONADORES

a. Para conectar los detonadores al cable de conexión (línea primaria), se utiliza el conector del detonador electrónico, en el cual se debe verificar que se encuentre el número de secuencia de programación del detonador. Luego conectarlo al cable M35, se puede volver a abrir el conector del detonador si es necesario para chequear y luego volver a conectar.
b. Se debe realizar una buena distribución de energía, para ello se debe considerar líneas hasta un máximo de 60 detonadores, esta cantidad podría ser menor si hay presencia de lluvias o de agua en la zona, también se debe considerar la fuga.
c. Realizar la medición de Fuga por línea y finalmente del proyecto; ingresar a la opción "Función" +" Test" +" Test de Línea". Se sugiere identificar cada línea como buena práctica.
d. Se realiza el testeo de cada línea primaria, realizando las combinaciones necesarias para tener una fuga baja. El tratamiento de fuga de una línea o de un proyecto debe ser con la finalidad de tener la menor fuga posible, aunque las buenas prácticas del sistema nos recomienden que la fuga para una línea debe ser menor de 5mA y para un proyecto 15 mA. En caso de que una línea primaria presente una fuga que se considere alta y resulte la fuga total del proyecto elevada, realizar una búsqueda binaria e instalar un detonador de reemplazo (back up) para reducir la fuga a una considerada normal.
e. Si al realizar el testeo el equipo indica que existe un corto circuito (V=0 volts, I=20 mA) en alguna línea primaria (EMPLEAR EL OHMÍMETRO PARA LOCALIZAR EL CORTO CIRCUITO), realizar una búsqueda binaria y solucionarla.
f. Cuando la medición de todas las líneas juntas es menor a 15mA. proceder a realizar la opción "Búsqueda Desconectados". Una vez finalizada la búsqueda, la PU mostrará mensajes tales como: Cero errores: Todos los detonadores programados están conectados a la línea. Proceder con el siguiente chequeo.

g. Luego de realizar la "Búsqueda Desconectados" se debe realizar el "Conteo de Detonadores", este chequeo nos indica cuantos detonadores están conectados a la línea, sin importar que los detonadores se encuentren programados o no.
h. Si al realizar el conteo la cantidad de detonadores es superior al número de detonadores programados, esto quiere decir que la diferencia de cantidades es el número de detonadores que están conectados al cable M35, pero no están programados. En este caso se tiene que encontrar el detonador(es) que no fueron programados. Una vez ubicado el detonador(es) se procede a programarlo(s) y volver a realizar el test de conteo de detonadores.
i. No se debe omitir por ningún motivo, realizar todos los TEST antes de salir al punto de disparo y en el orden previamente mencionado. Realizar la convalidación del consumo de detonadores con el personal de carguío.
j. Se comunicará al Supervisor de Voladura Empresa Especializada la cantidad de detonadores programados.
k. Al emplearse la programación manual y automática en el proyecto de voladura se debe revisar el PLAN DE DISPARO para garantizar la correcta asignación de retardos en el proyecto programado; evitando así iniciaciones de taladros con FUERA DE ORDEN.

4.3 TENDIDO DE LINEA TRONCAL

a. Una vez realizado los tres chequeos anteriores, unir todos los cables a un solo cable M35, que se llamará línea troncal o cable de disparo. Extender el cable de disparo en una extensión que esté fuera del área de influencia de la voladura (de acuerdo con los procedimientos de la mina) que será el punto de detonación con la DRB2 (voladura alámbrica) o cerca del disparo para detonación remota con la DBD, dicho lugar debe ser un área segura y protegida de proyecciones o caídas de roca.
b. Tener en consideración si se posee muchos detonadores y se tiene fuga alta en el proyecto se deberá sacar una línea trocal por PU utilizada.
c. Extender el cable por un lugar seguro, libre del tránsito de equipos, caída de rocas. En caso se tenga que cruzar una vía, se comunicará al Supervisor de Voladura Empresa Especializada que se procederá a cruzar la vía cuando él brinde la conformidad de que ya no transitarán equipos.
d. Adicionalmente para una iniciación remota se define el lugar del punto de disparo con el Supervisor de Perforación & Voladura de Mina y/o encargado con anticipación. Debe ser una zona segura de acuerdo con los procedimientos de Mina y fuera del radio de influencia de voladura.

4.4 PREPARACION PARA LA INICIACION DE LA VOLADURA ELECTRONICA

a. Una vez recibida la malla cargada y tapada el supervisor DBP debe realizar los test finales con la PU, debe comunicarse con el Supervisor de Voladura Empresa Especializada para informarle que el proyecto está testeado, debiéndose cotejar (cuadrar) la cantidad de detonadores programados con la cantidad de detonadores que salió de polvorín (utilizados en el proyecto, ambas cantidades deben de coincidir). De igual forma, **se debe informar y**

dejar escrito en la hoja de cuadratura los taladros que se encuentren cercanos entre sí.

b. Se debe dejar la DBD en un lugar con visibilidad, a una distancia segura del proyecto, para evitar que sea impactada por una roca y que su ubicación sea accesible antes y después del disparo.

c. Para una correcta instalación del DBD, el equipo no debe ser instalado en el piso (debe tener altura), siendo recomendable emplear un trípode y la bandeja protectora, además colocar la estaca de puesta a tierra; la línea de disparo (M35) debe quedar suelta con metros adicionales para evitar que por tensión la DBD caiga y/o sea arrastrada por la voladura.

d. En el punto de instalación de la DBD se debe re- chequear los test realizando en el proyecto por la PU (test de línea, búsqueda de desconectados, conteo de detonadores).

e. Antes de encender la DBD se debe colocar la antena (DE NO SEGUIR ESTE ORDEN, SE CORRE EL RIESGO DE DAÑAR EL MODEM INTERNO DEL EQUIPO). Se debe verificar que la DBD haya pasado su auto test y el nivel de batería sea el adecuado; luego colocar la(s) línea(s) de disparo M35 en los bornes de disparo de la DBD.

f. Culminada la instalación de la DBD, se comunicará al Supervisor de Voladura Empresa Especializada que personal DBP se está trasladando al punto de iniciación. En caso no se tenga visual directa entre la DBD y la DRB2 en el punto de iniciación, se debe colocar un DBD en modo repetidor para triangular la señal y lograr realizar la voladura en el modo inalámbrico.

4.5 PROCESO DE INICIACION EN MODO INALAMBRICO

a. El punto de iniciación debe ser fuera del radio de influencia de la voladura, zona segura que posea un piso plano/regular para evitar caídas o tropiezos, de preferencia un mirador de mina.

b. Encender el DRB2 y una vez que haya pasado su auto test, transferir los datos del PU (s); la PU debe estar apagada.

c. En el DRB2 ingresar al modo operacional (ventana de disparo) y verificar la calidad e intensidad de comunicación entre DRB2 y DBD. Comprobar que el estado de INTENSIDAD DE SEÑAL DE DRB2-DBD ESTÉ POR ENCIMA DE 29%; la CALIDAD DE SEÑAL DEBE SER POR LO MENOS DE DOS TRENES DE INFORMACIÓN.

d. En el punto de iniciación el supervisor DBP debe tener los datos relevantes del o los proyectos a ser disparados, debe estar atento a cualquier eventualidad en el proceso y/o reingresar al proyecto de ser necesario.

e. Personal DBP debe estar atento a la indicación del Supervisor de Perforación & Voladura y/o encargado para dar inicio al protocolo de voladura.

f. Posteriormente de haber pasado todos los test el DRB2 emite el mensaje “Listo para cargar detonadores”. Esta ventana tiene un tiempo máximo de 8 minutos (Si se llegara al límite de tiempo el sistema se reiniciará). Personal

DBP deberá comunicar al Supervisor de Perforación & Voladura y/o encargado que se está listo para la iniciación de los detonadores.

g. El DRB2 indicará que está en condiciones de disparar (la DRB2 dará aviso por mensaje de voz y texto), entonces se comunicará al Supervisor de Perforación & Voladura y/o encargado para que realice la cuenta regresiva de 05 segundos y finalmente autorice la iniciación de la voladura. Luego de recibir la orden de disparo, sin soltar el botón de carga se presionará el botón de disparo (botón rojo).

h. Si el Supervisor de Perforación & Voladura y/o encargado no autoriza el disparo (luego de 03 minutos de haber cargado los detonadores, la DRB2 abortará automáticamente. Posteriormente se tiene que volver a iniciar el proceso desde los testeos.

5 RESTRICCIONES

5.1 Durante tormenta eléctrica, se suspenderán todas las actividades cuando se indique alerta roja, comunique al Supervisor de Voladura Empresa Especializada para la evacuación respectiva de la zona.

5.2 Detenga toda actividad si algún: equipo pone en riesgo la integridad personal, medio ambiente o de los equipos/vehículos.

5.3 No utilizar celulares en el proyecto de voladura durante el proceso de carguío.

5.4 Si un colaborador percibe síntomas de fatiga y somnolencia debe parar su labor y comunicar de inmediato a su Supervisor entiéndase que se toma como turno noche a partir de las 18:00 horas en conocimiento que el horario de disparo es las 18:30 horas.

ANEXO 7 *Certificado de entrenamiento sistema de iniciación DaveyTronic*



"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:	GALLEGOS LUGLIO KATHERYN MARIANA
D.N.I.:	73252328
Otro Documento:	
Nacionalidad:	PERUANA
Teléfono:	975545941
e-mail:	MARIANA93GALLEGOS@GMAIL.COM

2. DATOS ACADÉMICOS

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

3. DATOS DE LA TESIS

Título de la tesis:	BENEFICIOS DEL SISTEMA DE INICIACION ELECTRONICA DAVEYTRONIC EVOLUTION PACK 48 MODO ONETOUCH MULTIBLAST, UNIDAD MINERA EL TORO SUMMA GOLD CORPORATION HUAMACHUCO LA LIBERTAD
Fecha de Sustentación:	15/10/2021
Calificación:	QUINCE (15)
Año de Publicación:	

4. DATOS DEL ASESOR

Apellidos y Nombres:	BARRIGA PARIA CHRIST JESUS
D.N.I.:	44331713
Otro Documento:	
Nacionalidad:	PERUANO
Teléfono:	996707694
e-mail:	cbarrigap@unam.edu.pe

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 Nº 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: _____



Fecha de autorización: 16/10/2021