



INFORMACIÓN Y SERVICIOS TECNOLÓGICOS

Bloqueo y Etiquetado de Energías Peligrosas (LOTO)

Curso orientado a desarrollar habilidades para identificar, controlar y gestionar energías peligrosas en operaciones mineras, promoviendo la correcta aplicación del programa LOTO, el uso seguro de dispositivos de bloqueo y etiquetado, y la implementación de procedimientos que protejan la seguridad de los trabajadores, la integridad de los equipos y la continuidad de las operaciones.

CURSO: BLOQUEO Y ETIQUETADO DE ENERGÍAS PELIGROSAS (LOTO)



CONTENIDO

1. Fundamentos del LOTO en Minería

- 1.1. ¿Qué es LOTO y por qué es crítico en minería?
- 1.2. Marco legal: D.S. N° 024-2016-EM
- 1.3. Accidentes por energías no controladas en minería
- 1.4. Responsabilidades del personal minero

2. Identificación de Energías Peligrosas

- 2.1. Energía eléctrica en equipos y subestaciones
- 2.2. Energía mecánica: maquinaria pesada y sistemas móviles
- 2.3. Energía hidráulica, neumática y de presión
- 2.4. Energía potencial: gravedad, resortes, materiales almacenados
- 2.5. Energía térmica y química

3. Equipos y Dispositivos de Bloqueo

- 3.1. Candados de seguridad personales y grupales
- 3.2. Dispositivos de bloqueo para equipos mineros
- 3.3. Etiquetas, tarjetas y señalización
- 3.4. Kits de LOTO y estaciones de bloqueo

4. Procedimiento de Bloqueo y Etiquetado

- 4.1. Preparación y notificación
- 4.2. Apagado y aislamiento de energías
- 4.3. Aplicación de dispositivos de bloqueo
- 4.4. Liberación de energía residual
- 4.5. Verificación de Cero Energía

5. Aplicaciones en Equipos Mineros

- 5.1. LOTO en palas y excavadoras
- 5.2. LOTO en camiones mineros
- 5.3. LOTO en sistemas de chancado y molienda
- 5.4. LOTO en fajas transportadoras

6. Bloqueo Grupal y Situaciones Especiales

- 6.1. Procedimiento de LOTO grupal
- 6.2. Cambio de guardia durante bloqueo
- 6.3. Coordinación entre áreas y contratistas
- 6.4. Procedimientos de emergencia

7. Restablecimiento y Gestión

- 7.1. Inspección y retiro seguro de bloqueos
- 7.2. Reenergización y puesta en marcha
- 7.3. Auditorías y documentación

1. Fundamentos del LOTO en Minería

1.1. ¿Qué es LOTO y por qué es crítico en minería?

El **Bloqueo y Etiquetado de Energías Peligrosas (LOTO)** es un procedimiento preventivo diseñado para garantizar que cualquier maquinaria, equipo o sistema industrial quede completamente aislado de sus fuentes de energía antes de que un trabajador realice actividades de **mantenimiento, inspección, reparación, limpieza o desbloqueo de fallas**. Su finalidad es asegurar que **no exista la posibilidad de una puesta en marcha inesperada**, un **arranque automático**, o una **liberación súbita de energía residual**, situaciones que pueden provocar accidentes graves o mortales.



En minería, el LOTO adquiere un rol fundamental debido a que este sector opera con **altos niveles de riesgo**, múltiples sistemas energizados y equipos de gran escala. Las operaciones mineras involucran maquinaria pesada, sistemas eléctricos de alta tensión, líneas hidráulicas y neumáticas presurizadas, componentes mecánicos en movimiento, fajas transportadoras, chancadoras, molinos, sistemas de bombeo, entre otros. Cualquiera de estos elementos puede causar lesiones severas si no se controla adecuadamente la energía.

El procedimiento LOTO se basa en tres pilares esenciales:

1. **Aislamiento físico de las energías** mediante dispositivos de bloqueo que impiden el accionamiento de interruptores, válvulas o mecanismos.
2. **Identificación visible del riesgo** mediante etiquetas que informan quién aisló el equipo, por qué motivo y en qué condición se encuentra.
3. **Verificación de cero energía**, asegurando que no haya tensión eléctrica, presión residual, partes móviles activas o energía almacenada.

La aplicación correcta del LOTO previene incidentes como:

- Arranques inesperados de maquinaria pesada.
- Electrocuciones por energías residuales o reconexiones no autorizadas.
- Liberación violenta de presión hidráulica o neumática.
- Caída de componentes en estado de energía potencial.
- Atrapamientos en sistemas mecánicos no aislados.

En minería se han registrado numerosos accidentes ocasionados por **energías no controladas**, muchos de ellos con consecuencias fatales. La mayoría se debe a procedimientos incompletos, falta de supervisión, inexistencia de dispositivos de bloqueo adecuados o la omisión del paso de verificación de energía cero.

Por esa razón, el LOTO es considerado un **control crítico de riesgo**, indispensable en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, y obligatorio según la legislación minera vigente.

Implementar el LOTO correctamente contribuye a:

- Proteger la integridad del trabajador autorizado y del personal afectado.
- Reducir incidentes que generan pérdidas operativas, daños a equipos o interrupciones del proceso.
- Fortalecer la cultura de seguridad dentro de la operación minera.
- Asegurar el cumplimiento de los estándares legales y normativos del sector.

El uso disciplinado del LOTO no es únicamente un requisito; es una práctica que salva vidas y sostiene la continuidad de las actividades mineras de manera segura y controlada.

1.2. Marco legal: D.S. N° 024-2016-EM

El Decreto Supremo N.º 024-2016-EM establece el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería — la normativa de referencia en el Perú para regular las condiciones mínimas de seguridad y salud en el sector minero.

Alcance y propósito del reglamento

- El reglamento aplica a **todas las actividades mineras y conexas**, ya sea de gran escala, mediana o pequeña minería, así como a trabajadores directos y a quienes laboran mediante empresas contratistas o subcontratistas.
- Su objetivo principal es **prevenir incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales**, promoviendo una cultura de prevención de riesgos laborales en el sector minero.
- La norma establece **estándares mínimos obligatorios**, pero permite que las operaciones puedan ir más allá, es decir, se pueden y deben implementar medidas más estrictas si la situación lo requiere.

Principales obligaciones y responsabilidades bajo el D.S. 024-2016-EM

- El titular de la actividad minera debe garantizar la seguridad y salud ocupacional de todos los trabajadores - propios y de contratistas - tanto dentro de la mina como en sus áreas de influencia.
- Los supervisores deben asegurar que se cumpla con el reglamento interno de seguridad, que los trabajadores estén informados de los riesgos, que utilicen equipos de protección personal apropiados, que se realicen inspecciones, y que se investiguen situaciones peligrosas.
- Deben implementarse sistemas de gestión de seguridad y salud ocupacional, con identificación de peligros, evaluación de riesgos, controles adecuados, vigilancia de la salud (exámenes médicos), y mantenimiento de condiciones seguras de trabajo.

Relevancia del D.S. 024-2016-EM para LOTO

- Puesto que la norma regula la seguridad en minería de forma integral, el uso de procedimientos como LOTO queda respaldado como una **medida de control obligatorio** dentro del sistema de gestión de riesgos. Las disposiciones obligan a controlar energías, identificar peligros, asegurar mantenimiento seguro y definir responsabilidades claras.
- Bajo esta normativa, cualquier operación minera debe cumplir con protocolos internos (o superiores) que integren aislamiento, bloqueo, etiquetado y verificación de energías peligrosas antes de trabajos de mantenimiento o intervención en equipos.
- El decreto exige que tanto la empresa minera como contratistas y personal involucrado asuman responsabilidades claras, lo que consolida legalmente que LOTO no es una sugerencia, sino una obligación de seguridad.

1.3. Accidentes por energías no controladas en minería

En el sector minero, muchos de los accidentes graves, incluyendo lesiones graves o muertes, se originan por la liberación inesperada o inadecuada de energías peligrosas cuando no se han aplicado correctamente procedimientos de aislamiento, bloqueo y etiquetado (LOTO). A continuación, se describen las principales características de estos accidentes, sus causas frecuentes y por qué subrayan la necesidad crítica de implementar el LOTO.

Principales tipos de accidentes por energías no controladas

- **Arranques inesperados de maquinaria:** cuando equipos pesados se activan sin haber sido aislados, pueden provocar atrapamientos, golpes, aplastamientos o cortes.
- **Descarga eléctrica:** trabajadores expuestos a tensiones eléctricas residuales o reconnexiones accidentales pueden sufrir electrocuciones graves.
- **Liberación de presión hidráulica o neumática:** sistemas con fluidos bajo presión que no han sido despresurizados pueden liberar energía súbitamente, provocando explosiones, proyección de partes metálicas o golpes muy fuertes.

- **Liberación de energía mecánica o gravitacional:** partes móviles, cargas suspendidas, resortes, materiales estables bajo tensión —si no son asegurados— pueden caer, deslizarse o moverse de forma inesperada.
- **Energía térmica o química:** contacto con superficies calientes, fluidos calientes, vapor, sustancias reactivas o químicas peligrosas si no se controla su desconexión puede causar quemaduras, reacciones peligrosas o exposición tóxica.

Datos y estadísticas recientes que evidencian el problema

- En informes del sector minero en Chile, de los accidentes fatales acumulados en los últimos 25 años, una parte significativa se debió a “contacto con energía eléctrica” en la categoría de accidentes en gran y mediana minería.
- En el Perú, según reportes recientes, los accidentes mortales en operaciones mineras incluyen, entre sus causas, eventos vinculados a fallos en maquinaria, instalaciones auxiliares, transporte y áreas donde el control de energía e instalaciones eléctricas/mecánicas es crítico.
- Más allá de cifras, se observan tragedias en todo el mundo: por ejemplo, desastres mineros asociados a fallos en el control de energía, movimiento de maquinaria o fallas de sistemas de mantenimiento evidencian la gravedad de estos riesgos.

Estas realidades confirman que las “energías peligrosas” eléctricas, mecánicas, hidráulicas, neumáticas, térmicas o gravitacionales - son causa frecuente e importante de accidentes con consecuencias graves en minería.

Causas frecuentes del fallo en control de energía

- Falta de procedimientos formales y estandarizados de aislamiento o bloqueo antes del mantenimiento o intervención.
- Omisión del paso de verificación de “energía cero” no comprobar física ni eléctricamente que el equipo está completamente desenergizado.
- Uso deficiente o inexistente de dispositivos de bloqueo/etiquetado adecuados (candados, señalización, válvulas de cierre, bloqueadores mecánicos, etc.).
- Falta de capacitación del personal o deficiente cultura de seguridad: los trabajadores no son conscientes de los riesgos o no siguen los protocolos.

- Presión por producción: en contextos de alta demanda se prioriza rapidez sobre seguridad, lo que incrementa la probabilidad de omisiones.
- Supervisión inadecuada, negligencia en la coordinación entre equipos o contratistas, y ausencia de control riguroso antes de reenergizar equipos.

Por qué estos accidentes refuerzan la necesidad del LOTO

- **Prevención de lesiones y muertes:** al asegurar energías peligrosas antes de intervenir equipos, se reducen dramáticamente los riesgos de accidentes.
- **Reducción de pérdidas operativas y daños a equipos:** un accidente causa no solo daño humano, sino también paros de producción, reparaciones costosas, investigaciones y sanciones.
- **Promoción de cultura de seguridad:** implementar LOTO sistemáticamente contribuye a que todos los trabajadores reconozcan energías peligrosas y adopten hábitos seguros.
- **Cumplimiento normativo y responsabilidad legal:** las empresas mineras se adecuan a normativas nacionales/regionales de seguridad, lo que protege tanto a la empresa como al personal.
- **Confianza en operación segura y sostenibilidad del negocio:** operaciones responsables con seguridad reducen riesgos laborales y mejoran la reputación de la empresa.

1.4. Responsabilidades del personal minero

En el marco del D.S. 024-2016-EM - Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería, todo el personal minero (trabajadores, supervisores, contratistas) tiene responsabilidades claras para garantizar la seguridad y salud en las operaciones mineras.

Principales responsabilidades de los trabajadores

- Deben ser responsables de su propia seguridad y de la seguridad de sus compañeros, actuando con diligencia y atención al riesgo.
- No deben manipular ni operar máquinas, válvulas, tuberías, conductores eléctricos u otros sistemas energizados si no están capacitados y autorizados.

- Deben usar correctamente las máquinas, equipos, herramientas y unidades de transporte, respetando las normas de operación segura.
- Tienen la obligación de reportar de forma inmediata cualquier incidente, situación peligrosa o accidente de trabajo, así como contribuir en la investigación y registro de estos eventos.
- Deben participar en los procesos de identificación de peligros, evaluación de riesgos y aplicación de las medidas de control establecidas (por ejemplo, mediante IPERC, PETS, procedimientos internos).
- No deben presentarse a trabajar bajo la influencia de alcohol o drogas, ni introducir estas sustancias al centro de trabajo.
- Deben cumplir estrictamente las instrucciones, normas internas de seguridad, procedimientos establecidos y usar el Equipo de Protección Personal (EPP) adecuado.
- Deben asistir obligatoriamente a todas las capacitaciones programadas por la empresa en materia de seguridad y salud ocupacional.

Responsabilidades del personal de supervisión y responsables de seguridad

Además de las responsabilidades comunes, quienes tienen funciones de supervisión o cargos de responsabilidad deben:

- Verificar que todos los trabajadores cumplan con el reglamento y las normas internas de seguridad.
- Asegurar el orden y limpieza en las áreas de trabajo bajo su supervisión, mantener condiciones seguras, y garantizar que las áreas peligrosas estén identificadas y controladas.
- Garantizar que antes de iniciar cualquier trabajo de mantenimiento, reparación o intervención en maquinaria o sistemas, se cumplan los procedimientos de control de energía, bloqueo y etiquetado (LOTO) u otras medidas de aislamiento.
- Informar a los trabajadores sobre los riesgos del lugar de trabajo, capacitar en prácticas seguras, uso de EPP e informar de peligros identificados.
- Actuar inmediatamente frente a cualquier peligro identificado, suspender operaciones si fuera necesario y garantizar condiciones seguras antes de reanudar actividades.

- Participar en la investigación de incidentes, accidentes o situaciones peligrosas, y en la elaboración de acciones correctivas y preventivas.

Importancia de asumir estas responsabilidades para la seguridad minera

La correcta asunción de estas responsabilidades por parte de todos los miembros del equipo minero, desde operarios hasta supervisores - es fundamental para:

- Evitar accidentes derivados de energías peligrosas, errores operativos, negligencia o incumplimiento de normas.
- Garantizar un entorno de trabajo seguro, con riesgo controlado, incluso ante mantenimiento, paradas o eventualidades.
- Fortalecer la cultura institucional de seguridad, donde cada persona entiende su rol y contribuye activamente a la prevención.
- Cumplir con la normativa vigente, protegiendo no solo la integridad física del trabajador sino también la responsabilidad legal de la empresa.
- Mantener la continuidad operativa, reduciendo interrupciones, paradas forzadas o costos por incidentes.

2. Identificación de Energías Peligrosas

2.1. Energía eléctrica en equipos y subestaciones

La **energía eléctrica** es una de las energías peligrosas más críticas en la minería debido a la gran cantidad de maquinaria pesada, sistemas de bombeo, ventilación, subestaciones, tableros eléctricos y equipos de gran potencia utilizados en superficie y socavón. Su control adecuado es fundamental, ya que incluso pequeñas fallas pueden causar choques eléctricos, quemaduras severas, incendios, explosiones o fallas catastróficas en equipos.

Descripción general de la energía eléctrica en operaciones mineras

En una operación minera moderna se utilizan sistemas eléctricos que pueden ir desde **baja tensión ($\leq 1 \text{ kV}$)** hasta **media y alta tensión (superior a 1 kV y usualmente hasta 138 kV o más)**, según el tamaño de la operación, los equipos y los sistemas de distribución. Las subestaciones y tableros eléctricos son esenciales para alimentar bombas, fajas transportadoras, perforadoras, locomotoras eléctricas, sistemas de ventilación, plantas de procesamiento, campamentos y talleres.



La energía eléctrica puede estar presente incluso cuando el equipo se encuentra detenido, por lo cual su correcta identificación es un paso obligatorio antes de aplicar LOTO.

Riesgos asociados a la energía eléctrica en minería

La energía eléctrica representa peligros que pueden ocurrir tanto por contacto directo como indirecto:

- Choque eléctrico: causado por contacto con partes energizadas, conductores expuestos o fallas de aislamiento.
- Arco eléctrico: fenómeno extremadamente peligroso que genera temperaturas superiores a miles de grados Celsius, pudiendo provocar quemaduras graves, incendios y daños significativos a equipos.
- Fallas de aislamiento y cortocircuitos: comunes en ambientes húmedos y con presencia de polvo conductor.
- Energización inesperada durante mantenimiento: cuando un equipo aparentemente "apagado" sigue recibiendo alimentación desde una fuente remota.
- Retroalimentación de energía: generada por dispositivos como motores, generadores o baterías internas.
- Descargas estáticas: especialmente críticas en operaciones donde se maneja material inflamable o sistemas electrónicos sensibles.

Equipos y sistemas que pueden mantener energía eléctrica peligrosa

La energía eléctrica puede permanecer almacenada o activa en distintos equipos incluso después de haberlos detenido. Entre los principales se encuentran:

- Equipos móviles eléctricos o híbridos.
- Centros de control de motores (MCC).
- Tableros eléctricos de distribución.
- Subestaciones transformadoras y celdas de media/alta tensión.
- Fajas transportadoras y sistemas de arranque suave o variadores de velocidad.
- Bombas, ventiladores, compresores y sistemas automatizados.
- Perforadoras eléctricas y maquinaria pesada alimentada por cables.
- Sistemas de batería o bancos de capacitores que mantienen energía remanente.

El personal debe identificar no solo la fuente principal, sino también las **fuentes secundarias y energías residuales** antes de intervenir un sistema.

Puntos críticos para la identificación correcta de energía eléctrica

Para aplicar el control de energía de manera segura, el trabajador debe reconocer:

- **Los puntos de desconexión física**, como interruptores, seccionadores, cuchillas o breakers.
- **La presencia de energía remanente**, especialmente en capacitores, variadores o equipos electrónicos.
- **Las líneas activas que pueden alimentar el sistema desde otra área**, como retornos de carga o circuitos interconectados.
- **Las zonas con riesgo de arco eléctrico**, determinadas mediante estudios específicos de la instalación.
- **Las conexiones improvisadas o no normalizadas**, que representan un riesgo elevado en operaciones con alto desgaste.
- **La visibilidad de conductores deteriorados o aislaciones comprometidas**, comunes en ambientes mineros húmedos o abrasivos.

Importancia de la identificación previa al bloqueo

Antes de colocar cualquier candado o aplicar LOTO, es obligatorio identificar de forma clara:

- Dónde se encuentra la energía.
- Cómo se transmite.
- Cuál es el punto seguro para aislarla.
- Si existe energía almacenada o respaldo.
- Si existe riesgo de reenergización accidental.

Una identificación incorrecta puede resultar en energización inesperada durante el mantenimiento, una de las principales causas de accidentes graves en minería a nivel mundial.

Conclusión

La energía eléctrica es una de las energías más peligrosas presentes en minería debido a su capacidad de causar accidentes severos en fracciones de segundo. Por ello, su **identificación precisa**, acompañada de procedimientos de bloqueo y verificación, constituye un requisito indispensable para realizar cualquier intervención en equipos eléctricos o sistemas que dependan de ellos.

2.2. Energía mecánica: maquinaria pesada y sistemas móviles

La **energía mecánica** es una de las formas de energía peligrosa más comunes en minería debido al uso intensivo de maquinaria pesada, sistemas móviles, equipos de gran potencia y elementos con movimiento continuo. Esta energía puede causar atrapamientos, golpes, cortes, aplastamientos y proyecciones de materiales si no se controla adecuadamente mediante procedimientos de bloqueo y etiquetado.

Naturaleza de la energía mecánica en operaciones mineras

La energía mecánica está presente en todos los sistemas que generan, transmiten o almacenan movimiento. En minería, esta energía se manifiesta principalmente en:

- Maquinaria pesada como camiones mineros, palas, excavadoras, cargadores frontales y perforadoras.
- Sistemas móviles como fajas transportadoras, molinos, trituradoras, zarandas vibratorias y poleas.
- Componentes que dependen de engranajes, ejes, cadenas, correas, rodillos y sistemas de transmisión.
- Equipos con partes rotativas o con movimientos repetitivos, incluso cuando se encuentran en modo de espera o apagados.

Incluso cuando un equipo ha sido detenido, la energía mecánica puede permanecer almacenada, generando riesgos si no se libera correctamente.

Riesgos asociados a la energía mecánica

Los riesgos mecánicos pueden producirse de manera súbita e impredecible. Entre los peligros más relevantes se encuentran:

- Atrapamiento entre partes móviles, como rodillos, correas, engranajes o puntos de presión.
- Aplastamiento por el desplazamiento inesperado de maquinaria pesada.
- Cizallamiento en zonas donde dos superficies se acercan o cortan.
- Proyección de piezas, rocas o fragmentos debido a fallas mecánicas o arranques inesperados.
- Golpes y colisiones con equipos que se mueven sin previo aviso.
- Deslizamientos o caídas de componentes suspendidos como cucharones, brazos hidráulicos o implementos de carga.

Estos accidentes son frecuentes cuando se realizan tareas de mantenimiento, lubricación, limpieza, ajuste o inspección sin un aislamiento adecuado.

Equipos donde la energía mecánica representa un riesgo crítico

La energía mecánica está presente en prácticamente toda la cadena operativa minera. Los equipos más críticos incluyen:

- Fajas transportadoras, rodillos, poleas y sistemas de tensión.
- Chancadoras, molinos SAG, molinos de bolas y sistemas de reducción.
- Excavadoras hidráulicas, palas eléctricas y cargadores frontales.
- Camiones mineros, tractores, motoniveladoras y equipos auxiliares.
- Perforadoras rotativas, jumbos y equipos de sostentamiento con partes móviles.
- Rastras, winches, malacates y sistemas de izaje.

Todos estos equipos pueden activarse inesperadamente si reciben energía eléctrica, hidráulica o neumática, o si existe energía mecánica almacenada en resortes, masas elevadas o piezas bajo tensión.

Energía mecánica almacenada

Incluso cuando el equipo se encuentra apagado, la energía mecánica puede permanecer acumulada en:

- Volantes de inercia.
- Resortes comprimidos o estirados.
- Cintas transportadoras tensadas.
- Brazos, cucharones o implementos suspendidos por gravedad.
- Ejes o rotores que continúan girando por inercia.
- Componentes que mantienen presión mecánica interna.

Esta energía acumulada debe ser liberada, inmovilizada o bloqueada antes de cualquier intervención.

Puntos críticos para la identificación de energía mecánica

Para un control seguro de la energía mecánica, el trabajador debe identificar:

- Las partes en movimiento real y potencial.
- Los sistemas que pueden arrancar automáticamente mediante sensores o control automático.
- Los puntos de atrapamiento y zonas de corte.
- La energía almacenada en tensión, gravedad o inercia.
- Los elementos que pueden caer, girar, desplazarse o activarse sin aviso.
- La necesidad de soportes, calzas, pernos de bloqueo o bloqueadores mecánicos específicos.

La identificación debe realizarse antes de aplicar cualquier procedimiento LOTO y siempre debe estar alineada con el análisis de riesgos del equipo.

Importancia del bloqueo de energía mecánica

El bloqueo de la energía mecánica previene:

- Arranques inesperados durante el mantenimiento.

- Movimientos involuntarios causados por fallas de freno o pérdida de presión.
- Liberación súbita de energía acumulada.
- Aplastamientos por caída de implementos o estructuras.
- Lesiones por contacto con piezas móviles aún en movimiento residual.

La aplicación correcta de LOTO en sistemas mecánicos reduce significativamente la ocurrencia de accidentes graves y fatales en minería.

2.3. Energía hidráulica, neumática y de presión

La **energía hidráulica, neumática y de presión** representa una fuente de peligro tan importante como la energía mecánica, eléctrica u otras, y debe ser tratada con igual rigor.

Naturaleza de la energía hidráulica, neumática y por presión

La energía hidráulica se basa en fluidos (como aceite o agua) sometidos a presión; la neumática, en gases (como aire comprimido) a presión; y en general la energía por presión remite a cualquier fluido o gas almacenado bajo presión, o a energía potencial retenida en acumuladores, cilindros, tanques, tuberías, etc.

En sistemas industriales o mineros, esta energía se presenta en:

- Circuitos hidráulicos: bombas, cilindros, prensas hidráulicas, frenos hidráulicos, acumuladores, tuberías.
- Sistemas neumáticos: compresores, líneas de aire comprimido, recipientes a presión.
- Cualquier equipo o sistema que utilice fluidos o gases presurizados para generar movimiento, fuerza o control.

Incluso cuando el suministro eléctrico esté cortado o el equipo aparenta estar detenido, la presión contenida en fluidos o gases puede mantenerse, y eso significa que la energía sigue siendo peligrosa.

Riesgos asociados a esta energía en mantenimiento o reparación

La presencia de energía hidráulica, neumática o por presión no controlada puede dar lugar a accidentes graves, incluso fatales. Entre los riesgos más relevantes se encuentran:

- Liberación súbita de presión residual: al aflojar una conexión, válvula o componente, puede salir un chorro de fluido o aire a alta presión, ocasionando cortes, inyecciones, golpes o proyecciones peligrosas.
- Movimientos inesperados de partes mecánicas: cilindros hidráulicos activados por presión, mecanismos impulsados por fluidos/gases, pueden moverse de forma repentina, provocando aplastamientos, atrapamientos, golpes o caídas de cargas.
- Energía residual no visible: un sistema puede parecer inactivo, pero mantener presión interna; si no se disipa esta energía, existe riesgo alto al intervenir sobre él.
- Combinación de energías: equipos hidráulicos/neumáticos suelen convivir con energía eléctrica o mecánica; si solo se aísla una fuente mientras otra permanece activa, el riesgo persiste.

Equipos y situaciones donde este tipo de energía representa riesgo crítico

La energía por presión aparece en muchos equipos y sistemas industriales, especialmente:

- Cilindros hidráulicos, prensas, frenos hidráulicos.
- Sistemas con aire comprimido: compresores, líneas neumáticas, herramientas neumáticas.
- Tuberías, tanques, acumuladores que almacenan fluidos o gases presurizados.
- Equipos complejos que combinan varias fuentes de energía: hidráulica, neumática, eléctrica o mecánica — por lo tanto, requieren un análisis completo de energía peligrosa antes de cualquier intervención.

Energía almacenada y residual: una fuente de riesgo latente

Un punto clave al aplicar LOTO en estos sistemas es entender que la energía puede estar **almacenada o residual** - no siempre visible, pero potencialmente mortal. Esto incluye:

- Presión en líneas hidráulicas o neumáticas que permanece tras apagar la fuente.
- Acumuladores hidráulicos o recipientes presurizados.
- Energía por compresión de fluido o gas almacenado.

Si esa energía no se libera, disipa o bloquea adecuadamente, puede generar movimientos inesperados, liberación violenta de fluidos/gases, golpes, proyecciones o atrapamientos.

Qué debe tener en cuenta el procedimiento LOTO cuando hay energía hidráulica/neumática/presurizada

Para garantizar la seguridad cuando se trabaja con sistemas de presión, el protocolo LOTO debe contemplar lo siguiente:

- Identificación completa de **todas** las fuentes de energía: no solo la eléctrica, sino también hidráulica, neumática, acumuladores, tanques, líneas, válvulas, cilindros.
- Aislamiento físico mediante dispositivos adecuados: cierre de válvulas, cierre de compresores, desconexión de bombas, aislamiento de líneas, etc.
- Liberación o disipación de energía residual: despresurización de líneas, drenado de fluidos, purga de aire comprimido, apertura de válvulas de alivio, vaciado de acumuladores.
- Verificación de que el sistema efectivamente esté en “estado de energía cero”: comprobar que no haya presión, que cilindros estén retraídos, que no existan acumuladores activos, que no haya fuentes ocultas de presión.
- Uso de bloqueos (candados) y etiquetas (tagout) en los dispositivos de aislamiento: para asegurar que nadie reactive el sistema de forma accidental.
- Formación y capacitación del personal autorizado: deben conocer los peligros específicos de sistemas hidráulicos/neumáticos, saber identificar fuentes de energía y aplicar correctamente el procedimiento LOTO.

Importancia de incluir esta energía en el programa LOTO

Incorporar explícitamente la sección de “Energía hidráulica, neumática y de presión” en el bloque de energías peligrosas de un programa LOTO es esencial, porque excluye riesgos invisibles pero reales. Así se asegura que:

- No solo se controla la energía eléctrica o mecánica, sino también otras fuentes peligrosas frecuentemente presentes en equipos industriales.

- Se protege al personal de accidentes graves debidos a liberaciones inesperadas de presión, aun cuando el equipo aparenta estar “apagado”.
- El procedimiento LOTO es completo, efectivo y ajustado a la realidad de sistemas modernos, donde la energía fluida es habitual.
- Se cumplen buenas prácticas internacionales de control de energía peligrosa, reduciendo la probabilidad de incidentes, accidentes graves o fatales.

2.4. Energía potencial: gravedad, resortes, materiales almacenados

La energía potencial - derivada de la gravedad, de resortes, de materiales almacenados o de elementos en posición elevada o retenida - constituye una fuente real de riesgo. Esta forma de energía puede transformarse en energía cinética o liberarse con violencia si no se la controla adecuadamente antes de cualquier intervención.

Naturaleza de la energía potencial en entornos industriales o mineros

La energía potencial se manifiesta cuando un objeto, masa o componente del sistema posee capacidad de liberar energía por su posición, su condición o su configuración. Dentro de esta categoría se incluyen:

- Energía debida a la **gravedad**: por ejemplo, objetos, herramientas, materiales, repuestos, estructuras, implementos u otros elementos almacenados en altura o suspendidos; partes elevadas de maquinaria; implementos levantados por grúas, polipastos, malacates, brazos hidráulicos, cucharones, etc.
- Energía almacenada en **resortes, muelles, resortes de tensión, resortes de compresión o resortes de retorno**, utilizados en mecanismos, puertas, compuertas, cilindros, muelles de máquinas, sistemas de tensión, etc.
- Energía presente en **materiales almacenados**, apilados, retenidos o sujetos, ya sea piedras, mineral, piezas, cargas suspendidas, que pueden desplazarse, deslizarse, caer, rodar o deslizar, liberando energía por gravedad.
- Cualquier configuración en que haya potencial de movimiento, caída, deslizamiento, compresión o liberación acumulada de energía.

Incluso cuando los sistemas o estructuras parecen inertes, la energía potencial puede permanecer latente, y su liberación puede provocar accidentes.

Riesgos asociados a la energía potencial

Cuando no se controla la energía potencial antes de intervenir, los peligros pueden aparecer de forma súbita e inesperada. Entre los riesgos más relevantes están:

- Caída de objetos o cargas desde altura, lo que puede ocasionar golpes graves, aplastamientos, fracturas o heridas por impacto.
- Desplazamiento, deslizamiento o caída de materiales almacenados o sueltos, provocando colapsos, atrapamientos, impactos laterales o en cadena.
- Liberación repentina de tensión almacenada en resortes, muelles u otros mecanismos elásticos - lo que puede expulsar partes, provocar proyecciones, cortes o impactos.
- Colapso o liberación de cargas suspendidas: implementos, estructuras, herramientas, repuestos, brasas elevadas, brazos hidráulicos, etc. - especialmente en operaciones de mantenimiento, desmontaje, reparación o manipulación.
- Riesgo combinado: la energía potencial puede coexistir con otras energías (eléctrica, hidráulica, neumática, mecánica), lo que incrementa considerablemente la peligrosidad si no se realiza una identificación y control integral.

Estos riesgos son especialmente críticos en ambientes industriales o mineros, donde se manipulan cargas pesadas, estructuras complejas, materiales sueltos, herramientas, repuestos o maquinaria con partes elevadas o suspendidas.

Equipos y situaciones donde la energía potencial representa peligro

La energía potencial debe ser considerada en una amplia gama de equipos, componentes y situaciones como:

- Cargas suspendidas por grúas, polipastos, winches, malacates, brazos hidráulicos, cucharones, estructuras elevadas.
- Materiales o piezas almacenadas en altura, repuestos ubicados en estanterías altas, piedras, bloques, mineral, materiales apilados, herramientas, etc.

- Elementos con resortes o muelles: puertas de seguridad, compuertas, sistemas de resorte, mecanismos de tensión o retorno, partes mantenidas bajo tensión mecánica.
- Componentes estructurales elevados, plataformas, barandas, estructuras desmontables, sistemas de izaje o soporte, implementos suspendidos.
- Equipos detenidos cuyos componentes aún conservan energía potencial: masas elevadas, partes sujetas por tensión, resortes comprimidos, cargas retenidas por frenos o mecanismos de sujeción.

En todos estos casos, aunque el equipo esté detenido o desenergizado en su fuente activa, la energía potencial puede persistir.

Qué debe contemplar el procedimiento LOTO para energía potencial

Para gestionar de forma segura la energía potencial antes de realizar mantenimiento, reparación, manipulación o intervención, el protocolo LOTO debe incluir pasos específicos:

- **Identificación de todas las fuentes de energía potencial:** reconocer cargas suspendidas, materiales almacenados, alturas, resortes, elementos bajo tensión, masas elevadas, partes retenidas por fricción, gravedad o sujeción.
- **Estabilización, bloqueo o aseguramiento mecánico de las cargas:** uso de calzas, apoyos, soportes, cuñas, bloqueos mecánicos, entibados, sostenimientos — de modo que las cargas no puedan moverse, caer, deslizar o liberarse.
- **Liberación o control de energía almacenada en resortes:** descarga segura de cualquier muelle, resorte o mecanismo elástico; su fijación en posición segura o su liberación gradual y controlada.
- **Verificación del estado “energía cero”:** comprobar que no exista posibilidad de caída, desplazamiento, retorno de resortes o liberación súbita antes de iniciar la intervención. Esto puede implicar levantar y luego bajar con seguridad, asegurar estructuras, comprobar fijaciones, asegurar que no haya materiales sueltos, etc.
- **Bloqueo físico (si aplica) y etiquetado (tagout) de puntos de sujeción,** mecanismos, estructuras, aseguramientos - para evitar su reactivación o liberación accidental por terceros.
- **Capacitación del personal autorizado y comunicación a los involucrados:** quienes intervienen deben saber identificar la energía potencial, los riesgos y aplicar

las medidas correctas; además, informar a todo el personal que puede estar afectado - para evitar reactivaciones involuntarias.

Estas medidas deben integrarse siempre que haya riesgo de energía potencial, incluso si no hay energía eléctrica, hidráulica o neumática involucrada.

Importancia de incluir energía potencial en el programa LOTO

Incluir la energía potencial en el bloque de energías peligrosas de un programa LOTO es esencial porque:

- Permite prevenir accidentes derivados de **caídas, aplastamientos, golpes o proyecciones** cuando se manipulan cargas suspendidas o almacenadas.
- Aborda riesgos que muchas veces son invisibles o se subestiman — como cargas descargadas parcialmente, resortes comprimidos, materiales almacenados en altura, partes sujetas por tensión.
- Garantiza que el control de energía sea **integral**: no solo eléctrica, mecánica, hidráulica o neumática, sino también aquella energía almacenada por posición, tensión o carga.
- Cumple con las mejores prácticas de seguridad laboral y normativa de control de energías peligrosas, contribuyendo a reducir la probabilidad de accidentes graves o fatales, especialmente en industrias como la minería, construcción, mantenimiento, montaje, etc.

2.5. Energía térmica y química

La **energía térmica** y la **energía química** constituyen fuentes adicionales de riesgo que deben ser identificadas, aisladas y controladas adecuadamente antes de realizar mantenimiento, reparación o intervención en maquinaria, equipos o instalaciones.

Naturaleza de la energía térmica y química

La **energía térmica** corresponde al calor o a la energía interna de un sistema que puede manifestarse por altas (o bajas) temperaturas, generadas por procesos térmicos, calor residual, calor producto de fricción, calor de fluidos (vapor, agua caliente, gases),

hornos, sistemas de calentamiento, etc.

La **energía química** se refiere al potencial de sustancias químicas, mezclas, reactivos, combustibles, gases, fluidos o materiales que, por su naturaleza, pueden liberar energía al reaccionar — por calor, combustión, reacciones exotérmicas, desprendimiento de gases, cambios de presión o fase, etc.

En ambientes industriales, de minería, manufactura o procesamiento químico, estos tipos de energía pueden estar presentes simultáneamente con otras fuentes: calor de procesos, sustancias químicas bajo presión, vapor, gases calientes, fluidos calientes, sustancias inflamables, ácidos, disolventes, reactivos, productos intermedios, etc.

Riesgos asociados a energía térmica y química

Si no se gestionan correctamente, estas energías pueden provocar accidentes graves. Entre los riesgos más importantes se encuentran:

- Quemaduras por contacto con superficies calientes, fluidos calientes, vapor, gases calientes o equipos sometidos a altas temperaturas.
- Lesiones por contacto con sustancias químicas peligrosas: corrosión, irritación, quemaduras químicas, intoxicación, inhalación de vapores tóxicos, reacciones peligrosas.
- Explosiones o incendios: si sustancias químicas inflamables, combustibles o gases se combinan con fuentes de calor o chispas, puede producirse combustión, explosión o liberación violenta de energía.
- Liberación inesperada de energía térmica o química durante mantenimiento: por ejemplo, apertura de válvulas de vapor, descargas de fluidos calientes, desprendimiento de gases, reacciones químicas residuales, fallas en sellos, acumulación de presión.
- Riesgos combinados: cuando la energía térmica o química convive con otras formas de energía (mecánica, hidráulica, neumática, eléctrica), aumenta la complejidad del riesgo si no se controlan todas las fuentes.

Equipos, procesos y situaciones donde esta energía representa un riesgo crítico

La energía térmica y química puede estar presente en múltiples contextos, tales como:

- Hornos, calderas, estufas, sistemas de generación de vapor, tuberías de vapor o agua caliente, intercambiadores térmicos, recipientes a alta temperatura.
- Procesos químicos: reactores, tanques de almacenamiento de sustancias, líneas de transporte de químicos, válvulas, bombas, mezcladores, contenedores de disolventes o reactivos, sistemas de combustión.
- Equipos que manipulan fluidos calientes o gases a temperatura elevada, o sustancias químicas peligrosas.
- Mantenimiento, limpieza, inspección, desmontaje de equipos que han operado recientemente: existe riesgo de calor residual, gases atrapados, fluidos calientes, residuos químicos.
- Situaciones de purga, descarga, vaciado de tanques, apertura de válvulas de presión o temperatura, cambios de fase (líquido a vapor), reacciones químicas exergónicas o exotérmicas.

Qué debe contemplar el procedimiento LOTO cuando hay energía térmica o química

Para garantizar un control seguro de estas energías peligrosas, el protocolo LOTO debe incluir:

- **Identificación exhaustiva de todas las fuentes de energía térmica y química:** calderas, líneas de vapor, fluidos calientes, tanques de sustancias, reactivos, químicos, gases, presión, temperatura, potencial de reacción.
- **Aislamiento del suministro:** cortar alimentación de calor, apagar calderas o hornos, cerrar válvulas, desconectar sistemas térmicos, detener aporte de reactivos, bloquear líneas de flujo químico, cerrar válvulas, aislar recipientes.
- **Eliminación o disipación de energía residual:** permitir que equipos se enfríen, drenar fluidos calientes, liberar presión, ventilar gases, neutralizar sustancias químicas peligrosas, ventilar área, asegurar ausencia de vapores o calor antes de intervenir.
- **Bloqueo físico y etiquetado (lockout/tagout)** de dispositivos de aislamiento: colocar candados, etiquetas, dispositivos de bloqueo en interruptores térmicos, válvulas, fuentes químicas - para impedir reactivación accidental.

- **Verificación del estado “energía cero”:** comprobar que no hay calor, vapor, presión, gases, sustancias químicas activas; asegurar que las condiciones son seguras para trabajar.
- **Capacitación del personal autorizado:** quienes realicen mantenimiento o intervención deben conocer los riesgos térmicos y químicos, reconocer fuentes, saber cómo aislarlas, disiparlas y asegurar que no queden residuos peligrosos.

Importancia de incluir la energía térmica y química en el programa LOTO

Incorporar explícitamente la energía térmica y química en el bloque de energías peligrosas de un programa LOTO es fundamental porque:

- Asegura un enfoque integral de seguridad: no solo se controlan energías evidentes como eléctrica, mecánica, hidráulica o neumática, sino también aquellas que a menudo son menos evidentes pero igual de peligrosas.
- Previene accidentes derivados de quemaduras, intoxicaciones, incendios, explosiones o reacciones químicas inesperadas durante mantenimiento o reparación.
- Garantiza que los trabajadores estén protegidos ante múltiples fuentes de energía simultáneas comunes en entornos industriales, mineros o de procesamiento.
- Contribuye a cumplir con estándares internacionales de control de energías peligrosas, promoviendo una cultura de seguridad más amplia y efectiva.

3. Equipos y Dispositivos de Bloqueo

3.1. Candados de seguridad personales y grupales

Los **candados de seguridad personales y grupales** son uno de los elementos fundamentales para asegurar que los puntos de aislamiento de energía permanezcan bloqueados mientras se realizan trabajos de mantenimiento, reparación o intervención.

Naturaleza y propósito de los candados de LOTO

Los candados diseñados para LOTO, a diferencia de candados comunes, cumplen funciones específicas de seguridad: permiten que cada trabajador autorizado bloquee de forma individual una fuente de energía, asegurando que solo él pueda liberar ese bloqueo. Estos candados deben ser durables, resistentes a condiciones industriales (corrosión, condiciones ambientales, manipulación frecuente) y fácilmente identificables.

Además, los candados de LOTO deben estar dedicados exclusivamente a funciones de control de energía - no deben usarse para otras finalidades - de modo que su presencia indique inequívocamente que un equipo está “fuera de servicio” hasta la conclusión del trabajo.

Características de candados personales vs. grupales

Candados de seguridad personales

- Cada trabajador autorizado utiliza su propio candado con una llave única, la cual solo él posee. Esto garantiza que solamente quien colocó el candado pueda retirarlo, reforzando la responsabilidad individual.
- El cuerpo del candado suele ser de materiales no conductores (plástico resistente, aleaciones especiales) si se trabaja en ambientes eléctricos o con riesgos de conductividad.
- Los candados personales deben permitir grabado o marcado con identificación del trabajador (nombre, número, departamento), de modo que quede claro quién realizó el aislamiento.

- Ideal para tareas sencillas o cuando solo una persona va a intervenir en un equipo - el candado asegura que nadie reactive la energía sin su consentimiento.

Candados o dispositivos de bloqueo grupales

- En intervenciones donde participan varios trabajadores, o cuando un punto de aislamiento controla múltiples fuentes de energía o varios equipos, se utiliza un sistema grupal. Esto puede involucrar “hasps” de bloqueo múltiple, “lock-out hasps”, bloques de aislamiento grupal o cajas de bloqueo (“lock boxes”).
- Con este sistema, cada trabajador añade su propio candado personal al dispositivo grupal; la energía no puede reactivarse hasta que **todos** los candados personales han sido retirados.
- Este método garantiza que nadie quede expuesto solo por descuido de otro cada participante conserva control individual sobre su propio candado.



Master Lock® 420 Scissor Snap-On Lockout Hasp, 6 Padlocks, 9/32 in Max Dia Padlock
Shackle



Bloqueo de maquinaria en la industria minera

Importancia del uso de candados específicos para LOTO, no candados comunes

- Los candados comunes (por ejemplo, de seguridad para cerraduras de puertas o lockers) **no cumplen** los requisitos de durabilidad, control de llave y trazabilidad necesarios para procedimientos de LOTO. Utilizarlos puede comprometer la seguridad, ya que sus llaves podrían duplicarse o perderse, o podrían abrirse accidentalmente.
- Los candados de LOTO deben diseñarse para resistir ambientes industriales resistencia a corrosión, a temperaturas extremas, sustancias químicas, lo que no siempre ocurre con candados convencionales.
- Además, deben ser identificables y estar marcados claramente como “solo para LOTO”, de modo que su propósito no se confunda con otras funciones de seguridad o cerraduras de acceso.

Cómo debe implementarse el uso de candados en el procedimiento LOTO

Para que los candados cumplan su función dentro del programa LOTO, el procedimiento debe contemplar:

- Que cada trabajador autorizado **tenga su candado personal** y conserve su llave bajo su custodia. Esto asegura control individual.

- Que en intervenciones con varios trabajadores o múltiples puntos de aislamiento se use un **dispositivo grupal** (hasp, lock-out hasp, caja de bloqueo) donde se coloquen todos los candados personales. Solo cuando todos los candados hayan sido retirados, la energía puede reactivarse.
- Que los candados estén claramente identificados, con nombre o identificación del trabajador, y que sean exclusivos para LOTO, no utilizados para otros fines.
- Que los dispositivos de bloqueo sean durables, resistentes a las condiciones del entorno y adecuados a la naturaleza de la energía a controlar (eléctrica, mecánica, hidráulica, etc.).
- Que cada uso de candado vaya acompañado de su respectiva etiqueta (tagout), indicando la razón del bloqueo, la persona responsable y la prohibición de reactivar hasta su retiro.
- Que el proceso esté documentado, y que los trabajadores estén capacitados para entender la importancia del control individual y grupal mediante candados, así como las consecuencias del incumplimiento.



Bloqueo de energía

Importancia de los candados personales y grupales en la seguridad del LOTO

La utilización correcta de candados de seguridad personales y grupales garantiza que:

- Las fuentes de energía peligrosas permanezcan aisladas hasta que todos los trabajadores involucrados completen su tarea.
- Nadie puede reactivar la máquina o equipo sin haber asegurado que no hay intervención en curso, eliminando el riesgo de arranque inesperado.
- Cada trabajador mantiene control sobre su propia seguridad, lo que reduce errores, negligencias o conflictos sobre quién autorizó la reactivación.
- El sistema de bloqueo sea visible, trazable, confiable y resistente a condiciones industriales elementos esenciales para prevenir accidentes graves o fatales.

3.2. Dispositivos de bloqueo para equipos mineros

Los dispositivos de bloqueo específicos para equipos mineros constituyen herramientas esenciales para garantizar que los equipos queden efectivamente aislados de todas sus fuentes de energía antes de realizar mantenimiento, inspección o reparación.

Naturaleza y funciones de los dispositivos de bloqueo aplicables a minería

Los dispositivos de bloqueo son mecanismos físicos o mecánicos diseñados para impedir la transmisión o liberación de energía (eléctrica, mecánica, hidráulica, neumática, etc.), bloqueando puntos de control como válvulas, interruptores, disyuntores, llaves de paso, mecanismos de activación de maquinaria, líneas de fluido, entre otros. Estos dispositivos permiten que un equipo quede inmovilizado e inocuo mientras personal autorizado interviene en él.

En minería, debido a la variedad de equipos - fajas transportadoras, bombas, sistemas hidráulicos, flujos de aire, cilindros, válvulas, motores eléctricos, etc. - es necesario contar con una gama diversa de dispositivos de bloqueo adaptados a cada tipo de fuente de energía o sistema.

Tipos de dispositivos de bloqueo y sus usos en equipos mineros

Algunos de los dispositivos de bloqueo más comunes y útiles en entornos mineros incluyen:

- **Bloqueos de válvulas (valve lockouts):** permiten inmovilizar válvulas de tuberías — ya sean de agua, aire comprimido, fluidos hidráulicos — evitando su apertura accidental. Este tipo de bloqueo es vital en sistemas hidráulicos o neumáticos.
- **“Lockout hasps” o tenazas de bloqueo múltiples:** dispositivos que permiten que varios trabajadores bloquen una misma fuente de energía mediante sus respectivos candados individuales. Útil cuando hay trabajo en equipo, asegurando que la energía no se reactive hasta que **todos** hayan terminado.
- **Bloqueos eléctricos:** diseñados para aislar interruptores, disyuntores, enchufes, paneles eléctricos, desconectadores — con el fin de cortar la energía eléctrica del equipo antes de intervenir. En minas con maquinaria eléctrica, es imprescindible este tipo de bloqueo.
- **Bloqueos mediante cables (cable lockout):** útiles cuando los puntos de aislamiento son difíciles de bloquear con mecanismos rígidos — por ejemplo, líneas de fluido, válvulas con espacios reducidos o ubicaciones de difícil acceso. El cable atraviesa o rodea el mecanismo y se asegura con candado.
- **Bloqueo mecánico general (pinzas, cuñas, bloqueos físicos):** cuando hay componentes móviles, partes que pueden moverse por inercia, presión hidráulica o neumática, resortes, masas suspendidas — se deben utilizar dispositivos que inmovilicen esas partes para evitar movimientos inesperados.
- **Bloqueos grupales / cajas de bloqueo (lockout boxes / group lockout boxes):** en intervenciones complejas con múltiples fuentes de energía o múltiples puntos de aislamiento, estas cajas permiten centralizar las llaves de los bloqueos, garantizando que mientras alguna llave permanezca adentro, la reenergización está prohibida.



TO-SAFETY BLOQUEO CABLE DE ACERO INOXIDABLE REVESTIDO EN VINIL DE 2M PARA VALVULA COMPUERTA - (TS-CB01-6)



TO-SAFETY BLOQUEO PARA VÁLVULA DE CILINDRO - (TS-ASL03)



TO-SAFETY BLOQUEO DE CABLE RECUBIERTO DE PVC DE 2M PARA VALVULA COMPUERTA - (TS-CB04)



TO-SAFETY TENAZA DE BLOQUEO DE ALUMINIO DE 24 ORIFICIOS - (TS-AH32)

Diferentes tipos de equipos de bloqueo

Requisitos y buenas prácticas en la selección e implementación de dispositivos de bloqueo

Para que los dispositivos de bloqueo cumplan su función de forma segura y eficaz en equipos mineros, deben observarse los siguientes criterios y buenas prácticas:

- Que el dispositivo sea **adecuado a la fuente de energía**: hidráulica, neumática, eléctrica, mecánica - cada tipo de energía requiere bloqueo específico. No deben usarse dispositivos genéricos sin certificar su compatibilidad.
- Que permita un **bloqueo físico fiable**: debe impedir la reactivación accidental o intencional mientras dure la intervención. Los candados deben ser exclusivos para LOTO.
- Que posibilite la **identificación clara del estado de bloqueo**: etiquetas (“tagout”) visibles que indiquen que el equipo está bloqueado, quién lo bloqueó, cuándo, y qué no debe ponerse en marcha. Esto ayuda a prevenir reenergización accidental por terceros.
- Que permita **trabajo en equipo seguro**: mediante “hasps” o cajas de bloqueo, donde cada trabajador coloque su candado personal; el equipo solo puede volver a energizarse cuando todos los candados han sido retirados. Esto es vital cuando intervienen varias personas.
- Que permita **el aislamiento efectivo de todas las fuentes de energía** presentes en el equipo: no solo energía eléctrica, sino también hidráulica, neumática, mecánica, presión, energía almacenada, etc. Debe haber un procedimiento claro que identifique todas las fuentes y garantice su bloqueo.
- Que sea parte de un **procedimiento formal LOTO escrito y conocido por el personal**: con capacitación adecuada para quienes realizan el bloqueo/etiquetado (“empleados autorizados”) y para quienes trabajan cerca (“empleados afectados”). Esto es un requisito esencial para la seguridad y para cumplir normativas.

Importancia crítica de usar dispositivos de bloqueo adecuados en minería

En minería, donde los equipos son robustos, combinan múltiples fuentes de energía (eléctrica, hidráulica, neumática), y las condiciones de trabajo pueden ser extremas, el uso correcto de dispositivos de bloqueo es determinante para la seguridad. Un fallo en el

aislamiento, por usar un dispositivo inadecuado o por omitir alguna fuente de energía, puede causar arranques inesperados, liberaciones de energía peligrosas, movimientos súbitos, caídas de cargas, liberación de presión, atrapamientos, aplastamientos o severos accidentes.

Además, la implementación de dispositivos de bloqueo visibles y trazables mejora la comunicación en planta, asegura responsabilidad individual y colectiva, y previene errores humanos, negligencias o malentendidos durante trabajos de mantenimiento. Al estar integrados en un procedimiento formal LOTO, estos dispositivos contribuyen directamente a reducir riesgos y a cumplir con estándares nacionales e internacionales de seguridad.

3.3. Etiquetas, tarjetas y señalización

Las **etiquetas, tarjetas y señalización** cumplen un papel vital para comunicar claramente que un equipo o fuente de energía ha sido aislada y que no debe ponerse en marcha hasta que se complete el trabajo de mantenimiento o reparación.

Naturaleza y propósito de las etiquetas / tarjetas / señalización

Las etiquetas o tarjetas (tags) y los elementos de señalización no buscan por sí solos impedir físicamente la reactivación - esa función la cumplen los dispositivos de bloqueo (candados, bloqueos, etc.), sino que proporcionan una **advertencia visible**, informan sobre el estado del equipo, indican quién autorizó el bloqueo, la razón del mismo, la fecha, y advierten a cualquier persona de que el equipo está fuera de servicio hasta nueva indicación.



Cartel de punto de bloqueo

La señalización debe ser clara, visible, duradera, resistente al ambiente industrial, legible en diversas condiciones, para asegurar que el mensaje llegue a todos los trabajadores, incluso si no conocen el equipo o no pueden leer a detalle.

Qué información debe contener una etiqueta/tarjeta de LOTO

Una etiqueta o tarjeta efectiva dentro de un procedimiento LOTO generalmente debe incluir:

- Una indicación clara de peligro o advertencia, por ejemplo: “NO OPERAR”, “EQUIPO BLOQUEADO”, “MANTENIMIENTO — NO ACTIVAR”.
- Identificación de la persona responsable del bloqueo (nombre, cargo o departamento), de modo que se sepa quién autorizó el bloqueo.
- Fecha y hora del bloqueo, o del inicio de los trabajos.
- Motivo o descripción del mantenimiento/trabajo que se va a realizar, o alguna referencia que permita reconocer la naturaleza del trabajo.
- En lo posible, datos de contacto o indicaciones para comunicarse con la persona responsable, en caso de dudas sobre el estado del equipo.

Tipos de etiquetas y señalización según su uso

Dependiendo del contexto, pueden utilizarse distintos tipos de etiquetas/señales:

- **Etiquetas plásticas, de vinilo o PVC resistente**, reutilizables, adecuadas para entornos industriales, exposiciones a polvo, humedad, sustancias químicas, altas temperaturas.
- **Tarjetas de papel o cartón laminado**, más económicas, útiles para trabajos temporales o en ambientes secos, donde la durabilidad no sea tan exigente.
- **Etiquetas de un solo uso o descartables**, cuando el mantenimiento es puntual y breve, y no hay necesidad de reutilización.
- **Señales permanentes de identificación de puntos de aislamiento**, por ejemplo, etiquetas que marcan válvulas, paneles de corte, fuentes de energía, que facilitan la detección rápida de puntos críticos para el bloqueo.

Papel de la señalización en la prevención de accidentes

- Las etiquetas y señalización actúan como **última barrera de defensa**: incluso si el bloqueo físico falla o no es evidente, la advertencia visual alerta a los trabajadores de que bajo ninguna circunstancia deben activar el equipo hasta que se haya terminado la intervención.
- Ayudan a **comunicar claramente el estado del equipo** a todo el personal, incluyendo aquellos no involucrados directamente en la intervención, evitando arranques inesperados por ignorancia o error.
- Contribuyen a mantener una **cultura de seguridad**: cuando las etiquetas y señales se usan de forma consistente, visible y responsable, refuerzan la conciencia de riesgos y la disciplina en protocolos LOTO.

Buenas prácticas para el uso de etiquetas y señalización en LOTO

Para que las etiquetas/tarjetas/señales sean eficaces deben seguirse ciertas recomendaciones:

- Deben ser **resistentes** a condiciones industriales: polvo, humedad, grasas, temperaturas extremas, contacto con químicos, para garantizar que la información permanezca legible todo el tiempo que dure la intervención.
- Deben tener **contrastado diseño visual**: colores llamativos (por ejemplo, rojo, naranja, amarillo), texto claro, con suficiente tamaño para ser leído incluso a distancia o en condiciones de poca luz.
- Deben colocarse **visiblemente en el punto de bloqueo**: justo en el candado, válvula, panel, dispositivo aislado, de modo que no haya dudas de qué equipo o sistema está fuera de servicio.
- Deben permitir **identificación de responsable, fecha y motivo**, para asegurar trazabilidad, responsabilidad y claridad sobre quién autorizó la intervención.
- Debe existir **un procedimiento escrito** en el programa LOTO que especifique el uso obligatorio de etiquetas/señales junto con los bloqueos físicos, en cada intervención.
- Se debe capacitar al personal, tanto quienes realizan mantenimiento como quienes están cerca, para reconocer y respetar las etiquetas: saber que si hay una tarjeta “NO OPERAR” el equipo NO debe activarse bajo ninguna circunstancia.



TARJETA/ETIQUETA DE BLOQUEO NO OPERAR

Importancia de la señalización dentro del programa LOTO

Incluir un sistema claro y consistente de **etiquetas, tarjetas y señalización** en un programa LOTO es fundamental porque:

- Permite que la comunicación de riesgos sea **clara, visible y universal**, sin depender únicamente del bloqueo físico.
- Asegura que todo el personal (no solo los que realizan el mantenimiento) esté informado del estado de los equipos reduciendo errores, olvidos o reactivaciones accidentales.
- Refuerza la **responsabilidad individual y colectiva**: quien coloca la etiqueta asume la responsabilidad de la intervención, y quien ve la etiqueta sabe que debe respetarla.
- Complementa los bloqueos físicos y contribuye a cumplir con estándares de seguridad, haciendo que el programa LOTO sea más robusto, confiable y efectivo.

3.4. Kits de LOTO y estaciones de bloqueo

Los **kits de LOTO** y las **estaciones de bloqueo** son elementos clave para asegurar la correcta organización, disponibilidad y uso de los dispositivos necesarios para aislar fuentes de energía peligrosas antes de realizar mantenimiento, reparación o intervención en maquinaria o instalaciones mineras o industriales.

Qué es un kit de LOTO y para qué sirve

Un **kit de LOTO** es un conjunto portátil que incluye los dispositivos básicos necesarios para aplicar LOTO: candados de seguridad, etiquetas/tarjetas de advertencia (tags), dispositivos de bloqueo (por ejemplo, para válvulas, disyuntores, enchufes, etc.), riesgoscasos de bloqueo múltiple (hasps), bloqueos de cable, entre otros.

El propósito del kit es que, cuando un trabajador autorizado debe realizar mantenimiento o intervención, disponga de **todos los elementos necesarios al alcance**, portables y fácilmente transportables, para implementar un bloqueo seguro de cualquier fuente de energía: eléctrica, hidráulica, neumática, mecánica, presión o combinadas.

Un kit típico puede incluir: candados de seguridad con llave individual, dispositivos de bloqueo para interruptores o válvulas, dispositivos de bloqueo para enchufes o conexiones, “lockout hasps” para bloqueo grupal, etiquetas/tagout, posiblemente cables o cinchas para bloqueo de válvulas o partes difíciles de inmovilizar, y un contenedor o bolsa para transportar todo.



Kit de bloqueo eléctrico personal

Qué es una estación de bloqueo y su función

Las **estaciones de bloqueo** (lockout stations) son puntos fijos, montados en pared o ubicados estratégicamente, donde se almacenan los kits de LOTO, candados, etiquetas, hasps y otros dispositivos necesarios. Esto permite mantener los recursos organizados, accesibles, visibles y listos para su uso cuando sean requeridos.

En instalaciones con múltiples máquinas, varias fuentes de energía, frecuentes mantenimientos o turnos rotativos, las estaciones facilitan la **gestión centralizada** del equipo de bloqueo, reduciendo tiempos de búsqueda, evitando pérdidas de dispositivos, garantizando que siempre haya los elementos necesarios para cumplir con LOTO.

Las estaciones pueden construirse de distintos materiales (plástico resistente, metal) para adaptarse a ambientes industriales rudos, y pueden incluir compartimentos para

candados, llaves, etiquetas, así como espacios de almacenamiento o “shadow boards” para organizar visualmente los dispositivos.



Estación de etiquetado de bloqueo

Ventajas de usar kits y estaciones en un programa LOTO

El uso combinado de kits portátiles y estaciones de bloqueo ofrece ventajas importantes para la seguridad y operatividad:

- Permite que cualquier trabajador autorizado tenga rápidamente a mano los dispositivos necesarios para un bloqueo seguro facilitando la implementación correcta del procedimiento LOTO.

- Garantiza que los dispositivos sean específicos para LOTO, estén identificados y no se mezclen con cerraduras u otro material reduciendo riesgo de error, confusión o uso inadecuado.
- Mejora la organización y control interno del equipamiento de seguridad, evitando pérdidas, robos o mal uso, lo que refuerza la cultura de seguridad.
- Facilita intervenciones seguras, incluso en entornos complejos, con múltiples fuentes de energía o múltiples equipos, ya que los kits suelen contener variedad de dispositivos: bloqueos eléctricos, hidráulicos, neumáticos, de válvulas, de cable, etc.
- Permite aplicar esquemas de bloqueo individual o grupal con “hasps” o cajas de bloqueo grupales, y combinarlos con etiquetado, asegurando que **ningún equipo se reenergice mientras haya personal trabajando.**

Qué debe contener un kit de LOTO bien equipado

Para que un kit sea eficaz y seguro, debería incluir al menos:

- Candados de seguridad con llave individual, preferiblemente con mecanismo para que la llave no se pueda extraer si el candado no está cerrado.
- Dispositivos de bloqueo para distintos tipos de energía: bloqueos para disyuntores, válvulas, enchufes, válvulas de aire o hidráulicas, enchufes, etc.
- “Hasps” o dispositivos de bloqueo múltiples útiles cuando varios trabajadores intervienen simultáneamente en el mismo equipo.
- Etiquetas/tarjetas de advertencia (tags) para indicar que el equipo está bloqueado, quién lo bloqueó, fecha, motivo, y que no debe operar.
- Si corresponde, bloqueos de cable o bridales para válvulas o mecanismos de difícil acceso, cuando los puntos de aislamiento no permiten candado rígido.
- Un contenedor, bolsa portátil o estación fija para almacenar y transportar estos dispositivos de forma ordenada.

Cómo integrar kits y estaciones en el programa LOTO

Para que el uso de kits y estaciones sirva realmente a la seguridad del programa LOTO, es necesario:

- Definir en el procedimiento LOTO que **para cada intervención** debe utilizarse un kit completo o un dispositivo correspondiente, no improvisaciones.
- Asignar la responsabilidad de mantenimiento, control e inventario de los kits/estaciones a personal autorizado, para asegurar que los dispositivos estén en buen estado, completos y disponibles.
- Colocar estaciones de bloqueo en puntos estratégicos (cerca de áreas de mantenimiento, talleres, equipos críticos) - visibles y bien identificadas, para facilitar su uso.
- Capacitar al personal autorizado en el uso correcto de cada componente: candados, bloqueos específicos, “hasps”, etiquetas, de acuerdo con el tipo de energía y maquinaria.
- Incluir en la documentación del programa LOTO una lista estándar del contenido mínimo del kit, criterios de reemplazo, control de llaves, registro de intervenciones y auditorías periódicas para verificar cumplimiento.

Importancia de los kits y estaciones dentro del programa LOTO

La disponibilidad de kits de LOTO bien equipados y estaciones de bloqueo adecuadas es esencial para garantizar la **efectividad, consistencia y sistematización** del procedimiento de control de energía. Sin estos recursos, el riesgo de errores, olvidos o improvisaciones durante mantenimiento crece, lo que podría derivar en accidentes graves por arranques inesperados, liberación de energía almacenada o reactivación involuntaria de equipos.

El uso de kits y estaciones también promueve una cultura de seguridad organizada y disciplinada: estandariza los métodos, facilita la capacitación, asegura trazabilidad y responsabilidad, y ayuda a cumplir con normas internacionales de seguridad industrial.

4. Procedimiento de Bloqueo y Etiquetado

4.1. Preparación y notificación

La fase de **preparación y notificación** es el primer paso esencial antes de realizar cualquier trabajo de mantenimiento, reparación o intervención en maquinaria o equipos con fuentes de energía peligrosas. Este paso asegura que todos los involucrados conozcan la intervención, que se identifiquen los riesgos, y que se planifique el bloqueo de energía de forma segura.

Qué comprende la preparación

Antes de iniciar el procedimiento LOTO debe realizarse una preparación cuidadosa, que incluye:

- **Identificación de todas las fuentes de energía peligrosas** del equipo o sistema: eléctrica, mecánica, hidráulica, neumática, térmica, química, energía almacenada, presión, gravedad, etc. Se debe detallar cada fuente para asegurar que ninguna quede sin control.
- **Análisis de riesgos**: evaluar los peligros que cada fuente de energía representa, por ejemplo, riesgos de choque eléctrico, liberación de presión, movimientos inesperados, liberación de calor o sustancias peligrosas, energía residual, y determinar las medidas necesarias para controlar dichos riesgos.
- **Determinación de los métodos y dispositivos de aislamiento** adecuados: definir qué dispositivos LOTO (candados, bloqueos de válvulas, bloqueos eléctricos, dispositivos de bloqueo de partes móviles, “hasps”, cables, etc.) se usarán para cada fuente identificada. Esto debe corresponder con los riesgos y la configuración específica del equipo.
- **Verificar que los dispositivos y recursos LOTO estén disponibles**: comprobar que se cuenta con candados, etiquetas, dispositivos de bloqueo, “kits de LOTO” o estación de bloqueo adecuados; que estén en buen estado; y que sean exclusivos para LOTO, no mezclados con otros usos.

Esta preparación debe documentarse como parte del procedimiento LOTO específico para cada equipo o tipo de intervención.

Notificación a personal afectado

Una vez identificadas las energías y planificado el aislamiento, es indispensable **notificar a todas las personas que puedan verse afectadas por el apagado o bloqueo del equipo.** Esto incluye operarios, supervisores, mantenimiento, áreas adyacentes, cualquier persona cuyo trabajo pueda depender del equipo o que pueda verse en riesgo.

La notificación debe incluir:

- Qué equipo o maquinaria va a ser bloqueado.
- Las razones y el alcance del mantenimiento o intervención.
- La estimación del tiempo que durará el bloqueo.
- La instrucción clara de que **no se debe operar ni reenergizar el equipo** hasta que se indique oficialmente que el LOTO ha finalizado.

Si existieran trabajadores afectados indirectamente o contratistas, deben ser informados también, garantizando que todos en el área conozcan la interrupción temporal del equipo.

Importancia de esta fase

La preparación y notificación cumplen funciones críticas dentro del procedimiento LOTO:

- Permiten una **planificación segura y completa**, asegurando que todas las fuentes de energía sean identificadas y que los dispositivos adecuados estén disponibles.
- Garantizan que **todos los involucrados estén informados**, reduciendo el riesgo de reactivación accidental del equipo o de accidentes por desconocimiento.
- Facilitan la **responsabilidad y trazabilidad**: cuando la notificación, el análisis de fuentes y los dispositivos usados están documentados, se puede revisar y auditar el procedimiento, y asegurar su cumplimiento.
- Contribuyen a prevenir accidentes graves, liberación inesperada de energía, choques, movimientos peligrosos, liberación de presión, entre otros, protegiendo al personal y los activos.

4.2. Apagado y aislamiento de energías

La fase de **apagado y aislamiento de energías** constituye el paso crítico en el que se interrumpe de manera segura el suministro de energía de la maquinaria o equipo antes de cualquier intervención. Esta etapa busca eliminar cualquier riesgo de arranque inesperado, liberación de energía almacenada o activación involuntaria de sistemas, protegiendo así la integridad de los trabajadores.

Apagado de equipos

El primer paso consiste en **detener el funcionamiento de la máquina o sistema** siguiendo las instrucciones del fabricante y los procedimientos internos de operación. Se deben considerar las siguientes acciones:

- Apagar el equipo utilizando los controles normales de operación, interruptores o paneles de mando.
- Confirmar que el equipo ha cesado completamente su actividad y que no existen movimientos residuales en partes móviles o componentes.
- Notificar nuevamente a los trabajadores involucrados que el equipo se encuentra en proceso de aislamiento, reforzando la comunicación sobre los riesgos existentes.

Es fundamental que el apagado se realice de forma controlada para evitar daños al equipo y reducir riesgos asociados con paradas bruscas o inestabilidad de sistemas energizados.

Aislamiento de fuentes de energía

Una vez apagado el equipo, se procede al **aislamiento de todas las fuentes de energía** conectadas al sistema. Este aislamiento asegura que ninguna energía eléctrica, mecánica, hidráulica, neumática, térmica o química pueda reactivarse mientras se realiza la intervención. Los pasos incluyen:

- Identificar y ubicar todos los puntos de suministro de energía del equipo o máquina.

- Desconectar o cerrar los interruptores, válvulas, disyuntores, llaves de paso, bombas, acumuladores, cilindros, compresores o cualquier otro elemento que pueda aportar energía.
- Aplicar dispositivos de bloqueo adecuados a cada tipo de energía: candados para interruptores eléctricos, bloqueos de válvulas hidráulicas o neumáticas, cuñas o calzas para partes móviles, bloqueos de presión acumulada, entre otros.
- Colocar etiquetas o señalización que indiquen que el equipo ha sido bloqueado y que no debe ponerse en marcha bajo ninguna circunstancia.

El aislamiento debe ser **completo y verificable**, garantizando que no exista energía residual almacenada en resortes, cilindros, volantes, masas suspendidas o acumuladores, que pueda generar riesgos durante la intervención.

Consideraciones de seguridad

Durante el apagado y aislamiento se deben seguir buenas prácticas:

- Confirmar que **todas las fuentes de energía** han sido identificadas y aisladas, incluso aquellas menos evidentes o secundarias.
- Verificar que **los dispositivos de bloqueo y señalización** sean adecuados para cada punto de aislamiento y estén correctamente instalados.
- Evitar trabajar bajo la presunción de que el equipo está desenergizado; siempre se debe realizar la verificación de energía cero antes de iniciar cualquier trabajo.
- Mantener comunicación constante con el personal involucrado y afectado, asegurando que todos reconozcan que el equipo está fuera de servicio.
- Documentar el proceso de apagado y aislamiento como parte del procedimiento LOTO, asegurando trazabilidad y responsabilidad.

Importancia del apagado y aislamiento en LOTO

El apagado y aislamiento de energías es la etapa que garantiza que el procedimiento LOTO cumpla su objetivo principal: **proteger a los trabajadores de accidentes graves** relacionados con arranques inesperados, liberación de energía almacenada o activaciones no controladas. La correcta ejecución de esta fase reduce significativamente la probabilidad

de atrapamientos, aplastamientos, descargas eléctricas, proyecciones de materiales, quemaduras o exposición a sustancias químicas peligrosas.

4.3. Aplicación de dispositivos de bloqueo

La aplicación de dispositivos de bloqueo constituye el paso central que asegura que ninguna fuente de energía pueda reactivarse mientras se realiza mantenimiento, reparación o intervención en equipos o maquinaria. Esta etapa garantiza la efectividad del procedimiento LOTO al impedir físicamente el arranque inesperado y proteger la integridad de los trabajadores.

Selección del dispositivo de bloqueo adecuado

Antes de aplicar cualquier dispositivo, se debe seleccionar el más adecuado para cada tipo de energía y equipo:

- **Candados de seguridad personales o grupales**, para interruptores eléctricos, paneles de control o equipos que requieran bloqueo individual o múltiple.
- **Bloqueos de válvulas y llaves de paso**, para energía hidráulica, neumática o de fluidos.
- **Bloqueos mecánicos de partes móviles**, como cuñas, calzas o dispositivos de inmovilización de rodillos, poleas o ejes.
- **Bloqueos de presión o cilindros acumuladores**, para evitar liberación accidental de energía almacenada en sistemas hidráulicos o neumáticos.
- **Hasps o dispositivos de bloqueo múltiple**, cuando intervienen varios trabajadores en el mismo equipo o sistema.

La selección debe basarse en **compatibilidad con el punto de aislamiento**, resistencia al ambiente industrial, facilidad de uso y seguridad comprobada.

Procedimiento de aplicación

La correcta aplicación de los dispositivos de bloqueo sigue pasos específicos:

1. **Preparación del punto de aislamiento:** limpiar y despejar la zona, asegurando que no existan obstrucciones que impidan colocar los dispositivos.
2. **Instalación del dispositivo de bloqueo:** colocar el candado, bloqueo o calza en la posición que impida totalmente la reactivación del equipo o el flujo de energía.
3. **Comprobación física:** intentar activar el equipo de manera controlada para asegurar que el dispositivo bloquea efectivamente el arranque. Esta verificación garantiza que la energía ha sido aislada correctamente.
4. **Colocación de señalización:** junto con el dispositivo de bloqueo se deben colocar etiquetas o tarjetas que indiquen que el equipo está bloqueado, quién lo ha bloqueado, la fecha y el motivo de la intervención.
5. **Registro del bloqueo:** documentar en el procedimiento LOTO la aplicación de cada dispositivo, responsable de la acción y hora de colocación. Esto asegura trazabilidad y responsabilidad.

Buenas prácticas durante la aplicación

Para maximizar la seguridad, se recomienda:

- Nunca compartir candados personales; cada trabajador debe usar su **propio candado**, especialmente en bloqueos grupales.
- Asegurarse de que los dispositivos sean **visibles y accesibles**, evitando cualquier manipulación accidental.
- Revisar que el dispositivo seleccionado sea **resistente al ambiente de trabajo**, incluyendo humedad, polvo, vibraciones, temperaturas extremas o exposición química.
- Aplicar los bloqueos de manera **metódica y ordenada**, siguiendo el análisis de riesgos previo y la lista de energías identificadas en el equipo.
- Mantener comunicación constante con todos los trabajadores involucrados o afectados por la intervención, asegurando que nadie intente operar el equipo mientras está bloqueado.

Importancia de la etapa de aplicación de dispositivos

La correcta aplicación de dispositivos de bloqueo es fundamental para:

- Garantizar que **ninguna energía residual o almacenada** pueda liberarse accidentalmente.
- Prevenir **arranques inesperados**, atrapamientos, aplastamientos, descargas eléctricas, liberación de fluidos o proyecciones de materiales.
- Cumplir con las normativas de seguridad industrial y programas LOTO de manera efectiva.
- Proporcionar un **registro claro y verificable** de quién y cómo se realizó el aislamiento, fortaleciendo la cultura de seguridad y la responsabilidad individual.

4.4. Liberación de energía residual

La **liberación de energía residual** es una etapa crítica que garantiza que toda energía almacenada o residual en el equipo haya sido eliminada o controlada antes de iniciar cualquier intervención. Esta fase complementa el apagado y aislamiento, asegurando que incluso después de cortar la energía principal no existan riesgos derivados de energía almacenada en el sistema.

Qué es la energía residual

La energía residual es aquella que permanece en un equipo o sistema después de haber sido apagado o aislado. Puede manifestarse en diversas formas:

- **Energía mecánica almacenada:** volantes de inercia, resortes comprimidos o tensados, partes suspendidas por gravedad.
- **Energía hidráulica o neumática:** presión en cilindros, acumuladores, tuberías o compresores.
- **Energía eléctrica:** capacitores cargados, baterías internas, sistemas de respaldo.
- **Energía térmica:** calor almacenado en fluidos, hornos, calderas o superficies calientes.
- **Energía química:** sustancias inflamables, reactivos o gases comprimidos que puedan liberar energía si no se controlan.

La energía residual puede provocar movimientos inesperados, liberación de presión, descargas eléctricas, quemaduras o explosiones, incluso cuando el equipo parece apagado.

Procedimiento para la liberación de energía residual

1. **Identificación de fuentes de energía residual:** antes de cualquier trabajo, el personal autorizado debe determinar qué partes del equipo pueden almacenar energía después del apagado y aislamiento.
2. **Liberación controlada:** la energía residual debe eliminarse de manera segura mediante:
 - Descarga de cilindros hidráulicos o neumáticos.
 - Soltar resortes, tensar o descomprimir elementos mecánicos.
 - Conectar a tierra sistemas eléctricos o descargar capacitores.
 - Ventilar o drenar sistemas con fluidos a presión o químicos peligrosos.
3. **Inmovilización de elementos peligrosos:** cuando la energía residual no puede eliminarse completamente, se deben aplicar dispositivos de bloqueo adicionales como calzas, soportes, abrazaderas o bloqueos mecánicos.
4. **Verificación de ausencia de energía:** una vez liberada o controlada la energía residual, se realiza una prueba o inspección que confirme que el equipo no puede moverse ni liberar energía accidentalmente.

Buenas prácticas en la liberación de energía residual

- Realizar la liberación **siempre siguiendo procedimientos específicos del fabricante y protocolos internos** de la empresa.
- Mantener comunicación clara entre todos los trabajadores involucrados y afectados por la intervención.
- Utilizar **herramientas y dispositivos de protección** adecuados durante la manipulación de energía residual, como guantes, gafas, ropa resistente, cascos y calzado de seguridad.
- Documentar cada acción realizada durante la liberación de energía residual, incluyendo los responsables y métodos utilizados.
- Revisar periódicamente el equipo y los procedimientos de liberación de energía residual para asegurar su efectividad y actualizarlo según cambios en la maquinaria o normas de seguridad.

Importancia de la liberación de energía residual

La correcta liberación de energía residual es esencial porque:

- Previene **accidentes graves y fatales** causados por liberación inesperada de energía almacenada.
- Asegura que el procedimiento LOTO sea **eficaz en su totalidad**, complementando el apagado, aislamiento y bloqueo de energía.
- Protege la integridad física del personal y evita daños a los equipos y materiales.
- Refuerza la cultura de seguridad, fomentando la disciplina y el cumplimiento de protocolos de bloqueo y etiquetado.

4.5. Verificación de Cero Energía

La **verificación de cero energía** - es la fase final que confirma que todas las fuentes de energía han sido efectivamente aisladas y liberadas, garantizando que el equipo o sistema no pueda activarse accidentalmente durante la intervención. Esta etapa es fundamental para la seguridad, ya que asegura que el trabajo se realice en condiciones libres de riesgo.

Concepto de verificación de cero energía

La verificación de cero energía consiste en **comprobar físicamente** que no existe energía residual, almacenada o activable en el equipo. No basta con colocar dispositivos de bloqueo; es necesario realizar pruebas que confirmen que todas las energías - eléctrica, mecánica, hidráulica, neumática, térmica o química - han sido neutralizadas.

Procedimiento de verificación

1. **Confirmación del aislamiento:** revisar que todos los dispositivos de bloqueo estén correctamente colocados y que cada fuente de energía identificada haya sido aislada según el procedimiento LOTO.
2. **Prueba de funcionamiento:** intentar arrancar el equipo mediante los controles normales o señales de activación, sin retirar los bloqueos. Esta acción debe demostrar que el equipo no se mueve ni se energiza.

3. **Medición de energía residual:** cuando corresponda, utilizar instrumentos de medición para confirmar la ausencia de voltaje, presión, flujo de aire, energía mecánica almacenada o temperatura peligrosa.
4. **Documentación de la verificación:** registrar la prueba de cero energía, indicando quién la realizó, el momento de la verificación y los resultados obtenidos. Esto refuerza la trazabilidad y la responsabilidad de la intervención.

Buenas prácticas durante la verificación

- Realizar la verificación **siempre con los dispositivos de bloqueo aplicados**, para asegurar que el equipo no pueda activarse durante la prueba.
- No asumir que un equipo apagado está seguro; incluso después del aislamiento, pueden existir **energías residuales** que deben comprobarse.
- Utilizar **herramientas e instrumentos adecuados** para la medición y verificación de energía según el tipo de fuente.
- Mantener comunicación constante entre los trabajadores involucrados, asegurando que todos reconozcan que la verificación se está realizando y que el equipo permanece bloqueado.
- Repetir la verificación si se realizan cambios en el equipo o en la configuración de los dispositivos de bloqueo antes de iniciar el trabajo.

Importancia de la verificación de cero energía

La verificación de cero energía es un **paso crítico para prevenir accidentes graves** durante el mantenimiento o intervención, ya que garantiza que:

- No existan arranques inesperados del equipo.
- La energía residual, mecánica, eléctrica, hidráulica o química haya sido completamente controlada.
- Los trabajadores puedan realizar sus labores en un entorno seguro, sin riesgo de atrapamientos, descargas eléctricas, liberación de presión o proyección de materiales.
- El procedimiento LOTO cumpla con los estándares de seguridad industrial y normativas aplicables, fortaleciendo la cultura de prevención y responsabilidad.

5. Aplicaciones en Equipos Mineros

5.1. LOTO en palas y excavadoras

La aplicación en **palas y excavadoras** es crítica debido a la combinación de **energía mecánica, hidráulica y eléctrica** que estas máquinas presentan. Estas unidades, utilizadas en operaciones de carga, transporte y excavación, poseen sistemas complejos con partes móviles pesadas y cilindros hidráulicos que almacenan energía residual incluso cuando el equipo está apagado.

Identificación de energías peligrosas

Antes de aplicar LOTO, es fundamental identificar todas las fuentes de energía en palas y excavadoras:

- **Energía eléctrica:** sistemas de arranque, paneles de control, motores eléctricos auxiliares y sensores automáticos.
- **Energía hidráulica:** cilindros de brazo, cucharón, pluma y sistemas de dirección hidráulica que permanecen presurizados.
- **Energía mecánica:** partes móviles como brazos, cucharones, cadenas de transmisión, ruedas o sistemas de rotación de la cabina.
- **Energía potencial almacenada:** piezas suspendidas por gravedad, como cucharones o implementos, que pueden moverse si se libera la presión hidráulica.

La identificación detallada asegura que ningún sistema quede energizado inadvertidamente durante el mantenimiento.

Procedimiento LOTO para palas y excavadoras

1. **Preparación y notificación:** informar al personal afectado sobre la intervención y detener la máquina mediante controles normales de operación.
2. **Aislamiento de energías:**
 - Desconectar la batería principal y asegurar los sistemas eléctricos.
 - Cerrar válvulas hidráulicas y liberar presión acumulada en cilindros y líneas de trabajo.

- Inmovilizar partes móviles con calzas, cuñas o bloqueos mecánicos según corresponda.
3. **Aplicación de dispositivos de bloqueo:** colocar candados en interruptores eléctricos, bloqueos de válvulas hidráulicas y mecanismos de inmovilización mecánica, asegurando que los dispositivos sean visibles y accesibles.
 4. **Verificación de cero energía:** comprobar que la máquina no responde a los controles y que no existe presión en los cilindros ni movimiento residual en los brazos, cucharones o ruedas.
 5. **Trabajo seguro:** realizar el mantenimiento o reparación únicamente después de la verificación de cero energía, siguiendo los procedimientos internos de seguridad.

Buenas prácticas

- Utilizar **candados personales** para cada trabajador involucrado, especialmente en intervenciones grupales.
- Revisar periódicamente los **dispositivos de bloqueo** y herramientas LOTO antes de cada uso.
- Mantener comunicación constante con todo el personal presente y evitar la reactivación accidental de sistemas.
- Documentar el procedimiento LOTO aplicado, incluyendo la identificación de energías, dispositivos utilizados y responsables de la intervención.

Importancia del LOTO en palas y excavadoras

La correcta aplicación de LOTO en estas máquinas previene:

- Movimientos inesperados de brazos, cucharones o ruedas que podrían causar atrapamientos o aplastamientos.
- Liberación súbita de presión hidráulica que genere lesiones graves.
- Arranques eléctricos accidentales durante inspección o mantenimiento.
- Accidentes fatales derivados de la energía almacenada o residual.

Implementar LOTO en palas y excavadoras garantiza la **seguridad del personal y la protección de los equipos**, fortaleciendo la cultura de prevención en operaciones mineras.

5.2. LOTO en camiones mineros

La aplicación en **camiones mineros** es fundamental debido al tamaño, potencia y complejidad de estos vehículos. Los camiones mineros transportan grandes volúmenes de material en entornos peligrosos, y su energía mecánica, eléctrica e hidráulica representa riesgos significativos si no se controla adecuadamente durante mantenimiento, inspección o reparaciones.

Identificación de energías peligrosas

Antes de aplicar LOTO, se deben identificar todas las fuentes de energía en los camiones mineros:

- **Energía eléctrica:** sistemas de arranque, baterías de alta capacidad, paneles de control y sistemas automáticos de monitoreo.
- **Energía hidráulica:** cilindros de suspensión, frenos hidráulicos, sistema de dirección asistida y mecanismos de volteo de la tolva.
- **Energía mecánica:** ruedas, ejes, transmisión, volante motor y componentes en movimiento que pueden generar atrapamientos o golpes.
- **Energía potencial almacenada:** tolvas levantadas, implementos suspendidos o masas pesadas que pueden moverse por gravedad.
- **Energía residual:** presión en líneas hidráulicas o neumáticas, sistemas eléctricos con capacitores cargados, resortes bajo tensión.

La correcta identificación asegura que ningún sistema quede energizado inadvertidamente durante la intervención.

Procedimiento LOTO para camiones mineros

1. **Preparación y notificación:** informar a todo el personal afectado sobre la intervención y detener el camión siguiendo los procedimientos de operación normal.
2. **Apagado y aislamiento:**
 - Desconectar la batería principal y asegurar los sistemas eléctricos.
 - Cerrar válvulas hidráulicas y liberar la presión acumulada.

- Inmovilizar la tolva, ejes o implementos móviles mediante calzas o bloqueos mecánicos.
3. **Aplicación de dispositivos de bloqueo:** colocar candados en interruptores, bloqueos de válvulas hidráulicas y mecanismos de inmovilización mecánica, garantizando visibilidad y accesibilidad de los dispositivos.
 4. **Verificación de cero energía:** comprobar que el camión no responde a los controles y que no existe presión, movimiento residual ni riesgo eléctrico.
 5. **Trabajo seguro:** realizar el mantenimiento, limpieza o inspección únicamente después de la verificación de cero energía y siguiendo las medidas de seguridad establecidas.

Buenas prácticas

- Cada trabajador debe utilizar su **candado personal**, especialmente en intervenciones grupales.
- Revisar periódicamente los **dispositivos LOTO y herramientas** antes de su uso.
- Mantener comunicación constante con todo el personal involucrado y evitar la reactivación accidental del vehículo.
- Documentar cada intervención, incluyendo identificación de energías, dispositivos aplicados y responsables de la acción.

Importancia del LOTO en camiones mineros

La correcta aplicación de LOTO en camiones mineros previene:

- Movimientos inesperados de ruedas, ejes o tolvas que puedan causar atrapamientos o aplastamientos.
- Liberación súbita de presión hidráulica o neumática.
- Arranques eléctricos accidentales durante mantenimiento o inspección.
- Accidentes fatales derivados de energía almacenada o residual en sistemas pesados y complejos.

El LOTO en camiones mineros garantiza la **seguridad de los trabajadores** y protege los activos, fortaleciendo la cultura de prevención dentro de las operaciones mineras.

5.3. LOTO en sistemas de chancado y molienda

La aplicación en **sistemas de chancado y molienda** es crucial debido a la combinación de **energía mecánica, eléctrica y almacenada** que presentan estos equipos. Estas instalaciones procesan rocas y minerales, utilizando trituradoras, molinos y sistemas de transporte que pueden generar riesgos graves si no se controla correctamente la energía durante mantenimiento o inspección.

Identificación de energías peligrosas

Antes de aplicar LOTO, es fundamental identificar todas las fuentes de energía presentes en los sistemas de chancado y molienda:

- **Energía eléctrica:** motores eléctricos de molinos, trituradoras, zarandas, transportadores y sistemas de control automático.
- **Energía mecánica:** engranajes, poleas, rodillos, ejes, correas y partes rotativas que pueden provocar atrapamientos, cortes o proyecciones de material.
- **Energía hidráulica y neumática:** sistemas de accionamiento de compuertas, cilindros y mecanismos de ajuste de molienda o chancado.
- **Energía potencial almacenada:** tolvas, tolvas de alimentación y sistemas suspendidos que pueden caer o desplazarse por gravedad.
- **Energía residual:** movimiento residual en molinos, presión acumulada en cilindros hidráulicos o neumáticos, resortes tensados y cargas almacenadas en correas transportadoras.

La identificación detallada garantiza que ningún sistema quede energizado inadvertidamente y que todos los riesgos sean controlados.

Procedimiento LOTO para sistemas de chancado y molienda

1. **Preparación y notificación:** comunicar a todo el personal involucrado la intervención planificada, detallando los equipos y riesgos.
2. **Apagado y aislamiento:**
 - Desconectar los motores y sistemas eléctricos, asegurando que no puedan ser reactivados.

- Cerrar válvulas hidráulicas y neumáticas, liberando presión acumulada en líneas y cilindros.
 - Bloquear partes móviles de molinos, trituradoras, zarandas y transportadores mediante calzas o bloqueos mecánicos.
3. **Aplicación de dispositivos de bloqueo:** colocar candados, bloqueos de válvulas, calzas y mecanismos de inmovilización según corresponda, garantizando visibilidad y accesibilidad.
 4. **Verificación de cero energía:** comprobar que los equipos no pueden activarse, que no existe presión residual, movimiento mecánico o energía almacenada peligrosa.
 5. **Trabajo seguro:** realizar mantenimiento, limpieza o inspección únicamente después de la verificación de cero energía y siguiendo estrictamente los protocolos de seguridad.

Buenas prácticas

- Utilizar **candados personales** para cada trabajador involucrado, especialmente en trabajos en grupo.
- Revisar periódicamente **dispositivos LOTO y herramientas** antes de cada intervención.
- Mantener comunicación constante con el personal afectado y evitar la reactivación accidental de sistemas.
- Documentar cada paso del procedimiento, incluyendo la identificación de energías, dispositivos aplicados y responsables del trabajo.

Importancia del LOTO en sistemas de chancado y molienda

La correcta aplicación de LOTO en estos sistemas previene:

- Atrapamientos o cortes por partes móviles de molinos, trituradoras o transportadores.
- Golpes o aplastamientos por caída de tolvas o materiales almacenados.
- Arranques eléctricos o hidráulicos inesperados durante mantenimiento.
- Accidentes graves causados por energía residual almacenada en cilindros, resortes o partes en tensión.

Implementar LOTO en sistemas de chancado y molienda garantiza la **seguridad del personal** y la **integridad de los equipos**, fortaleciendo la cultura de prevención en las operaciones mineras.

5.4. LOTO en fajas transportadoras

La aplicación en **fajas transportadoras** es especialmente crítica debido a la combinación de **energía mecánica, eléctrica y potencial almacenada** que estos sistemas presentan. Las fajas transportadoras se utilizan para trasladar materiales en minería, y sus partes móviles, poleas y rodillos representan riesgos significativos de atrapamiento, cizallamiento y proyección de materiales si no se aplican procedimientos LOTO correctamente.

Identificación de energías peligrosas

Antes de aplicar LOTO, es fundamental identificar todas las fuentes de energía de la faja transportadora:

- **Energía eléctrica:** motores de accionamiento, tableros de control, variadores de frecuencia y sistemas automáticos de monitoreo.
- **Energía mecánica:** rodillos, poleas, correas, engranajes y ejes que pueden generar atrapamientos, cizallamientos o impactos.
- **Energía potencial almacenada:** masas suspendidas de la faja, tensores o elementos ajustables que puedan moverse por gravedad.
- **Energía residual:** movimiento residual en la correa, presión acumulada en cilindros hidráulicos o neumáticos, resortes de tensión y elementos de soporte que mantengan carga.

La identificación completa de estas energías asegura que ningún riesgo quede sin control durante las labores de mantenimiento o inspección.

Procedimiento LOTO para fajas transportadoras

1. **Preparación y notificación:** informar al personal afectado sobre la intervención, especificando los equipos, riesgos y duración de la parada.

2. Apagado y aislamiento:

- Detener los motores mediante controles normales y desconectar la alimentación eléctrica principal.
- Cerrar válvulas hidráulicas o neumáticas asociadas, liberando cualquier presión acumulada.
- Inmovilizar rodillos, poleas y sistemas de tensión mediante calzas, bloqueos mecánicos o dispositivos específicos.

3. Aplicación de dispositivos de bloqueo: colocar candados, bloqueos de válvulas, calzas y dispositivos de inmovilización según corresponda, asegurando visibilidad y accesibilidad.

4. Verificación de cero energía: comprobar que la faja no puede moverse, que no existe energía residual y que los elementos mecánicos están inmovilizados.

5. Trabajo seguro: realizar mantenimiento, limpieza o inspección únicamente después de confirmar que la faja está completamente desenergizada y bloqueada.

Buenas prácticas

- Cada trabajador debe utilizar **su propio candado personal**, especialmente en intervenciones grupales.
- Revisar periódicamente los **dispositivos LOTO y herramientas** antes de cada uso.
- Mantener comunicación constante con el personal involucrado y evitar reactivaciones accidentales del sistema.
- Documentar todo el procedimiento, incluyendo energías identificadas, dispositivos aplicados y responsables de la intervención.

Importancia del LOTO en fajas transportadoras

La correcta aplicación de LOTO en fajas transportadoras previene:

- Atrapamientos en rodillos, poleas o correas durante mantenimiento.
- Cizallamientos o golpes por movimiento inesperado de la cinta.
- Liberación súbita de energía almacenada en tensores, resortes o cilindros.
- Accidentes graves o fatales derivados de arranques eléctricos o mecánicos inesperados.

Implementar LOTO en fajas transportadoras garantiza la **seguridad del personal** y la **integridad de los equipos**, promoviendo una cultura de prevención sólida en operaciones mineras.

6. Bloqueo Grupal y Situaciones Especiales

6.1. Procedimiento de LOTO grupal

El **bloqueo grupal** se aplica cuando múltiples trabajadores intervienen en el mismo equipo o sistema, o cuando varias fuentes de energía requieren aislamiento simultáneo. Este procedimiento garantiza que todos los involucrados permanezcan protegidos y que la energía no pueda reactivarse mientras se realiza el mantenimiento, inspección o reparación.

Concepto de LOTO grupal

El LOTO grupal consiste en la **coordinación de múltiples dispositivos de bloqueo** aplicados de manera que cada trabajador tenga control individual sobre su seguridad, evitando riesgos de arranques inesperados o liberación de energía residual. Cada participante coloca su propio dispositivo personal y ninguna fuente de energía puede reactivarse hasta que todos los trabajadores hayan retirado sus bloqueos y autorizado la reactivación del equipo.

Procedimiento para LOTO grupal

1. Planificación y comunicación:

- Determinar todos los puntos de energía que requieren aislamiento.
- Informar a todo el personal involucrado sobre los riesgos y la secuencia de trabajo.
- Designar un coordinador responsable de supervisar la aplicación y retiro de dispositivos LOTO.

2. Aplicación de dispositivos de bloqueo:

- Cada trabajador coloca **su propio candado personal** en los dispositivos de bloqueo correspondientes a cada fuente de energía.
- Utilizar **hasps o bloqueos múltiples** cuando sea necesario permitir que varios trabajadores aseguren el mismo punto de aislamiento sin interferencias.
- Asegurar que todos los dispositivos estén visibles y accesibles para cada miembro del equipo.

3. Verificación de cero energía:

- Antes de iniciar cualquier trabajo, cada trabajador confirma que no hay movimiento residual ni energía almacenada.
- La verificación debe realizarse siguiendo los mismos pasos que en procedimientos individuales, pero considerando la coordinación grupal.

4. Trabajo seguro bajo LOTO grupal:

- Cada participante realiza su labor solo después de la verificación de cero energía.
- Mantener comunicación constante durante toda la intervención, asegurando que ningún trabajador retire su dispositivo sin autorización del coordinador.

5. Retiro de dispositivos y retorno a operación:

- La reactivación del equipo solo se realiza cuando **todos los candados personales han sido retirados**.
- El coordinador supervisa que el equipo esté libre de personal y que todas las medidas de seguridad se hayan cumplido antes de energizar nuevamente el sistema.

Buenas prácticas en LOTO grupal

- Mantener un registro de **quién colocó cada dispositivo** y en qué punto de energía.
- No permitir que un solo trabajador retire bloqueos de otros miembros; cada candado debe ser manipulado únicamente por su propietario.
- Planificar previamente los procedimientos en situaciones complejas o cuando intervienen múltiples energías simultáneamente.
- Revisar regularmente el estado de los dispositivos y asegurar su correcta aplicación durante toda la intervención grupal.

Importancia del LOTO grupal

El procedimiento grupal es esencial para:

- Garantizar la **protección simultánea de todos los trabajadores** durante intervenciones colectivas.
- Prevenir **arranques inesperados o liberación de energía** que podrían causar accidentes graves.

- Mantener la trazabilidad y responsabilidad de cada participante en el procedimiento.
- Fortalecer la **cultura de seguridad en equipos mineros**, asegurando que incluso en situaciones complejas se cumplan los estándares de LOTO.

6.2. Cambio de guardia durante bloqueo

El **cambio de guardia durante el bloqueo** es una situación crítica que requiere procedimientos claros y sistemáticos para asegurar que la protección de los trabajadores se mantenga en todo momento. Este proceso se aplica cuando un turno termina y otro equipo de trabajo debe continuar las tareas de mantenimiento o inspección, garantizando que **la energía permanezca bloqueada y controlada durante la transición**.

Concepto de cambio de guardia

El cambio de guardia implica la **transferencia de la responsabilidad del LOTO** de un trabajador o grupo de trabajadores a otro, sin interrumpir la protección contra arranques inesperados o liberación de energía residual. La seguridad del equipo y del personal depende de que esta transición se realice de manera ordenada y documentada.

Procedimiento para el cambio de guardia

1. Planificación y comunicación:

- Informar al personal entrante sobre el estado del equipo y las energías bloqueadas.
- Revisar con el personal saliente todos los dispositivos de bloqueo aplicados, energías identificadas y condiciones del equipo.
- Designar a un coordinador responsable de supervisar la transferencia de LOTO.

2. Verificación conjunta:

- Antes de que el guardia saliente retire cualquier dispositivo, ambos equipos (saliente y entrante) deben **inspeccionar físicamente todos los puntos de bloqueo**.
- Confirmar que todas las energías han sido correctamente aisladas y que no existe riesgo de movimiento, liberación de presión o energía residual.

3. Transferencia de dispositivos:

- En caso de uso de **candados personales**, el guardia saliente informa al entrante de cada dispositivo colocado y su propósito.
- El personal entrante debe colocar sus propios candados personales **antes de que se retire cualquier candado del equipo saliente**, asegurando continuidad de la protección.

4. Documentación del cambio de guardia:

- Registrar la hora, los trabajadores involucrados, los dispositivos transferidos y cualquier observación relevante sobre la condición del equipo.
- Esta documentación garantiza trazabilidad y responsabilidad durante toda la intervención.

Buenas prácticas durante el cambio de guardia

- Nunca retirar dispositivos de bloqueo sin que el personal entrante haya colocado sus propios candados personales.
- Mantener comunicación constante y clara entre los trabajadores salientes y entrantes.
- Confirmar que el equipo permanece **totalmente desenergizado** antes de que el guardia saliente se retire.
- Realizar inspecciones adicionales si se detectan condiciones inusuales o riesgos no controlados durante la transferencia.
- Capacitar a todos los trabajadores en procedimientos de cambio de guardia para asegurar uniformidad y seguridad.

Importancia del cambio de guardia

El procedimiento de cambio de guardia es esencial para:

- Garantizar que la protección LOTO **no se interrumpa** durante la transición de turnos.
- Prevenir arranques inesperados, liberación de presión o accidentes causados por energías residuales.
- Mantener la **responsabilidad individual y grupal** sobre los dispositivos de bloqueo.
- Fortalecer la **cultura de seguridad** en operaciones mineras, asegurando que incluso durante cambios de personal se cumplan todos los estándares de LOTO.

6.3. Coordinación entre áreas y contratistas

La **coordinación entre áreas y contratistas** es un aspecto crítico para garantizar la seguridad en operaciones mineras. Muchas intervenciones implican la participación simultánea de personal interno de la empresa y de contratistas externos, lo que requiere **comunicación efectiva, planificación conjunta y procedimientos claros** para prevenir accidentes por energías peligrosas.

Importancia de la coordinación

La falta de coordinación puede generar situaciones de riesgo, como:

- Arranques inesperados de equipos por falta de comunicación entre áreas.
- Intervención simultánea en un mismo equipo por diferentes grupos sin conocimiento mutuo.
- Liberación accidental de energía residual debido a procedimientos no estandarizados entre contratistas y personal interno.

Por ello, es esencial que todas las partes involucradas comparten información sobre los **equipos, fuentes de energía y procedimientos LOTO aplicables** antes de iniciar cualquier trabajo.

Procedimiento para la coordinación

1. Planificación conjunta:

- Establecer reuniones previas con todas las áreas involucradas y contratistas para revisar el alcance de la intervención.
- Identificar los puntos de energía críticos, procedimientos de bloqueo y riesgos específicos.
- Designar responsables de supervisión y comunicación entre grupos.

2. Comunicación clara y continua:

- Mantener contacto constante durante toda la intervención mediante radios, reuniones rápidas o sistemas de control internos.
- Asegurarse de que cada trabajador conoce el estado del equipo, los dispositivos de bloqueo aplicados y la secuencia de trabajo.

3. Aplicación coordinada de LOTO:

- Sincronizar la colocación de dispositivos de bloqueo y candados personales entre todos los trabajadores y contratistas.
- Confirmar visualmente que todos los dispositivos están correctamente aplicados y que las energías peligrosas están controladas antes de iniciar trabajos.
- Documentar cada acción, indicando responsables y dispositivos aplicados.

4. Verificación y supervisión:

- El coordinador de la intervención debe supervisar que todos los procedimientos se cumplan y que no exista riesgo por falta de sincronización.
- Realizar verificaciones de cero energía conjuntamente si participan múltiples grupos.

5. Retiro de dispositivos y finalización del trabajo:

- Todos los grupos deben confirmar que los trabajos han finalizado antes de retirar bloqueos.
- Asegurar que no haya personal de contratistas ni interno en zonas de riesgo antes de energizar los equipos.

Buenas prácticas

- Establecer protocolos internos que **unifiquen los procedimientos LOTO** entre personal propio y contratistas.
- Capacitar a todos los trabajadores en **procedimientos grupales y coordinación interáreas**.
- Mantener registros completos de cada intervención, incluyendo responsables, dispositivos aplicados y comunicación entre áreas.
- Realizar reuniones de cierre para revisar lecciones aprendidas y posibles mejoras en la coordinación.

Beneficios de una coordinación efectiva

La correcta coordinación entre áreas y contratistas permite:

- Evitar accidentes graves por **energía no controlada**.

- Garantizar que el procedimiento LOTO se aplique de manera uniforme y segura en toda la operación.
- Mejorar la **comunicación y responsabilidad compartida**, fortaleciendo la cultura de seguridad en minería.
- Reducir tiempos de intervención sin comprometer la seguridad de los trabajadores.

6.4. Procedimientos de emergencia

Los **procedimientos de emergencia** son fundamentales para garantizar la seguridad del personal cuando ocurren situaciones imprevistas durante intervenciones de mantenimiento, inspección o reparación. Estas situaciones pueden incluir fallas en los dispositivos de bloqueo, liberación accidental de energía, incendios, accidentes de personal o cualquier evento que comprometa la seguridad de los trabajadores.

Objetivo de los procedimientos de emergencia

El objetivo principal es **proteger a los trabajadores y minimizar los riesgos** cuando ocurre una contingencia, asegurando que la energía de los equipos permanezca controlada o que el personal pueda retirarse de manera segura de la zona de riesgo.

Componentes de los procedimientos de emergencia

1. Detección y alerta:

- Identificar de inmediato cualquier condición anormal o falla de energía.
- Notificar al personal presente y al coordinador de LOTO sobre la emergencia.
- Activar sistemas de alarma interna o comunicación de emergencia.

2. Aislamiento adicional de energía:

- Aplicar bloqueos de emergencia si los dispositivos existentes fallan o no son suficientes.
- Liberar o asegurar energía residual peligrosa, como presión hidráulica o neumática acumulada, de manera controlada.

3. Evacuación y rescate:

- Seguir rutas de evacuación previamente establecidas y señalizadas.

- Garantizar que todo el personal salga de la zona de riesgo de manera ordenada y segura.
- Coordinar con brigadas de emergencia o personal de seguridad para rescatar a cualquier trabajador atrapado o lesionado.

4. Notificación y registro:

- Informar a la supervisión y al área de seguridad sobre la emergencia ocurrida.
- Documentar los eventos, causas, medidas aplicadas y lecciones aprendidas para futuras mejoras.

5. Reanudación segura de operaciones:

- Solo después de confirmar que la situación de emergencia ha sido controlada y que todas las energías peligrosas están aseguradas, se permite reanudar los trabajos.
- Verificar nuevamente todos los dispositivos LOTO antes de reactivar el equipo.

Buenas prácticas en situaciones de emergencia

- Capacitar a todo el personal en **procedimientos de emergencia y evacuación** antes de iniciar trabajos con LOTO.
- Mantener **equipos de seguridad y primeros auxilios accesibles** en todas las áreas de intervención.
- Revisar periódicamente las rutas de evacuación y los dispositivos de emergencia asociados a los equipos mineros.
- Realizar simulacros de emergencia para asegurar que todos los trabajadores conozcan los pasos a seguir.

Importancia de los procedimientos de emergencia

La implementación de procedimientos de emergencia en LOTO:

- Minimiza el riesgo de **lesiones graves o fatales** durante situaciones imprevistas.
- Permite una **respuesta rápida y organizada**, reduciendo daños a los equipos y materiales.
- Fortalece la **cultura de seguridad en minería**, asegurando que los trabajadores sepan cómo actuar ante cualquier contingencia.

-
- Garantiza que las operaciones puedan **reanudar de manera segura**, manteniendo control sobre todas las fuentes de energía peligrosas.

7. Restablecimiento y Gestión

7.1. Inspección y retiro seguro de bloqueos

La **inspección y retiro seguro de bloqueos** es una etapa crítica que garantiza que los equipos mineros puedan reactivarse de manera controlada, protegiendo tanto al personal como a los activos de la operación. Esta fase final del procedimiento asegura que todos los riesgos de energía residual hayan sido eliminados y que los bloqueos aplicados durante el mantenimiento o inspección puedan retirarse de forma segura.

Objetivo de la inspección y retiro seguro

El objetivo principal es **verificar que el equipo esté en condiciones seguras** para volver a su operación normal, evitando arranques inesperados, liberación de energía residual o accidentes derivados de energías almacenadas.

Procedimiento para inspección y retiro seguro de bloqueos

1. Revisión de trabajos realizados:

- Confirmar que todas las tareas de mantenimiento, inspección o limpieza se han completado correctamente.
- Asegurarse de que no haya herramientas, piezas sueltas o materiales que puedan interferir con el funcionamiento del equipo.

2. Verificación de cero energía:

- Antes de retirar cualquier dispositivo de bloqueo, comprobar que no exista movimiento residual, presión acumulada o energía eléctrica presente.
- Revisar todos los sistemas previamente bloqueados: mecánicos, eléctricos, hidráulicos, neumáticos y térmicos.

3. Retiro de dispositivos de bloqueo:

- Cada trabajador debe retirar **su propio candado personal** o dispositivo aplicado, garantizando responsabilidad individual.
- Si se trata de LOTO grupal, asegurarse de que todos los participantes hayan completado sus trabajos antes de la remoción de bloqueos.

- Los bloqueos deben retirarse siguiendo la secuencia inversa a la colocación, comenzando por los puntos de menor riesgo y finalizando con los de mayor importancia para la seguridad.

4. Verificación final del equipo:

- Comprobar que todos los sistemas del equipo funcionan correctamente en condiciones controladas.
- Confirmar que no quedan partes en tensión, masas suspendidas ni energía residual que pueda generar accidentes.

5. Registro y documentación:

- Documentar el retiro de cada bloqueo, indicando responsable, hora y condición del equipo.
- Registrar observaciones sobre incidencias o anomalías detectadas durante el proceso.

Buenas prácticas para el retiro seguro de bloqueos

- Mantener **una comunicación constante** entre los trabajadores y supervisores durante la fase de restablecimiento.
- Nunca retirar dispositivos de bloqueo de otro trabajador sin autorización expresa.
- Revisar periódicamente los dispositivos LOTO para garantizar su correcto funcionamiento antes de cada uso.
- Capacitar al personal en la correcta secuencia de inspección y retiro seguro para prevenir errores humanos.

Importancia de la inspección y retiro seguro de bloqueos

La correcta ejecución de esta fase permite:

- Garantizar que el equipo minero pueda volver a operar **sin riesgos de accidentes** por energía residual.
- Mantener la **responsabilidad individual y grupal** en la gestión de bloqueos.
- Fortalecer la **cultura de seguridad** y cumplimiento de procedimientos LOTO en la operación minera.

- Reducir la posibilidad de daños a los equipos y materiales debido a arranques inesperados o energías no controladas.

7.2. Reenergización y puesta en marcha

La reenergización y puesta en marcha es la etapa final del procedimiento, en la que los equipos mineros vuelven a su operación normal tras haberse completado todas las intervenciones de mantenimiento, inspección o reparación. Esta fase requiere de un control estricto y pasos claramente definidos para **evitar accidentes, daños a los equipos o liberación de energías peligrosas**.

Objetivo de la reenergización

El objetivo principal es **restaurar la operación del equipo de manera segura y controlada**, asegurando que todas las fuentes de energía estén correctamente gestionadas y que los trabajadores estén protegidos durante el proceso.

Procedimiento para reenergización y puesta en marcha

1. Confirmación de seguridad:

- Verificar que todos los dispositivos de bloqueo y etiquetado hayan sido retirados por los responsables correspondientes.
- Confirmar que no haya personal en zonas de riesgo ni herramientas, piezas o materiales sueltos que puedan interferir con el funcionamiento del equipo.

2. Verificación de energías:

- Revisar todos los sistemas eléctricos, mecánicos, hidráulicos, neumáticos y térmicos para asegurar que estén listos para operar.
- Comprobar que no exista energía residual que pueda provocar movimientos inesperados o liberación de presión.

3. Reactivación gradual:

- Encender el equipo siguiendo la secuencia establecida por el fabricante o los procedimientos internos de la empresa.
- Observar el comportamiento del equipo en las primeras etapas de operación, asegurando que todas las funciones se ejecuten correctamente.

- Detener el equipo inmediatamente si se detecta cualquier anomalía o riesgo.

4. Comunicación y supervisión:

- Informar al personal afectado sobre la reanudación de operaciones.
- Mantener supervisión cercana durante la puesta en marcha, especialmente en sistemas críticos o que involucran múltiples fuentes de energía.

5. Documentación de la reenergización:

- Registrar fecha, hora, responsables y cualquier observación relevante durante la puesta en marcha.
- Incluir notas sobre problemas detectados o lecciones aprendidas que puedan mejorar futuros procedimientos LOTO.

Buenas prácticas en reenergización y puesta en marcha

- Nunca reactivar un equipo si existe incertidumbre sobre la liberación de energía residual.
- Realizar la puesta en marcha de manera gradual y controlada, evitando arranques bruscos.
- Confirmar que todos los trabajadores estén fuera de zonas de riesgo y que la comunicación con el equipo sea efectiva.
- Revisar periódicamente los procedimientos de reenergización y actualizar protocolos según la experiencia y mejoras detectadas.

Importancia de la reenergización segura

La correcta ejecución de esta etapa garantiza:

- La **protección del personal** frente a movimientos inesperados, liberación de presión o energías residuales.
- El **funcionamiento seguro y eficiente** de los equipos mineros tras las intervenciones.
- La consolidación de una **cultura de seguridad LOTO**, promoviendo la disciplina y responsabilidad en todas las etapas del procedimiento.
- La reducción de riesgos de accidentes graves, daños a los equipos y pérdidas operativas.

7.3. Auditorías y documentación

Las **auditorías y la documentación** son componentes esenciales para garantizar la eficacia del sistema, la trazabilidad de las intervenciones y el cumplimiento de los procedimientos de seguridad. Esta fase permite **identificar oportunidades de mejora, verificar la correcta aplicación de LOTO y mantener registros confiables para la gestión de riesgos** en operaciones mineras.

Objetivo de las auditorías y documentación

El objetivo principal es **asegurar que todos los procedimientos LOTO se cumplan correctamente**, que los dispositivos de bloqueo y etiquetado se utilicen de manera adecuada y que cualquier desviación o incidente sea registrada y analizada para prevenir accidentes futuros.

Procedimiento de auditoría LOTO

1. Planificación de auditorías:

- Establecer un calendario periódico de revisiones internas del programa LOTO.
- Determinar los equipos críticos y las intervenciones recientes que requieren verificación.
- Designar auditores responsables y definir criterios de evaluación.

2. Revisión de procedimientos y registros:

- Verificar que todos los procedimientos LOTO estén actualizados y cumplan con la normativa vigente.
- Revisar registros de aplicación de candados, bloqueos, etiquetas, kits de LOTO y secuencias de trabajo.
- Confirmar que se hayan documentado cambios de guardia, situaciones especiales y reenergización de equipos.

3. Inspección física de equipos y dispositivos:

- Comprobar que los dispositivos de bloqueo y señalización estén en buen estado y disponibles para uso.
- Evaluar la correcta colocación y retirada de bloqueos en intervenciones recientes.

- Identificar posibles desviaciones, riesgos o prácticas inseguras que requieran corrección.

4. Informe de auditoría:

- Elaborar un informe detallado con hallazgos, observaciones y recomendaciones.
- Incluir acciones correctivas y responsables de su implementación.
- Archivar la documentación para mantener trazabilidad y respaldo ante auditorías externas o revisiones legales.

Buenas prácticas de auditoría y documentación

- Realizar auditorías de manera periódica y sistemática para **prevenir desviaciones** en la aplicación de LOTO.
- Mantener registros claros y accesibles, incluyendo candados aplicados, personal responsable y secuencia de procedimientos.
- Capacitar a auditores internos y supervisores para **identificar riesgos y corregir prácticas inseguras**.
- Usar la documentación como herramienta de mejora continua del programa LOTO y de la cultura de seguridad en la empresa.

Importancia de las auditorías y la documentación

La implementación efectiva de auditorías y la correcta gestión documental permiten:

- **Verificar el cumplimiento** de todos los procedimientos de LOTO y la protección del personal.
- Garantizar la **trazabilidad de cada intervención**, incluyendo cambios de guardia, bloqueos aplicados y reenergización de equipos.
- **Detectar desviaciones o prácticas inseguras** antes de que generen accidentes.
- Mejorar la **gestión de riesgos y la cultura de seguridad** en las operaciones mineras.
- Facilitar la **responsabilidad y rendición de cuentas** ante la empresa, autoridades o auditorías externas.

Este curso ha sido desarrollado por INFOSET con el objetivo de proporcionar a los trabajadores del sector minero peruano, así como a todas las personas interesadas en la seguridad industrial y salud en el trabajo, las herramientas y conocimientos necesarios para **prevenir accidentes relacionados con energías peligrosas mediante la correcta aplicación del programa LOTO (Bloqueo y Etiquetado de Energías Peligrosas)**.

Creemos firmemente que la seguridad en minería no es solo un requisito normativo establecido por leyes como la Ley N.^º 29783 y el Reglamento D.S. N.^º 005-2012-TR, sino una **responsabilidad ética compartida** entre trabajadores, empleadores, supervisores, contratistas y toda la comunidad minera.

Es fundamental que los participantes de este curso no solo comprendan los contenidos, sino que los **apliquen activamente en sus áreas de trabajo**. La correcta identificación de fuentes de energía peligrosas, la aplicación de bloqueos y etiquetados, la verificación de cero energía y la planificación adecuada de intervenciones de mantenimiento pueden marcar la diferencia entre una operación segura y un accidente con consecuencias graves o incluso fatales.

El impacto de la prevención se traduce no solo en **vidas protegidas**, sino también en la mejora de la eficiencia operativa, reducción de costos asociados a incidentes y una mayor reputación para las empresas comprometidas con la seguridad en sus procesos mineros.

La difusión de este contenido es libre, siempre que se respete la autenticidad y autoría de INFOSET como entidad formadora. Al compartir este conocimiento, todos contribuimos a **crear una cultura minera más responsable, informada y comprometida con la prevención de accidentes por energías peligrosas**.

Agradecemos profundamente a cada participante por su tiempo, dedicación y compromiso con el aprendizaje. Su interés demuestra que en el Perú existen profesionales dispuestos a **transformar la industria minera en una actividad más segura, responsable y moderna**, promoviendo la protección del capital humano y la eficiencia operativa.

Administración de INFOSET