

ESCUELA DE POSGRADO NEWMAN

MAESTRÍA EN
GESTION MINERA Y AMBIENTAL



**“Análisis de mejora de las medidas de seguridad en el
almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación
de explosivos - 2022”**

Tesis

para optar el Grado a Nombre de la Nación de:

Maestro en
Gestión Minera y Ambiental

Autor:

Ing. Talledo Vilela, Roberto Alejandro

Director de Tesis:

Msc. Ticona Corrales, Sergio

TACNA – PERÚ

2023

Roberto Talledo Vilela

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

“El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del (los) autor (es)”

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
RESUMEN.....	6
INTRODUCCION.....	8
CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	11
1.1. TÍTULO DEL TEMA	11
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.3.1. Problema General	14
1.3.2. Problema Específico	14
1.4. HIPÓTESIS.....	14
1.4.1. Hipótesis General	14
1.4.2. Hipótesis Específicas	14
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.5.1. Objetivo General	15
1.5.2. Objetivos Específicos.....	15
1.6. METODOLOGÍA.....	16
1.6.1. <i>Tipo</i>	16
1.6.2. <i>Diseño del estudio</i>	16

1.6.3. Población y muestra	17
1.6.4. Instrumento	18
1.7. JUSTIFICACIÓN	188
1.8. DEFINICIONES	19
1.9. ALCANCES Y LIMITACIONES	22
1.10. CRONOGRAMA	25
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	26
2.1. CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	26
2.2. IMPORTANCIA DE LAS VARIABLES O TÓPICOS CLAVE	26
2.3. MODELO DE LAS VARIABLES	28
2.4. ANÁLISIS COMPARATIVO	29
2.4. ANÁLISIS CRÍTICO	33
CAPITULO III: MARCO REFERENCIAL	35
3.1 RESEÑA HISTÓRICA DEL SECTOR	35
3.2 PRESENTACIÓN DE LOS ACTORES	38
3.3. DIAGNOSTICO SECTORIAL	45
CAPITULO IV: RESULTADOS	49
4.1. PROPUESTA DE MEJORA.	49
4.2. DIAGNÓSTICO	49
4.2.1. Comparación de las normativas legales	50
4.3. DISEÑO DE LA MEJORA	70

4.3.1. Análisis de Resultados y Relación con los Objetivos	70
4.4. MECANISMOS DE CONTROL	72
CAPITULO V: SUGERENCIAS	75
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXOS	83
Anexo.01. Tabla de equivalencias referencial a la dinamita 60%	83

ÍNDICE DE FIGURAS

• Figura 1. Análisis normativo comparado	14
• Figura 2. Distribución geográfica de las principales empresas de explosivos de uso civil en el Perú	23
• Figura 3. Medidas de seguridad comparativo	33
• Figura 4. Señalización obligatoria	45

ÍNDICE DE TABLAS

• Tabla 1. Modelo de las Variables	22
• Tabla 2. Normativas de Almacenamiento de Explosivos	30
• Tabla 3. Comparativa de las normativas D.S. N° 453-2021- SUCAME (año 2021), respecto al DICAME D.S. N° 019-71/IN (año 1971)	31
• Tabla 4. Diagnóstico comparativo	52
• Tabla 5. Denominación genérica	69

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo evaluar el fortalecimiento de los protocolos de seguridad en la custodia de explosivos en instalaciones de producción de explosivos durante el año 2022. Utilizando una metodología de investigación aplicada con enfoque cuantitativo, diagnóstico y no experimental, se examinaron las plantas de fabricación de explosivos, destacando inicialmente a Exsa, Orica, Famesa, Maxam y Enaex, y posteriormente enfocándose en Exsa y Famesa. El estudio se centró en el análisis del Decreto Supremo N° 453-2021-SUCAMEC del 2021, que estipula condiciones, especificaciones y protocolos de seguridad para el almacenamiento de explosivos y materiales relacionados en Perú.

Los resultados revelaron mejoras significativas en la seguridad del almacenamiento de explosivos, con un aumento del 29% en el diseño y características físicas de los polvorines y un 36% en la operación de almacenamiento, comparado con la normativa de 1971. El análisis detallado mostró impactos positivos en la producción manufacturera, el sector minero y en entidades que gestionan explosivos legalmente.

La normativa D.S N° 453-2021- SUCAMEC ha generado cambios positivos, exigiendo a las empresas adaptarse a las nuevas directrices en un plazo máximo de un año y seis meses. Además, resalta la importancia de implementar un Sistema de Gestión de Riesgos considerando riesgos individuales y sociales, y establece controles estrictos para un manejo seguro de explosivos y sustancias asociadas.

Palabras claves: Normatividad, seguridad, almacenamiento, explosivos.

ABSTRACT

This research aims to evaluate the strengthening of safety protocols in the custody of explosives at explosive production facilities during the year 2022. Using an applied research methodology with a quantitative, diagnostic, and non-experimental approach, explosive manufacturing plants were examined, initially focusing on Exsa, Orica, Famesa, Maxam, and Enaex, and later concentrating on Exsa and Famesa. The study centered on the analysis of the Supreme Decree N° 453-2021-SUCAMEC of 2021, which stipulates conditions, specifications, and safety protocols for the storage of explosives and related materials in Peru.

The results revealed significant improvements in the safety of explosive storage, with a 29% increase in the design and physical characteristics of the powder magazines and a 36% improvement in storage operations, compared to the 1971 regulations. The detailed analysis showed positive impacts on manufacturing production, the mining sector, and entities that legally manage explosives.

The D.S N° 453-2021- SUCAMEC regulation has brought about positive changes, requiring companies to adapt to the new guidelines within a maximum period of one year and six months. Additionally, it highlights the importance of implementing a Risk Management System that considers individual and social risks and establishes strict controls for the safe handling of explosives and associated substances.

Keywords: regulations, security, storage, explosives.

INTRODUCCION

En el contexto peruano, la minería ha desempeñado un papel fundamental al aportar en promedio alrededor del 10% del Producto Interno Bruto (PBI) del país. Ha tenido un rol destacado en la conformación del 60% de las exportaciones del país y ha constituido cerca del 23% de la inversión extranjera directa, alcanzando estos logros en el año 2021., un aumento interanual del 13.3% lo que contrasta con el 11.0% que experimentó en el 2020, así como también, durante el año reportó un marcado aumento en la producción nacional con tasas de crecimiento significativa en los diferentes sectores productivos que ha sido impulsado por el reinicio de las actividades.

Por consiguiente, la minería es el eje principal que contribuye a la economía peruana, pero también es una actividad con riesgos laborales, accidentes y muertes. Asimismo, anualmente mediante el Ministerio de Energía y Minas, los accidentes mortales por uso, manipulación, almacenamiento y transporte de explosivos ocurridos en las operaciones mineras de la pequeña, mediana y gran minería, proporciona la data estadística de los accidentes mortales ocurridos productos del mal uso, manipulación, almacenamiento y transporte de explosivos en la minería.

La seguridad en minería tiene como propósito garantizar la integridad de los trabajadores y operarios que laboran en sus empresas. En el contexto nacional, las medidas de seguridad relacionadas con el almacenamiento de explosivos en la industria minera se rigen por el estatuto designado N° 30299, también referido como la Ley de Armas de Fuego, Munición, Explosivos, Artículos Pirotécnicos y Materiales

Afines de Uso Civil promulgada el 22 de enero de 2015. Además, estas disposiciones se complementan con el Decreto Supremo N° 010-2017-IN, que reglamenta la mencionada ley.

En el ámbito minero, se aplican también las regulaciones de seguridad y salud ocupacional, establecidas en el Decreto Supremo N° 024-2016-EM y su posterior modificación mediante el D.S. 023-2017-EM. Estos marcos legales y reglamentarios son fundamentales para garantizar la seguridad en el manejo y almacenamiento de explosivos en la minería peruana.

Esta investigación tiene como objetivo analizar el progreso en los protocolos de seguridad para el almacenaje de materiales explosivos en los centros de producción de dichos compuestos dentro de Perú.

Por lo tanto, permitirá determinar las repercusiones tanto positivas como negativas con las actualizaciones de normativas legales que se han dado, así como, los cambios de Ingeniería que han sido modificados en el diseño, características físicas del lugar de almacenamiento de explosivos, barricadas, el control de la operación del almacenamiento, materiales relacionados almacenados en los polvorines, la maximización de medidas de protección, planes de respuestas de contingencias, evaluación de riesgos propios de la operación de almacenamiento de explosivos y finalmente, la evaluación de riesgos a las comunidades aledañas.

La técnica por utilizar fue la data recogida como información de análisis; auditorías internas y externas, inspecciones, fiscalizaciones entre otras. Por la cual, estas revisiones sistemáticas planeadas y objetivas tuvieron como misión detectar y corregir las desviaciones de las normativas legales vigentes en el almacenamiento de explosivos y las desviaciones del sistema de gestión de seguridad.

Adicionalmente, el estudio pretende proponer mejoras potenciales y la

adopción continua de prácticas de seguridad más robustas en el manejo y almacenaje de explosivos en los sitios de producción correspondientes.

Por lo que es importante el diagnóstico de la situación actual de almacenamiento de explosivos en las dichas plantas de fabricación de explosivos. Por esta razón, la distribución de los diversos temas en la estructura del trabajo comprende:

En el capítulo I, se consideran los antecedentes del estudio, en el que se indica el cambio y actualización de mejora con las normativas dadas, los impactos positivos y negativos en la planta de fabricación de explosivos.

Conllevando a la mejora continua del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, la contratación del personal idóneo debidamente capacitado, entrenado y certificado para las actividades de administración y manipulación de explosivos dentro de los polvorines, cumplimiento legal, la realización planeada, y objetiva y programada de inspección de seguridad, siendo uno del instrumento de medición de los cumplimientos de las normativas legales vigentes.

CAPÍTULO I: ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

1.1. TÍTULO DEL TEMA

“Análisis de mejora de las medidas de seguridad en el almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación de explosivos - 2022.”

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El riesgo está íntimamente asociado a la profesión minera. ya que, a diferencia de lo que sucede con otras actividades industriales, en muchos casos no son elegibles ni la localización ni el lugar de trabajo.

La seguridad en el almacenamiento de explosivos, en las plantas de fabricación de explosivo, es de vital importancia conocer, practicar y sensibilización en las medidas de seguridad en el almacenamiento, con la finalidad de prevenir, controlar, reducir y eliminar los posibles riesgos, derivados de eventos fortuitos, que ocurran durante la operación zona de la bodega de almacenamiento explosivos.

Los peligros se han categorizado de la manera siguiente:

- **Riesgos ambientales:** Representan la probabilidad de perjudicar el entorno por medio del depósito no controlado de aguas servidas, residuos sólidos y emisiones olfativas que pueden originarse en el depósito de explosivos, en ausencia de prácticas preventivas efectivas.
- **Riesgos biológicos:** Se originan por la presencia de un ser vivo, o derivados de este, que puedan constituir una amenaza para la salud de las personas.
- **Riesgos físicos:** Incluyen elementos del entorno que, basados en sus atributos físicos como la carga laboral, sonoridad, iluminación, radiación y temperaturas altas, así como riesgos de caídas, pueden influir en los tejidos y órganos del

equipo humano que opera en el área de almacenaje de explosivos, generando daños potenciales relacionados con la magnitud y duración de la exposición.

- Riesgos químicos: Son aquellos componentes y compuestos que, al interactuar con el cuerpo humano ya sea por inhalación, contacto o ingestión, son capaces de causar intoxicaciones, quemaduras o daños sistémicos, dependiendo de su concentración y el tiempo de contacto.
- Riesgos ergonómicos: Se refieren a padecimientos laborales ocasionados por condiciones laborales deficientes.

Actualmente empresas fabricas que se dedican a la producción y venta de materiales explosivos, complementos y compuestos de detonación, satisfaciendo requerimientos en las Industrias de minería, construcción civil y exploración de hidrocarburos en Perú y sus mercados han sido ampliados hacia el ámbito internacional, instalándose exitosamente en América del Sur y otros continentes ofreciendo soluciones afronta desafíos particulares en los ámbitos industriales, gracias a la mejora del almacenamiento de los explosivos en las plantas.

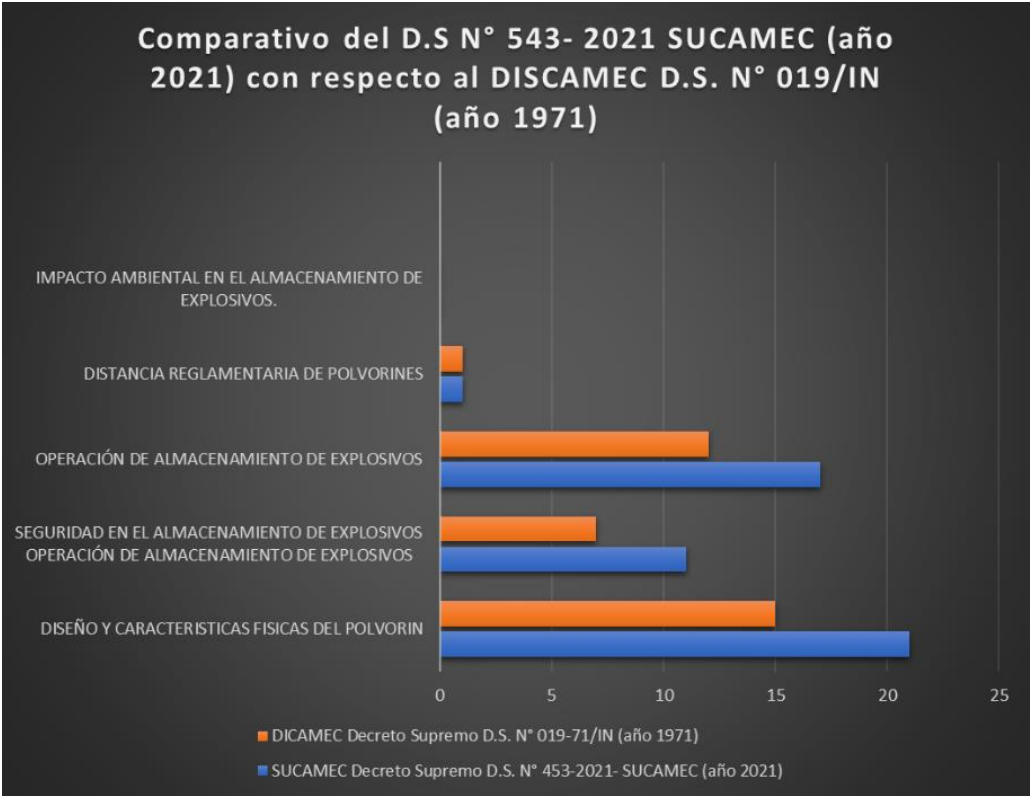
Actualmente, las estadísticas de los accidentes mortales, accidentes graves e incidentes peligrosos derivados de la incorrecta utilización, manejo, almacenamiento y traslado de explosivos en el ámbito minero han sido ocasionados por las actividades extractivas de la minería en sus escalas pequeña, mediana y grande.

La seguridad en minería es importante que garantice la integridad de los trabajadores y operarios que laboran en sus empresas. En este sentido, la finalidad de la directriz de SUCAMEC es precisar y guiar sobre los estándares y medidas de protección que se deben observar en las instalaciones destinadas al resguardo de explosivos y artículos afines. Asimismo, dispone pautas para la tramitación de

permisos de almacenaje, conforme a lo estipulado en la Ley N°. 30299 y su reglamento.

Por lo tanto, este cambio de actualización de normativa genera un conjunto de efectos beneficiosos y/o perjudiciales (impactos) para las compañías mineras y las plantas de fabricación de explosivos; las cual se debe analizar los costos, incumplimientos, sanciones y/o repercusiones que puedan generar en el cumplimiento con las nuevas disposiciones legales.

Figura 1. Análisis normativo comparado



Nota: Evaluación propia en base al D.S. N.º 453-2021 SUCAMEC vs DISCAMEC D.S. N.º 019-1971

1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. Problema General

¿Cómo pueden mejorarse las medidas de seguridad en el almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación de explosivos a través de un análisis detallado? – 2022

1.3.2. Problema Específico

1. ¿Cuál es el estado actual de las medidas de seguridad en el almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación y qué mejoras son necesarias?
2. ¿Qué plan de mejora se puede implementar para reforzar las medidas de seguridad en el almacenamiento de explosivos en estas plantas?
3. ¿Cuáles serían las consecuencias, tanto positivas como negativas, de adoptar nuevas medidas de seguridad en el almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación?

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis General

La implementación de un análisis detallado de las prácticas actuales permitirá identificar y mejorar significativamente las medidas de seguridad en el almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación de explosivos en 2022.

1.4.2. Hipótesis Específicas

1. Un diagnóstico exhaustivo revelará deficiencias clave en las medidas de seguridad actuales en el almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación, proporcionando una base para mejoras efectivas.
2. El desarrollo y análisis de un plan de mejora basado en las nuevas medidas de

seguridad optimizará significativamente el almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación.

3. La adopción de nuevas medidas de seguridad en el almacenamiento de explosivos tendrá consecuencias positivas, incluyendo una reducción en los riesgos y una mejora en la conformidad con las normativas vigentes.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo General

Proponer medidas de mejora para la seguridad en el almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación, basándose en un análisis detallado de las prácticas actuales – 2022.

1.5.2. Objetivos Específicos

1. Realizar un diagnóstico exhaustivo de las medidas de seguridad actuales en el almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación para identificar áreas de mejora - 2022.
2. Desarrollar y evaluar un plan de mejora que incorpore nuevas medidas de seguridad para el almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación - 2022.
3. Determinar las consecuencias, tanto positivas como negativas, de implementar nuevas medidas de seguridad en el almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación - 2022.

1.6. METODOLOGÍA

1.6.1. Tipo.

La investigación desarrollada es de tipo aplicada y está orientada de forma no sistemática a encontrar soluciones a problemas o cuestiones específicas. Estos problemas o cuestiones pueden ser a nivel individual, grupal o social. Se llama «no sistemática» porque va directamente a buscar soluciones y utiliza las herramientas científicas disponibles y las pone en práctica para encontrar respuestas.

La investigación aplicada tiene como objetivo evaluar la eficacia de las medidas de seguridad en el almacenamiento de explosivos según la norma *D.S. N.º 453-2021 SUCAMEC* en las plantas de fabricación de explosivos – Lima, 2022, y aplicar los resultados de la investigación científica para abordar problemas prácticos y mejorar la eficacia de los procesos y tecnologías existentes en una amplia variedad de campos, como la reactivación minera.

1.6.2. Diseño de estudio

La investigación desarrollada tiene un diseño cuantitativo, de diagnóstico, ya que implicó el recojo y estudio de la información, los datos fueron recogidos con el instrumento de fichas técnicas. Hernández (2018) señala que la investigación que representa una variedad de procesos y conclusión, en la que existe una secuencia y es probatoria es una investigación que tiene un enfoque cuantitativo, en la que se medirán las variables en un determinado contexto de tiempo y espacio; se analizaron las mediciones recogidas utilizando métodos estadísticos, y se recogieron una serie de conclusiones respecto de las hipótesis”. (p,4).

Asimismo, de acuerdo con el fin que se persigue, la investigación que estuvo orientada a obtener nuevos conocimientos sobre los fundamentos de los hechos observables fue de tipo básica según (Fernández, Urteaga y Verona, 2015, p. 65).

Ahora bien, la investigación tuvo un diseño no experimental, ya que la variable no se manipuló, y el estudio fue de tipo transversal, porque los datos fueron recogidos en relación a hechos y fenómenos ocurridos en el período del año 2022, y las situaciones materia de estudio fueron compuestas por hechos y/o fenómenos ya existentes.

Finalmente, por ser una indagación transversal, “el estudio desarrollado es de tipo descriptivo-explicativo, porque se profundizó el estudio del contexto regulado en la actualidad con un decidido examen e interpretación. Los datos que fueron recogidos a través de las fichas técnicas, lo cual permitió conocer de forma interpretativa y característica el problema planteado.”

1.6.3. Población y muestra

La población fueron las plantas de fabricación de explosivos - 2022. en el primero estaba Exsa, Orica, Famesa, Maxam y Enaex; en el segundo, Exsa y Famesa eran los principales. A inicios del 2020, Orica adquiere Exsa y consolida su posición dentro en el segmento de tajo abierto, con una participación de mercado aproximada de 60%¹.

Se hizo una muestra poblacional, es decir la población misma es la muestra.

¹ Datos del 29 mar. 2023. <https://www.bnamericas.com/es/entrevistas/el-mercado-de-los-explosivos-mineros-en-peru-a-ojos-de-una-consultora-minera>

1.6.4. Instrumento

Se utilizaron fichas técnicas para los registros de data del desarrollo de la revisión sistemática del almacenamiento de explosivos, métodos de control para la detección y corrección de falencias de las normativas legales utilizadas en el sistema de gestión de seguridad.⁶

1.7. JUSTIFICACIÓN

El propósito del estudio radica en determinar científicamente las condiciones, especificaciones y protocolos de seguridad para los recintos asignados al depósito de explosivos (polvorines o almacenes), y a su vez, establecer los parámetros y las condiciones requeridas para recibir la autorización oficial para el almacenamiento de tales sustancias.

Esta investigación se ha justificado teóricamente por el aporte esencial de los investigadores destacados que han estudiado las variables del presente estudio, lo que nos permitirá analizar e interpretar la intencionalidad de la norma vinculada al tema de investigación y las posiciones doctrinarias al respecto.

La evaluación de las precauciones de seguridad en el resguardo de explosivos nos permitirá para discernir los costos y beneficios asociados con la adopción de la regulación D.S. N° 453-2021 de SUCAMEC, así como las ramificaciones tanto favorables como desfavorables derivadas de su implementación.

Se determinó los impactos positivos y negativos de consecuencias de carácter legal, penal y económico, de acuerdo con el potencial de riesgo estipulado en cada evento en particular, la cual el empresario o representante legal de las plantas de fabricación de explosivos realizaría una inversión monetaria y si este es conveniente

de forma general en beneficio de la empresa. Así, como también la factibilidad del cumplimiento de las normativas legales vigentes.

En consecuencia, con la propuesta busca disminuir los peligros inherentes a la operación de resguardo de explosivos y, en consecuencia, preservar la seguridad para todas las partes involucradas, "Conforme a la normativa legal vigente, esto también involucra a los dueños de negocios que operan instalaciones de producción de explosivos y materiales relacionados, así como a los gerentes generales y/o representantes legales, quienes deberán ajustar los almacenes de explosivos o polvorines de acuerdo con las condiciones, características y medidas de seguridad establecidas por la ley.

1.8. DEFINICIONES

Explosivos

Un explosivo es aquella sustancia que por alguna causa externa (roce, calor, percusión, etc.) se transforma en gases liberando calor, presión o radiación en un tiempo muy breve.

Los explosivos presentan atributos distintivos que se utilizan en tareas de voladura específicas, según sus características como potencia, velocidad de detonación, densidad, presión de detonación, fuerza, sensibilidad y resistencia al agua (Fernández y Pedraza, 2012).

Barricada

Una barricada es un obstáculo o parapeto improvisado que se hace con barricas, carruajes volcados, palos, piedras, etc. La palabra proviene del francés, debido a

que se usaban toneles para construirlas. Sirve para estorbar el paso al enemigo y es de más uso en las revueltas populares que en el arte militar.

Contenedor

" Un contenedor, es un recipiente de carga para el transporte marítimo o fluvial, transporte terrestre y transporte multimodal. Se trata de unidades estancas que protegen las mercancías de la climatología y que están fabricadas de acuerdo con la normativa ISO (International Organization for Standardization), en concreto, ISO-668;2 por ese motivo, también se conocen con el nombre de contenedores ISO."

Canchas en la fabricación de explosivos

Zonas asignadas para el resguardo de explosivos y sustancias asociadas, ya sea almacenados sueltos, en forma de hidrogel, emulsión o en empaques. Comprende estructuras tipo nave industrial.

Grupo de polvorines

Agrupamiento de dos o más depósitos de explosivos situados dentro de una misma barrera perimetral o en el área designada para almacenes de explosivos dentro de una planta de fabricación de EMR.

IATG: INTERNATIONAL AMMUNITION TECHNICAL GUIDELINES

Normas técnicas internacionales sobre municiones, específicamente con relación al almacenamiento de dichas municiones.

Local de riesgo

Construcción destinada para efectuar la transformación, ensamblado, empaquetado, gestión y almacenaje provisional de Materiales Relacionados con Explosivos (MRE), o que implique su uso (incluyendo oficinas para la supervisión directa, espacios para ensayos y control de operaciones internas, laboratorios en el sitio, oficinas administrativas de una planta y similares), está situada dentro del perímetro de una planta industrial, unidad minera, o cerca de un almacén o depósito de MRE.

Riesgo

Se conceptualiza como la conjunción de la posibilidad de que ocurra un siniestro y la magnitud de sus consecuencias adversas. Por ende, en el contexto de zonas de almacenaje de MRE, la valoración del riesgo debe determinar y/o calcular.

Silo

Estructura fija o portátil, de forma vertical y elevada, diseñada para ser resistente al material que guarda y equipada con un mecanismo eficiente para la carga y descarga de MRE, ya sea en estado suelto, como hidrogel o emulsión.

Tanque o iso tanque

Contenedor fabricado en metal o en otro material resistente, que puede ser colocado tanto encima como a ras de la superficie, y está diseñado para aguantar el peso y la naturaleza del material que almacena. Además, cuenta con un sistema eficiente para el manejo de MRE en forma dispersa, como hidrogel o emulsión, optimizando los procesos de carga y descarga.

1.9. ALCANCES Y LIMITACIONES

Alcances: Este estudio pretende realizar un análisis dirigido a perfeccionar los protocolos de seguridad para el almacenaje de explosivos en instalaciones especializadas en su producción. Dichas instalaciones están obligadas legalmente a reducir los riesgos que su actividad conlleva y a cumplir con la normativa legal aplicable.

Este estudio abarca todas las instalaciones vinculadas a la fabricación de explosivos y cualquier otra instalación de riesgo, ya sea propiedad de la misma compañía o perteneciente a la industria de fabricación en su totalidad, que tengan almacenamiento de explosivos. Cabe mencionar que esta obligación se aplica exclusivamente a las empresas debidamente registradas y autorizadas por la SUCAMEC.

Limitaciones: En esta investigación se anuncian limitaciones que se pueden tener en el registro de los datos por parte de las plantas de fabricación de explosivos:

1. **Disponibilidad de Datos:** La investigación depende en gran medida de la información proporcionada por las entidades reguladoras y las empresas mismas, la cual puede estar limitada por factores de confidencialidad y políticas internas de divulgación de datos.
2. **Cambios Regulatorios:** La legislación y las regulaciones que rigen la seguridad en el almacenamiento de explosivos están sujetas a cambios. Las actualizaciones recientes pueden no estar reflejadas en los datos analizados.
3. **Representatividad Geográfica:** Aunque el estudio abarca una gama representativa de empresas, no incluye todas las instalaciones de

almacenamiento de explosivos en Perú, especialmente aquellas en áreas remotas o de difícil acceso.

4. **Consistencia en la Implementación de Normas:** La aplicación de las normas de seguridad puede variar significativamente entre las distintas plantas, lo que podría introducir variaciones en los datos de seguridad y prácticas de almacenamiento recopilados.
5. **Exactitud en la Autodeclaración:** La información recopilada se basa en gran medida en la autodeclaración de las empresas, lo que podría dar lugar a discrepancias en los datos sobre las prácticas reales de almacenamiento y seguridad.
6. **Recopilación de Datos en Campo:** Las restricciones de tiempo y recursos limitaron la capacidad para realizar visitas exhaustivas in situ a todas las instalaciones, lo que pudo haber proporcionado una comprensión más profunda de las prácticas de almacenamiento.
7. **Variabilidad en la Gestión de Riesgos:** Existe una amplia variabilidad en la percepción y gestión del riesgo entre las empresas, lo que podría influir en la interpretación de las medidas de seguridad aplicadas.

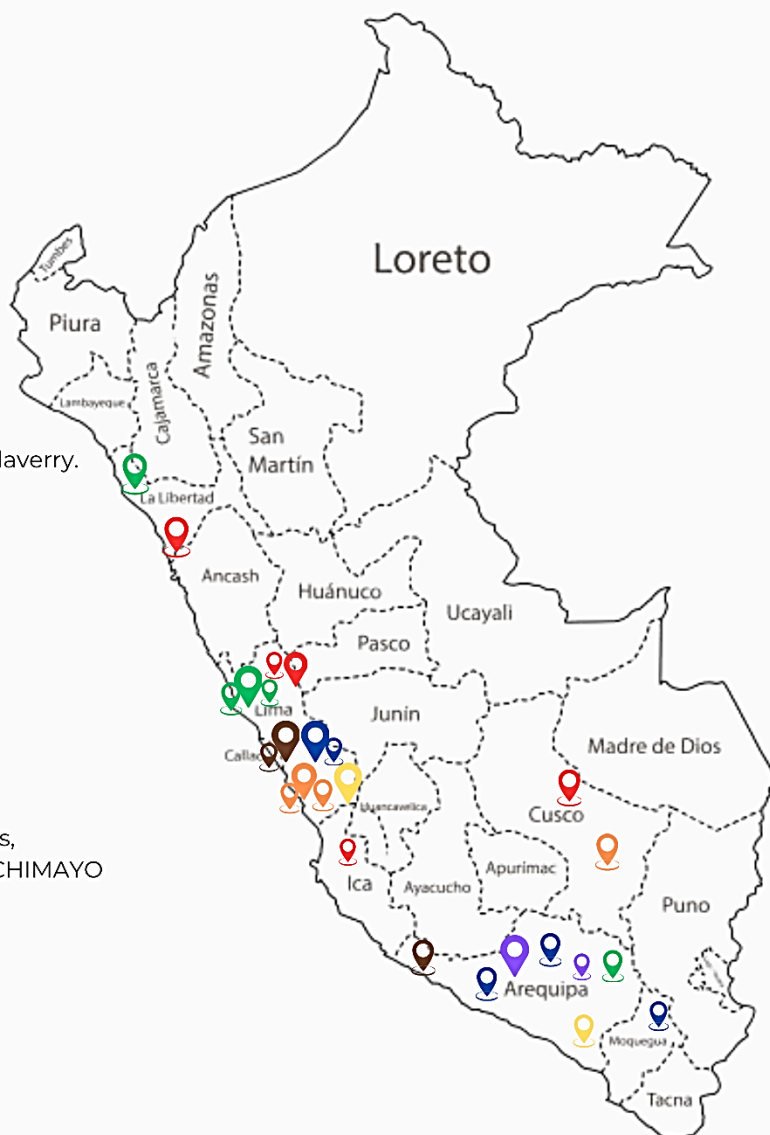
Al considerar estas limitaciones, el estudio se ha esforzado por presentar un análisis lo más integral y actualizado posible dentro del contexto de las regulaciones y prácticas de la industria de explosivos en Perú.

Figura 2.

Distribución geográfica de las principales empresas de explosivos de uso civil en Perú

Leyenda del Mapa:

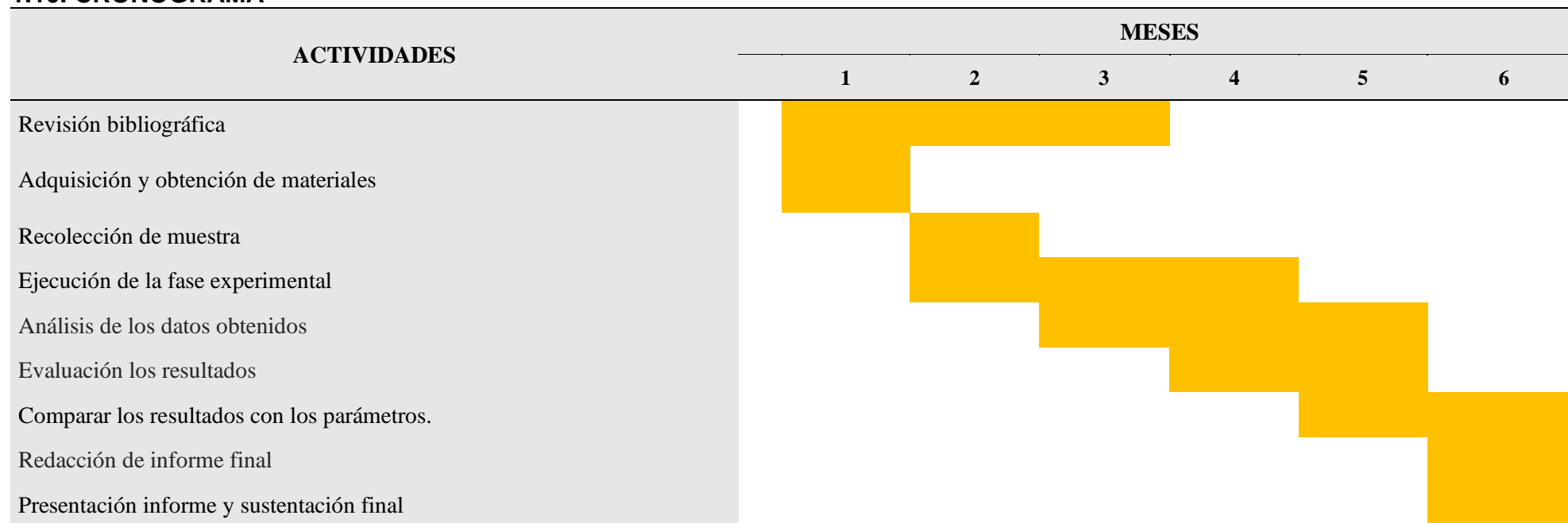
-  **MAXAM PERÚ S.A.C.**
 - Oficina Central: Miraflores, Lima.
 - Sucursales: Huarochirí, Cuzco, Trujillo, Nazca.
-  **ORICA MINING SERVICES PERÚ S.A.**
 - Oficina Central: San Isidro, Lima.
 - Sucursales: Lurin, Mollendo, Yura, Ilo.
-  **FAMESA EXPLOSIVOS S.A.C.**
 - Oficina Central: Santiago de Surco, Lima.
 - Sucursales: Chancay, Puente Piedra, La Joya, Salaverry.
-  **EXPLOSIVOS DEL SUR S.A.**
 - Oficina Central: Miraflores, Lima.
 - Sucursales: Palpa, Arequipa.
-  **FÁBRICA DE EXPLOSIVOS DEL SUR S.A.C.**
 - Oficina Central: Cerado, Arequipa.
 - Sucursales: Cerro Colorado.
-  **ENAEX**
 - Oficina Central: Ate, Lima.
 - Sucursales: Chosica, Huaral, Cachimayo. Además, adquirió las industrias CHEMTRADE S.A.C. y CACHIMAYO SAC.
-  **EPC ANDINA S.A.C.**
 - Oficina Central: La Perla, Callao.
 - Sucursales: Huachipa, Yura.



Nota: Elaboración propia a partir de la integración de datos normativos y corporativos. La ubicación de las empresas se identifica de acuerdo con los registros de la SUCAMEC la página web de cada empresa.

Este mapa proporciona una visualización de las ubicaciones de las oficinas centrales y sucursales de las principales empresas de explosivos de uso civil en Perú. Cada empresa se representa con un pin de color único para facilitar su identificación y se han incluido las localidades donde operan estas empresas, lo cual permite una comprensión integral de la cobertura geográfica del sector.

1.10. CRONOGRAMA



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable 1: Análisis de las Medidas de Seguridad

- **Definición Conceptual:** Esta variable se centra en definir y evaluar los requisitos, propiedades y protocolos de seguridad aplicables a los espacios destinados al almacenaje de explosivos y productos relacionados. Implica un estudio exhaustivo de las normativas vigentes, los estándares de la industria y las mejores prácticas para garantizar la protección efectiva de estos materiales. Incluye el análisis de sistemas de seguridad física, procedimientos operativos, protocolos de emergencia y medidas de control de riesgos. Además, contempla la evaluación de criterios para la autorización de permisos de almacenamiento, asegurando que cumplan con las regulaciones actuales y promuevan prácticas seguras.

Variable 2: Almacenamiento de Explosivos

- **Definición Conceptual:** Esta variable aborda cómo se deben almacenar los explosivos para maximizar la seguridad y minimizar los riesgos. Se refiere a la disposición física y las condiciones operativas dentro de los depósitos o almacenes, incluyendo aspectos como la ventilación adecuada, facilidad de manejo, y restricciones en la colocación de materiales explosivos. Se considera la segregación de diferentes tipos de explosivos, la prevención de la exposición a condiciones que puedan inducir a la detonación, y la gestión de explosivos deteriorados o en mal estado. También incluye el análisis de las prácticas de almacenamiento en términos de accesibilidad, seguridad física, control de inventario y medidas para prevenir el acceso no autorizado o el robo.

2.2. IMPORTANCIA DE LAS VARIABLES O TÓPICOS CLAVE

Su importancia está en el análisis de las medidas de seguridad (variable 1) en el almacenamiento de explosivos (variable 2) determinando las repercusiones tanto positivas como negativas con las actualizaciones de las normativas legales que alcanzan desde el 1971 hasta el año 2021. En este estudio es fundamental para comprender y mejorar las prácticas de seguridad en el almacenamiento de explosivos.

La primera variable permite una evaluación integral de los sistemas de seguridad actuales, destacando tanto las fortalezas como las vulnerabilidades. Esta evaluación es esencial para entender cómo han evolucionado las normativas y protocolos desde 1971 hasta 2021, según lo estipulado en la Resolución de Superintendencia N.º 453-2021-SUCAMEC (SUCAMEC, 2021). El análisis de los requisitos y propiedades de los recintos de almacenamiento de explosivos ofrece una base para la implementación de estrategias de protección más robustas y adaptadas a los desafíos contemporáneos.

Por otro lado, la variable "Almacenamiento de Explosivos" se enfoca en la práctica operativa del almacenamiento de estos materiales. Comprender las condiciones óptimas de almacenamiento es crucial para promover la seguridad de los trabajadores y minimizar el riesgo de accidentes. Examinar las cualidades materiales de los espacios de almacenamiento y las estrategias de defensa de protección permite asegurar un manejo más seguro de los explosivos. Este análisis es fundamental para desarrollar planes de respuesta efectivos ante contingencias y para mitigar los riesgos asociados, tanto a las operaciones internas como a las comunidades cercanas a estas instalaciones.

En conjunto, estas variables proporcionan una estructura para evaluar y mejorar los protocolos actuales de seguridad, asegurando que estén alineados con las normativas más recientes y efectivas. La relevancia de este análisis se ve intensificada en el marco de las actualizaciones normativas y las exigencias contemporáneas de seguridad en el sector de almacenamiento de explosivos.

2.3. MODELO DE LAS VARIABLES

TABLA 1

Cuadro del Modelo de las Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable 1: Análisis de las medidas de seguridad	Inspeccionar los requisitos, especificaciones y protocolos de seguridad de los espacios utilizados para el resguardo de explosivos dentro de las instalaciones productoras.	Características físicas del lugar	Normatividad (SUCAMEC, 2021)
		Medidas de seguridad	
		Condiciones de las instalaciones	
		Materiales afines almacenados	
Variable 2: Almacenamiento de explosivos	Disposición sea segura, su manejo fácil, permitiendo una perfecta ventilación y circulación de personas	Condiciones de almacenamiento	Normatividad (código PM01.02/GEPP/DIR.40.01)
		Seguridad en el almacenamiento	

Respecto a las medidas de seguridad para el almacenaje, nos centramos específicamente en las disposiciones establecidas por la reciente Directiva de Almacenamiento de Explosivos. La normativa que establece las condiciones, atributos y disposiciones de seguridad relacionadas con las instalaciones de almacenamiento de explosivos y materiales afines” identificada con el código PM01.02/GEPP/DIR.40.01, se enfoca exclusivamente en aquellas instalaciones destinadas específicamente al almacenamiento de explosivos, es decir, los polvorines.

Trabajar seguro se relaciona con la ingeniería de la seguridad e higiene industrial referido a aspectos ambientales, equipos, el tener lugares de trabajo seguro y sanos, lo cual al disminuir la accidentabilidad se reflejará en su rendimiento y productividad (Díaz, 2020).

2.4. ANÁLISIS COMPARATIVO

Este análisis comparativo se basa en la conceptualización previa de las variables "Análisis de las Medidas de Seguridad" y "Almacenamiento de Explosivos" para evaluar las diferencias entre las normativas históricas y actuales en el almacenamiento de explosivos. Se centra en cómo los requisitos de almacenamiento, clasificación y manejo de explosivos han evolucionado desde el DECRETO SUPREMO N.º 019-71/IN (DICAMEC) hasta la más reciente Resolución de la Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Armas, Municiones y Explosivos de uso civil (SUCAMEC, 2021).

La normativa de SUCAMEC introduce cambios significativos que reflejan una evolución en las prácticas de seguridad, incluyendo la mejora en la clasificación de riesgos, las especificaciones para el almacenaje seguro, y las medidas de protección en los polvorines. Estos cambios apuntan a una mayor seguridad y eficiencia en el manejo de explosivos, así como a una mejor protección para los trabajadores y las comunidades cercanas.

En respuesta a esta evolución normativa, nuestro estudio "Análisis de mejora de las medidas de seguridad en el almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación de explosivos, av. Evitamiento s/n, distrito Salaverry, departamento la libertad - 2022" proporciona una comparación detallada de cómo estas actualizaciones influyen en las prácticas actuales de almacenamiento de explosivos. A continuación,

se presenta un cuadro comparativo que resalta los aspectos más importantes de cada conjunto de normativas:

TABLA 2

Cuadro Comparativo de Normativas de Almacenamiento de Explosivos

Aspecto Evaluado	DECRETO SUPREMO N.º 019-71/IN (DICAMEC)	Resolución SUCAMEC, 2021
Requisitos de Almacenamiento	[Descripción de los requisitos bajo DICAMEC]	[Descripción de los requisitos bajo SUCAMEC]
Capacidad de Almacenaje	[Detalles sobre la capacidad de almacenaje según DICAMEC]	[Detalles según SUCAMEC]
Seguridad y Manejo de Explosivos	[Prácticas de seguridad y manejo según DICAMEC]	[Prácticas según SUCAMEC]
Inspecciones y Mantenimiento	[Frecuencia y naturaleza de inspecciones bajo DICAMEC]	[Frecuencia y naturaleza según SUCAMEC]
Licencias y Autorizaciones	[Requerimientos de licencias bajo DICAMEC]	[Requerimientos según SUCAMEC]
Medidas de Contingencia	[Procedimientos de contingencia y emergencia según DICAMEC]	[Procedimientos según SUCAMEC]
Normas de Seguridad para Trabajadores	[Normas y formación en seguridad para empleados bajo DICAMEC]	[Normas y formación según SUCAMEC]
Impacto en Comunidades Cercanas	[Enfoque en el impacto comunitario y medidas de protección bajo DICAMEC]	[Enfoque y medidas según SUCAMEC]
Revisión y Optimización de Normativas	[Proceso de revisión bajo DICAMEC]	[Proceso de revisión y optimización continua según SUCAMEC]

Nota: Los datos presentados se basan en las normativas emitidas por DICAMEC y SUCAMEC. Las descripciones son interpretaciones del autor basadas en las normativas DECRETO SUPREMO N.º 019-71/IN (DICAMEC) y la Resolución de la Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Armas, Municiones y Explosivos de uso civil (SUCAMEC, 2021).

TABLA 3

Comparativa de las normativas D.S. N° 453-2021- SUCAME (año 2021), respecto al DICAME D.S. N° 019-71/IN (año 1971)

N°	ELEMENTO	<u>SUCAMEC</u> Decreto Supremo D.S. N° 453-2021- SUCAMEC (año 2021)	<u>DICAMEC</u> Decreto Supremo D.S. N° 019- 71/IN (año 1971)	%	Incumplimiento al 100%	Costo \$	Responsable de implementación	Tiempo de ejecución (días calendarios)
1	Diseño y características físicas del polvorín	21	15	71%	29%	42,000	Gerente de Producción	45 días
2	Seguridad en el almacenamiento de explosivos operación de almacenamiento de explosivos	11	7	64%	36%	14,500	Gerente de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente	45 días
3	Operación de almacenamiento de explosivos	17	12	71%	29%	10,000	Gerente de Producción	30 días
4	Distancia reglamentaria de polvorines	1	1	100%	0%	-----	Gerente de Producción	00 días, no se registrado incremento de distancias
5	Impacto ambiental en el almacenamiento de explosivos.	0	0	0	No se cumple	20,000	Gerente de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente	45 días
TOTAL		50	35	70%	30%	86,500	Gerente de Producción y Gerente de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente.	45 días

Hoy en día, en nuestra nación, las precauciones de seguridad relacionadas con el almacenamiento de explosivos en la industria minera se basan en conformidad con lo establecido en la Ley N° 30299.², Ley de armas de fuego, municiones, explosivos, productos pirotécnicos y materiales relacionados de uso civil, fechado 22 de enero de 2015 y su Reglamento de Ley Decreto Supremo N° 010-2017-IN³, complementada por el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería D.S 024 – 2016-EM y su modificatoria D.S. 023-2016- EM⁴. Además, se deben tener en cuenta las disposiciones de la Directiva que establece las condiciones, propiedades y medidas de seguridad aplicables a las instalaciones de almacenamiento de explosivos y materiales afines, la cual fue aprobada mediante la Resolución RS N° 453 -2021- SUCAMEC y publicada el 18 de mayo de 2021.

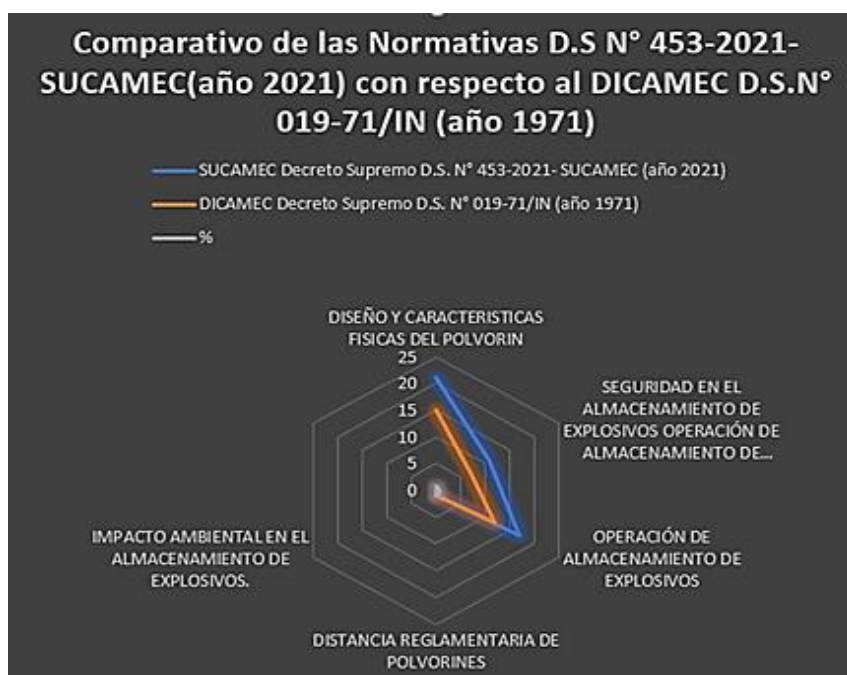
La reciente directiva RS N° 453-2021-SUCAMEC moderniza y reemplaza la normativa previa del año 1971, contenida en el Decreto Supremo N.º 019-71/IN, la cual, a su vez, anuló el Reglamento de Explosivos que había sido aprobado por Decreto Supremo del 2 de diciembre de 1909.

² Ley de armas de fuego, municiones, explosivos, productos pirotécnicos y materiales relacionados de uso civil.
<https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/30299.pdf>

³ El Decreto Supremo que da su aprobación al Reglamento correspondiente a la Ley N° 30299, que versa sobre armas de fuego, municiones, explosivos, productos pirotécnicos y materiales afines de uso civil.
https://www.sucamec.gob.pe/web/IMAGENES/2019/pdfs/reglamento_ley30299.pdf

⁴ DS 024-2016-EM modificado por D.S. N° 023-2017-EM.
<https://minem.gob.pe/legislacionM.php?idSector=1&idLegislacion=10221>

Figura 3
Medidas de Seguridad comparativo



Nota: Autoría propia, *D.S. N.º 453-2021 SUCAMEC con el DISCAMEC D.S. N.º 019/IN*

2.4. ANÁLISIS CRÍTICO.

En este análisis crítico, fundamentado en las variables "Análisis de las Medidas de Seguridad" y "Almacenamiento de Explosivos" previamente conceptualizadas, se examina la evolución en las normativas y su impacto en las prácticas de almacenamiento de explosivos. La comparación entre la normativa D.S. N° 453-2021- SUCAMEC (2021) y el DICAMEC Decreto Supremo D.S. N.º 019-71/IN (1971) revela una modificación significativa en el diseño y características físicas del polvorín, evidenciando un incremento del 29% en la seguridad estructural y funcionalidad de los espacios de almacenamiento.

Además, se ha identificado un cambio del 36% en la operación de almacenamiento de explosivos, lo que indica una mejora considerable en los procedimientos operativos y prácticas de manejo, reflejando un enfoque más seguro y eficiente. Sin embargo, a pesar de los cambios en los parámetros de

cálculo, la variación en las nuevas distancias reglamentarias para los polvorines no muestra un cambio significativo con respecto a las normativas de 1971, sugiriendo que las mejoras se enfocan más en la calidad que en la cantidad de las medidas implementadas.

Estos cambios representan una contribución total del 30% en la mejora de las medidas de seguridad mínimas desde 1971, lo que se considera favorable para la administración del sistema de seguridad. Este progreso subraya la importancia de una evolución continua y adaptativa en las normativas para garantizar la seguridad en el almacenamiento de explosivos en instalaciones de fabricación especializadas. Nuestro estudio, titulado "Análisis de mejora de los protocolos de seguridad implementados para la conservación segura de explosivos en instalaciones de fabricación especializadas", resalta la necesidad de adaptarse constantemente a las exigencias cambiantes y a los avances tecnológicos en el campo de la seguridad de explosivos, enfatizando la importancia de una revisión y optimización continua de las prácticas y normativas en este ámbito vital.

CAPITULO III: MARCO REFERENCIAL

3.1 RESEÑA HISTÓRICA DEL SECTOR

La investigación de 2021 sobre las prácticas de seguridad en el almacenaje de explosivos en las fábricas de producción nos obliga a examinar las normativas legales contemporáneas en materia de explosivos que están vigentes en la nación. Estas normas se establecieron bajo la tutela de la Dirección de Control de Servicios de Seguridad, Control de Armas, Municiones y Explosivos de Uso Civil (DICSCAMEC), organismo fundado en 1964 como parte del Ministerio del Interior, destinado a regular las armas de fuego y los explosivos de uso civil en Perú.

El 28 de abril de 1999, el periódico oficial El Peruano difundió la Ley N.º 27095, la cual otorgaba autorización al Ministerio del Interior de Perú, a llevar a cabo una reestructuración de la DICSCAMEC, elevándola a la categoría de Dirección General. Esta nueva entidad pasó a depender funcional y administrativamente de la Alta Dirección del Ministerio del Interior. Como parte de este proceso, se estableció la necesidad de que la DICSCAMEC tuviera una presencia representativa en todo el país.

La historia de Perú ha resaltado su vasto potencial en el sector minero, situándolo en posiciones destacadas en términos de producción y reservas minerales a nivel mundial. Esto lo posiciona como un territorio con un inmenso potencial para futuras exploraciones mineras⁵.

Es evidente que el continuo avance de la industria minera a escala global ha conllevado a un incremento proporcional en el uso de explosivos y productos

⁵Ministerio de Energía y Minas, Anuario Minero 2020, junio 2021.

<https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/ANUARIOS/2020/AM2020.pdf>

vinculados. Este aumento se extiende desde la fase de fabricación en las plantas de explosivos hasta su aplicación en operaciones mineras, tanto a cielo abierto como subterráneas. Como resultado, la demanda de explosivos y productos afines debe satisfacer las necesidades de la gran minería, la minería mediana y la pequeña minería, incluyendo a los trabajadores de la minería informal o aquellos que operan de manera artesanal.

En la actualidad, para satisfacer esta demanda, los titulares de concesiones mineras compran explosivos dentro del país e importan explosivos y materiales asociados de mercados internacionales. En Perú, hay registradas actualmente 09 instalaciones de producción de explosivos y materiales similares.

Los explosivos se utilizan para la fragmentación del macizo rocoso in situ, una actividad que se lleva a cabo en el transcurso del proceso de detonación, el cual involucra la acción de fragmentar la roca o el suelo duro mediante la detonación de explosivos, y puede realizarse en superficie, en galerías, túneles o incluso bajo el agua.

La cantidad de explosivo empleada para fracturar el macizo rocoso se determina mediante un riguroso análisis técnico que abarca la planificación de la configuración de la voladura, las propiedades geométricas del sitio de trabajo, las características técnicas de los equipos de perforación, las medidas de los agujeros de sondeo, las variedades de explosivos a emplear y sus accesorios correspondientes.

Para sostener sus operaciones de forma ininterrumpida durante todo el año, operando las 24 horas del día, las compañías mineras adquieren una cantidad significativa de explosivos de las fábricas de explosivos, manteniendo así un inventario necesario para sus operaciones de voladura. Este inventario de

explosivos se almacena en estructuras conocidas como polvorines, que se definen conforme a los términos establecidos en las regulaciones vigentes. Según estas regulaciones, un polvorín es un espacio físico o recinto diseñado específicamente para el almacenamiento temporal de explosivos y sus complementos.

Las plantas de explosivos fabrican y distribuyen estos materiales siguiendo las necesidades de las entidades mineras. Así, el inventario producido se almacena temporalmente en los depósitos de pólvora hasta que se transporta hacia las faenas mineras.

A través del Decreto Legislativo N.º 1127 dictamina la fundación de la Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Armas, Municiones y Explosivos de Uso Civil (SUCAMEC). Esta entidad, que es una institución técnica especializada, queda bajo la jurisdicción del Ministerio del Interior y reemplaza a la DICSCAMEC

La creación de la Superintendencia marcó un enfoque innovador que enriqueció y facilitó el desarrollo de políticas relacionadas con la seguridad de servicios, el manejo de armas, municiones y explosivos de uso civil, y promovió una coordinación efectiva con otros sectores involucrados. El objetivo era preservar la paz, la seguridad y el bienestar social de los ciudadanos.

Ante el aumento en el uso de explosivos y las alarmantes cifras de siniestros fatales asociados con la gestión, empleo, custodia y traslado de explosivos, la Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Armas, Municiones y Explosivos de Uso Civil (SUCAMEC) emitió una nueva directiva en 2021. Esta directiva regula las condiciones, características y medidas de seguridad aplicables a las instalaciones y el almacenamiento de explosivos y materiales relacionados. Cabe mencionar que esta actualización se basó en una revisión

continua y mejoras con respecto a la normativa anterior establecida por la Dirección de Control de Armas, Munición y Explosivos de Uso Civil (DICAMEC) a través de un Decreto Supremo en 1971.⁶

3.2 PRESENTACIÓN DE LOS ACTORES

La introducción de los protagonistas fundamentales que ejercen influencia en el análisis de las medidas preventivas en el resguardo de explosivos dentro de los recintos de producción de dichos materiales para el año 2021 es fundamental para comprender la complejidad y la variedad de entidades involucradas en la regulación y supervisión de esta industria de alto riesgo. Estos actores desempeñan roles esenciales en la garantía de la seguridad, el cumplimiento normativo y la protección del medio ambiente en el contexto de la fabricación y almacenamiento de explosivos. A continuación, se presentan y describen con más detalle los actores clave:

1. Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Armas, Municiones y Explosivos de uso civil (SUCAMEC):

La Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Control de Armas, Municiones y Explosivos de Uso Civil (SUCAMEC) es una entidad gubernamental cuya responsabilidad principal es la supervisión y regulación de la seguridad en la manufactura, importación, exportación, almacenamiento y utilización de armas, municiones y explosivos de uso civil en el país. En el contexto de tu estudio, la SUCAMEC desempeña un papel crucial en el establecimiento de normativas específicas para la manipulación y el almacenamiento seguro de

⁶ Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30299, Ley de armas de fuego, municiones, explosivos, productos pirotécnicos y materiales relacionados de uso civil
https://www.sucamec.gob.pe/web/IMAGENES/2019/pdfs/reglamento_ley30299.pdf

explosivos, garantizando que las plantas de fabricación cumplan con los estándares de seguridad establecidos.

2. Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (SUNAFIL):

La SUNAFIL tiene la responsabilidad de supervisar y garantizar el cumplimiento de las normativas laborales en el país. En el contexto de las plantas de fabricación de explosivos, la SUNAFIL se asegura de que las condiciones laborales sean seguras y cumplan con las regulaciones establecidas para proteger a los trabajadores involucrados en la manipulación y el almacenamiento de explosivos.

3. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA):

El OEFA es la entidad encargada de supervisar y controlar el cumplimiento de las regulaciones ambientales en diversas industrias. En el caso de las plantas de fabricación de explosivos, el OEFA juega un papel crucial en la evaluación y supervisión de posibles impactos ambientales negativos derivados del almacenamiento de explosivos, garantizando que se cumplan los estándares ambientales y que se implementen medidas para minimizar cualquier riesgo ambiental.

4. Autoridad Nacional del Agua (ANA):

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) es la institución encargada de supervisar y administrar los recursos hídricos en el territorio nacional. Dado que el almacenamiento de explosivos puede tener efectos en la calidad del agua y en los cuerpos de agua próximos, la ANA se involucra en garantizar que las operaciones de las plantas de fabricación de explosivos no afecten negativamente los recursos hídricos y que se tomen medidas para protegerlos.

En conjunto, estos actores de representación conforman un marco regulatorio y de supervisión integral para asegurar la seguridad en el almacenamiento de explosivos

en las plantas de fabricación.

Su colaboración y enfoque conjunto son esenciales para garantizar que se cumplan las normativas legales, se proteja la seguridad de los trabajadores y se minimice el impacto ambiental en esta industria vital. Además, los actores por cercanía, sería la población aledaña a la planta de fabricación de explosivos. En términos de actores y sus relaciones, podemos identificar los siguientes grupos: en cuanto a las dependencias, destacan los trabajadores, el directorio y los gerentes de las empresas dedicadas a la fabricación de explosivos. Por último, en cuanto a las influencias, encontramos a las empresas mineras, que abarcan abarca desde la minería de gran escala hasta la mediana y pequeña minería, contemplando tanto las operaciones artesanales como las formalizadas.

Las plantas productoras de explosivos y sustancias afines en Perú, que incluyen a Exsa, Orica, Famesa y otras, se especializan en el desarrollo, fabricación, comercialización y prestación de servicios relacionados con explosivos, productos químicos y consumibles para voladuras.; por lo cual están consideradas dentro de las actividades de alto riesgo; porque el directorio, gerencia general se adhiere a las leyes y requisitos aplicables de acuerdo a las normativas legales vigentes, estar comprometida con la mejora continua y la innovación en todos los procesos.

Esta política integrada del BASC, Seguridad Industrial, Medio Ambiental, Calidad y Seguridad Física, comunica a todos los empleados y grupos de interés.

Este compromiso de la alta gerencia generalmente descansa sobre los siguientes pilares:

- **Calidad**

Las fábricas de explosivos como Exsa, Orica, Famesa y otras, se destacan por su enfoque centrado en el cliente donde comprenden y responden a las necesidades

cambiantes del mercado, priorizando la excelencia en la calidad de productos y servicios. De igual forma, este compromiso se refleja en la implementación de prácticas rigurosas de control de calidad, la adopción de tecnologías innovadoras y una comunicación constante con los clientes para obtener retroalimentación valiosa.

Reconociendo que sus empleados son fundamentales en la entrega de calidad, estas fábricas invierten en capacitación y motivación, asegurando que estén equipados para cumplir con los más altos estándares. Además, mantienen un enfoque en la mejora continua a través de la medición y la retroalimentación, utilizando datos para identificar áreas de optimización y adaptación.

La innovación ocupa un lugar central en su estrategia, ya que reconocen que seguir siendo competitivos requiere la creación constante de soluciones nuevas y mejoradas. En resumen, su orientación hacia la satisfacción del cliente se fundamenta en una búsqueda constante de la excelencia en términos de calidad, la inversión en el desarrollo de su equipo, la comunicación activa con los clientes y la continua innovación en productos y procesos.

- **Seguridad y Salud en el trabajo**

Se adhiere las políticas de Seguridad, Higiene, Medio Ambiente y Salud bajo el lineamiento de las normativas legales vigentes y/o normativas internacionales tales como la ISO 45001, para operar los negocios de manera segura y sostenible, donde adoptan un enfoque sólido en la adhesión a las políticas de Seguridad, Higiene, Medio Ambiente y Salud (SHES) para operar de manera segura y sostenible. Su compromiso primordial es salvaguardar la salud, la seguridad y el bienestar de sus empleados, estableciendo condiciones laborales seguras y saludables que previenen accidentes, enfermedades y riesgos laborales.

Para lograrlo, estas fábricas identifican y gestionan de manera proactiva los peligros y riesgos asociados con sus operaciones. Siguiendo la jerarquía de gestión, priorizan la eliminación de riesgos en primer lugar y, cuando esto no es posible, implementan medidas de control efectivas. Reconocen que la participación de los empleados y sus representantes es esencial en este proceso, ya que son quienes mejor conocen las particularidades de las operaciones y pueden aportar información valiosa para la gestión de riesgos.

La protección de la salud y seguridad de los empleados no se limita a cumplir con las regulaciones obligatorias; es un compromiso arraigado en la cultura organizacional. Estas fábricas implementan prácticas y protocolos rigurosos que abarcan desde la selección y uso adecuado de equipos de protección personal hasta la capacitación continua en seguridad. Esta cultura de seguridad se extiende a todos los niveles jerárquicos, desde la alta dirección hasta los trabajadores de línea, creando un ambiente donde la seguridad es un valor fundamental.

El enfoque en la mejora continua también se aplica a la seguridad y salud en el trabajo. Estas fábricas establecen sistemas de monitoreo y seguimiento para evaluar constantemente la efectividad de las medidas de seguridad implementadas. La retroalimentación y la revisión regular de prácticas permiten identificar áreas de mejora y oportunidades para elevar los estándares de seguridad.

En resumen, en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo, estas fábricas de explosivos tienen como prioridad la protección integral de sus empleados. A través de la adhesión a políticas SHES, la identificación proactiva y gestión de riesgos, la participación de empleados y la cultura de seguridad, buscan crear un entorno de trabajo donde los accidentes y las enfermedades laborales sean prevenidos, y donde la seguridad sea una parte integral de cada operación.

- **Gestión Ambiental**

En el ámbito de la gestión ambiental las fábricas de explosivos asumen un compromiso destacado con la protección del medio ambiente. Reconociendo la importancia de un enfoque sostenible en todas sus operaciones, estas empresas implementan medidas integrales para prevenir la contaminación y minimizar el impacto negativo de sus actividades, contribuyendo de esta manera al desarrollo sostenible del entorno natural.

Por consiguiente, estas fábricas establecen políticas y protocolos diseñados para prevenir la contaminación en todas las etapas de su proceso productivo y de operación. Esto implica la identificación y mitigación proactiva de fuentes de contaminación potencial, así como la implementación de prácticas y tecnologías que reduzcan al máximo la liberación de sustancias contaminantes al medio ambiente. Asimismo, se realiza un uso responsable de recursos al tener una mayor concientización de la importancia de los recursos naturales. Por ello, estas empresas adoptan medidas para optimizar el uso de recursos como el agua, la energía y las materias primas. La eficiencia en el consumo de recursos no solo reduce los impactos ambientales, sino que también puede generar ahorros económicos significativos a largo plazo.

- **Ventas nacionales e internacional**

En el contexto del comercio tanto a nivel nacional como internacional, las empresas fabricantes de explosivos y productos relacionados, entre las que se incluyen Exsa, Orica, Famesa y otras, se comprometen de manera estricta y ética a formular y aplicar políticas, procedimientos y controles que aseguren la integridad del proceso y prevengan cualquier forma de mala conducta, corrupción y soborno en todas las actividades relacionadas con el comercio internacional.

Estas empresas reconocen la importancia de operar en conformidad con los estándares éticos más altos en un contexto global que demanda transparencia y responsabilidad en las transacciones internacionales. En línea con esta visión, se establecen políticas claras que enfatizan la adhesión a los principios éticos y legales en todas las fases del comercio internacional.

Por un lado, se desarrollan políticas integrales que definen de manera explícita y clara su posición en contra de la mala conducta, la corrupción y el soborno en todas las actividades relacionadas con el comercio internacional. Estas políticas se basan en las regulaciones internacionales y nacionales pertinentes y establecen los principios fundamentales que guían las acciones y decisiones de la empresa.

Por otro lado, a fin de garantizar la implementación efectiva de estas políticas, se establecen procedimientos y controles específicos en cada etapa del proceso de comercio internacional. Estos procedimientos incluyen verificaciones exhaustivas de socios comerciales, análisis de riesgos, procesos de debida diligencia y auditorías internas para asegurarse de que todas las transacciones se realicen de manera legal y ética.

Finalmente, se establecen mecanismos de auditoría y seguimiento para evaluar la eficacia de las políticas y procedimientos. Estos procesos de revisión periódica permiten identificar áreas de mejora y aseguran que las prácticas comerciales sigan alineadas con los estándares éticos establecidos.

Figura 4. Señalización obligatoria



Nota: Autoría propia, adaptada a la normativa legal vigente Decreto Supremo D.S. N° 453-2021- SUCAMEC

3.3. DIAGNOSTICO SECTORIAL

En el contexto peruano, la minería representa una actividad económica de gran relevancia, caracterizada por su explotación tanto en modalidades formales como informales. Esta industria ha sido un motor de desarrollo en diversas regiones, especialmente en zonas selváticas y en los extremos norte y sur del país. La minería ha transformado no solo el paisaje físico, sino también la dinámica socioeconómica de estas áreas, desplazando en cierta medida actividades tradicionales como la agricultura y la ganadería.

Para alcanzar un desarrollo sostenible en estas regiones, es crucial diversificar la economía y no limitarse a la producción minera. Esto implica fomentar otras actividades económicas que permitan una distribución más equitativa de la riqueza y mejoren la calidad de vida de los habitantes locales.

La exportación de minerales, principalmente a mercados internacionales y bajo la dirección de empresas extranjeras, ha generado una alta demanda de mano

de obra. Sin embargo, esta explotación de recursos naturales conlleva impactos ambientales significativos (Junquera, 2010).

Exsa, una prominente empresa peruana especializada en explosivos para la minería está contemplando una expansión hacia Colombia y Argentina. Esta decisión surge ante la inquietud por posibles limitaciones en el suministro de nitrato de amonio desde Rusia, un factor crucial para su producción. Además, Exsa ha fortalecido su presencia en el mercado sudamericano con la reciente adquisición de una importante empresa de explosivos en Brasil, una estrategia alineada con la creciente demanda en Perú. Gustavo Gómez-Sánchez, gerente comercial de Exsa, destaca que Perú se ha establecido como un jugador clave en la producción global de metales, con una significativa inversión minera de 32,100 millones de dólares entre 2012 y 2014. A pesar de enfrentar desafíos financieros, incluyendo una pérdida neta y ganancias en 2017, Exsa mantiene su liderazgo en el mercado peruano de explosivos con un 48% de participación, superando a competidores como Orica y Famesa. Su negocio abarca no solo la producción y comercialización de explosivos, sino también la provisión de servicios de soporte técnico a la industria minera.

En paralelo, FAMESA, otra empresa clave en el sector de explosivos en Perú, cuenta con una sólida infraestructura de cinco plantas de fabricación y un portafolio de 32 patentes. Fundada en 1953, FAMESA se ha especializado en la producción y comercialización de una amplia gama de explosivos y accesorios para voladuras. Con un compromiso firme hacia la seguridad y la innovación, la empresa se ha adaptado a las demandas cambiantes del mercado y cumple estrictamente con la legislación vigente. Su enfoque en la seguridad industrial se refleja en la obtención de la certificación ISO 9001:2015, reafirmando su posición como un actor confiable y

vanguardista en el mercado de explosivos.

El Instituto de Ingenieros de Minas del Perú también ha destacado la importancia de la industria de explosivos en el país. Se señala que la planta de Orica en Lurín desempeñará un papel crucial a nivel mundial en el negocio de explosivos, particularmente en sistemas de iniciación que abarcan detonadores tradicionales, potenciadores, mechas detonantes y productos a base de emulsión encartuchados. Estos productos son áreas donde se realizan mejoras tecnológicas y ajustes según las necesidades de Orica a nivel global, además de aumentar su capacidad de producción.⁷

Análisis FODA de la Industria Minera en Perú:

- **Fortalezas:**

- Alta demanda de mano de obra, generando empleo local.
- Contribución significativa al PIB regional.
- Presencia de empresas líderes en el mercado de explosivos como Exsa y FAMESA, con amplia experiencia y tecnología avanzada.

- **Oportunidades:**

- Posibilidad de expansión internacional de empresas locales.
- Innovación y adopción de tecnologías más sostenibles.
- Diversificación económica en las regiones mineras.

- **Debilidades:**

- Dependencia de la importación de insumos clave como el nitrato de

⁷ Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, Actividad minera, fuente Gestión, ORICA: "PLANTA EN LURÍN SE CONVERTIRÁ EN HUB DE EXPLOSIVOS DE Orica EN EL MUNDO"
<https://iimp.org.pe/actualidad-minera/orica-planta-en-lurin-se-convertira-en-hub-de-explosivos-de-origa-en-el-mundo>

amonio.

- Impacto ambiental negativo debido a la explotación de recursos.
- Desplazamiento de actividades económicas tradicionales.
- **Amenazas:**
 - Restricciones en el suministro de insumos esenciales.
 - Cambios en la legislación que pueden afectar la operatividad.
 - Riesgos asociados a la seguridad en el almacenamiento y manejo de explosivos.

Este análisis FODA proporciona una visión integral de la industria minera en Perú, destacando tanto sus potenciales como sus desafíos. Es fundamental que las empresas y autoridades pertinentes tomen en cuenta estos factores para promover un desarrollo sostenible y responsable en el sector.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Propuesta de mejora.

Revisiones sistemáticas planeadas y objetivas de las desviaciones de las normativas legales vigentes en el almacenamiento de explosivos y las desviaciones del sistema de gestión de seguridad.

4.2. Diagnóstico.

Se evalúa los cambios sustanciales entre la normativa actual vigente estipulada a través de una Resolución de la Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Armas, Municiones y Explosivos de uso civil (SUCAMEC), se promulga una nueva normativa que estipula las condiciones, especificaciones técnicas y protocolos de seguridad para instalaciones y el almacenaje de explosivos y elementos afines. Esto se establece en contraposición a las regulaciones previas de la Dirección de Control de Armas, Munición y Explosivos de Uso Civil (DICAMEC), las cuales fueron formalizadas por un Decreto Supremo en 1971.

La actualización normativa, con un intervalo superior a cinco décadas, desde 1971 hasta 2021, traerá consigo impactos tanto beneficiosos como desafiantes para las compañías mineras y las fábricas de explosivos. Dentro del periodo estipulado por la legislación, estas entidades tendrán la obligación de adherirse plenamente a los nuevos mandatos legales.

Así, esta reciente directriz que norma los requisitos, especificaciones y procedimientos de seguridad para las instalaciones y el almacenaje de explosivos y materiales conexos (SUCAMEC, 2021), contempla mejoras en los lineamientos en los siguientes elementos:

- Diseño y características físicas del polvorín,
- Seguridad en el almacenamiento de explosivos.

- Operación de almacenamiento de explosivos
- Distancia reglamentaria entre polvorines
- Impacto ambiental en el almacenamiento de explosivos.

4.2.1. Comparación de las normativas legales

La Resolución de Superintendencia SUCAMET N° 453-2021- SUCAMEC en comparación con la técnica del reglamento promulgado por la antigua Dirección de Control de Armas, Munición y Explosivos de Uso Civil (DICAMEC), instituidas a través de un Decreto Supremo N.º 019-71/IN datado en 1971; establece y contribuye como aspecto positivo, la reducción de riesgos inherentes a la actividad de almacenamiento de explosivos y materiales relacionados.

Se incrementa una mejora de seguridad de los elementos, lo que permite implementar condiciones, características y medidas de seguridad de almacenamiento de los explosivos y materiales relacionados, en salvaguarda de la integridad de los trabajadores propios, personales visitantes, personal contratista, asesores, consultores, auditores, fiscalizadores, inspectores y la población aledaña.

Tabla 4. Diagnostico Comparativo

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA Nº 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendario)
<p>Artículo 1º.- El presente Reglamento tiene por objeto dictar las disposiciones referentes al control de la importación, fabricación, exportación, manipulación, almacenaje, adquisición, posesión, transporte, comercio, uso y destrucción de explosivos a fin de proteger la producción industrial; reducir al mínimo los riesgos inherentes a que están expuestas las personas y la propiedad; y prevenir la posibilidad de su empleo con fines delictuosos.</p>	<p>I. OBJETO Establecer las condiciones, características y medidas de seguridad de las instalaciones destinadas al almacenaje de explosivos y sus respectivos materiales relacionados, llámese polvorines o almacenes, así como establecer las condiciones y requisitos para obtener la autorización de la Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Armas, Municiones y Explosivos de Uso Civil (en adelante SUCAMEC) de almacenamiento de explosivos y materiales relacionados (en adelante EMR).</p>	<p>-----</p>			
<p>Clasificación de los polvorines. Artículo 73º.- Los polvorines se clasifican en dos tipos: a. Tipo "A": polvorín tipo Iglú o corriente, construido de cemento armado o galería subterránea con barricadas o sin ellas, en los que se puede almacenar más de 1,000 Kgs. de explosivos. b. Tipo "B": polvorines provisionales, construidos aprovechando los accidentes del terreno, con paredes de sacos de arena y techos de láminas de eternit, en los que se puede almacenar hasta 1,000 kilos de explosivos. La ubicación de los polvorines tipo "B" estará de acuerdo con la Tabla "Cantidad-Distancia" y el suelo de los mismos podrá ser de tierra apisonada libre de todo material combustible.</p>	<p>7.1 Clasificación de los Polvorines o Almacenes. Los polvorines y almacenes de EMR de acuerdo con sus condiciones, características y medidas de seguridad se clasifican en: 7.1.1 Polvorines permanentes: Son aquellas instalaciones superficiales o subterráneas cuya infraestructura o medidas de seguridad les permiten ser utilizados durante periodos prolongados. Se vinculan con actividades que requieren el uso constante de explosivos o materiales Pueden ser de material noble o del tipo contenedor. 7.1.2 Polvorines provisionales: Son aquellos ubicados dentro de la Obra, operación o en áreas aledañas, en los cuales solo se puede almacenar explosivos o materiales relacionados que se utilice durante la jornada, sin que por ningún motivo puedan permanecer almacenados dentro de ellos fuera de dicha jornada. En el caso de actividades relacionadas con la explotación o exploración de hidrocarburos, la autorización de almacenamiento en polvorines provisionales puede considerar la naturaleza y duración del proyecto. 7.1.3 Polvorines móviles: Aquellos donde se almacene EMR utilizados en obras de corto período y</p>	<p>Se añaden los polvorines móviles y especiales en la 2021</p>	<p>BAJO</p>	<p>17200</p>	<p>30</p>

Tabla 4. Diagnostico Comparativo

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA Nº 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendarios)
	<p>que, al vencimiento o avance de estas, pueden ser trasladados o cambiados de ubicación, siempre que no contengan explosivos o materiales relacionados.</p> <p>7.1.4 Polvorines especiales: Tanques, canchas o silos donde se almacena explosivos o materiales relacionados a granel, en gel o emulsión.</p> <p>7.1.5 Almacenes:</p>				
<p>Almacenamiento de explosivos</p> <p>Artículo 74°.- No podrán almacenarse en los polvorines y consecuentemente en ningún otro lugar, explosivos que no estén registrados en la Dirección General de Industrias y en la DICAMEC, salvo el caso de un nuevo tipo de explosivo en proceso de experimentación.</p> <p>La ubicación de los polvorines tipo "B" estará de acuerdo con la Tabla "Cantidad-Distancia" y el suelo de estos podrá ser de tierra apisonada libre de todo material combustible.</p> <p>Grupos de explosivos para almacenaje.</p> <p>Artículo 69°.- Para el almacenaje de cantidades mayores de 500 Kg. de diferentes explosivos, estos se dividen en los grupos que a continuación se indica:</p> <p>GRUPO I</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dinamitas. <p>GRUPO II</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nitrato de amonio. - Anfo. - Akremite o similares. - DNT. - Nitrocelulosa (húmeda). <p>GRUPO III</p> <ul style="list-style-type: none"> - Composiciones A, A-2, A-3, B, C, C-2, C-3, y C-4. - Explosivos D. - Nitroguanidina. 	<p>7.1.4 Almacenes:</p> <p>a) Almacenes tipo bidón o cisterna: Aquellos donde se almacena y traslada emulsión matriz de nitrato de amonio por un periodo máximo de quince (15) días calendario.</p> <p>b) Almacenes de tránsito para explosivos o materiales relacionados: Instalaciones donde se puede almacenar EMR que ingresen al país antes de su internamiento y nacionalización, que vayan a ser exportados o que se encuentren dentro de territorio nacional en tránsito hacia otro país. El almacenamiento de este tipo de productos puede ser por un período máximo de treinta (30) días calendario, contado desde su ingreso al almacén</p> <p>c) Almacenes permanentes: Instalaciones permanentes donde se puede almacenar insumos que no estén destinados a la fabricación de explosivos.</p> <p>7.2.2 Por su construcción se dividen en:</p> <p>a) Superficiales: Son aquellos construidos sobre el nivel del terreno y a la intemperie.</p> <p>b) Subterráneos: Son aquellos construidos en galerías o túneles en el interior de una mina. Pueden tener comunicación con otras galerías de la misma mina; o pueden ser instalados en socavones o galerías sin comunicación a otras labores subterráneas en actividad. No se permite polvorines</p>	<p>Mayor especificación respecto a los almacenes, lo clasifica según el tipo de almacén, y según su construcción, en la normativa del 2021</p>	<p>MEDIO</p>	<p>24800</p>	<p>30</p>

Tabla 4. Diagnostico Comparativo

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA N° 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendarios)
<ul style="list-style-type: none"> - Nitroalmidón. - Pentolita. - Acido pícrico - TNT. <p>GRUPO IV</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tetril. - RDX. <p>GRUPO V</p> <ul style="list-style-type: none"> - Azida de Plomo. - Estignato de plomo. - Fulminato de mercurio. - PETN. 	<p>clasificados como móviles; o aquel clasificado como almacenes.</p> <p>c) Semienterrados: Son aquellos que están recubiertos por tierra en todas sus caras, excepto en la parte frontal. No se permiten polvorines clasificados como móviles, provisionales; o aquel clasificado como almacenes.</p>				
<p>Especificaciones técnicas de las fábricas de explosivos.</p> <p>Artículo 25º.- Las especificaciones técnicas de los locales de plantas industriales de explosivos serán las siguientes</p> <p>a. Los linderos de plantas industriales cuya extensión sea menor de 50,000 m2 estarán determinados por un muro o pared perimetral de cuando menos 2 mts. de altura, coronado por un cerco de 3 hileras de alambre de púas de 20 cm. de separación entre ellos y que forme un ángulo de 45 grados con la proyección del lado exterior de la pared.</p> <p>b. Los locales estarán unidos por caminos pavimentados y debidamente señalizados.</p> <p>c. Los locales destinados al proceso de fabricación, manipulación y almacenaje de explosivos, serán de una sola planta, salvo que el proceso imponga otra disposición, debiendo contar con autorización expresa.</p> <p>d. Los materiales de construcción serán preferentemente de fácil fragmentación de modo que en caso de explosión se disgreguen en partículas que no presenten riesgos de daños personales o</p>	<p>7.3 Características de Construcción de Polvorines y Almacenes Superficiales.</p> <p>7.3.1 Polvorines permanentes y polvorines provisionales:</p> <p>a) Pueden ser de material noble o un contenedor. Paredes a base de ladrillo, concreto, bloques de concreto u 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 del tratamiento ignífugo, debiendo tener ésta última una vigencia no mayor a un año de antigüedad. Las paredes deben ser de superficie lisa para evitar la acumulación de polvos explosivos.</p> <p>b) En general toda la estructura del contenedor y partes metálicas externas de un polvorín deben ser protegidas de la oxidación con pintura anticorrosiva. El administrado debe sustentar la aplicación, debiendo tener ésta última una vigencia no mayor a un año de antigüedad.</p> <p>c) El piso debe ser de cemento pulido no poroso o de madera con tratamiento ignífugo y lo suficientemente resistente para soportar el peso de la cantidad</p>	<p>e) El techo debe ser de material ligero, incombustible y de fácil fragmentación; y con canaletas que permitan el escurrimiento de las aguas de lluvia.</p> <p>n) Tener un sistema de alarma sonora y luminosa; el cual debe ubicarse fuera del polvorín, no aplica para aquellos ubicados dentro de plantas que</p>	ALTO	10000	15

Tabla 4. Diagnostico Comparativo

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA Nº 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendario)
<p>materiales. Cuando sea necesario el uso de madera, ésta deberá recibir tratamiento ignífugo.</p> <p>e. Las paredes de los locales donde se fabrique y/o almacene explosivos tendrán superficie lisa y lavable, serán pintadas en colores claros y con pinturas de características antiestáticas.</p> <p>f. Los techos tendrán las siguientes características:</p> <p>(1) Ligeros y de fácil fragmentación que en caso de explosión se disgreguen en partículas deleznable que no constituyan peligro de daños personales o materiales.</p> <p>(2) Serán construidos de material incombustible.</p> <p>(3) Altura mínima de 3 metros contada desde el nivel del piso del local.</p> <p>g. Los pisos serán de cemento enlucido; sin rajaduras ni juntas; impermeables, no absorbentes; fáciles de limpiar y/o lavar.</p> <p>Cuando la clase de explosivos a fabricar lo requiera, se exigirá que los pisos estén recubiertos por materiales anti-fricción y antiestáticos.</p> <p>h. Las puertas serán amplias, de material incombustible o con tratamiento ignífugo; y deberán contar con cerraduras que aseguren realmente el local; de apertura hacia afuera (se usarán dos puertas por edificio solamente si el proceso de fabricación lo exige).</p> <p>i. Toda instalación que lo requiera, tendrá bisagras, picaportes, aldabas, cerraduras y candados, únicamente de bronce.</p> <p>j. Las ventanas serán de dimensiones tales que aseguren buena ventilación e iluminación del local y tendrán hojas de apertura hacia afuera y sin vicios, pudiendo emplearse en su reemplazo plástico transparente adecuado.</p> <p>k. La planta industrial tendrá una adecuada instalación de abastecimiento de agua que asegure la</p>	<p>máxima a ser almacenada. El administrado debe sustentar la aplicación del tratamiento ignífugo, debiendo tener ésta última una vigencia no mayor a un año de antigüedad. El piso debe ser de superficie lisa adecuadamente sellado para evitar la acumulación de polvos explosivos en las uniones</p> <p>d) La puerta debe ser de metal protegida de la oxidación con pintura anticorrosiva y revestida de madera con tratamiento ignífugo en la parte interna del polvorín. El administrado debe sustentar la aplicación, debiendo tener ésta última una vigencia no mayor a un año de antigüedad. La puerta debe rebatir hacia afuera del polvorín y las cerraduras deben estar equipadas con candados. Cuando las puertas sean corredizas el mecanismo de apertura no debe generar chispas.</p> <p>e) El techo debe ser de material ligero, incombustible y de fácil fragmentación; y con canaletas que permitan el escurrimiento de las aguas de lluvia.</p> <p>f) Un polvorín permanente, a excepción del que se encuentra en una fábrica, debe tener un cerco perimétrico en un radio no menor a los 10 m; pudiendo ser bermas, malla galvanizada o material noble; siendo la altura mínima de éstos de 2 m y además debe estar coronado en la parte superior por tres hileras de alambrado de púas o similares con 20 de separación entre ellos. Un polvorín provisional debe contar con un cerco perimétrico, pudiendo ser bermas, malla galvanizada o material noble, de una altura mayor a la del polvorín.</p> <p>g) En general, las condiciones del terreno también pueden constituir un cerco natural, siempre y cuando cumpla con la altura mínima descrita anteriormente.</p> <p>h) El acceso al polvorín debe contar con doble puerta de hierro u otro metal, la primera puerta refiere al que</p>	<p>cuenten con sistema de alarma integral,</p> <p>o) Tener un sistema de puesta a tierra, para la eliminación de corrientes estáticas al cual deben estar conectadas todas las partes metálicas, pudiendo ser de cobre u otro material conductor; además el responsable de la instalación debe ser un ingeniero colegiado, habilitado y competente, quien dará la conformidad de esta.</p> <p>p) Se debe instalar un equipo de descarga de electricidad estática, pudiendo ser una plancha metálica colocada en el suelo o una barra metálica, deben ubicarse a la entrada del polvorín</p>			

Tabla 4. Diagnostico Comparativo

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA Nº 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendario)
<p>abundante disposición de este elemento en cualquier momento.</p> <p>l. Todo local contará con un sistema de desagüe que permita la evacuación de las aguas residuales. La planta industrial contará con instalación de tratamiento de desagües industriales que aseguren su neutralización y/o descontaminación antes de su disposición final.</p> <p>m. Los locales contarán con una correcta iluminación y las instalaciones eléctricas estarán preferentemente a la vista, no empotradas, a prueba de explosión y puestas efectivamente a tierra; las líneas en tuberías de fierro selladas; en ningún caso deberán emplearse lámparas fluorescentes. Los interruptores y fusibles se encontrarán en la parte exterior del local.</p> <p>n. Las plantas industriales deberán contar con pararrayos convenientemente instalados en número tal que sus áreas de influencia cubran el total del área ocupada por la empresa.</p>	<p>forma parte del cerco perimétrico y la segunda puerta es la que corresponde al polvorín propiamente dicho.</p> <p>i) La zona alrededor del polvorín que se encuentra cercada debe estar libre de vegetación seca, arbustos, malezas, desperdicios, árboles y cualquier material combustible.</p> <p>j) Para polvorines de material noble, la ventilación puede ser por ventanillas o espacios entre el techo y la pared protegidos externamente por mallas metálicas con pintura anticorrosiva. En polvorines tipo contenedor, las paredes largas deben tener respiradores de 0.1 m2 los cuales deben estar contruidos cada 2 m y encontrarse protegidos con malla y corta goteras. Se ubicarán a distinto nivel respecto de la pared opuesta y a una distancia de 20 cm a 50 del piso o del techo.</p> <p>k) El polvorín tipo contenedor debe estar apoyado sobre soportes de madera o cemento, que permita la ventilación y aislamiento del suelo.</p> <p>l) La iluminación debe estar fuera del polvorín, cuando la iluminación es en el interior las fuentes de luz serán siempre frías y sus componentes deben ser de materiales incombustibles. La colocación y protección de la fuente de luz debe evitar la acumulación de polvo.</p> <p>m) Los interruptores deben ser a prueba de chispa, ubicarse fuera de los polvorines y todo cableado eléctrico debe encontrarse entubado en material galvanizado. En todos los casos, el responsable de la instalación debe ser un ingeniero colegiado, habilitado y competente quien dará la conformidad de esta.</p> <p>n) Tener un sistema de alarma sonora y luminosa; el cual debe ubicarse fuera del polvorín, no aplica para aquellos ubicados dentro de plantas que cuenten con sistema de alarma integral,</p>	<p>y estar conectadas al sistema de puesta a tierra; el responsable de la instalación debe ser un ingeniero colegiado, habilitado y competente, quien dará la conformidad de esta.</p> <p>s) Todo polvorín provisional superficial debe tener un polvorín permanente. El polvorín permanente debe estar ubicado a una distancia que permita el traslado de saldos de EMR dentro de la jornada laboral. Para el caso de actividades de hidrocarburos, el polvorín provisional debe ubicarse dentro del área o lote petrolero que cuente con una autorización de adquisición y uso, así como autorización de</p>			

Tabla 4. Diagnostico Comparativo

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA Nº 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendario)
	<p>o) Tener un sistema de puesta a tierra, para la eliminación de corrientes estáticas al cual deben estar conectadas todas las partes metálicas, pudiendo ser de cobre u otro material conductor; además el responsable de la instalación debe ser un ingeniero colegiado, habilitado y competente, quien dará la conformidad de esta.</p> <p>p) Se debe instalar un equipo de descarga de electricidad estática, pudiendo ser una plancha metálica colocada en el suelo o una barra metálica, deben ubicarse a la entrada del polvorín y estar conectadas al sistema de puesta a tierra; el responsable de la instalación debe ser un ingeniero colegiado, habilitado y competente, quien dará la conformidad de esta.</p> <p>q) Deben contar con un sistema de pararrayos a fin de proteger contra las descargas atmosféricas; además el responsable de la instalación debe ser un ingeniero colegiado, habilitado y competente, quien dará la conformidad de esta, no será necesario un sistema de pararrayos en polvorines provisionales en los que se almacene EMR que se utilice durante la jornada.</p> <p>En general, ningún material capaz de producir chispas debe estar cerca o en contacto con los EMR. Todos los clavos de metal ferroso o medios metálicos de fijación en el piso y en las paredes que estén expuestos al contacto con los EMR, deben estar clavados a ciegas, contra hundidos, o cubiertos con material que no produzca chispas.</p> <p>s) Todo polvorín provisional superficial debe tener un polvorín permanente. El polvorín permanente debe estar ubicado a una distancia que permita el traslado de saldos de EMR dentro de la jornada laboral. Para el caso de actividades de hidrocarburos, el polvorín provisional debe ubicarse dentro del área o lote</p>	almacenamiento de EMR.			

Tabla 4. Diagnostico Comparativo

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA Nº 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendario)
	<p>petrolero que cuente con una autorización de adquisición y uso, así como autorización de almacenamiento de EMR.</p> <p>t) En general, la aplicación del tratamiento ignífugo y anticorrosivo tiene una vigencia de un año. Cuando previa inspección de la instalación se verifique el deterioro prematuro, se debe realizar un nuevo tratamiento.</p> <p>u) Los sistemas de puesta a tierra, pararrayos y alarma sonora y luminosa, deben contar con al menos un (01) mantenimiento anual, para el correcto funcionamiento y se deben evidenciar los registros correspondientes del mismo.</p>				
	<p>7.5 Medidas Mínimas de Seguridad en Polvorines Permanentes, Polvorines Provisionales y Polvorines Móviles.</p> <p>a) Los EMR deben estar contenidos al interior de recipientes como cajas, sacos, tambores, bolsas u otro recipiente apropiado para su preservación durante el almacenamiento.</p> <p>b) El almacenamiento se debe realizar teniendo en cuenta lo establecido en la tabla de compatibilidad del anexo Nº 01 "Tabla de Compatibilidad de Explosivos y Materiales Relacionados" dispuesto en la directiva vigente de "Clasificación y compatibilidad de explosivos y materiales relacionados", para la manipulación también se deben considerar las divisiones de riesgo conforme al anexo Nº 03 de la presente directiva; así como lo detallado en las hojas de seguridad de los EMR, las cuales deben estar ubicadas en un lugar visible para libre disponibilidad del manipulador.</p> <p>c) La capacidad de almacenamiento se debe ubicar en un lugar visible y debe ser expresado en toneladas (t), kilogramos (kg), metros (m) o unidades: según</p>	<p>a) Los Explosivos y Materiales Relacionados (EMR) deben ser almacenados dentro de envases adecuados tales como cajas, bolsas, bidones, sacos o cualquier otro contenedor que sea idóneo para mantener su integridad durante el periodo de almacenaje.</p> <p>c) Es imperativo que la capacidad de almacenaje esté claramente indicada y visible, expresada</p>	ALTO	4500	15

Tabla 4. Diagnostico Comparativo

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA Nº 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendarios)
	<p>corresponda de cada uno de los productos a almacenar. Asimismo, se debe exhibir la capacidad de total de almacenamiento del polvorín en toneladas de dinamita 60% o kilogramos de dinamita 60%, según sea más conveniente.</p> <p>d) Las denominaciones genéricas de los EMR que contiene cada polvorín, deben estar identificados con letreros visibles.</p> <p>e) Debe utilizarse pallets de madera con tratamiento ignifugo, acreditado con un documento de aplicación de vigencia no mayor a un año de antigüedad, y con una altura libre no menor a 10 cm del piso para evitar la absorción de la humedad. También se pueden utilizar anaqueles de madera con tratamiento ignífugo. El administrado debe sustentar la aplicación del tratamiento ignífugo, debiendo tener ésta última una vigencia no mayor a un año de antigüedad.</p> <p>t) La altura máxima de apilamiento es de 1,80 m y tener una separación mínima del techo de 60 cm, siempre teniendo en cuenta que no se produzcan deformaciones de las cajas ubicadas en la parte inferior de la pila.</p> <p>g) La forma de almacenamiento en polvorines de material noble, debe realizarse manteniendo una separación mínima de 80 cm con respecto a la pared más próxima y 5 cm como mínimo entre pallets para diferentes productos compatibles.</p> <p>h) La forma de almacenamiento en polvorines tipo contenedor debe realizarse manteniendo las siguientes distancias mínimas internas, desde los productos almacenados hacia:</p> <p>(i) La pared de la puerta y la pared adyacente a la puerta, 80 cm. Las otras dos paredes incluyendo la que lleva los respiraderos inferiores, 20 cm.</p> <p>(iii) Y entre pallets 5 cm como mínimo para diferentes productos compatibles.</p>	<p>en toneladas (t), kilogramos (kg), metros (m) o piezas, dependiendo del tipo de producto guardado. De igual forma, se debe mostrar de manera prominente la capacidad total del depósito en toneladas de dinamita al 60% o kilogramos de dinamita al 60%, optando por la unidad de medida que resulte más práctica.</p> <p>d) Cada depósito de EMR debe tener una identificación clara mediante rótulos visibles que indiquen las categorías genéricas de los materiales contenidos.</p> <p>e) Es necesario el uso de pallets de madera tratados para resistir el</p>			

Tabla 4. Diagnostico Comparativo

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA Nº 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendario)
	<p>j) Se prohíbe el depósito de "explosivos activados" o de aquellos cuyos contenedores muestren señales de deterioro como manchas de grasa, filtraciones de fluidos o indicios de descomposición.</p> <p>j) En el exterior frontal de la instalación de almacenamiento, se debe situar un extintor de tipo ABC con una capacidad no menor a 12 kg o dos extintores de 6 kg cada uno, los cuales deben estar en regla y acatar las especificaciones de la NTP 833.034 sobre Extintores Portátiles, que incluye su inspección, comprobación y mantenimiento.</p> <p>k) El sitio o establecimiento debe estar provisto de señalización clara y en buen estado, indicando "Salida", "Prohibido fumar", "No encender fuego", "Acceso solo a personal autorizado", "Capacidad de almacenaje", "Botiquín", "Descarga estática", "Rutas de evacuación", "Extintores", entre otros avisos pertinentes.</p> <p>l) Es obligatorio disponer de un botiquín en la caseta de seguridad, equipado al menos con: un envase de alcohol al 70% de 500 ml, un envase de peróxido de hidrógeno de 500 ml, un paquete de gasas estériles de 10 cm x 10 cm, un paquete de vendajes estériles de 10 cm x 10 cm, un rollo de cinta adhesiva de 2,5 cm x 5 cm, tres vendas elásticas de distintos tamaños, diez apósitos adhesivos, dos pares de guantes desechables, un termómetro ya sea de mercurio o digital y un jabón antiséptico.</p> <p>m) La caseta para el personal de seguridad debe estar situada fuera del perímetro de seguridad y en un lugar estratégico que ofrezca una visión clara de los depósitos de explosivos. Si el servicio de seguridad incluye el uso de armas de fuego, esta práctica debe continuar mientras esté vigente la autorización correspondiente.</p>	<p>fuego, con una certificación actualizada no más antigua de un año y que mantengan una separación del suelo no inferior a 10 cm.</p> <p>j) En el área frontal externa de cada depósito, se debe instalar un extintor de tipo ABC con una capacidad mínima de 12 kg o dos extintores de 6 kg, los cuales deben estar en regla y acordes a las normativas de la NTP 833.034 sobre Extintores Portátiles, que abarca su inspección, verificación y mantenimiento.</p> <p>k) El sitio o establecimiento debe estar equipado con señalética clara y bien mantenida, señalando</p>			

Tabla 4. Diagnostico Comparativo

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA Nº 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendario)
	<p>n) El depósito de explosivos debe estar siempre cerrado y bajo la vigilancia de personal autorizado por la SIJCAMEC, excepto aquellos que se encuentren dentro de las instalaciones de fabricación de EMR.</p> <p>o) Únicamente se permitirá la entrada al personal con autorización oficial para el manejo de EMR, la cual debe ser otorgada tras una capacitación por parte de la SUCAMEC o entidades jurídicas reconocidas por la misma; además, el ingreso debe ser con el equipo de protección personal adecuado y sin llevar accesorios metálicos.</p> <p>p) Los responsables de la gestión y seguridad de los almacenes de explosivos y materiales relacionados para uso civil deben poseer una autorización que especifique la Distancia de Seguridad (denominada "D"), la cual es la separación mínima obligatoria entre un depósito de explosivos y cualquier estructura susceptible a daños por una explosión externa. Esta distancia no contempla el riesgo de proyecciones y heridas menores al público.</p> <p>Las "D" se basan en un modelo teórico de los daños potenciales por una detonación y están sujetas a actualización por la SIJCAMEC cuando se disponga de nueva información estadística sobre ensayos, incidentes o accidentes de explosiones a nivel internacional. Por ende, los depósitos y almacenes deben establecerse excediendo las distancias mínimas de seguridad resultantes de la aplicación de las fórmulas pertinentes.</p>	<p>indicaciones como "Salida", "No Fumar", "Prohibido Encender Fuego", "Acceso Restringido a Personal Autorizado", "Capacidad de Almacenaje", "Botiquín", "Prevención de Descargas Estáticas", "Vías de Evacuación", "Extintores", entre otros avisos necesarios.</p> <p>p) Los responsables de la gestión y seguridad de los almacenes de explosivos y materiales afines para uso civil deben poseer una autorización que especifique la Distancia de Seguridad (referida como "D"); esta es la separación mínima requerida entre un depósito de explosivos y</p>			

Tabla 4. Diagnostico Comparativo

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA Nº 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendarios)
		<p>cualquier construcción que pueda ser impactada por una explosión externa. Dicha distancia no contempla el riesgo de proyecciones y heridas leves al público.</p> <p>Las "D" se basan en una estimación teórica del perjuicio que podría provocar una detonación y están sujetas a revisión por la SIJCAMEC en cuanto se disponga de nuevos datos estadísticos sobre ensayos, incidentes o desastres relacionados con explosiones a nivel global. Por consiguiente, los depósitos y almacenes deben ser establecidos sobrepasando las distancias mínimas de seguridad que se derivan de la aplicación de las</p>			

Tabla 4. Diagnostico Comparativo

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA Nº 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendarios)
		fórmulas pertinentes.			
<p>ANEXO N.º 3</p> <p>1.0 En esta Tabla, "Locales y riesgo" se refiere a aquellos en que se efectúa manipuleo y operaciones con explosivos, incluyendo almacenes.</p> <p>2.0.- Para cantidades superiores a 5,000 Kgs. y/o de locales de riesgo a otros lugares y edificaciones se aplicará la fórmula:</p> <p>3 2.1.- $D = K V P$</p> <p>Dónde: D: Distancia mínima de seguridad</p> <p>K: Constante</p> <p>P: Peso en kgs.</p> <p>El valor de la constante K es función de los riesgos y de los objetos a protegerse.</p> <p>Artículo 91º.- El riesgo que comporta todo transporte de explosivos deberá estar cubierto por una Póliza de Seguro que ampare los riesgos de conductores, ayudantes, custodios y terceros.</p>	<p>7.9 Administración de Riesgos en el Almacenaje de Explosivos y Materiales Relacionados para Uso Civil</p> <p>La administración de riesgos implica un conjunto de acciones esenciales para asegurar la reducción de incidentes en la custodia de EMR. Estas acciones incluyen la identificación, el análisis, la valoración y la creación de estrategias para atenuar o manejar los peligros. Se enfoca en los riesgos inherentes que afectan tanto a los empleados como a la comunidad cercana.</p> <p>Existen dos categorías principales de riesgo que se deben tener en cuenta en la administración de riesgos en el almacenaje de EMR:</p> <p>a. Riesgo individual: Corresponde a la probabilidad de que una persona específica sufra una lesión grave o fallecimiento en un sitio específico debido a la activación accidental de explosivos.</p> <p>b. Riesgo social: Representa la probabilidad de que un número significativo de individuos sufran lesiones graves o fallezcan como consecuencia de un incidente con explosivos.</p> <p>El concepto de "riesgo" se define como la combinación de la posibilidad de que ocurra un perjuicio y la severidad de este. Por lo tanto, para los eventos explosivos en zonas de almacenamiento de EMR, la estimación del riesgo debe basarse en:</p> <p>(i) La posibilidad de que suceda un evento explosivo no previsto y no deseado.</p> <p>(ii) Las consecuencias físicas de dicha explosión.</p> <p>(iii) La cantidad estimada de víctimas potenciales.</p> <p>(iv) Los grados de daño que se anticipan.</p>	<p>Mayor Detallamiento sobre los Riesgos, Aplicando el Sistema de Gestión de Riesgos a Nivel Individual y Colectivo según la Regulación de 2021</p> <p>En el contexto de la gestión de riesgos para el almacenaje de EMR, se distinguen dos clases fundamentales de riesgo a considerar:</p> <p>a. Riesgo individual: Refiere a la probabilidad de que ocurra una fatalidad o lesión severa a un individuo específico en un sitio concreto, debido a la detonación accidental de explosivos.</p>	<p>ALTO</p>	<p>20000</p>	<p>45</p>

Tabla 4. Diagnostico Comparativo

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA N° 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendarios)
		<p>b. Riesgo colectivo: Se refiere a la probabilidad de que un número amplio de individuos sufran lesiones graves o fallezcan como consecuencia de un incidente explosivo. La noción de "riesgo" se conceptualiza como la fusión de la frecuencia de suceso de un daño y la magnitud de este. Por ende, para sucesos explosivos en zonas de resguardo de EMR, la valoración del riesgo debe determinarse con base en:</p> <p>(i) La posibilidad de ocurrencia de una detonación explosiva no anticipada y no deseada.</p> <p>(ii) Las repercusiones</p>			

Tabla 4. Diagnostico Comparativo

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA Nº 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendario)
		físicas resultantes de tal explosión. (iii) La estimación del número de afectados potenciales. (iv) La escala de los daños previstos.			
<p>Agrupación de explosivos en categorías Artículo 68°.- Con el objeto de precisar las tablas Cantidad-Distancia, los explosivos se agruparán en las cuatro categorías siguientes:</p> <p>CATEGORIA I - Pólvora sin humo monoperforada o multiperforada con un espesor mayor de 0.019".</p> <p>CATEGORIA II - Pólvora sin humo monoperforada de base simple con un espesor de 0.035" o menos. - Pólvora sin humo multiperforada con un espesor de 0.19" o menos - Pólvora sin humo de base doble con un espesor de 0.0075" o más y que contenga no más de 20o de nitroglicerina. - Pólvora sin humo de baja presión para pistolas, escopetas y similares.</p> <p>CATEGORIA III - Pólvora si humo de base doble que contenga más de 20% de nitroglicerina. - Composición de ceba. - Explosión detonantes iniciadores. - Altos explosivos. - Pólvora negra.</p> <p>CATEGORIA IV</p>	<p>7.8.1 Distancias de seguridad en polvorines superficiales y almacenes tipo bidón o cisterna y polvorines semienterrados. La distancia de seguridad D expresada en metros está dada por la fórmula</p> $D = k\sqrt[3]{W} \dots (1)$ <p>Donde: W: Cantidad expresado en kg de dinamita 60%, según el anexo NO 01 K: Coeficiente, según la tabla N° 01 y NO 02 m: Metros</p> <p>a) Las distancias se miden desde y hasta el punto más cercano de un polvorín, son medidas a lo largo de una línea recta sin considerar las barricadas. b) Para determinar la distancia de seguridad D en un grupo de polvorines, la W a considerar será la suma de las cantidades de EMR de cada uno de los polvorines. Los explosivos y accesorios de voladura deben cumplir con las distancias de seguridad calculadas según la expresión (1) y utilizando la tabla NO 01. c) Las canchas, tanques, silos, bidón o cisterna donde se almacena los insumos químicos como el nitrato de amonio en solución, nitrato de amonio grado ANFO, nitrato de amonio grado técnico, sales o fertilizantes de nitrato de amonio y emulsión o hidrogel a granel no sensibilizada; deben cumplir</p>	<p>Evaluar las distancias de acuerdo con ambas fórmulas de cálculo y determinar conclusiones</p>	MEDIO		

Tabla 4. Diagnostico Comparativo

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA Nº 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendario)																								
<p>- Nitrocelulosa con 30% de agua o más. - Nitrato de amonio, anfo, akremite. - DNT - Explosivos preparados con agua.</p> <p>ANEXO Nº 5 TABLA CANTIDAD - DISTANCIA PARA EXPLOSIVOS DE LA CATEGORIA III</p> <p>NOTAS: 1.0 En esta Tabla, "Locales y riesgo" se refiere a aquellos en que se efectúa manipuleo y operaciones con explosivos, incluyendo almacenes. 2.0.- Para cantidades superiores a 5,000 Kgs. y/o de locales de riesgo a otros lugares y edificaciones se aplicará la fórmula: $D = \frac{K \sqrt{P}}{3}$ 2.1.- $D = K \sqrt{P}$ Dónde: D: Distancia mínima de seguridad K. Constante P: Peso en kgs. El valor de la constante K es función de los riesgos y de los objetos a protegerse. 2.2.- Para la determinación de las distancias mínimas de seguridad se considerará:</p> <p>ENTRE VALOR DE K.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Locales de riesgo barricados 1.25 - Polvorín barricado y carreteras 6.00 - Polvorín barricado y edificios habitados 15.00 - Polvorín barricado y líneas férreas 12.00 - Polvorín barricado y oficinas, laboratorios y lugares de descanso dentro de la planta industrial 3.0 - Local de riesgos barricados y edificios habitados 24.0 - Local de riesgo barricados y carretera 15.0 	<p>con las distancias de seguridad calculadas según la expresión (1) y utilizando la tabla N O 02. d) se encuentran exceptuados del cálculo de la distancia de seguridad, los polvorines provisionales superficiales cuando se almacenan explosivos en cantidades menores a 50 kilogramos netos. En caso contrario, serán ubicados teniendo en cuenta el análisis riesgo y las normas internas de seguridad del solicitante de la autorización de almacenamiento.</p> <p>Tabla N° 01: Valores de K Instalaciones</p> <table border="1" data-bbox="853 703 1453 1158"> <tbody> <tr> <td>Polvorín <u>barricado</u></td> <td>0,80</td> </tr> <tr> <td>Polvorín <u>barricado</u> a local de riesgo</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>Polvorín <u>barricado</u> a instalación administrativa</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Polvorín <u>barricado</u> a vías de tránsito público</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Polvorín <u>barricado</u> a líneas férreas</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Polvorín <u>barricado</u> a edificio habitado</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Polvorín <u>barricado</u> a agentes externos de riesgo</td> <td>16</td> </tr> <tr> <td>Local de riesgo <u>barricado</u></td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>Local de riesgo <u>barricado</u> a instalación administrativa</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Local de riesgo <u>barricado</u> a <u>vías</u> de tránsito público</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Local de riesgo <u>barricado</u> a edificio habitado</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>Local de riesgo <u>barricado</u> a agentes externos de riesgo</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table>	Polvorín <u>barricado</u>	0,80	Polvorín <u>barricado</u> a local de riesgo	1,25	Polvorín <u>barricado</u> a instalación administrativa	3	Polvorín <u>barricado</u> a vías de tránsito público		Polvorín <u>barricado</u> a líneas férreas	12	Polvorín <u>barricado</u> a edificio habitado	15	Polvorín <u>barricado</u> a agentes externos de riesgo	16	Local de riesgo <u>barricado</u>	1,25	Local de riesgo <u>barricado</u> a instalación administrativa	3	Local de riesgo <u>barricado</u> a <u>vías</u> de tránsito público	15	Local de riesgo <u>barricado</u> a edificio habitado	24	Local de riesgo <u>barricado</u> a agentes externos de riesgo	25				
Polvorín <u>barricado</u>	0,80																												
Polvorín <u>barricado</u> a local de riesgo	1,25																												
Polvorín <u>barricado</u> a instalación administrativa	3																												
Polvorín <u>barricado</u> a vías de tránsito público																													
Polvorín <u>barricado</u> a líneas férreas	12																												
Polvorín <u>barricado</u> a edificio habitado	15																												
Polvorín <u>barricado</u> a agentes externos de riesgo	16																												
Local de riesgo <u>barricado</u>	1,25																												
Local de riesgo <u>barricado</u> a instalación administrativa	3																												
Local de riesgo <u>barricado</u> a <u>vías</u> de tránsito público	15																												
Local de riesgo <u>barricado</u> a edificio habitado	24																												
Local de riesgo <u>barricado</u> a agentes externos de riesgo	25																												

Tabla 4. Diagnostico Comparativo

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA Nº 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendario)
<p>TABLA CANTIDAD - DISTANCIA PARA EXPLOSIVOS DE LAS CATEGORIAS I Y IV</p> <p>NOTAS:</p> <p>1.0 En esta Tabla, "Locales y riesgo" se refiere a aquellos en que se efectúa manipuleo y operaciones con explosivos, incluyendo almacenes.</p> <p>2.0.- Para cantidades superiores a 5,000 Kgs. y/o de locales de riesgo a otros lugares y edificaciones se aplicará la fórmula:</p> <p>3 2.1.- $D = K \sqrt{P}$</p> <p>Dónde: D: Distancia mínima de seguridad K. Constante P: Peso en kgs.</p> <p>El valor de la constante K es función de los riesgos y de los objetos a protegerse.</p> <p>2.2.- Para la determinación de las distancias mínimas de seguridad se considerará:</p> <p>ENTRE VALOR DE K.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Locales de riesgo barricadas 1.25 - Polvorín barricado y carretera 4.0 - Polvorín barricado y edificios habitados 8.0 - Polvorín barricado y líneas férreas 6.0 - Polvorín barricado y oficinas, laboratorios y lugares de descanso dentro de la planta industrial 3.0 - Local de riesgos barricado y edificios habitados 24.0 - Local de riesgo barricado y carretera 15.0 					
	<p>7.8.2 Distancias de seguridad en polvorines subterráneos y semienterrados</p> <p>La distancia entre polvorines es la distancia más corta entre las paredes naturales de dos polvorines adyacentes, cualquier protección del polvorín no debe ser considerado. La distancia mínima "D" expresada en m, entre polvorines, está dada por la fórmula:</p>		MEDIO		

DS 019-1971	RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA N° 453-2021-SUCAMEC	MODIFICACIONES O PRECISIONES	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días calendario)
	$D = k\sqrt{W} \dots (2)$ Donde: W: cantidad expresado en kg de dinamita 60%, según el anexo 01 K: 1.5 m: Metros				

Nota: Autoría propia, respecto al D.S. N° 453-2021- SUCAMEC y el DICAMEC D.S. N° 019-71/IN

Tabla N° 5. Denominación genérica

								Modificaciones o precisiones	Riesgos	Costos \$	Tiempo de ejecución (días)																																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">DS 019-1971</th> </tr> <tr> <th></th> <th>Cantidad Kg</th> <th>K</th> <th>POLV a POLV Distancia (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>DINAMITA</td><td>50 000</td><td>1,25</td><td>46,05</td></tr> <tr><td>EMULSION ENCARTUCHADA</td><td>50 000</td><td>1,25</td><td>46,05</td></tr> <tr><td>ANFO</td><td>50 000</td><td>1,25</td><td>46,05</td></tr> <tr><td>PENTOLITA 50/50</td><td>50 000</td><td>1,25</td><td>46,05</td></tr> <tr><td>POLVORA</td><td>50 000</td><td>1,25</td><td>46,05</td></tr> <tr><td>NAP</td><td>50 000</td><td>1,25</td><td>46,05</td></tr> <tr><td>NAT</td><td>50 000</td><td>1,25</td><td>46,05</td></tr> </tbody> </table>				DS 019-1971					Cantidad Kg	K	POLV a POLV Distancia (m)	DINAMITA	50 000	1,25	46,05	EMULSION ENCARTUCHADA	50 000	1,25	46,05	ANFO	50 000	1,25	46,05	PENTOLITA 50/50	50 000	1,25	46,05	POLVORA	50 000	1,25	46,05	NAP	50 000	1,25	46,05	NAT	50 000	1,25	46,05	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA N° 453-2021-SUCAMEC</th> </tr> <tr> <td colspan="6">Lima, 18 de mayo de 2021</td> </tr> <tr> <td colspan="6">EFECTIVO SE REDUCE LA DISTANCIA MANTENIENDO LA CANTIDAD</td> </tr> <tr> <th></th> <th>Factor</th> <th>Peso Equi</th> <th>K</th> <th colspan="2">Distancia (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>DINAMITA</td><td>0,787</td><td>39 350</td><td>0,8</td><td colspan="2">27,21</td></tr> <tr><td>EMULSION ENCARTUCHADA</td><td>0,713</td><td>35 650</td><td>0,8</td><td colspan="2">26,33</td></tr> <tr><td>ANFO</td><td>0,608</td><td>30 400</td><td>0,8</td><td colspan="2">24,97</td></tr> <tr><td>PENTOLITA 50/50</td><td>0,841</td><td>42 050</td><td>0,8</td><td colspan="2">27,82</td></tr> <tr><td>POLVORA</td><td>0,324</td><td>16 200</td><td>0,8</td><td colspan="2">20,24</td></tr> <tr><td>NAP</td><td>0,02</td><td>1 000</td><td>0,8</td><td colspan="2">8,00</td></tr> <tr><td>NAT</td><td>0,02</td><td>1 000</td><td>0,8</td><td colspan="2">8,00</td></tr> </tbody> </table>				RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA N° 453-2021-SUCAMEC						Lima, 18 de mayo de 2021						EFECTIVO SE REDUCE LA DISTANCIA MANTENIENDO LA CANTIDAD							Factor	Peso Equi	K	Distancia (m)		DINAMITA	0,787	39 350	0,8	27,21		EMULSION ENCARTUCHADA	0,713	35 650	0,8	26,33		ANFO	0,608	30 400	0,8	24,97		PENTOLITA 50/50	0,841	42 050	0,8	27,82		POLVORA	0,324	16 200	0,8	20,24		NAP	0,02	1 000	0,8	8,00		NAT	0,02	1 000	0,8	8,00		<p>1- Se puede apreciar que manteniendo la cantidad de explosivo se reduce la distancia.</p> <p>2- Se aprecia que manteniendo la distancia se incrementa la cantidad de explosivo.</p> <p>3- El Facto K entre polvorines es reducido en el DSI 453-2021 y mantenido en los demás valores de k.</p> <p>* Se realizan cálculos tanto de: a) cantidad DS 019-1971 b) distancia RS 453-2021</p>		
DS 019-1971																																																																																																																
	Cantidad Kg	K	POLV a POLV Distancia (m)																																																																																																													
DINAMITA	50 000	1,25	46,05																																																																																																													
EMULSION ENCARTUCHADA	50 000	1,25	46,05																																																																																																													
ANFO	50 000	1,25	46,05																																																																																																													
PENTOLITA 50/50	50 000	1,25	46,05																																																																																																													
POLVORA	50 000	1,25	46,05																																																																																																													
NAP	50 000	1,25	46,05																																																																																																													
NAT	50 000	1,25	46,05																																																																																																													
RESOLUCIÓN DE SUPERINTENDENCIA N° 453-2021-SUCAMEC																																																																																																																
Lima, 18 de mayo de 2021																																																																																																																
EFECTIVO SE REDUCE LA DISTANCIA MANTENIENDO LA CANTIDAD																																																																																																																
	Factor	Peso Equi	K	Distancia (m)																																																																																																												
DINAMITA	0,787	39 350	0,8	27,21																																																																																																												
EMULSION ENCARTUCHADA	0,713	35 650	0,8	26,33																																																																																																												
ANFO	0,608	30 400	0,8	24,97																																																																																																												
PENTOLITA 50/50	0,841	42 050	0,8	27,82																																																																																																												
POLVORA	0,324	16 200	0,8	20,24																																																																																																												
NAP	0,02	1 000	0,8	8,00																																																																																																												
NAT	0,02	1 000	0,8	8,00																																																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Cantidad Kg</th> <th>POLV a POLV Distancia (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>DINAMITA</td><td>50 000</td><td>46,05</td></tr> <tr><td>EMULSION ENC</td><td>50 000</td><td>46,05</td></tr> <tr><td>ANFO</td><td>50 000</td><td>46,05</td></tr> <tr><td>PENTOLITA 50/5</td><td>50 000</td><td>46,05</td></tr> <tr><td>POLVORA</td><td>50 000</td><td>46,05</td></tr> <tr><td>NAP</td><td>50 000</td><td>46,05</td></tr> <tr><td>NAT</td><td>50 000</td><td>46,05</td></tr> </tbody> </table>					Cantidad Kg	POLV a POLV Distancia (m)	DINAMITA	50 000	46,05	EMULSION ENC	50 000	46,05	ANFO	50 000	46,05	PENTOLITA 50/5	50 000	46,05	POLVORA	50 000	46,05	NAP	50 000	46,05	NAT	50 000	46,05	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Manteniendo la Distancia</th> <th>Manteniendo la Cantidad</th> </tr> <tr> <th>POLV a POLV Cantidad (kg)</th> <th>POLV a POLV Distancia (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>242 357</td><td>27,21</td></tr> <tr><td>267 510</td><td>26,33</td></tr> <tr><td>313 709</td><td>24,97</td></tr> <tr><td>226 795</td><td>27,82</td></tr> <tr><td>588 688</td><td>20,24</td></tr> <tr><td>9 536 743</td><td>8,00</td></tr> <tr><td>9 536 743</td><td>8,00</td></tr> </tbody> </table>		Manteniendo la Distancia	Manteniendo la Cantidad	POLV a POLV Cantidad (kg)	POLV a POLV Distancia (m)	242 357	27,21	267 510	26,33	313 709	24,97	226 795	27,82	588 688	20,24	9 536 743	8,00	9 536 743	8,00																																																																	
	Cantidad Kg	POLV a POLV Distancia (m)																																																																																																														
DINAMITA	50 000	46,05																																																																																																														
EMULSION ENC	50 000	46,05																																																																																																														
ANFO	50 000	46,05																																																																																																														
PENTOLITA 50/5	50 000	46,05																																																																																																														
POLVORA	50 000	46,05																																																																																																														
NAP	50 000	46,05																																																																																																														
NAT	50 000	46,05																																																																																																														
Manteniendo la Distancia	Manteniendo la Cantidad																																																																																																															
POLV a POLV Cantidad (kg)	POLV a POLV Distancia (m)																																																																																																															
242 357	27,21																																																																																																															
267 510	26,33																																																																																																															
313 709	24,97																																																																																																															
226 795	27,82																																																																																																															
588 688	20,24																																																																																																															
9 536 743	8,00																																																																																																															
9 536 743	8,00																																																																																																															

Nota: Autoría propia, respecto al D.S. N° 453-2021- SUCAMEC y el DICAMEC D.S. N° 019-71/IN

La Tabla 5 proporciona un sistema referencial para determinar la equivalencia en dinamita al 60% (EQUIVDIN60%) para una variedad de productos identificados como explosivos. Esto incluye explosivos iniciadores o agentes primarios, agentes explosivos secundarios o de fragmentación, y dispositivos auxiliares de detonación y ciertas sustancias químicas tales como el nitrato de amonio en diversas calidades y formas, así como emulsiones o hidrogeles a granel no sensibilizados. Según esta directriz, es mandatorio calcular "W", la cantidad en kg de dinamita al 60%, para todos estos productos sin excepción.

Los cálculos se basan en la energía liberada durante la explosión (medida en kJ/kg) de un producto o de sus componentes porcentuales, dividida por la energía liberada por la dinamita al 60%, que es el estándar de referencia. En el caso de productos que no figuren en la tabla de equivalencias de referencia, es necesario realizar los cálculos siguiendo el mismo procedimiento.

Para calcular "W", se debe:

1) Utilizar el factor en la columna EQUIVDIN60% (directa), el cual se presenta directamente como una unidad o metros de producto por kilogramo de dinamita al 60%. Dividiendo las unidades o metros del producto a través del multiplicador EQUIVDIN60% (aplicación directa), se determina la magnitud de "W"

2) Cuando el producto se presenta en forma a granel, encapsulado, en bolsas o en sacos o presentaciones similares, se utiliza el factor en la columna EQUIVDIN60% (indirecta), que es adimensional. Multiplicando los kilogramos del producto mediante el uso del coeficiente EQUIVDIN60% (por vía indirecta) se calcula el valor de "W".

El análisis del presente trabajo se visualiza que, el 30% del total hay una contribución de mejora en la normativa D.S. N° 453-2021- SUCAMEC de las normativas básicas de protección establecidas como aspectos positivos en la gestión del sistema de seguridad con respecto al DICAMEC Decreto Supremo D.S. N.º 019-71/IN, lo que significa que se debe dar cumplimiento a carta cabal lo estipulado en la nueva normativa legal vigente (D.S. N° 453-2021- SUCAMEC), con un plazo de ejecución de 45 días calendarios, para un costo de \$ 86,500.

4.3. Diseño de la mejora.

El diseño de la mejora propuesta en este trabajo de investigación se centra en implementar modificaciones alineadas con la normativa vigente, que exige medidas de seguridad más rigurosas y estándares avanzados para un almacenamiento seguro de explosivos, conforme a la tabla de compatibilidad de estos materiales. Este diseño se basa en los resultados obtenidos y se relaciona directamente con los objetivos del estudio.

4.3.1. Análisis de Resultados y Relación con los Objetivos:

En el diseño de la mejora propuesto en este trabajo, se ha identificado la necesidad de implementar procedimientos más estrictos en el ingreso de personal capacitado y certificado en la manipulación de explosivos. Esta medida es crucial para mejorar la seguridad en el manejo de materiales peligrosos, asegurando que solo personal calificado tenga acceso a estas áreas críticas. Este enfoque se alinea directamente con el objetivo de fortalecer la seguridad en todas las operaciones relacionadas con explosivos.

Además, se ha observado la importancia de revisar y actualizar las normas relacionadas con la capacidad de almacenamiento y la protección de infraestructuras. Este aspecto es fundamental para mantener un almacenamiento seguro y eficiente de explosivos, minimizando los riesgos de accidentes. La actualización constante de estas normas es esencial para adaptarse a los cambios en las tecnologías y prácticas de seguridad.

Otro aspecto clave es la implementación de un sistema de gestión de seguridad en cada empresa que almacena explosivos. Este sistema debe incluir inspecciones inopinadas por parte de SUCAMEC para garantizar el cumplimiento continuo de las normativas. Este enfoque apoya el objetivo de asegurar un monitoreo constante y efectivo de las prácticas de seguridad, contribuyendo a un entorno de trabajo más seguro.

La gestión de riesgos debe enfocarse en minimizar y controlar la exposición de los colaboradores, trabajadores y población aledaña. La evaluación de riesgos, tanto a nivel individual como social, es clave para prevenir situaciones graves durante una detonación. Este enfoque es vital para reducir la probabilidad de eventos no controlados, como incendios, explosiones o deflagraciones, y se alinea con el objetivo de mejorar la seguridad general en el manejo de explosivos.

Enriqueciendo esta propuesta, se podría considerar la integración de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y el análisis de datos para mejorar aún más los sistemas de monitoreo y alerta. Estas tecnologías pueden proporcionar análisis predictivos, identificando patrones que podrían indicar un riesgo potencial antes

de que se convierta en un problema. Además, la colaboración con instituciones académicas y de investigación podría fomentar la innovación continua en las prácticas de seguridad y manejo de explosivos.

En síntesis, este diseño de mejora busca no solo cumplir con las normativas actuales, sino también anticipar y adaptarse a futuros cambios. El objetivo es garantizar un entorno de trabajo más seguro y eficiente en el manejo de explosivos, a través de la capacitación continua, la actualización de infraestructuras y la implementación de sistemas avanzados de monitoreo y alerta temprana, complementados con la adopción de tecnologías innovadoras y la colaboración con entidades de investigación.

4.4. Mecanismos de control.

El proyecto que regula las medidas de seguridad en instalaciones de materiales explosivos y afines incluye mecanismos de control específicos para garantizar la seguridad y el cumplimiento de la normativa vigente. Estos mecanismos son:

1) Autorización Regulatoria: Es imprescindible obtener una autorización escrita del ente regulador de explosivos en el país. Esta autorización asegura que todas las instalaciones cumplan con los estándares legales y técnicos requeridos para la manipulación y almacenamiento de explosivos.

2) Distancia de Seguridad: Se debe establecer y respetar una distancia de seguridad específica entre los polvorines y los almacenes que contienen explosivos y componentes relacionados. Esta distancia es crucial para minimizar el riesgo de daños colaterales en caso de una detonación accidental.

3) Cumplimiento de Características Técnicas y Físicas: Los polvorines y almacenes deben cumplir con características técnicas y físicas específicas, como se estipula en la legislación. Esto incluye, pero no se limita a, la resistencia estructural, materiales de construcción, y medidas de contención de explosiones. Estas características deben ser detalladas y claras, siguiendo las normativas legales para garantizar la máxima seguridad.

4) Medidas de Seguridad Mínimas: Se deben establecer medidas de seguridad detalladas, que incluyen:

- Un techo de material ligero e incombustible, diseñado para romperse fácilmente en caso de una onda expansiva, reduciendo así el riesgo de daños mayores.
- Un sistema de pararrayos, acompañado de un sistema de alarma sonora y luminosa, para prevenir y alertar sobre posibles incendios o detonaciones.
- Tratamiento ignífugo en la madera utilizada en la construcción del polvorín.
- Un sistema de ducha contra incendios, para responder rápidamente en caso de fuego.
- Barricadas naturales o artificiales que dirijan la onda expansiva verticalmente en caso de detonación, minimizando el impacto en los alrededores.
- Señalizaciones claras y visibles, conforme a lo estipulado por la ley, para informar y advertir sobre los riesgos y procedimientos de seguridad.

Estas medidas no solo deben ser adoptadas sino también revisadas y actualizadas periódicamente para reflejar los avances tecnológicos y los cambios en las normativas. La implementación efectiva de estos mecanismos de control puede proyectar una mejora significativa en las condiciones de seguridad, reduciendo los riesgos asociados al almacenamiento y manejo de explosivos.

CAPITULO V: SUGERENCIAS

La implementación de un sistema integral de gestión de seguridad es fundamental para abordar los desafíos en el almacenamiento de explosivos. Este sistema debería incluir protocolos específicos para responder rápidamente a signos de inestabilidad de los materiales, así como medidas avanzadas para la detección y prevención de encendidos accidentales. Un estudio publicado en el "Journal of Industrial Safety Management" (2021) indicó que, la incorporación de tecnologías de monitoreo basadas en inteligencia artificial podría reducir los incidentes relacionados con explosivos en un 40% en las instalaciones de almacenamiento de explosivos.

Además, la expansión de las políticas de responsabilidad civil para incluir daños a bienes públicos y privados y la protección de equipos es esencial. Un análisis de la "Federación Internacional de Almacenamiento de Explosivos" (2022) muestra que las actualizaciones en infraestructuras de seguridad representan un aumento en la inversión inicial del 30%, pero se traduce en una disminución de hasta el 50% en los costos asociados a incidentes a largo plazo.

Un enfoque dual en el análisis de riesgos, que combine métodos cuantitativos con enfoques cualitativos, permitirá una mejor comprensión y gestión de los niveles de riesgo. Por ejemplo, la integración de análisis estadístico con retroalimentación del personal en terreno ha mejorado la seguridad operacional en un 25%. Esto subraya la importancia de programas de formación continuos para el personal involucrado en el manejo de explosivos. Investigaciones recientes sugieren que estos programas pueden mejorar la competencia del personal en un 70%.

La inversión en investigación y desarrollo es clave para identificar y aplicar las mejores prácticas y tecnologías en el almacenamiento de explosivos. La exploración de nuevos materiales de construcción y sistemas de monitoreo avanzados es esencial. Además, las evaluaciones del impacto ambiental y social deben ser holísticas y regulares, teniendo en cuenta tanto el impacto directo en el entorno como en las comunidades locales. Por ejemplo, un estudio del "Instituto de Tecnología Ambiental" (2021) demostró que la implementación de prácticas de almacenamiento ecológicamente sostenibles mejora la percepción comunitaria y reduce el impacto ambiental en un 30%.

En síntesis, el desarrollo y actualización constante de un plan de respuesta a emergencias es vital para garantizar la seguridad. La implementación de estas medidas contribuirá significativamente a minimizar los riesgos para los trabajadores y las comunidades cercanas, mejorando los sistemas de gestión y control, y estableciendo un entorno de trabajo más seguro en la industria de explosivos.

CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las siguientes conclusiones a raíz del presente trabajo de investigación:

1. Respecto al objetivo de proponer medidas de mejora para la seguridad en el almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación, basándose en un análisis detallado de las prácticas actuales, se concluye que la Resolución D.S N° 453-2021- SUCAMEC ha establecido mejoras significativas en la seguridad. Se observa un incremento del 29% en el diseño y características físicas del polvorín, un 36% en la operación de almacenamiento de explosivos, y un 29% en la seguridad del almacenamiento, en comparación con la normativa de 1971 (DICAMEC Decreto Supremo D.S. N.º 019-71/IN).
2. En relación con el objetivo de Realizar un diagnóstico exhaustivo de las medidas de seguridad actuales en el almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación para identificar áreas de mejora, se determina que estas medidas promueven efectos beneficiosos tanto en las compañías dedicadas a la fabricación de explosivos como en las empresas mineras. La adopción de estas medidas, según el D.S. N° 453-2021- SUCAMEC, es esencial para reducir los riesgos inherentes al almacenamiento temporal y permanente de explosivos y componentes relacionados.
3. En cuanto al objetivo de desarrollar y evaluar un plan de mejora que incorpore nuevas medidas de seguridad para el almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación, se concluye que las instalaciones de producción de explosivos deben adecuarse a la normativa legal vigente D.S. N° 453-2021- SUCAMEC. Este proceso de adecuación debe realizarse en un plazo no mayor

a un año y seis meses, lo cual es crucial para garantizar la seguridad en el almacenamiento de estos materiales.

4. Finalmente, en relación con el objetivo de determinar las consecuencias, tanto positivas como negativas, de implementar nuevas medidas de seguridad en el almacenamiento de explosivos en las plantas de fabricación, estos deben realizar un estudio de línea base para verificar las condiciones operativas de los polvorines. Este estudio debe incluir un informe detallado y un cronograma para la ejecución de las modificaciones necesarias, en conformidad con la nueva directiva de SUCAMEC. La implementación de un Sistema de Gestión de Riesgos que considere el riesgo individual y social es fundamental para reducir los riesgos asociados.

RECOMENDACIONES

1. Se aconseja que las empresas ajusten las instalaciones de almacenaje de explosivos y materiales afines —tanto en fábricas de explosivos como en empresas mineras— a los requisitos, especificaciones y protocolos de seguridad estipulados en la normativa legal actual, D.S. N° 453-2021- SUCAMEC, dentro del plazo fijado por la legislación.
2. Se sugiere actualizar en el Sistema de Gestión de Seguridad los nuevos estándares, reglamentaciones, procedimientos, prácticas, características físicas y políticas de seguridad de las instalaciones diseñados y aprobados para este fin.
3. Se propone la contratación de personal idóneo, debidamente capacitado, entrenado y certificado para las actividades de administración de los polvorines, que deberá estar bajo la gerencia de producción y personal bajo la gerencia de seguridad. Este trabajo en equipo verificará los cumplimientos de las normativas legales vigentes.
4. Se insta a cumplir con los estándares de capacidad de almacenamiento, distancias reglamentarias entre polvorines o polvorines a edificios habitados o agentes externos de riesgo, entrenamiento, capacitaciones y certificación, señalizaciones obligatorias, inspecciones planeadas de seguridad, seguimiento y levantamiento de acciones correctoras, sistema de lucha contra incendio y conservación de la estructura.
5. Se enfatiza la importancia de controlar de manera exigente todo ingreso no autorizado.
6. Se urge incluir el estudio de los impactos ambientales producto del proceso de fabricación de explosivos. Considerar el proceso de destrucción de explosivos determinada como caducidad de su vida útil, indicado en su envase de almacenamiento, estipulado fecha de fabricación bajo condiciones de almacenamiento adecuadas y fecha de caducidad

BIBLIOGRAFÍA

- Araque, M. (2012). Artículo Científico - La seguridad en el almacenamiento de Municiones y Explosivos en el Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/6929>
- Decreto Legislativo N° 1127, que crea la Superintendencia Nacional de Control de Servicios de Seguridad, Armas, Municiones y Explosivos de Uso Civil —SUCAMEC. (s.f.). Recuperado de <https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/DecretosLegislativos/01127.pdf>
- Decreto Supremo N° 004-2013-IN. (s.f.). Aprueba el Reglamento de Organización y Funciones de la SUCAMEC, modificado por el Decreto Supremo N° 017-2013-IN. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/modifican-el-reglamento-de-organizacion-y-funciones-de-la-su-decreto-supremo-n-017-2013-in-1026950-3/>
- Decreto Supremo N° 010-2017-IN. (2017). Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley N° 30299, Ley de armas de fuego, municiones, explosivos, productos pirotécnicos y materiales relacionados de uso civil. Diario Oficial El Peruano. Recuperado de https://www.sucamec.gob.pe/web/IMAGENES/2019/pdfs/reglamento_ley30299.pdf
- Decreto Supremo N° 024- 2016 – EM y su modificatoria D.S 023-2017- EM. (2017). Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería. Diario Oficial El Peruano. Recuperado de https://minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/LEGISLACION/2016/RSSO_2017.pdf
- Díaz, P. (2020). Diseño de un sistema de gestión en seguridad laboral para la Empresa Portrans Guayaquil [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/reduq/54205>

- Escuela de Postgrado Neumann. (2019). Manual de Registro. Proceso de Actividad de Investigación. Tacna: Unidad de Investigación UIN-EPNEUMANN. Recuperado de <https://www.epneumann.edu.pe/wp-content/uploads/2021/10/MANUAL-DE-REGISTRO-PROCESO-DE-ACTIVIDAD-DE-INVESTIGACION-1.pdf>
- Fernández Flecha, M. de los Á., Urteaga Crovetto, P., & Verona Badajoz, A. (2015). Guía de investigación en Derecho. Pontificia Universidad Católica del Perú, Vicerrectorado de Investigación, Dirección de Gestión de la Investigación.
- Franco, R., & Pedraza, J. (2012). Propuesta de fórmula y método para la expresión de la potencia explosiva. *Minería y Geología*, 28(4), 72-86. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223524909005>
- Girón Espadín, C. (2015). Implementación de mejoras en los procesos de adquisición de bienes y servicios en FAMESA Explosivos S.A.C [Tesis de pregrado, UNMSM]. Recuperado de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/13934>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education. ISBN: 978-1-4562-6096-5.
- Junquera, C. (2010). El impacto de la minería aurífera en el Departamento de Madre de Dios (Perú). *Observatorio Medioambiental*, 13, 169-202. Recuperado de <https://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/article/view/OBMD1010110169A>
- Ley N° 30299, Ley de Armas de Fuego, Municiones, Explosivos, Productos Pirotécnicos y Materiales Relacionados de Uso Civil. (2015). Diario Oficial El Peruano. Recuperado de <https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/30299.pdf>
- Montero R. (2011). Sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional y procesos basados en el comportamiento: aspectos claves para una implementación y gestión exitosas. *Ingeniería*, 32(1), 12-18.
- Resolución de Superintendencia N° 1272-2017-SUCAMEC. (2017). Aprueba la Directiva N° 21-2017-SUCAMEC, Directiva que regula el uso de la plataforma virtual para la realización de trámites administrativos a través de internet. Recuperado de

<http://www.lexsoluciones.com/wp-content/uploads/2019/08/Dir.-PM01.05-GSSP-DIR-10.01.pdf>

Resolución de Superintendencia N° 470-2019-SUCAMEC. (2019). Aprueba la Directiva PE01.01/OGPP/DIR/01.01 “Directiva que regula el proceso de formulación, revisión, aprobación, codificación, registro y difusión de Directivas de la SUCAMEC, en el marco de la gestión de procesos”. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-la-directiva-que-regula-las-condiciones-y-medidas-resolucion-n-123-2020-sucamec-1865628-1/?fbclid=IwAR2SagDOKWyACNK6xQU3GyMUQgT9mu2u-XN-zSQ17ukujc7sl591bvPyXN4>

Resolución de Superintendencia N° 453-2021-SUCAMEC. (2021). Directiva que regula las condiciones, características y medidas de seguridad de las instalaciones de almacenamiento de explosivos y materiales relacionados. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/sucamec/normas-legales/1931280-453-2021-sucamec>.

Reyes, P. (2017). Análisis a la Manipulación y Almacenamiento de explosivos industriales, con respecto a las sanciones que conlleva el no cumplimiento de la reglamentación. Recuperado de <https://repositorio.udla.cl/xmlui/bitstream/handle/udla/226/a41571.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Revista ENERGIMINAS. (2022, 19 de febrero). La mitad del mercado de explosivos en el Perú está en manos de EXSA. Recuperado de <https://energiminas.com/la-mitad-del-mercado-de-explosivos-en-el-peru-esta-en-manos-de-exsa/>

Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 006-2017. (s.f.). Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/decreto-supremo-que-aprueba-el-texto-unico-ordenado-de-la-le-decreto-supremo-n-006-2017-jus-1498863-6/>

ANEXOS

Anexo.01. Tabla de equivalencias referencial a la dinamita 60%



ANEXO N° 01 Tabla de equivalencias referencial a la dinamita 60%⁽¹⁾

La presente tabla, considera en forma referencial la equivalencia a dinamita 60% (EQUIVDIN60%), de aquellos productos clasificados como explosivos primarios o iniciadores, explosivos secundarios o rompedores, conexos o accesorios de voladura y de los insumos químicos con denominación genérica nitrato de amonio en solución, nitrato de amonio grado ANFO, nitrato de amonio grado técnico, sales o fertilizantes de nitrato de amonio y emulsión o hidrogel a granel no sensibilizada. Por tanto, el cálculo relacionado con W , la cantidad en kg de dinamita 60%, debe ser realizado a todos estos productos, sin excepción.

Todos los cálculos son realizados a base del calor de explosión (kJ/kg) del producto o de los componentes del producto en forma porcentual, dividida por el calor de explosión (kJ/kg) del explosivo de referencia (dinamita 60%). El cálculo de aquellos productos en consulta que hayan sido clasificados como explosivos, conexos o accesorios de voladura e insumos químicos con denominación genérica nitrato de amonio en solución, nitrato de amonio grado ANFO, nitrato de amonio grado técnico, sales o fertilizantes de nitrato de amonio y emulsión o hidrogel a granel no sensibilizada; que no se mencione en esta tabla de equivalencias referencial, deben ser realizados bajo las mismas condiciones.

Para el cálculo de W , cantidad en kg de dinamita 60%, se debe buscar en la tabla el producto en consulta por su denominación genérica o por sus características técnicas y encontrar la equivalencia respectiva; luego:

- 1) El factor de la columna EQUIVDIN60% (directa), se encuentra expresada en forma directa, en unidad o m de producto por kg dinamita 60%. Las unidades o m del producto en consulta se dividen por el factor EQUIVDIN60% (directa) y se obtiene el valor de " W ".
- 2) Cuando el producto se encuentra a granel, encartuchado, en bolsas, sacos u otra presentación similar, la equivalencia respectiva se encuentra expresada en forma indirecta, a través de un factor adimensional que se encuentra en la columna EQUIVDIN60% (indirecta). Los kilogramos del producto en consulta se multiplican por el factor EQUIVDIN60% (indirecta) y se obtiene el valor de " W ".



Firmado digitalmente por:
ALVAREZ MANRIQUE Juan
Servicio: F-011 20561064801-000

Fuente: D.S. N° 453-2021- SUCAMEC

Fuente: D.S. N° 453-2021- SUCAMEC

Tabla de equivalencias referencial a la dinamita 60%

DENOMINACIÓN GENÉRICA	CLASE	N° ONU	EQUIVDIN 60% (directa)	EQUIVDIN 60% (indirecta)	Calor de explosión (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		0.14	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)	1.5D	0332		0.559	3467.42
ANFO PESADO, ANFO PESADO ALUMINIZADO (ANFO:Emulsión: Al = 51:35:15)				0.986	6118.48
BOOSTER O MULTIPLICADOR (ver Pentolita)	1.1D	0042		El valor está en función de la composición de la Pentolita del fabricante	
CARGA HUECA	1.4D 1.4S	0440 0441		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
CICLOTETRAMETILENTETRANITRAMINA, HMX desensibilizado (HMX: parafina = 91:9)	1.1D	0484		0.932	5783.63
CICLOTETRAMETILENTETRANITRAMINA, octógeno, humidificado con menos de 15% de agua (seco).	1.1D	0226		1.014	6288.86

DENOMINACIÓN GENÉRICA	CLASE	N° ONU	EQUIVDIN 60% (directa)	EQUIVDIN 60% (indirecta)	Calor de explosión (kJ/kg)
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	1.4D	0352	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	6203.99
DINITRATO DE ETILENDIAMINA	1.1D	-	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 parafina)	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	5813.3
EMULSIÓN O HIDROGEL A GRANEL SENSIBILIZADA	1.1D	0241		0,451 – 0,520	2800 - 3226
EMULSIÓN O HIDROGEL ENCARTUCHADA				0,424 –0,713	2627,5-4425
EXPLOSIVO PARA VOLADURA DE CONTORNO	1.1D	0241	El valor está en función del tipo y cantidad de explosivo del fabricante		
EXPLOSIVO SÍSMICO	1.1D	0042 0241	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% N2).	1.1D	0146		0.744	4615.61
NITROALMIDÓN CON MENOS DE 20 % DE AGUA, nitroalmidón seco o humidificado con menos del 20%, en masa, de agua (seco, 13,34% N2).	1.1D	0146		0.837	5189.6

DENOMINACIÓN GENÉRICA	CLASE	N° ONU	EQUIVDIN 60% (directa)	EQUIVDIN 60% (indirecta)	Calor de explosión (kJ/kg)
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 N2 seca).	1.1D	0340		0.721	4473.44
NITROCELULOSA CON CONTENIDO DE N > 12,6 %, nitrocelulosa con máximo 18% de plastificante (seca, 14,14% N2).	1.1D	0341		0.721	4473.44
NITROCELULOSA CON CONTENIDO DE N > 12,6 %, nitrocelulosa con min 45% de humedad y N2 mínimo 12.6% (55% de NC 14,14% de N2).	1.3C	0342		0.35	2173.73
NITROGLICERINA, NITRATOS DE GLICEROL O MEZCLAS CON NITROGLICERINA	1.1D	0143		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		0.47	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		0.59	3659.02
NITROPENTA, pentaeritritoltetranitrato, pentrita, desensibilizada con más de 7% de cera (PETN: :CERA=93:7)	1.1D	0411		0.917	5687.22
PENTOLITA, PETN:TNT = 70:30	1.1D	0151		0.893	5539.82
PENTOLITA, PETN:TNT = 60:40	1.1D	0151		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	
PERCLORATO DE AMONIO EXPLOSIVO	1.1D	0402		0.311	1929.99
PICRAMIDA Y SUS DERIVADOS, picrato de amonio, picramida	1.1D	0153		0.66	4097.16
PICRAMIDA Y SUS DERIVADOS, picrato amónico seco o humidificado con menos del 10%, en masa de agua (seco).	1.1D	0004		0.66	4097.16
PÓLVORAS, pólvora negra en granos o en polvo (d = 0,95 g/cm3)	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	1.3C	0161		0.834	5172.67
PÓLVORAS, pólvora sin humo, pólvora de base triple M30				0.657	4075.22

DENOMINACIÓN GENÉRICA	CLASE	N° ONU	EQUIVDIN 60% (directa)	EQUIVDIN 60% (indirecta)	Calor de explosión (kJ/kg)
ROMPEDOR CÓNICO DE ROCAS	1.1 D	0042	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 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
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 información		
CONECTOR PARA CORDÓN DE IGNICIÓN	1.4G	0325	1978 unidad/kg		
CORDÓN DE IGNICIÓN	1.4G	0066 0103	251 m/kg		
CORDÓN DETONANTE, cordón detonante con envoltura metálica (5 g PETN/m)	1.2D 1.1D	0102 0290	196 m/kg		
CORDÓN DETONANTE, cordón detonante con envoltura metálica blanda (15 g PETN/m)			65 m/kg		
CORDÓN DETONANTE, flexible (PETN 5 g/m, HMX 5 g/m, HNS 5 g/m, PYX 5 g/m)	1.1D 1.4D	0065 0289	(196-273m/kg)		
DETONADOR DE MECHA O FULMINANTE COMÚN N° 02			5427 unidad/kg		
DETONADOR DE MECHA O FULMINANTE COMÚN N° 04			2961 unidad/kg		
DETONADOR DE MECHA O FULMINANTE COMÚN N° 06	1.1B	0029	1978 unidad/kg		
DETONADOR DE MECHA O FULMINANTE COMÚN N° 08	1.4B	0267	1416 unidad/kg		
DETONADOR DE MECHA O FULMINANTE COMÚN N° 10	1.4S	0455	1295 unidad/kg		
DETONADOR DE MECHA O FULMINANTE COMÚN N° 12			997 unidad/kg		
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		

DENOMINACIÓN GENÉRICA	CLASE	N° ONU	EQUIVDIN 60% (directa)	EQUIVDIN 60% (indirecta)	Calor de explosión (kJ/kg)
DETONADOR ENSAMBLADO	1.1B	0360			(*)
DETONADOR NO ELECTRICO	1.4B	0361			(**)
DETONADOR O FULMINANTE BALÍSTICO, con fulminato	1.4S 1.1B	0044 0377	Sin información		
CARGA PODER- GENERADOR DE GASES	1.3C	0277	16 unidad/kg		
GOTA ELÉCTRICA	1.4S	0432	44314 unidad/kg		
INICIADOR	1.4S	0454	Sin información		
MECHA DE SEGURIDAD	1.4S	0105	587 m/kg		
TRANSMISOR	1.4B 1.4S	0383 0384	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 de carbono, con exclusión de cualquier otra sustancia añadida.	5.1	1942		0,02	
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 de carbono, con exclusión de cualquier otra sustancia añadida.	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		0,02	
NITRATO DE AMONIO GRADO TÉCNICO, nitrato amónico confinado, 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		0,20	

SALES O FERTILIZANTES DE NITRATO DE AMONIO, abonos a base de nitrato amónico, sin confinar.	5.1	2067		0,02	
SALES O FERTILIZANTES DE NITRATO DE AMONIO, abonos a base de nitrato amónico, confinado	5.1	2067		0,20	
EMULSIÓN O HIDROGEL A GRANEL NO SENSIBILIZADA	5.1	3375	Sin información		
NITRATO DE AMONIO EN SOLUCIÓN	5.1	2426	Sin información		

**“El texto final, datos, expresiones, opiniones y apreciaciones contenidas en este trabajo son de exclusiva responsabilidad del
(los) autor (es)”**