



 **INFOSET**

# SUSTANCIAS QUÍMICAS EN MINERÍA

Este curso proporciona conocimientos esenciales sobre Sustancias Químicas en Minería, enfocándose en la comprensión de los riesgos químicos y su gestión segura dentro de las operaciones mineras, con el objetivo de proteger la salud de los trabajadores y el entorno. Los participantes aprenderán sobre identificación y clasificación de sustancias químicas, propiedades de peligrosidad, Sistema Globalmente Armonizado (SGA), evaluación de riesgos y manejo seguro, promoviendo operaciones mineras más seguras, eficientes y responsables.

## CURSO: SUSTANCIAS QUÍMICAS EN MINERÍA



### CONTENIDO

#### **1. Fundamentos de Sustancias Químicas en Minería**

- 1.1 Sustancias químicas peligrosas en la industria minera
- 1.2 Propiedades de toxicidad, corrosividad e impacto ambiental
- 1.3 Principales riesgos en operaciones mineras
- 1.4 Casos críticos: cianuros, ácidos y reactivos industriales
- 1.5 Accidentes químicos y lecciones aprendidas

#### **2. Marco Normativo – D.S. 005-2026-MINAM**

- 2.1 Ley de Gestión Integral de Sustancias Químicas (Perú)
- 2.2 Decreto Supremo N.º 005-2026-MINAM
- 2.3 Enfoque de gestión basada en riesgos
- 2.4 Responsabilidades de fabricantes, importadores y usuarios
- 2.5 Rol de MINAM, OEFA, SUNAFIL e INDECOPI

#### **3. Sistema Globalmente Armonizado (SGA)**

- 3.1 Introducción al SGA
- 3.2 Clasificación de peligros químicos
- 3.3 Pictogramas de peligro (toxicidad, corrosión, ambiente, etc.)
- 3.4 Etiquetado obligatorio de sustancias químicas
- 3.5 Fichas de Datos de Seguridad (SDS)

#### **4. Gestión Operativa de Sustancias Químicas**

- 4.1 Ciclo de vida de sustancias químicas en minería
- 4.2 Almacenamiento, transporte y manipulación segura
- 4.3 Uso de sustancias críticas en minería (cianuro y reactivos)
- 4.4 Registro Nacional de Sustancias Químicas (RENASQ)
- 4.5 Gestión de residuos peligrosos y control ambiental

#### **5. Control, Fiscalización y Cumplimiento**

- 5.1 Evaluación de riesgos químicos
- 5.2 Obligaciones del empleador y capacitación
- 5.3 Inspecciones y entidades fiscalizadoras
- 5.4 Infracciones y sanciones administrativas
- 5.5 Buenas prácticas internacionales y alineación OCDE

## 1. Fundamentos de Sustancias Químicas en Minería

El uso de sustancias químicas en la industria minera constituye uno de los componentes esenciales de los procesos modernos de extracción y beneficio de minerales. Su aplicación permite transformar un recurso natural en materia prima industrial utilizable, mediante etapas técnicas que incluyen la fragmentación, la lixiviación, la flotación, la separación físico-química y la refinación. Sin la intervención de sustancias químicas, muchos yacimientos minerales no serían económicamente viables o requerirían procesos mecánicos mucho menos eficientes.



En este contexto, las sustancias químicas no deben entenderse únicamente como insumos operativos, sino como agentes activos dentro de un sistema industrial complejo, donde interactúan con variables geológicas, metalúrgicas, ambientales y humanas. Su comportamiento depende de condiciones específicas como temperatura, presión, concentración, pH, tipo de mineral y presencia de otros reactivos, lo que convierte su gestión en una tarea altamente técnica.

Al mismo tiempo, estas sustancias representan uno de los principales focos de riesgo en la minería moderna. La industria trabaja habitualmente con compuestos de alta peligrosidad, incluyendo sustancias tóxicas, corrosivas, oxidantes y potencialmente

reactivas. Entre ellas se encuentran reactivos de lixiviación, ácidos industriales, bases fuertes, solventes orgánicos y compuestos utilizados en procesos de concentración de minerales. El manejo inadecuado de cualquiera de estos elementos puede generar consecuencias graves tanto para la salud humana como para el medio ambiente.

Por esta razón, la gestión de sustancias químicas en minería no puede abordarse de forma aislada ni exclusivamente operativa. Debe integrarse dentro de un sistema de gestión de riesgos que contemple todas las etapas del ciclo de vida del químico: desde su adquisición e ingreso a la operación, pasando por el almacenamiento, transporte interno, manipulación en planta, hasta su disposición final como residuo o efluente. Cada una de estas etapas implica controles específicos que deben ser diseñados en función del nivel de peligrosidad de la sustancia y del tipo de operación minera.

En la práctica industrial, el uso de sustancias químicas está estrechamente vinculado a la eficiencia del proceso metalúrgico. Por ejemplo, en la minería aurífera, los procesos de lixiviación requieren agentes químicos capaces de disolver selectivamente el metal valioso. En la minería de cobre, los procesos hidrometalúrgicos dependen del uso controlado de soluciones ácidas. En la flotación de minerales polimetálicos, se utilizan reactivos específicos que modifican las propiedades superficiales de las partículas para permitir su separación. En todos los casos, la eficiencia del proceso depende directamente de la precisión en la dosificación y control de las sustancias químicas utilizadas.

Sin embargo, esta eficiencia técnica siempre debe equilibrarse con la seguridad operacional. La exposición de los trabajadores a sustancias químicas puede ocurrir por inhalación de vapores, contacto dérmico o ingestión accidental, y puede provocar efectos agudos o crónicos dependiendo del nivel de exposición y de la toxicidad del compuesto. Adicionalmente, las sustancias químicas pueden generar riesgos secundarios como reacciones no controladas, liberación de gases peligrosos o incendios químicos en condiciones inadecuadas de almacenamiento o manipulación.

Desde una perspectiva ambiental, las sustancias químicas en minería representan también un factor crítico de impacto. Los derrames, filtraciones o malas prácticas de disposición pueden afectar suelos, aguas superficiales y subterráneas, así como

ecosistemas cercanos a las operaciones mineras. Este tipo de impactos puede tener efectos de largo plazo, especialmente cuando se trata de sustancias persistentes o altamente tóxicas.

Por todo ello, la industria minera moderna ha evolucionado hacia un enfoque de gestión integral de sustancias químicas basado en la prevención. Este enfoque incluye la identificación sistemática de peligros, la evaluación del riesgo asociado, la implementación de controles de ingeniería, administrativos y de protección personal, así como la capacitación continua del personal involucrado en su manejo. Asimismo, se promueve la trazabilidad de los productos químicos y el uso de sistemas estandarizados de comunicación de peligros para garantizar que la información crítica esté disponible en toda la cadena operativa.

En consecuencia, el estudio de las sustancias químicas en minería constituye una base fundamental para cualquier profesional del sector, ya que permite comprender no solo su función técnica dentro del proceso productivo, sino también su impacto en la seguridad, la salud ocupacional y la sostenibilidad ambiental de la operación minera.

## 1.1 Sustancias químicas peligrosas en la industria minera

Las **sustancias químicas peligrosas en la industria minera** son todos aquellos compuestos o mezclas químicas que, debido a sus **propiedades físico-químicas**, pueden generar efectos adversos sobre la **salud humana**, la **seguridad de las operaciones** o el **medio ambiente** durante su fabricación, almacenamiento, transporte, uso o disposición final. En el contexto minero, estas sustancias forman parte esencial de los procesos metalúrgicos, pero al mismo tiempo representan uno de los principales **factores de riesgo operacional**.

De acuerdo con la clasificación general de materiales peligrosos, estas sustancias pueden liberar o generar **vapores, gases, polvos, aerosoles o soluciones líquidas** con características **tóxicas, corrosivas, inflamables, explosivas o reactivas**. En minería, este tipo de sustancias está presente de manera constante en **plantas de procesamiento**,

**laboratorios metalúrgicos, sistemas de lixiviación, flotación y en el manejo de relaves y residuos industriales.**

### **Principales sustancias químicas peligrosas utilizadas en minería**

En la industria minera moderna se emplea una amplia gama de **sustancias químicas**, muchas de ellas indispensables para la recuperación de **metales valiosos**. Entre las más relevantes se encuentran:

El **cianuro y sus derivados**, utilizados principalmente en la **lixiviación de oro y plata**, constituyen uno de los reactivos más eficientes para la disolución selectiva de **metales preciosos**. Sin embargo, su **alta toxicidad** hace que cualquier liberación al ambiente o exposición directa represente un **riesgo crítico para la salud humana y los ecosistemas**.



Los **ácidos minerales**, como el **ácido sulfúrico, ácido clorhídrico y ácido nítrico**, son ampliamente utilizados en procesos **hidrometalúrgicos, limpieza de minerales y**

**refinación.** Estas sustancias presentan un alto nivel de **corrosividad**, lo que puede provocar **quemaduras severas en tejidos humanos** y daños significativos en equipos industriales si no se manipulan adecuadamente.

Los **reactivos de flotación**, como **colectores, espumantes y modificadores químicos**, se utilizan para separar minerales en función de sus **propiedades superficiales**. Aunque en concentraciones controladas son seguros dentro del proceso industrial, pueden generar **riesgos ambientales** si se liberan sin tratamiento adecuado en **efluentes o relaves**.

También se emplean **solventes orgánicos, combustibles industriales y gases comprimidos**, los cuales pueden presentar riesgos adicionales de **inflamabilidad, explosión o asfixia** en caso de fugas o condiciones de almacenamiento inadecuadas.

### **Clasificación de peligros asociados a las sustancias químicas mineras**

Las sustancias químicas peligrosas en minería se clasifican en función de su comportamiento y efectos potenciales. Esta clasificación es coherente con sistemas internacionales de comunicación de peligros como el **Sistema Globalmente Armonizado (SGA)**.

Las sustancias **tóxicas** son aquellas que pueden causar efectos adversos en la **salud humana** incluso en pequeñas concentraciones, ya sea por **inhalación, ingestión o contacto dérmico**. En minería, estas sustancias pueden provocar **intoxicaciones agudas, daños neurológicos o enfermedades crónicas** dependiendo del tiempo y nivel de exposición.

Las sustancias **corrosivas** tienen la capacidad de destruir **tejidos vivos y materiales estructurales**. En operaciones mineras, estas sustancias pueden afectar tanto a los **trabajadores** como a equipos de **acero, tuberías, tanques de almacenamiento y sistemas de transporte de soluciones químicas**.

Las sustancias **inflamables** pueden encenderse fácilmente en contacto con fuentes de **calor, chispas o condiciones de oxidación**. En entornos mineros, donde existen

---

equipos eléctricos, motores y procesos térmicos, este tipo de sustancias requiere estrictos **controles de seguridad**.

Las sustancias **reactivas** pueden generar reacciones químicas peligrosas al entrar en contacto con **agua, aire u otros compuestos químicos**. Estas reacciones pueden producir **gases tóxicos, calor excesivo o incluso explosiones**.

### **Riesgos principales asociados a su manejo en minería**

El manejo de sustancias químicas peligrosas en minería implica una serie de **riesgos críticos** que deben ser identificados y controlados dentro de un sistema de **gestión de seguridad**.

Uno de los principales riesgos es la **exposición ocupacional** de los trabajadores durante la manipulación directa de reactivos. Esta exposición puede ocurrir por contacto con **soluciones químicas, inhalación de vapores o aerosoles, o por derrames accidentales** en áreas de trabajo.

Otro riesgo importante es la ocurrencia de **incidentes operacionales** como **fugas, derrames o fallas en sistemas de contención**. Estos eventos pueden generar **contaminación inmediata del suelo o del agua**, así como exposición indirecta a comunidades cercanas a la operación minera.

También existen riesgos asociados a **reacciones químicas no controladas**, especialmente cuando se mezclan sustancias **incompatibles** o cuando no se respetan las condiciones operativas de **temperatura, pH o concentración**. Estas reacciones pueden generar **gases tóxicos o situaciones de emergencia industrial**.

En el ámbito ambiental, uno de los riesgos más críticos es la liberación de sustancias químicas en **relaves, efluentes o sistemas de drenaje**. Este tipo de contaminación puede tener efectos de largo plazo sobre **ecosistemas acuáticos y terrestres**, afectando la **biodiversidad y la calidad del agua**.

### **Importancia del control y la gestión de sustancias peligrosas**

---

La gestión de sustancias químicas peligrosas en minería requiere la implementación de sistemas integrales de **control del ciclo de vida del químico**. Esto incluye la **selección adecuada de productos químicos**, el **almacenamiento seguro**, la **manipulación por personal capacitado** y el **tratamiento adecuado de residuos**.

Asimismo, es fundamental la implementación de sistemas de **comunicación de peligros, etiquetado estandarizado y hojas de datos de seguridad (SDS)**, que permitan a los trabajadores identificar claramente los riesgos asociados a cada sustancia.

La industria minera moderna adopta un enfoque preventivo basado en la **evaluación de riesgos**, donde se prioriza la **eliminación o sustitución de sustancias peligrosas**, seguido de **controles de ingeniería, medidas administrativas** y uso de **equipos de protección personal (EPP)**.

En este contexto, la correcta gestión de sustancias químicas peligrosas no solo es un requisito técnico, sino también una **obligación crítica para garantizar la seguridad de las operaciones, la salud de los trabajadores y la protección del medio ambiente**.

## 1.2 Propiedades de toxicidad, corrosividad e impacto ambiental

Las **propiedades de toxicidad, corrosividad e impacto ambiental** representan tres de los criterios más importantes para determinar el nivel de peligro de una sustancia química en la industria minera. Estas propiedades permiten evaluar cómo un agente químico puede afectar a la **salud humana**, a los **materiales industriales** y al **entorno natural**, tanto en condiciones normales de operación como en situaciones accidentales.

En el contexto minero, donde se manejan grandes volúmenes de reactivos químicos en procesos como **lixiviación, flotación, neutralización y tratamiento de efluentes**, la comprensión de estas propiedades es fundamental para diseñar sistemas de control, prevenir accidentes y reducir impactos ambientales. La evaluación de estas características se integra dentro de sistemas internacionales de clasificación de peligros, como el **Sistema Globalmente Armonizado (SGA)**, que establece criterios técnicos para identificar y comunicar riesgos químicos de forma estandarizada.

---

## **Toxicidad: efectos sobre la salud humana**

La **toxicidad** se define como la capacidad de una sustancia química para producir efectos adversos en el organismo humano o en otros seres vivos cuando se produce una exposición por **inhalación, ingestión o contacto dérmico**. En minería, la toxicidad es una de las propiedades más críticas debido a la presencia de sustancias altamente peligrosas como el **cianuro**, metales pesados y diversos reactivos industriales.

La toxicidad puede clasificarse en **aguda y crónica**. La toxicidad aguda se refiere a efectos inmediatos que pueden ocurrir tras una exposición breve a altas concentraciones, pudiendo provocar intoxicaciones severas o incluso la muerte. La toxicidad crónica, en cambio, se desarrolla a lo largo del tiempo debido a exposiciones repetidas a bajas concentraciones, generando enfermedades ocupacionales, daños neurológicos, afectaciones respiratorias o alteraciones en órganos vitales.

En el entorno minero, la exposición a sustancias tóxicas puede ocurrir durante la manipulación de reactivos, la preparación de soluciones químicas, el mantenimiento de equipos o en situaciones de fuga o derrame. La peligrosidad aumenta cuando no se utilizan sistemas de ventilación adecuados o cuando el personal no cuenta con equipos de protección personal apropiados.

Desde el punto de vista técnico, la toxicidad no depende únicamente de la sustancia en sí, sino también de la **concentración**, la **duración de la exposición** y la **vía de ingreso al organismo**. Por esta razón, la gestión del riesgo químico se basa en la reducción de la exposición mediante controles de ingeniería, procedimientos operativos seguros y monitoreo constante de las condiciones de trabajo.

## **Corrosividad: daño a tejidos y materiales**

La **corrosividad** es la capacidad de una sustancia química para destruir o deteriorar irreversiblemente **tejidos vivos o materiales industriales** mediante una reacción química directa. Este tipo de sustancias es ampliamente utilizado en minería, especialmente en procesos hidrometalúrgicos donde se emplean **ácidos fuertes y bases concentradas**.

Las sustancias corrosivas pueden provocar **quemaduras químicas severas en la piel y ojos**, así como daños en las vías respiratorias si se inhalan vapores o aerosoles. Desde el punto de vista industrial, también pueden deteriorar equipos metálicos, tuberías, tanques de almacenamiento y sistemas de transporte de soluciones, generando fallas mecánicas y riesgos operacionales adicionales.

La corrosividad está estrechamente relacionada con parámetros como el **pH extremo** (muy bajo o muy alto) y la capacidad de reacción química con materiales orgánicos o inorgánicos. En minería, este tipo de sustancias requiere sistemas de contención especializados, materiales resistentes a la corrosión y protocolos estrictos de manipulación.

Un aspecto crítico de la corrosividad es que sus efectos suelen ser inmediatos y visibles, lo que permite identificar el daño en el corto plazo. Sin embargo, en muchos casos, los daños internos en tejidos o estructuras pueden progresar incluso después de la exposición inicial, lo que incrementa la gravedad del incidente.

### **Impacto ambiental: efectos sobre ecosistemas**

El **impacto ambiental** de las sustancias químicas se refiere a la alteración que estas pueden generar en los **ecosistemas naturales**, incluyendo el **suelo, el agua y el aire**. En la industria minera, este impacto es especialmente relevante debido al uso intensivo de reactivos químicos y a la generación de efluentes y residuos industriales.

Cuando las sustancias químicas son liberadas al ambiente, ya sea por derrames, filtraciones o disposición inadecuada, pueden contaminar cuerpos de agua superficiales y subterráneos, afectar la calidad del suelo y alterar la composición del aire. Sustancias como metales pesados, ácidos o compuestos tóxicos pueden persistir en el ambiente durante largos periodos, generando efectos acumulativos sobre la biodiversidad.

El impacto ambiental también puede manifestarse a través de procesos indirectos, como la bioacumulación y la biomagnificación, donde los contaminantes ingresan a la cadena alimentaria y aumentan su concentración en organismos de niveles tróficos superiores. Esto puede afectar tanto a especies animales como a comunidades humanas que dependen de recursos naturales cercanos a zonas mineras.

En minería moderna, la gestión del impacto ambiental químico se basa en la prevención mediante el uso de sistemas de contención, tratamiento de efluentes, neutralización química y monitoreo ambiental continuo. Además, se promueve la reducción en el uso de sustancias altamente peligrosas y la sustitución por alternativas menos tóxicas cuando es técnicamente viable.

### **Relación entre toxicidad, corrosividad e impacto ambiental**

Aunque la **toxicidad, corrosividad e impacto ambiental** son propiedades diferentes, en la práctica están estrechamente relacionadas y pueden potenciarse entre sí. Una sustancia puede ser altamente tóxica para los seres vivos y al mismo tiempo generar efectos corrosivos sobre materiales, lo que incrementa el riesgo de liberación accidental al ambiente.

En operaciones mineras, esta interacción exige una evaluación integral del riesgo químico, donde no solo se analiza la sustancia de forma aislada, sino también su comportamiento dentro del proceso industrial y su posible interacción con otras sustancias presentes.

Por esta razón, la gestión moderna de sustancias químicas en minería se basa en una visión sistémica del riesgo, donde se consideran simultáneamente los efectos sobre la salud humana, la infraestructura industrial y el medio ambiente, con el objetivo de garantizar operaciones seguras, eficientes y sostenibles.

## **1.3 Principales riesgos en operaciones mineras**

### **Introducción general a los riesgos en minería**

Las **operaciones mineras** constituyen una de las actividades industriales con mayor nivel de **riesgo operativo, ocupacional y ambiental** debido a la combinación de factores geológicos, mecánicos, químicos y humanos. Estos riesgos no se presentan de forma aislada, sino que interactúan entre sí dentro de un entorno altamente dinámico donde se desarrollan actividades de **perforación, voladura, extracción, procesamiento de minerales y manejo de sustancias peligrosas**.

En la minería moderna, el concepto de riesgo se entiende como la **probabilidad de ocurrencia de un evento peligroso combinado con la severidad de sus consecuencias**. Por ello, la gestión de riesgos no se limita a la respuesta ante accidentes, sino que se basa en la **identificación temprana de peligros, evaluación sistemática y aplicación de controles preventivos**.

### **Riesgos físicos en operaciones mineras**

Los **riesgos físicos** son uno de los grupos más importantes dentro de la actividad minera debido a la naturaleza del entorno de trabajo y al uso intensivo de maquinaria pesada y explosivos.

Entre los principales riesgos físicos se encuentran los **derrumbes de roca**, los **colapsos estructurales en minería subterránea**, las **caídas desde altura**, la **proyección de fragmentos durante perforación o voladura**, así como la exposición a **ruido extremo y vibraciones constantes** generadas por equipos industriales.

También es relevante la exposición a condiciones ambientales extremas, como **altas temperaturas en minas profundas**, **frío extremo en zonas de alta montaña** o **falta de ventilación adecuada**, lo que puede provocar fatiga severa, golpes de calor o problemas respiratorios.

Estos riesgos físicos representan una de las principales causas de accidentes graves en minería, especialmente cuando existen fallas en la supervisión, mantenimiento de equipos o control de estabilidad del terreno.

### **Riesgos químicos en operaciones mineras**

Los **riesgos químicos** están directamente relacionados con el uso de sustancias peligrosas en procesos de extracción y tratamiento de minerales. Estos riesgos incluyen la exposición a **vapores tóxicos, gases industriales, polvos minerales y soluciones químicas altamente reactivas**.

En operaciones mineras es común la presencia de sustancias como **cianuro, ácidos fuertes, reactivos de flotación y gases industriales**, los cuales pueden afectar al organismo humano por **inhalación, contacto dérmico o ingestión accidental**.

La exposición a estos agentes puede generar desde **irritaciones leves hasta intoxicaciones severas o enfermedades crónicas**, dependiendo del nivel de concentración y tiempo de exposición. Además, algunos gases generados en procesos industriales pueden provocar **asfixia o efectos neurológicos graves** en ambientes mal ventilados.

Este tipo de riesgo requiere sistemas estrictos de **ventilación industrial, monitoreo ambiental, almacenamiento seguro y capacitación permanente del personal operativo**.

### **Riesgos mecánicos y operacionales**

Los **riesgos mecánicos** están asociados al uso de maquinaria pesada y equipos industriales utilizados en todas las etapas de la operación minera. Incluyen el contacto con partes móviles de maquinaria, atrapamientos, golpes por objetos en movimiento y fallas en equipos de transporte de materiales.

En minería a cielo abierto y subterránea, el uso de **perforadoras, camiones de gran tonelaje, sistemas de izaje y bandas transportadoras** genera condiciones donde un error operativo o una falla técnica puede derivar en accidentes de alta gravedad.

También se consideran riesgos mecánicos las **explosiones controladas mal ejecutadas**, el manejo inadecuado de explosivos y la manipulación de cargas pesadas sin protocolos de seguridad adecuados.

Estos riesgos se controlan mediante procedimientos de bloqueo y etiquetado, mantenimiento preventivo de equipos y estrictos protocolos de operación segura.

### **Riesgos geotécnicos y de estabilidad del terreno**

Uno de los riesgos más críticos en minería es la **inestabilidad del macizo rocoso**, que puede generar **derrumbes, colapsos de túneles, deslizamientos de taludes o hundimientos del terreno**.

Estos eventos están influenciados por factores como la **estructura geológica, presencia de fallas, fracturamiento de la roca, presencia de agua subterránea y vibraciones inducidas por explosivos o maquinaria pesada**.

La gestión de estos riesgos requiere estudios geotécnicos continuos, monitoreo de estabilidad y diseño adecuado de excavaciones, tanto en minería subterránea como a cielo abierto.

### **Riesgos ambientales y químicos asociados**

Los riesgos ambientales en minería están estrechamente relacionados con el manejo de sustancias químicas y la generación de residuos industriales. Uno de los principales problemas es la **contaminación de agua superficial y subterránea** debido a filtraciones de soluciones químicas o relaves mal gestionados.

También existe el riesgo de **contaminación del suelo** por derrames de sustancias peligrosas, así como la emisión de **polvos y gases contaminantes a la atmósfera**.

Estos impactos pueden tener efectos de largo plazo sobre ecosistemas locales, afectando la **biodiversidad, la calidad del agua y la salud de comunidades cercanas a operaciones mineras**.

### **Riesgos humanos, organizacionales y psicosociales**

Además de los riesgos técnicos, las operaciones mineras presentan riesgos asociados al factor humano y organizacional. Entre ellos se encuentran la **fatiga laboral, estrés, jornadas extensas, condiciones de aislamiento y presión operativa**.

Estos factores pueden influir directamente en la toma de decisiones, aumentando la probabilidad de errores operativos y accidentes. La falta de capacitación o de cultura de seguridad también se considera un riesgo crítico dentro de la operación minera moderna.

## Enfoque integral de gestión de riesgos en minería

La industria minera moderna adopta un enfoque de **gestión integral de riesgos**, donde todos los peligros identificados se analizan de forma sistemática para determinar su nivel de criticidad.

Este enfoque se basa en la aplicación de controles jerárquicos que priorizan la **eliminación del riesgo en la fuente**, seguida por **controles de ingeniería, medidas administrativas** y finalmente el uso de **equipos de protección personal**.

El objetivo final es reducir la probabilidad de incidentes y minimizar las consecuencias en caso de que ocurran, garantizando operaciones mineras seguras, eficientes y sostenibles.

### 1.4 Casos críticos: cianuros, ácidos y reactivos industriales

#### Introducción general a los casos críticos en minería química

En la industria minera, existen determinadas sustancias químicas que se consideran **casos críticos de manejo** debido a su **altísimo nivel de peligrosidad**, su uso extendido en procesos industriales y su potencial de generar **accidentes graves con impacto humano y ambiental significativo**. Entre estas sustancias destacan principalmente el **cianuro**, los **ácidos minerales concentrados** y diversos **reactivos industriales utilizados en procesos metalúrgicos**.

Estas sustancias son indispensables para la eficiencia de los procesos de extracción y beneficio de minerales, pero al mismo tiempo requieren sistemas de control extremadamente estrictos, ya que pequeñas fallas operativas pueden desencadenar eventos de alta severidad. Por esta razón, su gestión se encuentra en el centro de los sistemas modernos de **seguridad química, control de riesgos y protección ambiental en minería**.

#### Cianuros en la industria minera: uso, peligros y comportamiento

El **cianuro** y sus compuestos derivados, especialmente el **cianuro de sodio**, son ampliamente utilizados en la minería aurífera y argentífera debido a su alta eficiencia en la

**lixiviación de metales preciosos.** Este proceso permite disolver selectivamente el oro y la plata desde el mineral, lo que lo convierte en una tecnología clave para la industria.

Sin embargo, el cianuro es considerado una de las sustancias más críticas debido a su **extrema toxicidad**. La exposición a pequeñas cantidades puede generar efectos graves en el organismo humano, ya que interfiere con el transporte de oxígeno a nivel celular, provocando **hipoxia interna y fallo sistémico**. La exposición puede ocurrir por **inhalación de gases, contacto con soluciones líquidas o ingestión accidental**, especialmente en entornos donde no existen controles adecuados.

Desde el punto de vista ambiental, el cianuro representa un riesgo significativo para los ecosistemas acuáticos. Derrames o filtraciones pueden contaminar cuerpos de agua, afectando la **vida acuática, la cadena alimentaria y la calidad del agua utilizada por comunidades cercanas**. En condiciones inadecuadas de manejo, incluso concentraciones bajas pueden generar impactos severos sobre organismos sensibles.

La gestión del cianuro en minería moderna requiere sistemas estrictos de **almacenamiento controlado, monitoreo constante de soluciones, neutralización química de efluentes y planes de respuesta ante emergencias**. Su uso está regulado bajo estándares internacionales debido a su peligrosidad inherente.

### **Ácidos minerales: corrosividad y riesgos operacionales**

Los **ácidos minerales**, especialmente el **ácido sulfúrico, ácido clorhídrico y ácido nítrico**, son ampliamente utilizados en la industria minera en procesos de **lixiviación, refinación, limpieza de equipos y tratamiento de minerales**. Su capacidad de reacción química los convierte en herramientas esenciales para la extracción de metales en procesos hidrometalúrgicos.

El principal riesgo asociado a estos compuestos es su **alta corrosividad**, lo que significa que pueden destruir tejidos vivos y materiales industriales en contacto directo. La exposición puede provocar **quemaduras químicas severas en piel y ojos**, además de daños en el sistema respiratorio en caso de inhalación de vapores.



En el ámbito industrial, los ácidos pueden deteriorar rápidamente estructuras metálicas, tuberías, tanques de almacenamiento y equipos de proceso, generando fallas mecánicas y aumentando el riesgo de fugas o accidentes secundarios. Por esta razón, su manejo requiere el uso de materiales resistentes a la corrosión, sistemas de contención secundaria y procedimientos estrictos de manipulación.

Desde el punto de vista ambiental, los derrames de ácidos pueden provocar **acidificación de suelos y cuerpos de agua**, alterando la composición química del entorno y afectando gravemente la biodiversidad. En combinación con metales presentes en el ambiente, pueden generar drenaje ácido de mina, uno de los problemas ambientales más complejos de la minería.

### **Reactivos industriales en procesos metalúrgicos**

Los **reactivos industriales** utilizados en minería incluyen una amplia gama de sustancias como **colectores, espumantes, depresores, floculantes, solventes orgánicos y agentes oxidantes o reductores**. Estos compuestos son fundamentales en procesos como la **flotación, separación de minerales y tratamiento de relaves**.

Aunque en condiciones normales de operación estos reactivos se utilizan en concentraciones controladas, su peligrosidad aumenta cuando se presentan fallas en la

dosificación, almacenamiento o tratamiento de residuos. Algunos de estos compuestos pueden ser **tóxicos, inflamables o reactivos**, dependiendo de su composición química.

Uno de los principales riesgos asociados a estos reactivos es su liberación al ambiente a través de efluentes industriales o sistemas de relaves mal gestionados. Esto puede generar impactos acumulativos en el suelo y el agua, afectando la calidad ambiental a largo plazo.

Asimismo, ciertos reactivos pueden reaccionar entre sí de manera no controlada si se mezclan incorrectamente, generando **liberación de gases peligrosos, calor excesivo o reacciones químicas inestables**. Por ello, su gestión requiere protocolos estrictos de segregación, almacenamiento y control operativo.

### **Gestión crítica y control de sustancias peligrosas**

El manejo de **cianuros, ácidos y reactivos industriales** exige un enfoque de gestión basado en el principio de prevención y control jerárquico del riesgo. Esto implica priorizar la **eliminación o sustitución de sustancias peligrosas cuando sea posible**, seguido por controles de ingeniería como sistemas cerrados, automatización de procesos y contención secundaria.

A nivel operativo, es fundamental la implementación de procedimientos de trabajo seguro, capacitación constante del personal, monitoreo ambiental continuo y planes de respuesta ante emergencias químicas. Además, la trazabilidad de sustancias y el control de inventarios químicos son elementos esenciales para evitar incidentes.

En conclusión, estos casos críticos representan el núcleo del riesgo químico en minería moderna. Su manejo adecuado define directamente el nivel de seguridad, sostenibilidad y cumplimiento ambiental de una operación minera.

## **1.5 Accidentes químicos y lecciones aprendidas**

Los **accidentes químicos en la industria minera** representan eventos no deseados en los que sustancias peligrosas como **cianuros, ácidos, reactivos industriales o gases**

**tóxicos** son liberados o manipulados de forma incorrecta, generando consecuencias para la **salud humana, la seguridad operativa y el medio ambiente**. Estos incidentes pueden variar desde pequeñas exposiciones controladas hasta eventos de gran magnitud como **derrames masivos, intoxicaciones colectivas o contaminación ambiental de largo plazo**.

En la minería moderna, estos accidentes no son únicamente el resultado de fallas técnicas, sino de una combinación de factores **humanos, organizacionales, operativos y ambientales**. La experiencia internacional demuestra que la mayoría de los eventos críticos no ocurren por una sola causa, sino por una cadena de fallas en los sistemas de gestión de seguridad.

### **Tipos comunes de accidentes químicos en operaciones mineras**

Uno de los accidentes más frecuentes es la **exposición aguda a sustancias tóxicas**, especialmente durante la manipulación de reactivos en plantas de procesamiento. Esta exposición puede ocurrir por inhalación de vapores, contacto con soluciones químicas o liberación accidental de gases peligrosos.

Otro tipo relevante son los **derrames de sustancias químicas**, que pueden producirse durante el transporte interno, el almacenamiento o la transferencia de reactivos. Estos eventos suelen generar contaminación inmediata del suelo y del agua, además de riesgos de inhalación para los trabajadores.

También se presentan **reacciones químicas no controladas**, especialmente cuando se mezclan sustancias incompatibles o cuando no se respetan parámetros operativos como pH, temperatura o concentración. Estas reacciones pueden generar liberación de gases tóxicos, calor excesivo o incluso explosiones químicas.

Finalmente, existen accidentes asociados a **fallas en sistemas de contención y almacenamiento**, como rotura de tanques, corrosión de estructuras o fugas en tuberías, lo que incrementa significativamente el riesgo de liberación de sustancias peligrosas al entorno.



### **Causas principales de los accidentes químicos en minería**

El análisis de incidentes en la industria minera a nivel global muestra que los accidentes químicos suelen estar asociados a causas recurrentes y sistemáticas.

Una de las principales causas es la **falta de control operacional**, especialmente en actividades críticas como la dosificación de reactivos, el manejo de soluciones concentradas o el transporte interno de sustancias peligrosas.

Otra causa frecuente es la **deficiencia en la capacitación del personal**, lo que genera errores en la manipulación de sustancias químicas, desconocimiento de protocolos de seguridad o mala interpretación de fichas de datos de seguridad.

También se identifican fallas en el **mantenimiento de equipos e infraestructura**, donde la corrosión, el desgaste o la falta de inspección pueden provocar fugas o colapsos en sistemas de almacenamiento.

Adicionalmente, factores organizacionales como la **presión por producción, la falta de supervisión efectiva y la ausencia de cultura de seguridad** contribuyen significativamente a la ocurrencia de accidentes.

---

## Consecuencias de los accidentes químicos

Las consecuencias de los accidentes químicos en minería pueden ser **inmediatas o de largo plazo**, dependiendo de la naturaleza del evento y de la sustancia involucrada.

En el ámbito humano, pueden producirse **intoxicaciones agudas, quemaduras químicas, problemas respiratorios severos e incluso fatalidades** en casos de alta exposición a sustancias altamente tóxicas como el cianuro o gases derivados.

En el plano ambiental, los accidentes pueden generar **contaminación de cuerpos de agua, degradación del suelo y afectación de ecosistemas completos**, especialmente cuando se trata de sustancias persistentes o altamente reactivas. Estos impactos pueden extenderse durante años si no se implementan medidas de remediación adecuadas.

Desde el punto de vista operativo y económico, los accidentes químicos generan **paralización de actividades, pérdidas productivas, costos de limpieza y sanciones regulatorias**, además de afectar la reputación de la empresa minera.

## Investigación de accidentes y análisis de causa raíz

Uno de los elementos más importantes en la gestión de seguridad minera es la **investigación sistemática de accidentes químicos**. Este proceso permite identificar no solo la causa inmediata del evento, sino también las **causas raíz estructurales** que lo originaron.

El análisis de incidentes incluye la recopilación de información operativa, entrevistas al personal involucrado, revisión de procedimientos y evaluación de condiciones técnicas del sistema. El objetivo es reconstruir la cadena de eventos que llevó al accidente.

En la industria minera moderna se utilizan metodologías de análisis de causa raíz y sistemas de gestión de incidentes que permiten transformar la información de accidentes en **conocimiento preventivo**. Este enfoque es clave para evitar la repetición de eventos similares.

## Lecciones aprendidas y mejora continua en seguridad química

---

Las **lecciones aprendidas** de accidentes químicos han sido fundamentales para el desarrollo de estándares modernos de seguridad en minería. La industria ha evolucionado hacia un enfoque preventivo basado en la idea de que cada accidente debe convertirse en una fuente de aprendizaje para mejorar el sistema.

Una de las principales lecciones es la importancia de implementar **sistemas de gestión de riesgos químicos integrales**, que abarquen todo el ciclo de vida de las sustancias peligrosas, desde su ingreso hasta su disposición final.

Otra lección clave es la necesidad de fortalecer la **cultura de seguridad**, promoviendo la responsabilidad compartida entre todos los niveles de la organización, desde operadores hasta la alta dirección.

Asimismo, se ha demostrado la importancia de la **automatización y monitoreo en tiempo real**, especialmente en procesos donde se manejan sustancias altamente peligrosas, ya que estos sistemas reducen significativamente la exposición humana directa.

Finalmente, la industria ha adoptado el principio de **mejora continua**, donde cada incidente es analizado, documentado y convertido en una oportunidad para fortalecer procedimientos, tecnologías y competencias del personal.

### **Enfoque moderno de prevención basado en aprendizaje de incidentes**

Actualmente, la gestión de accidentes químicos en minería se basa en un enfoque de **prevención proactiva**, donde el análisis de incidentes pasados permite identificar patrones de riesgo y anticipar fallas potenciales.

Este enfoque incluye la **notificación sistemática de incidentes, investigación estructurada, difusión de lecciones aprendidas y aplicación de medidas correctivas**, con el objetivo de reducir la recurrencia de eventos similares.

De esta manera, los accidentes químicos dejan de ser únicamente eventos negativos y pasan a ser una fuente crítica de información para el fortalecimiento de la seguridad industrial y la sostenibilidad de las operaciones mineras.

## 2. Marco Normativo – D.S. 005-2026-MINAM

El [Decreto Supremo N.° 005-2026-MINAM](#) establece el **Reglamento del Decreto Legislativo N.° 1570**, el cual desarrolla la **Ley de Gestión Integral de Sustancias Químicas en el Perú**. Este marco normativo representa una actualización estructural del sistema de control de sustancias químicas en el país, incorporando un enfoque moderno basado en el **ciclo de vida del químico**, la **gestión de riesgos** y la **responsabilidad compartida entre actores públicos y privados**.

El objetivo principal del reglamento es asegurar la **protección de la salud humana y del medio ambiente**, mediante la implementación de mecanismos obligatorios para la **clasificación, etiquetado, manejo, transporte, almacenamiento y disposición final de sustancias químicas peligrosas**, incluyendo aquellas utilizadas en la industria minera.

De acuerdo con la normativa vigente, el enfoque regulatorio ya no se limita únicamente al control en el punto de uso, sino que abarca todas las etapas de la cadena de valor química, desde la **producción o importación hasta la eliminación como residuo**. Esto implica un sistema más riguroso de trazabilidad, control documental y supervisión por parte de las autoridades competentes.

### Estructura general del reglamento y enfoque de aplicación

El **D.S. 005-2026-MINAM** establece un marco normativo integral que regula la gestión de sustancias químicas bajo un **enfoque de riesgos**, lo que significa que las medidas de control se determinan en función del nivel de peligrosidad y probabilidad de exposición.

El reglamento aplica a todas las **personas naturales y jurídicas**, públicas o privadas, que participen en la **fabricación, importación, almacenamiento, transporte, comercialización o uso de sustancias químicas** dentro del territorio nacional. En el caso del sector minero, esto incluye de forma directa a **operaciones extractivas, plantas de procesamiento, laboratorios metalúrgicos y contratistas especializados**.

La norma establece que la gestión de sustancias químicas debe basarse en cuatro pilares fundamentales: el **registro e inventario de sustancias**, la **clasificación de**

**peligros**, la **evaluación del riesgo** y la **implementación de medidas de control y mitigación**. Este enfoque busca garantizar que toda sustancia química esté identificada, evaluada y controlada durante todo su ciclo de vida.

### **Clasificación de sustancias químicas y Sistema Globalmente Armonizado**

Uno de los componentes centrales del reglamento es la adopción del **Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA)**, el cual establece criterios técnicos para identificar peligros físicos, peligros para la salud y peligros para el medio ambiente.

El reglamento asigna responsabilidades específicas a los actores de la cadena química. El **fabricante** es responsable de la correcta **clasificación del peligro y etiquetado de las sustancias químicas**, mientras que el **importador** debe garantizar que estos requisitos se cumplan antes de la comercialización o uso en el país.

En el caso de los usuarios industriales, como la minería, se exige la correcta interpretación de la información de seguridad, incluyendo el uso de **fichas de datos de seguridad (SDS)**, el etiquetado estandarizado y la implementación de medidas de control en campo.

### **Responsabilidades de los actores involucrados en la gestión química**

El reglamento establece un sistema claro de **responsabilidades compartidas**, donde cada actor dentro de la cadena de suministro químico tiene obligaciones específicas.

Los **fabricantes e importadores** deben garantizar que las sustancias químicas estén correctamente clasificadas, etiquetadas y acompañadas de información técnica actualizada. Además, deben asegurar la trazabilidad de los productos químicos desde su origen hasta su distribución.

Los **usuarios industriales**, como las operaciones mineras, tienen la obligación de implementar sistemas de **gestión interna de sustancias químicas**, que incluyen almacenamiento seguro, control de inventarios, capacitación del personal y gestión de residuos peligrosos.

Asimismo, el reglamento refuerza la función de las entidades del Estado como **autoridades de supervisión, fiscalización y control**, asegurando el cumplimiento de la normativa en todo el territorio nacional.

### **Entidades reguladoras y fiscalización en el sector químico-minero**

El marco normativo asigna roles específicos a las entidades del Estado encargadas de la supervisión ambiental, laboral y productiva.

El **Ministerio del Ambiente (MINAM)** actúa como ente rector en materia de gestión ambiental y sustancias químicas, definiendo políticas, lineamientos técnicos y normas de aplicación nacional.

El **OEFA** cumple funciones de fiscalización ambiental, supervisando el cumplimiento de las obligaciones ambientales derivadas del uso de sustancias químicas en actividades industriales, incluyendo la minería.

La **SUNAFIL** supervisa el cumplimiento de las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, especialmente en lo relacionado con la exposición ocupacional a sustancias químicas peligrosas.

El **INDECOPI** interviene en aspectos relacionados con la normalización, etiquetado y protección del consumidor, asegurando que la información de los productos químicos sea clara, veraz y estandarizada.

### **Gestión del ciclo de vida de las sustancias químicas**

Uno de los aspectos más importantes del **D.S. 005-2026-MINAM** es la adopción del enfoque de **ciclo de vida de las sustancias químicas**, que considera todas las etapas desde la producción o importación hasta su disposición final.

Este enfoque incluye la **adquisición, almacenamiento, transporte, uso en procesos industriales, valorización y eliminación como residuo peligroso**. Cada una de estas etapas debe contar con medidas específicas de control para reducir el riesgo de exposición y contaminación.

En la industria minera, este enfoque es especialmente relevante debido al uso intensivo de sustancias como **cianuros, ácidos minerales, reactivos de flotación y solventes industriales**, los cuales requieren controles estrictos en todas sus fases de manejo.

### **Importancia del enfoque normativo para la minería moderna**

La implementación del **D.S. 005-2026-MINAM** representa un cambio significativo hacia un modelo de gestión más riguroso y preventivo en la industria minera. Este marco normativo obliga a las empresas a fortalecer sus sistemas internos de **gestión de riesgos químicos**, mejorar la trazabilidad de sustancias y garantizar la capacitación continua del personal.

En la práctica, esto implica una mayor integración entre los sistemas de **seguridad industrial, gestión ambiental y cumplimiento legal**, convirtiendo la gestión de sustancias químicas en un componente estratégico de la operación minera.

En consecuencia, el cumplimiento del marco normativo no solo es una obligación legal, sino también un elemento clave para garantizar la **sostenibilidad, seguridad operativa y continuidad de las actividades mineras en el Perú**.

## **2.1 Ley de Gestión Integral de Sustancias Químicas (Perú)**

La **Ley de Gestión Integral de Sustancias Químicas en el Perú**, aprobada mediante el **Decreto Legislativo N.° 1570**, constituye el principal instrumento legal que regula el manejo de sustancias químicas en el país. Esta norma establece un marco moderno orientado a la **protección de la salud humana y del medio ambiente**, mediante la implementación de mecanismos para controlar los riesgos asociados al uso de sustancias químicas a lo largo de todo su ciclo de vida.

A diferencia de enfoques tradicionales, esta ley introduce un modelo integral que no se limita al control en el punto de uso, sino que abarca desde la **producción o importación hasta la disposición final de las sustancias químicas**, incorporando principios de prevención, responsabilidad y trazabilidad.

## **Objeto, finalidad y alcance de la ley**

El objetivo principal de la ley es establecer las **obligaciones, atribuciones y responsabilidades** de todas las entidades públicas y privadas que participan en la gestión de sustancias químicas. Su finalidad es reducir los riesgos que estas sustancias representan para la **salud de las personas y el ambiente**, mediante la adopción de medidas técnicas y regulatorias específicas.

La norma tiene un **carácter obligatorio a nivel nacional**, aplicándose a todas las personas naturales y jurídicas que realicen actividades relacionadas con sustancias químicas, incluyendo su **fabricación, importación, almacenamiento, transporte, comercialización y uso**. Esto incluye de manera directa a la **industria minera**, donde el uso de sustancias químicas es intensivo y crítico para los procesos productivos.

Asimismo, la ley establece ciertas exclusiones específicas, como sustancias naturales no modificadas químicamente o productos terminados de consumo, lo que permite enfocar el control en aquellas sustancias con mayor potencial de riesgo.

## **Concepto de gestión integral de sustancias químicas**

Uno de los aportes más importantes de esta ley es la definición del concepto de **gestión integral de sustancias químicas**, entendido como el conjunto de acciones orientadas a planificar, controlar y supervisar el uso de estas sustancias durante todo su ciclo de vida.

Este enfoque incluye actividades como la **clasificación de peligros, evaluación de riesgos, comunicación de peligros, implementación de medidas de control y gestión de residuos**, con el objetivo de minimizar los impactos negativos asociados a su uso.

En la práctica, esto implica que las empresas, incluidas las operaciones mineras, deben adoptar sistemas organizados que permitan identificar los riesgos desde el inicio y aplicar medidas preventivas antes de que se materialicen en accidentes o impactos ambientales.

## **Clasificación de peligros y comunicación del riesgo**

La ley establece que todas las sustancias químicas deben contar con una **clasificación de peligros**, la cual permite identificar sus características peligrosas en términos de **salud, seguridad y ambiente**. Esta clasificación debe ser comunicada mediante el **etiquetado adecuado y las fichas de datos de seguridad (SDS)**, conforme a estándares internacionales como el Sistema Globalmente Armonizado.



Este sistema de comunicación es fundamental para garantizar que los trabajadores y usuarios tengan acceso a información clara y precisa sobre los riesgos asociados a cada sustancia, permitiendo una manipulación segura y adecuada en el entorno laboral.

### Evaluación de riesgos y enfoque preventivo

La normativa introduce la obligación de realizar una **evaluación de riesgos de las sustancias químicas**, la cual debe considerar aspectos como sus propiedades físicas y químicas, su comportamiento en el ambiente y sus efectos sobre la salud humana .

Este enfoque marca un cambio importante hacia la **prevención**, ya que obliga a las empresas a analizar los riesgos antes de utilizar una sustancia, en lugar de reaccionar únicamente ante incidentes. En el sector minero, esto es especialmente relevante debido al uso de sustancias altamente peligrosas como cianuros y ácidos.

### Obligaciones de los usuarios de sustancias químicas

La ley establece obligaciones específicas para los **usuarios de sustancias químicas**, incluyendo empresas mineras, industriales y comerciales.

Entre las principales obligaciones se encuentran:

- Utilizar sustancias químicas que cuenten con **etiquetado adecuado y fichas de datos de seguridad**
- Cumplir con las **instrucciones de manejo seguro** proporcionadas por fabricantes o importadores
- Implementar medidas de **gestión de riesgos dentro de sus operaciones**
- Incorporar controles en sus **instrumentos de gestión ambiental**

Estas obligaciones buscan asegurar que las sustancias químicas sean utilizadas de forma segura y controlada, reduciendo la probabilidad de accidentes y daños al entorno.

### **Supervisión, fiscalización y cumplimiento**

La ley también establece un sistema de **supervisión y fiscalización**, en el cual diferentes entidades del Estado tienen responsabilidades específicas para asegurar el cumplimiento de la normativa.

Estas entidades supervisan aspectos relacionados con la **seguridad laboral, la protección ambiental y la correcta comunicación de peligros**, aplicando sanciones en caso de incumplimiento.

El sistema de control incluye inspecciones, evaluaciones técnicas y procedimientos administrativos que buscan garantizar que las empresas cumplan con sus obligaciones en la gestión de sustancias químicas.

### **Importancia de la ley para la industria minera**

Para la industria minera, esta ley representa un cambio hacia un modelo más riguroso y estructurado de gestión de sustancias químicas. Su aplicación implica la necesidad de implementar sistemas formales de **control, monitoreo, capacitación y mejora continua**, integrados dentro de la gestión general de la operación.

En este contexto, la Ley de Gestión Integral de Sustancias Químicas no solo actúa como una obligación legal, sino como una herramienta clave para mejorar la **seguridad operativa, la sostenibilidad ambiental y la responsabilidad empresarial** dentro del sector minero.

## 2.2 Decreto Supremo N.° 005-2026-MINAM

El [Decreto Supremo N.° 005-2026-MINAM](#) constituye el instrumento reglamentario que desarrolla y operacionaliza la **Ley de Gestión Integral de Sustancias Químicas (Decreto Legislativo N.° 1570)** en el Perú. Su aprobación marca un avance significativo en la regulación de sustancias químicas, ya que establece un sistema detallado para su **control, manejo seguro y supervisión a nivel nacional**.

Esta norma fue publicada en el año 2026 y tiene como finalidad garantizar la **protección de la salud de las personas y del ambiente**, mediante la implementación de un modelo de gestión basado en el **análisis de riesgos y el control del ciclo de vida de las sustancias químicas**.

A diferencia de la ley, que establece principios generales, el Decreto Supremo define los **procedimientos, obligaciones específicas, estructuras institucionales y mecanismos de cumplimiento**, convirtiéndose en la herramienta práctica para la aplicación de la normativa en sectores como la minería.

### Objeto, finalidad y alcance del reglamento

El reglamento aprobado por el Decreto Supremo tiene como objetivo establecer el **marco técnico y operativo** para la gestión integral de sustancias químicas en el país. Esto incluye la definición de conceptos clave, criterios de clasificación, obligaciones de los actores involucrados y mecanismos de control estatal.

Su ámbito de aplicación es **obligatorio para todas las personas naturales y jurídicas**, públicas o privadas, que participen en actividades relacionadas con sustancias químicas, tales como **fabricación, importación, almacenamiento, transporte, comercialización y uso**.

En el contexto minero, esto implica que todas las operaciones que utilicen sustancias como **cianuro, ácidos o reactivos industriales** deben cumplir con los requisitos establecidos en el reglamento, integrando estos controles dentro de sus sistemas de gestión operativa y ambiental.

### **Estructura del reglamento y contenido técnico**

El **D.S. 005-2026-MINAM** presenta una estructura normativa amplia y detallada, compuesta por múltiples títulos, capítulos y anexos técnicos que regulan distintos aspectos de la gestión química.

El reglamento incluye disposiciones relacionadas con:

- **Definiciones técnicas y criterios de clasificación de sustancias químicas**
- **Codificación de peligros y consejos de prudencia**
- **Listado de sustancias con clasificación anticipada de peligros**
- **Requisitos para registro, control e inventario de sustancias químicas**

Esta estructura permite estandarizar la forma en que las sustancias químicas son identificadas y gestionadas en todo el país, facilitando la supervisión y el cumplimiento normativo.

### **Enfoque de gestión basado en el ciclo de vida y riesgos**

Uno de los elementos más importantes del reglamento es la incorporación del **enfoque de ciclo de vida de las sustancias químicas**, el cual considera todas las etapas desde su **producción o importación hasta su disposición final como residuo**.

Este enfoque está directamente vinculado a un modelo de **gestión basada en riesgos**, que implica:

- **Registro e inventario de sustancias químicas**
- **Priorización según nivel de peligrosidad**
- **Evaluación de riesgos para la salud y el ambiente**
- **Implementación de medidas de control y mitigación**

Este sistema permite que las decisiones de control no sean genéricas, sino adaptadas al nivel real de peligro de cada sustancia, mejorando la eficiencia del sistema regulatorio y reduciendo riesgos en sectores como la minería.

### **Obligaciones específicas establecidas por el reglamento**

El Decreto Supremo define claramente las **obligaciones de los actores involucrados en la cadena de sustancias químicas**, estableciendo responsabilidades diferenciadas.

Los **fabricantes** deben realizar la **clasificación de peligros y etiquetado adecuado** de las sustancias químicas. Los **importadores** tienen la obligación de verificar que estos requisitos se cumplan antes de su ingreso al país.

Por su parte, los **usuarios industriales**, incluyendo las empresas mineras, deben:

- Implementar sistemas de **gestión interna de sustancias químicas**
- Garantizar el **almacenamiento y manipulación segura**
- Mantener registros e inventarios actualizados
- Aplicar medidas de **control de riesgos en sus operaciones**

Estas obligaciones buscan asegurar que el riesgo químico sea controlado en todas las etapas del proceso industrial.

### **Implementación progresiva y entrada en vigencia**

El reglamento establece un **periodo de entrada en vigencia diferido**, permitiendo a las empresas y entidades adaptarse a las nuevas exigencias normativas. Según lo dispuesto, la norma entra en vigor en un plazo aproximado de **seis meses desde su publicación**, con un periodo de adecuación progresiva que puede extenderse en los años siguientes.

Este enfoque gradual facilita la implementación del sistema, especialmente en sectores complejos como la minería, donde la gestión de sustancias químicas implica múltiples procesos operativos.

## Importancia del reglamento para la industria minera

Para la industria minera, el **D.S. 005-2026-MINAM** representa un cambio hacia un modelo más exigente y estructurado de control de sustancias químicas. Su aplicación implica la necesidad de fortalecer los sistemas de **gestión de riesgos, control operacional, trazabilidad y cumplimiento normativo**.

En la práctica, este reglamento obliga a integrar la gestión química dentro de los sistemas de **seguridad, salud ocupacional y gestión ambiental**, convirtiéndola en un componente estratégico de la operación minera.

En consecuencia, el Decreto Supremo no solo actúa como una norma reglamentaria, sino como una herramienta clave para garantizar operaciones **seguras, sostenibles y alineadas con estándares internacionales de gestión química**.

## 2.3 Enfoque de gestión basada en riesgos

### Concepto general del enfoque basado en riesgos

El **enfoque de gestión basada en riesgos** constituye uno de los principios fundamentales de la normativa moderna en materia de sustancias químicas, especialmente en el marco de la **gestión integral establecida en el Perú**. Este enfoque implica que todas las decisiones relacionadas con el manejo de sustancias químicas deben fundamentarse en la **identificación, análisis y control de los riesgos**, en lugar de basarse únicamente en el cumplimiento formal de requisitos.

En términos prácticos, el riesgo se entiende como la combinación entre la **probabilidad de ocurrencia de un evento peligroso** y la **magnitud de sus consecuencias** sobre la salud humana, la seguridad industrial o el medio ambiente. Por lo tanto, la gestión basada en riesgos busca anticipar los posibles escenarios de daño y aplicar medidas preventivas antes de que estos se materialicen.

Este modelo representa un cambio importante respecto a enfoques tradicionales, ya que prioriza la **prevención y el control proactivo**, en lugar de la reacción ante incidentes.

## Aplicación del enfoque en la gestión de sustancias químicas

En el contexto de la gestión de sustancias químicas, el enfoque basado en riesgos implica que cada sustancia debe ser evaluada considerando sus **propiedades peligrosas, condiciones de uso y posibles escenarios de exposición**.

Esto incluye analizar factores como la **toxicidad, corrosividad, inflamabilidad, reactividad**, así como la forma en que la sustancia es almacenada, transportada y utilizada dentro de la operación minera. Asimismo, se evalúan las posibles rutas de exposición, como la **inhalación, el contacto dérmico o la liberación al ambiente**.

A partir de esta evaluación, se determina el nivel de riesgo y se establecen las medidas de control más adecuadas. Estas pueden variar desde cambios en el diseño del proceso hasta la implementación de procedimientos operativos específicos o el uso de equipos de protección personal.

Este enfoque permite optimizar la gestión, concentrando los recursos en aquellas sustancias o procesos que representan un **mayor nivel de peligro**, en lugar de aplicar controles uniformes sin considerar el nivel real de riesgo.

## Identificación de peligros y evaluación de riesgos

El primer paso en la gestión basada en riesgos es la **identificación de peligros**, que consiste en reconocer todas las sustancias químicas presentes en la operación y sus características peligrosas.

Una vez identificados los peligros, se realiza la **evaluación de riesgos**, que implica analizar la probabilidad de que ocurra un evento adverso y la severidad de sus consecuencias. Este proceso puede incluir herramientas como matrices de riesgo, análisis cualitativos o modelos cuantitativos dependiendo del nivel de complejidad de la operación.

En la industria minera, esta evaluación debe considerar no solo las condiciones normales de operación, sino también situaciones anómalas como **derrames, fallas de equipos, errores humanos o eventos naturales** que puedan afectar la seguridad del sistema.

## **Jerarquía de controles en la gestión de riesgos**

Una vez evaluado el riesgo, se aplican medidas de control siguiendo la **jerarquía de controles**, que es un principio ampliamente utilizado en seguridad industrial.

En primer lugar, se busca la **eliminación del peligro**, es decir, evitar el uso de la sustancia peligrosa cuando sea posible. En segundo lugar, se considera la **sustitución por alternativas menos peligrosas**.

Si estas opciones no son viables, se implementan **controles de ingeniería**, como sistemas cerrados, ventilación industrial o automatización de procesos. Posteriormente, se aplican **controles administrativos**, incluyendo procedimientos de trabajo seguro, capacitación del personal y supervisión operativa.

Finalmente, como última línea de defensa, se utilizan **equipos de protección personal**, los cuales reducen la exposición directa del trabajador pero no eliminan el peligro en la fuente.

## **Monitoreo, control y mejora continua**

El enfoque basado en riesgos no es un proceso estático, sino dinámico. Requiere un sistema continuo de **monitoreo, evaluación y mejora**, donde se revisan periódicamente las condiciones de operación y la efectividad de los controles implementados.

Esto incluye el monitoreo de **parámetros ambientales, condiciones de exposición ocupacional, cumplimiento de procedimientos y desempeño de equipos de seguridad**. La información obtenida permite ajustar los controles y mejorar el sistema de gestión de riesgos.

Además, la ocurrencia de incidentes o casi accidentes debe ser analizada como parte del proceso de mejora continua, permitiendo identificar fallas en el sistema y prevenir su repetición.

## **Importancia del enfoque basado en riesgos en la minería moderna**

En la industria minera, el enfoque de gestión basada en riesgos es especialmente relevante debido al uso intensivo de **sustancias químicas peligrosas**, la complejidad de los procesos y las condiciones operativas variables.

La aplicación de este enfoque permite reducir significativamente la probabilidad de **accidentes químicos, exposiciones ocupacionales y daños ambientales**, mejorando al mismo tiempo la eficiencia operativa.

Asimismo, este modelo está alineado con estándares internacionales de seguridad y gestión ambiental, lo que facilita el cumplimiento normativo y mejora la reputación de las empresas mineras.

En consecuencia, la gestión basada en riesgos no solo es un requisito normativo, sino una herramienta estratégica para garantizar operaciones **seguras, sostenibles y responsables** en el sector minero.

## **2.4 Responsabilidades de fabricantes, importadores y usuarios**

La gestión adecuada de sustancias químicas en el Perú se basa en el principio de **responsabilidad compartida a lo largo de toda la cadena de suministro**, desde la producción o importación hasta el uso final en actividades industriales como la minería. Este enfoque establece que cada actor involucrado tiene obligaciones específicas orientadas a garantizar la **seguridad, trazabilidad y control del riesgo químico**.

En el marco de la **Ley de Gestión Integral de Sustancias Químicas** y su reglamento, se reconoce que los riesgos asociados a estas sustancias no pueden ser controlados por un solo actor, sino que requieren una coordinación efectiva entre **fabricantes, importadores y usuarios**, cada uno cumpliendo funciones claramente definidas.

### **Responsabilidades de los fabricantes de sustancias químicas**

Los **fabricantes** constituyen el primer eslabón en la cadena de gestión de sustancias químicas, por lo que tienen una responsabilidad fundamental en la **identificación y comunicación de los peligros asociados a sus productos**.

Entre sus principales obligaciones se encuentra la **clasificación de las sustancias químicas** de acuerdo con sus propiedades peligrosas, considerando aspectos como toxicidad, corrosividad, inflamabilidad y efectos ambientales. Esta clasificación debe realizarse siguiendo criterios técnicos reconocidos internacionalmente.

Asimismo, los fabricantes deben garantizar el **etiquetado adecuado de los productos químicos**, incorporando información clara, visible y comprensible sobre los riesgos, medidas de precaución y recomendaciones de manejo seguro.

Otra obligación clave es la elaboración y actualización de las **Fichas de Datos de Seguridad (SDS)**, las cuales deben contener información detallada sobre la composición del producto, riesgos asociados, medidas de primeros auxilios, procedimientos de almacenamiento y respuesta ante emergencias.

Además, los fabricantes deben asegurar la **calidad y consistencia del producto químico**, evitando variaciones que puedan alterar su comportamiento o nivel de riesgo.

### **Responsabilidades de los importadores de sustancias químicas**

Los **importadores** desempeñan un rol crítico al introducir sustancias químicas al territorio nacional, por lo que deben garantizar que los productos cumplan con todos los requisitos establecidos por la normativa vigente.

Una de sus principales responsabilidades es verificar que las sustancias químicas importadas cuenten con una **clasificación de peligros correcta**, así como con el **etiquetado y la documentación técnica correspondiente**, incluyendo las fichas de datos de seguridad en idioma adecuado.

Asimismo, los importadores deben asegurar que la información proporcionada por el fabricante sea **completa, actualizada y accesible** para los usuarios finales. En caso de que

---

los productos no cumplan con los requisitos normativos, el importador es responsable de realizar las adecuaciones necesarias antes de su comercialización o distribución.

También deben mantener registros de las sustancias químicas importadas, facilitando la **trazabilidad y el control por parte de las autoridades competentes**.

### **Responsabilidades de los usuarios de sustancias químicas en minería**

Los **usuarios**, especialmente en el sector minero, representan el último eslabón de la cadena, pero al mismo tiempo uno de los más críticos, ya que es en esta etapa donde las sustancias químicas son manipuladas directamente dentro de los procesos productivos.

Las empresas mineras tienen la obligación de implementar sistemas de **gestión interna de sustancias químicas**, que incluyan el control de inventarios, almacenamiento seguro, manipulación adecuada y disposición final de residuos peligrosos.

Asimismo, deben garantizar que todas las sustancias utilizadas cuenten con su respectiva **etiquetado y fichas de datos de seguridad**, y que esta información sea conocida y comprendida por el personal que las manipula.

Otro aspecto fundamental es la **capacitación del personal**, asegurando que los trabajadores conozcan los riesgos asociados a cada sustancia, los procedimientos de trabajo seguro y las acciones a seguir en caso de emergencia.

Los usuarios también deben aplicar medidas de **control de riesgos**, incluyendo controles de ingeniería, procedimientos operativos y uso de equipos de protección personal, de acuerdo con el nivel de peligrosidad de las sustancias utilizadas.

### **Trazabilidad y control en la cadena de suministro químico**

Un elemento clave dentro de la responsabilidad compartida es la **trazabilidad de las sustancias químicas**, que permite conocer su origen, características, recorrido y uso final dentro del sistema productivo.

---

La trazabilidad facilita la identificación de riesgos, la gestión de incidentes y el cumplimiento de las obligaciones regulatorias. Para ello, es necesario mantener registros actualizados, sistemas de control de inventarios y documentación técnica accesible.

Este enfoque también permite a las autoridades realizar un seguimiento efectivo de las sustancias químicas, asegurando que se cumplan las condiciones de seguridad en cada etapa de la cadena.

---

### **Importancia del cumplimiento de responsabilidades**

El cumplimiento de las responsabilidades por parte de fabricantes, importadores y usuarios es fundamental para garantizar un sistema eficaz de **gestión de sustancias químicas**.

Cuando uno de los actores falla en sus obligaciones, se genera una debilidad en el sistema que puede derivar en **accidentes químicos, exposición a riesgos no controlados o impactos ambientales significativos**.

En la industria minera, donde se manejan grandes volúmenes de sustancias peligrosas, la correcta distribución de responsabilidades permite reducir significativamente la probabilidad de incidentes y mejorar la seguridad operativa.

### **Enfoque integrado de responsabilidad en minería**

En la práctica, la gestión de sustancias químicas en minería requiere un enfoque integrado, donde la información fluye de manera continua entre fabricantes, importadores y usuarios.

Este enfoque permite que los riesgos sean identificados desde el origen y controlados de manera progresiva a lo largo de toda la cadena, asegurando que las operaciones se desarrollen bajo condiciones seguras y conforme a la normativa vigente.

En consecuencia, la responsabilidad compartida no solo es un principio legal, sino una herramienta clave para garantizar la **seguridad, sostenibilidad y cumplimiento normativo en la industria minera**.

## **2.5 Rol de MINAM, OEFA, SUNAFIL e INDECOPI**

### **Introducción al rol de las entidades del Estado en la gestión de sustancias químicas**

La gestión de sustancias químicas en el Perú se sustenta en un sistema institucional donde diversas entidades del Estado cumplen funciones complementarias de **regulación, supervisión, fiscalización y control**. En el marco de la **Ley de Gestión Integral de Sustancias Químicas** y su reglamento, estas instituciones tienen el objetivo de garantizar la **protección de la salud humana, la seguridad en el trabajo y la preservación del medio ambiente**.

Dentro de este sistema destacan cuatro entidades clave: el **Ministerio del Ambiente (MINAM)**, el **Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)**, la **Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (SUNAFIL)** y el **Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI)**. Cada una cumple funciones específicas que, en conjunto, permiten un control integral del riesgo químico en sectores como la minería.

### **Rol del Ministerio del Ambiente (MINAM)**

El **Ministerio del Ambiente (MINAM)** es la entidad rectora en materia ambiental en el Perú y cumple un rol central en la **formulación de políticas, normas y lineamientos técnicos relacionados con la gestión de sustancias químicas**.

Entre sus principales funciones se encuentra el diseño del **marco normativo nacional**, incluyendo la elaboración de leyes, reglamentos y estándares que regulan el uso de sustancias químicas peligrosas. Asimismo, el MINAM establece los criterios para la **gestión ambiental de estas sustancias**, promoviendo un enfoque basado en la prevención y el control de riesgos.

El MINAM también coordina con otras entidades del Estado para asegurar la implementación efectiva de la normativa, y promueve el cumplimiento de compromisos internacionales relacionados con la gestión de sustancias químicas y residuos peligrosos.

En el sector minero, su rol es fundamental para definir las reglas que regulan el manejo de sustancias como **cianuros, ácidos y reactivos industriales**, garantizando que su uso se realice bajo estándares ambientales adecuados.

### **Rol del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)**

El **OEFA** es la entidad encargada de la **fiscalización ambiental** en el Perú, y tiene la responsabilidad de verificar que las empresas cumplan con las obligaciones ambientales relacionadas con el uso de sustancias químicas.

Su función principal es supervisar que las actividades industriales, incluyendo la minería, se desarrollen conforme a los **instrumentos de gestión ambiental aprobados**, los cuales incluyen medidas de control para el manejo de sustancias peligrosas.

El OEFA realiza **inspecciones, monitoreos ambientales, evaluaciones técnicas y procedimientos sancionadores** en caso de incumplimiento. En el contexto de sustancias químicas, esto implica verificar el adecuado almacenamiento, uso, tratamiento de efluentes y disposición de residuos peligrosos.

Además, el OEFA puede imponer **sanciones administrativas** cuando se detectan infracciones, lo que convierte a esta entidad en un actor clave para asegurar el cumplimiento efectivo de la normativa ambiental en la industria minera.

### **Rol de la Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (SUNAFIL)**

La **SUNAFIL** es la entidad encargada de supervisar el cumplimiento de las normas de **seguridad y salud en el trabajo**, incluyendo aquellas relacionadas con la exposición a sustancias químicas peligrosas.

En el contexto minero, SUNAFIL verifica que las empresas implementen medidas adecuadas para proteger a los trabajadores frente a riesgos químicos, tales como el uso de

---

**equipos de protección personal, sistemas de ventilación, señalización de peligros y capacitación continua.**

Asimismo, esta entidad realiza **inspecciones laborales** para evaluar condiciones de trabajo, cumplimiento de procedimientos de seguridad y correcta gestión de riesgos ocupacionales. En caso de incumplimiento, puede aplicar **sanciones administrativas y requerir la adopción de medidas correctivas.**

El rol de SUNAFIL es fundamental para reducir la exposición ocupacional a sustancias peligrosas y prevenir enfermedades profesionales derivadas del contacto con agentes químicos.

### **Rol del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI)**

El **INDECOPI** cumple funciones relacionadas con la **normalización, protección del consumidor y control de la información de productos químicos** en el mercado.

En el ámbito de sustancias químicas, su rol está vinculado principalmente a la verificación del **etiquetado adecuado, la información al usuario y el cumplimiento de normas técnicas aplicables.** Esto incluye asegurar que los productos químicos comercializados en el país contengan información clara, veraz y estandarizada sobre sus riesgos.

Asimismo, INDECOPI participa en procesos de **normalización técnica**, promoviendo la adopción de estándares que faciliten la correcta clasificación y comunicación de peligros químicos.

Su intervención es clave para garantizar que los usuarios, incluyendo las empresas mineras, dispongan de información confiable que permita un manejo seguro de las sustancias químicas.

### **Coordinación interinstitucional en la gestión de sustancias químicas**

---

Un aspecto fundamental del sistema peruano es la **coordinación entre las distintas entidades del Estado**, lo que permite abordar la gestión de sustancias químicas desde una perspectiva integral.

El MINAM establece el marco normativo y las políticas generales, el OEFA supervisa el cumplimiento ambiental, SUNAFIL controla las condiciones de seguridad laboral e INDECOPI garantiza la correcta información y estandarización de productos.

Esta articulación institucional permite cubrir todos los aspectos del riesgo químico, desde su origen hasta su impacto en la salud, el ambiente y el mercado.

### **Importancia del sistema institucional para la minería**

En la industria minera, la presencia de estas entidades es fundamental para garantizar que el manejo de sustancias químicas se realice de manera **segura, controlada y conforme a la normativa vigente**.

El cumplimiento de las disposiciones establecidas por estas instituciones no solo evita sanciones, sino que contribuye a mejorar la **gestión operativa, la seguridad de los trabajadores y la sostenibilidad ambiental** de las operaciones mineras.

En consecuencia, el conocimiento del rol de MINAM, OEFA, SUNAFIL e INDECOPI es esencial para comprender cómo funciona el sistema de control del riesgo químico en el Perú y cómo se asegura el cumplimiento de las normas en el sector minero.

### 3. Sistema Globalmente Armonizado (SGA)

#### Introducción al Sistema Globalmente Armonizado

El **Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA)** es un estándar internacional desarrollado con el objetivo de unificar los criterios para la **identificación, clasificación y comunicación de peligros químicos** a nivel mundial. Su implementación permite que la información sobre riesgos químicos sea **clara, consistente y comprensible**, independientemente del país o sector industrial en el que se utilicen las sustancias.



El SGA surge como respuesta a la necesidad de reducir los riesgos asociados al uso de sustancias químicas, especialmente en contextos donde la falta de información o la diversidad de sistemas de clasificación generaban **confusión, errores operativos y accidentes**. En la actualidad, este sistema es adoptado por múltiples países, incluido el Perú, como parte de su marco normativo en la gestión de sustancias químicas.

En el sector minero, donde se manejan sustancias de alta peligrosidad, la aplicación del SGA es fundamental para garantizar la **seguridad de los trabajadores, la correcta manipulación de los productos químicos y la prevención de incidentes**.

#### Objetivos y principios del SGA

El principal objetivo del SGA es establecer un sistema estandarizado que permita identificar los peligros de las sustancias químicas y comunicar esta información de manera efectiva a todos los usuarios.

Entre sus principios fundamentales se encuentra la **clasificación basada en evidencia científica**, lo que significa que las sustancias son evaluadas según sus propiedades físicas, efectos sobre la salud y su impacto ambiental. Esta clasificación no depende del uso específico del producto, sino de sus características intrínsecas.

Otro principio clave es la **comunicación clara del peligro**, lo que implica el uso de herramientas visuales y textuales estandarizadas, como etiquetas, pictogramas y fichas de datos de seguridad, que facilitan la comprensión de los riesgos incluso en contextos de alta presión operativa.

Asimismo, el SGA promueve la **armonización internacional**, permitiendo que una sustancia tenga la misma clasificación y señalización en diferentes países, lo que facilita el comercio, la regulación y la gestión de riesgos.

### **Clasificación de peligros según el SGA**

El SGA establece una clasificación de peligros dividida en tres grandes categorías: **peligros físicos, peligros para la salud y peligros para el medio ambiente.**

Los peligros físicos incluyen características como **inflamabilidad, explosividad, reactividad química y capacidad oxidante**, las cuales pueden generar incendios, explosiones o reacciones peligrosas en condiciones específicas.

Los peligros para la salud se refieren a los efectos que una sustancia puede tener sobre el organismo humano, incluyendo **toxicidad aguda, irritación, corrosión, sensibilización, efectos cancerígenos o daños a órganos específicos.**

Los peligros ambientales están relacionados con la capacidad de una sustancia para afectar **ecosistemas acuáticos o terrestres**, especialmente cuando se libera al ambiente sin control.

Esta clasificación permite identificar de manera precisa los riesgos asociados a cada sustancia, facilitando la implementación de medidas de control adecuadas en operaciones mineras.

### **Etiquetado y comunicación de peligros**

Uno de los elementos más visibles del SGA es el sistema de **etiquetado estandarizado**, que permite comunicar de forma rápida y efectiva los peligros de una sustancia química.

Las etiquetas incluyen información clave como la **identificación del producto, palabras de advertencia, indicaciones de peligro y consejos de prudencia**, así como pictogramas que representan visualmente los riesgos asociados.

Este sistema de etiquetado es esencial en entornos industriales como la minería, donde los trabajadores deben tomar decisiones rápidas y seguras durante la manipulación de sustancias químicas.

Además, el etiquetado estandarizado reduce el riesgo de errores operativos, ya que proporciona información clara incluso cuando existen barreras de idioma o diferencias en la formación del personal.

### **Fichas de Datos de Seguridad (SDS)**

Las **Fichas de Datos de Seguridad (SDS)** son un componente fundamental del SGA, ya que contienen información detallada sobre las características de una sustancia química y las medidas necesarias para su manejo seguro.

Estas fichas incluyen datos sobre la **composición del producto, riesgos para la salud, medidas de primeros auxilios, procedimientos en caso de incendio, manejo de derrames, almacenamiento, transporte y disposición final**.

En la industria minera, las SDS son una herramienta clave para la capacitación del personal y la gestión de riesgos, ya que permiten comprender en profundidad el comportamiento de las sustancias químicas utilizadas en los procesos.

El acceso y comprensión de estas fichas es obligatorio para garantizar que los trabajadores puedan actuar correctamente en situaciones normales y de emergencia.

### **Importancia del SGA en la minería moderna**

La implementación del SGA en la industria minera es fundamental para mejorar la **seguridad operativa, la gestión de riesgos químicos y el cumplimiento normativo**.

Este sistema permite estandarizar la forma en que se identifican y comunican los peligros, facilitando la capacitación del personal, la supervisión de operaciones y la coordinación entre diferentes actores dentro de la cadena productiva.

Además, el SGA contribuye a reducir la probabilidad de accidentes químicos, ya que proporciona información clara y accesible sobre los riesgos, permitiendo tomar decisiones informadas en cada etapa del proceso.

En un entorno como la minería, donde se manejan sustancias altamente peligrosas, la correcta aplicación del Sistema Globalmente Armonizado se convierte en una herramienta esencial para garantizar operaciones **seguras, eficientes y sostenibles**.

## **3.1 Introducción al SGA**

### **Concepto general del Sistema Globalmente Armonizado**

El **Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA)** es un estándar internacional diseñado para establecer criterios uniformes en la **identificación de peligros químicos y su comunicación a los usuarios**. Su finalidad es garantizar que cualquier persona que manipule sustancias químicas, independientemente del país o sector, tenga acceso a información **clara, coherente y comprensible sobre los riesgos asociados**.

Este sistema se basa en principios científicos que permiten clasificar las sustancias químicas según sus propiedades intrínsecas, tales como su **toxicidad, inflamabilidad, corrosividad, reactividad y efectos sobre el medio ambiente**. A partir de esta

---

clasificación, se genera un conjunto de herramientas de comunicación que facilitan la comprensión del peligro, reduciendo la probabilidad de errores y accidentes.

### **Origen y desarrollo del SGA**

El SGA fue desarrollado a nivel internacional con el objetivo de **armonizar los múltiples sistemas de clasificación y etiquetado existentes**, los cuales anteriormente variaban significativamente entre países. Esta diversidad generaba problemas en la interpretación de riesgos, especialmente en el comercio internacional y en la gestión de seguridad industrial.

La creación del SGA respondió a la necesidad de contar con un sistema unificado que permitiera **estandarizar la comunicación del peligro químico**, facilitando la protección de los trabajadores, el transporte seguro de sustancias y la gestión ambiental adecuada.

Con el tiempo, este sistema ha sido adoptado por numerosos países, incluyendo el Perú, integrándose dentro de su marco normativo para la gestión de sustancias químicas, especialmente en sectores de alto riesgo como la minería.

### **Importancia del SGA en la seguridad industrial**

El SGA cumple un rol fundamental en la **prevención de accidentes químicos**, ya que proporciona información clara y estandarizada sobre los peligros asociados a cada sustancia.

En entornos industriales complejos, como las operaciones mineras, donde se manejan múltiples sustancias químicas de manera simultánea, la correcta identificación de riesgos es esencial para evitar **exposiciones peligrosas, reacciones químicas no controladas y errores operativos**.

El uso del SGA permite que los trabajadores reconozcan rápidamente los peligros mediante elementos visuales y textuales, facilitando la toma de decisiones seguras durante la manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias químicas.

### **Componentes básicos del SGA**

El Sistema Globalmente Armonizado se estructura en tres componentes principales que trabajan de manera integrada.

El primero es la **clasificación de peligros**, que permite identificar las características peligrosas de una sustancia en función de sus propiedades físicas, efectos sobre la salud y su impacto ambiental.

El segundo componente es el **etiquetado**, que traduce la información técnica en elementos visuales y mensajes claros, como palabras de advertencia, indicaciones de peligro y consejos de prudencia.

El tercer componente corresponde a las **Fichas de Datos de Seguridad (SDS)**, que proporcionan información detallada sobre la sustancia, incluyendo medidas de manejo seguro, respuesta ante emergencias y control de riesgos.

Estos tres elementos permiten una comunicación integral del peligro, desde una señal visual rápida hasta información técnica completa para su gestión.

### **Aplicación del SGA en el contexto minero**

En la industria minera, la implementación del SGA es especialmente relevante debido al uso intensivo de sustancias químicas en procesos como la **lixiviación, flotación y tratamiento de minerales**.

El SGA permite que los trabajadores identifiquen rápidamente los riesgos asociados a sustancias como **cianuros, ácidos y reactivos industriales**, facilitando su manipulación segura y reduciendo la probabilidad de incidentes.

Además, el sistema contribuye a mejorar la **capacitación del personal**, ya que proporciona un lenguaje común para la comprensión de los peligros químicos, independientemente del nivel de experiencia o formación técnica.

### **Relación del SGA con la normativa peruana**

En el Perú, el SGA ha sido incorporado dentro del marco normativo de la **gestión integral de sustancias químicas**, siendo un requisito obligatorio para la clasificación, etiquetado y comunicación de peligros.

Esto implica que las empresas, incluyendo las del sector minero, deben adaptar sus sistemas de gestión para cumplir con los criterios del SGA, asegurando que todas las sustancias químicas utilizadas estén correctamente clasificadas y etiquetadas.

Asimismo, el uso de fichas de datos de seguridad bajo el formato del SGA es obligatorio, lo que garantiza que la información técnica esté disponible y sea consistente con estándares internacionales.

### **Importancia estratégica del SGA**

El SGA no solo es una herramienta técnica, sino también un elemento estratégico para la gestión moderna de sustancias químicas. Su correcta implementación permite mejorar la **seguridad laboral, el cumplimiento normativo y la eficiencia operativa**.

En el contexto minero, donde los riesgos químicos pueden tener consecuencias graves, el SGA se convierte en un pilar fundamental para garantizar operaciones seguras y sostenibles.

En consecuencia, comprender el funcionamiento y la importancia del Sistema Globalmente Armonizado es esencial para cualquier profesional que participe en la gestión de sustancias químicas en la industria minera.

## **3.2 Clasificación de peligros químicos**

### **Concepto general de la clasificación de peligros**

La **clasificación de peligros químicos** es un proceso técnico mediante el cual se identifican y categorizan las **propiedades peligrosas de una sustancia o mezcla**, con el objetivo de determinar los riesgos que representa para la **salud humana, la seguridad industrial y el medio ambiente**. Este proceso constituye la base del **Sistema Globalmente**

**Armonizado (SGA)**, ya que permite transformar información científica en criterios claros para la gestión del riesgo.

La clasificación no depende del uso específico de la sustancia, sino de sus **características intrínsecas**, como su composición química, comportamiento físico y efectos biológicos. Esto significa que una sustancia siempre tendrá la misma clasificación de peligro, independientemente del contexto en el que se utilice.

En la industria minera, esta clasificación es esencial para comprender los riesgos asociados a sustancias como **reactivos de flotación, cianuros, ácidos y solventes**, permitiendo establecer medidas de control adecuadas en cada etapa del proceso.

### **Tipos de peligros químicos según el SGA**

El SGA organiza la clasificación de peligros en tres grandes categorías: **peligros físicos, peligros para la salud y peligros para el medio ambiente**. Esta estructura permite abordar de manera integral los diferentes tipos de riesgos que pueden presentar las sustancias químicas.

Los **peligros físicos** están relacionados con la capacidad de una sustancia para generar eventos como **incendios, explosiones o reacciones peligrosas**. Dentro de esta categoría se incluyen sustancias inflamables, explosivas, comburentes, gases comprimidos y materiales reactivos.

Los **peligros para la salud** hacen referencia a los efectos que una sustancia puede causar en el organismo humano. Estos incluyen **toxicidad aguda, corrosión cutánea, irritación, sensibilización respiratoria o dérmica, efectos cancerígenos, mutagénicos y tóxicos para la reproducción**, así como daños a órganos específicos por exposición repetida.

Los **peligros para el medio ambiente** se centran principalmente en el impacto de las sustancias sobre los ecosistemas, especialmente los acuáticos. Incluyen la **toxicidad para organismos acuáticos, efectos a corto y largo plazo, y persistencia en el ambiente**.

### **Categorías y niveles de peligrosidad**

Dentro de cada tipo de peligro, el SGA establece **categorías de clasificación**, las cuales permiten diferenciar el nivel de peligrosidad de una sustancia. Estas categorías suelen numerarse, donde una categoría más baja representa un **mayor nivel de peligro**.

Por ejemplo, en el caso de la toxicidad aguda, una sustancia clasificada en una categoría más severa representa un mayor riesgo de daño inmediato para la salud humana. De manera similar, en los peligros físicos, una sustancia altamente inflamable presenta un mayor riesgo que una de inflamabilidad moderada.

Esta diferenciación es clave para priorizar la gestión de riesgos, permitiendo que las empresas concentren sus esfuerzos en las sustancias más peligrosas y adopten medidas de control más estrictas cuando sea necesario.

### **Criterios técnicos para la clasificación**

La clasificación de peligros químicos se basa en **criterios técnicos y datos científicos**, los cuales pueden provenir de estudios experimentales, literatura especializada o bases de datos reconocidas.

Estos criterios consideran parámetros como la **dosis letal, concentración de exposición, punto de inflamación, reactividad química y efectos sobre organismos vivos**. A partir de esta información, se determina la categoría de peligro correspondiente.

En el caso de mezclas químicas, la clasificación puede ser más compleja, ya que se deben evaluar las interacciones entre los diferentes componentes y su efecto combinado. Esto requiere metodologías específicas que permitan estimar el riesgo global de la mezcla.

### **Importancia de la clasificación en la gestión de riesgos**

La correcta clasificación de peligros es fundamental para la **gestión eficaz del riesgo químico**, ya que permite identificar qué sustancias representan un mayor peligro y qué medidas deben aplicarse para su control.

En la industria minera, esta información es utilizada para definir condiciones de **almacenamiento, transporte, manipulación y disposición final**, así como para establecer protocolos de seguridad y planes de emergencia.

Además, la clasificación de peligros es la base para la **elaboración de etiquetas y fichas de datos de seguridad**, que son herramientas esenciales para la comunicación del riesgo en el entorno laboral.

### **Relación con la seguridad operativa en minería**

En el contexto minero, la clasificación de peligros químicos permite anticipar posibles escenarios de riesgo, como **reacciones químicas no controladas, liberación de gases tóxicos o contaminación ambiental**.

Por ejemplo, el conocimiento de la reactividad de una sustancia puede evitar su mezcla con compuestos incompatibles, mientras que la identificación de su toxicidad permite implementar medidas de protección para los trabajadores.

Asimismo, la clasificación facilita la toma de decisiones en situaciones de emergencia, ya que proporciona información clara sobre los peligros asociados y las acciones necesarias para controlar el evento.

### **Importancia estratégica de la clasificación química**

La clasificación de peligros químicos no solo cumple una función técnica, sino que también tiene un impacto estratégico en la gestión de operaciones industriales. Su correcta aplicación permite mejorar la **seguridad, eficiencia y cumplimiento normativo** en el manejo de sustancias químicas.

En un entorno como la minería, donde los riesgos pueden ser elevados, la clasificación adecuada de sustancias es un elemento clave para garantizar operaciones **seguras, sostenibles y alineadas con estándares internacionales**.

En consecuencia, comprender y aplicar correctamente los criterios de clasificación de peligros químicos es una competencia esencial para todos los profesionales involucrados en la gestión de sustancias químicas en la industria minera.

### **3.3 Pictogramas de peligro (toxicidad, corrosión, ambiente, etc.)**

#### **Concepto y función de los pictogramas de peligro**

Los **pictogramas de peligro** son elementos gráficos estandarizados que forman parte del **Sistema Globalmente Armonizado (SGA)** y tienen como finalidad **comunicar de manera rápida y visual los riesgos asociados a una sustancia química**. Estos símbolos permiten identificar los peligros sin necesidad de leer información extensa, lo cual es especialmente importante en entornos industriales donde las decisiones deben tomarse con rapidez.

Cada pictograma representa un tipo específico de peligro y se presenta dentro de un **rombo con borde rojo**, fondo blanco y un símbolo negro que indica la naturaleza del riesgo. Su diseño ha sido desarrollado para ser **universalmente comprensible**, reduciendo las barreras de idioma y facilitando la interpretación por parte de trabajadores con diferentes niveles de formación.

En la industria minera, donde se manipulan múltiples sustancias peligrosas, los pictogramas constituyen una herramienta fundamental para prevenir accidentes y mejorar la **seguridad operativa**.

#### **Clasificación general de los pictogramas del SGA**

Los pictogramas del SGA están asociados a las tres grandes categorías de peligro: **peligros físicos, peligros para la salud y peligros para el medio ambiente**. Cada uno de ellos transmite información específica sobre el tipo de riesgo que presenta una sustancia.

Dentro de los peligros físicos se incluyen pictogramas relacionados con **explosivos, sustancias inflamables, comburentes y gases a presión**. Estos advierten sobre la posibilidad de incendios, explosiones o liberación de energía peligrosa.

En los peligros para la salud se encuentran pictogramas que indican **toxicidad aguda, corrosión, irritación, sensibilización, efectos crónicos como carcinogenicidad y daño a órganos específicos**. Estos son especialmente importantes en la protección de los trabajadores.

Por otro lado, el pictograma ambiental advierte sobre la **toxicidad para organismos acuáticos**, indicando que la sustancia puede causar daños significativos en ecosistemas si se libera al entorno.

### **Pictogramas asociados a la toxicidad**

Uno de los pictogramas más críticos es el relacionado con la **toxicidad aguda**, representado por una calavera con huesos cruzados. Este símbolo indica que la sustancia puede causar **efectos graves o incluso la muerte** en caso de exposición por ingestión, inhalación o contacto.

También existe el pictograma de **peligro para la salud**, que representa efectos crónicos como **cáncer, mutaciones genéticas, toxicidad reproductiva o daño a órganos internos**. Este pictograma es fundamental para identificar riesgos a largo plazo que pueden no ser evidentes de forma inmediata.

En el contexto minero, estos pictogramas son comunes en sustancias como **cianuros y ciertos reactivos químicos**, donde la exposición puede tener consecuencias severas si no se toman las medidas adecuadas.

### **Pictogramas de corrosividad**

El pictograma de **corrosión** representa sustancias capaces de causar **daños irreversibles en la piel, los ojos y materiales metálicos**. Se identifica por la imagen de un líquido cayendo sobre una mano y una superficie, generando deterioro.

Este símbolo es característico de sustancias como **ácidos fuertes y bases concentradas**, ampliamente utilizadas en procesos mineros. Su presencia indica la necesidad de aplicar medidas estrictas de protección, como el uso de **equipos de protección personal, manejo controlado y almacenamiento adecuado**.

La identificación temprana de este pictograma permite evitar accidentes como **quemaduras químicas o daños estructurales en equipos e instalaciones**.

### **Pictogramas de peligros físicos**

Los pictogramas de peligros físicos advierten sobre la capacidad de una sustancia para generar eventos como **incendios, explosiones o reacciones violentas**.

El pictograma de **inflamabilidad** indica que la sustancia puede encenderse fácilmente en presencia de una fuente de calor o chispa. El pictograma de **explosivo** advierte sobre materiales que pueden detonar bajo ciertas condiciones.

Asimismo, el pictograma de **comburente** señala sustancias que pueden intensificar incendios, mientras que el pictograma de **gas a presión** indica la presencia de gases comprimidos que pueden representar riesgos en caso de liberación.

En la minería, estos pictogramas son relevantes en el manejo de **combustibles, gases industriales y ciertos reactivos químicos**, donde el control de condiciones operativas es fundamental.

### **Pictograma de peligro para el medio ambiente**

El pictograma ambiental representa el riesgo de una sustancia para los **ecosistemas acuáticos**, mostrando generalmente un árbol seco y un pez muerto. Este símbolo indica que la sustancia puede causar **daños significativos en el ambiente**, incluso en concentraciones relativamente bajas.

CÓDIGO H	PALABRA DE RIESGO	LETRA	PICTOGRAMA	CÓDIGO H	PALABRA DE RIESGO	LETRA	PICTOGRAMA
H1	Explosivo	E		H8	Corrosivo	C	
H2	Comburente:	O		H9	Infecioso		
H3a	Fácilmente inflamable	F+		H10	Toxico para la reproducción	T	
H3b	Inflamable	F		H11	Mutagénico		(1)
H4	Irritante	Xi		H12	Sustancias que emiten gases tóxicos	T	
H5	Nocivo	Xn		H13	Sustancias o preparados susceptibles, después de su eliminación, de dar lugar a otra sustancia por un medio cualquiera, por ejemplo un lixiviado, que posea alguna de las características enumeradas anteriormente.		(2)
H6	Tóxico	T					
H7	Carcinogénico		(1)	H14	Peligroso para el medio ambiente	N	

(1) En general, a los residuos que tienen este riesgo les es atribuible el riesgo de Tóxico, por tanto procede asignar el pictograma de Tóxico.

(2) El pictograma que le corresponde es aquel asociado a la(s) característica(s) de peligrosidad de la sustancia generada

En el sector minero, este pictograma es especialmente importante debido al riesgo de contaminación de **ríos, lagunas y aguas subterráneas**. Sustancias como cianuros, metales pesados y ciertos reactivos pueden tener efectos devastadores si no se controlan adecuadamente.

La presencia de este pictograma obliga a implementar medidas estrictas de **contención, tratamiento de efluentes y gestión de residuos peligrosos**.

### Importancia de los pictogramas en la prevención de riesgos

Los pictogramas de peligro cumplen un rol esencial en la **prevención de accidentes químicos**, ya que permiten identificar de forma inmediata los riesgos asociados a una sustancia.

Su correcta interpretación facilita la toma de decisiones seguras en actividades como el almacenamiento, transporte y manipulación de productos químicos. Además, contribuyen a reforzar la **cultura de seguridad**, al hacer visible el riesgo en todo momento.

En operaciones mineras, donde los trabajadores interactúan constantemente con sustancias peligrosas, los pictogramas son una herramienta clave para reducir la probabilidad de **errores humanos, exposiciones accidentales y eventos críticos**.

### **Integración de los pictogramas en la gestión operativa**

Para que los pictogramas cumplan su función, es necesario que estén integrados dentro de un sistema de gestión que incluya **capacitación del personal, señalización adecuada y control de cumplimiento**.

Los trabajadores deben ser capaces de reconocer cada pictograma y comprender su significado, lo que requiere programas de formación continua y evaluación de competencias.

Además, los pictogramas deben estar correctamente ubicados en **envases, áreas de almacenamiento, equipos y zonas de trabajo**, garantizando su visibilidad en todo momento.

En conclusión, los pictogramas de peligro son una herramienta esencial dentro del SGA que permite traducir información técnica compleja en señales visuales simples, contribuyendo de manera directa a la **seguridad, prevención de riesgos y protección ambiental en la industria minera**.

## **3.4 Etiquetado obligatorio de sustancias químicas**

### **Concepto y finalidad del etiquetado químico**

El **etiquetado obligatorio de sustancias químicas** es uno de los pilares fundamentales del **Sistema Globalmente Armonizado (SGA)** y de la normativa vigente en el Perú. Su finalidad es garantizar que toda sustancia química cuente con una **identificación clara, visible y comprensible de sus peligros**, permitiendo a los usuarios tomar decisiones seguras durante su manipulación, almacenamiento y transporte.

El etiquetado no es solo un requisito formal, sino una herramienta esencial de **comunicación del riesgo**, que traduce información técnica compleja en mensajes directos que pueden ser interpretados rápidamente en el entorno laboral. En sectores como la

minería, donde el manejo de sustancias peligrosas es constante, el etiquetado cumple un rol crítico en la **prevención de accidentes y la protección de la salud**.

## Elementos obligatorios del etiquetado según el SGA

El sistema de etiquetado establece una serie de elementos obligatorios que deben estar presentes en todos los envases de sustancias químicas peligrosas.

En primer lugar, debe incluirse la **identificación del producto**, que permite reconocer la sustancia o mezcla de manera precisa. Esto puede incluir el nombre químico, nombre comercial o código del producto.

Otro elemento esencial son los **pictogramas de peligro**, que representan visualmente los riesgos asociados, como toxicidad, inflamabilidad o corrosividad. Estos símbolos permiten una identificación rápida del peligro incluso sin necesidad de leer el texto.

	<b>PICTOGRAMA / NOMBRE DEL PICTOGRAMA</b> <b>INDICACIONES DE RIESGO</b>		<b>CORROSIÓN</b> Provoca irritación / quemaduras en la piel; Corrosivo a los metales; Causa daño grave a los ojos	
		<b>PELIGROS PARA LA SALUD</b> Mutagenicidad de células germinales; Carcinogenicidad; Dano de Organos; Defectos de nacimiento; Peligro de aspiración; Dificultad para Respirar, alergias o asma si se inhala		<b>EXPLOSIVOS</b> Explosivo; El calentamiento puede provocar un incendio o una explosión
		<b>LLAMA / INFAMABLE</b> Oxidante, puede intensificar el fuego; Gas oxidante; Gas inflamable; Aerosol; Líquido inflamable; Sólido inflamable; El calentamiento puede provocar un incendio		<b>LLAMA / INFAMABLE</b> En contacto con el agua, libera gas inflamable; Sustancia / mezcla auto-reactiva; Auto-calentamiento; Se prende fuego espontáneamente si se expone al aire
		<b>ATENCIÓN / SIGNO DE EXCLAMACIÓN</b> Dañino si se ingiere; Tóxico si se inhala; Perjudicial si está en contacto con la piel; Puede causar reacción alérgica en la piel; Puede causar irritación respiratoria		<b>TÓXICO / PELIGRO</b> Toxicidad oral aguda; Toxicidad para la Piel; Causa irritación ocular grave
		<b>BOTELLA DE GAS</b> Gas a presión		<b>MEDIO AMBIENTE</b> Nocivo para organismos acuáticos; Muy tóxico para organismos acuáticos con efectos nocivos duraderos

Asimismo, el etiquetado debe contener una **palabra de advertencia**, que indica el nivel de gravedad del peligro, generalmente expresado como “Peligro” o “Atención”, dependiendo de la clasificación de la sustancia.

También se incluyen las **indicaciones de peligro**, que describen la naturaleza del riesgo, como efectos sobre la salud o posibles reacciones peligrosas, y los **consejos de prudencia**, que proporcionan recomendaciones para el manejo seguro, almacenamiento y respuesta ante emergencias.

Finalmente, la etiqueta debe incluir información del **fabricante, importador o proveedor**, lo que permite asegurar la trazabilidad del producto.

### **Importancia del etiquetado en la gestión de riesgos**

El etiquetado obligatorio es fundamental para la **gestión eficaz del riesgo químico**, ya que proporciona información inmediata sobre los peligros asociados a cada sustancia.

En la industria minera, donde los trabajadores interactúan con múltiples sustancias en condiciones operativas complejas, el etiquetado permite identificar rápidamente los riesgos y aplicar las medidas de control necesarias.

Además, el etiquetado reduce la probabilidad de errores en la manipulación de sustancias, como la mezcla de productos incompatibles o el uso incorrecto de reactivos, lo que podría generar **reacciones peligrosas o exposiciones accidentales**.

### **Relación entre etiquetado y fichas de datos de seguridad**

El etiquetado está directamente relacionado con las **Fichas de Datos de Seguridad (SDS)**, ya que ambos sistemas forman parte del mismo esquema de comunicación del peligro.

Mientras que la etiqueta proporciona información resumida y de rápida interpretación, la ficha de datos de seguridad ofrece un nivel de detalle mucho mayor sobre la sustancia, incluyendo procedimientos de emergencia, control de exposición y características técnicas.

En conjunto, estos dos elementos permiten una comprensión integral del riesgo, facilitando tanto la operación diaria como la respuesta ante incidentes.

### **Requisitos de legibilidad y visibilidad**

Para que el etiquetado sea efectivo, debe cumplir con requisitos de **legibilidad, durabilidad y visibilidad**. Esto implica que la información debe ser fácilmente visible, estar redactada en un lenguaje claro y mantenerse en buenas condiciones durante todo el ciclo de vida del producto.

Las etiquetas deben resistir condiciones adversas como humedad, exposición a sustancias químicas o manipulación frecuente, especialmente en entornos mineros donde las condiciones operativas pueden ser exigentes.

Asimismo, el tamaño y diseño de la etiqueta deben permitir su lectura a una distancia adecuada, garantizando que la información sea accesible para todos los trabajadores.

### **Aplicación del etiquetado en operaciones mineras**

En el contexto minero, el etiquetado obligatorio debe aplicarse en todos los puntos donde se encuentren sustancias químicas, incluyendo **almacenes, áreas de proceso, laboratorios y sistemas de transporte interno**.

Es fundamental que todos los recipientes, incluso aquellos utilizados para trasvase o uso temporal, cuenten con su respectiva identificación. El uso de envases sin etiquetado o con etiquetas deterioradas representa un riesgo significativo.

Además, el etiquetado debe ser coherente con los sistemas internos de gestión de la empresa, integrándose con procedimientos operativos, señalización de seguridad y programas de capacitación.

### **Errores comunes en el etiquetado y sus consecuencias**

Entre los errores más comunes en la gestión del etiquetado se encuentran la **ausencia de etiquetas, información incompleta, deterioro de los rótulos o uso de sistemas no estandarizados**.

Estos errores pueden generar confusión, aumentar el riesgo de manipulación incorrecta y dificultar la respuesta ante emergencias. En casos críticos, pueden derivar en accidentes químicos, afectando la seguridad de los trabajadores y el entorno.

Por esta razón, el control del etiquetado debe ser una actividad permanente dentro de la gestión de sustancias químicas.

### **Importancia del etiquetado en el cumplimiento normativo**

El cumplimiento de los requisitos de etiquetado es una **obligación legal**, establecida en el marco del Sistema Globalmente Armonizado y la normativa nacional. Su incumplimiento puede generar sanciones administrativas y afectar la continuidad de las operaciones.

Sin embargo, más allá de la exigencia normativa, el etiquetado debe entenderse como una herramienta clave para garantizar la **seguridad, eficiencia y sostenibilidad** en el manejo de sustancias químicas.

En conclusión, el etiquetado obligatorio no solo permite cumplir con la legislación vigente, sino que constituye un elemento esencial para la **prevención de riesgos, la protección de la salud y la gestión responsable en la industria minera**.

## **3.5 Fichas de Datos de Seguridad (SDS)**

### **Concepto y finalidad de las Fichas de Datos de Seguridad**

Las **Fichas de Datos de Seguridad (SDS)** ([ejemplo](#)) son documentos técnicos fundamentales dentro del **Sistema Globalmente Armonizado (SGA)** que proporcionan información detallada sobre las **características, peligros y medidas de control asociadas a una sustancia química o mezcla**. Su principal finalidad es garantizar que todos los usuarios dispongan de información completa para realizar un **manejo seguro, adecuado y controlado** de los productos químicos.

A diferencia del etiquetado, que ofrece una visión resumida del peligro, las SDS contienen información amplia y estructurada que permite comprender en profundidad el comportamiento de la sustancia, sus riesgos y las acciones necesarias para prevenir incidentes o responder ante emergencias.

En la industria minera, donde se utilizan sustancias químicas de alta peligrosidad, las SDS son una herramienta esencial para la **gestión del riesgo químico, la capacitación del personal y la toma de decisiones operativas**.

### **Estructura y contenido de una SDS**

Las Fichas de Datos de Seguridad siguen una estructura estandarizada a nivel internacional, compuesta por **16 secciones obligatorias**, lo que garantiza uniformidad en la presentación de la información.

## Hoja de Datos de Seguridad

Fecha de Elaboración: 15/08/2018

Fecha de Revisión: 11/06/19

Revisión: 02




### 1. IDENTIFICACIÓN

<b>Nombre del producto:</b> Batería Plomo-Ácido <b>Sinónimos:</b> Acumulador Eléctrico Plomo-Acido Sellado Batería Sellada Batería Óptima	<b>Uso del producto:</b> Sistema eléctrico de un vehículo <b>Fabricante/proveedor:</b> Johnson Controls Enterprises México S. de R.L. de C.V. <b>Dirección:</b> David Alfaro Siqueiros 104, Colonia Valle Oriente en San Pedro Garza García Nuevo León, México
<b>Número de información general:</b> (52)81 83299500 <b>Persona de contacto:</b> Departamento de Medio Ambiente	<b>Número de emergencia:</b> SETIQ: 01 8000021400

### 2. IDENTIFICACION DE RIESGO

Salud		Medio ambiente	Físico
Toxicidad aguda (Oral, cutánea, inhalación)	Categoría 4	Acústica Crónica 1	Químico explosivo, División 1.3
Corrosión/ irritación de la piel	Categoría 1A.	Acústica Aguda 1	
Daño del ojo	Categoría 1		
Reproductiva	Categoría 1A.		
Cancerígena (plomo)	Categoría 1B.		
Cancerígena (neblina ácida)	Categoría 1A.		
Toxicidad a órganos específicos (exposición prolongada)	Categoría 2		

### Etiqueta de Identificación

Salud	Medio ambiente	Físico
		

Palabra de Advertencia: PELIGRO

Indicaciones de ¡PELIGRO!	Consejos de ¡PRUDENCIA!
<b>H203</b> Peligro de incendio, de onda expansiva o de proyección. <b>H302+H312+H332</b> Nocivo en caso de ingestión, en contacto con la piel o si se inhala <b>H314</b> Provoca graves quemaduras en la piel y lesiones oculares. <b>H318</b> Provoca lesiones oculares graves. <b>H350</b> Puede provocar cáncer si se ingiere o inhala. <b>H371</b> Puede provocar daños, al sistema nervioso central, la sangre y los riñones a través de una exposición prolongada.	<b>P261</b> Evite respirar polvo/humos/gases/neblina/neblina/vapores/aerosoles. <b>P270</b> No comer, beber o fumar cuando se utiliza este producto. <b>P271</b> Utilizar sólo al aire libre o en un lugar bien ventilado. <b>P280</b> Usar guantes / ropa protectora / equipo de protección para la cara y los ojos. <b>P352</b> Lavar con abundante agua después de su uso.

### 3. COMPOSICIÓN/ INFORMACIÓN SOBRE INGREDIENTES PELIGROSOS

INGREDIENTES (Químico/nombre común):	Número CAS	% en peso
Plomo	7439-92-1	63-91
Caja de Polipropileno	9010-79-1	2-6

Estas secciones incluyen la **identificación de la sustancia**, la **identificación de peligros**, la **composición e información sobre los componentes**, las **medidas de primeros auxilios**, las **medidas de lucha contra incendios** y los procedimientos en caso de **liberación accidental**.

Asimismo, contienen información sobre el **manejo y almacenamiento**, los **controles de exposición y protección personal**, las **propiedades físicas y químicas**, la **estabilidad y reactividad**, así como datos toxicológicos y ecológicos.

También incluyen aspectos relacionados con la **disposición final, transporte, normativa aplicable y otra información relevante**, lo que permite una gestión integral de la sustancia química a lo largo de todo su ciclo de vida.

### **Importancia de las SDS en la gestión de riesgos**

Las SDS son fundamentales para la **identificación, evaluación y control de riesgos químicos**, ya que proporcionan información técnica que permite anticipar posibles escenarios peligrosos.

En operaciones mineras, esta información es clave para definir condiciones seguras de **almacenamiento, manipulación, transporte y uso de sustancias químicas**, así como para establecer procedimientos de emergencia en caso de incidentes.

Además, las SDS permiten identificar las **rutas de exposición, los efectos sobre la salud y las medidas de protección necesarias**, contribuyendo a reducir la probabilidad de accidentes y enfermedades ocupacionales.

### **Uso de las SDS en la capacitación del personal**

Uno de los principales usos de las SDS es servir como base para la **capacitación de los trabajadores** que manipulan sustancias químicas. A través de estas fichas, el personal puede comprender los riesgos asociados a cada producto y aprender las medidas necesarias para su manejo seguro.

La correcta interpretación de las SDS es una competencia esencial en la industria minera, ya que permite a los trabajadores actuar de manera informada tanto en condiciones normales como en situaciones de emergencia.

Las empresas deben asegurar que las SDS estén disponibles, actualizadas y sean **accesibles para todo el personal**, promoviendo su uso como herramienta cotidiana de seguridad.

### **Relación entre SDS, etiquetado y pictogramas**

Las SDS forman parte de un sistema integrado de comunicación del peligro junto con el **etiquetado y los pictogramas del SGA**.

Mientras que los pictogramas permiten una identificación visual inmediata del riesgo y las etiquetas proporcionan información resumida, las SDS ofrecen un nivel de detalle técnico que permite comprender completamente el comportamiento de la sustancia.

Esta integración garantiza que la información esté disponible en diferentes niveles, adaptándose a las necesidades del usuario y al contexto operativo.

### **Gestión y actualización de las SDS**

Las SDS deben ser **actualizadas periódicamente** para reflejar cambios en la composición de la sustancia, nuevos datos científicos o modificaciones en la normativa aplicable.

Es responsabilidad del fabricante o proveedor asegurar que la información sea **precisa, completa y actualizada**, mientras que el usuario debe verificar que dispone de la versión vigente antes de utilizar la sustancia.

En el entorno minero, donde las condiciones operativas pueden variar, es fundamental que las SDS se mantengan alineadas con la realidad del proceso productivo.

### **Aplicación de las SDS en la respuesta a emergencias**

En situaciones de emergencia, como derrames, exposiciones o incendios, las SDS proporcionan información crítica para la **respuesta inmediata y adecuada**.

---

Estas fichas indican los procedimientos de primeros auxilios, los agentes adecuados para la extinción de incendios, las medidas de contención de derrames y los equipos de protección necesarios.

La disponibilidad y correcta interpretación de esta información puede marcar la diferencia entre un incidente controlado y un evento de mayor gravedad.

### **Importancia estratégica de las SDS en minería**

En la industria minera, las SDS no solo son un requisito normativo, sino una herramienta estratégica para garantizar la **seguridad, eficiencia operativa y cumplimiento legal**.

Su uso adecuado permite integrar la información técnica en la gestión diaria de las operaciones, facilitando la toma de decisiones y reduciendo la incertidumbre frente a riesgos químicos.

En consecuencia, las Fichas de Datos de Seguridad constituyen un elemento clave para asegurar una gestión responsable de sustancias químicas, contribuyendo a operaciones **seguras, sostenibles y alineadas con estándares internacionales**.

## 4. Gestión Operativa de Sustancias Químicas

### Introducción a la gestión operativa en minería

La **gestión operativa de sustancias químicas** en la industria minera comprende el conjunto de actividades técnicas, administrativas y de control orientadas a garantizar el **uso seguro, eficiente y ambientalmente responsable de los productos químicos** durante todas las etapas del proceso productivo.



A diferencia del enfoque normativo, que establece las obligaciones legales, la gestión operativa se centra en la **aplicación práctica de medidas de control en campo**, asegurando que las sustancias químicas sean manipuladas correctamente en condiciones reales de operación. Este enfoque es esencial en minería, donde el uso de sustancias peligrosas es intensivo y continuo.

Una gestión operativa adecuada permite reducir la probabilidad de **accidentes químicos, exposiciones ocupacionales y contaminación ambiental**, al mismo tiempo que mejora la eficiencia de los procesos industriales.

### Ciclo de vida de las sustancias químicas en operaciones mineras

Uno de los principios fundamentales de la gestión operativa es el enfoque de **ciclo de vida**, que considera todas las etapas por las que pasa una sustancia química dentro de la operación minera.

Este ciclo incluye la **adquisición o recepción del producto, almacenamiento, transporte interno, uso en procesos productivos, recuperación o reciclaje y disposición final como residuo peligroso**. Cada una de estas etapas presenta riesgos específicos que deben ser controlados mediante medidas técnicas y operativas.

Por ejemplo, durante la recepción de sustancias químicas es fundamental verificar su **identificación, etiquetado y documentación**, mientras que en el almacenamiento se deben controlar condiciones como la **temperatura, ventilación y segregación de sustancias incompatibles**.

Este enfoque permite gestionar de manera integral los riesgos asociados a las sustancias químicas, evitando que estos se concentren únicamente en una fase del proceso.

### **Almacenamiento seguro de sustancias químicas**

El **almacenamiento seguro** es uno de los aspectos más críticos en la gestión operativa, ya que una inadecuada organización de los productos químicos puede generar **derrames, reacciones peligrosas o exposiciones accidentales**.

Las sustancias químicas deben almacenarse en áreas diseñadas específicamente para este fin, con sistemas de **contención secundaria, ventilación adecuada y control de acceso**. Además, es fundamental aplicar criterios de **segregación**, evitando el almacenamiento conjunto de sustancias incompatibles, como ácidos y bases o productos oxidantes y combustibles.

El uso de **etiquetado visible y actualizado**, junto con la disponibilidad de fichas de datos de seguridad, permite identificar rápidamente los riesgos y aplicar medidas de control en caso de emergencia.

### **Transporte interno y manipulación segura**

El transporte interno de sustancias químicas dentro de una operación minera debe realizarse bajo condiciones controladas para evitar **derrames, fugas o daños en los envases**.

Es necesario utilizar equipos adecuados, rutas definidas y procedimientos específicos que minimicen el riesgo durante el traslado. Asimismo, el personal encargado debe estar capacitado en el manejo de sustancias peligrosas y en la respuesta ante incidentes.

La **manipulación segura** implica el uso correcto de equipos de protección personal, la aplicación de técnicas adecuadas para el trasvase de líquidos y el cumplimiento de procedimientos operativos establecidos.

Una manipulación incorrecta puede generar **exposición directa, liberación de vapores peligrosos o reacciones químicas no controladas**, por lo que este aspecto requiere especial atención en la gestión operativa.

### **Uso de sustancias químicas en procesos mineros**

Las sustancias químicas cumplen un rol esencial en procesos como la **lixiviación, flotación, separación de minerales y tratamiento de relaves**. Su uso debe estar estrictamente controlado para garantizar la eficiencia del proceso y la seguridad de la operación.

Esto implica el control de variables como la **dosificación, concentración, temperatura y condiciones de reacción**, evitando desviaciones que puedan generar riesgos o afectar el rendimiento del proceso.

Además, es fundamental implementar sistemas de **automatización y monitoreo en tiempo real**, que permitan detectar anomalías y actuar de manera oportuna.

El uso controlado de sustancias químicas no solo reduce riesgos, sino que también optimiza el consumo de reactivos y mejora la productividad de la operación minera.

### **Gestión de residuos químicos y control ambiental**

Una parte esencial de la gestión operativa es el manejo de los **residuos químicos generados durante los procesos mineros**. Estos residuos pueden incluir soluciones agotadas, lodos, relaves y envases contaminados.

La gestión adecuada implica la aplicación de medidas de **tratamiento, neutralización, almacenamiento temporal y disposición final segura**, evitando la liberación de sustancias peligrosas al ambiente.

En el caso de sustancias como el cianuro o los ácidos, es fundamental aplicar procesos de **neutralización y control de efluentes**, asegurando que los niveles de contaminantes se encuentren dentro de los límites permisibles.

El control ambiental también incluye el monitoreo de **agua, suelo y aire**, con el objetivo de detectar posibles impactos y aplicar medidas correctivas de manera oportuna.

### **Control operativo, monitoreo y mejora continua**

La gestión operativa de sustancias químicas requiere un sistema permanente de **control y monitoreo**, que permita verificar el cumplimiento de los procedimientos y la efectividad de las medidas de seguridad.

Esto incluye inspecciones periódicas, revisión de condiciones de almacenamiento, evaluación de prácticas operativas y análisis de incidentes o desviaciones.

La información obtenida a través del monitoreo permite implementar acciones de **mejora continua**, fortaleciendo el sistema de gestión y reduciendo progresivamente los riesgos asociados.

Además, la capacitación constante del personal y la actualización de procedimientos son elementos clave para mantener un alto nivel de seguridad en la operación.

### **Importancia estratégica de la gestión operativa**

La gestión operativa de sustancias químicas es un componente esencial para garantizar la **seguridad, sostenibilidad y eficiencia** en la industria minera.

Su correcta implementación permite integrar aspectos técnicos, operativos y ambientales dentro de un sistema coherente, orientado a la prevención de riesgos y al cumplimiento normativo.

En un entorno donde el manejo de sustancias peligrosas es parte fundamental de la actividad productiva, la gestión operativa se convierte en un elemento clave para asegurar operaciones **seguras, responsables y alineadas con estándares internacionales**.

## 4.1 Ciclo de vida de sustancias químicas en minería

### Concepto del ciclo de vida de sustancias químicas

El **ciclo de vida de las sustancias químicas** en minería se refiere al conjunto de etapas que atraviesa un producto químico desde su **ingreso a la operación hasta su disposición final**, incluyendo todos los procesos intermedios de uso, transformación y control. Este enfoque permite comprender que los riesgos asociados a las sustancias no se limitan a un solo momento, sino que están presentes durante todo su recorrido dentro del sistema productivo.

La aplicación de este concepto es fundamental en la gestión moderna de sustancias químicas, ya que permite identificar de manera integral los **puntos críticos de riesgo**, facilitando la implementación de medidas de control específicas en cada etapa.

En la industria minera, donde se manejan sustancias como **cianuros, ácidos y reactivos de flotación**, el enfoque de ciclo de vida es clave para garantizar una operación segura y ambientalmente responsable.

### Etapas de adquisición y recepción de sustancias químicas

El ciclo de vida inicia con la **adquisición o recepción de las sustancias químicas** en la operación minera. En esta fase es fundamental verificar que los productos cumplan con los requisitos establecidos, incluyendo su **correcta identificación, etiquetado conforme al SGA y disponibilidad de fichas de datos de seguridad**.

Asimismo, se debe confirmar que los envases se encuentren en **buen estado, sin daños ni fugas**, y que la documentación técnica esté completa. Una recepción inadecuada puede introducir riesgos desde el inicio del proceso, comprometiendo la seguridad en etapas posteriores.

La trazabilidad comienza en esta fase, registrando el ingreso de la sustancia y su destino dentro de la operación.

### **Almacenamiento y conservación de sustancias químicas**

Una vez recibidas, las sustancias químicas deben ser almacenadas bajo condiciones que garanticen su **estabilidad, seguridad y control**. El almacenamiento adecuado implica considerar factores como la **compatibilidad química, condiciones ambientales, ventilación y sistemas de contención**.

Es fundamental aplicar criterios de **segregación**, evitando el contacto entre sustancias incompatibles que puedan reaccionar peligrosamente. Además, las áreas de almacenamiento deben contar con señalización clara, control de acceso y sistemas de respuesta ante emergencias.

El almacenamiento incorrecto es una de las principales causas de incidentes químicos, por lo que esta etapa representa un punto crítico dentro del ciclo de vida.

### **Transporte interno dentro de la operación minera**

El siguiente paso es el **transporte interno de las sustancias químicas** desde los almacenes hacia las áreas de uso. Este proceso debe realizarse mediante rutas definidas, utilizando equipos adecuados y bajo procedimientos establecidos.

Durante el transporte existe riesgo de **derrames, fugas o daños en los envases**, por lo que es necesario aplicar controles como el uso de contenedores seguros, inspecciones previas y capacitación del personal encargado.

El control en esta etapa es esencial para evitar incidentes que puedan afectar tanto la seguridad de los trabajadores como el entorno operativo.

## Uso en procesos productivos

El uso de sustancias químicas en minería ocurre principalmente en procesos como la **lixiviación, flotación, separación de minerales y tratamiento de relaves**. En esta etapa, los productos químicos cumplen una función técnica específica dentro del proceso industrial.

El control operativo es fundamental, incluyendo la regulación de **dosificación, concentración, temperatura y condiciones de reacción**, con el fin de evitar desviaciones que puedan generar riesgos o afectar la eficiencia del proceso.

Además, es importante minimizar la exposición directa del personal mediante la implementación de **sistemas automatizados, controles de ingeniería y procedimientos de trabajo seguro**.

## Recuperación, reutilización y reciclaje

En algunas operaciones mineras, ciertas sustancias químicas pueden ser **recuperadas, reutilizadas o recicladas** como parte de estrategias de eficiencia y sostenibilidad.

Por ejemplo, en procesos de lixiviación, es posible recuperar soluciones químicas para su reutilización en el circuito productivo, reduciendo el consumo de reactivos y la generación de residuos.

Esta etapa permite optimizar el uso de recursos y disminuir el impacto ambiental, siempre que se realice bajo condiciones controladas y con monitoreo adecuado.

## Gestión de residuos y disposición final

La última etapa del ciclo de vida corresponde a la **gestión de residuos químicos**, que incluye todos los subproductos generados durante el proceso, como soluciones agotadas, lodos, relaves y envases contaminados.

Estos residuos deben ser tratados mediante procesos de **neutralización, estabilización o disposición controlada**, evitando su liberación al ambiente. En el caso de

---

sustancias peligrosas, es fundamental cumplir con los estándares ambientales y normativos establecidos.

La disposición final debe realizarse en instalaciones autorizadas y bajo condiciones que garanticen la **protección del suelo, agua y aire**, minimizando el impacto ambiental a largo plazo.

### **Importancia del enfoque de ciclo de vida en la gestión minera**

El enfoque de ciclo de vida permite identificar de manera integral los riesgos asociados a las sustancias químicas, facilitando la implementación de medidas de control en cada etapa del proceso.

Este modelo contribuye a mejorar la **seguridad operativa, la eficiencia en el uso de recursos y el cumplimiento normativo**, al mismo tiempo que reduce la probabilidad de accidentes y daños ambientales.

En la industria minera, donde las sustancias químicas son parte esencial de la operación, el enfoque de ciclo de vida se convierte en una herramienta estratégica para garantizar una gestión **segura, sostenible y responsable**.

### **Integración del ciclo de vida en la mejora continua**

La gestión del ciclo de vida no es un proceso estático, sino que debe integrarse dentro de un sistema de **mejora continua**, donde cada etapa es evaluada y optimizada de manera permanente.

El análisis de incidentes, el monitoreo de condiciones operativas y la actualización de procedimientos permiten fortalecer el sistema y reducir progresivamente los riesgos asociados.

En consecuencia, la comprensión y aplicación del ciclo de vida de las sustancias químicas es esencial para lograr operaciones mineras **seguras, eficientes y alineadas con estándares modernos de gestión**.

## 4.2 Almacenamiento, transporte y manipulación segura

### Importancia del control operativo en el manejo de sustancias químicas

El **almacenamiento, transporte y manipulación segura de sustancias químicas** constituye uno de los aspectos más críticos dentro de la gestión operativa en minería. Estas actividades implican el contacto directo con productos potencialmente peligrosos, por lo que cualquier error puede generar **accidentes químicos, exposición del personal o impactos ambientales significativos**.

La correcta gestión de estas etapas permite reducir riesgos, garantizar la continuidad de las operaciones y cumplir con las exigencias normativas. En este contexto, es fundamental aplicar un enfoque preventivo basado en la **identificación de peligros, evaluación de riesgos y control operativo riguroso**.

### Almacenamiento seguro de sustancias químicas

El almacenamiento adecuado tiene como objetivo mantener las sustancias químicas en condiciones que aseguren su **estabilidad, integridad y control del riesgo**. Para ello, las áreas de almacenamiento deben estar diseñadas específicamente, considerando factores como la **ventilación, temperatura, humedad y resistencia estructural**.

Un principio clave es la **segregación de sustancias incompatibles**, evitando que productos como ácidos, bases, oxidantes o materiales inflamables entren en contacto entre sí. Esta separación debe basarse en criterios técnicos definidos en las fichas de datos de seguridad.

Además, es indispensable contar con **sistemas de contención secundaria**, que permitan controlar posibles derrames, así como con señalización clara y visible que identifique los peligros presentes en cada área.



El almacenamiento también debe incluir un adecuado **control de inventarios**, evitando acumulaciones innecesarias de sustancias y asegurando la rotación de productos para prevenir deterioro o vencimiento.

### **Condiciones de seguridad en almacenes químicos**

Los almacenes deben contar con condiciones que minimicen el riesgo de incidentes. Esto incluye la implementación de **pisos impermeables, sistemas de drenaje controlado, equipos de emergencia y acceso restringido**.

Asimismo, es fundamental mantener los envases en buen estado, correctamente cerrados y con **etiquetado visible y actualizado**. El uso de envases dañados o sin identificación representa un riesgo significativo.

La iluminación adecuada y la disponibilidad de equipos de respuesta, como kits de derrames, duchas de emergencia y estaciones de lavado ocular, son elementos esenciales para una gestión segura.

### **Transporte seguro de sustancias químicas**

El transporte de sustancias químicas, tanto dentro como fuera de la operación minera, debe realizarse bajo condiciones controladas que garanticen la **integridad del producto y la seguridad del entorno**.

En el transporte interno, es necesario definir **rutas seguras, equipos adecuados y procedimientos operativos específicos**, evitando zonas de alto tránsito o condiciones que puedan incrementar el riesgo de accidentes.

Los envases deben estar correctamente asegurados para evitar movimientos bruscos, caídas o rupturas. Además, es importante verificar que los recipientes cuenten con su **etiquetado correspondiente y no presenten fugas o daños**.

El personal encargado del transporte debe estar capacitado en la **identificación de riesgos, manejo seguro y respuesta ante emergencias**, garantizando una actuación adecuada en caso de incidentes.

### **Manipulación segura de sustancias químicas**

La manipulación de sustancias químicas implica el contacto directo con los productos, por lo que requiere la aplicación estricta de medidas de seguridad para evitar **exposición, derrames o reacciones peligrosas**.

Uno de los aspectos fundamentales es el uso adecuado de **equipos de protección personal**, como guantes, gafas, respiradores y ropa especializada, en función del tipo de sustancia y nivel de riesgo.

Asimismo, es necesario seguir procedimientos establecidos para actividades como el **trasvase de líquidos, dosificación de reactivos y limpieza de equipos**, evitando prácticas improvisadas que puedan generar situaciones de riesgo.

La manipulación también debe realizarse en áreas adecuadamente ventiladas y con sistemas de control que minimicen la liberación de vapores o sustancias peligrosas.

### **Control de riesgos durante la manipulación**

Durante la manipulación, es fundamental evitar situaciones que puedan desencadenar reacciones peligrosas, como la **mezcla de sustancias incompatibles o la exposición a fuentes de calor o ignición**.

El conocimiento de las propiedades químicas de los productos es clave para prevenir incidentes. Por ello, el personal debe estar familiarizado con la información contenida en las **fichas de datos de seguridad** y en el etiquetado.

Además, se deben implementar controles como la **supervisión operativa, señalización de áreas de riesgo y uso de herramientas adecuadas**, que permitan reducir la probabilidad de errores.

### **Respuesta ante incidentes durante almacenamiento, transporte y manipulación**

A pesar de las medidas preventivas, siempre existe la posibilidad de incidentes, como derrames, fugas o exposiciones. Por ello, es indispensable contar con procedimientos claros para la **respuesta inmediata ante emergencias**.

Esto incluye la disponibilidad de equipos de contención, materiales absorbentes, sistemas de ventilación de emergencia y rutas de evacuación definidas.

El personal debe estar capacitado para actuar de manera rápida y segura, minimizando el impacto del incidente y protegiendo tanto a las personas como al entorno.

### **Importancia de la capacitación y cultura de seguridad**

La gestión segura del almacenamiento, transporte y manipulación de sustancias químicas depende en gran medida de la **capacitación del personal y la cultura de seguridad organizacional**.

Los trabajadores deben recibir formación continua sobre los riesgos asociados, los procedimientos de trabajo seguro y el uso correcto de equipos de protección.

Asimismo, es importante fomentar una cultura donde la seguridad sea una prioridad, promoviendo la **identificación de riesgos, la comunicación de incidentes y la mejora continua**.

### **Importancia estratégica en la operación minera**

El control adecuado de estas tres etapas almacenamiento, transporte y manipulación es fundamental para garantizar la **seguridad operativa, la eficiencia del proceso y el cumplimiento normativo**.

En la industria minera, donde el uso de sustancias químicas es constante y en grandes volúmenes, una gestión deficiente puede tener consecuencias graves. Por el contrario, una gestión adecuada permite desarrollar operaciones **seguras, sostenibles y alineadas con estándares internacionales**.

En consecuencia, estas actividades deben ser consideradas como elementos clave dentro del sistema de gestión de sustancias químicas, integrándose de manera efectiva en todas las áreas de la operación minera.

## **4.3 Uso de sustancias críticas en minería (cianuro y reactivos)**

### **Importancia de las sustancias químicas críticas en la minería**

El uso de **sustancias químicas críticas** es fundamental para el desarrollo de los procesos mineros modernos, ya que permiten la **extracción, concentración y recuperación eficiente de minerales valiosos**. Entre estas sustancias, destacan el **cianuro** y diversos **reactivos industriales**, los cuales cumplen funciones específicas dentro de operaciones como la lixiviación y la flotación.

Sin embargo, debido a sus propiedades, estas sustancias representan **riesgos significativos para la salud humana, la seguridad operativa y el medio ambiente**, por lo que su gestión requiere controles estrictos, procedimientos definidos y personal altamente capacitado.

La correcta utilización de estas sustancias permite maximizar la eficiencia del proceso productivo, al mismo tiempo que se minimizan los riesgos asociados a su manejo.

### **Uso del cianuro en la minería**

El **cianuro** es una de las sustancias más utilizadas en la minería, especialmente en la **extracción de oro y plata mediante procesos de lixiviación**. Su capacidad para formar complejos solubles con metales preciosos lo convierte en un reactivo altamente eficiente.

En el proceso de lixiviación, el cianuro se utiliza para disolver el oro presente en el mineral, permitiendo su posterior recuperación. Este proceso puede realizarse en **pilas de lixiviación, tanques o sistemas de circuito cerrado**, dependiendo del tipo de operación.

A pesar de su eficacia, el cianuro es una sustancia altamente **tóxica**, que puede generar efectos graves o mortales en caso de exposición por inhalación, ingestión o contacto con la piel. Además, puede liberar **gases peligrosos**, como el ácido cianhídrico, especialmente en condiciones ácidas.

Por esta razón, su manejo requiere estrictas medidas de control, incluyendo sistemas de **dosificación controlada, monitoreo continuo y protocolos de emergencia específicos**.

### **Medidas de seguridad en el manejo de cianuro**

El manejo seguro del cianuro implica la aplicación de medidas técnicas y operativas orientadas a reducir el riesgo de exposición y evitar liberaciones accidentales.

Es fundamental mantener condiciones de operación que eviten la **acidificación de soluciones cianuradas**, ya que esto puede generar la liberación de gases altamente tóxicos. Asimismo, se deben implementar sistemas de **ventilación, monitoreo de gases y control de procesos**.

El personal que trabaja con cianuro debe contar con **capacitación especializada**, así como con equipos de protección personal adecuados. Además, es

indispensable disponer de **kits de emergencia y procedimientos claros de respuesta ante incidentes**.

El almacenamiento y transporte del cianuro deben realizarse bajo condiciones controladas, asegurando la integridad de los envases y la correcta identificación del producto.

### **Reactivos utilizados en procesos de flotación**

En los procesos de **flotación**, se utilizan diversos reactivos químicos que permiten separar los minerales valiosos de la ganga. Estos reactivos modifican las propiedades de la superficie de los minerales, facilitando su adhesión a burbujas de aire y su posterior recuperación.



Entre los principales reactivos se encuentran los **colectores, espumantes, depresores y modificadores de pH**. Cada uno cumple una función específica dentro del proceso, y su dosificación debe ser cuidadosamente controlada.

Los colectores permiten que los minerales valiosos se vuelvan hidrofóbicos, los espumantes estabilizan la espuma, los depresores inhiben la flotación de minerales no deseados y los modificadores de pH ajustan las condiciones químicas del sistema.

Aunque estos reactivos son esenciales para la eficiencia del proceso, muchos de ellos presentan **riesgos de toxicidad, inflamabilidad o impacto ambiental**, lo que requiere una gestión adecuada.

### **Riesgos asociados al uso de reactivos químicos**

El uso de reactivos en minería puede generar diversos riesgos, incluyendo **exposición del personal, liberación de vapores peligrosos, reacciones químicas no controladas y contaminación ambiental**.

Algunos reactivos pueden ser irritantes, corrosivos o tóxicos, mientras que otros pueden generar efectos a largo plazo sobre la salud o el medio ambiente.

Además, la combinación incorrecta de reactivos o el uso de dosificaciones inadecuadas puede afectar tanto la seguridad como la eficiencia del proceso, generando pérdidas económicas y riesgos operativos.

Por ello, es fundamental contar con sistemas de control que permitan gestionar estos riesgos de manera efectiva.

### **Control operativo y monitoreo de sustancias críticas**

El uso de sustancias químicas críticas requiere un control riguroso de las condiciones operativas, incluyendo la **dosificación, concentración, temperatura y parámetros del proceso**.

La implementación de sistemas de **automatización y monitoreo en tiempo real** permite detectar desviaciones y actuar de manera oportuna, reduciendo la probabilidad de incidentes.

Asimismo, es importante realizar inspecciones periódicas, análisis de laboratorio y seguimiento de indicadores operativos para asegurar el cumplimiento de los estándares establecidos.

### **Gestión ambiental de sustancias críticas**

El manejo de sustancias como el cianuro y los reactivos de flotación tiene un impacto potencial sobre el medio ambiente, por lo que es necesario implementar medidas de control que eviten la contaminación.

Esto incluye sistemas de **tratamiento de efluentes, neutralización de soluciones químicas y control de relaves**, asegurando que los niveles de contaminantes se mantengan dentro de los límites permisibles.

En el caso del cianuro, existen tecnologías específicas para su **degradación y eliminación**, reduciendo su toxicidad antes de su disposición final.

La gestión ambiental adecuada es clave para garantizar la sostenibilidad de las operaciones mineras y el cumplimiento de la normativa vigente.

### **Importancia estratégica en la operación minera**

El uso de sustancias químicas críticas es indispensable para la minería moderna, pero también representa uno de los principales desafíos en términos de seguridad y gestión ambiental.

Su correcta administración permite lograr un equilibrio entre la **eficiencia productiva y la protección de la salud y el medio ambiente**, asegurando operaciones responsables y sostenibles.

En consecuencia, el manejo del cianuro y de los reactivos industriales debe realizarse bajo un enfoque integral que combine **control técnico, capacitación del personal y cumplimiento normativo**, consolidándose como un elemento clave en la gestión de sustancias químicas en minería.

## **4.4 Registro Nacional de Sustancias Químicas (RENASQ)**

### **Concepto y estado actual del RENASQ**

El **Registro Nacional de Sustancias Químicas (RENASQ)** es un instrumento propuesto dentro del nuevo enfoque de **gestión integral de sustancias químicas en el**

---

**Perú, orientado a establecer un sistema de control, trazabilidad y recopilación de información sobre sustancias químicas peligrosas.**

Sin embargo, es importante señalar que el RENASQ se encuentra actualmente en una **fase de implementación progresiva**, por lo que **aún no opera plenamente como un sistema consolidado a nivel nacional**. Su desarrollo forma parte de las medidas impulsadas por el Estado para fortalecer el control de sustancias químicas en línea con estándares internacionales.

### **Finalidad del RENASQ en el nuevo marco normativo**

El objetivo del RENASQ es permitir que el Estado cuente con información estructurada sobre las sustancias químicas que son **fabricadas, importadas, comercializadas y utilizadas** en el país.

Este sistema busca mejorar la **trazabilidad de sustancias químicas**, facilitando la identificación de riesgos, la toma de decisiones regulatorias y la fiscalización por parte de las autoridades competentes.

Además, el RENASQ permitirá alinear al Perú con modelos internacionales de gestión química, donde los registros nacionales cumplen un rol clave en la **prevención de riesgos para la salud y el medio ambiente**.

### **Alcance esperado del registro**

De acuerdo con el enfoque normativo, el RENASQ estará dirigido a los actores que participan en la cadena de suministro, incluyendo **fabricantes, importadores y usuarios industriales**, como las empresas mineras.

Se espera que el registro incluya información como:

**identificación de sustancias químicas, clasificación de peligros, volúmenes manejados, usos específicos y medidas de control implementadas.**

---

Este tipo de información permitirá construir una base de datos nacional que facilite la gestión integral del riesgo químico.

### **Importancia para el sector minero**

Para la industria minera, la implementación del RENASQ representará un cambio importante en la forma de gestionar sustancias químicas, ya que implicará mayores niveles de **control, reporte y trazabilidad**.

Sustancias críticas como el **cianuro, reactivos de flotación y ácidos industriales** estarán sujetas a un seguimiento más riguroso, lo que exigirá a las empresas fortalecer sus sistemas internos de gestión.

### **Relación con la fiscalización futura**

Una vez implementado, el RENASQ será una herramienta clave para la **fiscalización y supervisión por parte del Estado**, permitiendo identificar riesgos, verificar cumplimiento y priorizar acciones de control.

Esto significa que, en el futuro, las empresas deberán estar preparadas para cumplir con **obligaciones de registro, actualización de información y trazabilidad de sustancias químicas**.

### **Enfoque preventivo y preparación empresarial**

Aunque el RENASQ aún no está completamente operativo, las empresas mineras deben adoptar un enfoque preventivo, preparándose para su implementación mediante el fortalecimiento de sus sistemas de **inventario químico, control documental y gestión de riesgos**.

Esto permitirá una transición más eficiente cuando el sistema sea exigido formalmente.

### **Importancia estratégica del RENASQ**

El RENASQ representa un paso hacia una gestión más moderna y estructurada de las sustancias químicas en el Perú, alineada con estándares internacionales.

Su implementación permitirá mejorar la **seguridad, transparencia y control del riesgo químico**, especialmente en sectores de alto impacto como la minería.

En consecuencia, comprender su alcance y estado actual es fundamental para anticipar los cambios regulatorios y adaptarse a las nuevas exigencias del entorno normativo.

## 4.5 Gestión de residuos peligrosos y control ambiental

### Concepto de residuos peligrosos en minería

Los **residuos peligrosos** son aquellos desechos que, debido a sus propiedades físicas, químicas o biológicas, representan un **riesgo significativo para la salud humana y el medio ambiente**. En el contexto minero, estos residuos se generan principalmente como resultado del uso de **sustancias químicas en procesos de extracción y beneficio de minerales**, así como en actividades de mantenimiento, laboratorio y operación.

Entre los residuos peligrosos más comunes en minería se encuentran **soluciones químicas agotadas, relaves con contenido de reactivos, lodos contaminados, envases de sustancias químicas, aceites usados y materiales impregnados con productos peligrosos**. La correcta identificación de estos residuos es el primer paso para su adecuada gestión.

### Identificación y clasificación de residuos peligrosos

La gestión eficaz de residuos peligrosos comienza con su **identificación y clasificación**, considerando características como **toxicidad, corrosividad, inflamabilidad, reactividad y peligrosidad ambiental**.

Este proceso permite determinar el nivel de riesgo asociado a cada residuo y definir las medidas de control necesarias para su manejo. La clasificación debe basarse en criterios

técnicos y en la información disponible en las **fichas de datos de seguridad**, así como en la normativa vigente.

Una identificación incorrecta puede generar errores en el manejo, aumentando el riesgo de **exposición, contaminación o incidentes operativos**.

### **Almacenamiento temporal de residuos peligrosos**

Los residuos peligrosos deben ser almacenados temporalmente en condiciones que garanticen su **seguridad y control**, evitando su liberación al ambiente.



Las áreas de almacenamiento deben contar con **infraestructura adecuada**, incluyendo pisos impermeables, sistemas de contención, ventilación y señalización clara. Asimismo, es fundamental aplicar criterios de **segregación**, evitando el contacto entre residuos incompatibles.

Los recipientes utilizados deben estar en buen estado, correctamente cerrados y con **etiquetado visible**, indicando el tipo de residuo y su nivel de peligrosidad.

El almacenamiento temporal no debe prolongarse más allá de los plazos establecidos, ya que esto incrementa el riesgo de incidentes y dificulta la gestión adecuada.

### **Tratamiento y neutralización de residuos químicos**

El tratamiento de residuos peligrosos tiene como objetivo reducir su **nivel de peligrosidad**, facilitando su disposición final de manera segura.

En la minería, es común aplicar procesos de **neutralización química**, especialmente en el caso de soluciones ácidas o alcalinas. Asimismo, pueden emplearse técnicas de **precipitación, oxidación, reducción o estabilización**, dependiendo del tipo de residuo.

En el caso de sustancias como el cianuro, existen procesos específicos de **degradación química**, que permiten reducir su toxicidad antes de su disposición final.

El tratamiento adecuado no solo reduce el riesgo ambiental, sino que también permite cumplir con los límites establecidos por la normativa.

### **Disposición final de residuos peligrosos**

La disposición final es la etapa en la que los residuos son colocados en instalaciones diseñadas para evitar su impacto en el entorno. Esta disposición debe realizarse en **infraestructuras autorizadas**, que cuenten con sistemas de control y monitoreo ambiental.

En el sector minero, esto puede incluir **depósitos de relaves, celdas de seguridad o instalaciones especializadas para residuos peligrosos**, diseñadas para evitar filtraciones y contaminación del suelo y las aguas subterráneas.

Es fundamental que la disposición final se realice bajo criterios técnicos y normativos, garantizando la **estabilidad a largo plazo y la protección del medio ambiente**.

### **Control ambiental en operaciones mineras**

El control ambiental es un componente esencial de la gestión de residuos peligrosos, ya que permite evaluar y minimizar los impactos generados por las actividades mineras.

Este control incluye el monitoreo de **calidad de agua, aire y suelo**, así como la evaluación de emisiones, efluentes y posibles filtraciones. Los resultados de estos monitoreos permiten identificar desviaciones y aplicar medidas correctivas de manera oportuna.

Asimismo, es necesario implementar sistemas de **prevención de la contaminación**, que incluyan barreras físicas, tratamiento de efluentes y control de emisiones.

### **Prevención de la contaminación y gestión sostenible**

La gestión moderna de residuos peligrosos se basa en un enfoque preventivo, orientado a reducir la generación de residuos desde el origen.

Esto implica optimizar el uso de sustancias químicas, mejorar la eficiencia de los procesos y promover la **reutilización y reciclaje de materiales** cuando sea posible.

La prevención no solo reduce el impacto ambiental, sino que también mejora la eficiencia operativa y disminuye los costos asociados a la gestión de residuos.

### **Responsabilidad ambiental en la industria minera**

Las empresas mineras tienen la responsabilidad de gestionar sus residuos de manera que se garantice la **protección del entorno y la salud de las personas**. Esto implica cumplir con la normativa vigente, implementar buenas prácticas y adoptar estándares internacionales de gestión ambiental.

La gestión adecuada de residuos peligrosos es un elemento clave para mantener la **licencia social para operar**, ya que los impactos ambientales pueden afectar directamente a las comunidades cercanas.

### **Importancia estratégica de la gestión de residuos peligrosos**

La gestión de residuos peligrosos y el control ambiental son componentes fundamentales para asegurar la **sostenibilidad de las operaciones mineras**.

Su correcta implementación permite prevenir impactos negativos, cumplir con las exigencias regulatorias y mejorar la imagen de la empresa frente a la sociedad y las autoridades.

En consecuencia, la gestión de residuos peligrosos no debe considerarse únicamente como una obligación, sino como una parte integral de una operación minera **segura, responsable y alineada con estándares modernos de gestión ambiental.**

## 5. Control, Fiscalización y Cumplimiento

### Importancia del control y la fiscalización en la gestión de sustancias químicas

El **control, la fiscalización y el cumplimiento** constituyen elementos fundamentales dentro de la gestión de sustancias químicas en la industria minera. Estos componentes permiten asegurar que las actividades relacionadas con el uso, almacenamiento y disposición de sustancias peligrosas se realicen conforme a la **normativa vigente, estándares técnicos y buenas prácticas operativas**.

En un entorno donde los riesgos químicos pueden generar consecuencias graves para la **salud, la seguridad y el medio ambiente**, la existencia de mecanismos de control y supervisión garantiza la **prevención de incidentes, la corrección de desviaciones y la mejora continua de las operaciones**.

### Concepto de control en operaciones mineras

El **control** se refiere al conjunto de acciones internas implementadas por la empresa para asegurar que las actividades relacionadas con sustancias químicas se desarrollen de manera segura y conforme a los procedimientos establecidos.

Esto incluye la aplicación de **protocolos operativos, inspecciones internas, monitoreo de condiciones de trabajo y verificación del cumplimiento de medidas de seguridad**. El control también implica la gestión de documentos, registros y evidencias que demuestran el cumplimiento de las obligaciones técnicas y normativas.

Un sistema de control eficaz permite identificar riesgos de manera temprana y evitar que se conviertan en incidentes o incumplimientos.

### Fiscalización por parte de las autoridades competentes

La **fiscalización** es el proceso mediante el cual las entidades del Estado supervisan el cumplimiento de la normativa relacionada con sustancias químicas.

En el Perú, esta función es realizada por distintas instituciones, cada una dentro de su ámbito de competencia. Estas entidades pueden llevar a cabo **inspecciones, auditorías, monitoreos y evaluaciones técnicas**, con el objetivo de verificar que las empresas cumplan con las disposiciones legales.

Durante los procesos de fiscalización, se revisan aspectos como el **almacenamiento de sustancias químicas, condiciones de trabajo, gestión de residuos, cumplimiento de etiquetado y disponibilidad de fichas de datos de seguridad**.

La fiscalización permite detectar incumplimientos y establecer medidas correctivas para garantizar la seguridad y la protección ambiental.

### **Cumplimiento normativo en la gestión de sustancias químicas**

El **cumplimiento** implica que la empresa minera adopte todas las medidas necesarias para operar conforme a la normativa vigente, incluyendo leyes, reglamentos y estándares aplicables.

Esto requiere la implementación de un sistema de gestión que integre aspectos de **seguridad, salud ocupacional y protección ambiental**, asegurando que las sustancias químicas sean manejadas de manera responsable.

El cumplimiento no debe entenderse únicamente como una obligación legal, sino como una práctica que contribuye a mejorar la **eficiencia operativa, la reputación de la empresa y la sostenibilidad de las operaciones**.

### **Inspecciones y auditorías en el control de sustancias químicas**

Las **inspecciones** pueden ser internas o externas, y tienen como objetivo evaluar las condiciones reales de operación en relación con el manejo de sustancias químicas.

Durante estas evaluaciones se revisan aspectos como el estado de los almacenes, la correcta identificación de sustancias, el uso de equipos de protección personal y la aplicación de procedimientos de trabajo seguro.

Las **auditorías**, por su parte, tienen un enfoque más estructurado y permiten evaluar el sistema de gestión en su conjunto, identificando oportunidades de mejora y verificando el cumplimiento de estándares.

Ambas herramientas son fundamentales para mantener un alto nivel de control y asegurar la mejora continua.



### **Gestión de incumplimientos y acciones correctivas**

Cuando se detectan desviaciones o incumplimientos, es necesario implementar **acciones correctivas** que permitan eliminar las causas del problema y prevenir su repetición.

Esto implica analizar el origen del incumplimiento, definir medidas específicas y realizar un seguimiento para verificar su efectividad. La gestión adecuada de incumplimientos es clave para fortalecer el sistema de control y reducir riesgos.

Además, es importante documentar todas las acciones realizadas, generando evidencia que pueda ser presentada ante procesos de fiscalización.

---

## **Sanciones y consecuencias del incumplimiento**

El incumplimiento de la normativa relacionada con sustancias químicas puede dar lugar a **sanciones administrativas**, que pueden incluir multas, paralización de actividades o incluso la suspensión de operaciones.

Estas sanciones no solo afectan económicamente a la empresa, sino que también pueden impactar su **reputación, relación con las autoridades y licencia social para operar**.

Por esta razón, es fundamental adoptar un enfoque preventivo, orientado a evitar incumplimientos y mantener un alto nivel de conformidad con la normativa.

## **Cultura de cumplimiento y responsabilidad organizacional**

El cumplimiento efectivo depende en gran medida de la existencia de una **cultura organizacional orientada a la seguridad y la responsabilidad**.

Esto implica que todos los niveles de la empresa, desde la alta dirección hasta los trabajadores operativos, comprendan la importancia del cumplimiento y participen activamente en la gestión de riesgos.

La capacitación continua, la comunicación efectiva y el liderazgo comprometido son elementos clave para consolidar esta cultura.

## **Importancia estratégica del control y cumplimiento**

El control, la fiscalización y el cumplimiento son pilares fundamentales para garantizar operaciones mineras **seguras, eficientes y sostenibles**.

Su correcta implementación permite prevenir riesgos, mejorar la gestión operativa y asegurar el cumplimiento de las exigencias legales, contribuyendo a la continuidad y éxito de la operación minera.

En un contexto donde la regulación es cada vez más exigente, el fortalecimiento de estos aspectos se convierte en una ventaja competitiva, permitiendo a las empresas operar con mayor confianza y responsabilidad.

## 5.1 Evaluación de riesgos químicos

### Concepto de evaluación de riesgos químicos

La **evaluación de riesgos químicos** es un proceso sistemático que permite **identificar, analizar y controlar los peligros asociados al uso de sustancias químicas** en el entorno laboral. En la industria minera, este proceso es especialmente relevante debido al uso intensivo de sustancias potencialmente peligrosas, como **cianuros, ácidos, solventes y reactivos de flotación**.

El objetivo principal es determinar el nivel de riesgo al que están expuestos los trabajadores, las instalaciones y el medio ambiente, con el fin de implementar medidas de control que reduzcan la probabilidad de incidentes y sus posibles consecuencias.

La evaluación de riesgos no es una actividad puntual, sino un proceso continuo que debe actualizarse en función de cambios en las operaciones, incorporación de nuevas sustancias o modificaciones en las condiciones de trabajo.

### Identificación de peligros químicos

El primer paso en la evaluación de riesgos es la **identificación de peligros**, que consiste en reconocer todas las sustancias químicas presentes en la operación y sus características peligrosas.

Esto implica analizar información proveniente de las **fichas de datos de seguridad, etiquetado según el SGA y documentación técnica**, identificando propiedades como **toxicidad, corrosividad, inflamabilidad, reactividad y peligrosidad ambiental**.

Además, es importante considerar las condiciones en las que se utilizan las sustancias, ya que factores como la **temperatura, presión o mezcla con otros productos** pueden modificar su comportamiento y aumentar el nivel de riesgo.

---

## **Análisis de la exposición**

Una vez identificados los peligros, es necesario evaluar la **exposición**, es decir, determinar cómo, cuándo y en qué medida las personas o el entorno pueden entrar en contacto con las sustancias químicas.

Las principales vías de exposición incluyen la **inhalación de vapores o gases, el contacto con la piel o los ojos y la ingestión accidental**. En minería, la inhalación es una de las vías más críticas, especialmente en espacios confinados o con ventilación insuficiente.

El análisis de la exposición también considera la **frecuencia, duración y concentración de la sustancia**, lo que permite estimar el nivel de riesgo asociado.

## **Caracterización del riesgo**

La **caracterización del riesgo** consiste en combinar la información sobre peligros y exposición para determinar la magnitud del riesgo.

Este proceso permite clasificar los riesgos en diferentes niveles, desde bajos hasta críticos, facilitando la priorización de acciones de control. Para ello, se utilizan herramientas como **matrices de riesgo**, que relacionan la probabilidad de ocurrencia con la severidad de las consecuencias.

Una correcta caracterización permite enfocar los recursos en los riesgos más relevantes, optimizando la gestión de la seguridad.

## **Medidas de control de riesgos químicos**

Una vez evaluado el riesgo, es necesario implementar medidas de control que reduzcan su impacto. Estas medidas deben seguir una jerarquía que prioriza la **eliminación del peligro**, seguida de la **sustitución por sustancias menos peligrosas**, los **controles de ingeniería**, los **controles administrativos** y, finalmente, el uso de **equipos de protección personal**.

En el contexto minero, los controles de ingeniería pueden incluir sistemas de **ventilación, encapsulamiento de procesos y automatización**, mientras que los controles administrativos incluyen procedimientos de trabajo seguro y capacitación del personal.

El uso de equipos de protección personal es una medida complementaria que debe aplicarse cuando los riesgos no pueden ser eliminados completamente.

### **Monitoreo y seguimiento de riesgos**

La evaluación de riesgos químicos debe complementarse con un sistema de **monitoreo continuo**, que permita verificar la efectividad de las medidas implementadas.

Esto incluye la medición de **concentraciones de sustancias en el aire, evaluación de condiciones de trabajo y revisión de prácticas operativas**. El monitoreo permite detectar desviaciones y aplicar medidas correctivas de manera oportuna.

Además, el seguimiento de indicadores de seguridad y la investigación de incidentes contribuyen a mejorar el sistema de gestión.

### **Integración con sistemas de gestión de seguridad y salud**

La evaluación de riesgos químicos debe integrarse dentro del sistema de **seguridad y salud en el trabajo**, formando parte de herramientas como el IPERC.

Esta integración permite gestionar de manera estructurada los riesgos, asegurando que las medidas de control estén alineadas con los objetivos de la organización y con la normativa vigente.

Asimismo, facilita la coordinación entre diferentes áreas de la empresa, promoviendo un enfoque integral en la gestión de riesgos.

### **Importancia de la capacitación en la evaluación de riesgos**

El éxito de la evaluación de riesgos químicos depende en gran medida del conocimiento y la participación del personal. Por ello, es fundamental que los trabajadores

---

reciban capacitación sobre **identificación de peligros, interpretación de información química y aplicación de medidas de control**.

Una adecuada formación permite que los trabajadores reconozcan situaciones de riesgo y actúen de manera preventiva, reduciendo la probabilidad de incidentes.

### **Importancia estratégica en la industria minera**

La evaluación de riesgos químicos es una herramienta clave para garantizar operaciones mineras **seguras, eficientes y sostenibles**.

Su correcta aplicación permite anticipar peligros, reducir la exposición y mejorar la toma de decisiones, contribuyendo a la protección de la salud de los trabajadores y del medio ambiente.

En un contexto donde el uso de sustancias químicas es esencial para la producción minera, la evaluación de riesgos se convierte en un elemento fundamental para asegurar una gestión **responsable y alineada con estándares internacionales**.

## **5.2 Obligaciones del empleador y capacitación**

### **Responsabilidad del empleador en la gestión de sustancias químicas**

El **empleador** es el principal responsable de garantizar que todas las actividades relacionadas con el uso de sustancias químicas en la operación minera se realicen en condiciones de **seguridad, salud y protección ambiental**. Esta responsabilidad no solo implica el cumplimiento de la normativa vigente, sino también la implementación de un sistema de gestión que permita **identificar, evaluar y controlar los riesgos químicos** de manera efectiva.

En el contexto peruano, esta obligación se sustenta en principios de prevención establecidos en la legislación de **seguridad y salud en el trabajo**, donde el empleador debe adoptar todas las medidas necesarias para proteger la integridad de los trabajadores frente a riesgos ocupacionales.

---

## Identificación y control de riesgos químicos

Una de las principales obligaciones del empleador es asegurar la **identificación de peligros y evaluación de riesgos asociados a sustancias químicas** presentes en la operación.

Esto implica mantener un inventario actualizado de sustancias, analizar sus propiedades peligrosas y establecer medidas de control adecuadas. El empleador debe garantizar que se implementen **controles de ingeniería, procedimientos de trabajo seguro y medidas administrativas**, orientadas a minimizar la exposición de los trabajadores.

Asimismo, es su responsabilidad asegurar que las condiciones de trabajo sean seguras, incluyendo la correcta ventilación, almacenamiento adecuado y manipulación controlada de sustancias químicas.

## Provisión de información y comunicación del peligro

El empleador debe garantizar que los trabajadores tengan acceso a información clara y comprensible sobre los riesgos asociados a las sustancias químicas que manipulan.

Esto incluye la disponibilidad de **etiquetado conforme al SGA, fichas de datos de seguridad actualizadas y señalización adecuada en las áreas de trabajo**. La comunicación del peligro es fundamental para que los trabajadores puedan reconocer los riesgos y actuar de manera preventiva.

Además, es necesario asegurar que la información sea comprendida por todo el personal, adaptándola al nivel de conocimiento y experiencia de los trabajadores.

## Capacitación y entrenamiento del personal

La **capacitación** es una obligación clave del empleador y constituye uno de los pilares de la gestión de riesgos químicos.

Los trabajadores deben recibir formación sobre **identificación de peligros, uso seguro de sustancias químicas, interpretación de fichas de datos de seguridad, manejo de equipos de protección personal y procedimientos de emergencia.**

Esta capacitación debe ser continua y actualizada, especialmente cuando se introducen nuevas sustancias o se modifican los procesos. Asimismo, debe incluir tanto aspectos teóricos como prácticos, permitiendo que los trabajadores desarrollen competencias reales para enfrentar situaciones de riesgo.

Una capacitación adecuada reduce significativamente la probabilidad de errores humanos, que son una de las principales causas de accidentes en la industria minera.

### **Entrega y uso de equipos de protección personal**

El empleador tiene la obligación de proporcionar **equipos de protección personal adecuados**, en función de los riesgos identificados.

Esto incluye elementos como guantes, gafas de seguridad, respiradores, ropa especializada y otros equipos necesarios para proteger a los trabajadores frente a la exposición a sustancias químicas.

Además de la entrega, el empleador debe asegurar el **correcto uso, mantenimiento y reemplazo de estos equipos**, así como capacitar al personal en su utilización.

El uso de equipos de protección personal no reemplaza otras medidas de control, sino que actúa como una barrera adicional frente a los riesgos.

### **Supervisión y cumplimiento de procedimientos**

Otra obligación fundamental es la **supervisión del cumplimiento de los procedimientos de trabajo seguro** relacionados con el manejo de sustancias químicas.

El empleador debe verificar que las actividades se realicen conforme a los estándares establecidos, corrigiendo desviaciones y reforzando las buenas prácticas.

La supervisión constante permite identificar comportamientos inseguros, condiciones de riesgo y oportunidades de mejora, contribuyendo a fortalecer el sistema de gestión.

### **Preparación y respuesta ante emergencias**

El empleador debe garantizar que la organización esté preparada para responder de manera eficaz ante **emergencias químicas**, como derrames, fugas o exposiciones accidentales.

Esto implica contar con **planes de emergencia, equipos de respuesta, procedimientos claros y personal capacitado** para actuar en situaciones críticas.

La capacitación en respuesta a emergencias es esencial para minimizar las consecuencias de un incidente y proteger tanto a los trabajadores como al entorno.

### **Registro y documentación**

El empleador debe mantener registros que evidencien el cumplimiento de sus obligaciones, incluyendo documentación relacionada con **capacitación, entrega de equipos de protección, evaluaciones de riesgo e inspecciones**.

Estos registros son fundamentales tanto para la gestión interna como para procesos de fiscalización por parte de las autoridades.

Una adecuada gestión documental permite demostrar el compromiso de la empresa con la seguridad y facilita la mejora continua.

### **Importancia de la cultura de prevención**

Más allá del cumplimiento formal de obligaciones, es fundamental que el empleador promueva una **cultura de prevención**, donde la seguridad sea un valor compartido por toda la organización.

Esto implica fomentar la participación de los trabajadores, incentivar la comunicación de riesgos y promover comportamientos seguros en todas las actividades.

---

Una cultura sólida de seguridad contribuye a reducir incidentes y mejorar el desempeño general de la operación minera.

### **Importancia estratégica de las obligaciones del empleador**

El cumplimiento de las obligaciones del empleador en materia de sustancias químicas es esencial para garantizar operaciones **seguras, eficientes y sostenibles**.

Su adecuada implementación permite proteger la salud de los trabajadores, prevenir impactos ambientales y asegurar el cumplimiento de la normativa vigente.

En un entorno donde los riesgos químicos son significativos, el rol del empleador es clave para consolidar una gestión responsable y alineada con los más altos estándares de seguridad en la industria minera.

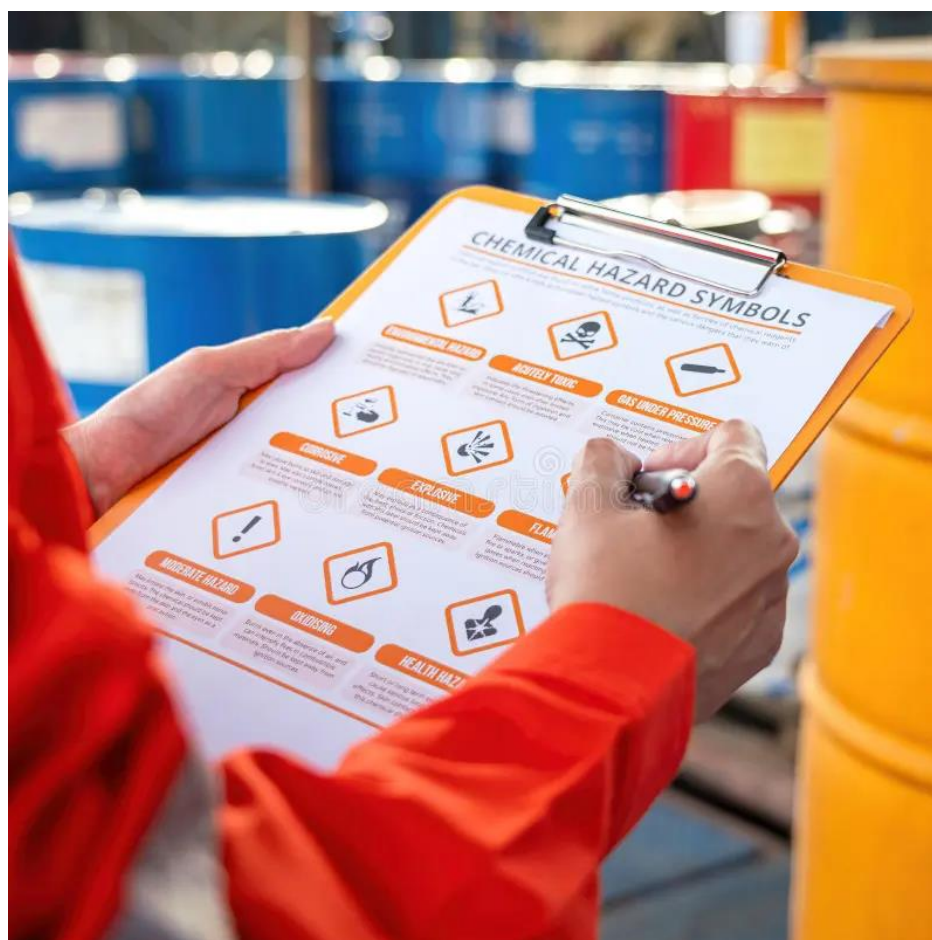
## **5.3 Inspecciones y entidades fiscalizadoras**

### **Importancia de las inspecciones en la gestión de sustancias químicas**

Las **inspecciones** constituyen una herramienta fundamental para verificar que las actividades relacionadas con el uso de sustancias químicas en la industria minera se desarrollen conforme a las **condiciones de seguridad, salud ocupacional y protección ambiental** establecidas.

A través de las inspecciones es posible identificar **condiciones inseguras, desviaciones en los procesos, incumplimientos normativos y oportunidades de mejora**, permitiendo actuar de manera preventiva antes de que ocurran incidentes.

En el contexto minero, donde el manejo de sustancias peligrosas es constante, las inspecciones permiten asegurar el control efectivo de los riesgos y fortalecer la gestión operativa.



### **Tipos de inspecciones en operaciones mineras**

Las inspecciones pueden clasificarse en **internas y externas**, dependiendo de quién las realiza y su finalidad.

Las **inspecciones internas** son ejecutadas por la propia empresa como parte de su sistema de control, con el objetivo de verificar el cumplimiento de procedimientos, evaluar condiciones de trabajo y prevenir riesgos.

Por otro lado, las **inspecciones externas** son realizadas por entidades del Estado y tienen como finalidad supervisar el cumplimiento de la normativa vigente.

Ambos tipos de inspección son complementarios y contribuyen a mantener un alto nivel de seguridad en la operación.

### **Aspectos evaluados durante las inspecciones**

Durante las inspecciones relacionadas con sustancias químicas, se evalúan múltiples aspectos críticos que influyen en la seguridad y el cumplimiento normativo.

Entre estos aspectos destacan el **almacenamiento adecuado de sustancias químicas, la correcta segregación de productos incompatibles, el estado de los envases, el etiquetado conforme al SGA y la disponibilidad de fichas de datos de seguridad.**

Asimismo, se revisa el uso de **equipos de protección personal, las condiciones de ventilación, la señalización de áreas de riesgo y la implementación de procedimientos de trabajo seguro.**

También se evalúa la gestión de residuos peligrosos, el control ambiental y la preparación ante emergencias químicas.

### **Entidades fiscalizadoras en el Perú**

En el Perú, la fiscalización del manejo de sustancias químicas en minería es realizada por diversas entidades, cada una con competencias específicas dentro de su ámbito de acción.

El **Ministerio del Ambiente (MINAM)** tiene un rol rector en la formulación de políticas ambientales y en la gestión de sustancias químicas a nivel nacional.

El **Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)** es responsable de supervisar el cumplimiento de las obligaciones ambientales por parte de las empresas, incluyendo aspectos relacionados con el manejo de residuos y el control de contaminantes.

La **Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (SUNAFIL)** supervisa el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo, incluyendo la exposición a sustancias químicas y las condiciones laborales.

El **Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI)** puede intervenir en aspectos relacionados con la seguridad de productos químicos en el mercado y la protección del consumidor.

Cada una de estas entidades cumple un rol complementario, contribuyendo a un sistema integral de fiscalización.

### **Proceso de fiscalización y supervisión**

El proceso de fiscalización generalmente incluye etapas como la **planificación de la inspección, ejecución en campo, recopilación de información, análisis de hallazgos y emisión de informes.**

Durante la inspección, los fiscalizadores pueden solicitar documentación, realizar verificaciones físicas, entrevistar al personal y tomar muestras para análisis.

Una vez finalizado el proceso, se emiten observaciones o recomendaciones, y en caso de incumplimientos, se pueden iniciar procedimientos administrativos.

Este proceso permite asegurar que las empresas mantengan condiciones adecuadas de operación y cumplan con sus obligaciones legales.

### **Gestión de observaciones y hallazgos**

Cuando se identifican observaciones durante una inspección, la empresa debe implementar **acciones correctivas** para subsanar las deficiencias detectadas.

Esto implica analizar las causas del problema, definir medidas específicas y realizar un seguimiento para asegurar su cumplimiento.

La gestión adecuada de los hallazgos es fundamental para evitar sanciones y mejorar el desempeño del sistema de gestión.

### **Importancia de la preparación ante inspecciones**

Las empresas mineras deben estar preparadas de manera permanente para enfrentar procesos de inspección, manteniendo sus operaciones en condiciones de **cumplimiento continuo.**

Esto implica contar con documentación actualizada, procedimientos implementados y personal capacitado, así como mantener las instalaciones en condiciones seguras.

La preparación no debe enfocarse únicamente en la inspección en sí, sino en garantizar que el sistema de gestión funcione correctamente en todo momento.

### **Relación entre inspecciones y mejora continua**

Las inspecciones no deben ser vistas únicamente como un mecanismo de control externo, sino como una oportunidad para mejorar la gestión de sustancias químicas.

Los resultados de las inspecciones permiten identificar debilidades, optimizar procesos y fortalecer las medidas de seguridad, contribuyendo a la **mejora continua**.

Una organización que aprovecha las inspecciones como herramienta de aprendizaje logra un mayor nivel de madurez en su sistema de gestión.

### **Importancia estratégica de la fiscalización**

La fiscalización es un componente esencial para garantizar que las operaciones mineras se desarrollen de manera **segura, responsable y conforme a la normativa vigente**.

Su correcta aplicación permite proteger la salud de los trabajadores, prevenir impactos ambientales y fortalecer la confianza entre las empresas, las autoridades y la sociedad.

En un entorno regulatorio cada vez más exigente, el cumplimiento de las disposiciones fiscalizadoras se convierte en un factor clave para la sostenibilidad y continuidad de las operaciones mineras.

## **5.4 Infracciones y sanciones administrativas**

### **Concepto de infracciones en la gestión de sustancias químicas**

Las **infracciones administrativas** en el ámbito de la gestión de sustancias químicas corresponden a todo **incumplimiento de las obligaciones legales, técnicas y operativas** establecidas en la normativa vigente. En la industria minera, estas infracciones pueden estar relacionadas con el **manejo inadecuado de sustancias peligrosas, la falta de control de riesgos, el incumplimiento de procedimientos o la ausencia de medidas de seguridad.**

Las infracciones no solo representan una falta frente a la autoridad, sino también una señal de debilidad en el sistema de gestión de la empresa, lo que puede traducirse en **riesgos para la salud de los trabajadores, daños al medio ambiente y pérdidas operativas.**

### **Tipos de infracciones en el manejo de sustancias químicas**

Las infracciones pueden clasificarse según su gravedad en **leves, graves y muy graves**, dependiendo del nivel de riesgo generado y de las consecuencias potenciales o reales.

Las infracciones leves suelen estar relacionadas con **incumplimientos formales o administrativos**, como deficiencias en el registro de información o documentación incompleta.

Las infracciones graves implican situaciones que pueden generar **riesgos significativos para la seguridad o el ambiente**, como almacenamiento inadecuado de sustancias peligrosas, falta de capacitación del personal o ausencia de medidas de control.

Las infracciones muy graves corresponden a casos donde existe un **alto riesgo o daño efectivo**, como derrames no controlados, exposición severa de trabajadores o contaminación ambiental significativa.

Esta clasificación permite a las autoridades aplicar sanciones proporcionales a la magnitud del incumplimiento.

### **Principales incumplimientos en operaciones mineras**

En el contexto minero, algunos de los incumplimientos más frecuentes relacionados con sustancias químicas incluyen el **almacenamiento incorrecto de productos peligrosos, la falta de etiquetado conforme al SGA, la ausencia de fichas de datos de seguridad, el manejo inadecuado de residuos peligrosos y la falta de capacitación del personal.**

Asimismo, se consideran infracciones el **incumplimiento de condiciones ambientales, la falta de monitoreo, la no implementación de medidas de control y la omisión en la comunicación de incidentes.**

Estos incumplimientos pueden ser detectados durante inspecciones y auditorías, dando lugar a procedimientos sancionadores.

### **Sanciones administrativas aplicables**

Las **sanciones administrativas** son medidas impuestas por las autoridades competentes como consecuencia de la comisión de infracciones. Estas sanciones tienen como finalidad **corregir el incumplimiento, prevenir su repetición y garantizar la protección de la salud y el medio ambiente.**

Entre las sanciones más comunes se encuentran las **multas económicas**, que pueden variar en función de la gravedad de la infracción y el tamaño de la empresa.

Además, las autoridades pueden imponer medidas como la **paralización temporal de actividades, clausura de instalaciones, suspensión de autorizaciones o requerimientos de adecuación obligatoria.**

En casos graves, las sanciones pueden tener un impacto significativo en la continuidad de la operación minera.

### **Procedimiento administrativo sancionador**

El proceso sancionador generalmente se inicia cuando una autoridad detecta un incumplimiento durante una inspección o a partir de una denuncia.

Este procedimiento incluye etapas como la **notificación del incumplimiento, el derecho de defensa de la empresa, la evaluación de pruebas y la emisión de una resolución final.**

Durante este proceso, la empresa tiene la oportunidad de presentar descargos y evidencias que demuestren el cumplimiento o la corrección de la infracción.

El respeto al debido proceso es un principio fundamental en la aplicación de sanciones administrativas.

### **Medidas correctivas y preventivas**

Además de las sanciones, las autoridades pueden exigir la implementación de **medidas correctivas**, orientadas a subsanar las deficiencias detectadas.

Estas medidas pueden incluir la mejora de condiciones de almacenamiento, la actualización de procedimientos, la capacitación del personal o la implementación de sistemas de control más estrictos.

Asimismo, es importante que la empresa adopte medidas preventivas que eviten la repetición de la infracción, fortaleciendo su sistema de gestión.

### **Impacto de las sanciones en la operación minera**

Las sanciones administrativas no solo tienen un impacto económico, sino que también pueden afectar la **reputación de la empresa, su relación con las autoridades y su licencia social para operar.**

Un historial de incumplimientos puede generar desconfianza en la comunidad y aumentar la presión regulatoria, afectando la continuidad de las operaciones.

Por ello, es fundamental adoptar un enfoque preventivo que priorice el cumplimiento y la gestión adecuada de los riesgos.

### **Importancia del cumplimiento normativo**

El cumplimiento de la normativa en materia de sustancias químicas es esencial para garantizar operaciones **seguras, responsables y sostenibles**.

Una empresa que cumple con sus obligaciones no solo evita sanciones, sino que también mejora su desempeño operativo y fortalece su imagen institucional.

El cumplimiento debe ser entendido como una inversión en seguridad y sostenibilidad, más que como una carga administrativa.

### **Importancia estratégica de la gestión de infracciones**

La adecuada gestión de infracciones y sanciones permite a las empresas identificar debilidades en su sistema de gestión y transformarlas en oportunidades de mejora.

Al analizar las causas de los incumplimientos y aplicar medidas correctivas, es posible fortalecer los procesos y reducir la probabilidad de futuros incidentes.

En consecuencia, la gestión de infracciones y sanciones es un componente clave para asegurar una operación minera **eficiente, segura y alineada con los más altos estándares de cumplimiento normativo**.

## **5.5 Buenas prácticas internacionales y alineación OCDE**

### **Importancia de las buenas prácticas internacionales en la gestión de sustancias químicas**

Las **buenas prácticas internacionales** representan un conjunto de lineamientos, estándares y enfoques reconocidos globalmente que buscan garantizar una **gestión segura, eficiente y sostenible de las sustancias químicas**. En la industria minera, su adopción es fundamental para reducir riesgos, mejorar el desempeño operativo y asegurar el cumplimiento de expectativas regulatorias cada vez más exigentes.

Estas prácticas van más allá del cumplimiento mínimo legal, promoviendo una cultura de **prevención, control y mejora continua**, basada en la experiencia acumulada a nivel mundial y en estándares técnicos ampliamente aceptados.

## Alineación con estándares de la OCDE

La **Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)** promueve principios y herramientas orientadas a mejorar la gestión de sustancias químicas, con énfasis en la **protección de la salud humana y el medio ambiente**.

La alineación con estos estándares implica adoptar enfoques como la **evaluación sistemática de riesgos, la transparencia en la información, la trazabilidad de sustancias y la responsabilidad extendida de los actores involucrados**.

En el caso del Perú, el fortalecimiento del marco normativo en sustancias químicas responde, en parte, a la necesidad de **acercarse a los estándares promovidos por la OCDE**, especialmente en el contexto de integración a mercados internacionales y mejora de la gobernanza ambiental.



## Enfoque de gestión integral de sustancias químicas

Una de las principales buenas prácticas internacionales es la adopción de un enfoque de **gestión integral**, que considera todas las etapas del ciclo de vida de las sustancias químicas.

Este enfoque permite integrar aspectos de **seguridad, salud ocupacional y protección ambiental**, asegurando que los riesgos sean gestionados de manera coherente desde la adquisición hasta la disposición final.

La gestión integral también implica la coordinación entre diferentes áreas de la empresa, promoviendo una visión sistémica en la toma de decisiones.

### **Transparencia y acceso a la información**

Otra práctica clave es la promoción de la **transparencia en la información**, asegurando que los datos sobre sustancias químicas sean accesibles tanto para las autoridades como para los trabajadores y, en algunos casos, para la sociedad.

Esto incluye la disponibilidad de **fichas de datos de seguridad, etiquetado claro y registros de sustancias**, así como la comunicación efectiva de los riesgos.

La transparencia permite fortalecer la confianza entre las empresas, las autoridades y las comunidades, contribuyendo a una gestión más responsable.

### **Responsabilidad de los actores en la cadena de suministro**

Las buenas prácticas internacionales establecen que todos los actores involucrados en la cadena de suministro de sustancias químicas deben asumir un rol activo en su gestión.

Esto incluye a **fabricantes, importadores, distribuidores y usuarios finales**, quienes deben garantizar que las sustancias sean manejadas de manera segura en cada etapa.

Este enfoque, conocido como **responsabilidad compartida**, permite distribuir las obligaciones y asegurar que los riesgos sean controlados de manera integral.

### **Aplicación del principio de precaución**

El **principio de precaución** es una base fundamental en la gestión moderna de sustancias químicas. Este principio establece que, ante la posibilidad de un riesgo significativo, deben adoptarse medidas preventivas incluso cuando no exista certeza científica absoluta.

En la minería, esto implica implementar controles adicionales cuando se manejan sustancias de alta peligrosidad, priorizando la protección de la salud y el medio ambiente.

## **Mejora continua y gestión basada en riesgos**

Las buenas prácticas internacionales promueven la implementación de sistemas de **mejora continua**, donde las empresas evalúan constantemente su desempeño y aplican acciones para optimizar sus procesos.

Este enfoque se basa en la **gestión basada en riesgos**, que permite priorizar los esfuerzos en función del nivel de peligrosidad de las sustancias y las condiciones operativas.

La mejora continua se apoya en herramientas como auditorías, indicadores de desempeño y análisis de incidentes, que permiten fortalecer el sistema de gestión.

## **Adopción de estándares internacionales en minería**

En la industria minera, la adopción de estándares internacionales es cada vez más común, especialmente en empresas que operan en mercados globales o que buscan financiamiento internacional.

Estos estándares incluyen prácticas relacionadas con la **gestión de sustancias peligrosas, control de residuos, monitoreo ambiental y seguridad ocupacional**, alineadas con principios internacionales.

La implementación de estos estándares permite mejorar la competitividad, reducir riesgos y demostrar compromiso con la sostenibilidad.

## **Importancia estratégica de la alineación internacional**

La alineación con buenas prácticas internacionales y estándares de la OCDE permite a las empresas mineras operar bajo criterios de **excelencia, responsabilidad y sostenibilidad**.

Esto no solo facilita el cumplimiento normativo, sino que también mejora la reputación de la empresa, fortalece la confianza de los inversionistas y contribuye a la aceptación social de la actividad minera.

En un contexto globalizado, donde las exigencias ambientales y sociales son cada vez mayores, la adopción de estas prácticas se convierte en un elemento clave para asegurar la **viabilidad y continuidad de las operaciones mineras**.

Este curso ha sido desarrollado por **INFOSET** con el objetivo de proporcionar a los trabajadores, técnicos y profesionales del sector minero en el Perú las **competencias fundamentales en la gestión de sustancias químicas**, orientadas al manejo seguro, controlado y responsable de productos químicos en operaciones mineras, contribuyendo a un entorno laboral más seguro, eficiente y ambientalmente sostenible.

Creemos firmemente que el conocimiento en **sustancias químicas** no es solo una herramienta técnica, sino una base esencial para la **seguridad, la salud ocupacional y la protección del medio ambiente**. Comprender las propiedades de los productos químicos, sus riesgos asociados y las medidas de control es clave para prevenir accidentes, evitar exposiciones peligrosas y minimizar impactos ambientales en la actividad minera.

Este curso busca acercar los conceptos de **identificación de peligros químicos, clasificación según el SGA, evaluación de riesgos, almacenamiento, transporte, manipulación segura y gestión de residuos peligrosos** al trabajo cotidiano del profesional minero. Desde la interpretación de etiquetas y fichas de datos de seguridad, hasta la aplicación de controles operativos y cumplimiento normativo, todo es explicado en un lenguaje claro, práctico y aplicable, evitando tecnicismos innecesarios.

Es fundamental que los participantes apliquen lo aprendido en sus funciones diarias, promoviendo una **cultura de prevención de riesgos químicos**, el uso responsable de sustancias peligrosas y el cumplimiento de las normas vigentes. Una operación minera segura no depende únicamente de los procedimientos establecidos, sino del **criterio técnico, la disciplina operativa y la toma de decisiones informadas** por parte de cada trabajador.

La difusión de este contenido está permitida siempre que se mantenga el reconocimiento a **INFOSET** como entidad autora. Compartir este conocimiento forma parte de nuestra misión: **democratizar el acceso a la formación técnica y especializada**, especialmente en sectores estratégicos como la minería.

Agradecemos a cada participante por su interés, tiempo y compromiso con su desarrollo profesional. Con cada persona que fortalece sus conocimientos en gestión de sustancias químicas, la minería peruana avanza hacia un futuro más **seguro, responsable y alineado con los más altos estándares de seguridad y sostenibilidad**.

**Administración de INFOSET**