



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica

Escuela Profesional de Ingeniería de Minas

**Diseño de polvorines de explosivos y accesorios de
voladura para la Mina Carmelita – Empresa Minera
Importing Shitsuke S.A.C. 2025**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas

AUTOR

André Renato BORDA MERINO

Lima, Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Borda, A. (2025). *Diseño de polvorines de explosivos y accesorios de voladura para la Mina Carmelita – Empresa Minera Importing Shitsuke S.A.C.* 2025. [Trabajo de suficiencia profesional de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería de Minas]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	André Renato Borda Merino
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71455328
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-8515-099X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Alejandro Mena Ayala
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10451517
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Mariano Pacheco Ortiz
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	06284228
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Edgar William Alayo Leon
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07710165
Datos de investigación	
Línea de investigación	C.0.4.29. Diseño de Minas
Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Áncash Provincia: Huaraz

	Distrito: Pira Latitud: -9.588548 Longitud: -77.665322
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2025
URL de disciplinas OCDE	Minería, Procesamiento de minerales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.05



**ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO POR SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS**

En el auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, el viernes 07, de noviembre del 2025 siendo las 09:00 horas, en presencia de los Señores Docentes designados como Miembros del Jurado Calificador:

Dr. ALEJANDRO MENA AYALA
Mg. MARIANO PACHECO ORTIZ
Mg. EDGAR WILLIAM ALAYO LEON

(PRESIDENTE)
(SECRETARIO)
(MIEMBRO)

Reunidos para el Acto Académico Público de la Sustentación de TRABAJO POR SUFICIENCIA PROFESIONAL Titulada: **“DISEÑO DE POLVORINES DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS DE VOLADURA PARA LA MINA CARMELITA – EMPRESA MINERA IMPORTING SHITSUKE S.A.C. 2025”** presentado por Don: **ANDRÉ RENATO BORDA MERINO**, Bachiller en Ingeniería Minas, para la obtención del Título Profesional de Ingeniero de Minas.

Los miembros del Jurado Calificador, escuchada la sustentación respectiva, plantearon al graduando las observaciones pertinentes, que fueron absueltas a:

Satisfacción.....

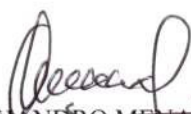
Concluida la Sustentación de Trabajo por Suficiencia Profesional, el Jurado procedió a evaluar y calificar según el reglamento vigente, cuyo

resultado fue la nota de: *15* (*Aprobado*).

Habiendo sido aprobada la Sustentación de Trabajo por Suficiencia Profesional por el Jurado Calificador, el Presidente del Jurado, recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, otorgue el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO DE MINAS**, a Don: **ANDRÉ RENATO BORDA MERINO**.

Siendo las *9:50 a.m.* horas, se dio por concluido el acto académico, expidiéndose cinco (5) Actas Originales de la Sustentación de Trabajo por Suficiencia Profesional.

Lima, 07 de noviembre del 2025


Dr. ALEJANDRO MENA AYALA
Presidente


Mg. MARIANO PACHECO ORTIZ
Secretario


Mg. EDGAR WILLIAM ALAYO LEON
Miembro



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE

SAN MARCOS

Universidad del Perú, Decana de América

Anexo 2
CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo **JORGE ENRIQUE SOTO YEN** en mi condición de Director de la Escuela Profesional de Ingeniería de Minas, afirmo que el Trabajo de Suficiencia Profesional, titulado: **“DISEÑO DE POLVORINES DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS DE VOLADURA PARA LA MINA CARMELITA – EMPRESA MINERA IMPORTING SHITSUKE S.A.C. 2025”**, presentado por el autor **ANDRÉ RENATO BORDA MERINO** para optar el Título Profesional de Ingeniero de Minas, **CERTIFICO** que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, evaluación y análisis mediante la plataforma PIDS para la detección de similitud textual, el documento evaluado cuenta con el 12% de similitud, nivel **PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación**.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su publicación.

Lima, 09 de octubre de 2025

Firma del Director

Nombres y Apellidos del Director: Dr. JORGE ENRIQUE SOTO YEN
DNI: 03493146

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
I. INTRODUCCIÓN	8
II. INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLO LA ACTIVIDAD	10
2.1. Institución donde se desarrolló la actividad	10
2.2. Periodo de duración de la actividad	12
2.3. Finalidad y objetivos de la entidad	13
2.3.1. Misión.....	13
2.3.2. Visión	13
2.3.3. Objetivo Estratégico	13
2.4. Datos de la entidad.....	13
2.4.1. Razón Social:	13
2.4.2. Registro Único de Contribuyentes:	13
2.4.3. Dirección Fiscal:	13
2.4.4. Dirección postal:.....	14
2.4.5. Correo electrónico del profesional a cargo	14
III. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA.....	15

3.1. Organigrama de la empresa	15
3.2. Finalidad y objetivos de la actividad.....	16
3.2.1. Finalidad.....	16
3.2.2. Objetivo General	16
3.2.3. Objetivo Específico.....	16
3.3. Problemática.....	17
3.4. Metodología y Procedimiento.....	17
3.4.1. Metodología:	17
3.4.2. Sustento teórico	17
3.4.2.1. Antecedentes.....	17
3.4.2.2. Términos básicos.....	19
3.4.3. Procedimiento	22
3.4.3.1. Recopilación y clasificación de la Información	23
3.4.3.2. Cuantificación de explosivos y materiales relacionados.....	26
3.4.3.3. Análisis de la normativa correspondiente.....	30
3.4.3.4. Características de los polvorines de almacenamiento de EMR.....	32
3.4.3.5. Diseño de polvorín subterráneo permanente de explosivos	41
Presentación de los explosivos	50
Volumen máximo de almacenamiento	50
Capacidad máxima de almacenamiento	51
Equivalencia en dinamita 60% (EQUIVDIN60%)	52
3.4.3.6. Diseño de polvorín superficial permanente de accesorios de voladura	53
Presentación de los accesorios	61
Volumen máximo de almacenamiento	61

Capacidad máxima de almacenamiento	63
Equivalencia en dinamita 60% (EQUIVDIN60%)	64
3.4.3.7. Distancias de seguridad.....	64
Distancia en polvorines superficiales	64
Distancia de seguridad en polvorines subterráneos	66
3.4.4. Resultados de la actividad	67
IV. CONCLUSIONES	72
4.1. Justificación	72
4.2. Metodología aplicada	72
4.3. Descripción de la implementación	73
V. RECOMENDACIONES.....	74
VI. BIBLIOGRAFÍA	76
VII. ANEXOS	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del proyecto minero Carmelita	10
Figura 2: Tajeo de producción estándar por método de corte y relleno ascendente	11
Figura 3: Organigrama de la empresa minera Importing Shitsuke SAC	15
Figura 4: Secuencia del procedimiento del trabajo de suficiencia profesional	23
Figura 5: Explosivos y accesorios de voladura FAMESA: Mecha de seguridad (izquierda), fulminante común N°08 (centro) y emulsión encartuchada (derecha)	27
Figura 6: Procedimiento de análisis normativo	31
Figura 7: Características de construcción de polvorines	40
Figura 8: Fotografías del ingreso al antiguo polvorín subterráneo	41
Figura 9: Perpendicularidad de la labor de ingreso con el polvorín de explosivos subterráneo	42
Figura 10: Dimensiones del polvorín subterráneo y cámara de expansión de gases	44
Figura 11: Distancia entre las paredes de la labor y los explosivos a almacenar	45
Figura 12: Ventilador para ventilación portátil industrial WKS3-2P 0.55 KW	46
Figura 13: Diseño de pallet de madera	47
Figura 14: Diseño de puerta de polvorín	49
Figura 15: Área a nivelar y habilitar para construcción del polvorín de accesorios superficial ...	55
Figura 16: Polvorín superficial barricado	56
Figura 17: Distancias entre las paredes de la infraestructura y los accesorios de voladura a almacenar	57
Figura 18: Interruptor a prueba de chispa / antiexplosión	58
Figura 19: Sistema puesta a tierra y equipo de descargar de electricidad estática	59
Figura 20: Campo de protección pararrayos tipo Franklin	60

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 Resumen de los estándares de perforación y voladura de avances y producción	26
TABLA 2 Características de Explosivos y Accesorios de Voladura	27
TABLA 3 Resumen de programa de avances y producción	28
TABLA 4 Cálculo de emulsión o hidrogel encartuchada	29
TABLA 5 Cálculo de accesorios de voladura	29
TABLA 6 Requerimiento de explosivos y materiales relacionados	30
TABLA 7 Presentación del explosivo	50
TABLA 8 Dimensiones de los pallets de madera para explosivos.....	51
TABLA 9 Volumen máximo de almacenamiento de explosivos en los pallets de madera.....	51
TABLA 10 Capacidad máxima de almacenamiento de explosivos en los pallets	52
TABLA 11 Equivalencia referencial a dinamita 60% del explosivo	52
TABLA 12 Presentación del accesorio de voladura	61
TABLA 13 Dimensiones de los pallets de madera para explosivos	62
TABLA 14 Volumen máximo de almacenamiento de explosivos en los pallets de madera	62
TABLA 15 Capacidad máxima de almacenamiento de explosivos en los pallets	63
TABLA 16 Equivalencia referencial a dinamita 60% del explosivo.....	64
TABLA 17 Tabla de valores de K para distancias de seguridad de polvorines superficiales	65
TABLA 18 Distancia de seguridad polvorín superficial de accesorios de voladura	65
TABLA 19 Distancia de seguridad polvorín subterráneo de explosivos	66

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo el diseño de polvorines de explosivos y accesorios de voladura en base a los estándares de operación y el consumo de explosivos y materiales relacionados para asegurar una operación continua de explotación de mineral en la empresa minera IMPORTING SHITSUKE S.A.C. en el proyecto minero Carmelita mediante minería subterránea convencional.

Inicialmente, se recopila la información y estándares de las actividades de operaciones realizadas con el fin de obtener un parámetro para el consumo de explosivos, los programas de avance y producción para determinar la cantidad y frecuencia de los disparos.

Luego, a partir de los estándares, se calcularán las cantidades de explosivos y accesorios necesarias para cumplir con los programas de avance y producción definidos por la gerencia.

Entonces, estas cantidades determinarán el tamaño necesario de los polvorines, sus dimensiones y las distancias de seguridad, siguiendo el marco normativo correspondiente.

Por último, se realiza el diseño de los polvorines, los costos implicados y un cronograma de trabajo para realizar las actividades.

Palabras clave: Explosivos y accesorios de voladura, Estándar de malla de perforación y voladura, minería convencional subterránea, diseño de polvorines de explosivos y accesorios, distancias de seguridad.

ABSTRACT

This research aims at designing explosive cartridges and blasting accessories based on operational standards and the use of explosives and related materials to ensure the continuous mining operations of IMPORTING SHITSUKE S.A.C. mining company in the Carmelita mining project through conventional underground mining.

First, the information and standards of the operations are gathered in order to have a parameter of the explosives consumption and the production schedule to determine the blasting quantity and frequency.

Then, the necessary amount of explosives and accessories will be calculated based on the standards to meet the production schedule defined by the management.

Thus, these quantities shall determine the necessary size and dimensions of the magazines, as well as their distance for safety purposes, in accordance with the corresponding regulatory framework.

Finally, the magazines are designed, including the costs involved and a work schedule to carry out the activities.

Keywords: Explosives and blasting accessories, drilling and blasting pattern standards, conventional underground mining, design of explosive magazines and accessories, safety distances

I. INTRODUCCIÓN

Dentro del rubro de la minería, uno de los principales insumos de las actividades diarias son los explosivos y accesorios de voladura, jugando un papel clave al momento de asegurar la continuidad de la operación a lo largo de la vida de la mina.

De la disponibilidad de explosivos y materiales relacionados, ahora en adelante referido como EMR, dependen la producción de mineral, expresado en el ingreso de dinero y el avance de las labores, expresado en el cumplimiento de los programas de avance con labores de desarrollo y preparación, así como las labores de exploración, las cuales permitirán aumentar los recursos y reservas de mineral.

El cuantificar los EMR necesarios, así como cualquier otro insumo implicado en la operación, es el primer paso para el correcto desarrollo de las actividades, de modo que al final se conozcan y controlen la compra y envío de EMR, ajustar los modelos de consumo teórico a la realidad de la operación e identificar los puntos que interfieran con el trabajo y se optimice la operación.

Una explotación continua de mineral representa un consumo progresivo de EMR y en el escenario de la empresa, minería subterránea convencional de cobre, el retraso de las operaciones por falta de insumos es contraproducente en todo sentido. De igual forma, la compra y envío de EMR con una alta frecuencia, representa un costo adicional por el costo de flete de transporte y pérdida de horas de trabajo requeridas para su traslado y almacenamiento.

Es en estas circunstancias, el contar con polvorines de explosivos y accesorios en la operación minera es fundamental y una necesidad para cualquier empresa.

Este trabajo de sustentación profesional se basa en el diseño de polvorines de explosivos y accesorios para el programa de avances y producción, de manera que permitan el ingreso y la salida de EMR de forma continua en función al ritmo de operación, estándares de

diseño y costos operacionales; cumpliendo los programas de minado, optimizando las actividades y permitiendo una mejora en el ciclo de operaciones.

El resultado solicitado por la gerencia es el diseño de los polvorines que permitan almacenar los explosivos y accesorios para una capacidad de operación semestral, siguiendo los lineamientos de la normativa correspondiente.

La cantidad de explosivos y materiales relacionados almacenados en sus respectivos polvorines está limitada por las distancias de seguridad a las distintas infraestructuras que existan alrededor y la vida útil garantizada de los productos. Los riesgos inherentes asociados al almacenamiento de productos de este tipo, si bien de carácter mortal para personas o daños cuantiosos en equipos y materiales en caso de alguna explosión o incendio, se reducen mediante medidas de control adecuadas que permiten un trabajo y desarrollo de las actividades de forma segura, manteniendo la integridad de las personas. Es disposición de cada empresa, según la visión particular, determinar la capacidad final de sus infraestructuras siempre que cumplan la normativa vigente.

II. INFORMACIÓN DEL LUGAR DONDE SE DESARROLLO LA ACTIVIDAD

2.1. Institución donde se desarrolló la actividad

Importing Shitsuke S.A.C. es una empresa peruana creada en el año 2015, inscrita en el Registro de Empresas Contratistas Mineras de la Dirección General de Minería para las actividades mineras de beneficio, desarrollo, explotación y exploración desde el 04 de diciembre de 2024.

Es titular de la concesión minera metálica ATENEA 2015 desde febrero del año 2025.

La empresa realizará operaciones de minería subterránea metálica no ferrosa para la extracción y comercialización de mineral polimetálico.

El proyecto minero, denominado CARMELITA, se encuentra localizado en la cordillera Negra del Perú y está ubicada aproximadamente a 16.6 Km al suroeste de la ciudad de Huaraz. Se ubica, políticamente, en el distrito de PIRA, provincia de HUARAZ, departamento de ÁNCASH a una altura promedio de 4400 m.s.n.m.

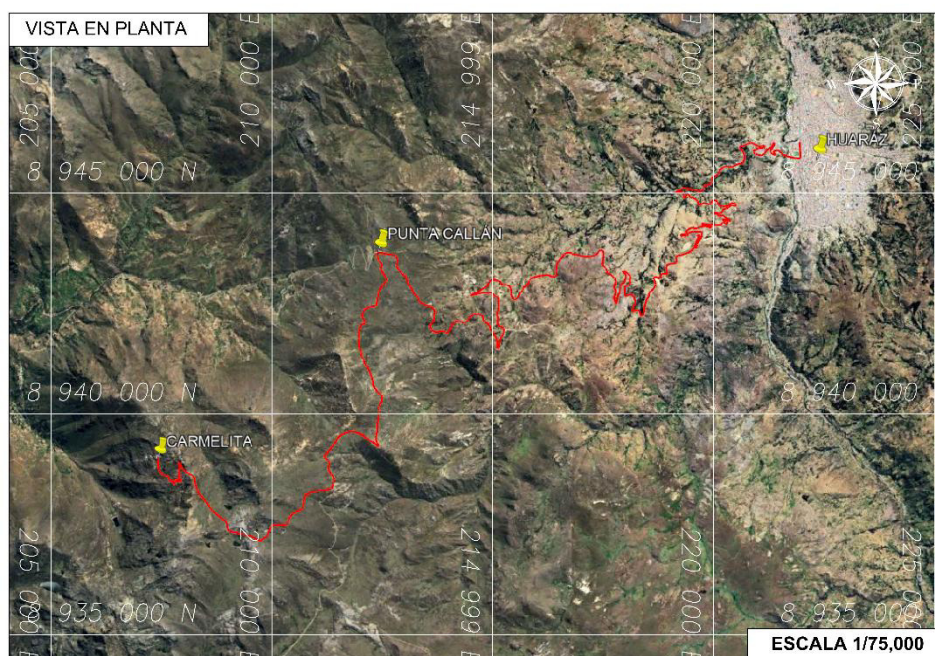


Figura 1: Ubicación del proyecto minero Carmelita

El método de minado programado es corte y relleno ascendente en vetas angostas mediante métodos de minado convencional, con el uso de equipos de perforación neumática (Perforadora Jackleg), limpieza y transporte de la carga de mineral con el uso de carritos mineros Z-20 movilizados mediante fuerza humana y carguío de explosivos de forma manual.

Con una producción proyectada de 31.0 toneladas por día y una capacidad programada de realizar 4 disparos al día o 2 por guardia respecto a labores de avance, la empresa tiene como objetivo el consolidarse y mantenerse económicamente rentable en el tiempo, obteniendo el reconocimiento como empresa minera a largo plazo.

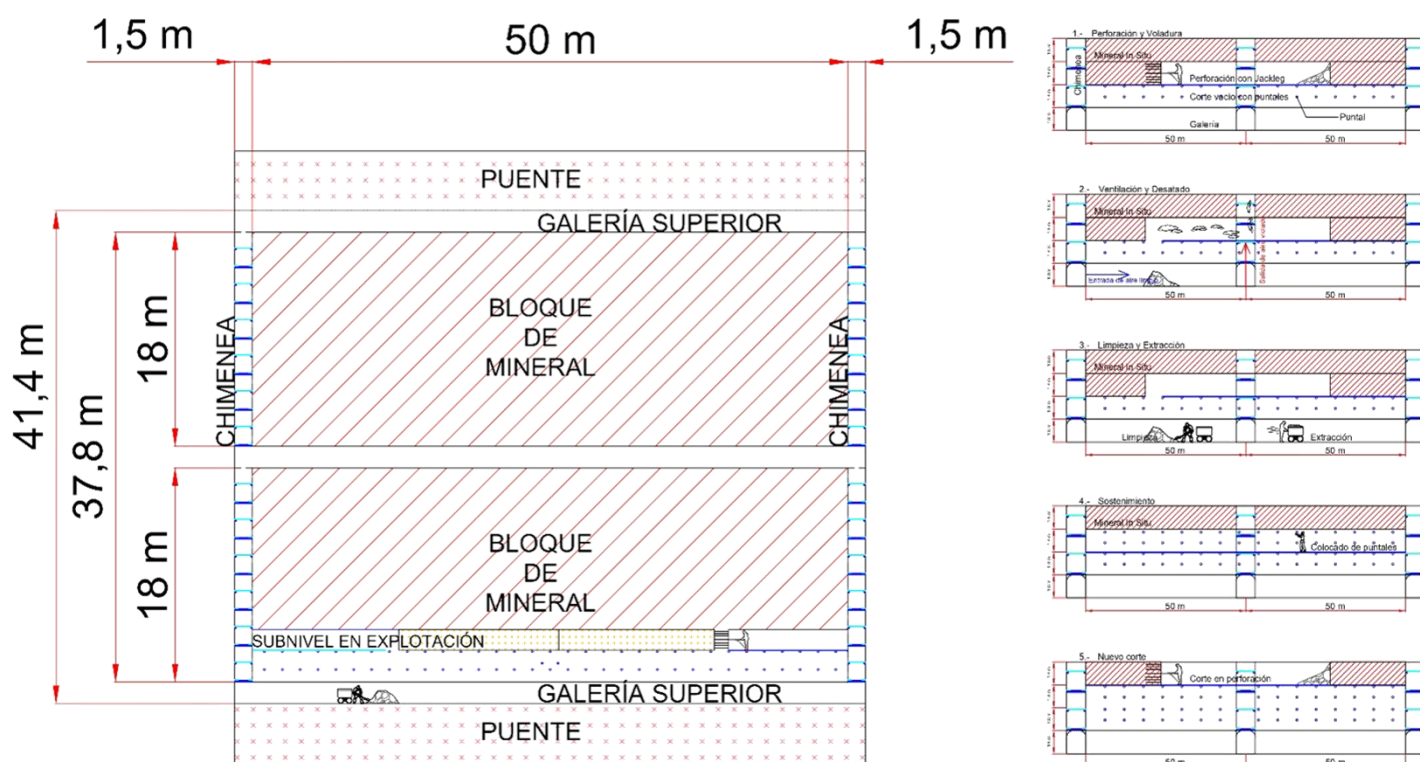


Figura 2: Tajeo de producción estándar por método de corte y relleno ascendente

2.2. Periodo de duración de la actividad

El periodo de duración de las actividades empieza en noviembre de 2024 hasta mayo de 2025 donde he desarrollado y continúo trabajando como asistente de ingeniero de planeamiento, realizando actividades variadas tales como:

- Diseño de mallas de perforación y voladura de avances.
- Diseño de mallas de perforación y voladura de producción.
- Diseño de programas de exploración bajo supervisión del área de geología.
- Diseño de programas de avance bajo supervisión del área de mina.
- Diseño de programas de avance y producción en conjunto con las áreas de geología y operaciones.
- Cálculo de KPI de operaciones (Perforación, Voladura y Extracción).
- Cuantificación de explosivos y materiales relacionados requeridos para cumplir con los programas.
- Elaboración de informes a solicitud de las diversas áreas.
- Elaboración de planos a solicitud y coordinación con el resto de áreas.

2.3. Finalidad y objetivos de la entidad

Importing Shitsuke SAC tiene la siguiente misión y visión como lineamiento:

2.3.1. Misión

Ser una empresa minera dedicada a la exploración, explotación y comercialización de minerales polimetálicos, comprometidos a una gestión real, efectiva con responsabilidad social, seguridad y cuidado del medio ambiente.

2.3.2. Visión

Ser una empresa reconocida y certificada a nivel nacional por sus altos estándares de calidad y seguridad, preservando el medio ambiente en el sector minero garantizado el aprovechamiento racional de recursos.

2.3.3. Objetivo Estratégico

Lograr ser una empresa minera reconocida realizando la exploración, explotación y comercialización de mineral polimetálico de acuerdo a estándares y diseños sujetos a mejora continua y a los cambios del sector.

2.4. Datos de la entidad

2.4.1. Razón Social:

IMPORTING SHITSUKE SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

2.4.2. Registro Único de Contribuyentes:

20600133901

2.4.3. Dirección Fiscal:

Avenida Aviación 2836 Interior 302 Urbanización San Borja Sur.

Lima – Lima – San Borja

2.4.4. Dirección postal:

15036

2.4.5. Correo electrónico del profesional a cargo

Empresa Minera Importing Shitsuke SAC: Importshitsuke@hotmail.com

Subgerente General Juver Guerrero Milla: juverg16@gmail.com

III. DESCRIPCIÓN DE UNA ACTIVIDAD ESPECÍFICA

3.1. Organigrama de la empresa

En proyecto minero Carmelita, la dirección está a cargo del Gerente General de la empresa, Lic. Diana Depaz Salas y el subgerente general, Ing. Juver Guerrero Milla. En el proyecto, el personal y los trabajadores estarán bajo la supervisión del Gerente de Operaciones y del jefe de mina, Ing. Daniel Ferrer Salazar, quien tiene a su cargo a los supervisores de campo y trabajadores.

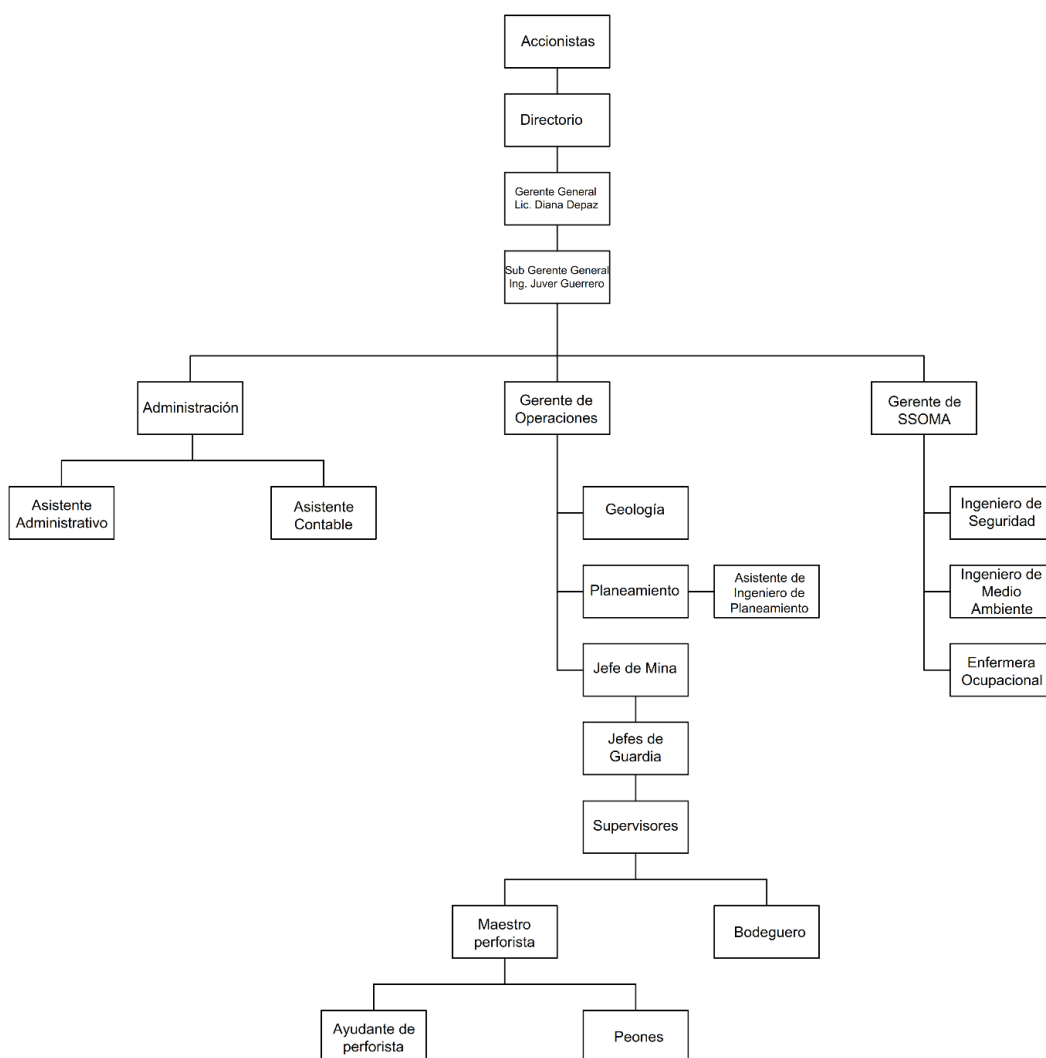


Figura 3: Organigrama de la empresa minera Importing Shitsuke SAC

3.2. Finalidad y objetivos de la actividad

3.2.1. Finalidad

La finalidad del presente trabajo de sustentación profesional es presentar el diseño para los polvorines de explosivos y accesorios con una capacidad que permita una operación continua a lo largo del tiempo en el proyecto minero de la mina Carmelita, los cuales serán ejecutados posteriormente según disposición de gerencia general.

3.2.2. Objetivo General

Diseñar los polvorines de explosivos y accesorios con capacidad para la operación en la mina subterránea Carmelita. 2025.

3.2.3. Objetivo Específico

- Determinar la cantidad de explosivos y materiales relacionados necesarios a almacenar en el polvorín de explosivos subterráneo y el polvorín de accesorios superficial con capacidad para la operación del proyecto de la mina subterránea Carmelita. 2025
- Determinar las dimensiones óptimas del polvorín de explosivos subterráneo y el polvorín de accesorios superficial con capacidad para la operación del proyecto de la mina subterránea Carmelita. 2025
- Determinar las distancias de seguridad del polvorín de explosivos subterráneo y el polvorín de accesorios superficial con capacidad para la operación del proyecto de la mina subterránea Carmelita. 2025
- Determinar la ubicación óptima del polvorín de explosivos subterráneo y el polvorín de accesorios superficial con capacidad para la operación del proyecto de la mina subterránea Carmelita. 2025

3.3. Problemática

En operaciones y proyectos mineros, el desabastecimiento de EMR representa la paralización de las actividades y un hecho contraproducente para toda la operación: se detiene el avance de las labores de desarrollo, retrasando el acceso a nuevas áreas u objetivos programados; labores de preparación, indispensables para las posteriores operaciones de producción; además de las labores de exploración, orientadas a encontrar nuevos recursos minerales, que aumentarían las reservas después del respectivo análisis técnico.

Esto último, a lo largo del tiempo, representa un aumento de los tiempos de ejecución, disminución de recursos minerales y pérdidas económicas por los retrasos en la producción.

El diseño de polvorines de explosivos y accesorios de voladura es una necesidad y oportunidad de garantizar la cantidad de EMR necesarios y optimizar el abastecimiento en cualquier proyecto.

3.4. Metodología y Procedimiento

3.4.1. Metodología:

El trabajo de sustentación profesional tiene un enfoque cuantitativo, lo que se refiere a datos susceptibles de cuantificar. El diseño es no experimental con clasificación transeccional o transversal tipo descriptivo y se enfocará en el diseño de polvorines de explosivos y accesorios de voladura.

3.4.2. Sustento teórico

3.4.2.1. Antecedentes

Para la elaboración del presente trabajo de suficiencia profesional se revisó la directiva correspondiente que regula las condiciones, características y medidas de seguridad de las instalaciones de almacenamiento de explosivos y materiales relacionados; así como trabajos

de investigación con objetivos similares, los cuales aportan una guía respecto a las consideraciones necesarias para el diseño de polvorines, de forma que se cumplan los requisitos operativos y de seguridad. A esto se suma la experiencia profesional propia en trabajos similares previos.

Un diseño óptimo de los polvorines de almacenamiento de EMR permite un manejo eficiente de los explosivos y accesorios de voladura dentro de una operación minera. El diseño se elabora mediante los parámetros indicados por la normativa correspondiente (Mamani Flores, 2017)

El diseño de instalaciones que almacenen explosivos y materiales relacionados debe realizarse tomando en cuenta que su ubicación debe reducir los riesgos que atenten contra la integridad del personal y material, así como reducir los costos relacionados con las operaciones y mantenimiento, asegurando la vida útil del EMR. Además, es importante realizar el seguimiento al proceso constructivo y adaptar los componentes a la topografía del terreno (Chicche Peralta, 2019)

El diseño del polvorín subterráneo debe asegurar y garantizar la seguridad contra derrumbes mediante la evaluación geomecánica del macizo rocoso y la selección del tipo de sostenimiento. (Lino y Vergaray, 2021)

Un polvorín de explosivos y accesorios en operaciones y proyectos de pequeños productores mineros o artesanales permite evitar que las personas naturales o jurídicas involucradas se relacionen con la ilegalidad e informalidad mediante la comercialización de explosivos y accesorios en el mercado negro, lo que puede producir consecuencias negativas en varios niveles. (Yuca Carbajal, 2015)

3.4.2.2. Términos básicos

Accesorios de voladura: Son los dispositivos utilizados para transferir energía para iniciar la detonación del explosivo. Ejemplo: detonadores o fulminantes común, mecha de seguridad o mecha lenta, mecha rápida, cordón detonante, etc.

Agentes externos de riesgo: Hace referencia a los diferentes depósitos de almacenamiento de combustible y/o gas, así como estructuras e instalaciones con función eléctrica, ubicados fuera de las fábricas de EMR. Estas instalaciones, de estar ubicadas en el interior de una concesión o concesiones mineras, están obligadas a satisfacer los lineamientos estipulados en los artículos 361° y 402° del Reglamento de SSO.

Barricada: Es un tipo barrera o parapeto de origen natural o artificial con características que le permiten ser adecuados para reorientar o desviar una onda de choque producida por la explosión fortuita o programada de algún tipo de explosivo y materiales relacionados.

Detonador: Es todo dispositivo que contiene una carga detonante para iniciar un explosivo, al que normalmente se le conoce con el nombre de fulminante. Pueden ser eléctricos o no, instantáneos o con retardo. El término detonador no incluye al cordón detonante.

Distancia de seguridad: Es la menor longitud permitida entre un polvorín y las distintas estructuras o diferentes tipos de instalaciones expuestas a algún tipo de afectación por una explosión que podría ocurrir en sus inmediaciones. Los distintos valores de las distancias se obtienen de medir la menor longitud desde la instalación correspondiente hasta el polvorín en cuestión, generando una línea recta sin tomar en cuenta la presencia de barricadas. Varían en función del tipo de material almacenado.

Emulsión Explosiva: Las emulsiones explosivas son sustancias muy viscosas producto de la mezcla de dos fases líquidas insolubles entre sí. Una de ellas, la solución oxidante, y la otra la solución combustible.

Equivalente dinamita 60%: Equivalencia numérica de los explosivos y materiales relacionados obtenida al multiplicar las cantidades por factores, expresadas en Kg de dinamita 60%. Los cálculos se realizan tomando como base el calor de explosión del producto o de las partes que componen el producto en forma proporcional, dividida por el calor de explosión del explosivo que se utiliza como patrón o referencia, siendo el caso de la dinamita 60%.

Explosivos: Son compuestos químicos susceptibles de descomposición muy rápida que generan instantáneamente gran volumen de gases a altas temperaturas y presión ocasionando efectos destructivos.

Factor de carga: Es un indicador de operación que señala la relación directa entre la cantidad de explosivos utilizada, expresada en kilogramos, respecto al volumen de material removido por la voladura, expresada en metros cúbicos.

Fulminante: Es una cápsula cilíndrica de aluminio cerrada en un extremo, en cuyo interior lleva una determinada cantidad de explosivo primario muy sensible a la chispa de la mecha de seguridad y otro, secundario, de alto poder explosivo.

Local de riesgo: Es la instalación donde se realizan las actividades de procesamiento, ensamblaje, envasado, manipulación y almacenamiento temporal de EMR o en la que se comprenda el uso de EMR emplazado dentro del perímetro o límites de un tipo de fábrica, unidad minera o ubicación de un polvorín.

Mecha armada: es un sistema de iniciación de material explosivo conformado por accesorios de voladura. Principalmente se compone del fulminante común y la mecha de seguridad.

Mecha de seguridad: Es un accesorio de voladura y parte del sistema clásico de iniciación de explosivos. Tiene por característica principal su flexibilidad y contener pólvora en el centro, a través del cual transfiere el fuego hasta el fulminante a una velocidad constante.

Minería convencional: Tipo de minería que realiza la extracción de mineral, generalmente por métodos subterráneos, mediante el uso de equipos manuales o pequeños, con un bajo nivel de producción.

Perforación manual: Actividad del ciclo de minado en la cual se realizan los taladros que posteriormente serán cargados con los explosivos y accesorios de voladura, realizados con equipos neumáticos (Jackleg) mediante operación manual.

Polvorín permanente: Es la infraestructura con emplazamiento superficial o subterráneo cuyo diseño, ubicación y medidas de seguridad le permite almacenar explosivos y materiales relacionados en lapsos de tiempo ser utilizados durante periodos de tiempo extensos. Generalmente están relacionados con actividades en las que el uso de explosivos y conexos son requeridos.

Polvorín subterráneo: Son los polvorines contruidos en labores subterráneas dentro de una mina o macizo rocoso.

Polvorín superficial: Son los polvorines contruidos sobre la superficie del terreno exterior y al aire libre.

Voladura: es un conjunto de tareas que comprende el traslado del explosivo y accesorios de los polvorines al lugar del disparo, las disposiciones preventivas antes del carguío, el carguío de los explosivos, la conexión de los taladros cargados, la verificación de las medidas de seguridad, la autorización y el encendido del disparo.

3.4.3. Procedimiento

El presente trabajo de sustentación profesional se fundamenta en el diseño de polvorines de explosivos y accesorios de un proyecto de explotación minera subterránea en la mina Carmelita y permitirá cuantificar la capacidad de los insumos, realizando un análisis operacional, en función al ritmo de extracción, estándares de diseño y método de extracción; estableciendo las dimensiones óptimas y una capacidad de almacenamiento operacional.

Inicialmente, se procede con la recopilación y clasificación de la información correspondiente a las actividades de extracción de mineral y labores de avance con las que la empresa se proyecta a iniciar sus operaciones, identificando las variables necesarias para el análisis, en este caso, la cantidad de explosivos y materiales relacionados presentes en los estándares de mallas de perforación y voladura. De esta manera, podremos tener conocimiento de las características (cantidad de emulsiones, fulminantes, número de taladros, sección estándar de labor, metros de mecha de seguridad, etc.) de la operación.

Luego, una vez conocida la cantidad y tipo de explosivos a utilizar, se diseña la infraestructura de los polvorines que permita su almacenamiento, respondiendo tanto a las características solicitadas por gerencia (capacidad para almacenar el EMR necesario para la operación y futura expansión en el tiempo) y al cumplimiento de las características de la normativa correspondiente después de realizar el análisis respectivo.

Finalmente, se logrará identificar y demostrar, mediante un análisis geométrico espacial, la ubicación óptima del proyecto sin afectar al resto de las actividades y cumpliendo los lineamientos expuestos en la directiva. De igual manera, se consideran recomendaciones y sugerencias que podrían ser importantes dentro del proceso para mejorar la operación.

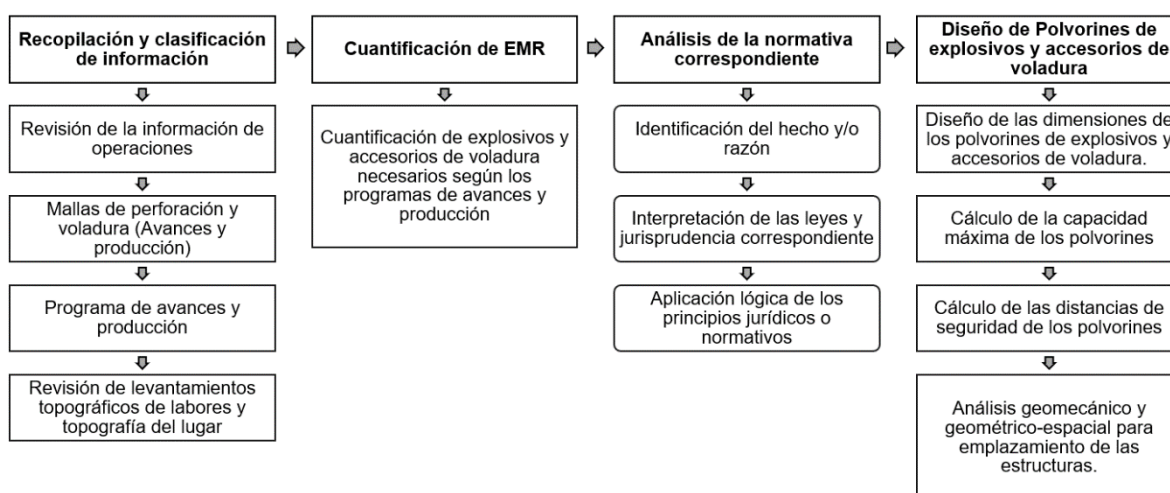


Figura 4: Secuencia del procedimiento del trabajo de suficiencia profesional

3.4.3.1. Recopilación y clasificación de la Información

Primero se realiza una revisión de la información básica de los estándares de mallas de perforación y voladura con los que se va a trabajar, estos son necesarios para obtener los indicadores de cantidad de explosivos y accesorios de voladura a utilizar a lo largo del tiempo, así como los programas de avance de labores y producción bajo los cuales se realizarán las operaciones.

Respecto a los estándares de operación, se identifican los tipos de explosivos y accesorios de voladura y los parámetros de perforación.

Se solicitan los programas de avance y producción que la empresa tiene proyectados para conocer las longitudes totales por tipo de labor que se ejecutaran. De igual forma, con el estándar de malla de voladura de producción se calculan los disparos requeridos para obtener el tonelaje programado. Asimismo, se revisan los levantamientos topográficos de las labores

antiguas que se encuentran en la concesión y los levantamientos de superficies topográficas con la finalidad de encontrar el lugar adecuado para las instalaciones.

También se revisan las labores y el terreno para confirmar la validez de la información de gabinete obtenida.

En base a la información de los puntos anteriores, calculamos el número de disparos a ejecutar y determinamos el número de emulsiones, fulminante y metros de mecha de seguridad utilizados en cada guardia por cada disparo.

La información presentada es obtenida de acuerdo a los convenios con la empresa y guardando los aspectos de confidencialidad respectivos.

De igual manera, se conversa con la gerencia general y las diversas jefaturas de la empresa sobre las características de los polvorines que requieren. De esto se extrae lo siguiente:

- El polvorín de explosivos solo almacenará emulsiones
- El polvorín de explosivos será del tipo subterráneo permanente
- El polvorín de accesorios de voladura almacenará fulminantes comunes N°8 y mecha de seguridad.
- El polvorín de accesorios de voladura será del tipo superficial permanente de material noble.
- La empresa fabricante de los explosivos a considerar para la presentación de los explosivos y materiales relacionados es FAMESA S.A.C. por decisión de gerencia.
- Se aprovecharán las labores antiguas ya existentes en el lugar de ser posibles.

- Los polvorines deben encontrarse cerca de las operaciones para evitar trabajos extra y retrasos por traslado.
- Los polvorines deben de tener capacidad para almacenar los insumos necesarios para una operación continua de, por lo menos, 6 meses y los requerimientos de futuras expansiones o aumentos del ritmo de explotación.
- El tiempo de almacenamiento programa por la empresa (6 meses) considera el tiempo de garantía de los insumos conservados en su embalaje original y almacenados en las condiciones de temperatura adecuadas (0 a 30°C), zonas seguras, ventiladas, secas, protegidas contra la lluvia y el calor del ambiente. La garantía para emulsión encartuchada, fulminante común N°8 y mecha de seguridad es de 12, 18 y 12 meses, respectivamente.
- Los polvorines deben de cumplir con las especificaciones determinadas por la normativa correspondiente.
- Los polvorines deben de encontrarse dentro de la concesión minera Atenea 2015.

3.4.3.2. Cuantificación de explosivos y materiales relacionados

Fundamentado en la información anterior, se determina el número cartuchos de emulsión, cantidad de fulminantes y metros de mecha de seguridad por tipo de labor, junto con su avance efectivo en base al estándar de malla de perforación de cada uno, y los metrajes programados.

El mismo procedimiento se utiliza para calcular el número de disparos para cumplir con el programa de producción.

Respecto a los estándares de las mallas, los cuales se presentan en el Anexo N°01, N°02, N°03 y N°04, los datos necesarios se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1

Resumen de los estándares de perforación y voladura de avances y producción

DESCRIPCIÓN	GALERÍA	SUBNIVELES	CHIMENEAS	TAJEOS
TIPO	AVANCE	AVANCE	AVANCE	PRODUCCIÓN
Alto (m)	2.10	1.80	1.20	15.00
Ancho (m)	2.10	1.50	1.20	0.70
Longitud de perforación (m)	1.50	1.50	1.50	1.50
Avance efectivo (m)	1.40	1.40	1.40	1.40
Tonelaje (t)	-	-	-	44.10
Consumo de Emulsión (Unidades)	96.00	76.00	48.00	192.00
Consumo de Fulminante N°08 (Unidades)	21.00	17.00	12.00	32.00
Consumo de Mecha de Seguridad (m)	44.10	35.70	25.20	67.20

Nota: Los datos son obtenidos de los diseños de mallas de perforación y voladura de la empresa.

Respecto a la presentación de los diferentes tipos de explosivos y accesorios que serán utilizados, la empresa especifica el uso de productos de la marca FAMESA. Las características de los EMR utilizados para el carguío son los siguientes:

TABLA 2

Características de Explosivos y Accesorios de Voladura

DESCRIPCIÓN	EMR 1	EMR 2	EMR 3
Denominación genérica	Emulsión o hidrogel encartuchada	Detonador de mecha o fulminante común N°08	Mecha de seguridad
Denominación Comercial	EMULNOR 5000 1" x 7"	FULMINANTE COMÚN N°08	MECHA DE SEGURIDAD BLANCA
Marca	FAMESA	FAMESA	FAMESA
Presentación	246 und/caja	10,000 und/caja	1,000 m/caja
Peso Unitario	0.1016 Kg/und	0.0014 Kg/und	0.0241 Kg/m

Nota: Los datos son obtenidos de las fichas técnicas de los productos de la empresa FAMESA.



Figura 5: Explosivos y accesorios de voladura FAMESA: Mecha de seguridad (izquierda), fulminante común N°08 (centro) y emulsión encartuchada (derecha)

La cantidad de explosivos y accesorios de voladura requeridos se halla a partir del programa anual de avances y producción que la empresa ha establecido en base sus objetivos. El programa de avances y producción se presenta en el Anexo N°05 y el consumo programado de explosivos y accesorios respectivo se presenta en el Anexo N°06.

El procedimiento es directo. Se multiplica la cantidad de metros de cada tipo de sección por la cantidad de explosivos requeridos según la malla de perforación y voladura. De igual forma, se hace con el EMR para las voladuras de producción, en base a el tonelaje producido por disparo se calcula el número de disparos requeridos por mes y los insumos explosivos involucrados. Los resultados se resumen en las siguientes tablas:

TABLA 3

Resumen de programa de avances y producción

DESCRIPCIÓN	ANCHO (m)	ALTO (m)	PROGRAMA	INDICADOR	UNIDADES	N° DISPAROS
GALERÍA	2.1	2.1	723.8 m	1.4	m/disparo	517
SUBNIVEL	1.50	1.80	667.80 m	1.40	m/disparo	477
CHIMENEA	1.20	1.20	595.00 m	1.40	m/disparo	425
CRUCERO	2.10	2.10	29.40 m	1.40	m/disparo	21
TAJEO	0.70	15.00	10,539.90 t	44.10	t/disparo	239
TOTAL						1,679

Nota: Los datos son obtenido del programa de avances y producción de la empresa.

TABLA 4

Cálculo de emulsión o hidrogel encartuchada

DESCRIPCIÓN	N° DISPAROS	UNIDADES/ DISPARO	PESO/UNIDAD (Kg)	TOTAL (Und)	TOTAL (Kg)
GALERÍA	517	96	0.1016	49,632	5,043.90
SUBNIVEL	477	76	0.1016	36,252	3,684.15
CHIMENEA	425	48	0.1016	20,400	2,073.17
CRUCERO	21	96	0.1016	2,016	204.88
TAJEO	239	192	0.1016	45,888	4,663.41
TOTAL	1,679			154,188	15,669.51

Nota: Elaboración propia

TABLA 5

Cálculo de accesorios de voladura

DESCRIPCIÓN	N° DISPAROS	FULMINANTE/ DISPARO	TOTAL FULMINANTE (Und)	MECHA/ DISPARO	TOTAL MECHA (m)
GALERÍA	517	21	10,857	44.10	22,799.70
SUBNIVEL	477	17	8,109	35.70	17,028.90
CHIMENEA	425	12	5,100	25.20	10,710.00
CRUCERO	21	21	441	44.10	926.10
TAJEO	239	32	7,648	88.20	21,079.80
TOTAL	1,679		32,155		72,544.50

Nota: Elaboración propia

En base a estas cantidades obtenidas y de acuerdo a las fichas técnicas de presentación según la empresa fabricante, se calcula el número de cajas a utilizarse anualmente:

TABLA 6

Requerimiento de explosivos y materiales relacionados

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDADES DE MEDIDA	CANTIDAD	UNIDADES DE MEDIDA
EMULSIÓN ENCARTUCHADA	15,670	Kilogramos	627.0	Cajas
FULMINANTE COMÚN N°08	32,155	Unidades	4.0	Cajas
MECHA DE SEGURIDAD	72,544.50	Metros	73	Cajas

Nota: Elaboración propia

Una vez determinada la cantidad de material proyectado a utilizar anualmente, calculamos las dimensiones de los polvorines para almacenarlos y que puedan asegurar una operación continua según los requerimientos de la empresa.

3.4.3.3. Análisis de la normativa correspondiente

Para determinar las características de construcción de los polvorines es necesario identificar los parámetros requeridos según la normativa vigente correspondiente.

El análisis se realiza mediante el proceso de dividir las cuestiones normativas para comprender sus implicaciones y llegar a una conclusión sobre el asunto en el que se está trabajando.

El análisis legal de la normativa puede definirse como el procedimiento de identificar antecedentes, normativas o estatutos apropiados para obtener un beneficio; en este caso, las características de construcción de los polvorines.

Inicia con los hechos o razón de un caso en particular por la cual se requiere la evaluación, luego se realiza la interpretación de las leyes, normas y jurisprudencia correspondiente y finalmente, se realiza la aplicación de los principios jurídicos a los hechos.

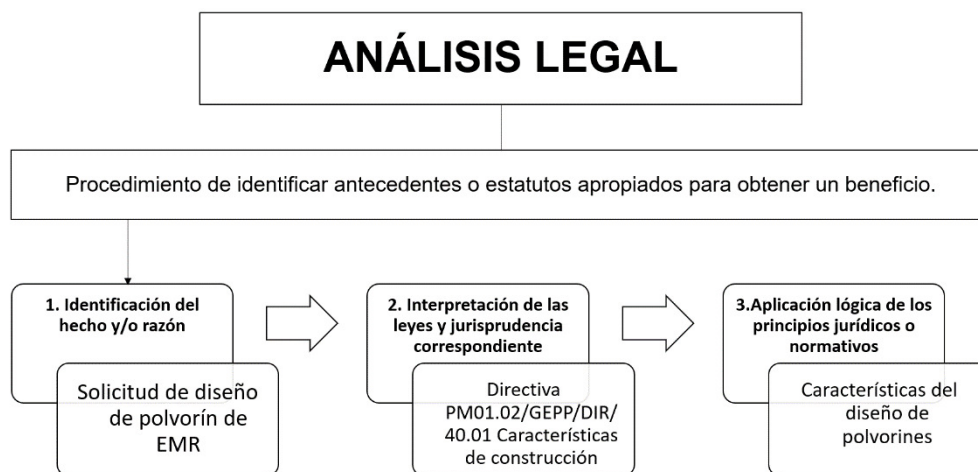


Figura 6: Procedimiento de análisis normativo

En base a lo anterior, el hecho o razón de este análisis es determinar las características de construcción para el diseño de polvorines solicitado por la empresa.

Para el diseño de los polvorines solicitado, se utiliza la directiva proporcionada por Sucamec, que contiene los diferentes tipos de condición, características y medidas de seguridad obligatorias legalmente para este caso. En este documento encontramos las características de construcción requeridas para el diseño solicitado, las cuales finalmente son consideradas e incorporadas en el diseño final, así como las directrices generales para todos los casos.

3.4.3.4. Características de los polvorines de almacenamiento de EMR

En la concesión minera donde se encuentra emplazado el proyecto minero Carmelita de la empresa Importing Shitsuke S.A.C. existe un antiguo polvorín subterráneo que, siguiendo los lineamientos actuales de Sucamec, no cumple con ninguno de estos, razón por la cual es necesario su rehabilitación en base a la norma actual.

El polvorín de explosivos será diseñado en este lugar, aprovechando las labores existentes y la proximidad relativa a los proyectos de las labores.

En cambio, el polvorín de accesorios de voladura será diseñado en superficie y de material noble debido a que la cantidad de cajas proyectadas a utilizar es menor respecto a los explosivos y debido a solicitud de gerencia. Este polvorín debe estar cerca para facilitar el traslado y almacenamiento de los materiales.

Sucamec (2021) especifica acerca de las características o parámetros de construcción de polvorines:

El polvorín superficial permanente puede ser de material noble: Las paredes a base de ladrillo, concreto, bloques de concreto y hormigón de un espesor no menor a 152 mm; o un contenedor revestido en su interior de madera con tratamiento ignífugo. El administrado debe sustentar la aplicación de tratamiento ignífugo, debiendo tener esta última una vigencia no mayor a un año de antigüedad. Las paredes deben ser de superficie lisa para evitar la acumulación de explosivos. (p.10)

Respecto al piso del polvorín se indica la necesidad de ser de cemento pulido no poroso y liso, además de sellado para prevenir que el polvo de los materiales almacenados se acumule en los espacios vacíos. También debe ser resistente para soportar el peso de la cantidad máxima a almacenar.

En consideración a la puerta del polvorín debe estar hecha de metal y estar protegida contra la oxidación con pintura anticorrosiva y revestida, en la parte interior que da hacia el polvorín, de madera con pintura ignífuga, además de rebatir hacia afuera del polvorín.

Respecto a las características del techo, este debe ser de un tipo material ligero, no combustible y de fácil fragmentación, además de contar con la instalación de canaletas para permitir el flujo y drenaje del agua producto de las lluvias.

El polvorín superficial debe contar con un cerco perimétrico con las siguientes características:

- El radio no debe ser menor a los 10 metros
- El material puede ser malla galvanizada, berma o material noble
- La altura mínima es de 2 metros y debe tener en la parte superior tres hileras de alambrado, de púas o análogos, separados 20 cm entre estos.

También se puede considerar las características del terreno como un cerco natural, si es que cumplen con los requisitos mencionados anteriormente.

El acceso del polvorín debe contar con doble puerta de fierro y otro metal, la primera puerta refiere al que forma parte del cerco perimétrico y la segunda puerta es la que corresponde al polvorín propiamente dicho.

Como medida de prevención, se requiere que el área en la periferia del polvorín dentro del cerco debe encontrarse libre de vegetación seca, residuos y cualquier tipo de material combustible.

Para el caso de polvorines contruidos de material noble, la ventilación se diseña y realiza mediante ventanillas o aquellos espacios ubicados entre paredes y el techo. Ambos

deben estar protegidos de forma externa por mallas metálicas con tratamiento contra la corrosión.

Las fuentes de iluminación deben ubicarse en el exterior del polvorín. En el caso que las fuentes de iluminación se encuentren en la parte interna, dichas fuentes de luz serán frías y de componentes fabricados de materiales no combustibles. Como medida de prevención, la instalación y elementos de protección de las fuentes de luz no deben permitir que el polvo llegue a acumularse.

De acuerdo a la norma, los pulsadores de encendido o interruptores no deben generar algún tipo de chispa y estar ubicados en el exterior del polvorín y el cableado eléctrico debe estar dentro de un tubo de material galvanizado.

En esa misma línea, se necesita instalar un sistema de alarma en base a luces y sonido; ubicado en el exterior del polvorín para que cumple con su función de alertar.

También se especifica el instalar un sistema de puesta a tierra, puede ser de cobre u otro material con características conductoras, con la finalidad de eliminar de corrientes eléctricas del tipo estáticas. A este sistema deben conectarse todas las partes metálicas.

Se indica que es necesaria la instalación un equipo de descarga de electricidad estática, siendo los modelos más comunes y recomendados una plancha de metal ubicada en el suelo o una barra metálica. Su ubicación debe estar en el exterior y al ingreso del polvorín, además de tener conexión con el sistema de puesta a tierra.

Por encontrarse a la intemperie, se debe instalar un sistema de pararrayos con la finalidad de proteger los polvorines contra las descargas atmosféricas.

Por regla general y motivos de prevención, ningún tipo de material con la capacidad de generar chispas debe ubicarse en la cercanía o en contacto directo con los insumos explosivos

y conexos. Asimismo, todo clavo de metal ferroso o medios estáticos de fijación que se encuentren en el piso y en las paredes y estén expuestos al contacto con los explosivos y materiales relacionados, deben ser clavados a ciegas, contra hundidos o tapados con algún tipo de material sin la capacidad de generar chispas.

Respecto a los parámetros y consideraciones para la construcción de **polvorines subterráneos**, Sucamec (2021) indica lo siguiente:

Un polvorín subterráneo debe ubicarse en lugares aislados que no sirvan de paso para otra actividad distinta al almacenamiento de EMR. Asimismo, deben ubicarse de forma que, en caso de explosión o incendio, los humos no sean arrastrados, por la corriente de ventilación, a lugares ocupados por trabajadores. (p.19)

Respecto a la ubicación de un polvorín subterráneo, este debe ser una excavación o labor realizada en ángulo recto o 90° respecto a la labor de acceso y, en nuestro caso, a una distancia de 11.0 m de la entrada. Asimismo, el lugar donde se ubique el polvorín subterráneo debe encontrarse alejado de otros polvorines a una distancia mínima de seguridad determinada al utilizar la fórmula correspondiente para polvorines subterráneos especificada en la directiva.

Respecto a la cantidad de EMR almacenados en polvorines subterráneos, Sucamec (2021) indica lo siguiente:

Si la cantidad almacenada en un polvorín subterráneo es superior a los 100 Kg expresados en kilogramos de dinamita 60%, el polvorín debe contar con una excavación frente a este que servirá como cámara de expansión de los gases producto de una eventual explosión; cuyas dimensiones respecto al ancho y altura deben ser mayor o igual al del polvorín; y con una longitud mínima de 3.0 m.

Esta es una de las razones por las que el lugar destinado para el polvorín subterráneo y la labor de acceso deben contar con garantía de seguridad contra caída de rocas, derrumbes o similares.

Se requiere que las características del piso deben de ser las siguientes:

- El material de construcción será cemento pulido no poroso y liso.
- No debe producir chispas
- Debe estar sellado para prevenir que el polvo del material almacenado se acumule en las uniones.
- No debe presentar grietas y debe ser impermeable
- Debe resistir y soportar el peso de la cantidad máxima a almacenar.

Para lograr una adecuada ventilación de las instalaciones, se debe diseñar e instalar conductos de ventilación con salida fuera del polvorín que faciliten la circulación continua del aire. También se puede considera, de ser adecuado, algún otro sistema de renovación de aire. La instalación del ventilador debe estar emplazada en el exterior del polvorín subterráneo. Las ventanillas a través de las cuales ingresará el aire deben contar con protección externa de mallas metálicas con tratamiento contra la corrosión.

Respecto a las características de la puerta del polvorín, esta debe estar fabricada de material metálico protegido contra la oxidación mediante un tratamiento anticorrosivo adecuado y encontrarse revestida en la parte interna con madera a la cual se haya aplicado pintura ignífuga. Otra característica importante es que la puerta debe ubicarse en la desembocadura y tener la capacidad de rebatir hacia el exterior del polvorín subterráneo. De igual forma, debe contar con cerraduras con candados adecuados.

En general, se especifica que el acceso al polvorín debe incluir el presentar doble puerta de fierro u otro metal; siendo la puerta número 1 aquella que da el acceso a la zona del polvorín y la puerta número 2 es la que corresponde al polvorín propiamente dicho.

Las fuentes de iluminación deben ubicarse en el exterior del polvorín. En el caso que las fuentes de iluminación se encuentren en la parte interna, dichas fuentes de luz serán frías y de componentes fabricados de materiales no combustibles. Como medida de prevención, la instalación y elementos de protección de las fuentes de luz no deben permitir que el polvo llegue a acumularse.

De acuerdo a la norma, los pulsadores de encendido o interruptores no deben generar algún tipo de chispa y estar ubicados en el exterior del polvorín y el cableado eléctrico debe estar dentro de un tubo de material galvanizado.

Se indica la necesidad de instalar un sistema de alarma en base a luces y sonido; ubicado en el exterior del polvorín para que cumple con su función de alertar.

También se especifica el instalar un sistema de puesta a tierra, puede ser de cobre u otro material con características conductoras, con la finalidad de eliminar de corrientes eléctricas del tipo estáticas. A este sistema deben conectarse todas las partes metálicas.

Se indica que es necesaria la instalación un equipo de descarga de electricidad estática, siendo los modelos más comunes y recomendados una plancha de metal ubicada en el suelo o una barra metálica. Su ubicación debe estar en el exterior y al ingreso del polvorín, además de tener conexión con el sistema de puesta a tierra.

Por regla general y motivos de prevención, ningún tipo de material con la capacidad de generar chispas debe ubicarse en la cercanía o en contacto directo con los insumos explosivos y conexos. Asimismo, todo clavo de metal ferroso o medios estáticos de fijación que se encuentren en el piso y en las paredes y estén expuestos al contacto con los explosivos y

materiales relacionados, deben ser clavados a ciegas, contra hundidos o tapados con algún tipo de material sin la capacidad de generar chispas.

Las medidas mínimas de seguridad en polvorines permanentes utilizadas son las siguientes:

Los EMR deben estar contenidos al interior de recipientes como cajas, sacos, tambores, bolsas u otro recipiente apropiado para su preservación durante el almacenamiento. Además, se debe realizar la señalización de los productos debido a su peligrosidad.

Para diseñar el almacenamiento se debe tener en consideración lo establecido en la tabla de compatibilidad del anexo N°01 “Tabla de Compatibilidad de Explosivos y Materiales Relacionados” según lo dispuesto en la directiva vigente de “Clasificación y compatibilidad de explosivos y materiales relacionados”. Se presenta esta tabla en el Anexo N°07.

Para almacenar los materiales se utilizan pallets de madera con tratamiento ignífugo con una altura libre o distancia al nivel del suelo no menor a 10 cm para prevenir que la humedad presente en el piso sea absorbida por los materiales.

Dentro de las consideraciones al momento de almacenar los materiales, la altura máxima de apilamiento dispuesta por la normativa es de 1.80 m y debe contar con una separación del techo con un valor mínimo de 0.60 m, considerando en todo momento que no ocurran deformaciones en las distintas presentaciones de los envases de los materiales que se encuentren debajo de la pila.

Respecto a la forma en la que se almacenan los materiales dentro de los polvorines, se indica que se debe realizar manteniendo una separación con un valor mínimo de 0.80 m con respecto a la pared más adyacente y 5 cm como mínimo entre los pallets de madera que contengan diferentes productos con compatibilidad.

Por motivos de seguridad, vigilancia y control de las instalaciones, se debe considerar la presencia de una caseta para el personal encargado del resguardo y vigilancia. Esta construcción debe encontrarse ubicada fuera del cerco perimétrico y emplazarse en un lugar estratégico que permita una óptima visibilidad de las instalaciones a resguardar, en este caso, polvorines.

Para prevenir posibles inconvenientes futuros y mantener la integridad de los materiales almacenados, los polvorines deben contar con la característica intrínseca de ser ambientes secos, sin humedad, ni presencia de filtraciones de agua.

Respecto a las especificaciones técnicas de las barricadas, Sucamec (2021) indica lo siguiente:

Una barricada natural puede ser un cerro, colina u otra condición propia del terreno de suficiente espesor, altura y solidez; que las instalaciones expuestas que requieran protección no puedan ser vistas desde el polvorín o almacén de EMR. Una barricada artificial puede ser construida por montículos de tierra, arena, concreto armado o muros de mampostería. (p.25)

Entre las principales especificaciones de la normativa, las barricadas deben cumplir con lo siguiente:

La ubicación respecto a la pared exterior del polvorín debe de una distancia con valor máximo de 10.0 m. Asimismo, debe superar la altura del EMR almacenado dentro del polvorín en un valor de 2.0 m como mínimo.

En caso las barricadas o parapetos sean de montículos de tierra o arena, estos deben contar en su superficie con lechada de cemento o arcilla con índice de plasticidad menor a 12, según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS). Igualmente, deben ser diseñadas

y contar con un ancho mínimo de 1.0 m, tomando como punto de referencia a la altura del polvorín en cuestión.

Asimismo, es importante indicar que la carga de la sobrepresión en una superficie que no se encuentre protegida por algún tipo de barricada, duplica su valor. Es por eso que la ausencia de una barricada duplica las distancias de seguridad respecto las instalaciones que se consideran para protección.

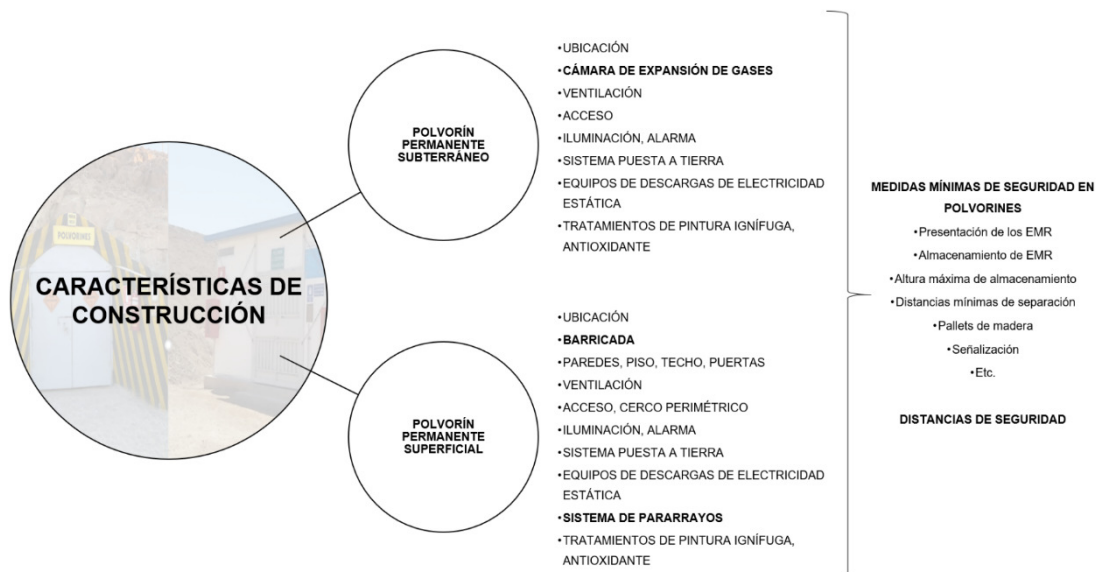


Figura 7: Características de construcción de polvorines

3.4.3.5. Diseño de polvorín subterráneo permanente de explosivos

Como se ha mencionado anteriormente, se utilizará y reacondicionará una labor subterránea existente dentro de la concesión de actividades anteriores. El diseño contempla trabajos de desquinche lateral en el ingreso y en las labores para cumplir con la perpendicularidad requerida.

Del levantamiento topográfico de las labores se realiza una vista en perfil de las labores perpendiculares al ingreso para obtener una altura promedio de cada una. Aquella que tenga la menor altura será utilizada para almacenar el material y la que cuente con la mayor altura será la cámara de expansión de gases.



Figura 8: Fotografías del ingreso al antiguo polvorín subterráneo

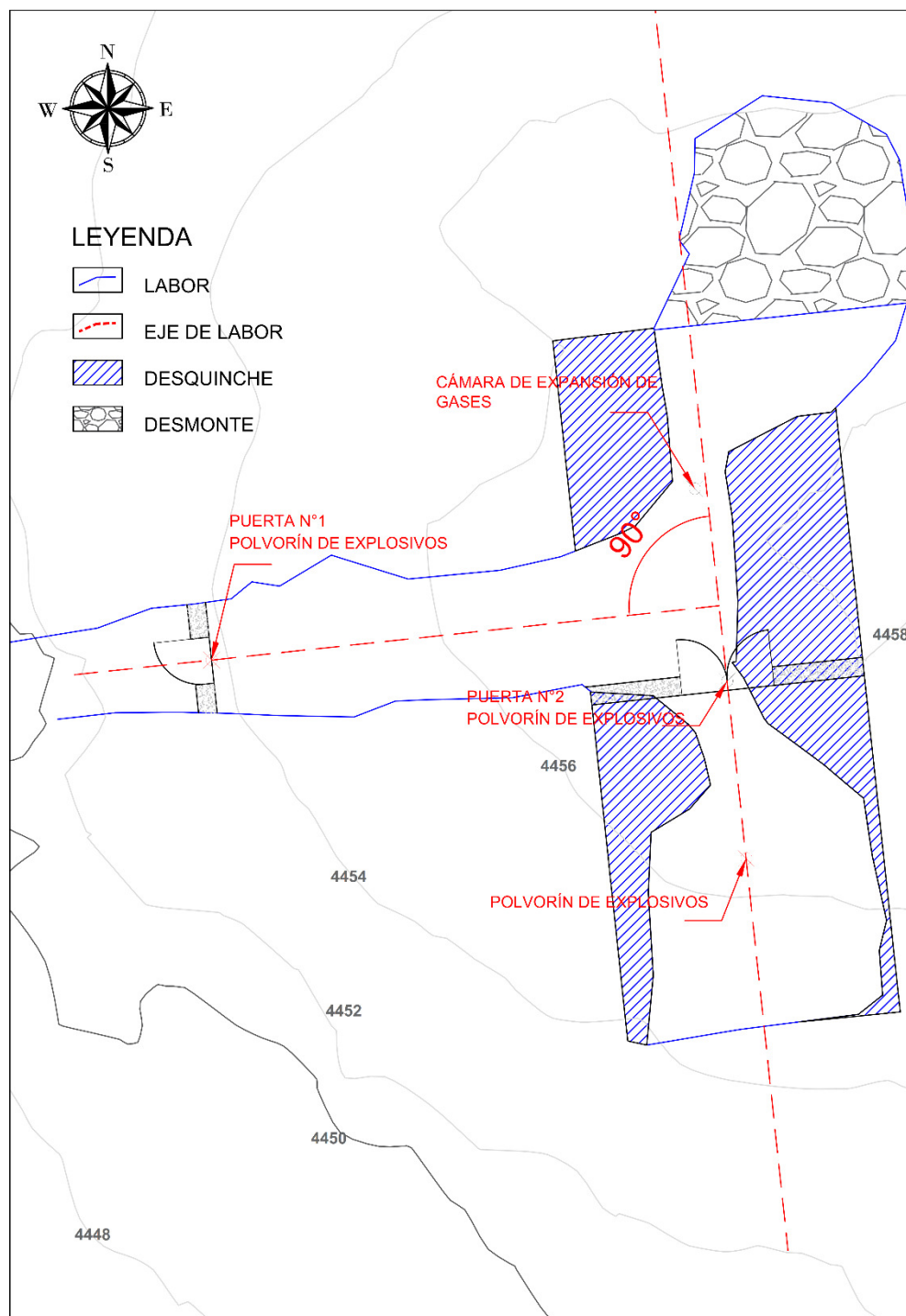


Figura 9: Perpendicularidad de la labor de ingreso con el polvorín de explosivos subterráneo

De igual forma, el área de geología realiza una evaluación geomecánica de la labor para asegurar una garantía de seguridad contra derrumbes.

Del análisis de las labores, se decide asignar a la labor con orientación al sureste la función de polvorín de accesorios, por sus dimensiones y mayores facilidades para la rehabilitación, al no requerir trabajos de realce e implicar menor volumen de desquince.

Por otro lado, la labor con orientación noreste servirá como cámara de expansión de gases debido a su mayor longitud y altura, así como un perfil irregular. Debido a que realizar los trabajos de estandarización de labor implicaría una mayor cantidad de volumen de desquince, se decide solo rehabilitar una longitud de 4.50 m, siendo 3.00 m la longitud mínima, desde el inicio de la labor. El resto de la longitud se rellenará con el material producto de los desquinces y realces de los trabajos de rehabilitación.

Una vez identificada la finalidad de cada labor, se calcula el desquince lateral para habilitar el espacio suficiente para guardar la cantidad de cajas calculadas.

Una vez terminados los trabajos de desquince y rehabilitación son las siguientes:

POLVORÍN DE EXPLOSIVOS (SUBTERRÁNEO)

- ANCHO : 5.92 m
- LARGO : 7.33 m
- ALTO : 2.75 m

CÁMARA DE EXPANSIÓN DE GASES

- ANCHO : 6.47 m
- LARGO : 4.56 m
- ALTO : 2.96 m

El material removido en los trabajos de desquinche es aproximadamente 106.2 m^3 in situ, considerando un esponjamiento de 30%, equivaldría a 138.1 m^3 .

Las mediciones en las cuales se obtienen los cálculos se presentan en el Anexo N°08 Y N°09.

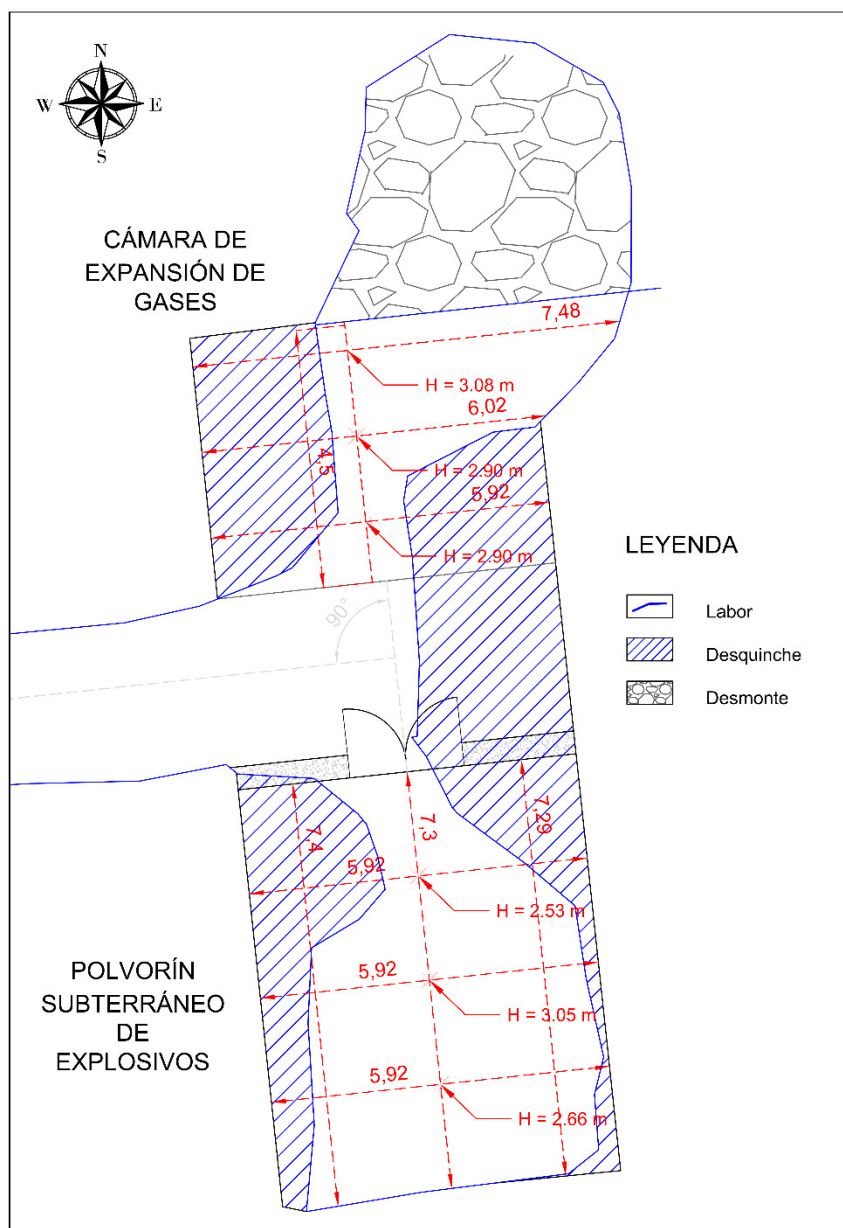


Figura 10: Dimensiones del polvorín subterráneo y cámara de expansión de gases

En función a las dimensiones del polvorín se emplazan los pallets de madera recubiertos de pintura ignífuga donde se colocarán las cajas de los explosivos y cuya distribución determinará la cantidad máxima a almacenar y los kilogramos equivalentes en dinamita 60%, así como la distancia de seguridad. La normativa indica un espacio mínimo entre las paredes y el material a almacenar de 0.80 m. El diseño cumple los requisitos mínimos requeridos.

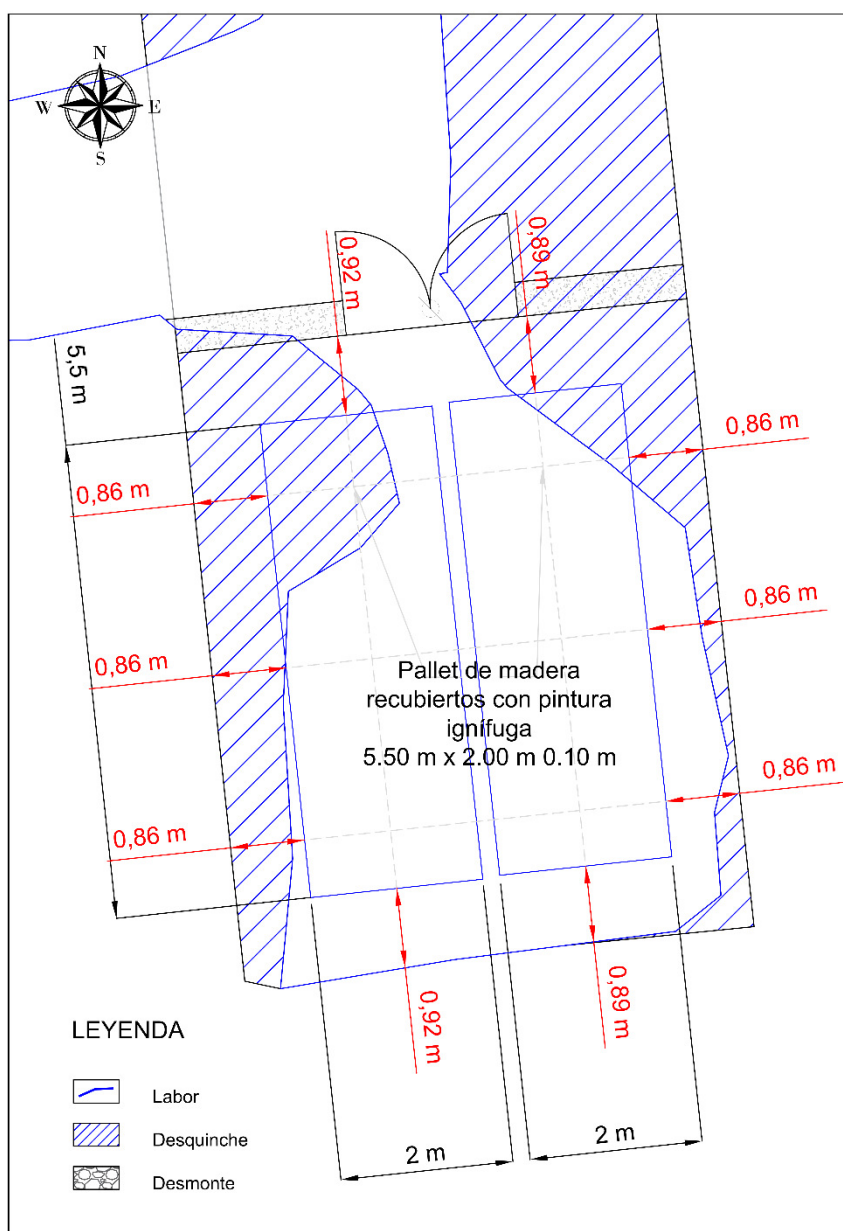


Figura 11: Distancia entre las paredes de la labor y los explosivos a almacenar

Dentro del diseño, se considera la ubicación de la segunda puerta de acceso al polvorín. Esta será una puerta doble con una dimensión total de 2.0 m de ancho con una altura de 2.0 m, instalada en el muro de concreto con un espesor de 200 mm con la misma altura, de modo que en la parte superior quede un espacio que será completa con malla o rejillas de metal recubiertas con pintura ignífuga para una adecuada ventilación.

El diseño de la puerta y el muro se presenta en el Anexo N°10.

Este espacio será aprovechado para colocar una manga de ventilación junto a un equipo de ventilación (ventilador extractor) instalado a una distancia entre los 3 a 4 metros fuera del polvorín. Al momento de encender el ventilador se realiza el desplazamiento de aire viciado, cargado de polvo y partículas, de un espacio cerrado por uno de mejor calidad, simultáneamente, en baja presión.

La propuesta del diseño es un ventilador de ventilación portátil industrial WKS3-2P de flujo axial con una potencia de 0.55 KW, capacidad para un volumen de aire de 3000 m³/h y una conexión eléctrica AC 220 V.



Figura 12: Ventilador para ventilación portátil industrial WKS3-2P 0.55 KW

De igual forma, siguiendo los lineamientos de la directiva correspondiente, los materiales de madera, como lo son los pallets y el recubrimiento de la parte que da al interior de la puerta del polvorín propiamente dicho, deben contar tratamiento de pintura tipo ignífuga y el titular debe probar y corroborar mediante informes técnicos del área de seguridad, mantenimiento o jefatura adecuada, la aplicación correspondiente, con la característica de no exceder un año de antigüedad respecto a la última fecha de aplicación.

De forma genérica, las partes de material metálico de almacenes y polvorines de EMR deben tener protección contra la oxidación en forma de pintura tipo anticorrosiva. El titular debe probar y corroborar mediante informes técnicos del área correspondiente, la aplicación de dicha pintura o tratamiento, con la característica de no exceder un año de antigüedad respecto a la última fecha de aplicación.

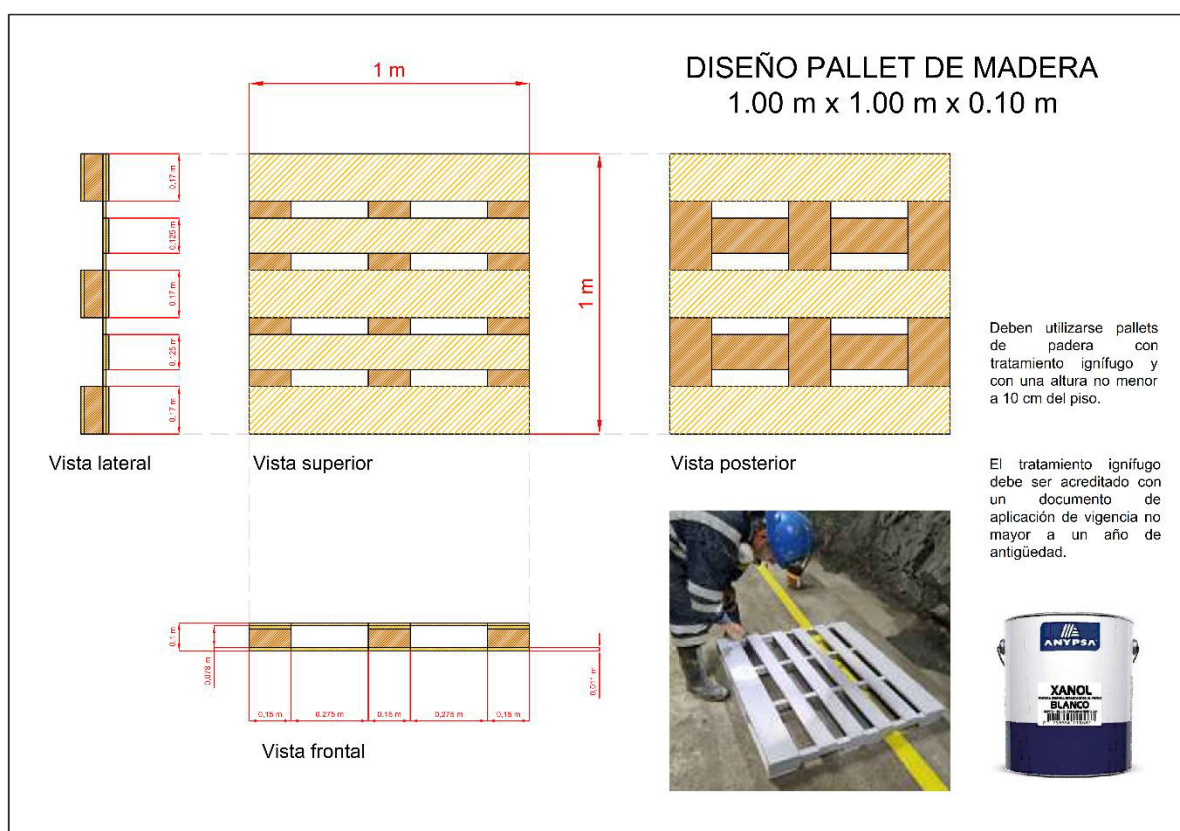


Figura 13: Diseño de pallet de madera

Respecto a la iluminación, se propone la instalación de fuentes de luz frías con componentes de material incombustible. En ese mismo sentido, los dispositivos de encendido no deben generar arcos eléctricos y estar ubicados en el exterior del polvorín, el cableado eléctrico debe estar entubado en material galvanizado, según indica la directiva.

De igual forma, se debe contar con los siguientes sistemas en las inmediaciones:

- Sistema de puesta a tierra, generalmente un pozo a tierra.
- Sistema de alarma del tipo sonora y luminosa, ubicada en el exterior del polvorín.
- Equipo de eliminación de electricidad estática.

Todos estos deben contar con al menos un mantenimiento anual con su registro correspondiente.

En el caso de polvorines subterráneos, no se requiere la instalación de un sistema de pararrayos, por lo que no está considerado a diferencia del polvorín superficial que si se encuentra emplazado en la intemperie.

En general, la persona encargada y responsable de dar la conformidad debe ser un ingeniero, quien debe contar con colegiatura y la habilitación correspondiente.

Estos requerimientos están considerados dentro del diseño propuesto a la empresa y se encuentran en el ANEXO N°20. Cabe resaltar que un ingeniero eléctrico que cumpla con estar titulado, colegiado y habilitado debe realizar la revisión y dar su aprobación.

DISEÑO PUERTA POLVORÍN 2.00 m x 2.00 m x 40 mm

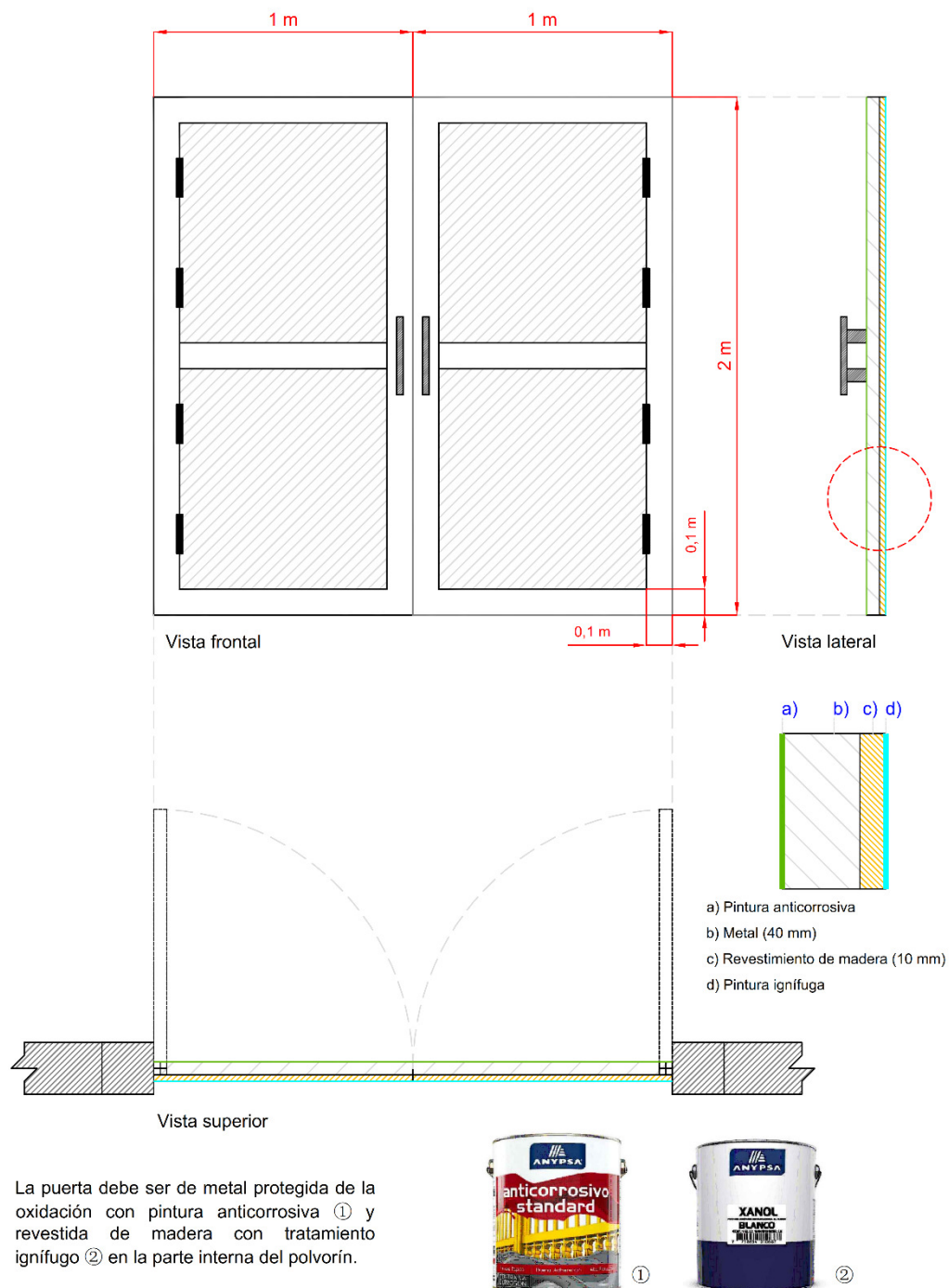


Figura 14: Diseño de puerta de polvorín

Luego, en base a las dimensiones de las cajas en las que se presenta la emulsión encartuchada, se realizan los siguientes cálculos:

Presentación de los explosivos

Determinar las dimensiones de las cajas en la que los explosivos son comercializados, así como su peso específico (la cantidad de explosivo real expresada en kilogramos) y su volumen.

TABLA 7

Presentación del explosivo

DESCRIPCIÓN	DATOS
Denominación genérica	Emulsión Encartuchada
Denominación comercial	EMULNOR® 5000 1" X 7"
Presentación (Unid/cajas)	246
Peso Bruto (Kg)	26.50
Peso Neto (Kg)	25.00
Ancho (m)	0.386
Largo (m)	0.456
Altura (m)	0.262
Volumen (m ³)	0.046

Nota: Los datos son obtenidos de las fichas técnicas de los productos de la empresa FAMESA.

Volumen máximo de almacenamiento

Sabiendo que se cuenta con 2 pallets para el almacenamiento de las cajas con una distancia de 10 cm respecto al suelo, se conocen el área para almacenar y la altura efectiva, valores suficientes para el volumen máximo de almacenamiento en los pallets de madera.

Es importante recordar que la distribución de las cajas debe permitir su fácil manipulación. La distribución en los pallets de las cajas se observa en el Anexo N°10.

TABLA 8

Dimensiones de los pallets de madera para explosivos

DESCRIPCIÓN	DATOS
Ancho (m)	2.00
Largo (m)	5.50
Altura (m)	0.10
Área (m ²)	11.00
Cantidad (N°)	2.00
Área total (m ²)	22.00

Nota: Elaboración propia

TABLA 9

Volumen máximo de almacenamiento de explosivos en los pallets de madera

DESCRIPCIÓN	DATOS
Altura mínima respecto al piso (m)	0.10
Altura máxima de almacenamiento (m)	1.80
Altura efectiva de almacenamiento (m)	1.70
Área de pallets (m ²)	22.00
Volumen máximo de almacenamiento (m ³)	37.40

Nota: Elaboración propia***Capacidad máxima de almacenamiento***

Distribuyendo las cajas de forma adecuada, por filas y dividiendo la altura de las cajas con la altura de almacenamiento máxima efectiva, obtenemos que en fila pueden almacenarse 56 cajas con 6 columnas como máximo. Conociendo que son 2 pallets, se multiplican cada uno de estos valores. El resultado se multiplica por el peso específico por caja y la cantidad de emulsiones que contienen.

TABLA 10

Capacidad máxima de almacenamiento de explosivos en los pallets

DESCRIPCIÓN	DATOS
Número máximo de cajas por nivel en función de la presentación del producto	56.00
Número máximo de cajas apiladas en columna en función de la presentación del producto	6.00
Número de pallets de madera	2.00
Total de cajas	672.00
Total (Kg)	16,800.00

Nota: Elaboración propia

Equivalencia en dinamita 60% (EQUIVDIN60%)

La directiva nos indica que, para el cálculo de la distancia de seguridad, la cantidad de explosivo, expresada en kilogramos de emulsión encartuchada, debe de convertirse a su equivalente en kilogramos de dinamita 60% a través de un factor de conversión indirecta (multiplicación). Si bien se ofrece un rango de valores, se considera el de mayor valor para trabajar con la mayor distancia de seguridad.

TABLA 11

Equivalencia referencial a dinamita 60% del explosivo

DESCRIPCIÓN	DATOS
Tipo de equivalencia	Indirecta
Rango del factor	0.424 - 0.713
Factor de conversión	0.713
Cantidad (Kg EQUIVDIN60%)	11,978.40

Nota: Elaboración propia

La capacidad total del diseño se presenta en los resultados de la actividad.

En caso ocurriera una explosión fortuita en el polvorín, se generaría, además de una onda de choque y calor, un gran volumen de gas que sería dirigido hacia la cámara de expansión de gases, que sirve a modo de amortiguación.

La normativa actual presenta parámetros respecto a sus dimensiones, pero no profundiza en la correlación respecto al material almacenado. El cálculo del volumen de los gases es un primer paso para considerar en futuros trabajos de investigación o en futuras sugerencias para modificaciones y actualizaciones de la normativa correspondiente al tema.

El cálculo se realiza en función de la información presente en la ficha técnica de la emulsión encartuchada EMULNOR® 5000, la cual indica que se generan 1.01 m³ por cada kilogramo.

Conociendo que la capacidad máxima es de 16,800 Kg, esto genera un volumen de 14,616 m³ a condiciones normales.

Si consideramos las condiciones particulares de la mina (4500 m.s.n.m., 0.57 atm, temperatura promedio de 12°C), se obtiene un factor de ajuste:

1 mol a 1 atm, 273°K genera 22.4 L de gas

1 mol a 0.57 atm, 285°K genera 46.8 L de gas

Factor de ajuste: $46.8 / 22.4 = 2.1$

Utilizando este factor y el volumen calculado anteriormente, obtenemos un valor teórico de 30,693.6 m³ de gas.

3.4.3.6. Diseño de polvorín superficial permanente de accesorios de voladura

Como se ha mencionado anteriormente, se requiere un polvorín superficial permanente construido con material noble para los accesorios de voladura para, en función de solicitud de la empresa, evitar realizar laboreo y porque la cantidad a utilizar para un año, expresada en cajas, no representa tanto volumen. Recordemos que para fulminantes y mecha de seguridad son 8 y 73 cajas, respectivamente. Un polvorín superficial adecuado proporciona el espacio suficiente y además de las facilidades de ser ejecutado sin material explosivo.

Para determinar su ubicación, se revisa y analiza el levantamiento topográfico de la superficie en los alrededores del polvorín de explosivos para encontrar un lugar que presente un área, lo suficientemente grande, para instalar la infraestructura y el cerco perimétrico.

Se logra observar que en la zona donde se emplaza el polvorín subterráneo, existe un área nivelada cercana, lo suficiente cerca para evitar mayor traslado de los EMR y lo suficientemente alejado para no entrar en las distancias mínimas de seguridad de los componentes en el área.

El lugar requiere de trabajo de nivelación menor, así como remover material combustible que se encuentre alrededor, como arbustos, maleza, pastos secos y similares.

El área a nivelar es de 97.8 m² con un volumen aproximado de tierra de 200.0 m³. Este material removido servirá al momento de realizar las barricadas del polvorín. Los trabajos se realizarán con el volquete de la empresa y su excavadora, facilitando su ejecución y reduciendo el costo involucrado en el transporte de maquinaria y personal hasta la unidad por parte de un tercero.

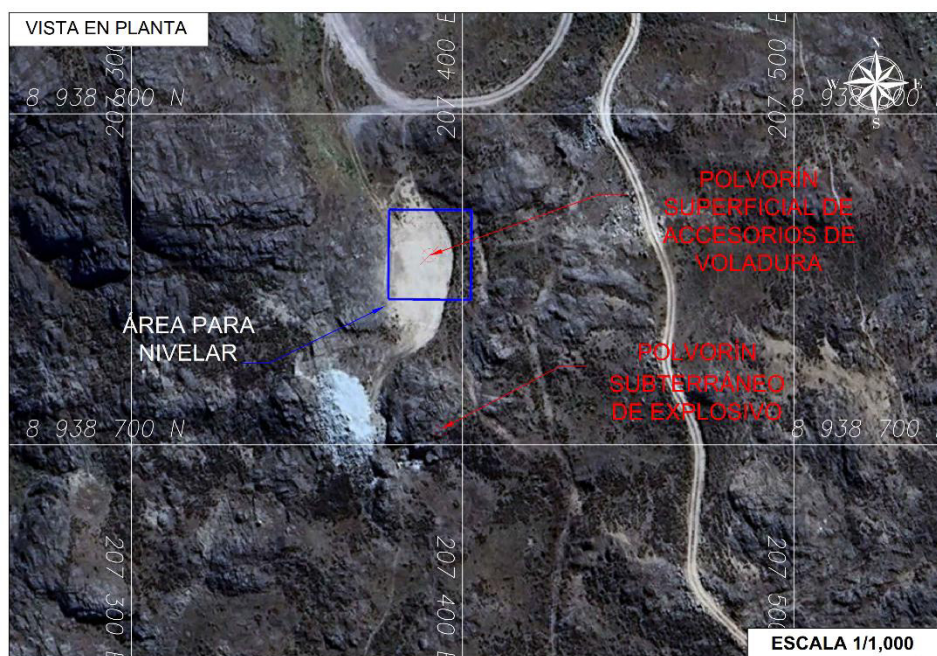


Figura 15: Área a nivelar y habilitar para construcción del polvorín de accesorios superficial

Las dimensiones para el polvorín superficial de accesorios de voladura consideradas para el diseño son las siguientes:

POLVORÍN DE ACCESORIOS DE VOLADURA (SUPERFICIAL)

- ANCHO : 4.00 m
- LARGO : 5.50 m
- ALTO : 3.00 m

Luego, siguiendo la metodología del proceso anterior, calculamos la cantidad de cajas a almacenar sobre pallets de madera, la distribución de estos determina la cantidad máxima a almacenar. Y la cantidad máxima a almacenar determina los kilogramos equivalentes en dinamita 60% y las distancias de seguridad.

A diferencia de un polvorín subterráneo, las distancias de seguridad, como se verá más adelante, varían respecto a lo que se va a evaluar (por ejemplo, un polvorín, instalaciones

administrativas, vías de tránsito público). Razón por la cual la ubicación debe cumplir con las distancias mínimas.

El material de construcción será de concreto. Las paredes serán de un espesor de 20 cm y el techo será de material de calamina ETERNIT®, la cual es una plancha ondulada de fibrocemento resistente y durable con un espesor de 4 mm. Se instalarán canaletas en el techo para el drenaje del agua en época de lluvias.

El polvorín estará construido sobre un piso o superficie de cemento pulido de 5.0 m x 7.0 m con un espesor de 0.10 m.

La construcción de una barricada influye en la distancia, debido a que su ausencia duplica la distancia de seguridad debido a que representaría un mayor riesgo. Como los demás componentes no se pueden trasladar, se decide por una barricada de tierra alrededor del polvorín.



Figura 16: Polvorín superficial barricado

De forma similar, en función a las dimensiones del polvorín se emplazan los pallets de madera recubiertos de pintura ignífuga donde se colocarán las cajas de los accesorios de voladura y cuya distribución determinará la cantidad máxima a almacenar y su equivalente en equivalente dinamita 60%, así como la distancia de seguridad. La normativa indica un espacio mínimo entre las paredes y el material a almacenar de 0.80 m. El diseño cumple los requisitos mínimos requeridos.

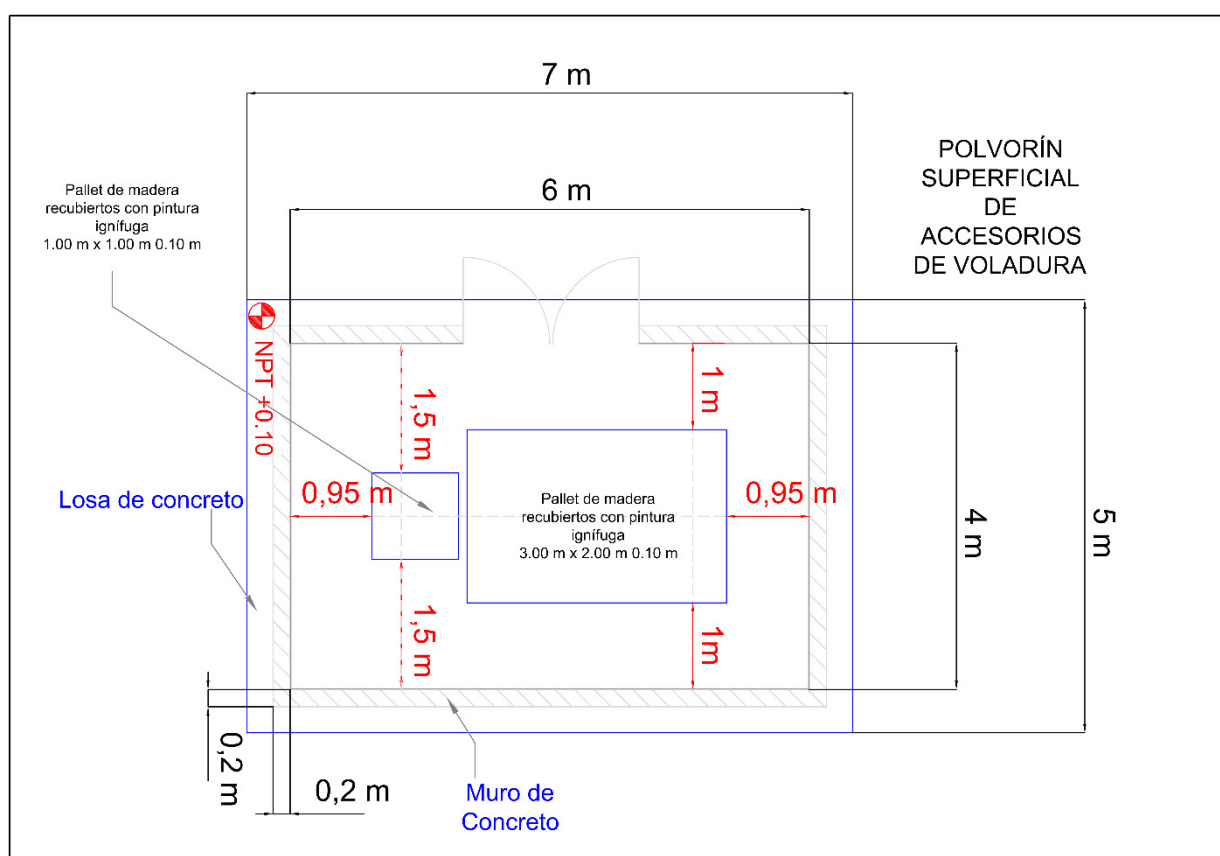


Figura 17: Distancias entre las paredes de la infraestructura y los accesorios de voladura a almacenar

El diseño del polvorín superficial y su barricada se presentan en el Anexo N°11 y 12.

Siguiendo el procedimiento del polvorín subterráneo y las excepciones y características particulares de los lineamientos de la directiva correspondiente, los materiales de madera, como lo son los pallets y los recubrimientos de madera que puedan existir en el interior del polvorín como paredes o pisos, deben contar tratamiento de pintura tipo ignífuga y el titular debe probar y corroborar mediante informes técnicos del área de seguridad, mantenimiento o jefatura adecuada, la aplicación correspondiente, con la característica de no exceder un año de antigüedad respecto a la última fecha de aplicación.

De forma genérica, las partes de material metálico de almacenes y polvorines de EMR deben tener protección contra la oxidación en forma de pintura tipo anticorrosiva. El titular debe probar y corroborar mediante informes técnicos del área correspondiente, la aplicación de dicha pintura o tratamiento, con la característica de no exceder un año de antigüedad respecto a la última fecha de aplicación.

Respecto a la iluminación, se propone la instalación de fuentes de luz frías con componentes de material incombustible. En ese mismo sentido, los pulsadores de encendido y



Figura 18: Interruptor a prueba de chispa / antiexplosión

apagado no deben generar algún tipo de chispa y estar ubicados en el exterior del polvorín, el cableado eléctrico debe estar entubado en material galvanizado, según indica la directiva.

De igual forma, se debe contar con los siguientes sistemas en las inmediaciones:

- Sistema de puesta a tierra, generalmente un pozo a tierra.
- Sistema de alarma del tipo sonora y luminosa, ubicada en el exterior del polvorín.
- Equipo de eliminación de electricidad estática.

Todos estos deben contar con al menos un mantenimiento anual con su registro correspondiente.

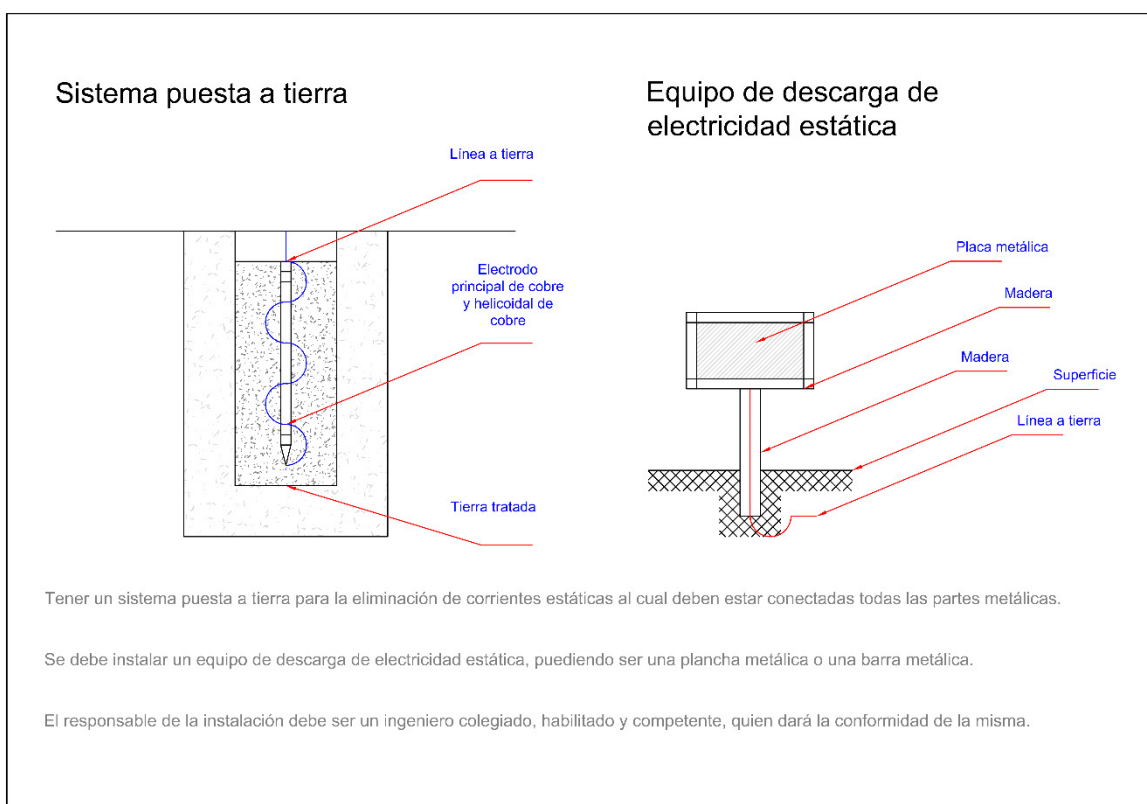


Figura 19: Sistema puesta a tierra y equipo de descargar de electricidad estática

En el caso de polvorines superficiales, si se requiere la instalación de un sistema de pararrayos. Si bien es considerado dentro del diseño presentado de forma inicial, los detalles a nivel de ingeniera deben ser presentados y aprobados por un profesional de ingeniería eléctrica.

El sistema de pararrayos propuesto se fundamenta en el principio de campo de protección tipo Franklin, que genera un cono de protección en función de la altura a la que se encuentre el captor sobre la torre.

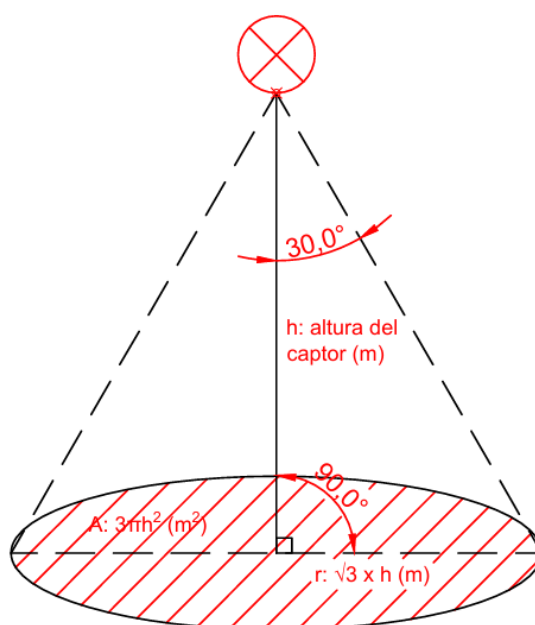


Figura 20: Campo de protección pararrayos tipo Franklin

En general, la persona responsable y encargada de dar la conformidad y debe ser un ingeniero que debe contar con colegiatura y la habilitación correspondiente.

Estos requerimientos están considerados dentro del diseño propuesto a la empresa y se encuentran en el ANEXO N°21. Cabe resaltar que un ingeniero eléctrico que cumpla con estar titulado, colegiado y habilitado debe realizar la revisión y dar su aprobación.

En base a las dimensiones de las cajas en las que se presentan los accesorios de voladura, se realizan los siguientes cálculos:

Presentación de los accesorios

Determinar las dimensiones de las cajas en la que los explosivos son comercializados para hallar el volumen, así como la cantidad de unidades y metros lineales por presentación para fulminantes y accesorios, respectivamente.

TABLA 12

Presentación del accesorio de voladura

DESCRIPCIÓN	ACCESORIO DE VOLADURA 1	ACCESORIO DE VOLADURA 2
Denominación genérica	Detonador de mecha o fulminante común N°08	Mecha de seguridad
Denominación comercial	FULMINANTE COMÚN N°08	MECHA DE SEGURIDAD BLANCA
Presentación	10,000.0 unidades/caja	1,000.0 m/caja
Peso Bruto (Kg)	16.80	24.80
Peso Neto (Kg)	14.40	24.10
Ancho (m)	0.320	0.371
Largo (m)	0.368	0.371
Altura (m)	0.219	0.310
Volumen (m ³)	0.026	0.043

Nota: Los datos son obtenidos de las fichas técnicas de los productos de la empresa FAMESA.

Volumen máximo de almacenamiento

Se disponen 2 tipos de pallets para los accesorios de voladura. El de mayor dimensión (2.0 m x 3.0 m x 0.10 m) para la mecha de seguridad por ser el de mayor cantidad a utilizar y el de menor dimensión (1.0 m x 1.0 m x 0.10 m) para el almacenamiento de fulminantes.

De forma similar al cálculo de los explosivos, los pallets tienen una distancia de 10 cm respecto al suelo, se tiene el área para almacenar y la altura de almacenamiento, variables para calcular el volumen máximo de almacenamiento.

La distribución en los pallets de las cajas de los accesorios de voladura se observa en el Anexo N°14.

TABLA 13

Dimensiones de los pallets de madera para explosivos

DESCRIPCIÓN	ACCESORIO DE VOLADURA 1	ACCESORIO DE VOLADURA 2
Ancho (m)	1.00	2.00
Largo (m)	1.00	3.00
Altura (m)	0.10	0.10
Área (m ²)	1.00	6.00
Cantidad (N°)	1.00	1.00
Área total (m ²)	1.00	6.00

Nota: Elaboración propia

TABLA 14

Volumen máximo de almacenamiento de explosivos en los pallets de madera

DESCRIPCIÓN	ACCESORIO DE VOLADURA 1	ACCESORIO DE VOLADURA 2
Altura mínima respecto al piso (m)	0.10	0.10
Altura máxima de almacenamiento (m)	1.80	1.80
Altura efectiva de almacenamiento (m)	1.70	1.70
Área de pallets (m ²)	1.00	6.00
Volumen máximo de almacenamiento (m ³)	1.70	10.20

Nota: Elaboración propia

Capacidad máxima de almacenamiento

Distribuyendo las cajas de forma adecuada, por filas y dividiendo la altura de las cajas con la altura de almacenamiento máxima efectiva, obtenemos lo siguiente:

Para las cajas de mecha de seguridad, en cada fila pueden almacenarse 54 cajas con 5 columnas como máximo. Conociendo que es 1 solo pallet, se multiplican cada uno de estos valores y el resultado se multiplica por la cantidad de metros lineales que contiene cada caja.

Para las cajas de fulminante común N°08, en cada fila pueden almacenarse 6 cajas con 7 columnas como máximo. Conociendo que es 1 solo pallet, se multiplican cada uno de estos valores y el resultado se multiplica por la cantidad de unidades que contiene cada caja.

TABLA 15

Capacidad máxima de almacenamiento de explosivos en los pallets

DESCRIPCIÓN	ACCESORIO DE VOLADURA	ACCESORIO DE VOLADURA
	1	2
Número máximo de cajas por nivel en función de la presentación del producto	6.00	54.00
Número máximo de cajas apiladas en columna en función de la presentación del producto	7.00	5.00
Número de pallets de madera	1.00	1.00
Total de cajas	42.00	270.00
Total	420,000.0 unidades	270,000.0 m

Nota: Elaboración propia

Equivalencia en dinamita 60% (EQUIVDIN60%)

La directiva nos indica que, para el cálculo de la distancia de seguridad, la cantidad de los distintos tipos de accesorios de voladura, expresada en sus respectivas unidades, metros lineales y unidades, debe de convertirse a su equivalente en kilogramos de dinamita 60% a través de un factor de conversión directa (división). Solo existe un factor para cada caso a diferencia que con los explosivos.

TABLA 16

Equivalencia referencial a dinamita 60% del explosivo

DESCRIPCIÓN	ACCESORIO DE VOLADURA 1	ACCESORIO DE VOLADURA 2
Tipo de equivalencia	Directa	Directa
Factor de conversión	1416	587
Cantidad (Kg EQUIVDIN60%)	296.61	459.97

Nota: Elaboración propia

La capacidad total del diseño se presenta en los resultados de la actividad.

3.4.3.7. Distancias de seguridad

La ubicación e instalación de los polvorines debe exceder, como mínimo, las distancias de seguridad obtenidas como resultado al utilizar las fórmulas que se presentan a continuación:

Distancia en polvorines superficiales

La distancia de seguridad (D) expresada en metros (m) está dada por la fórmula:

$$D = k \times \sqrt[3]{W}$$

Donde:

W: Cantidad expresada en Kg de dinamita 60%, guiado del anexo N°01 de la directiva.

K: Coeficiente de seguridad según la tabla N°01 de la directiva

En función a la directiva vigente, los valores obtenidos se miden iniciando en las instalaciones respectivas hasta el punto de mayor proximidad del polvorín a lo largo de una línea recta sin tener en cuenta los parapetos o barricadas.

El valor de W para nuestro diseño es 756.58 Kg EQUIVDIN60%.

TABLA 17

Tabla de valores de K para distancias de seguridad de polvorines superficiales

INSTALACIONES	K
Polvorín Barricado	0.80
Polvorín barricado a local de riesgo	1.25
Polvorín barricado a instalación administrativa	3
Polvorín barricado a vías de tránsito público	6
Polvorín barricado a líneas férreas	12
Polvorín barricado a edificio habitado	15
Polvorín barricado a agentes externos de riesgo	16

Nota: Tabla N°01 de la directiva PM01.02/GEPP/DIR/40.01 – RS N°453-2021-SUCAMEC

Aplicando la fórmula respectiva se obtiene lo siguiente:

TABLA 18

Distancia de seguridad polvorín superficial de accesorios de voladura

INSTALACIONES	K	DISTANCIA CON BARRICADA (m)	DISTANCIA SIN BARRICADA (m)
Polvorín Barricado	0.80	7.29	14.58
Polvorín barricado a local de riesgo	1.25	11.39	22.78
Polvorín barricado a instalación administrativa	3	27.34	54.67
Polvorín barricado a vías de tránsito público	6	54.67	109.34
Polvorín barricado a líneas férreas	12	109.34	218.69
Polvorín barricado a edificio habitado	15	136.68	273.36
Polvorín barricado a agentes externos de riesgo	16	145.79	291.59

Nota: Elaboración propia

En el lugar, se verifica la no existencia de algún tipo de vía de tránsito público, línea férrea o agentes externos de riesgo. Además, se comprueba la viabilidad respecto al resto de instalaciones.

Se diseña considerando una barricada para reducir las distancias de seguridad.

Distancia de seguridad en polvorines subterráneos

La distancia de seguridad entre polvorines esta definida como la longitud de menor valor obtenida entre los hastiales no artificiales de un par de polvorines cercanos, cualquier estructura intermedia entre ambos no es tomada en cuenta. La distancia se expresa en metros y se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$$D = k \times \sqrt[3]{W}$$

Donde

W: Cantidad expresada en Kg de dinamita 60%, guiado del anexo N°01 de la directiva.

K: 1.5

El valor de W para nuestro diseño es 11,978.40 Kg EQUIVDIN60%.

Aplicando la fórmula respectiva se obtiene lo siguiente:

TABLA 19

Distancia de seguridad polvorín subterráneo de explosivos

DESCRIPCIÓN	DATOS
W (Kg EQUIVDIN60%)	11,978.40
K	1.50
D (m)	34.32

Nota: Elaboración propia

En el lugar, se comprueba la viabilidad respecto al resto de labores e instalaciones.

El plano de las distancias de seguridad para los polvorines, tanto de explosivos como de accesorios de voladura, se presentan en el Anexo N°15.

3.4.4. Resultados de la actividad

Se cumple con el objetivo general de diseñar los polvorines de explosivos y accesorios con capacidad para la operación en la mina subterránea Carmelita.

Se cumplen con los objetivos específicos:

Se determina la cantidad de explosivos y materiales relacionados necesarios a almacenar en el polvorín de explosivos subterráneo y el polvorín de accesorios superficial con capacidad para la operación semestral en la mina subterránea en la mina subterránea Carmelita.

Las cantidades de EMR proyectadas de las operaciones representan un consumo anual de:

EMULSION	: 15,670.0	Kilogramos	(627 cajas)
FULMINANTE	: 32,155.0	unidades	(4 cajas)
MECHA DE SEGURIDAD	: 72,544.5	metros	(73 cajas)

Por lo tanto, la cantidad de EMR proyectadas de las operaciones representan un **consumo semestral** aproximado de:

EMULSION	: 7,835.0	Kilogramos	(314 cajas)
FULMINANTE	: 16,077.5	unidades	(2 cajas)
MECHA DE SEGURIDAD	: 36,272.25	metros	(37 cajas)

Las capacidades máximas (máxima cantidad de explosivos y accesorios que podemos almacenar dentro de las limitaciones físicas y legales) de los polvorines para explosivos y accesorios son:

EMULSION	: 16,800.0	kilogramos	(672 cajas)
FULMINANTE	: 420,000.0	unidades	(42 cajas)
MECHA DE SEGURIDAD	: 270,000.0	metros	(270 cajas)

El diseño propuesto cubre las necesidades de operación en base al consumo semestral solicitado y permite cumplir con el principio de expansión.

Estas cantidades, expresadas en su equivalencia a dinamita 60% respectivas son las siguientes:

EXPLOSIVOS

Emulsión encartuchada : **11,978.40 Kg EQUIVDIN60%**

ACCESORIOS DE VOLADURA

Fulminante común N°08 : 296.61 Kg EQUIVDIN60%

Mecha de seguridad : 459.97 Kg EQUIVDIN60%

Total : **756.58 Kg EQUIVDIN60%**

En base a estos valores se determinan las distancias de seguridad para los polvorines.

Se determina las **dimensiones del polvorín de explosivos subterráneo y el polvorín de accesorios superficial** con capacidad para una operación semestral en la mina subterránea en la mina subterránea Carmelita.

POLVORÍN DE EXPLOSIVOS (SUBTERRÁNEO)

ANCHO : 5.92 m

LARGO : 7.33 m

ALTO : 2.75 m

POLVORÍN DE ACCESORIOS (SUPERFICIAL)

ANCHO : 4.00 m

LARGO : 6.00 m

ALTO : 3.00 m

Se determinan las distancias de seguridad del polvorín de explosivos subterráneos y el polvorín de accesorios superficial con capacidad para una operación semestral en la mina subterránea en la mina subterránea Carmelita.

Distancia de seguridad de polvorín subterráneo:

Polvorín subterráneo : 34.32 m

Distancias de seguridad de polvorín barricado de accesorios:

A polvorín : 7.29 m

A local de riesgo : 11.39 m

A instalación administrativa : 27.34 m

A vías de tránsito público : 54.67 m

A líneas férreas : 109.34 m

A edificio habitado : 136.68 m

A agentes externos de riesgo: 145.79 m

Se determina la ubicación óptima del polvorín de explosivos subterráneo y el polvorín de accesorios superficial con capacidad para una operación semestral en la mina subterránea en la mina subterránea Carmelita.

Coordenadas de Polvorín de Explosivos:

Este : 207,393.5420

Norte : 8,938,704.7119

Altitud: 4,448.1237

Coordenadas de Polvorín de accesorios:

Este : 207,389.9516

Norte : 8,938,757.1716

Altitud: 4,451.0000

Los diseños presentados a la empresa fueron aprobados e implementados dentro del cronograma de trabajos de la empresa con posibles modificaciones menores de acuerdo a los requerimientos y condiciones en campo.

Existe un excedente en el área de almacenamiento para ambos polvorines, que permite almacenar más cantidad de la necesaria para realizar las actividades en el periodo de 6 meses o un semestre mínimo que requiere la empresa.

La capacidad máxima de almacenamiento representa todo el material que podría almacenarse de ser necesario, enfocado en el cálculo de las distancias de seguridad, mas no significa que se vaya a comprar o almacenar toda el área con explosivos y/o materiales relacionados. El diseño puede almacenar suficiente explosivo para un año completo de

operación, pero solo se programa la compra de explosivos y accesorios de voladura de forma semestral.

La empresa está conforme con el diseño porque permite almacenar insumos para el tiempo de operación requerido (semestral) y provee espacio extra para el momento en que sus operaciones aumenten las toneladas producidas o se realicen mayor cantidad de metros de avance a mediano y largo plazo.

Se presenta en la sección de anexos los cronogramas de trabajo o diagramas de Gantt para la construcción e implementación del polvorín subterráneo de explosivos y el polvorín superficial de accesorios de voladura en el anexo N°23 y anexo N°24, respectivamente; para tomar los tiempos proyectados a modo de consideración inicial.

IV. CONCLUSIONES

4.1. Justificación

La justificación del presente trabajo de suficiencia profesional radica en saber cómo realizar el diseño de un polvorín de EMR en empresas mineras de pequeños productores mineros que buscan o están en el proceso de formalización; presentando consideraciones para sus dimensiones, el cálculo de la cantidad máxima de almacenamiento, la ubicación optima en base a los lineamientos de la normativa, esto en función a la importancia de realizar una infraestructura que no solo almacene los insumos, sino que permita una operación continua y la expansión de las operaciones a futuro, como lo es en la mayoría de las operaciones mineras, reduciendo los costos y el tiempo involucrados en aumentar la capacidad de las labores y/o contenedores de los polvorines.

De igual forma, puede ser propuesto como un diseño o modelo referencial para operaciones con una producción similar de ser considerado adecuado.

El presente trabajo no pretende ser la guía definitiva para el diseño de polvorines de EMR en minería, pero es un documento que puede ser utilizado en futuros proyectos en distintos lugares, como también con fines académicos.

4.2. Metodología aplicada

La metodología aplicada en general en este trabajo es cuantitativa y descriptiva porque se evalúan los parámetros de operación y los objetivos de los programas de avance y producción y, variables principales en la cuantificación de los explosivos y materiales relacionados a utilizarse y que son, a su vez, la variable para el diseño presentado de los

polvorines y su ubicación en el terreno. También es prospectiva porque el diseño propuesto será aplicado en el futuro en función del capital de la empresa.

4.3. Descripción de la implementación

El trabajo de suficiencia profesional presenta los parámetros y diseños, operativos y legales, para ser implementados en el proyecto minero Carmelita en la construcción de polvorines de explosivos y accesorios de voladura.

V. RECOMENDACIONES

Realizar los trabajos de desquinche del polvorín subterráneo en conjunto con el área de topografía para asegurar la perforación y voladura adecuada en cada uno de los puntos para evitar trabajos extras de rehabilitación o la no concordancia de las dimensiones requeridas.

Realizar los trabajos de sostenimiento siguiendo las recomendaciones del área de geología en base a la evaluación geomecánica del macizo rocoso de la labor. El plano resultado de la evaluación geomecánica se presenta en el Anexo N°16.

Fabricar los pallets de madera siguiendo las dimensiones especificadas, trabajando con un carpintero o empresa especializada para asegurar las medidas solicitadas y de su recubrimiento con pintura ignífuga.

Acreditar y sustentar toda aplicación de pintura ignífuga y/o pintura anticorrosiva mediante un documento de aplicación de vigencia no mayor a un año de antigüedad.

Aprobar los trabajos de instalación de pararrayos e instalaciones eléctricas (iluminación, planchas o barras antiestáticas, etc.) con un ingeniero titulado y colegiado de la rama de ingeniería eléctrica cuya firma debe de figurar en los planos e informes técnicos de instalación.

Proceder con toda instalación eléctrica de cualquier tipo realizada en un polvorín, trabajando en conjunto con un ingeniero eléctrico que cuente con colegiatura y la habilitación correspondiente, quien deberá dar conformidad de esta. El mantenimiento debe ser anual.

Construir para el polvorín superficial de accesorios, una barricada que puede ser de tierra recubierta con lechada de cemento, un ancho de 1.00 m como mínimo y una altura mínima de 3.80 m. Debe de ubicarse de 1.0 a 10.0 m de la pared del polvorín. Caso contrario, las distancias de seguridad respecto a instalaciones y edificios habitados supera el mínimo

necesario. De igual manera, se solicita revisar la ubicación de futuros componentes para identificar si se encuentran fuera de la distancia de seguridad de los polvorines. La revisión y aprobación debería ser realizada por un ingeniero de seguridad.

Construir para el polvorín superficial, un cerco perimétrico, a 10.0 metros como mínimo, de malla galvanizada con un alto mínimo de 2.0 metros y coronada con alambres de púas en tres hileras separados cada 20 cm.

Construir para los polvorines, una caseta de seguridad y contratar personal registrado que realice la vigilancia. Dicha caseta debe ubicarse en un lugar en el que pueda tener visión de ambos polvorines.

Considerar a mediano plazo, el uso de Anfo para la carga de columna explosiva en los taladros para reducir el costo de explosivos, siempre y cuando exista una adecuada ventilación en las labores.

Considerar la presentación del mapa de riesgos del polvorín de explosivos, mapa de riesgos del polvorín de accesorios de voladura, plano de alarma, instalaciones eléctricas del polvorín de explosivos, instalaciones eléctricas del polvorín de accesorios de voladura y diseño de poza a tierra en forma de diseño inicial en los Anexo N°17, N°18, N°19, N°20, N°21 y N°22, respectivamente, durante la ejecución del proyecto.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Chicche Peralta, I. (2019). Tesis: Evaluación de culminación del PIP reubicación de polvorines de la zona urbana – Ejército del Perú Zona Sur Puno y Cusco. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Cusco – Perú.

Famesa Explosivos S.A.C. (2025). Ficha técnica de explosivos y accesorios de voladura. Obtenido de <https://www.famesaexplosivos.com/>

Importing Shitsuke S.A.C. (2025). Estándares de mallas de perforación y voladura - Proyecto Mina Carmelita.

Importing Shitsuke S.A.C. (2025). Plan de avances y producción en mina subterránea convencional - Proyecto Mina Carmelita.

Lino, E. y Vergaray, D. (2021). Tesis: Evaluación geomecánica del macizo rocoso para determinar el sostenimiento de un polvorín en el nivel magna de la Unidad Minera Ebenezer. Universidad Continental. Huancayo – Perú.

López Jimeno, C., López Jimeno, E. y García, P. (2018). Manual de Perforación y Voladura de Rocas.

Mamani Flores, J. (2017). Tesis: Diseño del sistema de polvorín e implementación de manejo integral del explosivo y accesorios en la mina Inversiones Gartés S.A.C. Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú.

Mena Ayala, A. (2018). Curso: Minado subterráneo 2.

SUCAMEC (2021). Directiva Código PM01.02/GEPP/DIR/40.04: Directiva que regula las condiciones, características y medidas de seguridad de las instalaciones de almacenamiento de explosivos y materiales relacionados. Aprobado por resolución RS N°453-2021-SUCAMEC.

Yuca Carbajal, A. (2015). Tesis: Procedimientos para la legalización en el manejo de explosivos de pequeñas empresas mineras en la región Puno. Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú.

VII. ANEXOS

Anexo N°01: Diseño de malla de voladura Labor 2.1 x 2.1 – Horizontal

Anexo N°02: Diseño de malla de voladura labor 1.5 x 1.8 – Horizontal

Anexo N°03: Diseño de malla de voladura labor 1.2 x 1.2 – Vertical

Anexo N°04: Diseño de malla de voladura producción – tajeo 15.0 x 0.7

Anexo N°05: Programa de avances y producción – Proyecto Carmelita

Anexo N°06: Consumo de explosivos y accesorios – Proyecto Carmelita

Anexo N°07: Tabla de equivalente dinamita 60% - SUCAMEC

Anexo N°08: Polvorín de explosivos subterráneo – medidas

Anexo N°09: Cámara de expansión de gases – medidas

Anexo N°10: Polvorín de explosivos – diseño de puerta de ingreso

Anexo N°11: Distribución de explosivos en pallets

Anexo N°12: Diseño de Polvorín superficial de accesorios de voladura

Anexo N°13: Diseño de barricada de polvorín superficial

Anexo N°14: Distribución de accesorios de voladura en pallets

Anexo N°15: Distancias de seguridad (D)

Anexo N°16: Diseño de sostenimiento – polvorín subterráneo

Anexo N°17: Polvorín de explosivos – mapa de riesgos

Anexo N°18: Polvorín de accesorios – mapa de riesgos

Anexo N°19: Plano de alarma luminosa sonora

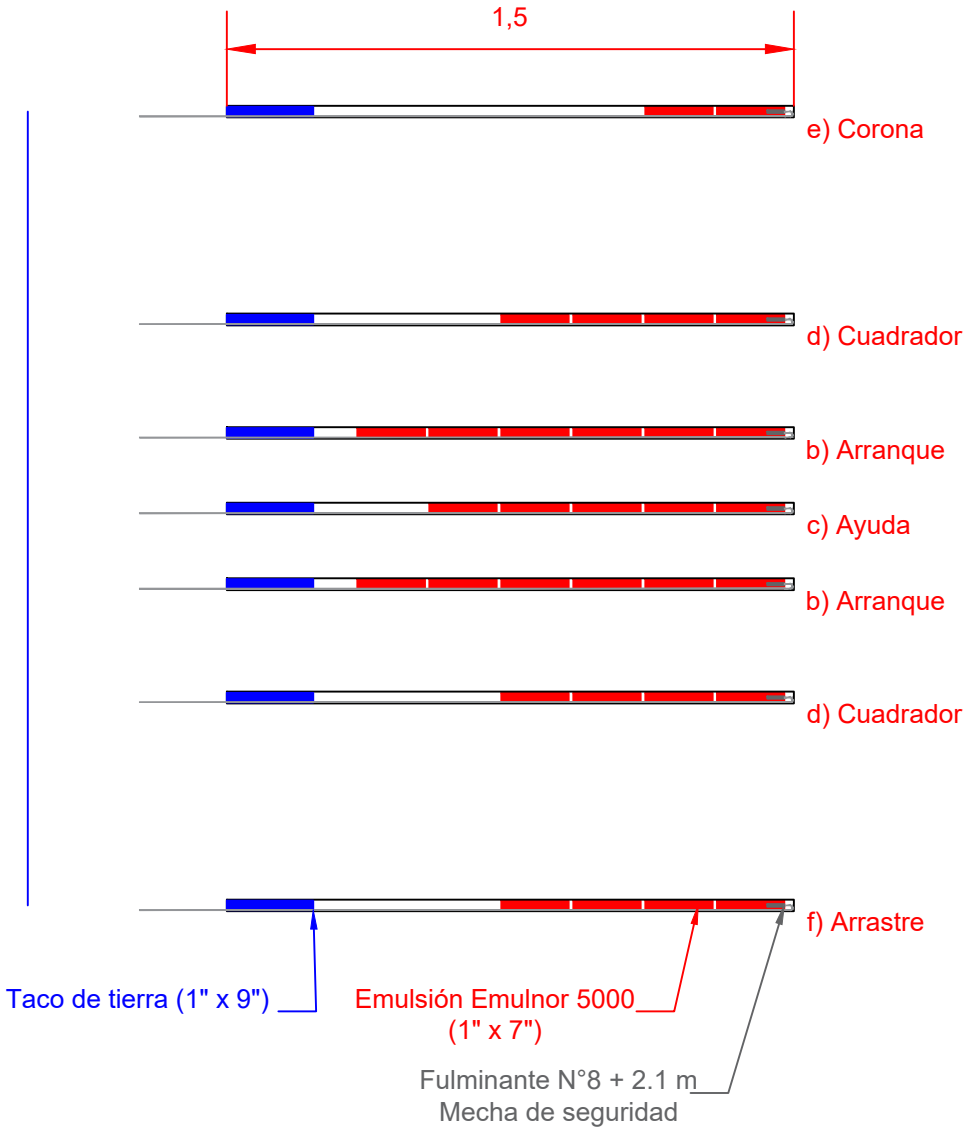
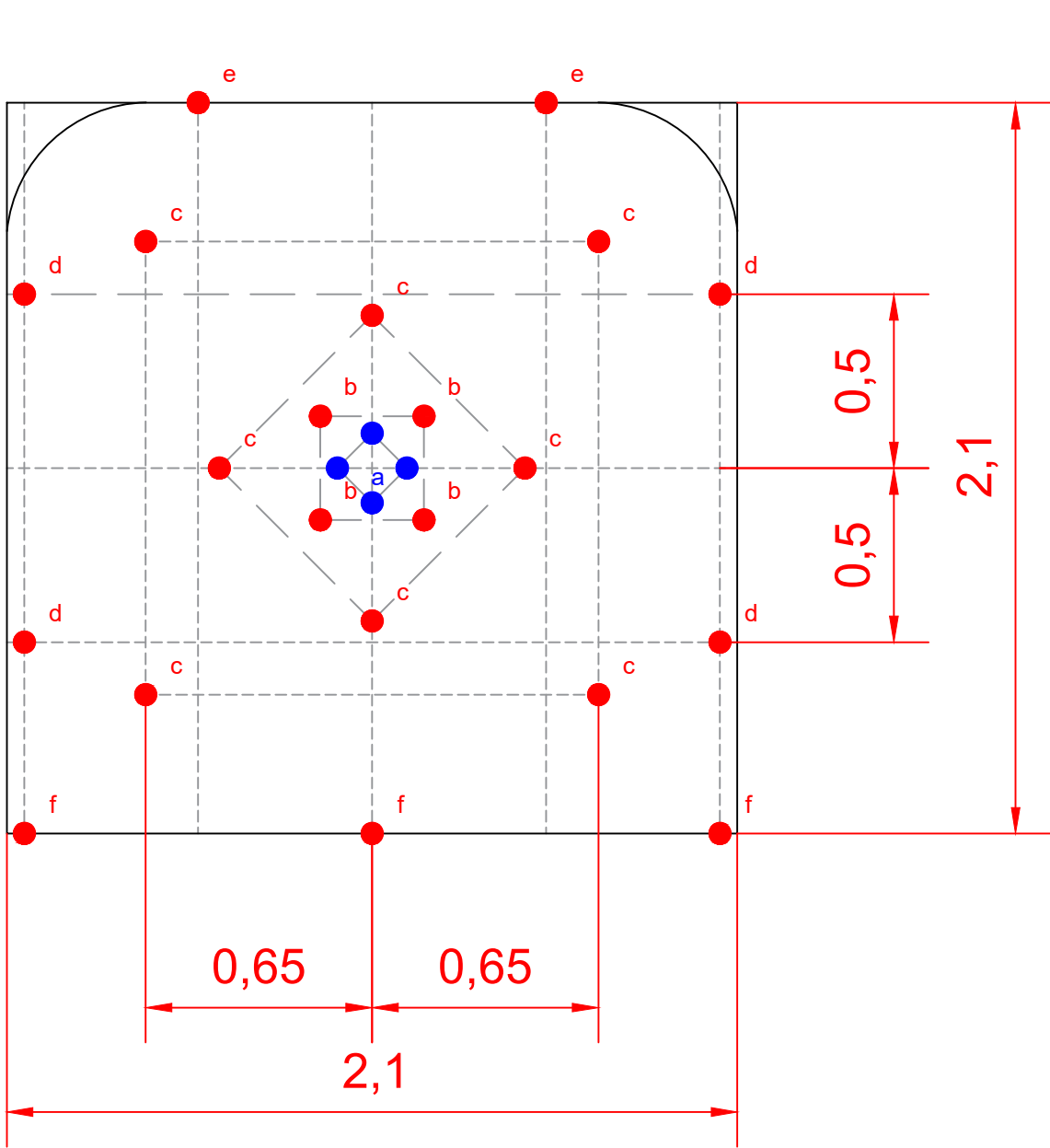
Anexo N°20: Polvorín de explosivos – Instalaciones eléctricas

Anexo N°21: Polvorín de accesorios de voladura – Instalaciones eléctricas

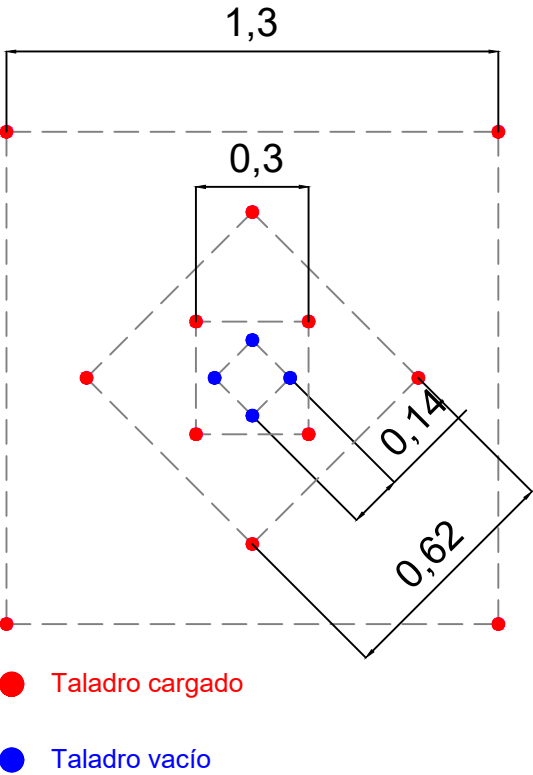
Anexo N°22: Diseño de pozo de puesta a tierra

Anexo N°23: Diagrama de Gantt – Polvorín subterráneo de explosivos

Anexo N°24: Diagrama de Gantt – Polvorín superficial de accesorios de voladura



ARRANQUE



PARÁMETROS		
CALIDAD DE ROCA (RMR)	REGULAR (41-50)	
ANCHO	2.1	m
ALTO	2.1	m
FACTOR POR CURVATURA	97.0	%
LONGITUD DE PERFORACIÓN	1.50	m
DENSIDAD (Desmonte)	2.50	t/m ³
SECCIÓN	4.28	m ²
FACTOR DE ESPONJAMIENTO	30.00	%

INDICADORES DE VOLADURA		
EFICIENCIA AVANCE	90.00	%
AVANCE EFECTIVO	1.40	m
VOLUMEN	5.99	m ³
VOLUMEN ESPONJADO	7.79	m ³
TONELAJE	14.98	t
FACTOR DE CARGA LINEAL	6.97	Kg/m
FACTOR DE CARGA	1.63	Kg/m ³
FACTOR DE POTENCIA	0.65	Kg/t

DISTRIBUCIÓN DE CARGA							
N° TALADROS PERFORADOS	25	DISTRIBUCIÓN DE EXPLOSIVOS, AGENTES Y ACCESORIOS			TOTAL		
N° TALADROS DISPARADOS	21	EMULNOR 5000 1" x 7"	FULMINANTE N°8	MECHA DE SEGURIDAD O BLANCA	EMULNOR 5000 1" x 7"	FULMINANTE N°8	MECHA DE SEGURIDAD O BLANCA
N° TALADROS		Unidades	Unidades	metros	Kg	Unidades	metros
a) ALIVIOS	4	0	0	0.00	0.00	0	0.00
b) ARRANQUES	4	6	1	2.10	2.44	4	8.40
c) AYUDAS	8	5	1	2.10	4.07	8	16.80
d) CUADRADORES	4	4	1	2.10	1.63	4	8.40
e) CORONA	2	2	1	2.10	0.41	2	4.20
f) ARRASTRE	3	4	1	2.10	1.22	3	6.30
TOTAL	25				9.76	21	44.10

RESUMEN	CANTIDAD	UNIDADES
EMULSIÓN	96.0	Unidades
FULMINANTE	21.00	Unidades
MECHA BLANCA	44.10	metros

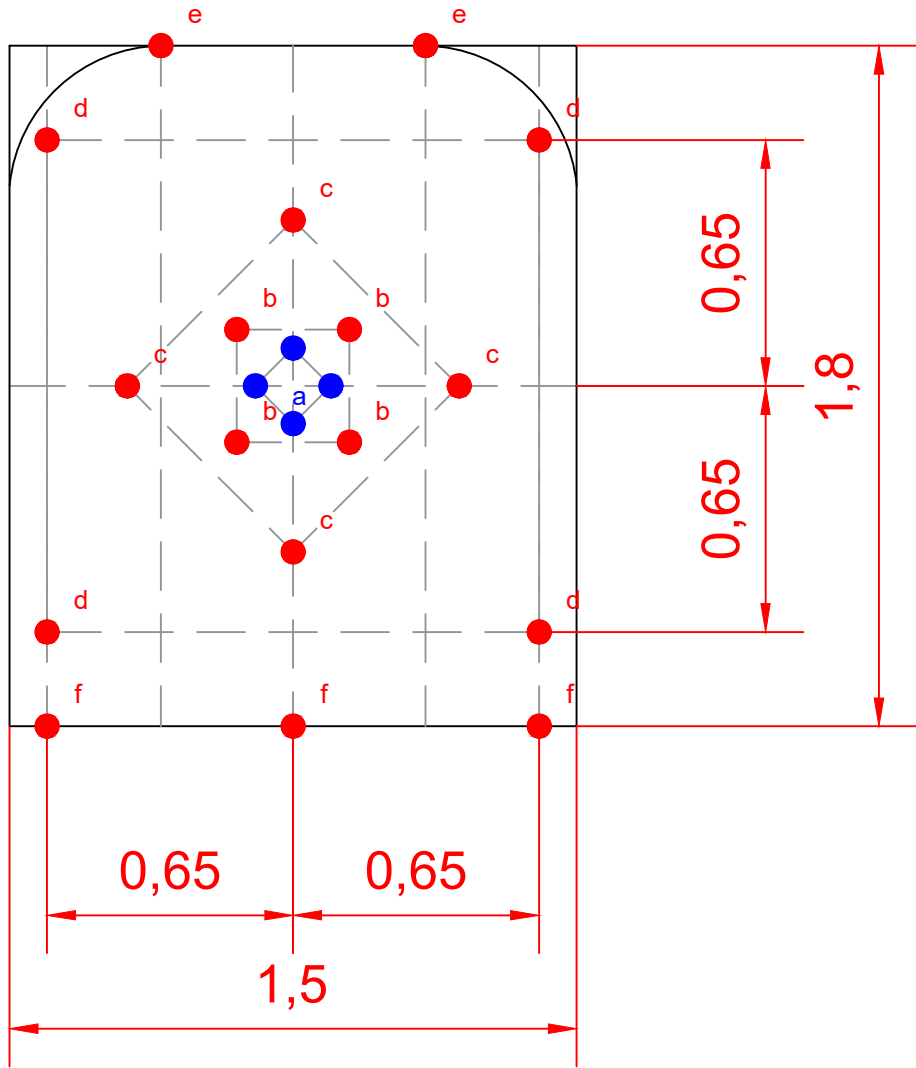
Cartucho de Emulsión EMULNOR 5000 1" x 7"		
Masa	0.102	kg/unidad

N° taladros = $10 \sqrt{A \times B}$		
ALTO (A)	2.1	m
ANCHO (B)	2.1	m
N° TALADROS	21	taladros



JEF. MINA: D.F.S.
INGENERIA: A.B.M.
GEOLOGIA: L.V.G.
APROBADO: J.G.M.
PLANEAMIENTO: A.B.M.
DIBUJO: A.B.M

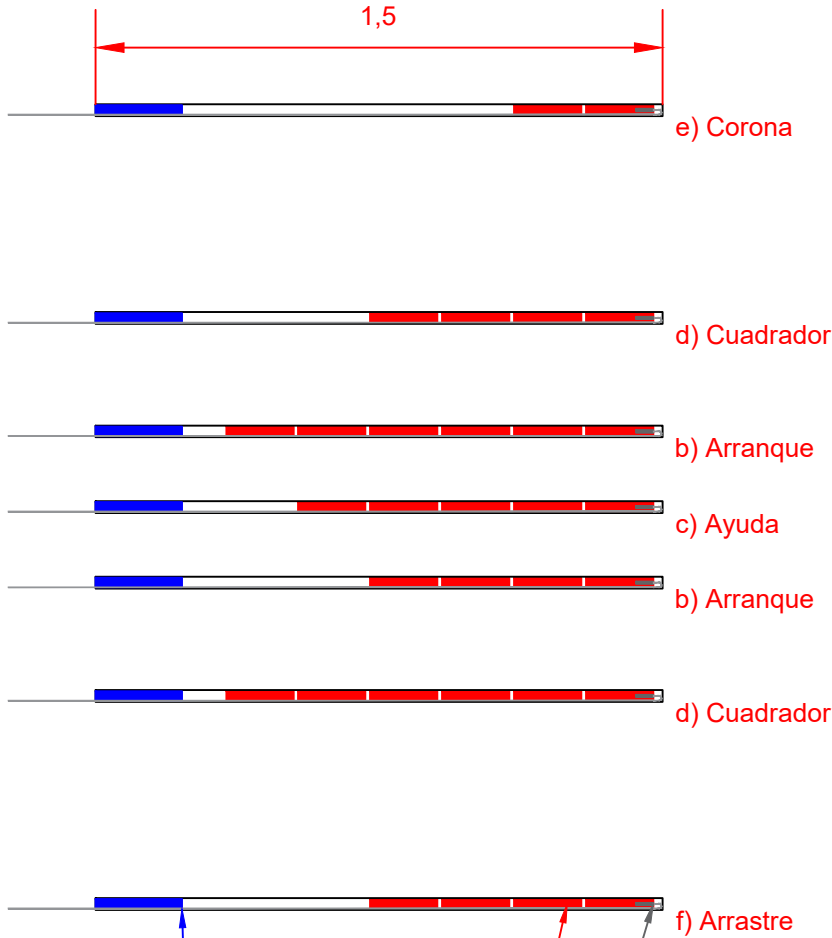
IMPORTING SHITSUKE SAC		
DISEÑO DE MALLA DE VOLADURA LABOR 2.1 X 2.1 - HORIZONTAL		UTM - WGS 84 ANEXO N°01
ESCALA: 1/20 FECHA: MAYO 2025		HOJA A3 - H



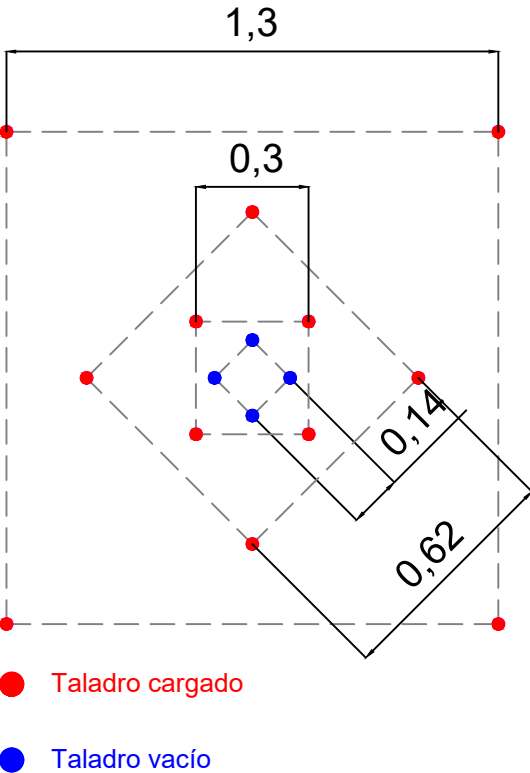
Taco de tierra (1" x 9")

Emulsión Emulnor 5000
(1" x 7")

Fulminante N°8 + 2.1 m
Mecha de seguridad



ARRANQUE



PARÁMETROS		
CALIDAD DE ROCA (RMR)	REGULAR (41-50)	
ANCHO	2.1	m
ALTO	2.1	m
FACTOR POR CURVATURA	97.0	%
LONGITUD DE PERFORACIÓN	1.50	m
DENSIDAD (Desmonte)	2.50	t/m³
SECCIÓN	4.28	m²
FACTOR DE ESPONJAMIENTO	30.00	%

INDICADORES DE VOLADURA		
EFICIENCIA AVANCE	90.00	%
AVANCE EFECTIVO	1.40	m
VOLUMEN	3.67	m³
VOLUMEN ESPONJADO	4.77	m³
TONELAJE	9.17	t
FACTOR DE CARGA LINEAL	5.52	Kg/m
FACTOR DE CARGA	2.11	Kg/m³
FACTOR DE POTENCIA	0.84	Kg/t

DISTRIBUCIÓN DE CARGA							
N° TALADROS PERFORADOS	21	DISTRIBUCIÓN DE EXPLOSIVOS, AGENTES Y ACCESORIOS			TOTAL		
N° TALADROS DISPARADOS	17	EMULNOR 5000 1" x 7"	FULMINANTE N°8	MECHA DE SEGURIDAD O BLANCA	EMULNOR 5000 1" x 7"	FULMINANTE N°8	MECHA DE SEGURIDAD O BLANCA
N° TALADROS		Unidades	Unidades	metros	Kg	Unidades	metros
a) ALIVIOS	4	0	0	0.00	0.00	0	0.00
b) ARRANQUES	4	6	1	2.10	2.44	4	8.40
c) AYUDAS	4	5	1	2.10	2.03	4	8.40
d) CUADRADORES	4	4	1	2.10	1.63	4	8.40
e) CORONA	2	2	1	2.10	0.41	2	4.20
f) ARRASTRE	3	4	1	2.10	1.22	3	6.30
TOTAL	21				7.72	17	35.70

RESUMEN	CANTIDAD	UNIDADES
EMULSIÓN	76.0	Unidades
FULMINANTE	17.00	Unidades
MECHA BLANCA	35.70	metros

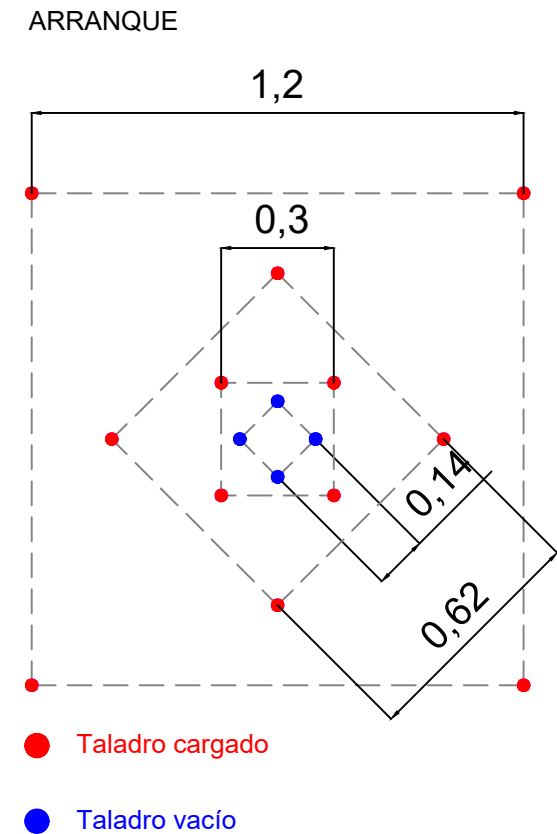
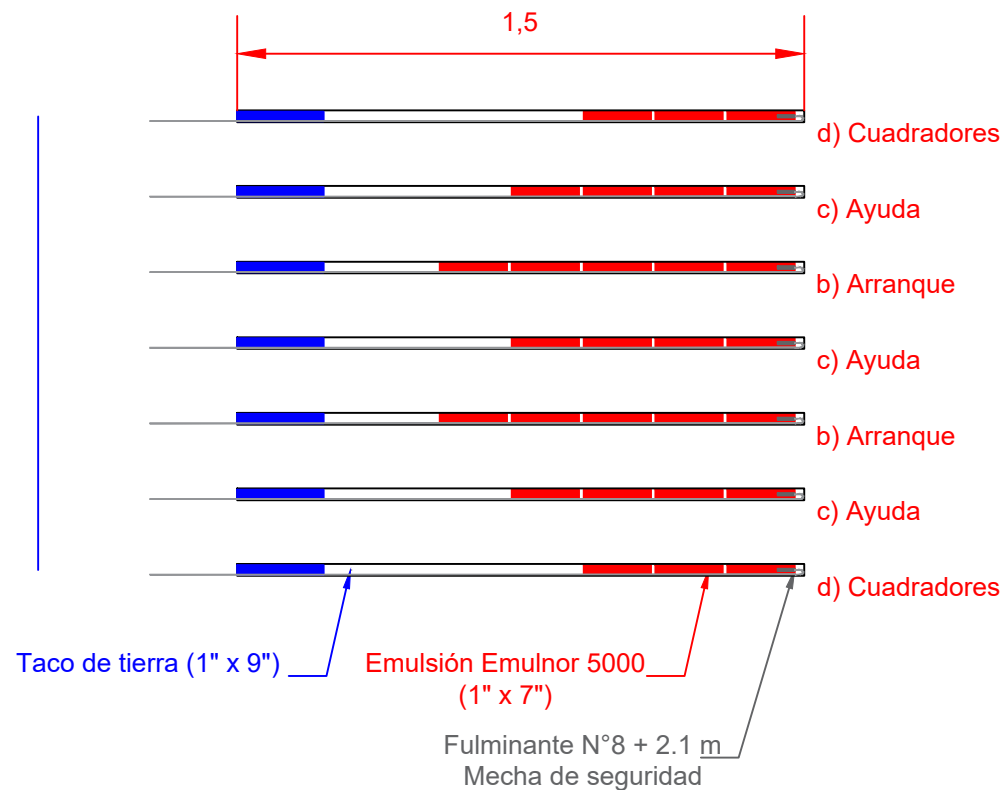
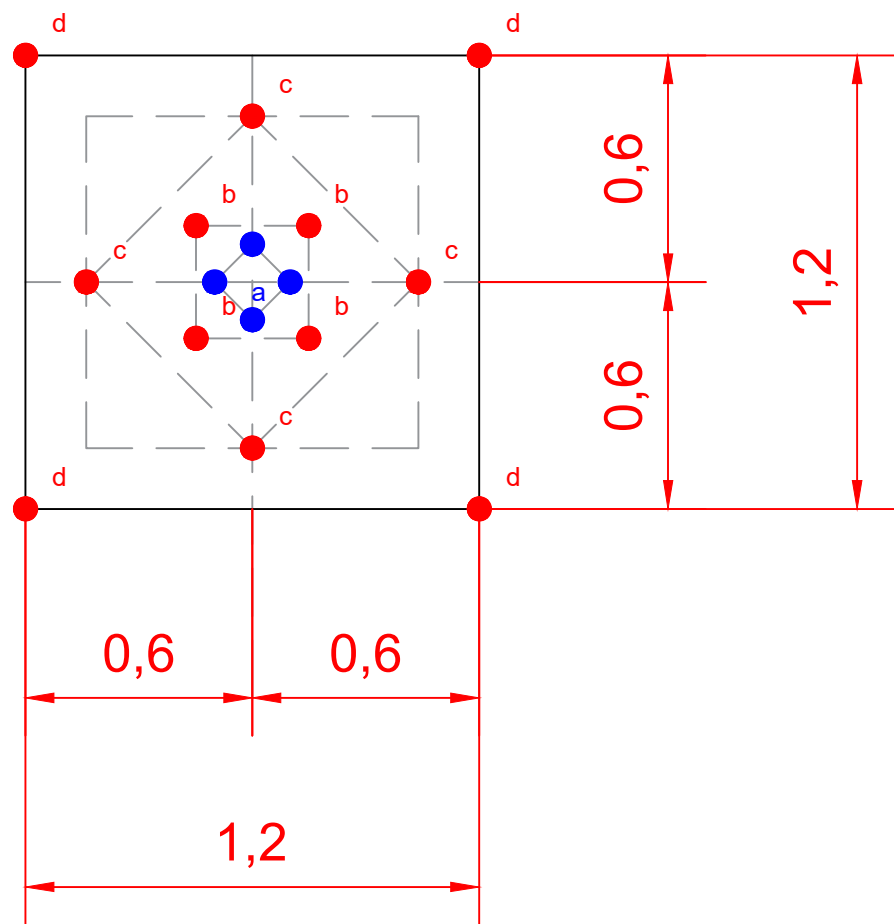
Cartucho de Emulsión EMULNOR 5000 1" x 7"		
Masa	0.102	kg/unidad

N° taladros = $10 \sqrt{A \times B}$		
ALTO (A)	1.5	m
ANCHO (B)	1.8	m
N° TALADROS	17	taladros



JEF. MINA: D.F.S.
INGENERIA: A.B.M.
GEOLOGIA: L.V.G.
APROBADO: J.G.M.
PLANEAMIENTO: A.B.M.
DIBUJO: A.B.M

IMPORTING SHITSUKE SAC		
DISEÑO DE MALLA DE VOLADURA LABOR 1.5 X 1.8 - HORIZONTAL		UTM - WGS 84 ANEXO N°02
ESCALA: 1/20	FECHA: MAYO 2025	HOJA A3 - H



PARÁMETROS		
CAIDAD DE ROCA (RMR)	REGULAR (41-50)	
ANCHO	1.2	m
ALTO	1.2	m
FACTOR POR CURVATURA	100.0	%
LONGITUD DE PERFORACIÓN	1.50	m
DENSIDAD (Desmonte)	2.50	t/m ³
SECCIÓN	1.44	m ²
FACTOR DE ESPONJAMIENTO	30.00	%

INDICADORES DE VOLADURA		
EFICIENCIA AVANCE	90.00	%
AVANCE EFECTIVO	1.40	m
VOLUMEN	2.02	m ³
VOLUMEN ESPONJADO	2.62	m ³
TONELAJE	5.04	t
FACTOR DE CARGA LINEAL	3.48	Kg/m
FACTOR DE CARGA	2.42	Kg/m ³
FACTOR DE POTENCIA	0.97	Kg/t

DISTRIBUCIÓN DE CARGA							
N° TALADROS PERFORADOS	16	DISTRIBUCIÓN DE EXPLOSIVOS, AGENTES Y ACCESORIOS			TOTAL		
N° TALADROS DISPARADOS	12	EMULNOR 5000 1" x 7"	FULMINANTE N°8	MECHA DE SEGURIDAD O BLANCA	EMULNOR 5000 1" x 7"	FULMINANTE N°8	MECHA DE SEGURIDAD O BLANCA
N° TALADROS		Unidades	Unidades	metros	Kg	Unidades	metros
a) ALIVIOS	4	0	0	0.00	0.00	0	0.00
b) ARRANQUES	4	5	1	2.10	2.03	4	8.40
c) AYUDAS	4	4	1	2.10	1.63	4	8.40
d) CUADRADORES	4	3	1	2.10	1.22	4	8.40
TOTAL	16				4.88	12	25.20

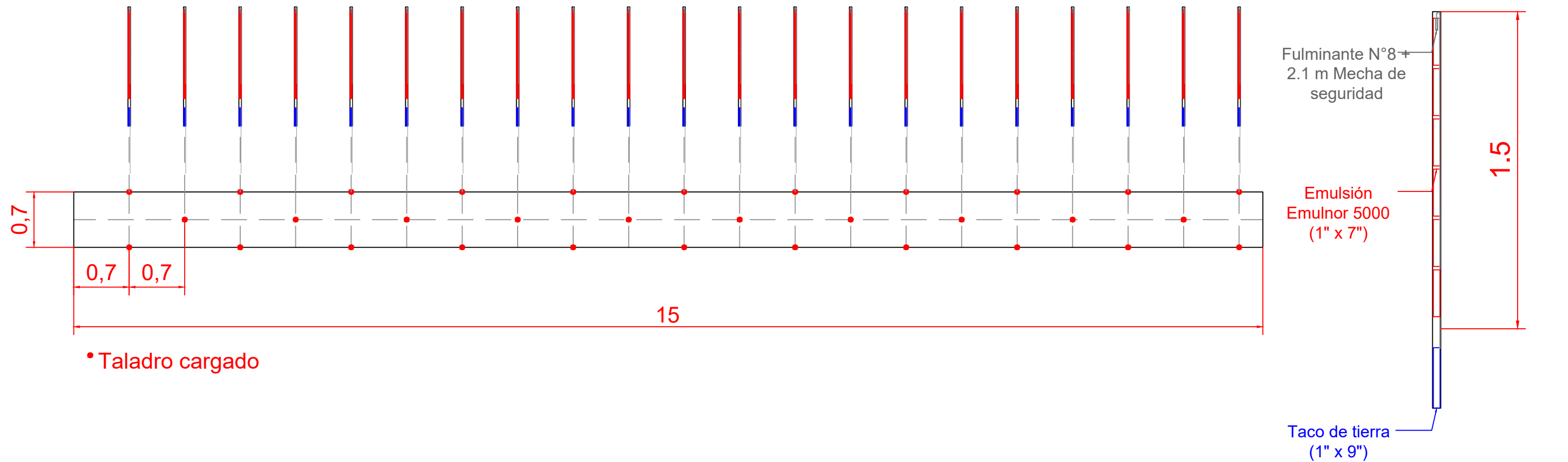
RESUMEN	CANTIDAD	UNIDADES
EMULSIÓN	48.0	Unidades
FULMINANTE	12.00	Unidades
MECHA BLANCA	25.20	metros

Cartucho de Emulsión EMULNOR 5000 1" x 7"		
Masa	0.102	kg/unidad

N° taladros = $10 \sqrt{A \times B}$		
ALTO (A)	1.2	m
ANCHO (B)	1.2	m
N° TALADROS	12	taladros



JEF. MINA: D.F.S.	IMPORTING SHITSUKE SAC		
INGENERIA: A.B.M.			
GEOLOGIA: L.V.G.			
APROBADO: J.G.M.			
PLANEAMIENTO: A.B.M.	DISEÑO DE MALLA DE VOLADURA LABOR 1.2 X 1.2 - VERTICAL		UTM - WGS 84
DIBUJO: A.B.M			ANEXO N°03
ESCALA: 1/20		FECHA: MAYO 2025	HOJA A3 - H



PARÁMETROS		
CALIDAD DE ROCA (RMR)	REGULAR (41-50)	
ANCHO	0.7	m
LARGO	15	m
FACTOR POR CURVATURA	100.0	%
LONGITUD DE PERFORACIÓN	1.50	m
DENSIDAD (Mineral)	3.00	t/m³
SECCIÓN	10.50	m²
FACTOR DE ESPONJAMIENTO	30.00	%

INDICADORES DE VOLADURA		
EFICIENCIA AVANCE	90.00	%
AVANCE EFECTIVO	1.40	m
VOLUMEN	14.70	m³
VOLUMEN ESPONJADO	19.11	m³
TONELAJE	44.10	t
FACTOR DE CARGA LINEAL	13.94	Kg/m
FACTOR DE CARGA	1.33	Kg/m³
FACTOR DE POTENCIA	0.44	Kg/t

DISTRIBUCIÓN DE CARGA							
N° TALADROS PERFORADOS	16	DISTRIBUCIÓN DE EXPLOSIVOS, AGENTES Y ACCESORIOS			TOTAL		
N° TALADROS DISPARADOS	12	EMULNOR 5000 1" x 7"	FULMINANTE N°8	MECHA DE SEGURIDAD O BLANCA	EMULNOR 5000 1" x 7"	FULMINANTE N°8	MECHA DE SEGURIDAD O BLANCA
N° TALADROS		Unidades	Unidades	metros	Kg	Unidades	metros
ALIVIOS	0	0	0	0.00	0.00	0	0.00
DESTROCE	32	6	1	2.10	19.51	32	67.20
TOTAL	32				19.51	32	67.20

RESUMEN	CANTIDAD	UNIDADES
EMULSIÓN	192.0	Unidades
FULMINANTE	32.00	Unidades
MECHA BLANCA	67.20	metros

Cartucho de Emulsión EMULNOR 5000 1" x 7"		
Masa	0.102	kg/unidad

N° taladros = $10 \sqrt{A \times B}$		
LARGO (A)	15	m
ANCHO (B)	0.7	m
N° TALADROS	32	taladros



JEF. MINA: D.F.S.	IMPORTING SHITSUKE SAC		
INGENERIA: A.B.M.			
GEOLOGIA: L.V.G.	DISEÑO DE MALLA DE VOLADURA PRODUCCIÓN - TAJEO 15.0 X 0.7	UTM - WGS 84	
APROBADO: J.G.M.		ANEXO N°04	
PLANEAMIENTO: A.B.M.		HOJA A3 - H	
DIBUJO: A.B.M	ESCALA: 1/50	FECHA: MAYO 2025	

PROGRAMA ANUAL DE AVANCES Y PRODUCCIÓN

PROYECTO CARMELITA

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES				AVANCES Y EXPLOTACIÓN								MESES												
	LUGAR	NIVEL	FASE	LABOR	NOMENCLATURA	ALTO	ANCHO	POTENCIA	DENSIDAD	LONGITUD	TONELAJE													
												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
AVANCES	ATENEA 2015	5	DESARROLLO	CHIMENEA	CH-01	1.2	1.2	-	2.50	32.20	115.92	32.2												
		5	DESARROLLO	CHIMENEA	CH-02	1.2	1.2	-	2.50	58.80	211.68	51.8	7.0											
		5	DESARROLLO	CHIMENEA	CH-03	1.2	1.2	-	2.50	75.60	272.16		40.6	35.0										
		5	DESARROLLO	CHIMENEA	CH-04	1.2	1.2	-	2.50	91.00	327.60				60.2	30.8								
		5	DESARROLLO	CHIMENEA	CH-05	1.2	1.2	-	2.50	98.00	327.60					12.6	19.6			65.8				
		5	DESARROLLO	CHIMENEA	CH-06	1.2	1.2	-	2.50	120.40	327.60					54.6						65.8		
		EXP	EXPLORACIÓN	CHIMENEA	CH-E01	1.2	1.2	-	2.50	22.40	327.60								22.4					
		EXP	EXPLORACIÓN	CHIMENEA	CH-E02	1.2	1.2	-	2.50	50.40	327.60									50.4				
		EXP	EXPLORACIÓN	CHIMENEA	CH-E03	1.2	1.2	-	2.50	15.40	327.60										15.4			
		EXP	EXPLORACIÓN	CHIMENEA	CH-E04	2.1	2.1	-	2.50	30.80	327.60												30.8	
		5	DESARROLLO	CRUCERO	CX-01	2.1	2.1	-	2.50	29.40	327.60						29.4							
		5	DESARROLLO	GALERÍA	GL-01	2.1	2.1	-	2.50	330.40	327.60	84.0	60.2	12.6	47.6		5.6	28.0	28.0	8.4	28.0	28.0		
		EXP	EXPLORACIÓN	GALERÍA	GL-E01	2.1	2.1	-	2.50	179.20	327.60							84.0	61.6	33.6				
		EXP	EXPLORACIÓN	GALERÍA	GL-E02	2.1	2.1	-	2.50	214.20	327.60										68.6	84.0	61.6	
		5	PREPARACIÓN	SUBNIVEL	SN-01	1.8	1.5	-	3.00	301.00	327.60			60.2	60.2	60.2		28.0	28.0	4.2	28.0	28.0	4.2	
		5	PREPARACIÓN	SUBNIVEL	SN-02	1.8	1.5	-	3.00	243.60	3,126.14				60.2		60.2		28.0	28.0	5.6	28.0	28.0	5.6
		5	PREPARACIÓN	SUBNIVEL	SN-03	1.8	1.5	-	3.00	123.20	1,581.04					64.4	58.8							
PRODUCCIÓN	ATENEA 2015	5	EXPLOTACIÓN	TAJEO	A1	15.4	-	0.70	3.00	15.00	485.10		485.1											
		5	EXPLOTACIÓN	TAJEO	A2	21	-	0.70	3.00	15.00	661.50		352.8	308.7										
		5	EXPLOTACIÓN	TAJEO	A3	28	-	0.70	3.00	15.00	882.00				661.5	220.5								
		5	EXPLOTACIÓN	TAJEO	A4	33.6	-	0.70	3.00	15.00	1,058.40					749.7	308.7							
		5	EXPLOTACIÓN	TAJEO	A5	26.6	-	0.70	3.00	15.00	837.90					661.5	176.4							
		5	EXPLOTACIÓN	TAJEO	A6	26.6	-	0.70	3.00	15.00	837.90						793.8	44.1						
		5	EXPLOTACIÓN	TAJEO	A7	26.6	-	0.70	3.00	15.00	837.90							837.9						
		5	EXPLOTACIÓN	TAJEO	A8	26.6	-	0.70	3.00	15.00	837.90							88.2	749.7					
		5	EXPLOTACIÓN	TAJEO	A9	26.6	-	0.70	3.00	15.00	837.90											837.9		
		5	EXPLOTACIÓN	TAJEO	A10	26.6	-	0.70	3.00	15.00	837.90											132.3	705.6	
		5	EXPLOTACIÓN	TAJEO	A11	26.6	-	0.70	3.00	15.00	264.60												264.6	
		5	EXPLOTACIÓN	TAJEO	B1	11.2	-	0.70	3.00	15.00	352.80								220.5	132.3				
		5	EXPLOTACIÓN	TAJEO	B2	15.4	-	0.70	3.00	15.00	485.10									485.1				
		5	EXPLOTACIÓN	TAJEO	B3	19.6	-	0.70	3.00	15.00	617.40									352.8	264.6			
		5	EXPLOTACIÓN	TAJEO	B4	22.4	-	0.70	3.00	15.00	705.60										705.6			
									AVANCE (m)			2,016.00		168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	
									PRODUCCIÓN (t)				10,539.90	0.0	837.9	970.2	970.2	970.2	970.2	970.2	970.2	970.2	970.2	



SUP. MINA: D.F.S.		IMPORTING SHITSUKE SAC	
INGENERIA: A.B.M.			
GEOLOGIA: L.V.G.			
APROBADO: J.G.M.			
PLANEAMIENTO: A.B.M.		PROGRAMA DE AVANCES Y PRODUCCIÓN PROYECTO CARMELITA	
DIBUJO: A.B.M.			
		ESCALA: S/E	FECHA: MAYO/2025
		UTM - WGS 84 ANEXO N°05	
		HOJA A3 - H	

CONSUMO DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS DE VOLADURA

PROYECTO CARMELITA

REQUERIMIENTO DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS DE VOLADURA PARA AVANCES Y EXPLOTACIÓN										DISTRIBUCIÓN DE EXPLOSIVOS				CANTIDAD DE EXPLOSIVOS TOTAL		
	LUGAR	FASE	LABOR	ALTO	ANCHO	POTENCIA	DENSIDAD	LONGITUD	TONELAJE	N° Disparos	Emulnor 5000 1"x7"	Fulminante N°8	Mecha de seguridad o blanca	Emulnor 5000 1"x7"	Fulminante N°8	Mecha de seguridad o blanca
				m	m	m	t/m3	m	t		Unidades	Unidades	m	Unidades	Unidades	m
AVANCES	Atenea 2015	DESARROLLO	CHIMENEA	1.2	1.2	-	2.50	32.20	115.92	23	48	12	25.20	1,104.0	276.0	579.6
	Atenea 2015	DESARROLLO	CHIMENEA	1.2	1.2	-	2.50	58.80	211.68	42	48	12	25.20	2,016.0	504.0	1,058.4
	Atenea 2015	DESARROLLO	CHIMENEA	1.2	1.2	-	2.50	75.60	272.16	54	48	12	25.20	2,592.0	648.0	1,360.8
	Atenea 2015	DESARROLLO	CHIMENEA	1.2	1.2	-	2.50	91.00	327.60	65	48	12	25.20	3,120.0	780.0	1,638.0
	Atenea 2015	DESARROLLO	CHIMENEA	1.2	1.2	-	2.50	98.00	327.60	70	48	12	25.20	3,360.0	840.0	1,764.0
	Atenea 2015	DESARROLLO	CHIMENEA	1.2	1.2	-	2.50	120.40	327.60	86	48	12	25.20	4,128.0	1,032.0	2,167.2
	Atenea 2015	EXPLORACIÓN	CHIMENEA	1.2	1.2	-	2.50	22.40	327.60	16	48	12	25.20	768.0	192.0	403.2
	Atenea 2015	EXPLORACIÓN	CHIMENEA	1.2	1.2	-	2.50	50.40	327.60	36	48	12	25.20	1,728.0	432.0	907.2
	Atenea 2015	EXPLORACIÓN	CHIMENEA	1.2	1.2	-	2.50	15.40	327.60	11	48	12	25.20	528.0	132.0	277.2
	Atenea 2015	EXPLORACIÓN	CHIMENEA	2.1	2.1	-	2.50	30.80	327.60	22	48	12	25.20	1,056.0	264.0	554.4
	Atenea 2015	DESARROLLO	CRUCERO	2.1	2.1	-	2.50	29.40	327.60	21	96	21	44.10	2,016.0	441.0	926.1
	Atenea 2015	DESARROLLO	GALERÍA	2.1	2.1	-	2.50	330.40	327.60	236	96	21	44.10	22,656.0	4,956.0	10,407.6
	Atenea 2015	EXPLORACIÓN	GALERÍA	2.1	2.1	-	2.50	179.20	327.60	128	96	21	44.10	12,288.0	2,688.0	5,644.8
	Atenea 2015	EXPLORACIÓN	GALERÍA	2.1	2.1	-	2.50	214.20	327.60	153	96	21	44.10	14,688.0	3,213.0	6,747.3
	Atenea 2015	PREPARACIÓN	SUBNIVEL	1.8	1.5	-	3.00	301.00	327.60	215	76	17	35.70	16,340.0	3,655.0	7,675.5
	Atenea 2015	PREPARACIÓN	SUBNIVEL	1.8	1.5	-	3.00	243.60	3,126.14	174	76	17	35.70	13,224.0	2,958.0	6,211.8
	Atenea 2015	PREPARACIÓN	SUBNIVEL	1.8	1.5	-	3.00	123.20	1,581.04	88	76	17	35.70	6,688.0	1,496.0	3,141.6
PRODUCCIÓN	Atenea 2015	EXPLOTACIÓN	TAJEO	15.4	-	0.70	3.00	15.00	485.10	11	192	32	67.20	2,112.0	352.0	739.2
	Atenea 2015	EXPLOTACIÓN	TAJEO	21	-	0.70	3.00	15.00	661.50	15	192	32	67.20	2,880.0	480.0	1,008.0
	Atenea 2015	EXPLOTACIÓN	TAJEO	28	-	0.70	3.00	15.00	882.00	20	192	32	67.20	3,840.0	640.0	1,344.0
	Atenea 2015	EXPLOTACIÓN	TAJEO	33.6	-	0.70	3.00	15.00	1,058.40	24	192	32	67.20	4,608.0	768.0	1,612.8
	Atenea 2015	EXPLOTACIÓN	TAJEO	26.6	-	0.70	3.00	15.00	837.90	19	192	32	67.20	3,648.0	608.0	1,276.8
	Atenea 2015	EXPLOTACIÓN	TAJEO	26.6	-	0.70	3.00	15.00	837.90	19	192	32	67.20	3,648.0	608.0	1,276.8
	Atenea 2015	EXPLOTACIÓN	TAJEO	26.6	-	0.70	3.00	15.00	837.90	19	192	32	67.20	3,648.0	608.0	1,276.8
	Atenea 2015	EXPLOTACIÓN	TAJEO	26.6	-	0.70	3.00	15.00	837.90	19	192	32	67.20	3,648.0	608.0	1,276.8
	Atenea 2015	EXPLOTACIÓN	TAJEO	26.6	-	0.70	3.00	15.00	837.90	19	192	32	67.20	3,648.0	608.0	1,276.8
	Atenea 2015	EXPLOTACIÓN	TAJEO	26.6	-	0.70	3.00	15.00	837.90	19	192	32	67.20	3,648.0	608.0	1,276.8
	Atenea 2016	EXPLOTACIÓN	TAJEO	26.6	-	0.70	3.00	15.00	264.60	6	192	32	67.20	1,152.0	192.0	403.2
	Atenea 2017	EXPLOTACIÓN	TAJEO	11.2	-	0.70	3.00	15.00	352.80	8	192	32	67.20	1,536.0	256.0	537.6
	Atenea 2018	EXPLOTACIÓN	TAJEO	15.4	-	0.70	3.00	15.00	485.10	11	192	32	67.20	2,112.0	352.0	739.2
	Atenea 2015	EXPLOTACIÓN	TAJEO	19.6	-	0.70	3.00	15.00	617.40	14	192	32	67.20	2,688.0	448.0	940.8
	Atenea 2015	EXPLOTACIÓN	TAJEO	22..4	-	0.70	3.00	15.00	705.60	16	192	32	67.20	3,072.0	512.0	1,075.2
TOTAL														154,188.0	32,155.0	67,525.5



SUP. MINA: D.F.S.	IMPORTING SHITSUKE SAC	
INGENERIA: A.B.M.		
GEOLOGIA: L.V.G.		
APROBADO: J.G.M.		
PLANEAMIENTO: A.B.M.	CONSUMO PROYECTADO DE EXPLOSIVOS Y ACCESORIOS DE VOLADURA	UTM - WGS 84
DIBUJO: A.B.M.	PROYECTO CARMELITA	ANEXO N°06
	ESCALA: S/E FECHA: MAYO/2025	HOJA A3 - H

**PERÚ**Superintendencia Nacional de Control de
Servicios de Seguridad, Armas, Municiones
y Explosivos de Uso Civil - SUCAMEC

DENOMINACIÓN GENÉRICA	CLASE	N° ONU	EQUIVDIN 60% (directa)	EQUIVDIN 60% (indirecta)	Calor de explosión ⁽²⁾ (kJ/kg)
EXPLOSIVOS PRIMARIOS O INICIADORES					
AZIDAS EXPLOSIVAS, azida de plomo humidificada con un mínimo del 20%, en masa, de agua o de una mezcla alcohol y agua (azida de plomo pura).	1.1A	0129		0,268	1660,03
DIAZODINITROFENOL, diazodinitrofenol humidificado con un mínimo del 40% en masa, de agua o de una mezcla de alcohol y agua (con 40 % de agua).	1.1A	0074		0,347	2155,04
ESTIFNATO DE PLOMO, estifnato de plomo humidificado con un mínimo del 20% en masa, de agua o de una mezcla de alcohol y agua (20% de agua).	1.1A	0130		0,121	749,45
FULMINATO DE MERCURIO, fulminato de mercurio humidificado con un mínimo del 20%, en masa, de agua o de una mezcla de alcohol y agua (con 20% de agua).	1.1A	0135		0,248	1535,68
TETRACENO, guanilnitrosamino-guanilidenhidracina humidificada con un mínimo del 30%, en masa, de agua (tetraceno con 30% de agua).	1.1A	0113		0,197	1221,13
TETRACENO, guanilnitrosamino-guaniltetraceno humidificado con un mínimo del 30%, en masa, de agua o de una mezcla de alcohol y agua (tetraceno con 30% de agua).	1.1A	0113		0,197	1221,13
TETRACENO, guanilnitrosamino-guaniltetraceno, (tetraceno) humidificado con un mínimo del 30%, en masa, de agua o de una mezcla alcohol y agua.	1.1A	0114		0,140	870,66
EXPLOSIVOS SECUNDARIOS O ROMPEDORES					
ÁCIDO PÍCRICO Y SUS DERIVADOS, ácido pícrico; trinitrofenol, seco o húmedo, con máximo 30% de agua.	1.1D	0154		0,687	4265,14
ANFO, ANFO (BO = 0)	1.5D	0331		0,608	3770,57
ANFO PESADO, ANFO PESADO (ANFO: Emulsión 60:40)	1.1D	0241		0,559	3467,42
ANFO PESADO, ANFO PESADO ALUMINIZADO (ANFO:Emulsión: Al = 51:35:15)	1.5D	0332		0,986	6118,48
BOOSTER O MULTIPLICADOR (ver Pentolita)	1.1B 1.2B	0225 0268	El valor está en función de la composición de la Pentolita del fabricante		
CARGA HUECA	1.4D 1.1D	0237 0288	El valor está en función del tipo y cantidad de explosivo del fabricante		
CICLOTETRAMETILENTETRANITRAMINA, HMX humidificado con más de 15% de agua (con 15% de agua).	1.1D	0226		0,805	4996,00
CICLOTETRAMETILENTETRANITRAMINA, HMX desensibilizado (HMX: parafina = 91:9)	1.1D	0484		0,932	5783,63

**PERÚ**Superintendencia Nacional de Control de
Servicios de Seguridad, Armas, Municiones
y Explosivos de Uso Civil - SUCAMEC

CICLOTETRAMETILENTETRANITRAMINA, octógeno, humidificado con menos de 15% de agua (seco).	1.1D	0226		1,014	6288,86
CICLOTRIMETILENTRINITRAMINA, RDX, hexógeno desensibilizado (RDX:aceite = 96:4)	1.1D	0483		0,985	6112,79
CICLOTRIMETILENTRINITRAMINA, ciclonita con mínimo 15% de agua (RDX, hexógeno con 15% de agua)	1.1D	0072		0,688	4266,87
COMPUESTOS NITRADOS DE UREA, nitrato de urea seca o humidificado con menos del 20%, en masa, de agua (seco).	1.1D	0220		0,549	3403,54
COMPUESTOS NITRADOS DE UREA, nitrourea	1.1D	0147		0,636	3946,23
CORTADOR DE TUBOS SIN DETONADOR	1.1D	0059	Sin	Sin información	
DINAMITA, dinamita gelatina 40%	1.1D	0081		0,574	3561,54
DINAMITA, dinamita gelatina 60%	1.1D	0081		0,755	4682,08
DINAMITA, dinamita gelatina 80%	1.1D	0081		0,787	4884,77
DINAMITA, dinamita 60 % (referencia, contiene 60 % de nitroglicerina, 36,225 % de nitrato de amonio, 2,775 % de aceite y 1 % de carbonato de calcio)	1.1D	0081		1,000	6203,99
DINITRATO DE ETILENDIAMINA	1.1D	-	Sin	Sin información	
DINITRATO DE ETILENGLICOL Y SUS DERIVADOS, dinitrato de dietilenglicol, DEGDN desensibilizado con un mínimo del 25% en masa, de flemador no volátil insoluble en agua (con 25% de nitrato de amonio)	1.1D	0075		0,648	4018,93
DINITROFENOL Y SUS SALES, dinitrofenol seco o humidificado con menos del 15% en masa, de agua (seco)	1.1D	0076		0,663	4111,68
DINITROTOLUENO , mezclado con clorato sódico (BO=0)	1.1D	0083		0,937	5813,30
EMULSIÓN O HIDROGEL A GRANEL SENSIBILIZADA	1.1D	0241		0,451 – 0,520	2800 - 3226
EMULSIÓN O HIDROGEL ENCARTUCHADA	1.5D	0332		0,424 – 0,713	2627,5-4425
EXPLOSIVO PARA VOLADURA DE CONTORNO	1.1D	0065	El valor está en función del tipo y cantidad de explosivo del fabricante		
EXPLOSIVO SÍSMICO	1.1D	0442	El valor está en función del tipo y cantidad de explosivo del fabricante		
EXPLOSIVOS PERMISIBLES O DE SEGURIDAD	1.1D	0442		0,621	3854,8
HEXANITROESTILBENO	1.1D	0392		0,737	4570,66
NITRATO DE AMONIO, SALES O FERTILIZANTES EXPLOSIVOS	1.1D	0222		0,608	3770,57
NITROALMIDÓN CON MENOS DE 20 % DE AGUA, nitroalmidón seco o humidificado con menos del 20% en masa, de agua (seco, 12.75% N ₂).	1.1D	0146		0,744	4615,61

**PERÚ**Superintendencia Nacional de Control de
Servicios de Seguridad, Armas, Municiones
y Explosivos de Uso Civil - SUCAMEC

NITROALMIDÓN CON MENOS DE 20 % DE AGUA, nitroalmidón seco o humidificado con menos del 20%, en masa, de agua (seco, 13,34% N ₂).	1.1D	0146		0,837	5189,65
NITROCELULOSA CON CONTENIDO DE N > 12,6 %, nitrocelulosa seca o humidificada con menos del 25%, en masa, de agua o de alcohol (NC, 14,14% de N ₂ seca).	1.1D	0340		0,721	4473,44
NITROCELULOSA CON CONTENIDO DE N > 12,6 %, nitrocelulosa con máximo 18% de plastificante (seca, 14,14% N ₂).	1.1D	0341		0,721	4473,44
NITROCELULOSA CON CONTENIDO DE N > 12,6 %, nitrocelulosa con min 45% de humedad y N ₂ mínimo 12.6% (55% de NC 14,14% de N ₂).	1.3C	0342		0,350	2173,73
NITROGLICERINA, NITRATOS DE GLICEROL O MEZCLAS CON NITROGLICERINA	1.1D	0143 0144		1,065	6600
NITROGUANIDINA CON MENOS DE 20 % DE AGUA, nitroguanidina o picrita seca o humidificada con menos del 20%, en masa, de agua (NG seca).	1.1D	0282		0,470	2918,96
NITROPENTA, pentaeritritoltetranitrato, pentrita, humidificado con más de 25% de agua (con 25% de agua).	1.1D	0150		0,624	3869,68
NITROPENTA, pentaeritritoltetranitrato, pentrita, desensibilizada, humidificado con más de 15% de agua (con 15% de agua).	1.1D	0150		0,590	3659,02
NITROPENTA, pentaeritritoltetranitrato, pentrita, desensibilizada con más de 7% de cera (PETN: 50:50).	1.1D	0411		0,917	5687,22
PENTOLITA, PETN:TNT = 70:30	1.1D	0151		0,893	5539,82
PENTOLITA, PETN:TNT = 60:40				0,848	5263,13
PENTOLITA, PETN:TNT = 55:45				0,845	5241,03
PENTOLITA, PETN:TNT = 50:50				0,841	5218,94
PENTOLITA, PETN:TNT = 40:60				0,834	5174,74
PENTOLITA, PETN:TNT = 30:70				0,827	5130,54
PENTOLITA, pentolita seca o humidificada con menos del 15%, en masa, de agua (reforzadores, booster, iniciadores, PETN:TNT = 50:50)	1.1D	0151		0,841	5218,89
PERCLORATO DE AMONIO EXPLOSIVO	1.1D	0402		0,311	1929,99
PICRAMIDA Y SUS DERIVADOS, picrato de amonio, picramida	1.1D	0153		0,660	4097,16
PICRAMIDA Y SUS DERIVADOS, picrato amónico seco o humidificado con menos del 10%, en masa, de agua (seco).	1.1D	0004		0,660	4097,16
PÓLVORAS, pólvora negra en granos o en polvo (d = 0,95 g/cm ³)	1.1D	0027		0,324	2010,58
PÓLVORAS, pólvora sin humo, pólvora de base simple M6	1.1C	0160		0,511	3171,47
PÓLVORAS, pólvora sin humo, pólvora de base doble JA2				0,834	5172,67
PÓLVORAS, pólvora sin humo, pólvora de base triple M30	1.3C	0161		0,657	4075,22

**PERÚ**Superintendencia Nacional de Control de
Servicios de Seguridad, Armas, Municiones
y Explosivos de Uso Civil - SUCAMEC

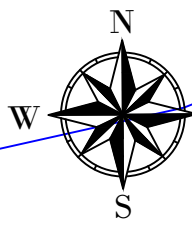
ROMPEDOR CÓNICO DE ROCAS	-	-	El valor está en función del tipo y cantidad de explosivo del fabricante		
TETRIL Y SUS DERIVADOS	1.1D	0208		0,781	4844,68
TRINITROBENCENO Y SUS DERIVADOS, seco o humidificado con menos del 30%, en masa, de agua (seco)	1.1D	0214		0,771	4780,87
TRINITROBENCENO Y SUS DERIVADOS, Trinitroanisol	1.1D	0213		0,618	3834,02
TRINITROBENCENO Y SUS DERIVADOS, Trinitro-m-Cresol	1.1D	0216		0,556	3451,72
TRINITROETANOL Y DERIVADOS	1.1D	-	Sin	Sin información	
TRINITRORESORCINOL Y SUS DERIVADOS, ácido estífnico; trinitroresorcina seco o húmedo, con máximo 20 % de agua o de mezcla agua/alcohol (seco).	1.1D	0219		0,528	3276,08
TRINITRORESORCINOL Y SUS DERIVADOS, ácido estífnico; trinitroresorcina húmeda con mínimo 20 % de agua o de mezcla agua/alcohol (con 20 % de agua)	1.1D	0394		0,344	2131,71
TRINITRORESORCINOL Y SUS DERIVADOS, dinitroresorcinol seco o humidificado con menos del 15% en masa, de agua (seco).	1.1D	0078		0,504	3125,00
TRINITROTOLUENO, trinitrotolueno o TNT seco o con menos de 30% de agua (seco).	1.1D	0209		0,734	4554,15
CONEXOS O ACCESORIOS DE VOLADURA					
CARTUCHO DE RETARDO	1.4S	0455	Sin	Sin información	
CONECTOR PARA CORDÓN DE IGNICIÓN	1.4G	-	1978 unidad/kg		
CORDÓN DE IGNICIÓN	1.4G	0066	251 m/kg		
CORDÓN DETONANTE, cordón detonante con envoltura metálica (5 g PETN/m)	1.2D	0102	196 m/kg		
CORDÓN DETONANTE, cordón detonante con envoltura metálica blanda (15 g PETN/m)	1.1D	0290	65 m/kg		
CORDÓN DETONANTE, flexible (PETN 5 g/m, HMX 5 g/m, HNS 5 g/m, PYX 5 g/m)	1.1D	0065	(196-273		
	1.4D	0289	m/kg)		
DETONADOR DE MECHA O FULMINANTE COMÚN N° 02	1.1B	0029 0267 0455	5427 unidad/kg		
DETONADOR DE MECHA O FULMINANTE COMÚN N° 04	1.4B		2961 unidad/kg		
DETONADOR DE MECHA O FULMINANTE COMÚN N° 06	1.4S		1978 unidad/kg		
DETONADOR DE MECHA O FULMINANTE COMÚN N° 08			1416 unidad/kg		
DETONADOR DE MECHA O FULMINANTE COMÚN N° 10			1295 unidad/kg		
DETONADOR DE MECHA O FULMINANTE COMÚN N° 12			997 unidad/kg		

**PERÚ**Superintendencia Nacional de Control de
Servicios de Seguridad, Armas, Municiones
y Explosivos de Uso Civil - SUCAMEC

DETONADOR ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO, detonador eléctrico instantáneo, N° 2 con gota	1.1B	0030	5231 unidad/kg		
DETONADOR ELÉCTRICO-ELECTRÓNICO, detonador eléctrico instantáneo, N° 4 con gota	1.4B	0255	2902 unidad/kg		
DETONADOR ENSAMBLADO	1.1B	0360			(*)
DETONADOR NO ELECTRICO	1.4B	0361			(**)
DETONADOR O FULMINANTE BALÍSTICO, con fulminato	1.4S	0044	99948		
	1.1B	0377	unidad/kg		
CARGA PODER- GENERADOR DE GASES	1.3C	0277	16 unidad/kg		
GOTA ELÉCTRICA	1.4S	0432	44314		
INICIADOR	1.4S	0454	Sin	Sin información	
MECHA DE SEGURIDAD	1.4S	0105	587 m/kg		
TRANSMISOR	1.1D	0042	Sin	Sin información	
TUBO CONDUCTOR DE ONDA DE CHOQUE	1.4S	0349	42337 m/kg		
VARILLAS DE RETARDO	1.4G	0431		0,189	1171.52
INSUMOS DERIVADOS DEL NITRATO DE AMONIO					
NITRATO DE AMONIO GRADO ANFO, nitrato amónico sin confinar, con un máximo del 0,2% del material combustible total, incluyendo cualquier sustancia orgánica expresada en equivalente	5.1	1942		0,01	
NITRATO DE AMONIO GRADO ANFO, nitrato amónico confinado, con un máximo del 0,2% del material combustible total, incluyendo cualquier sustancia orgánica expresada en equivalente	5.1	1942		0,20	
NITRATO DE AMONIO GRADO TÉCNICO, nitrato amónico sin confinar, con un máximo del 0,2% del material combustible total, incluyendo cualquier sustancia orgánica expresada en equivalente de carbono con exclusión de cualquier otra sustancia añadida	5.1	1942		0,01	
NITRATO DE AMONIO GRADO TÉCNICO, nitrato amónico confinado, con un máximo del 0,2% del material combustible total, incluyendo cualquier sustancia orgánica expresada en	5.1	1942		0,20	
SALES O FERTILIZANTES DE NITRATO DE AMONIO, abonos a base de nitrato amónico, sin	5.1	2067		0,01	
SALES O FERTILIZANTES DE NITRATO DE AMONIO, abonos a base de nitrato amónico,	5.1	2067		0,20	
EMULSIÓN O HIDROGEL A GRANEL NO SENSIBILIZADA	5.1	3375		0	
NITRATO DE AMONIO EN SOLUCIÓN	5.1	2426		0	

(1): Tomado como referencia del listado referencial de equivalencias de productos explosivos, República de Chile, Ministerio de Defensa Nacional.

(2): Dato que debe encontrarse en la ficha técnica del producto.



8 938 710 N

DIMENSIONES				
POLVORÍN DE EXPLOSIVOS				
DESCRIPCIÓN	MEDIDAS DE VERIFICACIÓN			PROMEDIO
LARGO (m)	7.40	7.30	7.29	7.33
ANCHO (m)	5.92	5.92	5.92	5.92
ALTO (m)	2.53	3.05	2.66	2.75
DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES EFECTIVAS		ÁREA EFECTIVA (m ²)	
LARGO (m)	7.33 - 2 x 0.8	5.73	24.75	
ANCHO (m)	5.92 - 2 x 0.8	4.32		
ALTO (m)	áxima de almacen	1.80		
			VOLUMEN EFECTIVO (m ³)	
			44.56	

LOCALIZACIÓN GEORREFERENCIAL		
UTM WGS84 - ZONA 18 S		
POLVORÍN	ESTE (E)	NORTE (N)
EXPLOSIVOS	207,393.54	8,938,704.71

8 938 705 N

8 938 705 N

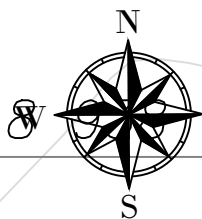
8 938 700 N

8 938 700 N



SUP. MINA: D.F.S.
INGENIERIA: A.B.M.
GEOLOGIA: L.V.G.
APROBADO: J.G.M.
PLANEAMIENTO: A.B.M.
DIBUJO: A.B.M.

IMPORTING SHITSUKE SAC		
POLVORÍN SUBTERRÁNEO DE EXPLOSIVOS - DIMENSIONES		UTM - WGS 84
		ANEXO N°08
		HOJA A4 - V
ESCALA: 1/50	FECHA: MAYO 2025	



207 390 E

N

207 395 E

8 938 720 N

DIMENSIONES Y CAPACIDAD				
CÁMARA DE EXPANSIÓN DE GASES				
DESCRIPCIÓN	MEDIDAS DE VERIFICACIÓN			PROMEDIO
LARGO (m)	4.56	4.56	4.56	4.56
ANCHO (m)	7.48	6.02	5.92	6.47
ALTO (m)	3.08	2.90	2.90	2.96
DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES EFECTIVAS		ÁREA EFECTIVA (m ²)	14.42
LARGO (m)	4.56 - 2 x 0.8	2.96		
ANCHO (m)	6.47 - 2 x 0.8	4.87	VOLUMEN EFECTIVO (m ³)	25.95
ALTO (m)	Altura máxima de almacenamiento 1.80			

Zona
bloqueada
con desmonte

8 938 715 N

H = 3.08 m

8 938 715 N

6,02 m

H = 2.90 m

5,92 m

H = 2.90 m

8 938 710 N

LOCALIZACIÓN GEORREFERENCIAL		
UTM WGS84 - ZONA 18 S		
LUGAR	ESTE (E)	NORTE (N)
CÁMARA DE EXPANSIÓN DE GASES	207,392.435	8,938,712.697



SUP. MINA: D.F.S.
INGENERIA: A.B.M.
GEOLOGIA: L.V.G.
APROBADO: J.G.M.
PLANEAMIENTO: A.B.M.
DIBUJO: A.B.M.

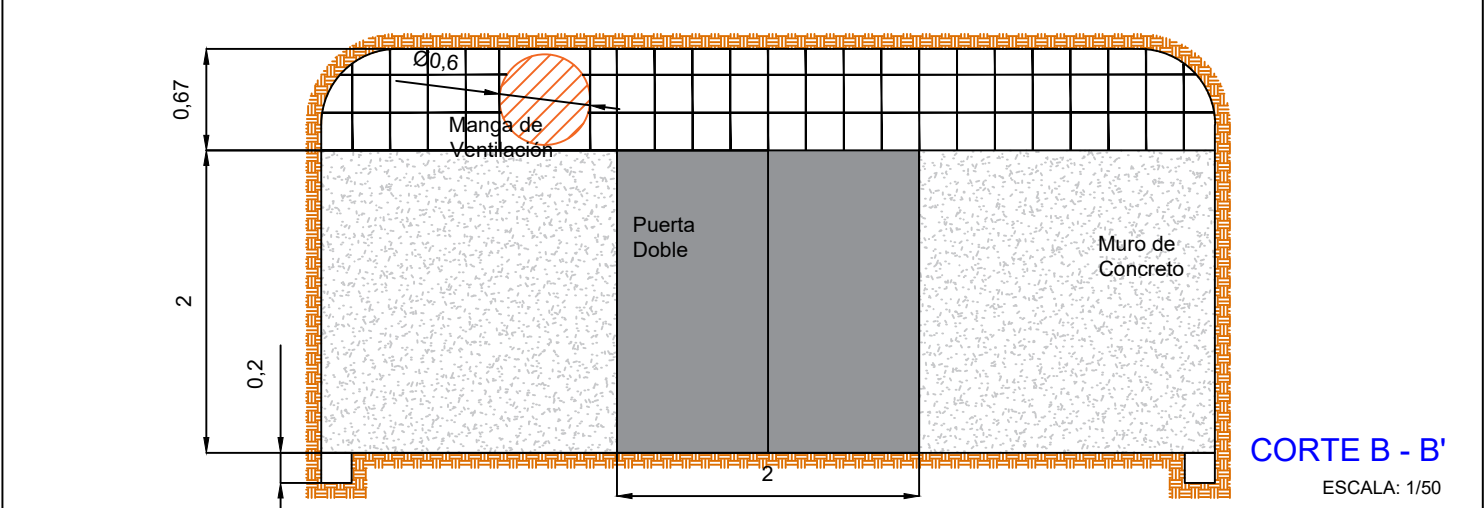
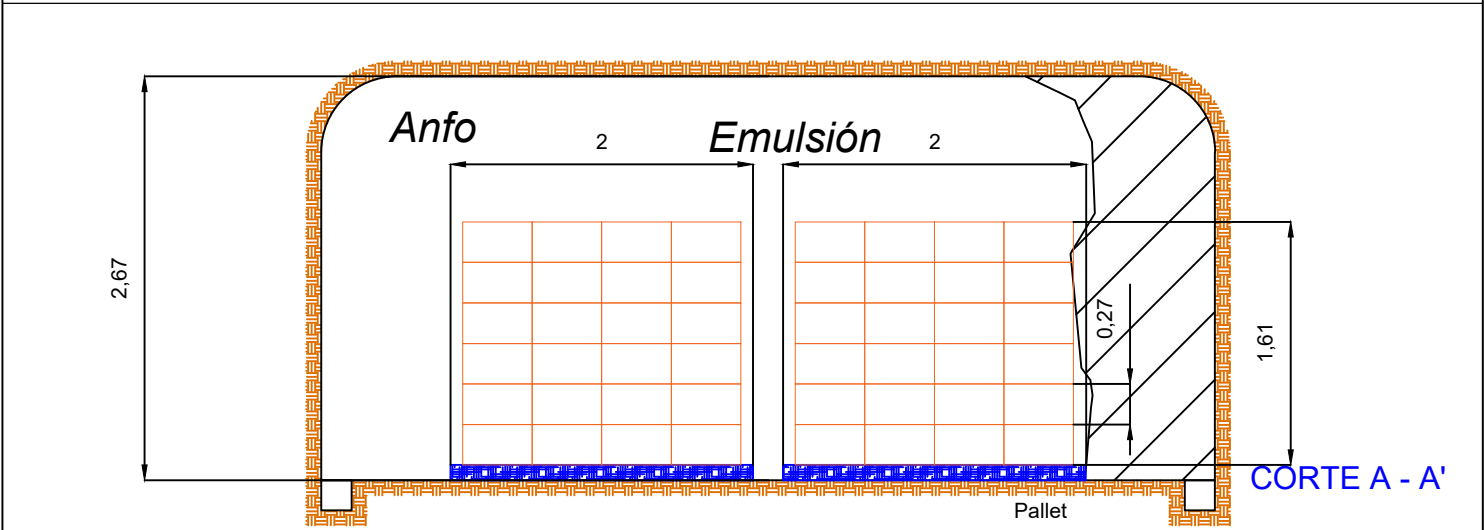
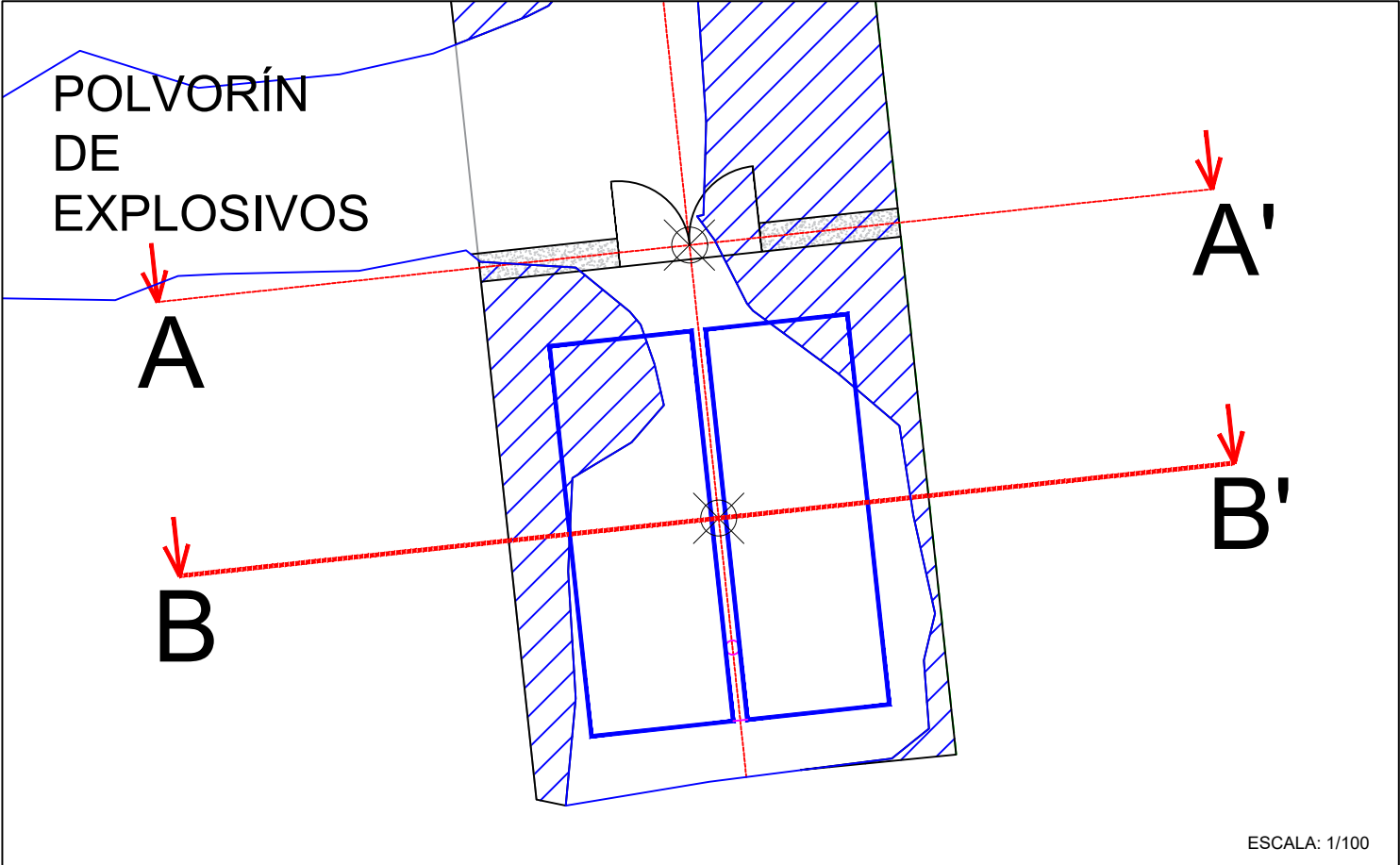
IMPORTING SHITSUKE SAC

CÁMARA DE EXPANSIÓN DE
GASES - DIMENSIONES

ESCALA: 1/50

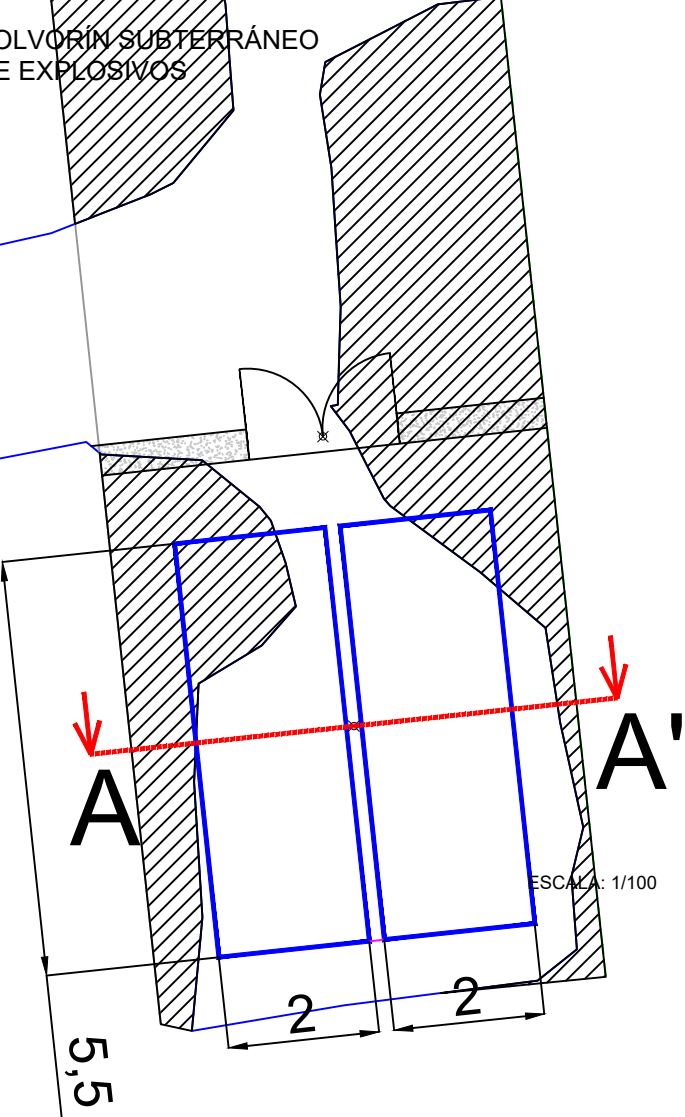
FECHA: MAYO 2025

UTM - WGS 84
ANEXO N°09
HOJA A4 - V



	SUP. MINA: D.F.S.	IMPORTING SHITSUKE SAC	
	INGENERIA: A.B.M.	POLVORÍNES DE EXPLOSIVOS: CORTE TRANSVERAL	UTM - WGS 84
	GEOLOGIA: L.V.G.		ANEXO N°10
	APROBADO: J.G.M.		HOJA A4 - V
	PLANEAMIENTO: A.B.M.	ESCALA: Varios	FECHA: MAYO 2025
	DIBUJO: A.B.M.		

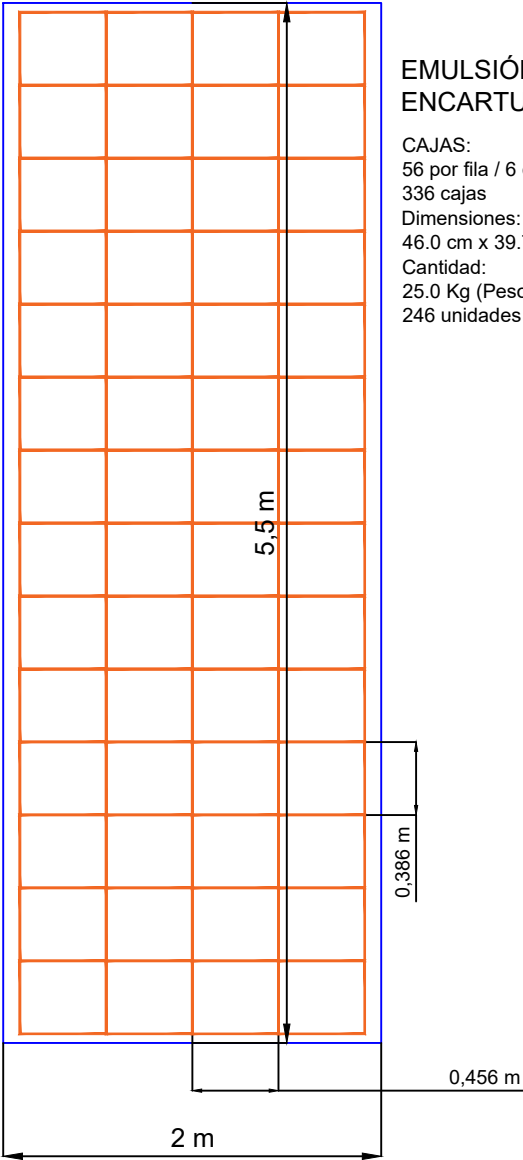
POLVORÍN SUBTERRÁNEO
DE EXPLOSIVOS



ESCALA: 1/100

EMULSIÓN
ENCARTUCHADA

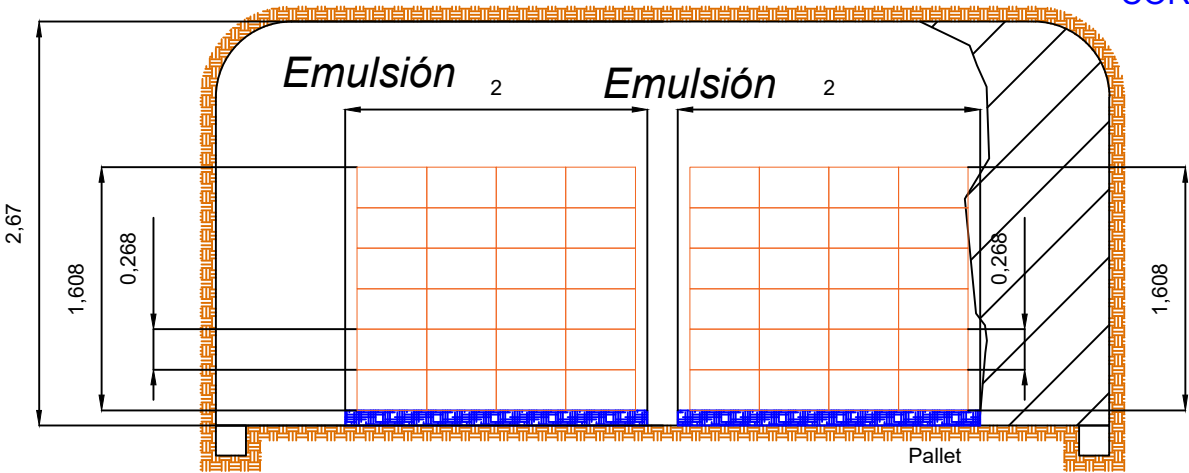
CAJAS:
56 por fila / 6 columnas =
336 cajas
Dimensiones:
46.0 cm x 39.7 cm x 26.8 cm
Cantidad:
25.0 Kg (Peso Neto)
246 unidades



ESCALA: 1/40

PALLET: 2.0 m x 5.5 m x 0.10 m

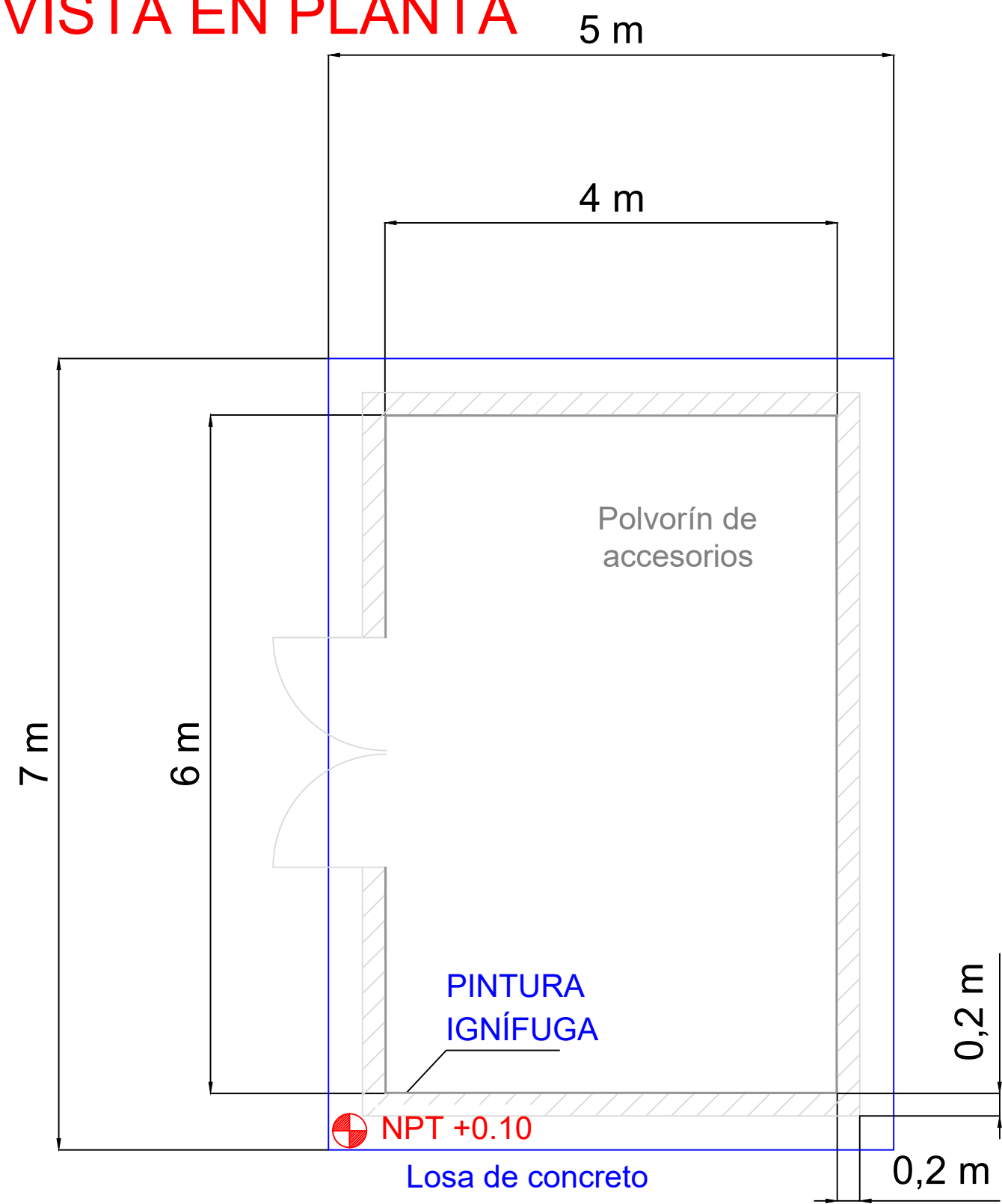
CORTE A - A'



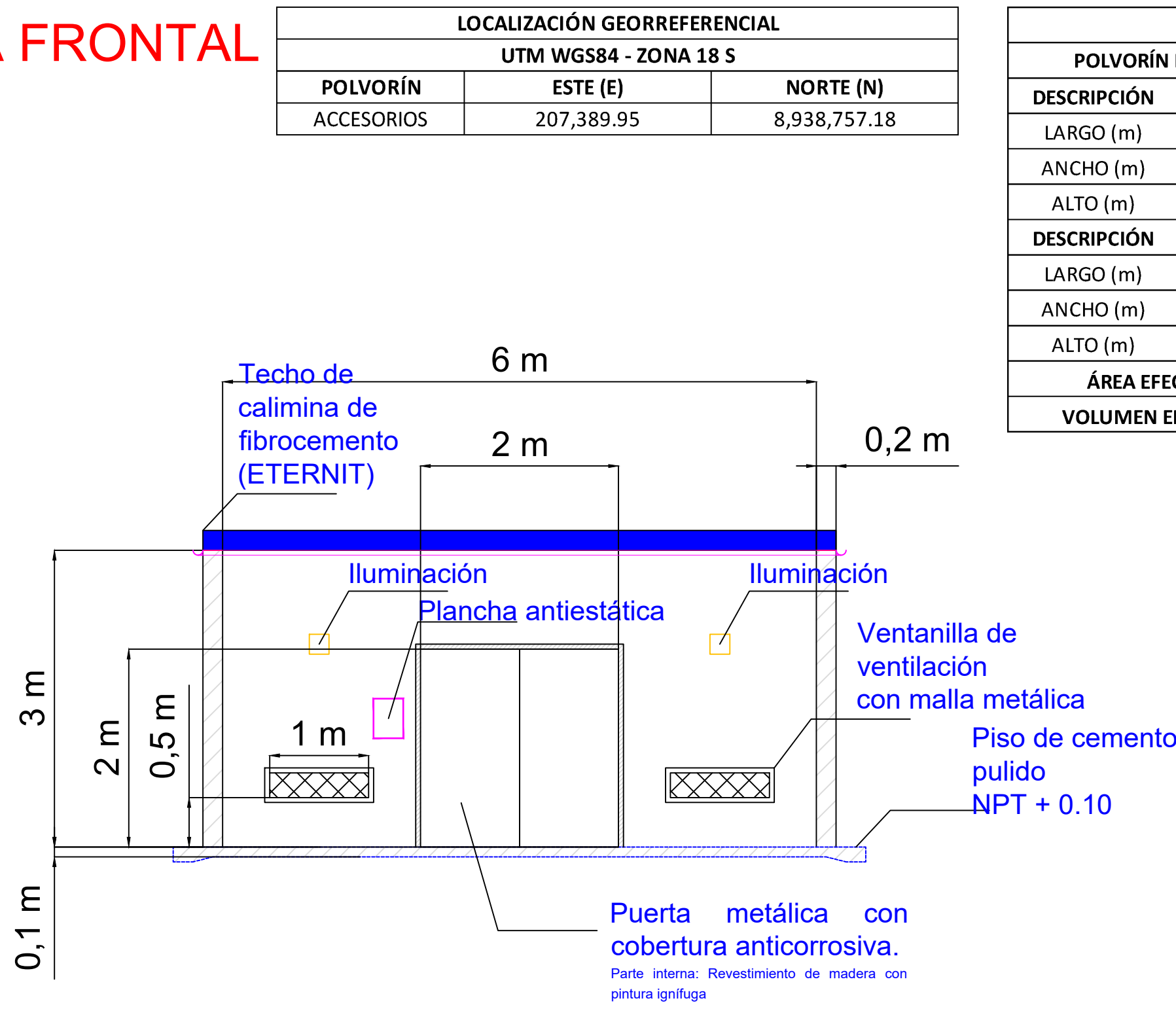
ESCALA: 1/50

	SUP. MINA: D.F.S	IMPORTING SHITSUKE SAC	
	INGENERIA: A.B.M.	POLVORÍN DE EXPLOSIVOS: DISTRIBUCIÓN DE CAJAS	UTM - WGS 84
	GEOLOGIA: L.V.G.		ANEXO N°11
	APROBADO: J.G.M.		HOJA A4 - V
	PLANEAMIENTO: A.B.M.	ESCALA: Varios	FECHA: MAYO 2025
	DIBUJO: A.B.M.		

VISTA EN PLANTA



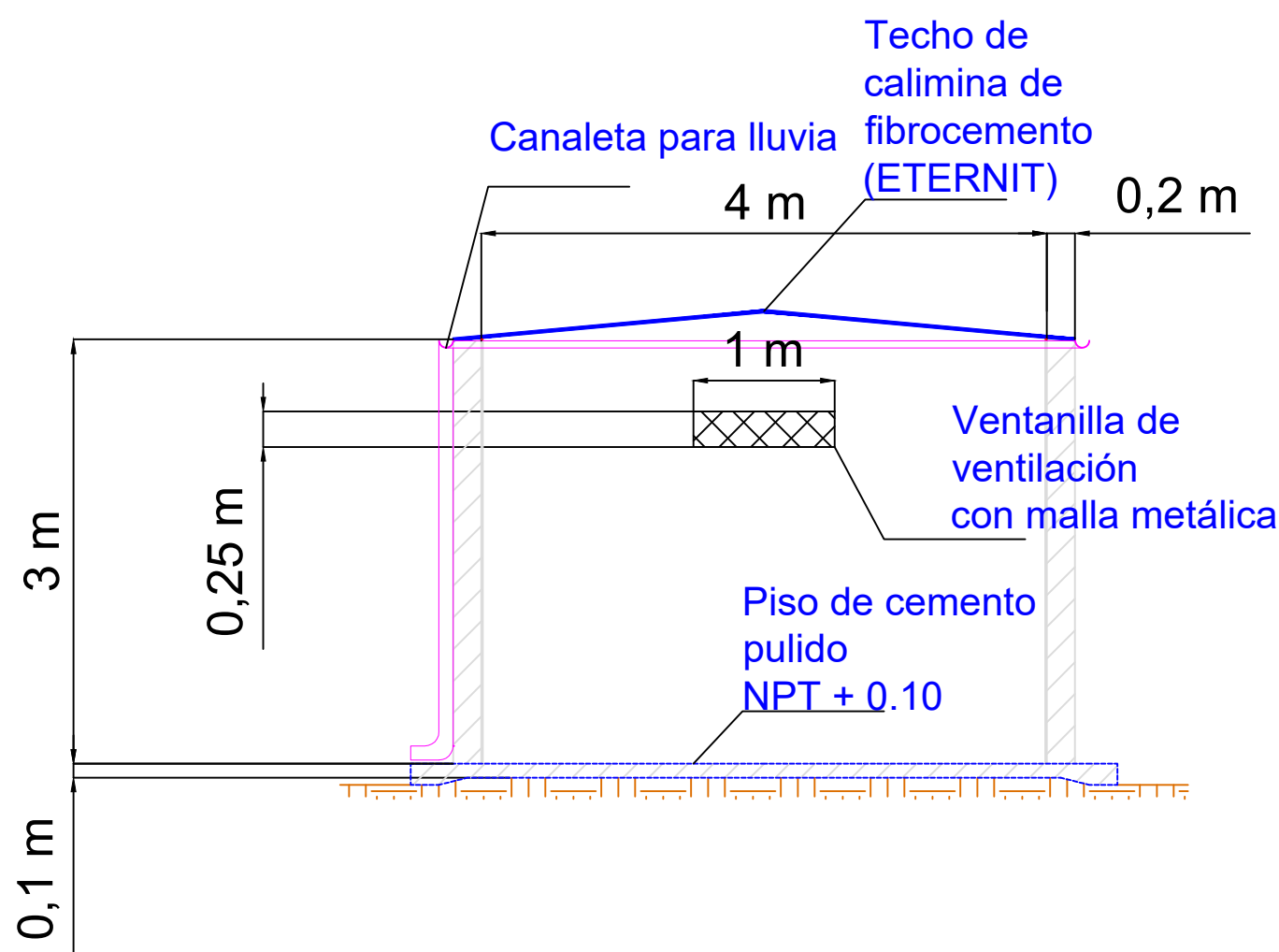
VISTA FRONTAL



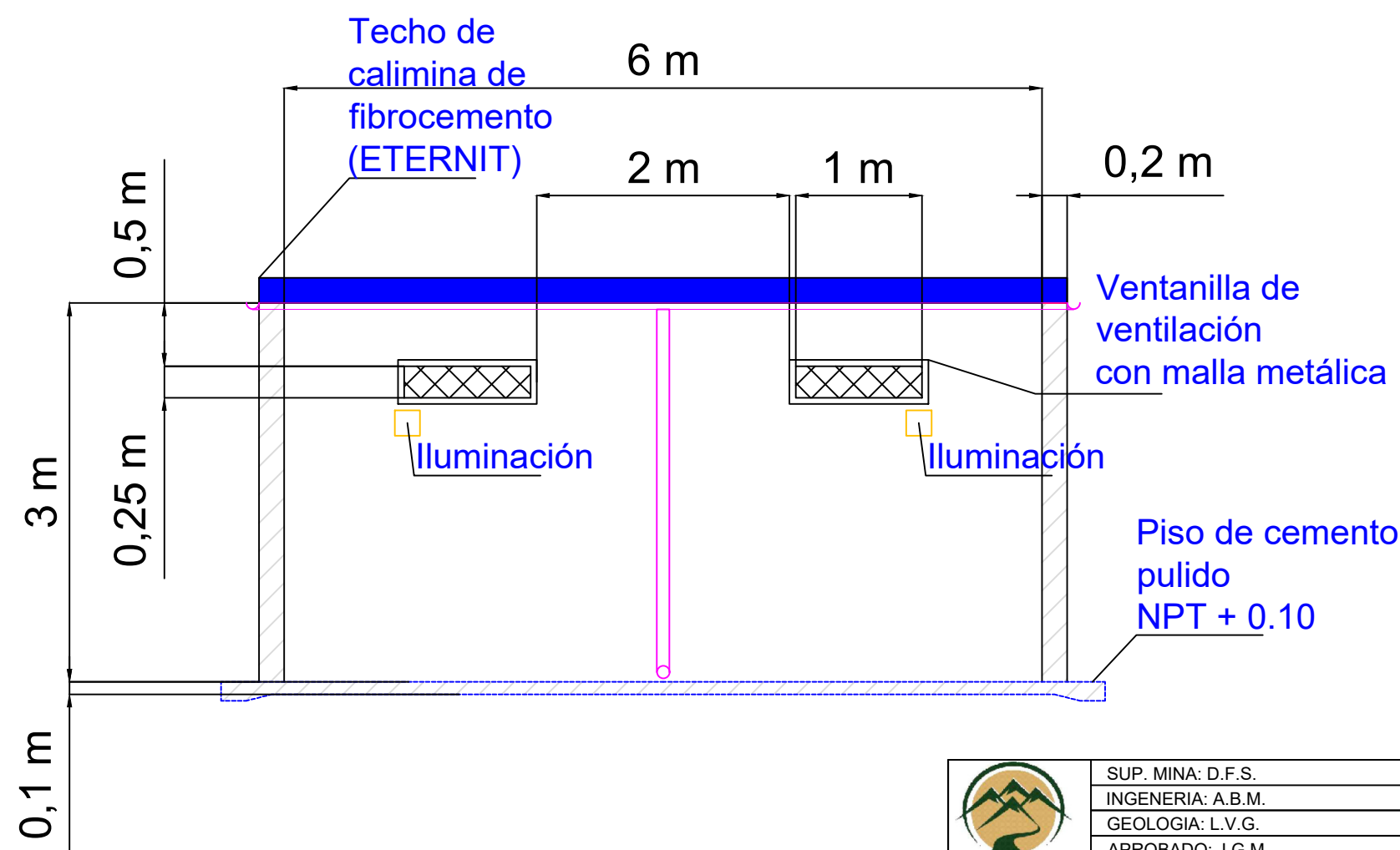
LOCALIZACIÓN GEORREFERENCIAL		
UTM WGS84 - ZONA 18 S		
POLVORÍN	ESTE (E)	NORTE (N)
ACCESORIOS	207,389.95	8,938,757.18

DIMENSIONES		
POLVORÍN DE ACCESORIOS DE VOLADURA		
DESCRIPCIÓN	MEDIDAS	
LARGO (m)	6.00	
ANCHO (m)	4.00	
ALTO (m)	3.00	
DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES EFECTIVAS	
LARGO (m)	6 - 2 x 0.8	4.40
ANCHO (m)	4 - 2 x 0.8	2.40
ALTO (m)	3 - 2 x 0.8	1.80
ÁREA EFECTIVA (m²)		10.56
VOLUMEN EFECTIVO (m³)		19.01

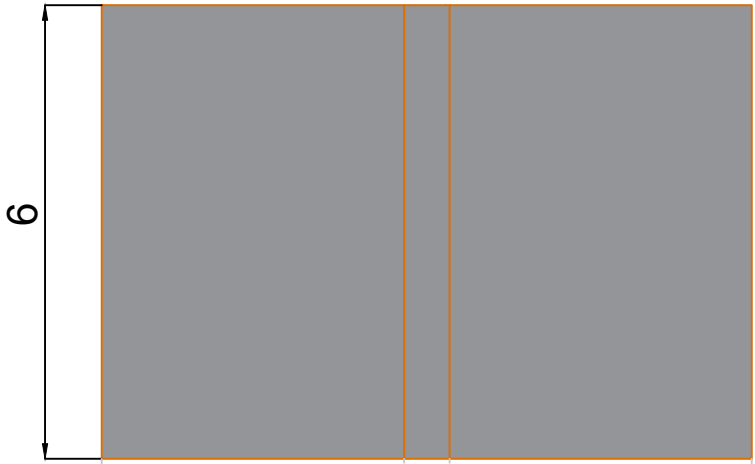
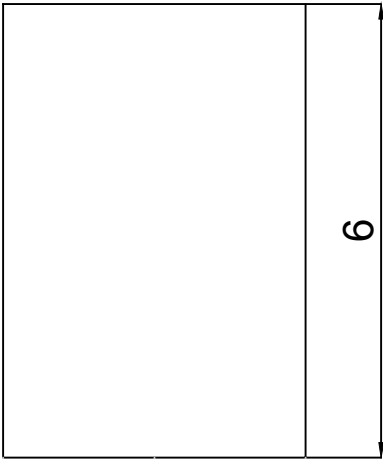
VISTA LATERAL



VISTA POSTERIOR

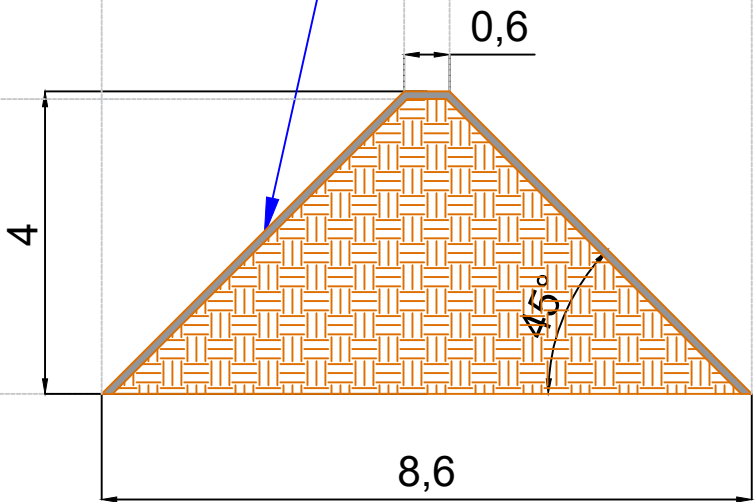
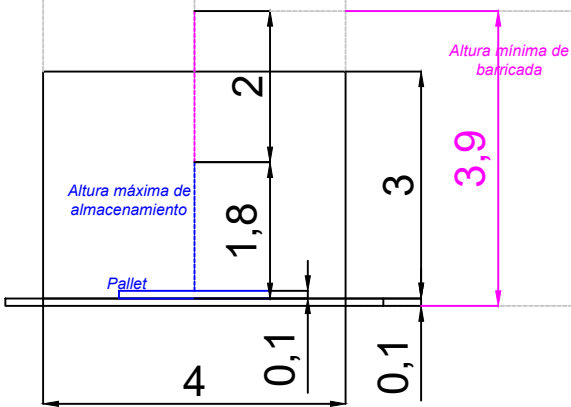


Vista en planta



Superficie de
lechada de
cemento

Vista frontal



Las barricadas deben superar en 2m como mínimo la altura del EMR almacenado dentro del polvorín o almacén.

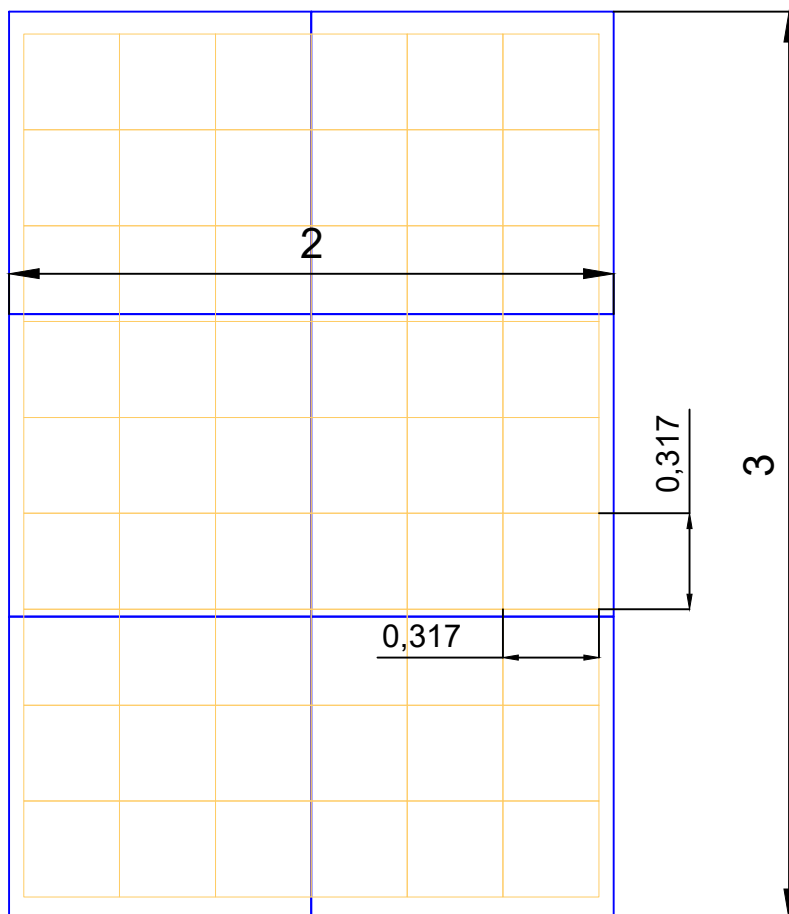
Los muros no deben tener menos de sesenta (60) centímetros de ancho en su parte superior

BARRICADA		
BASE MAYOR (m)	BASE MAYOR (m)	ALTO (m)
0.60	8.60	4.00
LONGITUD (m)	VOLUMEN (m³)	
6.00	110.40	



SUP. MINA: D.F.S.
INGENERIA: A.B.M.
GEOLOGIA: L.V.G.
APROBADO: J.G.M.
PLANEAMIENTO: A.B.M.
DIBUJO: A.B.M.

IMPORTING SHITSUKE SAC		
DIMENSIONES - BARRICADA DE POLVORÍN DE ACCESORIOS SUPERFICIAL		UTM - WGS 84
		ANEXO N°13
ESCALA: 1/200 FECHA: MAYO 2025		HOJA A4 - V



MECHA DE SEGURIDAD

CAJAS:

54 por fila / 5 columnas = 270 cajas

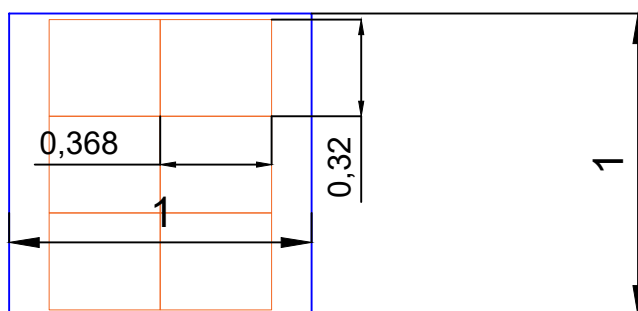
Dimensiones:

37.1 cm x 37.1 cm x 31.0 cm

Cantidad:

24.8 Kg (Peso Neto) / 2 rollos de 500 m c/u

PALLET: 2.0 m x 3.0 m x 0.10 m



FULMINANTE N°08

CAJAS:

6 cajas por fila / 7 columnas = 42 cajas

Dimensiones:

36.8 cm x 32.0 cm x 21.9 cm

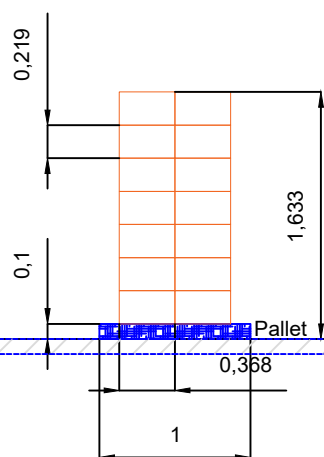
Cantidad:

16.8 Kg (Peso Neto) / 10,000 unidades/caja

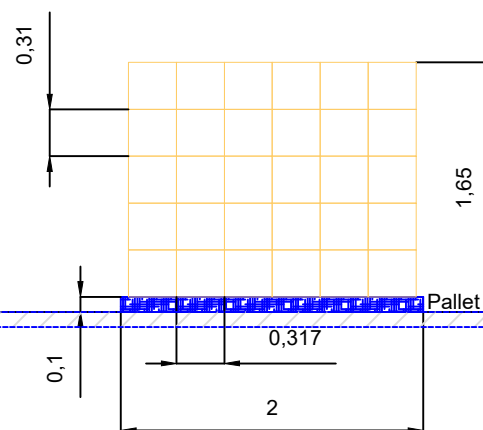
PALLET: 1.0 m x 1.0 m x 0.10 m

ESCALA: 1/25

Fulminante Común N°8



Mecha de seguridad o blanca



SUP. MINA: D.F.S.
INGENERIA: A.B.M.
GEOLOGIA: D.F.S.
APROBADO: J.G.M.
PLANEAMIENTO: A.B.M.
DIBUJO: A.B.M.

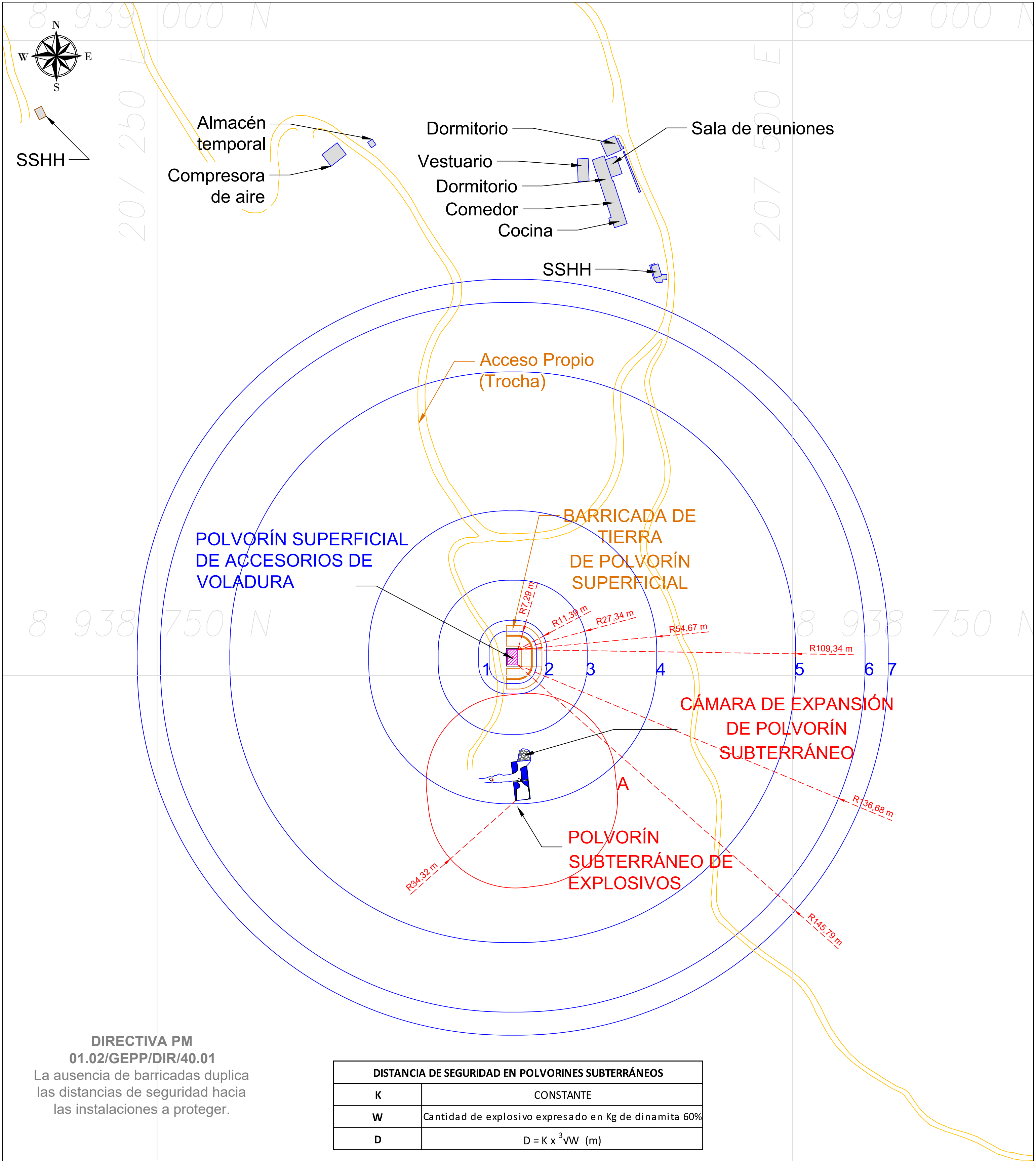
IMPORTING SHITSUKE SAC

POLVORÍN DE ACCESORIOS:
DISTRIBUCIÓN DE CAJAS

UTM - WGS 84
ANEXO N°14
HOJA A4 - V

ESCALA: 1/50

FECHA: MAYO 2025



DIRECTIVA PM
01.02/GEPP/DIR/40.01
La ausencia de barricadas duplica las distancias de seguridad hacia las instalaciones a proteger.

DISTANCIA DE SEGURIDAD EN POLVORINES SUBTERRÁNEOS	
K	CONSTANTE
W	Cantidad de explosivo expresado en Kg de dinamita 60%
D	$D = K \times \sqrt[3]{W}$ (m)

N°	DISTANCIAS DE SEGURIDAD		
	EQUIVDIN60%	11,978.40	Kg
	INSTALACIONES	K	m
A	Polvorín subterráneo	1.5	34.32

Distancia hacia el polvorín de accesorios

N°	DISTANCIAS DE SEGURIDAD		Con barricada
	TABLA N°01: Valores de K		D
	Equivalente Dinamita 60% (W)		Kg
INSTALACIONES		K	m
1	Polvorín barricado	0.8	7.29
2	Polvorín barricado a local de riesgo	1.25	11.39
3	Polvorín barricado a instalación administrativa	3	27.34
4	Polvorín barricado a vías de tránsito público	6	54.67
5	Polvorín barricado a líneas férreas	12	109.34
6	Polvorín barricado a edificio habitado	15	136.68
7	Polvorín barricado a agentes externos de riesgo	16	145.79

Distancia hacia el polvorín de explosivos

No existen oficinas de supervisión directa, local de ensayos y monitoreo de procesos, laboratorios

Distancia hacia talleres, comedores, oficinas administrativas.

Distancia a vías de tránsito público (vías departamentales o vecinales)

No hay trenes o vías ferreas en la zona

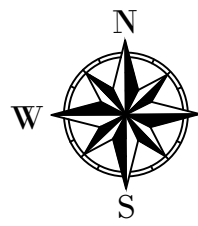
Distancia hacia domitorios, comedores, salas de reunión

Distancia hacia tanques de gas, depósitos de combustible e instalaciones eléctricas

LEYENDA

DISTANCIAS DE SEGURIDAD DE POLVORÍN SUPERFICIAL CON BARRICADA

DISTANCIA DE SEGURIDAD DE POLVORÍN SUBTERRÁNEO



8 938 710 N
207 390 E

207 390 E

8 938 710 N

8 938 700 N

Bocamina Polvorín Subterráneo
E: 207,377.69
N: 8,938,708.36

PUERTA 1



Tablero de
descarga
eléctrica



PUERTA 2

Panel informativo 1

Panel informativo 2



Cajas de Emulsión Encartuchada

Cajas de Emulsión encartuchada

POLVORÍN DE
EXPLOSIVOS
SUBTERRÁNEO

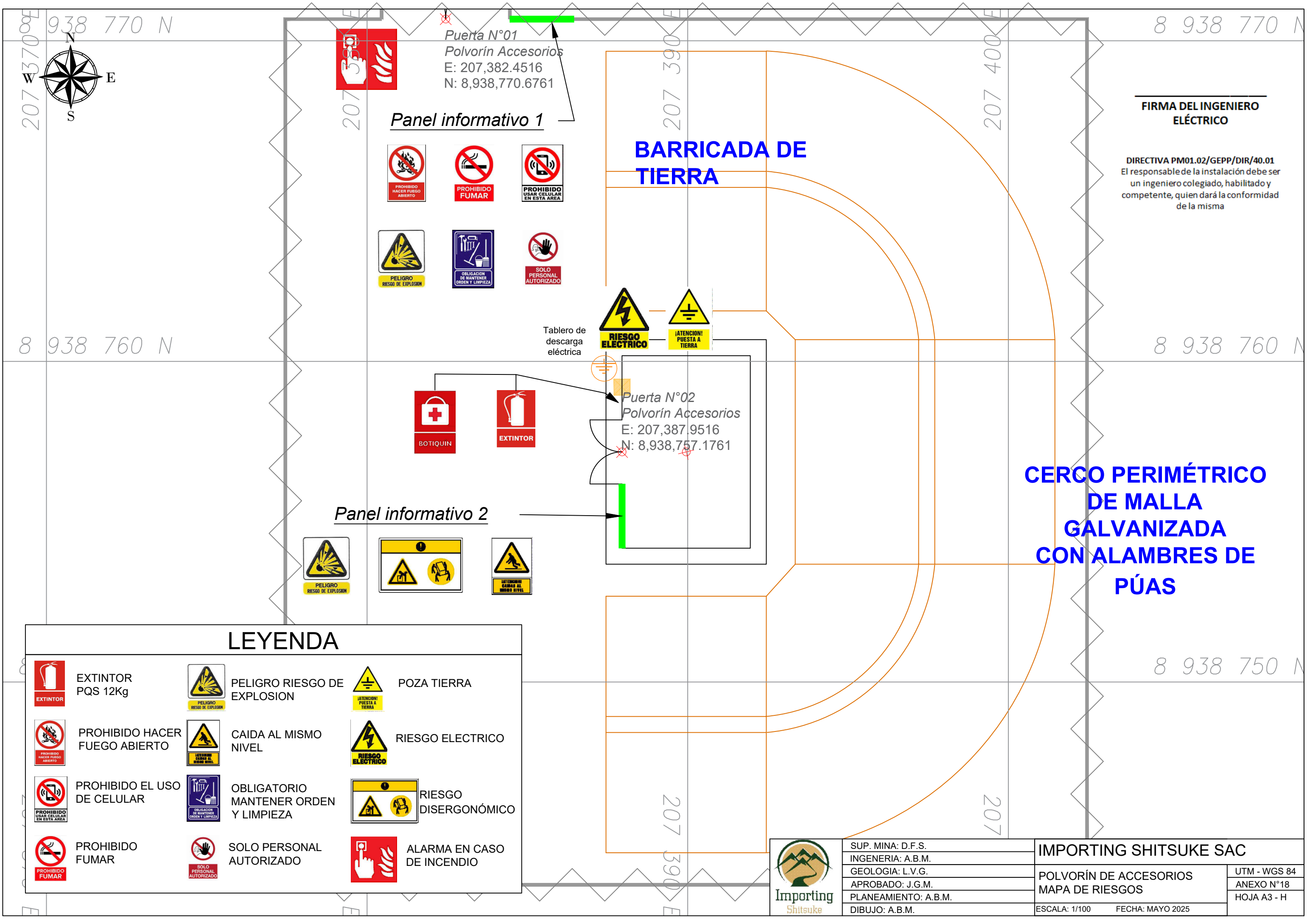
LEYENDA

	EXTINTOR PQS 12Kg		PELIGRO RIESGO DE EXPLOSION		POZA TIERRA
	PROHIBIDO HACER FUEGO ABIERTO		CAIDA AL MISMO NIVEL		RIESGO ELECTRICO
	PROHIBIDO EL USO DE CELULAR		OBLIGATORIO MANTENER ORDEN Y LIMPIEZA		RIESGO DISERGONOMICO
	PROHIBIDO FUMAR		SOLO PERSONAL AUTORIZADO		ALARMA EN CASO DE INCENDIO



SUP. MINA: D.F.S.
INGENERIA: A.B.M.
GEOLOGIA: L.V.G.
APROBADO: J.G.M.
PLANEAMIENTO: A.B.M.
DIBUJO: A.B.M.

IMPORTING SHITSUKE SAC	
POLVORÍN SUBTERRÁNEO DE EXPLOSIVOS - MAPA DE RIESGOS	UTM - WGS 84 ANEXO N°17 HOJA A3 - H
ESCALA: 1/50	FECHA: MAYO 2025



FIRMA DEL INGENIERO
ELÉCTRICO

DIRECTIVA PM01.02/GEPP/DIR/40.01
El responsable de la instalación debe ser
un ingeniero colegiado, habilitado y
competente, quien dará la conformidad
de la misma

CERCO PERIMÉTRICO
DE MALLA
GALVANIZADA
CON ALAMBRES DE
PÚAS

Panel informativo 1

BARRICADA DE
TIERRA

Panel informativo 2

Puerta N°02
Polvorín Accesorios
E: 207,387.9516
N: 8,938,757.1761

Tablero de
descarga
eléctrica

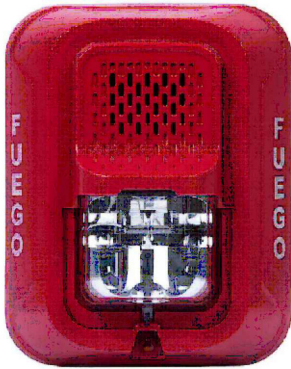
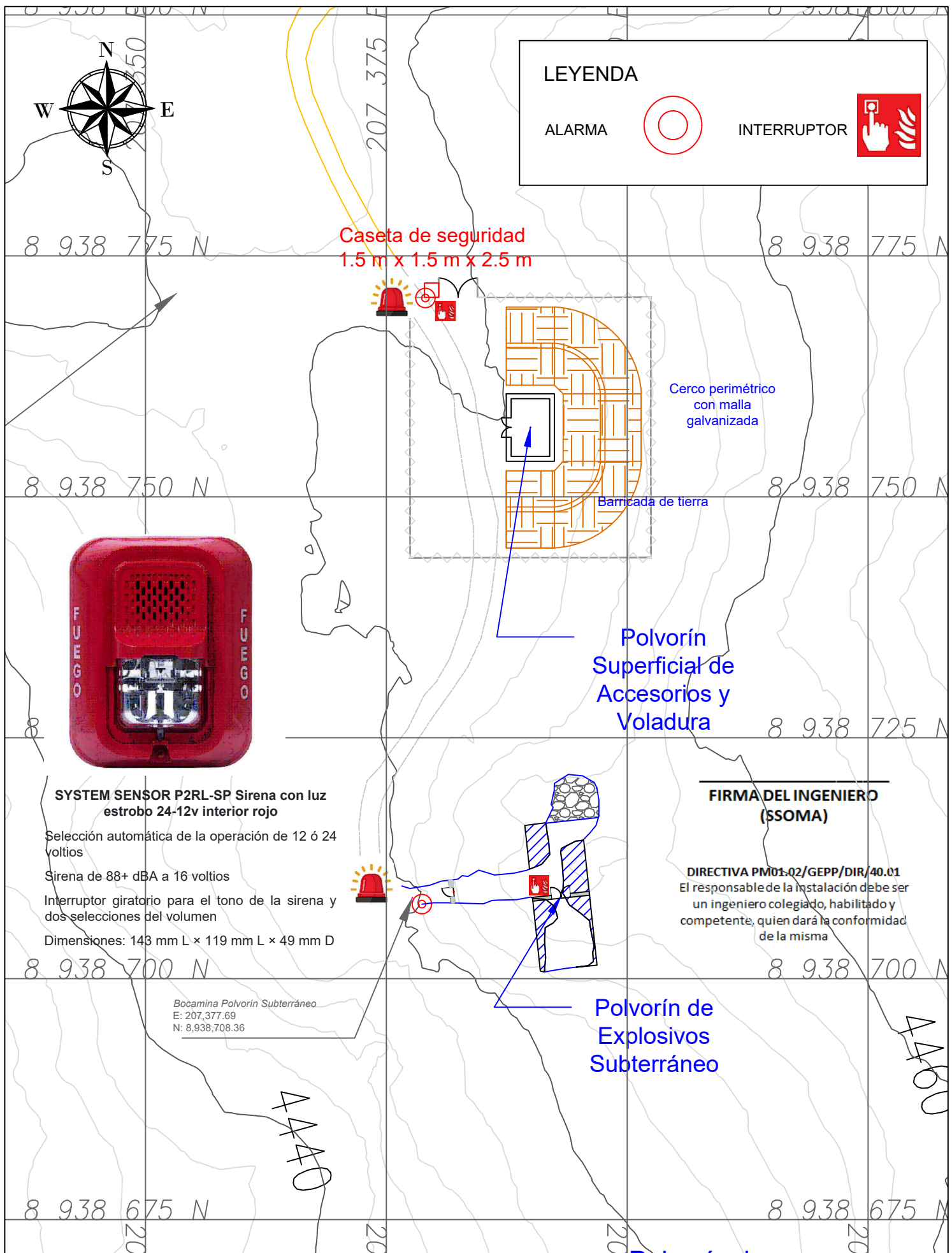
LEYENDA

	EXTINTOR PQS 12Kg		PELIGRO RIESGO DE EXPLOSION		POZA TIERRA
	PROHIBIDO HACER FUEGO ABIERTO		CAIDA AL MISMO NIVEL		RIESGO ELECTRICO
	PROHIBIDO EL USO DE CELULAR		OBLIGATORIO MANTENER ORDEN Y LIMPIEZA		RIESGO DISERGONÓMICO
	PROHIBIDO FUMAR		SOLO PERSONAL AUTORIZADO		ALARMA EN CASO DE INCENDIO



SUP. MINA: D.F.S.
INGENERIA: A.B.M.
GEOLOGIA: L.V.G.
APROBADO: J.G.M.
PLANEAMIENTO: A.B.M.
DIBUJO: A.B.M.

IMPORTING SHITSUKE SAC	
POLVORÍN DE ACCESORIOS MAPA DE RIESGOS	UTM - WGS 84 ANEXO N°18 HOJA A3 - H
ESCALA: 1/100	FECHA: MAYO 2025



SYSTEM SENSOR P2RL-SP Sirena con luz estrobo 24-12v interior rojo

Selección automática de la operación de 12 ó 24 voltios

Sirena de 88+ dBA a 16 voltios

Interruptor giratorio para el tono de la sirena y dos selecciones del volumen

Dimensiones: 143 mm L x 119 mm L x 49 mm D

Bocamina Polvorín Subterráneo
E: 207,377.69
N: 8,938,708.36

FIRMA DEL INGENIERO (SSOMA)

DIRECTIVA PM01-02/GEPP/DIR/40.01
El responsable de la instalación debe ser un ingeniero colegiado, habilitado y competente, quien dará la conformidad de la misma



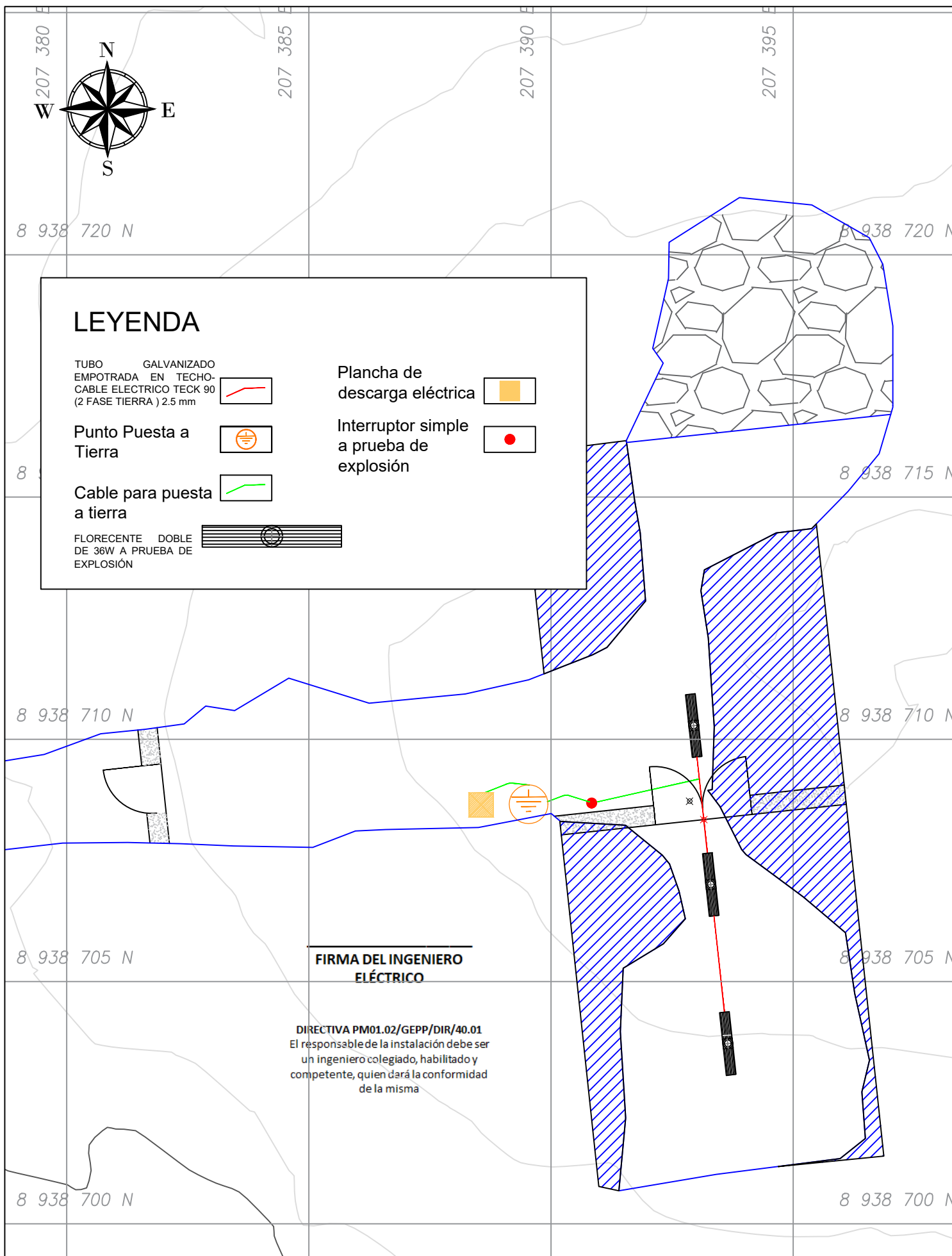
SUP. MINA: D.F.S.
INGENIERIA: A.B.M.
GEOLOGIA: L.V.G.
APROBADO: J.G.M.
PLANEAMIENTO: A.B.M.
DIBUJO: A.B.M.

IMPORTING SHITSUKE SAC

PLANO DE ALARMAS LUMINOSA SONORA

ESCALA: 1/500 FECHA: MAYO 2025

UTM - WGS 84
ANEXO N°19
HOJA A4 - V



FIRMA DEL INGENIERO
ELÉCTRICO

DIRECTIVA PM01.02/GEPP/DIR/40.01
El responsable de la instalación debe ser
un ingeniero colegiado, habilitado y
competente, quien dará la conformidad
de la misma



SUP. MINA: D.F.S.
INGENIERIA: A.B.M.
GEOLOGIA: L.V.G.
APROBADO: J.G.M.
PLANEAMIENTO: A.B.M.
DIBUJO: A.B.M.

IMPORTING SHITSUKE SAC

POLVORÍN DE EXPLOSIVOS
INSTALACIONES ELÉCTRICAS

ESCALA: 1/100

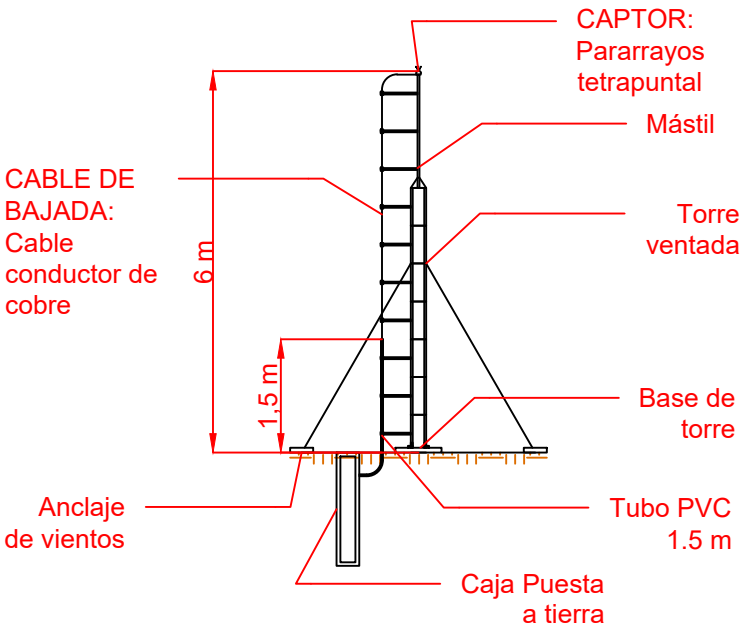
FECHA: MAYO 2025

UTM - WGS 84
ANEXO N°20
HOJA A4 - V

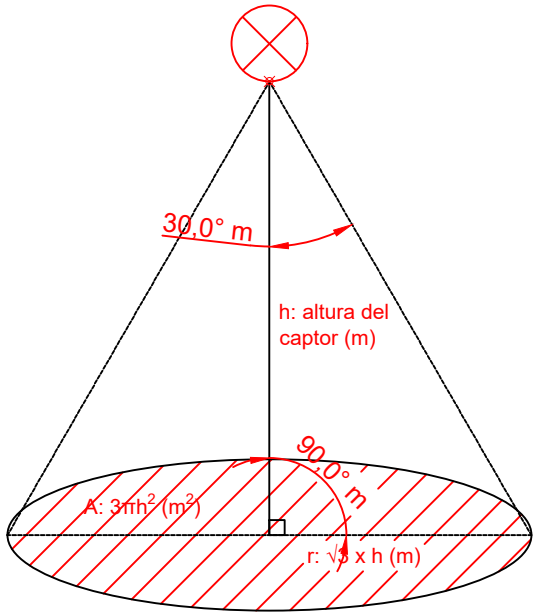
Método del ángulo de protección

Según este método el volumen protegido por una punta Franklin sería el situado en el interior de un cono cuyo vértice es el extremo del captador por una línea con origen en el captador y con un ángulo que depende de la altura y del nivel de protección.

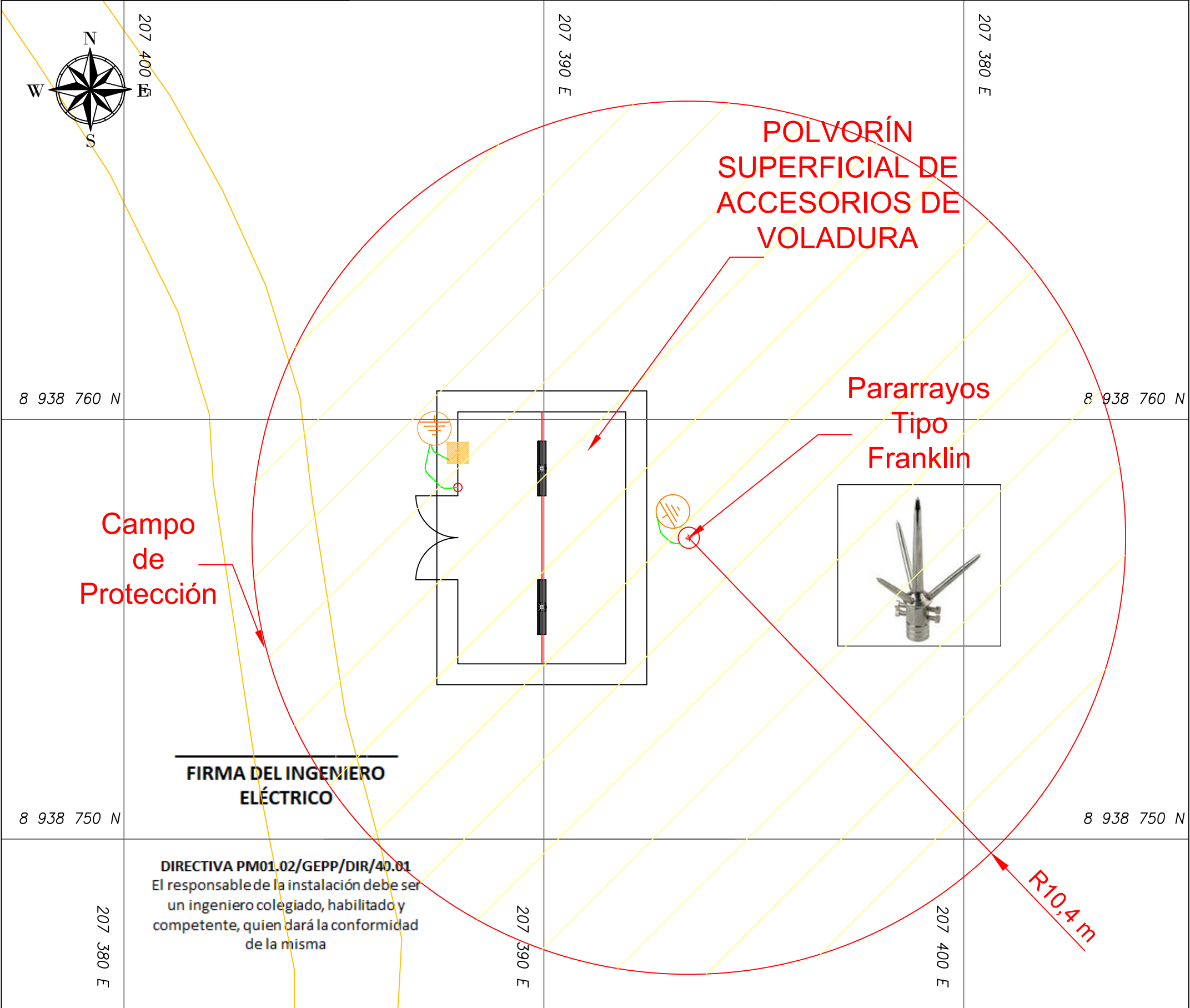
DISEÑO DE PARARRAYOS



CAMPO DE PROTECCIÓN DE PARARRAYOS



ESCALA: 1/100



LEYENDA

- TUBO GALVANIZADO EMPOTRADO EN TECHO
- CABLE ELECTRICO TECK 90 (2 FASE TIERRA) 2.5 mm
- Pararrayos
- Punto Puesta a Tierra
- FLORESCENTE DOBLE DE 36W A PRUEBA DE EXPLOSIÓN
- Plancha de descarga eléctrica
- Interruptor simple a prueba de explosión
- Cable para puesta a tierra

PARARRAYOS - CAMPO DE PROTECCIÓN

TIPO DE CAPTOR		FRANKLIN	
Ángulo (°)	60		
N°	ALTURA (m)	RADIO (m)	ÁREA (m²)
1	6.0	10.4	339.3

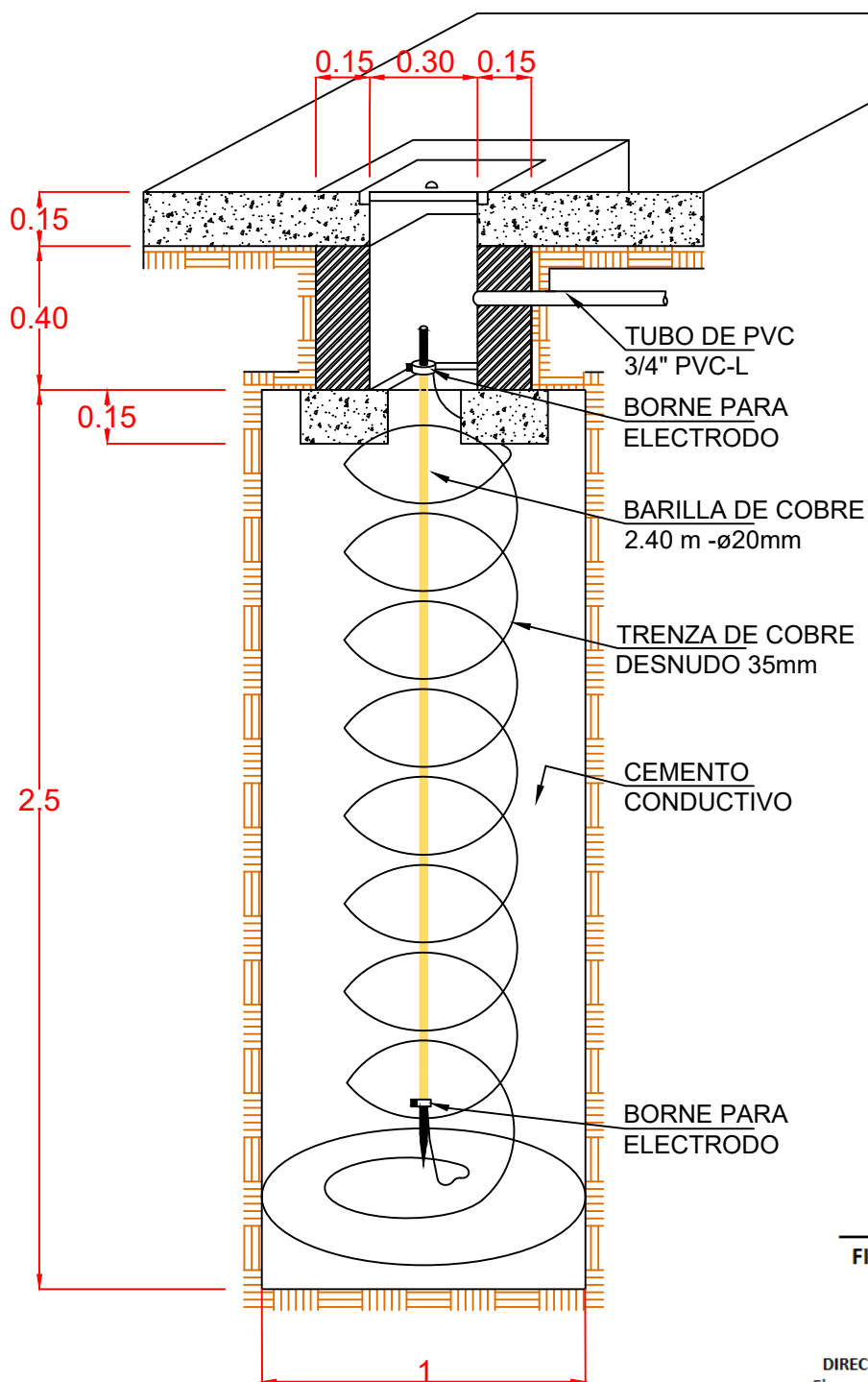


SUP. MINA: D.F.S.
INGENERIA: A.B.M.
GEOLOGIA: L.V.G.
APROBADO: J.G.M.
PLANEAMIENTO: A.B.M.
DIBUJO: A.B.M.

IMPORTING SHITSUKE SAC

POLVORÍN DE ACCESORIOS DE VOLADURA
INSTALACIONES ELÉCTRICAS
UTM - WGS 84
ANEXO N°21
HOJA A3 - V
ESCALA: 1/100
FECHA: SETIEMBRE 2025

POZO DE PUESTA A TIERRA



FIRMA DEL INGENIERO
ELÉCTRICO

DIRECTIVA PM01.02/GEPP/DIR/40.01
El responsable de la instalación debe ser
un ingeniero colegiado, habilitado y
competente, quien dará la conformidad
de la misma

	SUP. MINA: D.F.S.	IMPORTING SHITSUKE SAC	
	INGENIERIA: A.B.M.		
	GEOLOGIA: L.V.G.	DISEÑO DE POZO DE PUESTA A TIERRA	UTM - WGS 84
	APROBADO: J.G.M.		ANEXO N°22
	PLANEAMIENTO: A.B.M.		HOJA A4 - V
	DIBUJO: A.B.M.	ESCALA: 1/500	FECHA: MAYO 2025

POLVORÍN SUBTERRÁNEO DE EXPLOSIVOS

DIAGRAMA DE GANTT

POLVORÍN SUBTERRÁNEO DE EXPLOSIVOS																																																																
DIAGRAMA DE GANTT																																																																
ID	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN (días)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1.00	HABILITACIÓN POLVORÍN	6																																																														
1.01	DESQUINCHE	5																																																														
1.02	LIMPIEZA	5																																																														
1.03	SOSTENIMIENTO	1																																																														
2.00	HABILITACIÓN CÁMARA DE EXPANSIÓN DE GASES	3																																																														
2.01	DESQUINCHE	2																																																														
2.02	LIMPIEZA	2																																																														
2.03	SOSTENIMIENTO	1																																																														
3.00	VACIADO DE PISO	24																																																														
3.00	TRASLADO DE MATERIALES	1																																																														
3.01	INSTALACIÓN DE ENMADERADO	1																																																														
3.02	PREPARACIÓN DE MEZCLA	1																																																														
3.03	VACIADO DE CONCRETO	1																																																														
3.04	FRAGUA	21																																																														
3.05	PULIDO	1																																																														
4.00	MUROS	24																																																														
4.01	TRASLADO DE MATERIALES	1																																																														
4.02	INSTALACIÓN DE ENMADERADO	1																																																														
4.03	PREPARACIÓN DE MEZCLA	1																																																														
4.04	VACIADO DE CONCRETO	1																																																														
4.05	FRAGUA	21																																																														
4.06	PULIDO	1																																																														
5.00	PUERTAS Y MALLAS	2																																																														
5.01	TRASLADO DE MATERIALES	1																																																														
5.02	INSTALACIÓN DE PUERTAS	1																																																														
5.03	INSTALACIÓN DE MALLAS	1																																																														
6.00	INSTALACIONES ELÉCTRICAS	1																																																														
6.01	TRASLADO DE MATERIALES	1																																																														
6.02	POZO A TIERRA	1																																																														
6.03	FOCOS, INTERRUPTORES, CABLEADO, ETC.	1																																																														
6.04	PLANCHA DE DESCARGA ANTIESTÁTICA	1																																																														
7.00	VENTILACIÓN	1																																																														
7.01	TRASLADO DE MATERIALES	1																																																														
7.02	INSTALACIÓN DE VENTILADOR	1																																																														
7.03	INSTALACIÓN DE MAGA DE VENTILACIÓN	1																																																														
8.00	SEÑALIZACIÓN	1																																																														
8.01	INSTALACIÓN DE SEÑALÉTICAS	1																																																														



SUP. MINA: D.F.S.	IMPORTING SHITSUKE SAC	
INGENERIA: A.B.M.		
GEOLOGIA: L.V.G.	DIAGRAMA DE GANTT	UTM - WGS 84
APROBADO: J.G.M.	POLVORÍN SUBTERRÁNEO DE EXPLOSIVOS	ANEXO N°23
PLANEAMIENTO: A.B.M.		
DIBUJO: A.B.M.	ESCALA: S/E	FECHA: NOVIEMBRE/2025

POLVORÍN SUPERFICIAL DE ACCESORIOS DE VOLADURA

DIAGRAMA DE GANTT

